

## Dynamique comparée de la matière organique du sol dans les jachères soudaniennes sous l'influence d'herbacées annuelles et pérennes

Antoine S. Somé\*, Victor Hien\*\*, Daniel-Yves Alexandre\*\*\*

Le milieu post-cultural, système spatial dynamique, est le site même de reconstitution des potentiels bio-physico-chimiques naturels modifiés par la période de culture. Les différents travaux qui comparent les systèmes de culture et de jachère ont toujours montré que pour les sols cultivés le bilan annuel des éléments nutritifs est négatif et que le bilan sous jachère, à l'inverse, est positif. Ce bilan est particulièrement dû au recyclage interne des éléments nutritifs par les graminées pérennes, c'est-à-dire la capacité de ces dernières de transférer vers le compartiment souterrain une partie des éléments contenus au départ dans les parties aériennes (Breman, 1982; Young, 1989).

Dans la zone soudanienne, et en l'absence de phénomènes de blocage, la végétation post-culturelle est caractérisée par la succession de faciès dominés par certaines espèces d'andropogon. Au cours de la jachère, une différenciation structurale du profil de sol se réalise progressivement, qui aboutit à une structure marquée et affinée au niveau de la rhizosphère de ces graminées pérennes (Some, 1996). Cette différenciation structurale du sol s'accompagne d'un piégeage de divers éléments (sable, débris végétaux, cendres, etc.). grâce au processus d'ouverture et d'éclatement des touffes de *Andropogon* spp. Il se crée ainsi des poches de fertilité avec certainement des modifications biologiques et chimiques à même d'améliorer les qualités trophiques des sols cultivés. L'utilisation de l'outil isotopique permet de suivre la cinétique de renouvellement de la matière organique.

L'homogénéité du site d'étude offre l'opportunité d'aborder la distribution de la matière organique, de ses fractions et de leur niveau de minéralisation sous le double angle du suivi diachronique et synchronique, en prenant en compte une microvariabilité stationnelle souvent définie à très petite échelle (celle de la relation sol-plante par exemple).

### Matériels et méthodes

La zone d'étude montre une nette dominance des sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés avec des profondeurs variables de l'horizon induré (carapace ferrugineuse) (Zombré

\* Université polytechnique de Bobo, B.P. 1091 Bobo-Dioulasso (Burkina Faso).

\*\* Institut pour l'environnement et la recherche agricole (Inera), B.P. 7021, Ouagadougou (Burkina Faso).

\*\*\* Institut pour la recherche en développement (I.R.D., ex-Orstom), Laboratoire d'écologie de l'Université de Rennes I, Campus de Beaulieu, Rennes cedex (France).

et al., 1995). La texture, sableuse à sablo-argileuse en surface, passe progressivement à argilo-sableuse en profondeur. Le profil type observé sur les différentes stations montre la succession d'horizons suivante :

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

Les analyses chimiques ont été réalisées selon les indications fournies par Anderson & Ingram (1993). Le dosage du gaz carbonique est fait par chromatographie en phase gazeuse.

Pour la biomasse microbienne le principe de la mesure est de provoquer la lyse des organismes, puis de doser les acides aminés libérés après protéolyse. L'échantillon de sol divisé en quatre parties reçoit des traitements différents :

- incubé fumigé ;
- incubé non fumigé (témoin) ;
- non incubé fumigé ;
- non incubé non fumigé (témoin).

Le dosage de l'ammonium et des nitrates est fait par colorimétrie et les hauteurs de pics intégrées grâce à un ordinateur fournissant les valeurs des substances dosées.

Le carbone et l'azote organiques sont obtenus grâce à l'acide cyanhydrique (CHN), (NA 1500, Fison).

Les mesures de la composition isotopique en  $^{13}\text{C}$  de la matière est selon les méthodes décrites par Girardin & Mariotti (1991). Elles résultent d'un couplage d'un analyseur de type CHN à un spectromètre de masse atomique (Sira 10, Fison)

Les situations retenues pour le prélèvement des différents échantillons soumis à l'analyse sont :

- des jachères à herbacées annuelles de moins de dix ans avec *Andropogon pseudapricus* comme espèce nettement dominante (recouvrement supérieur à 80 %) ;
- des jachères à herbacées pérennes avec *Andropogon gayanus* présentant un recouvrement de plus de quatre-vingts pour cent (12 à 15 ans) et *Andropogon asciodis* (avec un recouvrement supérieur à 80 %) en fin de succession post-culturale, (plus de 30 ans) ;
- des jachères à dominance sous-ligneuses (*Triumphetta lepidota*) et ligneuses (*Butyrospermum paradoxum*). Les résultats obtenus en ce dernier cas permettent de faire des comparaisons avec ceux de l'approche quantitative ;
- des champs comportant une culture de mil.

Plus de cinq cents échantillons prélevés sous touffes et hors touffes des principales espèces dominantes et caractéristiques de seuil d'évolution post-culturale ont été analysés.

Les teneurs des différents éléments dosés sont soumises à une analyse de variance à un critère de classification au moyen du test de Scheffé, considéré comme le test le plus sensible aux petites différences entre les moyennes (Scherrer, 1984), réalisé par le sous-programme *Oneway* (Simstat-M.V.S.P.). Quand la valeur  $F_c$  est supérieure à la valeur critique  $F_{\alpha}$ , l'hypothèse principale d'égalité des moyennes est rejetée et le risque d'erreur de la décision, c'est-à-dire  $\alpha$ , est précisé.

## Résultats

### Distribution de la matière organique, de ses fractions et de leur niveau de minéralisation

Par abus de langage, certains tableaux donnent des valeurs hors touffes pour *Andropogon pseudapricus*; il s'agit, pour les mesures correspondantes, de valeurs observées sur des plages nues contiguës à des peuplements d'herbacées annuelles.

Le tableau I donne les teneurs en carbone et azote total des épipédons des différentes situations; le tableau II donne la production de gaz carbonique et le potentiel de minéralisation; le tableau III donne le potentiel de minéralisation de l'azote; le tableau IV donne la biomasse microbienne; le tableau V donne le coefficient de régression linéaire entre la biomasse microbienne et les autres éléments du sol.

Des données quantitatives, on peut retenir :

- un gain net en azote et carbone sous couverture à herbacées annuelles;
- une perte en azote et en carbone sous couverture à herbacées pérennes;
- une minéralisation du carbone plus importante sous couverture à herbacées pérennes (6 à 7 fois supérieure à la minéralisation sous couverture à herbacées annuelles);
- une minéralisation de l'azote plus importante de l'azote sous couverture à herbacées pérennes (2 fois supérieure à la minéralisation sous couverture à herbacées annuelles);
- une biomasse microbienne sous touffes à herbacées pérennes, deux à trois fois supérieure à celle que l'on trouve sous touffes à herbacées annuelles. Hors touffes les biomasses microbienne sont sensiblement les mêmes;

**Tableau I.** Teneurs moyennes en carbone total et azote total

	NE	N(‰)	ES	C(%)	ES	C/N
Hors touffes						
<i>A. pseudapricus</i>	44	0.54	0.002	0.86	0.03	15.9
<i>A. gayanus</i>	52	0.42	0.001	0.63	0.02	15
<i>A. ascinodis</i>	52	0.38	0.001	0.58	0.02	15.1
Sous ligneux	44	0.44	0.002	0.64	0.03	14.6
Ligneux	50	0.43	0.001	0.69	0.03	16.1
Cultures annuelles	50	0.44	0.002	0.48	0.03	9
Sous touffes						
<i>A. pseudapricus</i>	54	0.54	0.002	0.85	0.03	15.5
<i>A. gayanus</i>	52	0.52	0.001	0.77	0.02	14.9
<i>A. ascinodis</i>	50	0.42	0.001	0.64	0.02	15.3
Sous ligneux	52	0.54	0.002	0.74	0.03	14.
Ligneux	54	0.51	0.002	0.77	0.03	15

Fc = 13.55

F $\alpha$  = 2.66

$\alpha$  = 0.005 NE : Nombre d'échantillons

ES : Erreur standard

**Tableau II.** Production cumulée de dioxyde de carbone en microgramme de carbone par gramme de sol sec après soixante douze heures d'incubation et potentiel de minéralisation du carbone (en % C total). À l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes

	<i>A. pseudapricus</i>	<i>A. gayanus</i>	<i>A. ascinodis</i>	Sous-ligneux
$\mu\text{g C g}^{-1}$ sol sec				
sous touffes	257.15 a	459.33 b	229.64 c	80.91 d
hors touffes	31.38 a	226.38 b	199.50 c	non mesuré
Coéf. minéralisation				
sous touffes	3.3 a	5.9 b	3.6 a	0.9 c
hors touffes	0.4 a	3.6 b	3.4 b	2.3 c

FC = 8.677 F $\alpha$  = 4.48  $\alpha$  = 0.005

**Tableau III.** Minéralisation potentielle de l'azote après soixante-douze heures d'incubation. À l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes

	<i>A. pseudapricus</i>	<i>A. gayanus</i>	<i>A. ascinodis</i>	Sous-ligneux
$\mu\text{g N-NH}_4^+$ g-l sol sec				
sous touffes	1.75 a	3.61 b	3.12 b	0.80 c
hors touffes	1.03 a	2.21 b	1.33 c	non mesuré
$\mu\text{g N-NO}_3^-$ g-l sol sec				
sous touffes	0.20 a	0.30 a	0.20 a	0.15
hors touffes	0.05 a	0.09a	0.04 a	non mesuré

- pour N-NH<sub>4</sub>+Fc = 9,247 F $\alpha$  = 4.48  $\alpha$  = 0.005

- pour N-NO<sub>3</sub>- Fc = 1.043 F $\alpha$  = 4.48  $\alpha$  = 0.005

**Tableau IV.** Biomasse microbienne en microgramme d'azote par gramme de sol. À l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes

	<i>A. pseudapricus</i>	<i>A. gayanus</i>	<i>A. ascinodis</i>
Echantillons incubés			
Sous touffes	11.55 a	29.84 b	20.27 c
hors touffes	8.73 a	8.97 a	10.36 a
Echantillons non incubés			
Sous touffes	6.34 a	13.85 b	12.84 b
Hors touffes	9.09 a	4.35 b	10.49 a

pour échantillons incubés Fc = 6.817 F $\alpha$  = 4.48  $\alpha$  = 0.005

pour échantillons non incubés Fc = 7.39 F $\alpha$  = 4;48  $\alpha$  = 0.005

**Tableau V.** Coefficient de régression linéaire entre la biomasse microbienne et les autres éléments du sol

	Azote	Carbone	N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub> cumulée
Incubés	0.108	0.114	0.546***	0.229	0.509***
Non incubés	0.179	0.178	0.063	-0.062	0.0120

\*p ≤ 0.05 \*\*p ≤ 0.01 \*\*\*p ≤ 0.001

- une corrélation positive et forte entre les productions d'azote ammoniacal et de gaz carbonique et la biomasse microbienne.

### Variation du signal isotopique $\delta^{13}\text{C}$ de la matière organique

Les valeurs de  $\delta^{13}\text{C}$  de la matière organique des horizons du sol sont en première approximation identiques à celles de la végétation qui l'a constituée » (Cerri, *et al.*, 1985). En effet, « les abondances en  $^{13}\text{C}$  (exprimés en valeur  $\delta^{13}\text{C}$ ) des plantes C<sub>3</sub> (ligneux) et des plantes C<sub>4</sub> (graminées) sont significativement différentes. Nous avons utilisé la méthode isotopique pour identifier les contributions éventuelles des différents types biologiques à la formation des stocks organiques.

Le tableau VI donne les valeurs  $\delta^{13}\text{C}$  de la matière organique (en p.p.m.). Les écarts hors touffes/sous-touffes sont faibles. Les écarts inter-spécifiques (entre espèces herbacées) des valeurs du  $\delta^{13}\text{C}$  sont relativement faibles (inférieurs à moins 1 p. mille). Les différentes espèces herbacées n'influent donc pas de façon spécifique le signal isotopique.

Les valeurs du signal isotopique partout supérieures à moins vingt pour mille (les valeurs  $\delta^{13}\text{C}$  de la végétation ligneuse, C<sub>3</sub>, étant de l'ordre de moins 27 p. mille, Cerri, 1985; Balesdent, 1991; Mariotti *et al.*, 1991) et assez proches de celles de la végétation signifient que l'humus formé contient essentiellement des stocks de matières d'origine herbacée. Cela implique que la production de la matière organique stable et non-stable est essentiellement

**Tableau VI.** Valeurs du  $\delta^{13}\text{C}$  de la matière organique (en p. mille) en gras les valeur du  $\delta^{13}\text{C}$  des principales espèces de la jachère, entre parenthèses les âges des parcelles

	Sous-touffe	Hors touffe
<i>A. ascinodis</i> (-11.32)	-15.28 (20ans)	-15.17 (25ans)
	-14.86 (30ans)	-15.59 (30 ans)
	-15.53 (> 40ans)	-15.55 (> 40ans)
<i>A. gayanus</i> (-10.82)	-16.48 (10ans)	-16.53 (10ans)
	-14.21 (14ans)	-13.92 (14ans)
	-16.12 (20ans)	-15.28 (20 ans)
<i>A. pseudapricus</i> (-10.36)	-17.84(2ans)	-17.69 (2ans)
	-16.18 (10ans)	-16.53 (10ans)
Sous-ligneux	-18.87 (30ans)	-----
Ligneux (avec couverture herbacée)	-18.03	-----

le fait des espèces herbacées et, par voie de conséquence, les variations de flux de matière (stockage et déstockage, minéralisation) ne peuvent être influencées que par la dynamique dans l'espace et dans le temps des espèces herbacées.

Il apparaît quelques écarts dans les valeurs du  $\delta^{13}\text{C}$  des humus formés. Les valeurs les plus basses reflètent :

- des jachères jeunes (à *A. pseudapricus*) cultivées pendant très peu de temps. La valeur du  $\delta^{13}\text{C}$  (environ moins 18 p. mille) résulte alors d'un héritage lié à la végétation de type  $\text{C}_3$  éliminée quelques années plus tôt;

- un retour des plantes de type  $\text{C}_3$  avec l'âge de la jachère  $\delta^{13}\text{C}$  égale environ moins dix-huit pour mille.

Au maximum du recouvrement herbacé (stade à *Andropogon gayanus* par exemple) la valeur du signal aura tendance à s'élever (environ moins 14 p. mille).

## Discussion

À la lecture des données quantitatives ci-dessus et au regard de la complexité même du sujet « matière organique », nous présentons un modèle théorique, qui n'ambitionne pas d'être entièrement explicatif et prédictif, mais propose cependant un certain nombre d'hypothèses qui sont toutes autant de voies possibles de recherches.

Pour approcher le fonctionnement de la matière organique en jachère, il est important de considérer :

- l'existence de plusieurs fractions et d'en prendre au moins : certains auteurs (Young, 1987; Feller *et al.*, 1993) distinguent trois fractions tandis que d'autres (Jenkinson & Rayner, 1977) en distinguent cinq :

- une fraction organique non stable, importante pour l'activité biologique du sol, pour la minéralisation et la fourniture rapide d'éléments nutritifs à d'éventuels consommateurs (Woomer *et al.*, 1994);

- une fraction de matière organique stabilisée, incorporée dans le squelette minéral du sol; elle favorise plutôt une accumulation des éléments nutritifs (Hoesflood *et al.*, 1993);

- une entrée de matière végétale essentiellement d'origine racinaire dans le compartiment humus (Greenland, 1977; Breman, 1982);

- une minéralisation de l'humus (Myers *et al.*, 1994). Elle correspond donc à une sortie d'éléments du compartiment humus;

- une décomposition additionnelle de la matière organique plus ou moins humifiée du sol (litière racinaire) due à l'adjonction de produits métabolisables par la microflore native (Abbadie, 1990). Elle renforce donc la sortie des éléments du compartiment litière;

- une minéralisation préférentielle de la matière organique fraîche (Myers *et al.*, 1994);

- un rôle clef joué par la biomasse microbienne du sol en tant que source d'éléments (minéralisation des produits microbiens) et système d'immobilisation temporaire des éléments (assimilation bactérienne) [Duxbury *et al.*, 1989].

La distribution de la matière organique, de ses fractions et leur niveau de minéralisation sont synthétisés par la figure 1 qui donne un modèle de représentation des approches quantitatives (a : Distribution de la matière organique et de ses fractions) et fonctionnelles (b : Les voies de minéralisation et d'immobilisation).

Dans la partie (a) du modèle, nous distinguons en plus des fractions stabilisée et labile (à l'intérieur du compartiment humus), une « fraction litière » essentiellement d'origine racinaire. Elle est relativement importante (en biomasse et nécromasse) sous *Andropogon gayanus* et *A. ascinodis*. Ce qui correspondrait à une augmentation de cette litière au cours du temps.

L'analyse de l'évolution des teneurs en carbone et en azote (gains puis pertes) indique que les jachères à herbacées annuelles auront surtout contribué à l'accroissement de la matière organique non stable, qui se minéralise vite par la suite. Selon Young (1989), cette fraction a une demi-vie d'environ trois ans. On a donc, sous couverture à herbacées annuelles, un stockage puis une décroissance graduelle de la matière organique non stable. Il n'est cependant pas douteux que l'adjonction de matière organique dans le sol ait contribué à relever légèrement le niveau de la matière stabilisée. Cette fraction croît, mais très lentement, avec le temps.

Dans la partie (b) du modèle, l'analyse de la variation des flux à travers les voies possibles de minéralisation et d'immobilisation peut expliquer en partie les mécanismes qui déterminent la distribution de la matière organique et de ses fractions en jachère. Cette analyse s'inspire de *Conceptual model of nutrient pathways* de Myers *et al.* (1994).

Le schéma général est le suivant : un processus d'humification de la litière essentiellement d'origine racinaire (voie 4a) conduit à la formation des fractions labile et stabilisée de l'humus. Une immobilisation directe se fait (voie 2a) et permet, par l'assimilation microbienne, un stockage provisoire des éléments. Ces éléments libérés sous forme de produits microbiens sont, soit incorporés à la fraction labile (voie 4b), soit stabilisés en entrant dans le squelette minéral du sol (voie 3c) soit mis à la disposition des plantes (voie 1b). Une minéralisation directe a lieu à partir de la litière (voie 1a). Elle fournit des éléments qui sont prélevés par les plantes, par la microflore native ou perdus par érosion ou évaporation.

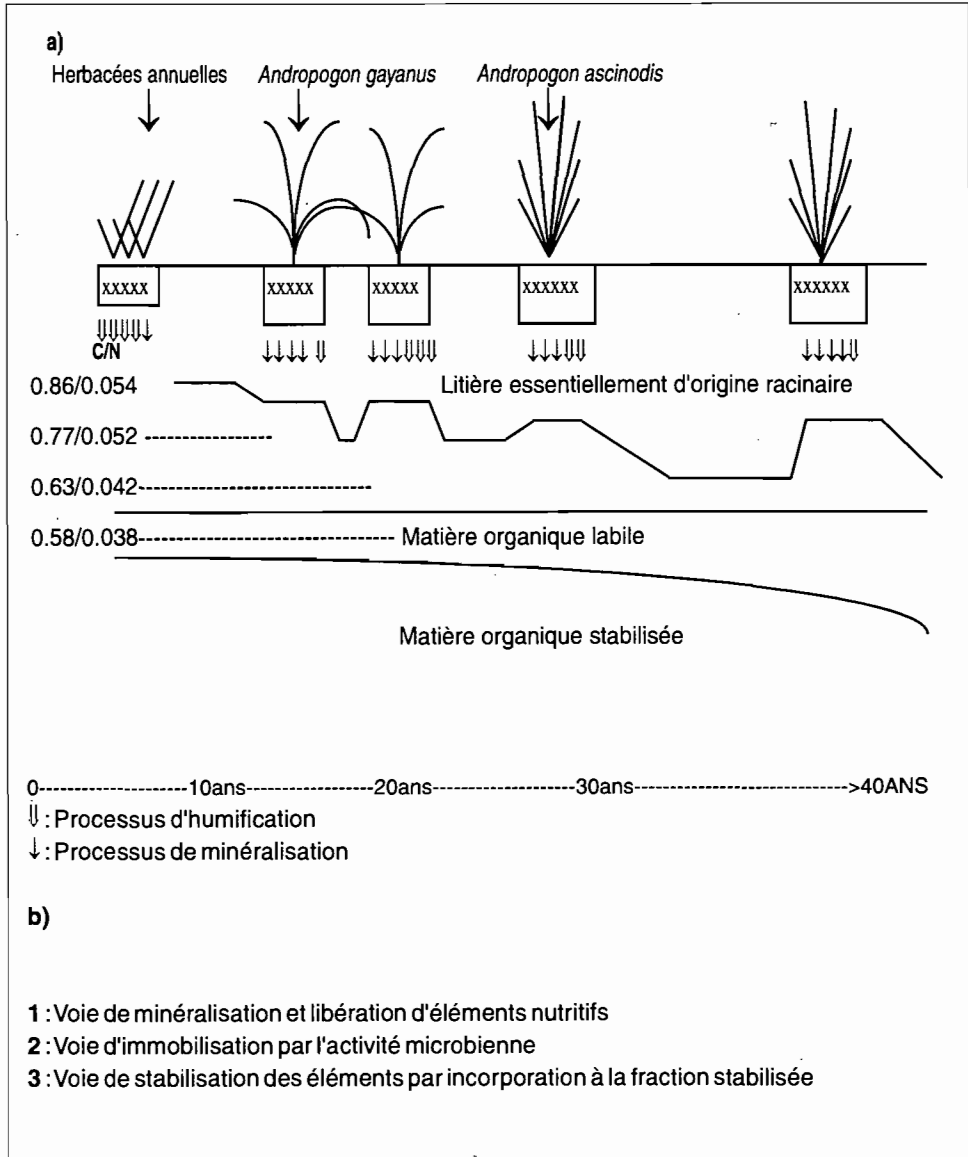
Pour les plantes herbacées annuelles, la distribution des pieds est uniforme et l'on peut penser que les espaces intertouffes sont très réduits, sinon inexistantes. La matière organique essentiellement d'origine racinaire est uniformément distribuée dans l'horizon 0-10 cm. Les plages de sol nu associées à ces espaces sont relativement pauvres en stocks organiques. Par la voie 4a, il se produit une humification avec surtout une accumulation de matière organique sous une forme labile. La voie 1a fournit par minéralisation immédiate des nutriments qui seront, soit prélevés par les plantes, soit perdus par érosion (Roose, 1979) ou par volatilisation. L'immobilisation par la voie 2a est faible (faiblesse de la biomasse microbienne). Dans cette phase, l'humification est le processus dominant avec une minéralisation nette relativement faible (Tableaux II et III).

La mise en place d'un peuplement d'herbacées pérennes et la disposition agrégative de celui-ci conduit à une hétérogénéité dans le fonctionnement biologique du sol.

Les espaces intertouffes, n'étant plus approvisionnés et pauvres en biomasse microbienne (Tableau IV) vont connaître un déstockage (tabl. I) progressif dû à une minéralisation par les voies 1b et 1a. L'humification sera relativement réduite. Les pertes en éléments se feront surtout par érosion ou évaporation.

Les transferts d'éléments nutritifs de la partie aérienne vers les parties souterraines et la rhizodéposition (sortie de composés organiques du compartiment racinaire vers le compartiment édaphique ; Abbadie, 1990), l'adjonction de nouveaux produits métabolisables et en quantité stimulent l'activité bactérienne (Tableau IV). Il se produit alors une augmentation du peuplement microbien (qui triple ses effectifs) et de son action minéralisatrice (qui a sextuplé). Il se produit un *priming effect*<sup>(1)</sup>, tel que le définit Abbadie, 1990. Ce *priming effect* induit une stimulation des bactéries qui vont minéraliser de préférence la matière organique additionnelle, c'est-à-dire, fraîche. Cela va contribuer à diminuer l'entrée de matière dans le compartiment humus par la voie 4a. Elle favorise une immobilisation par les voies 2a et 3c.

(1) On entend par *priming effect*, la stimulation de la décomposition de la matière organique préexistante dans le sol (matière organique plus ou moins humifiée) résultant de l'addition de produits métabolisables par la microflore native (Abbadie, 1990).



**Figure 1.** Modèle de représentation : (a) de la distribution de la matière organique et de ses fractions (approche quantitative) (b) voies de minéralisation, d'immobilisation par la vie microbienne et de stabilisation des éléments sous-jachère (approche fonctionnelle, Myers *et al.* (1994), adapté et modifié).

On peut aussi supposer que la matière organique ancienne suivra la voie 3b et augmentera la fraction stabilisée. Cette stabilisation peut être d'autant plus importante que les pertes sont minimisées (l'activité microbienne ayant lieu au contact des racines; Abbadie, 1990) et les prélèvements par les plantes sont largement compensés par les apports de matière.

Un tel modèle implique :

1) que sous herbacées annuelles l'humification est importante et la minéralisation faible;



2) que sous herbacées pérennes la minéralisation est importante et affecte préférentiellement la matière fraîche, l'humification relativement faible se fait grâce à la matière ancienne;

3) qu'une jachère à herbacées annuelles, de durée relativement courte, n'améliore quantitativement que la fraction non stable donc rapidement minéralisable ;

4) qu'une amélioration sensible du stock stable nécessite des durées de jachère longues ;

5) que la régulation des différents flux et des stocks est très dépendante de la nature du couvert végétal et de l'importance de celle-ci.

et explique :

4) les données quantitatives des tableaux ;

5) le fait que les gains (en terme de restauration des teneurs d'éléments nutritifs) ne soient manifestes que pour les premières années de cultures si le sol est remis en culture (Hoesflood, 1977 ; Hien *et al.*, 1993) ;

6) la structure grumeleuse en agrégats observée sous herbacées pérennes, et stabilisées par la matière organique.

Cette interprétation rejoint les hypothèses formulées par Gorham *et al.* (1979 in Reiners, 1981) et reprises par Reiners (1981) qui constatent également une accumulation puis un déstockage progressif de l'azote au cours d'une succession secondaire dans les formations terrestres. Ils se sont particulièrement intéressés aux rapports entre plantes fixatrices et non fixatrices d'azote pour expliquer ces mécanismes. Par ailleurs, les études effectuées à Lamto montrent une capacité des graminées pérennes de savane de bloquer la nitrification, ce qui limiterait à terme les pertes en éléments nutritifs.

Le modèle permet donc d'estimer, au regard des variations du stock organique et de son niveau de minéralisation, les périodes de remise en culture en fonction d'objectifs qui peuvent être liés soit au rendement soit à la durabilité...

Dans un système de culture où l'agriculteur viserait l'obtention de rendements élevés sur des périodes relativement courtes de culture, une remise en culture après le stade à herbacées annuelles semble mieux indiquée. Les stocks organiques non stables fourniront les éléments nécessaires aux plantes cultivées. Mais dans un souci de gestion durable du système fondé sur le choix de périodes de culture plus longues et, pour éviter des baisses cumulatives importantes de matière organique et par conséquent une chute des rendements, l'attente des périodes à herbacées pérennes nous semblent plus appropriée. Cependant, sur des systèmes à herbacées pérennes très anciens (*Andropogon ascinodis* de plus de 40 ans), il se produit un déstockage progressif et important de la matière organique. Des mécanismes complémentaires, plus complexes et de nature variée, interviennent certainement dans les processus d'accumulation, d'immobilisation et de minéralisation de la matière organique en jachère. Il nous apparaissait surtout important de préciser la contribution des différents types biomorphologiques à la constitution de cette matière organique. Les résultats du tableau VI mettent en évidence l'importance des espèces herbacées dans la constitution des stocks organiques. Il est évident que comparées aux espèces ligneuses, les espèces herbacées, par leurs racines, sont très en contact avec le sol ; il leur est donc plus facile, par décomposition de leurs racines d'approvisionner les stocks organiques. Cependant, la contribution des espèces ligneuses à la constitution des stocks se fait essentiellement par les parties aériennes qui parviennent au sol sous forme de litière et dont l'incorporation au complexe minérale semble moins évidente dans des zones soumises annuellement aux feux de brousse. Certains auteurs (Young, 1987) pensent cependant que les racines des ligneux seraient plus actives que celles des herbacées pour ce qui est de la rhizodéposition et du renouvellement des racines. Ce qui est tout à fait possible. Les espèces ligneuses sont très présentes aux différents stades de la jachère (les jeunes jachères connaissent même un envahissement impres-

sionnant par les individus à l'état rejet); elles ne se montrent cependant pas capables de faire baisser sensiblement la valeur du  $\delta^{13}\text{C}$ .

## Conclusion

La quantité et la qualité des stocks organiques à chaque stade de la succession post-culturelle dépendent essentiellement de la nature du couvert végétal et de sa composition.

La distribution de la matière organique, de ses fractions et de leur niveau de minéralisation conduit à une interprétation apparemment antinomique du rôle des différents groupes biomorphologiques sur la régulation des stocks organiques. Cette interprétation permet surtout de préciser la contribution dans le temps et dans l'espace des types bio-morphologiques à la constitution des stocks de matière organique non-stables et stables. L'utilisation de l'outil isotopique s'est révélé intéressant pour renforcer notre thèse selon laquelle la cinétique du renouvellement des stocks organiques en jachère est largement influencée par la dynamique dans le temps et dans l'espace des espèces herbacées.

L'un des objectifs pratiques de la mise en jachère est de restaurer la fertilité des sols. Les différents modèles proposés peuvent aider à la décision, à la précision d'objectif qui peuvent être liés soit à la productivité soit à la durabilité. On peut en effet admettre, à la suite de Hoesflood, *et al.* (1993), que l'effet améliorant des jachères de courte durée est fugace, que les stocks organiques sont essentiellement non stables, donc rapidement minéralisés. L'utilisation des types bio-morphologiques identifiés peut permettre de conduire une mise en jachère en fonctions d'objectifs définis (jachère améliorée).

## Références

- Abbadie L. (1990). *Aspects fonctionnels du cycle de l'azote dans la strate herbacée de la savane de Lamto*, th. doct., univers. Pierre-et-Marie-Curie, Paris-VI, 158 p.
- Anderson J.M. & Ingram J.S.I. (1993). *Tropical Soil Biology and Fertility : A Handbook of Methods*, 2<sup>e</sup> éd., Wallingford (UK), C.A.B. International, 221 p.
- Ayanaba A. & Dart P. J. (éd.) (1977). *Biological nitrogen fixation in farming systems of the tropics*, New York, J. Willey : pp. 519-525.
- Balesdent J. (1991). « Estimation du renouvellement du carbone des sols par mesure isotopique  $^{13}\text{C}$ . Précision, risque de biais », *Cah. Orstom, série Pédol.*, vol. XXVI, n° 4 : pp. 315-326.
- Breman H. (1982). « La production des herbes pérennes et des arbres », in Penning De Vries & Djiteye (éd., 1982) : pp. 399-411.
- Cerri C., Feller C., Balesdent J., Victoria R. & Plenecassagne A. (1985). « Application du traçage isotopique naturel en  $\text{C}^{13}$  à l'étude de la dynamique de la matière organique dans les sols », *C. R. Acad. Sci.*, t. 300, vol. II, n° 9 : pp. 423-428.
- Coleman D.C., Oades J.M. & Uehara G. (éd.) (1989). *Dynamics of Soil Organics matter in Tropical Ecosystem*, Honolulu, (Hawaï, USA), Univ. Of Hawaï Press.
- Duxbury J.M., Smith M.S. & Doran J.W. (1989). « Soil organic matter as a source and sink of plant nutrients », in Coleman *et al.* (éd., 1989).
- Feller Ch., 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 & Serpantié (éd., 1993) : pp. 15-32.
- Floret Ch. & Serpantié G. (éd.) (1993). *La jachère en Afrique de l'Ouest*, Paris, Orstom (coll. *Colloques et séminaires*), 494 p.
- Girardin C. & Mariotti A. (1991). « Analyse isotopique du  $\delta^{13}\text{C}$ . en abondance naturelle dans le carbone organique : un système automatique avec robot préparateur », *Cah. Orstom, série Pédol.*, vol. XXVI, n° 4 : pp. 371-380.

- Gorham E., Vitousek P.M. & Reinres W.A. (1979). «The regulation of chemical budgets over the course of terrestrial ecosystem succession», *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, n° 10 : pp. 53-84.
- Greenland D.J. (1977). «Contribution of micro-organisms to the status of tropical soils», in Ayanaba & Dart (éd., 1977) : pp. 13-26.
- Hien V., Sedogo M.P. & Lompo F. (1993). «Étude de l'effet des jachères de courte durée sur la production et l'évolution des sols dans différents systèmes de culture au Burkina Faso», in Hoefsloot *et al.* (1993), pp. 221-232.
- Hoefsloot H., Van Der Pol F. & Roelvelde L. (1993). *Jachères améliorées : option pour le développement des systèmes de production en Afrique de l'Ouest*, Amsterdam, Royal Tropical Institute, Bulletin 333, 80 p.
- Hoesfloot H., Van Der Pol F. & Roelvelde L. (1993). «Jachère améliorées : option pour le développement des systèmes de production en Afrique de l'Ouest», *Royale Institute, Bull.* 333, Amsterdam, 80 p.
- Jenkinson D.S. & Rayner J.H. (1977). «The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted classical experiments», *Journal of Science*, n° 77 : pp. 473-482.
- Mariotti A. (1991). «Le carbone 13 en abondance naturel, traceur de la dynamique de la matière organique des sols des paléoenvironnement continentaux», *Cah. Orstom, série Pédol.*, vol. XXVI, n° 4 : pp. 299-313.
- Myers R.J.K., Palm C.A., Cueva E., Gunatilleke I.U.N. & Bossard M. (1994). «The synchronisation of nutrients mineralisation and plants demand», in Wooster & Swift (éd., 1994) : pp. 88-110
- Penning De Vries F.W.T. & Djiteye M.A. (éd.) (1982). *La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle*, Wageningen, Pudoc, 85 p.
- Reiners W.A. (1981). «Nitrogen cycling in relation to ecosystem succession», *Ecoll. Bull.* (Stockholm), n° 33 : pp. 507-528.
- Roose É.J. (1979). *Dynamique d'un sol gravillonnaire issu de granite sous culture et sous savane arbustive soudanienne du Nord de la Côte-d'Ivoire, Korhogo, 1967-1975*, Paris, Orstom, 179 p.
- Scherrer B. (1984). *Biostatistique*, Gaëtan Morin, Paris (France), 850 p.
- Some N.A. (1996). *Les systèmes écologiques post-culturels de la zone soudanienne : structure spatio-temporelle des communautés végétales et évolution des caractères pédologiques*, th. doct. univers. Paris-VI, 212 p. + annexes.
- Wooster P.L. & Swift M.J. (éd.) (1994). *The biological management of tropical soil fertility*, John Wiley & Son, North Point, Hong Kong, 243 p.
- Wooster P.L. & Swift M.J. (éd.) (1994). *The biological management of tropical soil fertility*, John Wiley & Son, North Point, Hong Kong.
- Wooster P.L., Martin A., Albrecht A., Resck D.V.S. & Scharpenseel H.W. (1994). «The importance and management of soil organic matter in the tropics», in Wooster & Swift (éd., 1994) : pp. 47-81.
- Young A. (1987). *The potential of agroforestry as a practical mean of sustaining soil fertility*, Icrاف, Reprint n° 38, Wallingford, UK.
- Young A. (1989). *Agroforestry for soil conservation*, Cab International, Wallingford, Icrاف, 122 p.
- Zombre P., Djimadoum M., Some N.A. & de Blic P. (1995). *Étude pédologique du terroir de Sobaka, forêt classée du Nazinon, Ouagadougou, Irbet-Orstom*, 41 p. + carte.

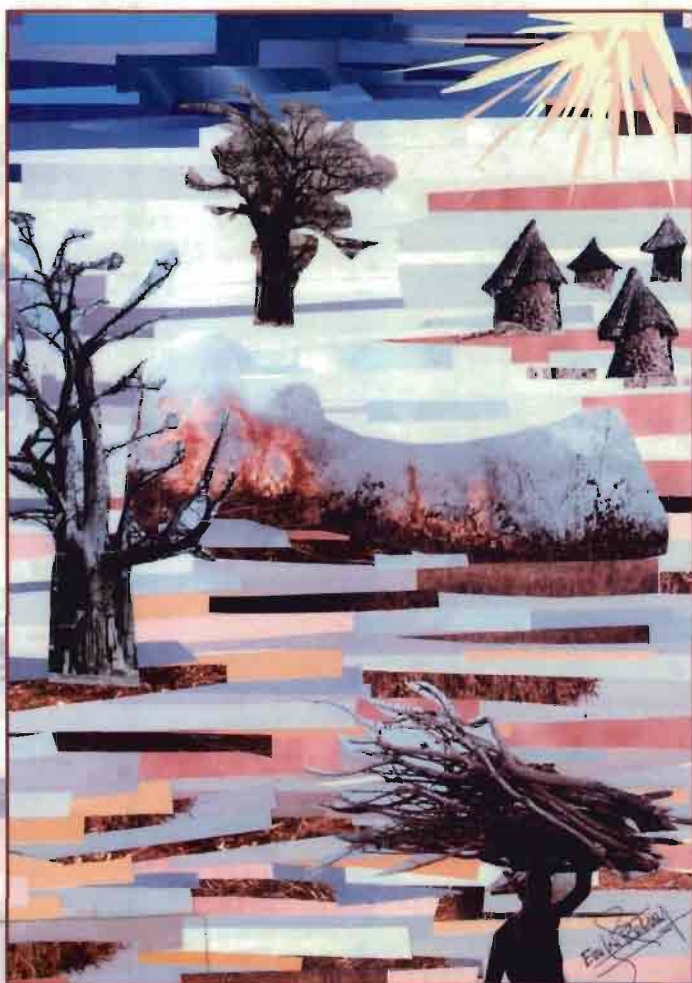
# La jachère en Afrique tropicale

*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](mailto: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