

Qualités des litières et décomposition dans les jachères naturelles

France Bernhard-Reversat*, Dominique Masse**, Jean-Michel Harmand***

Les relations entre la décomposition des litières et leur qualité ont été très étudiées mais ne sont pas encore complètement élucidées (Swift *et al.*, 1979; Couteaux *et al.*, 1995). De nombreuses études de décomposition *in situ* ont montré l'influence de la teneur initiale en azote et en lignine, des rapports carbone-azote et lignine-azote (Aber & Melillo 1982; Parton *et al.* 1987; Bernhard-Reversat & Schwartz, 1997) tandis que d'autres auteurs ont insisté sur le rôle des polyphénols (Bignand & Schaeffer, 1980; Palm & Sanchez, 1990). L'influence de la qualité de la litière sur la décomposition *in vitro* mesurée par la minéralisation du carbone a également été montrée (Vanlauwe *et al.*, 1996; Bernhard-Reversat, 1999).

La vitesse de décomposition des litières contrôle le recyclage des éléments minéraux qu'elles apportent au sol (Tian, 1992). Une litière qui se décompose lentement peut bloquer le cycle des éléments minéraux et une décomposition trop rapide peut favoriser le lessivage des éléments minéraux et limiter le stockage de matière organique dans le sol (Handayanto *et al.*, 1997). La détermination des espèces favorables à la restauration de la fertilité chimique dans les jachères devra se faire en tenant compte des données acquises dans ce domaine. Le rôle des arbres par rapport aux plantes herbacées est aussi à prendre en compte (Grubb, 1989; Harmand, 1998).

Dans le cadre du programme Jachère, la vitesse de décomposition d'un certain nombre de litières a été mesurée et nous tenterons de mettre en relation des paramètres simples de la décomposition avec certaines caractéristiques des litières.

Matériel et méthodes

Les études ont été menées en Afrique de l'ouest et centrale sous différentes pluviométries (Tableau I).

Les litières étudiées proviennent soit de la strate herbacée spontanée ou plantée des jachères, soit d'arbres spontanés des jachères, soit de jachères plantées en arbres ou de plantations forestières, ces deux types de végétation ne différant que par l'utilisation qui en est faite (Tableau II).

* Institut de recherche pour le développement (I.R.D., ex-Orstom), Bondy (France).

** Institut de recherche pour le développement (I.R.D., ex-Orstom), B.P. 1386, Dakar (Sénégal).

*** Cirad-Forêt, Catie, Turrialta (Costa Rica).

Tableau I. Sites étudiés et pluviosité moyenne annuelle

Pays	Site	Pluviosité (mm)	Description
Sénégal	Sonkorong	800	Masse, 1998
Sénégal	Sare	1 040	Masse, 1998
Cameroun	Garoua	1 080	Harmand, 1997
Congo	Pointe-Noire	1 250	Bernhard-Reversat, 1993

Tableau II. Végétation étudiées et mesures effectuées

Végétation	Statut (a)	Phénologie (b)	Site	Qualité	Décomposition <i>in situ</i>
<i>Acacia macrostachya</i>	nI	D	Sare Yorobana		
<i>Andropogon gayanus</i>	pI	D	Sare Yorobana		
<i>Combretum geitonophyllum</i>	nI	S	Sare Yorobana		
Herbacées	nI	D	Sare Yorobana		
<i>Ptilostigma thoniingii</i>	nI	S	Sare Yorobana		
<i>Terminalia macroptera</i>	nI	D	Sare Yorobana		
<i>Acacia holosericea</i>	pE	S	Sonkorong		
<i>Combretum glutinosum</i>	nI	S	Sonkorong		
<i>Guirea senegalensis</i>	nI	D	Sonkorong		
Herbacées	nI	D	Sonkorong 1		
Herbacées	nI	D	Sonkorong 2		
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	pE	S	Ziguenchor		
<i>Acacia polyacantha</i>	pI	D	Garoua		
<i>Cassia siamea</i>	pE	S	Garoua		
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	pE	S	Garoua		
<i>Eucalyptus</i> HS2	pE	S	Pointe Noire		
<i>Eucalyptus</i> PF1	pE	S	Pointe Noire		

(a) : n = naturel, p = planté, I = indigène, E = exotique ; (b) : D = décidu, S = sempervirent.

Les méthodes de caractérisation des litières sont les suivantes (Bernhard-Reversat 1999) : le carbone soluble et les composés phénoliques solubles sont extraits par agitation dans l'eau froide pendant deux heures, les composés phénoliques « totaux » sont extraits au méthanol à chaud selon la méthode *Tropical Soil Biology and Fertility program* (T.S.B.F.) [Anderson & Ingram, 1993] et les composés phénoliques dits « insolubles » sont obtenus par différence entre composés phénoliques totaux obtenus par la méthode T.S.B.F. et les composés obtenus par extraction à l'eau. La lignine est dosée par la méthode Van Soest (1963) comme *acid detergent lignin* (A.D.L.). L'azote total est dosée avec un analyseur par combustion (C.H.N), et l'épaisseur des feuilles est mesurée avec une jauge au centième de millimètre entre les nervures principales et secondaires par une moyenne de dix fragments de feuilles réhumidifiés par ébullition.

La vitesse de décomposition a été mesurée pour dix des plantes étudiées. La litière a été mise dans des sacs en grillage en plastique à maille de un à deux millimètres, le matériau n'empêchant pas le passage des termites, ou en acier inoxydable à maille de trois millimètres, permettant également le passage des termites. Les sacs de dix centimètres sur quinze, sont remplis avec six grammes de litière; les sacs de quinze sur vingt centimètres, avec dix grammes de litière (Harmand, 1998; Courbois *et al.*, 1997). Les courbes de perte de poids de litières *in situ* en fonction du temps montrent généralement une phase rapide qui dure de deux à six semaines suivie d'une phase plus lente. On a donc choisi ici de prendre en considération deux paramètres, les taux de perte de poids à quatre semaines et à un an.

Résultats

Caractérisation des litières

Les caractéristiques chimiques des litières ont été exposées précédemment (Bernhard-Reversat, 1999).

Nous avons essayé de mettre en évidence des distinctions entre groupes par une analyse statistique (Anova). Plusieurs caractères distinguent les litières herbacées des litières d'arbres : le carbone soluble montre la différence la plus significative ($p = 0,0005$), suivi par la lignine ($p = 0,007$); l'azote total, les composés phénoliques et l'épaisseur du limbe sont également significatifs.

Les litières étudiées se partagent en quatre familles botaniques, dont les graminées qui présentent des caractères particuliers. Les autres sont significativement distinguées par le carbone soluble ($p = 0,02$), les composés phénoliques solubles ($p = 0,03$) et, plus faiblement, par l'azote total ($p = 0,08$). La comparaison des teneurs moyennes est montrée à la figure 1.

Une distinction est mise en évidence entre espèces sempervirentes et espèces décidues pendant leur feuilles en saison sèche. En excluant les graminées, les caractères significativement différents sont les teneurs en azote total ($p = 0,007$), en lignine ($p = 0,01$) et en carbone soluble ($p = 0,01$), dont les moyennes sont données à la figure 2.

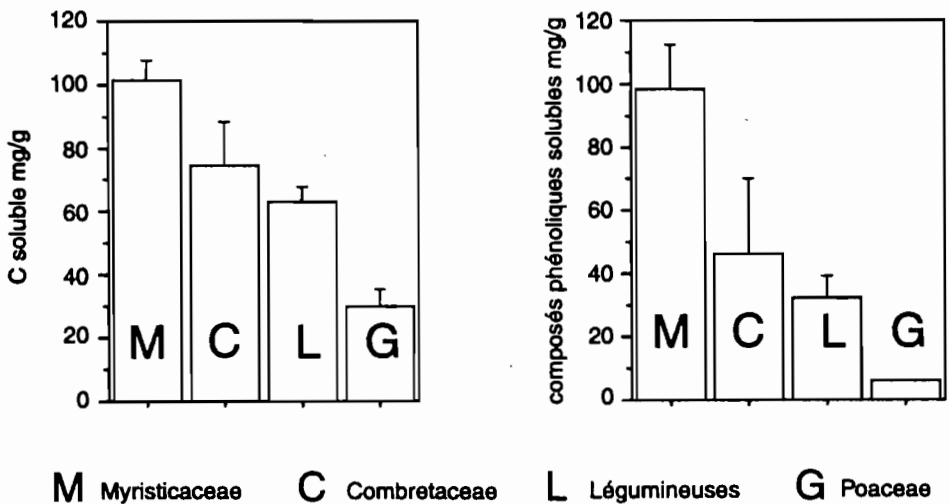


Figure 1. Moyennes des caractéristiques significativement différentes entre familles (Poacées exclues du test).

Qualités des litières et décomposition dans les jachères naturelles

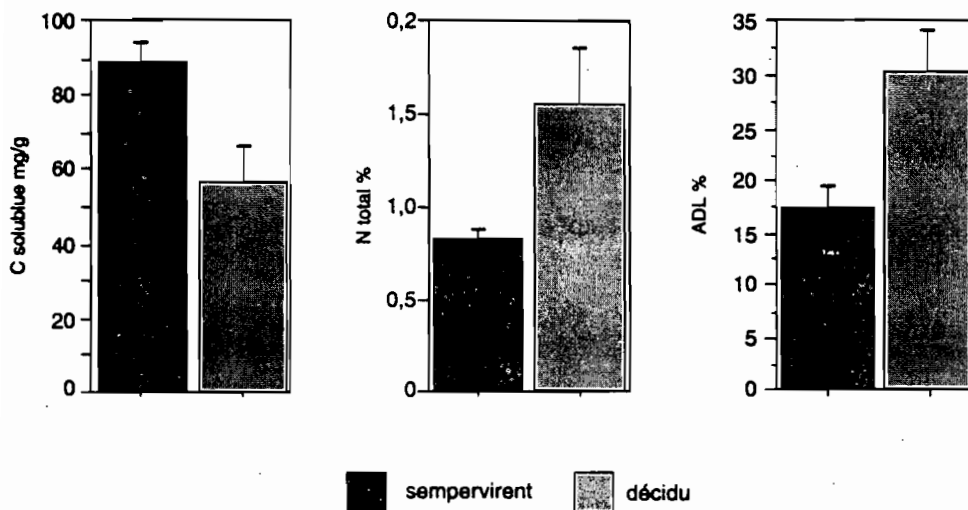


Figure 2. Moyennes des caractéristiques significativement différentes selon la phénologie, Poacées exclues.

L'analyse en composantes principales (A.C.P.) des caractéristiques des litières (fig. 3) montre que l'axe 1 qui détermine quarante et un pour cent de la variabilité est lié aux composés solubles (carbone, phénols, azote), et l'axe 2 qui détermine trente pour cent de la variabilité est lié principalement aux composés phénoliques insolubles (phénols et lignine) alors que l'azote total serait l'un des facteurs de l'axe 3.

Décomposition

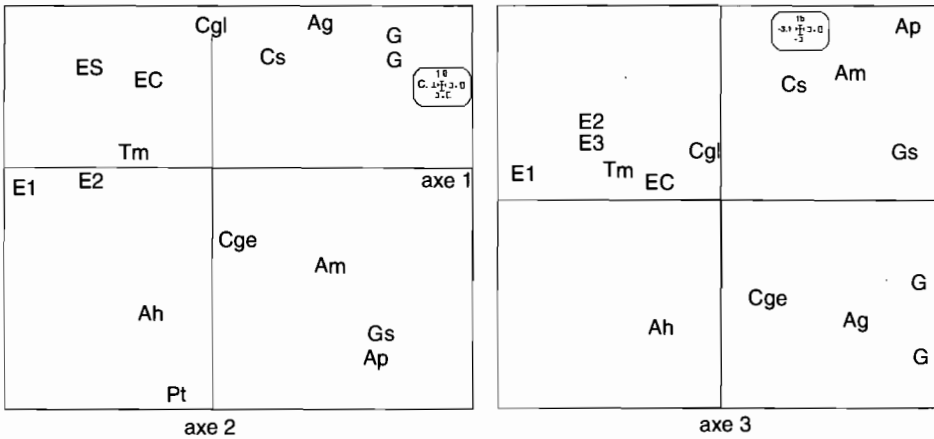
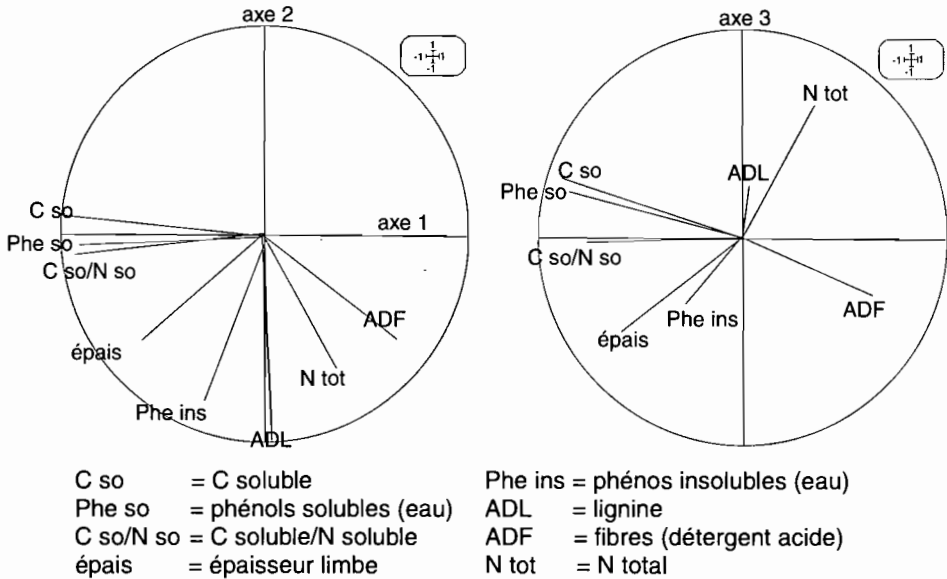
La décomposition diffère significativement entre familles (test Anova), avec une probabilité de 0,001 5 à quatre semaines et 0,006 9 à un an; les valeurs moyennes étant montrées à la figure 4. Le groupe phénologique est moins discriminé par le taux de décomposition mais la différence est significative ($p = 0,04$ à un an et $p = 0,05$ à quatre semaines).

Dans l'analyse en composantes principale (figure 3) les espèces se répartissent le long de l'axe 1 sans former de groupes bien distincts; leurs vecteurs propres sur cet axe montrent une relation significative ($p = 0,01$) avec le taux de décomposition à un an.

Si on considère les caractéristiques des litières séparément, deux d'entre elles montrent une régression significative avec le taux de décomposition (figure 5). Le taux de décomposition décroît avec l'augmentation de l'épaisseur du limbe ($p = 0,02$ à un an). Il décroît également avec l'augmentation de la teneur en composés phénoliques solubles à l'eau ($p = 0,02$).

Discussion

La pluviométrie pendant les quatre premières semaines de suivi n'a pas été très différente dans les divers sites: entre cent et cent quarante millimètres. Le taux de décomposition moyen pendant cette période dépend plus des espèces considérées que de la pluviométrie pendant cette période (figure 6). Cette prépondérance de la nature de la végétation se retrouve sur les résultats à un an, avec de plus grandes variations de pluviométrie entre sites,



Ag = *Andropogon gyanus*

Ah = *Acacia holosericea*

Ap = *Acacia polyacantha*

Am = *Acacia macrostachia*

Cs = *Cassia siamea*

Cgl = *Combretum glytinosum*

Cge = *Combretum geltonophyllum*

G = Graminées diverses

Gs = *Guiera senegalensis*

ES = *Eucalyptus camaldulensis* du Sénégal

EC = *Eucalyptus camaldulensis* du Cameroun

E1 = *Eucalyptus PF1*

E2 = *Eucalyptus HS2*

Pt = *Pilostigma thoningii*

Tm = *Terminalia macroptera*

Figure 3. ACP sur les caractéristiques des litières et les espèces étudiées.

qui montrent un taux de décomposition plus faible des litières d'eucalyptus avec mille deux cent cinquante millimètres de pluie que d'autres espèces avec huit cents millimètres de pluie. L'influence de la pluviométrie (quantité, durée de la saison des pluies) ne pourrait être étudiée que sur une même espèce ou un même groupe d'espèces.

Qualités des litières et décomposition dans les jachères naturelles

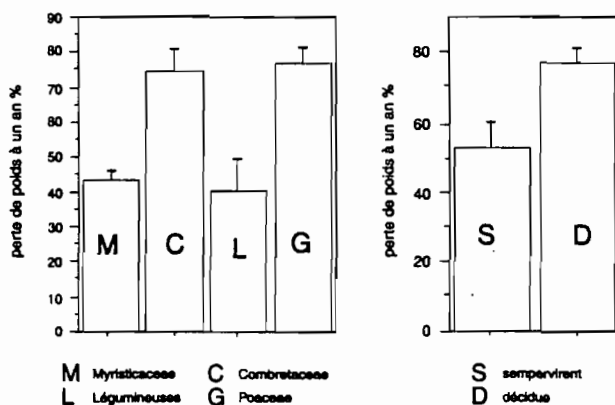


Figure 4. Distinction de groupes d'espèces en fonction du taux de décomposition.

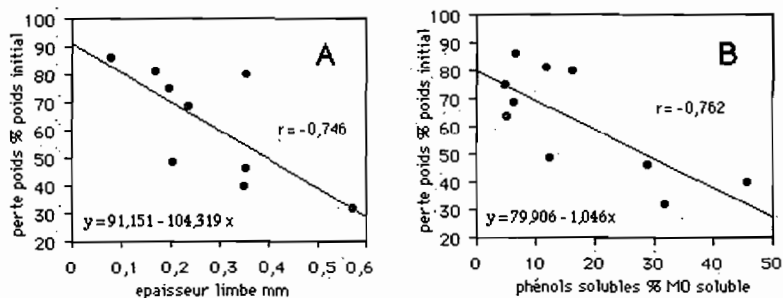


Figure 5. Relations entre la perte de poids de la litière à un an, exprimée en pourcentage du poids initial, l'épaisseur du limbe (A), et la teneur initiale de la litière en composés phénoliques solubles à l'eau (B).

La taxonomie est un des principaux facteurs contrôlant la qualité et donc la décomposition des litières. Si la nature des composés phénoliques est liée à la taxonomie (Waterman & Mole, 1994) leur abondance semble l'être également. La litière des espèces sempervirentes se distingue des espèces décidues. La plus faible teneur en azote des espèces sempervirentes est également observée par Montes & Medina (1977) dans les savanes du Venezuela. La décomposition plus lente des litières d'espèces sempervirentes, signalé également par Monk (1966), est attribuée à leur plus faible teneur en azote par Garcia-Miragaya *et al.* (1994).

L'influence de l'épaisseur du limbe sur le taux de décomposition a déjà été observé ; Heath & Arnold (1966) ont montré que les feuilles exposées à la lumière se décomposaient plus vite que les feuilles d'ombre plus épaisses. Nos observations montrent que la relation entre le taux de décomposition et l'épaisseur du limbe est plus étroite pendant la deuxième phase de perte de poids (phase lente, 4 à 12 mois, $p = 0.005$) que pendant les quatre premières semaines où elle n'est pas significative. Durant cette phase initiale de décomposition, les composés solubles ou facilement dégradables disparaissent (Swift *et al.*, 1979). L'influence de l'épaisseur s'expliquerait donc plus par une plus forte proportion de composés difficile-

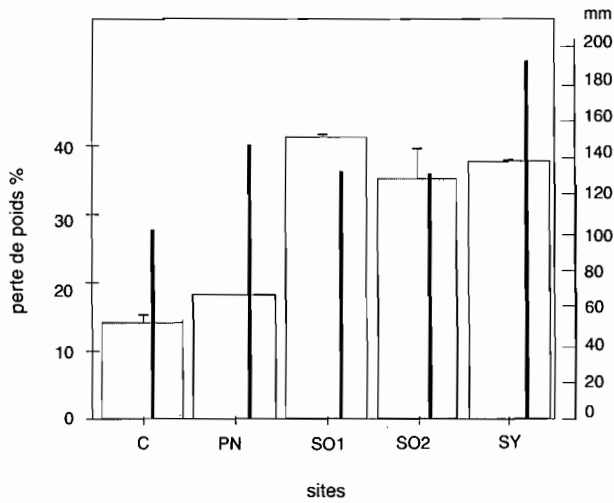


Figure 6. Perte de poids moyenne et pluviométrie (barres noires) pendant les quatre premières semaines de décomposition dans les différents sites.
 C : Garoua Cameroun ; PN : Pointe Noire Congo ; SO : Sonkorong Sénégal ; SY : Sare Yorobana Sénégal.

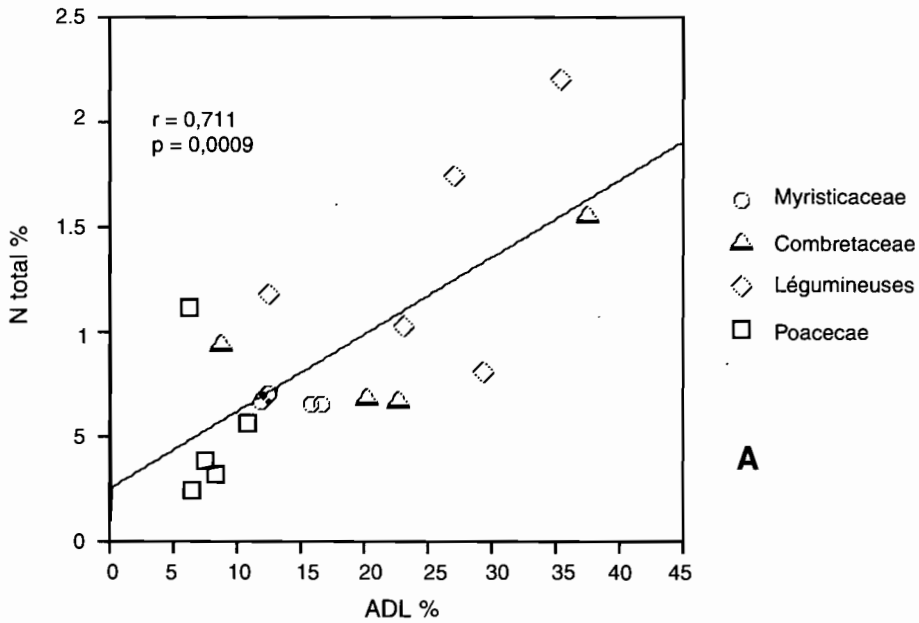
ment décomposables comme des tissus de soutien que par un accès plus difficile de la microflore aux cellules des feuilles épaisses.

La relation entre la décomposition et l'axe 1 de l'analyse en composantes principales sur les caractéristiques suggère une influence prépondérante des composés solubles. Parmi ceux-ci, les composés phénoliques solubles semblent inhiber la décomposition. L'influence de ces composés pourrait être attribuée à un effet antibiotique sur la microflore, en particulier sur les champignons (Harborne, 1997), et à un effet répulsif sur la faune des litières et les termites. Les litières de feuilles d'eucalyptus, qui ont des teneurs élevées en composés phénoliques, ne sont pas consommées par les termites dans les plantations exotiques bien qu'elles le soient dans les forêts naturelles d'Australie où l'Eucalyptus est indigène (Birk, 1979). L'effet des composés phénoliques sur la consommation par les insectes a été montré avec les feuilles vertes (Bernays *et al.*, 1989) plus souvent qu'avec les litières. Le rôle important de la faune dans la décomposition des litières sur les sites du Sénégal a été montré lors d'une expérience d'exclusion (Courbois *et al.*, 1997).

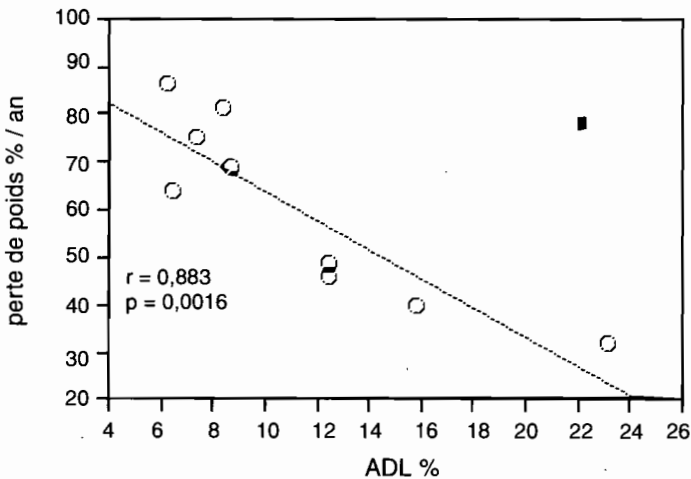
Aucun effet des composés phénoliques insolubles à l'eau n'est mis en évidence alors qu'ils sont corrélés négativement avec la vitesse de décomposition des deux premiers jours d'incubation *in vitro* (Bernhard-Reversat 1999). Cet effet n'a pas pu être observé *in situ* car il n'a pas été possible de mesurer la décomposition sur des durées aussi courtes.

Il est remarquable qu'aucune influence significative de l'azote total et de la lignine, ou du rapport lignine-azote, n'ait été mise en évidence, car ces facteurs sont connus pour contrôler la décomposition et une teneur élevée en azote est généralement un facteur favorable à la décomposition qui, au contraire, est limitée par une teneur élevée en lignine (Meentemeyer, 1978; Melillo *et al.*, 1982; Parton *et al.*, 1987; Bernhard-Reversat & Schwartz, 1997). Toutefois, Palm & Sanchez (1990) trouvent, avec des légumineuses riches en azote, que la décomposition n'est pas contrôlée par leur teneur en lignine mais qu'elle l'est par les composés phénoliques solubles. Si on considère l'ensemble des litières analysées ici, les teneurs en azote total et lignine sont fortement corrélées entre elles positivement (Figure 7)

ce qui masque leurs influences respectives qui sont opposées. Cependant, en excluant *Combretum geitonophyllum*, on obtient une corrélation négative très significative entre la vitesse de décomposition et la teneur en lignine et cela souligne le nombre limité de données sur le taux de décomposition et la nécessité d'étudier d'autres espèces pour confirmer ces observations et confirmer le rôle éventuel de la lignine et l'existence de possibles exceptions. Enfin un échantillon d'espèces présentant une plus large gamme de teneurs en azote total aurait peut être montré l'influence de l'azote ; en effet Constantinides & Fownes (1994), en



A



B

Figure 7. A. relation entre les teneurs en azote et lignine (ADL) des litières des différentes espèces. B. relation entre la décomposition des litières en un an *in situ* et leur teneur en lignine ; point noir : *Combretum geitonophyllum*.

comparant des substrats végétaux (feuilles vertes et litières) dont les teneurs en azote varient de 0,8 pour cent à 3,5 pour cent, montrent l'influence prépondérante de l'azote par rapport à la lignine et aux polyphénols dans la minéralisation de l'azote mesurée *in vitro*. Les litières des espèces étudiées ici présentent une gamme limitée de teneurs en azote, de 0,65 pour cent à 1,2 pour cent.

Conclusion

Une décomposition rapide par la microflore qui minéralise les litières favorise le recyclage des éléments minéraux ; les litières les plus aptes à assurer ce recyclage rapide pourraient être les plus pauvres en composés phénoliques et, en premier lieu, les graminées. Un des intérêts de la jachère est la remontée des éléments minéraux des horizons profonds, auxquels les racines des arbres ont accès, et leur apport en surface par les litières ; le système racinaire des graminées, en particulier celui des graminées annuelles, est généralement peu profond et participe peu à cette remontée. En revanche, les arbres à litière pauvre en composés phénoliques solubles et sans doute en lignine favoriseront la disponibilité des éléments minéraux pour les cultures après jachère.

Il faut distinguer, en outre, entre minéralisation de la litière et consommation par la faune qui aboutit à une fragmentation mais ne résulte pas toujours en une minéralisation. La consommation des litières par les termites peut résulter en une séquestration de la matière organique au niveau des termitières sans libération des éléments minéraux (Jones, 1990). Les litières fortement consommées par les termites, comme celles des graminées, ne favorisent donc pas toujours un recyclage rapide.

Les litières influent également sur la fertilité par la qualité de la matière organique du sol formée et par son aptitude à libérer des éléments minéraux (Harmand, 1998). Les relations entre qualité des litières, décomposition et qualité et quantité de matière organique sont en cours d'étude et seront discutées prochainement.

Remerciements

Valérie Teixeira et Sandrine Cazaux ont apporté leur assistance technique. Les recherches ont été partiellement financées par le Programme régional Jachères de la Communauté économique européenne.

Références

- Aber J.D. & Melillo J.M. (1982). « Nitrogen immobilization in decaying hardwood leaf litter as a function of initial nitrogen and lignin content », *Canadian J. Bot.*, n° 60 : pp. 2263-2269.
- Bernays E.A., Cooper-Driver G. & Bilgener M. (1989). « Herbivores and plant tannins », *Advances in ecological research*, n° 19 : pp. 263-302.
- Bernhard-Reversat F. & Schwartz D. (1997). « Change in lignin content during litter decomposition in tropical forests soils (Congo) : comparison of exotic plantations and native stands », *C.R. Acad. Sci. Paris., Sci. Terre Planetes*, n° 325 : pp. 427-432.
- Bernhard-Reversat F. (1999). « Change in CO₂ release relationships with initial litter quality during early laboratory decomposition of tropical leaf litters », *Europ. J. Soil Biol.*, n° 34 : pp. 117-122.
- Bignand C. & Schaefer R. (1980). « La biodégradation des litères de diverses espèces forestières », *Sciences*, fasc. 3 : pp. 157-168.
- Birk H.L. (1979). « Disappearance of overstorey and understorey litter in an open eucalypt forest », *Austr. J. Ecol.*, n° 4 : pp. 207-222.

- Cadisch G. & Giller K.E. (éd.) (1997). *Driven by Nature*, CAB international, Oxon, 409 p.
- Constantinides M. & Fownes J.H. (1994). « Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants : relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations », *Soil Biol. Biochem.*, vol. XXVI, n° 1 : pp. 49-55.
- Courbois L., Masse D., Bernhard-Reversat F. & Pontanier R. (1997). « Dynamique de la décomposition des litières d'espèces ligneuses et herbacées sur les jachères naturelles et améliorées de deux terroirs du Sénégal », *Racourcissement de temps de jachères, biodiversité et développement durable en Afrique Centrale (Cameroun) et en Afrique de l'ouest (Sénégal, Mali)*, rapport scientifique, 1997, Dakar, C.C.E. : pp. 29-35, *multigr.*
- Couteaux M.M., Bottner P. & Berg B. (1995). « Litter decomposition, climate and litter quality », *Tree*, n° 10 : pp. 63-66.
- Garcia-Miragaya J., Flores S. & Chacon N. (1994). « chemical properties under individual evergreen and deciduous trees in a protected Venezuelan savanna », *Acta Oecologica*, n° 15 : pp. 477-484.
- Grubb (P. J.), 1989. « The role of mineral nutrients in the tropics : a plant ecologist's view », in Proctor (éd.), 1989) : pp. 417-440.
- Handayanto E., Cadisch G. & Giller K.E. (1997). « Regulating N mineralization from plant residues by manipulation of quality » in Cadisch & Giller (éd., 1997) : pp. 175-185.
- Harborne J.B. (1997). « Role of plant secondary metabolites in plants and their degradation in nature », in Cadisch & Giller (éd., 1997) : pp. 67-74.
- Harmand J.M. (1998). *Rôle des espèces ligneuses à croissance rapide dans le fonctionnement biogéochimique de la jachère. Effet sur la restauration de la fertilité des sols ferrugineux tropicaux, cas du Bassin de la Bénoué au Nord-Cameroun*. Montpellier, Cirad, département Forêt, 213 p. + annexes.
- Heath G.W. & Arnold M.K. (1966). « Studies in leaf litter breakdown. II. breakdown rate of «sun» and «shade» leaves », *Pedo biologie*, n° 6 : pp. 238-243.
- Jones J.A. (1990). « Termites, soil fertility and carbon cycling in dry tropical Africa : a hypothesis », *Journal of Tropical Ecology*, n° 6 : pp. 291-305.
- Manlay R. (1994). *Jachère et gestion de la fertilité en Afrique de l'Ouest : suivi de quelques indicateurs agro-écologiques dans deux sites du Sénégal*, D.E.A., univers. Aix Marseilles, 69 p.
- Meentemeyer V. (1978). « Macroclimate and lignin control of litter decomposition rates », *Ecology*, n° 59 : pp. 465-472.
- Melillo J.M., Aber J.D. & Muratore J.M. (1982). « Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics », *Ecology*, n° 63 : pp. 621-626.
- Monk C.D. (1966). « An ecological significance of evergreenness », *Ecology*, n° 47 : pp. 504-505.
- Montes R. & Medina E. (1977). « Seasonal changes in nutrient content of leaves of savanna trees with different ecological behaviour », *Geo-Eco-Trop*, n° 4 : pp. 295-307.
- Palm C.A. & Sanchez P.A. (1990). « Decomposition and nutrient release patterns of the leaves of three tropical legumes », *Biotropica*, n° 22 : pp. 330-338.
- Parton W.J., Schimel D.S., Cole D.V. & Ojima D.S. (1987). « Analysis of factors controlling soil organic matter levels in Great Plain grasslands », *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, n° 51 : pp. 1173-1179.
- Proctor J. (éd.) (1989). *Mineral nutrients in tropical forest and savanna ecosystems*. Blackwell Sci. Publ., Oxford, 473 p.
- Swift M.J., Heal O.W. & Anderson J.M. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*, Studies in Ecology, vol. V, Oxford, Blackwell Scient. Publ., 372 p.
- Tian G. (1992). *Biological effect of plant residues with contrasting chemical composition on plant and soil under humid tropical conditions*, Oxford, Kluwer Acad. Publ., Pergamon Press, 115 p.
- Van Soest P.J. (1963). « Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. 2. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin », *Journal of the A.O.A.C.*, n° 46 : pp. 829-835.
- Vanlauwe B., Nwoke O.C., Sanginga N. & Merckx R. (1996). « Impact of residue quality on the C and N mineralization of leaf and root residues of three agroforestry species », *Plant and Soil*, n° 183 : pp. 221-231.
- Waterman P.G. & Mole S. (1994). « Analysis of phenolic plant metabolites », *Methods in ecology*, Blackwell sci. publ. Oxford, 238 p.

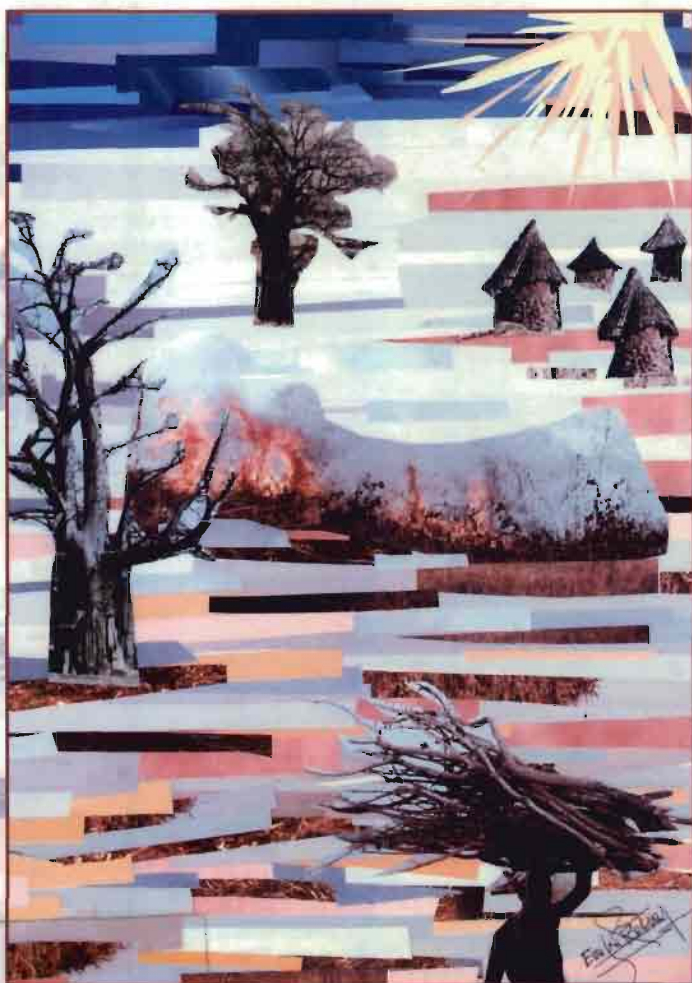
La jachère en Afrique tropicale

Rôles, Aménagement, Alternatives

Ch. Floret et R. Pontanier

Volume 1

Actes du Séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999



La jachère en Afrique tropicale.
Rôles, aménagement, alternatives

Fallows in tropical Africa.
Roles, Management, Alternatives

Volume I

Actes du Séminaire international

Dakar, 13-16 avril 1999

Proceedings of the International Seminary

Dakar, Avril 13-16, 1999

Édité par

Ch. Floret et R. Pontanier



ISBN : 2-7099-1442-5

ISBN : 2-7420-0301-0

Éditions John Libbey Eurotext

127, avenue de la République, 92120 Montrouge, France

Tél : (1) 46.73.06.60

e-mail: contact@john-libbey.eurotext.fr

[http : www.john-Libbey.eurotext.fr](http://www.john-Libbey.eurotext.fr)

John Libbey and Company Ltd

163-169 Brompton Road,

Knightsbridge,

London SW3 1PY England

Tel : 44(0) 23 80 65 02 08

John Libbey CIC

CIC Edizioni Internazionali

Corso Trieste 42

00198 Roma, Italia

Tel. : 39 06 841 26 73

© John Libbey Eurotext, 2000, Paris