

# Dynamique du carbone dans un sol de savane du Sud-Ouest Burkina sous l'effet de la mise en culture et des pratiques culturales

Hien Edmond<sup>1</sup>, Ganry F.<sup>2</sup>, Hien Victor<sup>1</sup> et Oliver R.<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>INERA Kamboinsé 01 BP 476 Ouagadougou 01 Burkina Faso  
<sup>2</sup>Laboratoire MOST (CIRAD-IRD), Montpellier France

## RESUME

La matière organique des sols (MOS) joue un rôle prépondérant dans la fertilité des sols et dans la réduction des gaz à effet de serre. Le mode de gestion des terres influe directement sur la MOS. L'objectif de ce travail est double : (1) évaluer le potentiel de stockage du C d'un sol ferrugineux du Sud-Ouest du Burkina Faso sous trois modes de gestion différents : végétation naturelle, culture continue sans fumure et culture continue avec fumure, (2) approcher les déterminants du stockage du C dans le sol. La méthodologie mise en œuvre concerne *in situ* la caractérisation du milieu (cartographie des sols, mesures des densités apparentes et échantillonnage) et en laboratoire le fractionnement granulométrique de la MOS et les mesures des teneurs en C et N.

Les résultats montrent que les stocks de C sont sur 30 cm de 61,5 t ha<sup>-1</sup> sous savane contre 16 sous culture continue, le C étant principalement contenu dans les horizons de surface. Le fumier traditionnel apporté à raison de 2 t MS ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> pendant 13 ans induit une augmentation, de 9 t C ha<sup>-1</sup>. Le fractionnement granulométrique montre : (i) que les teneurs en C sont plus élevées dans les fractions « argileuses », (ii) que le mode de gestion des terres influence principalement les teneurs en C des fractions grossières (200-2000 µm) et des fractions fines (0-20 µm) en surface.

Sur un plan méthodologique, cette étude a aussi permis de montrer l'importance du prélèvement dans l'évaluation des stocks de C.

**Mots clefs : Sols, carbone organique, Burkina, déforestation, culture continue, fumier, échantillonnage.**

## Abstract

The soil organic matter (SOM) plays a vital role in soils fertility and, as a source or sink of carbon, in the reduction of greenhouse gases in the atmosphere. The way in which soil is managed is known to have a direct effect on SOM. This work has a dual objective: (1) to evaluate potential stocks of C in a plinthic lixisol in the South West of Burkina Faso under three different modes of management: natural vegetation, continuous cropping without manure and continuous cropping with manure; (2) to consider the determinants of SOM and C storage in the soil. The methodology employed *in situ*, involved drawing up a profile of the environment (soils mapping, measurement of soils bulk densities and sampling) and, in the laboratory, particle-size fractionation of SOM as well as measuring C and N contents in the soil and granulometric fractions.

The results show stocks of C on 30 cm to be at 61,5 t ha<sup>-1</sup> under savannah against 16, under continuous cropping, C being chiefly contained in the surface horizons. Traditional manure added at a rate of 2 t ha<sup>-1</sup> an<sup>-1</sup> during 13 years led to a slight increase of 9 t ha<sup>-1</sup>. Particle-size fractionation shows : (i) that C content is higher in « clay » fractions (ii) that soil management principally affects the C content of coarse fractions (200-2000 µm), and that of

fine fractions (0-20  $\mu\text{m}$ ) at surface levels. Methodologically speaking, this study also demonstrated the importance of the sampling phase in evaluating stocks of C.

**Keywords : Soils, organic carbon, Burkina, deforestation, continuous cropping, manure, sampling.**

## 1. INTRODUCTION

Il est bien établi que les caractéristiques de la matière organique du sol (MOS) sont liées à l'environnement pédo-bio-climatique d'une part et aux modalités de gestion des terres de l'autre. Toute modification de l'un ou de l'autre affecte ces caractéristiques et par voie de conséquence les processus qui vont influencer les cycles et bilans des éléments majeurs, dont le carbone (Volkoff *et al.*, 1989 ; Eswaran *et al.*, 1993 ; Feller, 1994 ; Bernoux *et al.*, 1998), ainsi que la dynamique de l'eau, les échanges gazeux et thermiques au sein des sols (Pieri, 1989 ; Batjes, 1996). Les défrichements en particulier, avec le remplacement d'un couvert pérenne par des cultures annuelles, en modifiant la quantité et la répartition de la production végétale, entraînent la baisse des teneurs en carbone (Lundgren, 1978 ; Detwiler, 1986 ; Houghton *et al.*, 1991 ; Van Noordwijk *et al.* 1997).

La MOS a deux fonctions majeures :

- au niveau local, la MOS est un facteur essentiel de la fertilité des sols cultivés.
- au niveau global, les sols représentent une réserve majeure de carbone terrestre, avec une masse mondiale estimée à  $1200-1600 \cdot 10^{15}$  g de C ( Eswaran *et al.*, 1993 ; Batjes, 1996 ; Zech *et al.*, 1997 ; Manlay, 2000). L'estimation des stocks de carbone ( C ) organique des sols est donc une nécessité pour évaluer l'impact des modes de gestion des terres sur l'émission des GES.

Le Sud-Ouest du Burkina Faso, objet de la présente étude, est la zone la plus favorable de Burkina Faso à la production de biomasse : végétation de savane assez dense liée à une pluviosité supérieure à 1000 mm.

Cependant, depuis les années 1970, les flux migratoires des populations en provenance du nord du pays et les pratiques actuelles de gestion des terres (notamment essartage, brûlis, "itinérance") dégradent cet écosystème et semblent défavorables au stockage du carbone. Partant de ce constat, partant aussi des connaissances actuelles sur la dynamique de la MOS et d'une représentation simplifiée de l'agroécosystème notre objectif est d'évaluer le potentiel de stockage de C dans cette région et d'en comprendre les déterminants.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Cadre géographique

Cette étude est réalisée au Sud-Ouest du Burkina Faso, dans les provinces du Poni et du Nounbiel (9° 30' et 10° 40' de latitude Nord, et 2° 40' et 3° 50' de longitude Ouest ) qui appartiennent au secteur phytogéographique soudanien méridional (Guinko, 1998). La pluviométrie annuelle de type monomodal est comprise entre 1 000 et 1 200 mm. Le régime thermique se caractérise par de fortes amplitudes. La température moyenne annuelle (de ces 20 dernières années) est de 27.8°C. Les formations géologiques sont dominées par un socle de roches cristallines (granites et granitoïdes) d'après BRGM, (1992).

Les sols sont dominés à 60% par la classe des sols à sesquioxydes de fer et de manganèse, principalement du sous-groupe induré (CPCS, 1967).

## 2.2. Dispositifs expérimentaux

Les dispositifs expérimentaux sont composés de sites en milieu paysan sous deux modes principaux de gestion des terres :

### Site sous savane

Il s'agit d'une savane arbustive à arborée assez dense à *Isoberlinia doka*, *Combretum glutinosum*, *Piliostigma thonningii* et *reticulatum*, *Parkia biglobosa*, *Vitellaria paradoxa*, *Parinari curatellifolia*, *Entada africana*, *Lannea acida*, *Gardenia erubescens*, *Diospyros mespiliformis*, *Tamarindus indica*, *Serincanthe chevaleri*, avec un tapis herbacé à *Andropogon gayanus*, *Pennisetum pedicellatum* et *Loudetia togoensis*. Non cultivée depuis plus de 30 ans, cette savane est soumise à la vaine pâture et au feu de brousse une fois par an en début de saison sèche.

### Site sous culture sans apport de fertilisant

Il s'agit d'un champ sous savane parc à *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa* cultivé sans interruption depuis 13 ans, d'abord en maïs les 3 premières années et depuis en mil (*Pennisetum typhoides*) avec des rendements moyens médiocres ( $500 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Le labour se fait à la charrue à une profondeur moyenne de 10 cm. Aucun fertilisant n'est apporté. La totalité des résidus de récolte est utilisée à des fins domestiques.

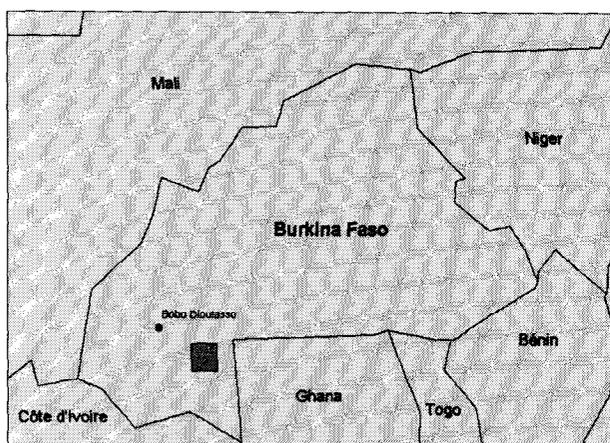


Figure 1 – Situation de la zone d'étude

Figure 1 – Location of the study site

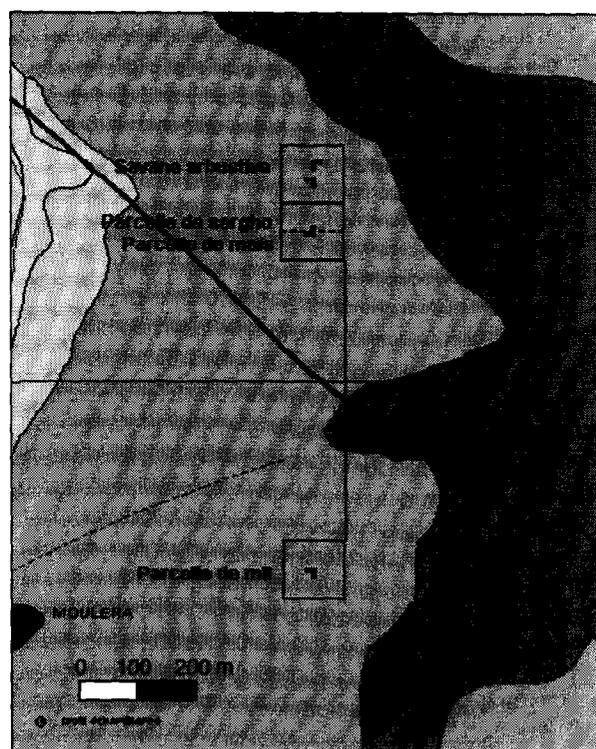


Figure 2 - Sites de prélèvement ⊗

Figure 2 – Sampling areas ⊗

### Site sous culture depuis 13 ans avec apport de fumier à partir de la seconde année.

Ce champ sous savane parc à *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa* et rejets d'*Isoberlinia doka*, bénéficie d'un apport annuel de  $2 \text{ t MS ha}^{-1}$  de fumier de bœufs. Une moitié est ensemencée en maïs (*Zea mays*, SR21) et l'autre en sorgho (*Sorghum bicolor*, Wedzouré) chaque année avec une rotation maïs/sorgho. Les rendements moyens sont de  $1000 \text{ kg ha}^{-1}$  pour le sorgho et de  $2000 \text{ kg ha}^{-1}$  pour le maïs.

Ces sites sont situés en aval d'un plateau cuirassé, sur un glacis haut de pente à Librira, à 6 km au sud de Loropéni.

### **2.3. Caractérisation du milieu physique et des sols : du site au laboratoire**

Cinquante fosses pédologiques sont ouvertes à une profondeur de 120 cm selon la répartition suivante : 15 dans la parcelle sous savane, 15 dans la parcelle sous culture sans fertilisation et 20 dans la parcelle sous culture avec apport de fumier. Ces sols sont décrits avec leur environnement et douze solums de trois horizons chacun sont ainsi prélevés. Un prélèvement de type pédologique, au piochon, par horizon pédologique dans chaque solum est effectué. Les densités apparentes sont mesurées pour toutes les fosses in situ à l'aide du densitomètre à membrane. Les stocks (en t ha<sup>-1</sup>) de C et N d'un horizon d'épaisseur e en (dm), à teneurs en C et N (en mg g<sup>-1</sup> de sol), et dont la densité apparente est da (en g cm<sup>-3</sup>) sont calculés selon la formule :

$$C, N \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = C, N \text{ (mg g}^{-1}\text{ de sol)} * da \text{ (g cm}^{-3}\text{)} * e \text{ (dm)} * \text{taux de terre fine}$$

#### **Caractérisation physico-chimique des sols**

Les déterminations suivantes sont faites au Cirad : la granulométrie (5 fractions), le pH (eau et KCl), le carbone (organique et total), l'azote total, la C.E.C et le phosphore assimilable. En plus de ces déterminations « classiques », le fractionnement granulométrique de la MO est effectué selon les fractions 200-2000 µm (A), 50-200 µm (B), 20-50 µm (C) et 0-20 µm (D), selon la technique développée par Feller (1994).

## **3. Résultats**

### **3.1. Caractéristiques des sols étudiés**

#### **3.1.1. Caractéristiques morphologiques**

Tous les sols se caractérisent par trois horizons (A, Bt1, Bt2), bien drainés. Bt2 repose sur un horizon pétroplinthique (Bmcs) à induration moyenne qui limite la pénétration racinaire. La structure est dans l'ensemble polyédrique subanguleuse faiblement développée voire massive à l'exception de l'épisolum humifère sous savane. Il existe un gradient d'argile avec la profondeur. Les textures varient en effet de "limon sableux" en surface à "argile sableuse" en profondeur. L'épisolum humifère est plus épais (21,5 cm en moyenne) sous savane que sous culture (10 cm). L'horizon pétroplinthique est moins profond sous culture (64 à 67cm de profondeur) que sous savane (70 cm). Dans les sols cultivés, la charge graveleuse est plus importante dans les horizons de surface où le taux de graviers ferrugineux est de l'ordre de 33%. La densité apparente est plus faible sous savane notamment dans les horizons de surface. La surface du sol est marquée par des traces d'érosion hydrique bien visibles dans les parcelles cultivées.

#### **3.1.2. Caractéristiques physico-chimiques des sols**

Les résultats analytiques ci-dessous (tableau I) montrent une différenciation nette entre les caractéristiques physico-chimiques des sols sous savane et celles sous culture sans fumier. Il apparaît une chute des teneurs en C, N, Ca<sup>+</sup>, de la somme des bases échangeables, de la CEC des sols sous maïs/sorgho et surtout sous mil notamment dans les horizons A.

**Tableau I - Résultats des analyses physico-chimiques des sols**  
**Table I - Results from the physico-chemical analyses of the soils**

<b>Couvert</b>	<b>Savane</b>			<b>Culture sans fumier (mil)</b>			<b>Culture avec fumier (maïs/sorgho)</b>		
<b>Horizon</b>	<b>A</b>	<b>Bt1</b>	<b>Bt2</b>	<b>Ap</b>	<b>Bt1</b>	<b>Bt2</b>	<b>Ap</b>	<b>Bt1</b>	<b>Bt2</b>
<b>Epaisseur (dm)</b>	2,15	3,35	1,47	1,07	2,63	2,73	1,05	3,10	2,60
<b>Densité apparente</b>	1,54	1,64	1,72	1,76	1,73	1,76	1,69	1,64	1,76
<b>Taux de terre fine</b>	0,85	0,78	0,65	0,51	0,69	0,52	0,58	0,69	0,58
<b>Argiles %</b>	15,7	43,6	47,4	14,3	19,1	30,3	13,2	42,6	42,6
<b>pH eau</b>	6,70	6,56	6,10	6,18	5,90	5,60	7,15	5,90	5,10
<b>C mg g<sup>-1</sup> de sol</b>	20,3	4,7	3,2	5,3	4,6	4,0	13,0	4,1	2,1
<b>N mg g<sup>-1</sup> de sol</b>	1,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	1,1	0,4	0,2
<b>C/N</b>	15,42	12,33	12,16	14,59	14,34	13,44	11,95	11,54	10,01
<b>Ca éch. (cmol kg<sup>-1</sup>)</b>	5,64	1,29	1,06	1,05	0,78	0,69	3,02	0,55	0,44
<b>Ca+Mg+K+Na (cmol kg<sup>-1</sup>)</b>	8,4	3,2	2,2	1,7	1,2	1,1	5,4	1,5	1,1
<b>CEC (cmol kg<sup>-1</sup>)</b>	10,8	3,9	3,4	1,9	1,7	2,1	7,6	2,9	3,1
<b>K éch. (cmol kg<sup>-1</sup>)</b>	0,44	0,22	0,11	0,05	0,04	0,09	0,69	0,53	0,24
<b>Al éch. (cmol kg<sup>-1</sup>)</b>	0,00	0,02	0,14	0,04	0,20	0,49	0,00	0,46	0,76
<b>P Olsen-Dabin (mg kg<sup>-1</sup>)</b>	12,9	9,8	10,9	6,4	6,33	3,55	16	7	4,6
<b>Saturation</b>	0,78	0,82	0,66	0,87	0,71	0,54	0,71	0,52	0,36

Les textures sont homogènes dans l'ensemble pour les horizons A. La CEC, la somme des bases échangeables et le taux de phosphore chutent sous culture. Les baisses de teneur en C sous culture sans apport de fumure s'accompagnent d'une baisse de la CEC. La tendance à l'acidification du sol sous culture notamment sans fumier est nette. Le taux de Al<sup>+++</sup> est plus élevé sous culture dans les horizons de profondeur notamment avec fumier où il atteint 0,76 cmol kg<sup>-1</sup> de terre dans Bt2. Le pH eau dans Bt2 sous culture avec fumier est le plus bas sur l'ensemble des résultats. Les teneurs en Al<sup>+++</sup> échangeable y sont des plus élevés à partir du second horizon. Sous culture avec fumier, le pH, le phosphore et le potassium échangeable sont plus élevés que dans les autres cas en surface.

### 3.2. Approche quantitative de la MOS

#### - Les stocks de carbone du sol

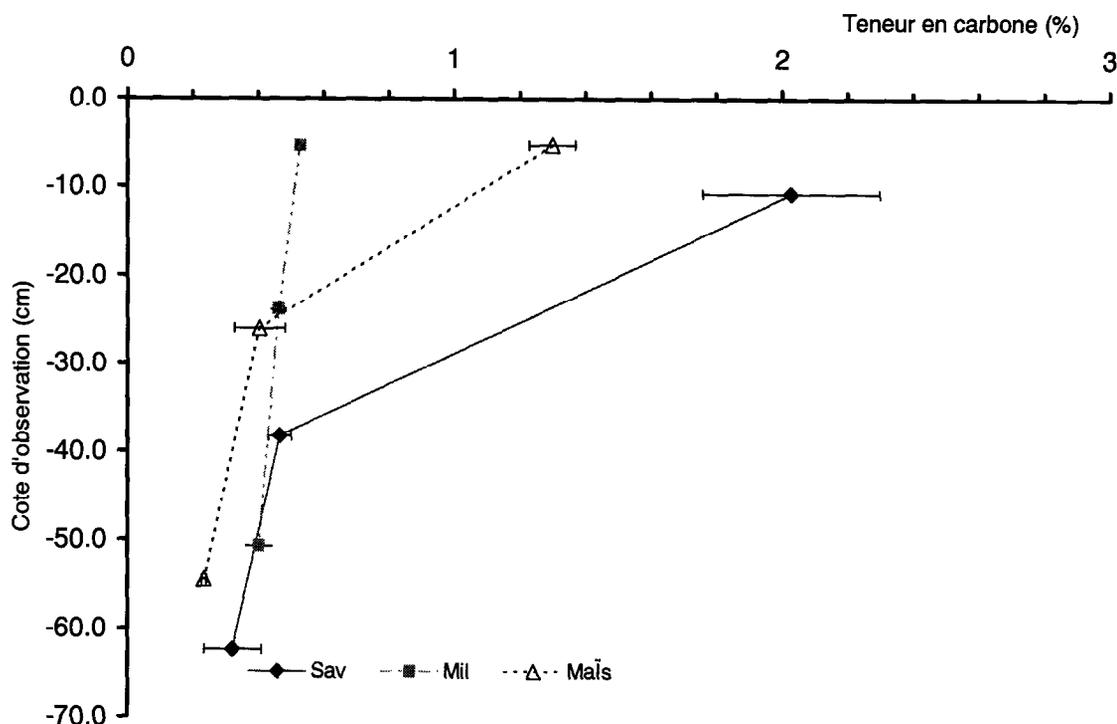


Figure 3 – Profils de carbone (%)  
Figure 3 – Profiles of carbon (%)

Des différences importantes entre les teneurs de C en surface sont à signaler. La savane présente la teneur la plus élevée (2,03%). Les teneurs sous culture sans fumier sont les plus faibles en surface et ne varient pratiquement pas jusqu'en profondeur.

Dans les horizons de profondeur les teneurs de C baissent et s'homogénéisent entre les différents modes de gestion.

Tableau II – Stocks de carbone (t ha<sup>-1</sup>). Table II – Stocks of carbon (t ha<sup>-1</sup>)

Horizons/Couvert	Savane	Culture sans fumier (mil)	Culture avec fumier (maïs/sorgho)
A	56,5 (69)	5,2 (17)	13,1 (34)
Bt1	20,1 (25)	14,6 (49)	17,6 (46)
Bt2	5,2 (6)	10,3 (34)	7,4 (19)
0 – 30 cm	61,5 (75)	15,9 (53)	24,7 (65)
Ct (carapace)	82	30	38

( ) : Pourcentage / rapport au Ct

Ct : Stock de C jusqu'à la carapace

Les stocks de C calculés selon la norme GIEC (30 cm), montrent que cette couche contient la plus grande proportion des stocks de C : 75% sous savane, 65% sous culture avec fumier et 53% sous culture sans fumier. Les stocks de N également sont plus élevés sous savane (5,8 t ha<sup>-1</sup>). En revanche, sous culture ces stocks sont assez proches dans les deux sites : 2,1 t ha<sup>-1</sup> sans fumier et 2,9 t ha<sup>-1</sup> avec fumier.

### 3.3. Approche qualitative de la MOS

#### 3.3.1. C/N du sol

Tableau III - rapports C/ N  
Table III - C/N ratios

Horizons	A	Bt1	Bt2
Savane	15,4	12,3	12,6
Maïs/sorgho	12,0	11,5	10,0
Mil	14,6	14,3	13,4

Les rapports C/N sont compris en moyenne entre 10 et 15 et conformes à ceux de la zone (BUNASOLS, 1999). Sur l'ensemble des résultats, ce rapport décroît avec la profondeur. Sous culture et en surface, malgré la quasi-absence de restitutions organiques fraîches sous mil, le C/N (14,6) est proche de celui observé sous savane (15,4).

#### 3.3.2. Fractionnement granulométrique de la MOS

##### 3.3.2.1. Les teneurs en C et N

Les résultats du fractionnement granulométrique sont présentés dans un diagramme synthétique permettant de faire figurer plusieurs fractionnements sur un même graphe, la position sur l'axe des abscisses représentant la taille d'une fraction par rapport à l'ensemble, depuis les fractions grossières (200-2000 µm) jusqu'aux fractions fines (0-20 µm) et la position par rapport à l'axe des ordonnées représentant les teneurs en C et N.

##### Horizon A

Dans les fractions 200-2000 µm (fig. 4) les teneurs de C varient selon les modes de gestion. Dans les fractions 20 et 200 µm, on enregistre les teneurs en C les plus basses et sous mil la teneur la plus faible. Dans les fractions 0-20 µm, on enregistre des différences nettes entre les trois modes de gestion.

Les teneurs de N évoluent proportionnellement à celles de C hormis pour les fractions 20-200 µm où sous culture avec fumier (maïs/sorgho), elles sont légèrement supérieures à celles observées sous savane. Dans toutes les fractions, les teneurs en N sont voisines entre la culture avec fumier (maïs/sorgho) et la savane. Les teneurs en N sous culture sans fumier (mil) sont nettement les plus basses.

Les variations de stockage de carbone selon les modes de gestion s'observent principalement dans l'horizon A, raison pour laquelle nous ne donnerons à titre indicatif que les résultats de Bt2.

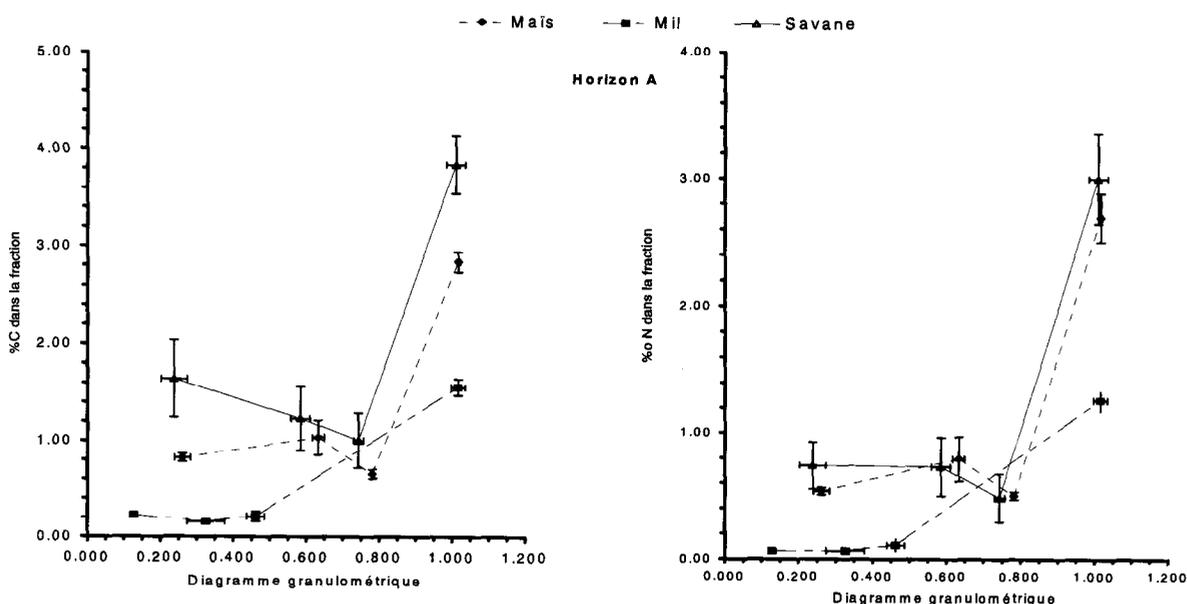


Figure 4 – Teneurs en C et N des fractions (horizon A)

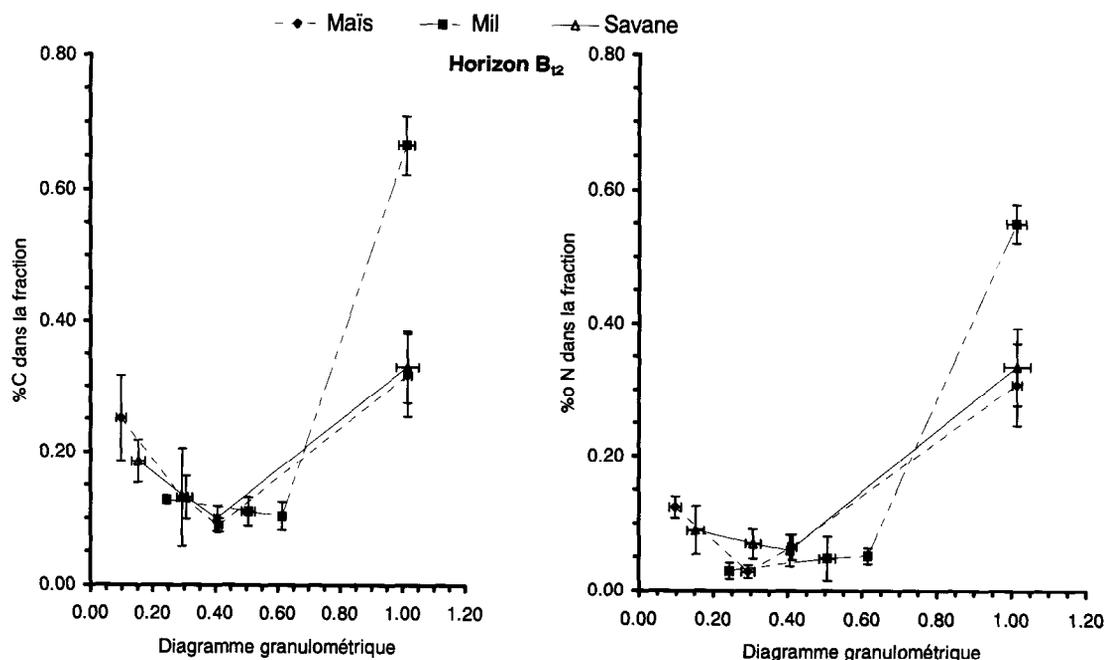
Figure 4 – Carbon and nitrogen contents of particle size fractions (A horizon)

#### Horizon Bt2

De façon générale, les teneurs en C et N de Bt2 présentent des valeurs plus basses que celles obtenues dans A et Bt1. Dans les fractions 200-2000  $\mu\text{m}$ , les teneurs sont les plus élevées sous culture avec fumier. Dans les fractions 20-200  $\mu\text{m}$  les teneurs sont homogènes. Dans les fractions fines 0-20  $\mu\text{m}$ , les teneurs en C les plus élevées sont obtenues sous culture sans fumier.

Les teneurs en N : (1) dans les fractions 200-2000  $\mu\text{m}$  sont plus élevées sous culture avec fumier ; (2) sont homogènes dans les fractions 50-200  $\mu\text{m}$  ; (3) sont plus élevées dans les fractions 0-20  $\mu\text{m}$  sous culture sans fumier que sous savane ou sous culture avec fumier.

Dans l'ensemble, les fractions 20-50  $\mu\text{m}$  ont les plus faibles teneurs en C et N quel que soit le mode de gestion et quel que soit l'horizon considéré. En revanche, les fractions 0-20  $\mu\text{m}$  présentent, quel que soit l'horizon, les teneurs les plus élevées pour ces deux éléments.



**Figure 5 – Teneurs en C et N des fractions ( Bt2)**  
**Figure 5 – Carbon and nitrogen contents of particle size fractions (Bt2)**

### 3.3.2.2. Contenu en carbone des différentes fractions granulométriques

**Fractions 200-2000  $\mu\text{m}$**  : ces fractions contiennent dans l'horizon A, 19,5% du C total (Ct) sous savane, 15,8% sous maïs/sorgho) et 15% seulement sous mil. Dans l'horizon Bt1, ces fractions contiennent 13,8% du Ct sous mil, 11,7% sous savane et 7,8% sous maïs/sorgho. Dans l'horizon Bt2 les contenus de C de ces fractions représentent 12% sous savane, 9,7% sous maïs et 9,0% sous mil.

**Fractions 50-200  $\mu\text{m}$**  : elles contiennent dans l'horizon A, 28,0% du Ct sous maïs/sorgho, 21,0% sous savane et seulement 10,5% sous mil. Dans Bt1 et Bt2 les contenus sont plus homogènes (8-9%) hormis le cas de Bt1 sous maïs, d'environ 6%.

**Fractions 20-50  $\mu\text{m}$**  : ces fractions présentent les contenus de C les plus faibles. Les taux sont homogènes notamment dans Bt1 et Bt2 (3-4%) quel que soit le mode de gestion. Dans l'horizon A, on observe le taux le plus bas sous mil (5,0%) contre 7,1% sous maïs/sorgho et 7,8% sous savane.

**Fractions 0-20  $\mu\text{m}$**  : les contenus en C de ces fractions sont les plus élevées par rapport aux autres fractions. Dans l'horizon A, elles contiennent de 49 à 69% du Ct. Dans les horizons Bt1 et Bt2 elles contiennent de 74% (Bt1 sous mil) à 83,5% (Bt1 sous maïs/Sorgho) du Ct.

### 3.2.2.2. Les rapports C/N

Les résultats (fig. 6) montrent que les rapports C/N décroissent régulièrement d'une part quand on passe des fractions 200-2000  $\mu\text{m}$  aux fractions 0-20  $\mu\text{m}$  et d'autre part quand on passe de l'horizon supérieur à l'horizon sous-jacent.

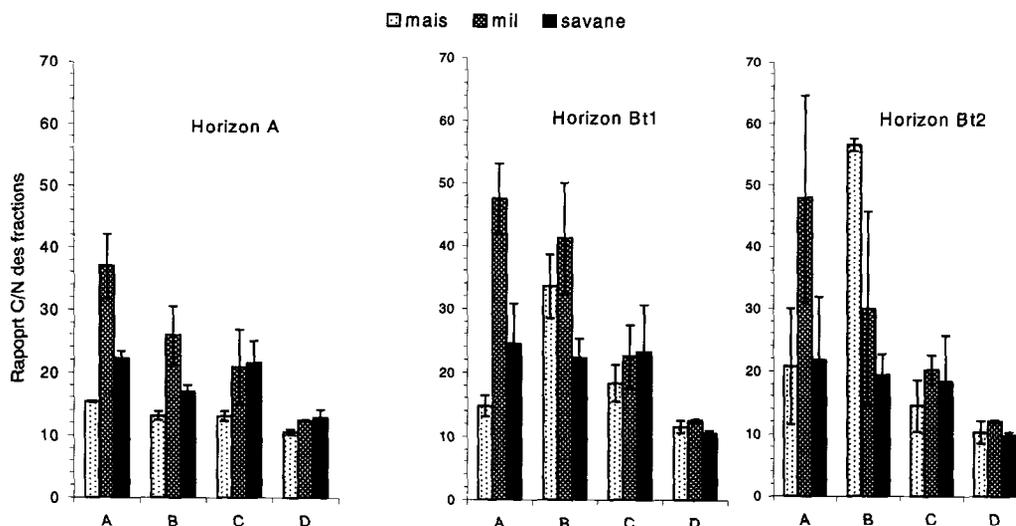


Figure 6 – Rapport C/N des fractions. Figure 6 – C/N ratios of particle size fractions

A : fractions 200-2000  $\mu\text{m}$  ; B : fractions 50-200  $\mu\text{m}$  ; C : fractions 20-50  $\mu\text{m}$  ; D : 0-20  $\mu\text{m}$

#### 4. DISCUSSION

Les sols étudiés sont de même type pédologique. En faisant l'hypothèse que ces sols étaient identiques au départ, les résultats obtenus mettent en évidence que les stocks de C organique ont fortement décliné 13 ans après défrichement sous l'action de la culture sans apport de fertilisants : de 82 t C ha<sup>-1</sup> sous savane, le stock passe à 38 t C ha<sup>-1</sup> sous culture avec fumure organique et à 30 t C ha<sup>-1</sup> sous culture sans fumure organique. Le fait que cette savane soit partiellement détruite ou exploitée annuellement par les feux de brousse et la vaine pâture, nous conduit à penser que le potentiel de stockage de C dans le sol est vraisemblablement supérieur à 82 t ha<sup>-1</sup>. Ces résultats suggèrent que les apports de composés organiques sous forme de litière aérienne et racinaire peuvent participer activement à la reconstitution de la MOS.

L'apport de fumier induit un accroissement de +9 t C ha<sup>-1</sup>. Cet effet dû au fumier est faible et pourrait être accru à condition d'augmenter la dose et la qualité du fumier ; en effet, Berger *et al.* (1987) préconise des doses de 5 à 6 t MS ha<sup>-1</sup> de fumier dans la zone pour induire un bilan humique satisfaisant, mais pour la zone étudiée, cela impliquerait une augmentation du troupeau incompatible avec les ressources fourragères locales.

Les différents modes de gestion influent principalement sur les teneurs en C des horizons A et Bt1. Sous l'action de la mise en culture, les modifications sont surtout nettes dans les horizons superficiels. Les horizons A sont ceux qui perdent le plus de MOS : 50 t C ha<sup>-1</sup> sous l'action de la culture.

Dans l'ensemble, les résultats du fractionnement granulométrique de la MOS montrent que toutes les fractions sont concernées par les variations des contenus en C mais les amplitudes sont variables selon la fraction et le mode de gestion.

Les teneurs en C et N des fractions 0-20  $\mu\text{m}$  sont les plus élevées. Dans l'horizon A, au moins 49% du C total sont contenus dans ces fractions. Dans les horizons Bt1 et Bt2 ces fractions

contiennent de 74% à 83% du C total. La MOS est donc principalement stockée dans ces fractions. La culture sans fumier induit une baisse importante des teneurs en C et N dans les fractions 0-20  $\mu\text{m}$  de l'horizon A.

Les teneurs des fractions 20-50  $\mu\text{m}$  et 50-200  $\mu\text{m}$  sont généralement les plus faibles avec une homogénéisation pour tous les modes de gestion et tous les horizons. Nous pouvons donc dire que ces fractions, particulièrement celles comprises entre 20-50  $\mu\text{m}$  contribuent peu aux stocks de MOS.

Dans les fractions 200-2000  $\mu\text{m}$  les teneurs en C et N sont variables dans les horizons A. ces diminutions observées peuvent être attribuées à la fois à des niveaux de restitution plus faibles et à la dynamique rapide de ces fractions, celle-ci étant accélérée avec le travail du sol (Feller & Beare, 1997).

Le défrichage et la culture continue conduisent à des diminutions importantes des teneurs en C et N des fractions grossières et fines dans les horizons A. Le schéma proposé par Feller & Beare (1997) pour les sols argileux (fortes variations des fractions argileuses) est donc vérifié.

Les C/N du sol décroissent avec la profondeur, ce qui traduit une maturité plus grande de l'humus dans les horizons de profondeur. Mais ces C/N ont-ils un lien avec le mode de gestion des terres? Dans le cas du site cultivé en mil, les C/N sont plus élevés que dans les autres sites. L'hypothèse avancée est la suivante : les apports de N sur ce champ sont nuls en dehors des apports atmosphériques et de la fixation libre de  $\text{N}_2$  estimés à  $10 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Les seuls apports organiques sont ceux de la biomasse racinaire du mil dont le rapport C/N est relativement élevé et de l'ordre de 50 selon Chopart (1999).

Sous l'action de l'apport de fumier, outre l'accroissement de la teneur en C en surface, on note un abaissement du C/N qui s'expliquerait : (i) par un apport de N dû au fumier, (ii) par une humification et une minéralisation rapide des fèces et autres débris végétaux sous maïs.

Les rapports C/N des fractions décroissent régulièrement, d'une part des fractions 200-2000  $\mu\text{m}$  aux fractions 0-20  $\mu\text{m}$ , et d'autre part dans ces fractions des horizons supérieurs aux horizons de profondeur. Ces résultats associés aux observations morphologiques, permettent de conclure que les fractions 200-2000  $\mu\text{m}$  présentent une dominance de matière organique sous forme de débris végétaux notamment dans les horizons de surface. Les fractions  $<20 \mu\text{m}$  ont des rapports C/N faibles. Ces fractions contiennent plutôt de la matière organique à caractère organo-minéral, avec un degré d'évolution plus avancé. Cette étude confirme également le rôle prépondérant de la fraction "débris végétaux" dans ces sols en surface et de la fraction organo-argileuse dans les horizons de profondeur, déjà signalé par d'autres auteurs (Feller, 1994 ; Kouakoua, 1998).

Sur un plan agronomique, on note une tendance à l'acidification avec la mise en culture. Cela a pour conséquence un accroissement de la solubilité de Al, une diminution de l'assimilabilité du P consécutive à la libération des cations  $\text{Al}^{+++}$  et très probablement une perturbation de l'activité biologique. Le pH bas (5,10) observé dans Bt2 sous culture avec fumier mérite qu'on s'y attarde. L'hypothèse que nous avançons est la suivante : il existe un effet favorable du fumier sur l'enracinement et la minéralisation de N dans Bt2, qui se traduit par un départ de cations bivalents par absorption racinaire et par une lixiviation latérale, l'anion entraîneur étant le  $\text{NO}_3^-$ . Comme l'acidification est un processus induit par la mise en culture, l'amendement des sols (chaulage, phosphates naturels) en plus des apports de fumier est recommandé afin d'optimiser l'effet du fumier sur la fertilité du sol et sur le stock de MOS.

Outre une certaine diminution de l'épaisseur de l'horizon A et de l'ensemble du profil cultural sous culture, l'augmentation en éléments grossiers surtout dans les horizons de surface, témoigne d'un processus érosif apparent. Les écoulements de surface sous culture au moment de l'installation de la saison des pluies sont très importants et l'absence d'écran végétal peut entraîner des dégâts considérables. Par suite de la perte progressive de MOS au fil des ans suite à la mise en culture, sans restitutions organiques suffisantes, les sols deviennent particulièrement sensibles à l'érosion. L'adoption de pratiques visant à réduire les pertes par érosion (cordons pierreux, technique des addos), peut contribuer à restaurer la MOS.

## V. CONCLUSION

Pour diminuer les pertes de C et régénérer la MOS sous cultures, nous pouvons dire qu'il importe :

- (1) de favoriser les cultures à système racinaire abondant et les apports de matière organique résistant à une biodégradation rapide,
- (2) de réduire le travail du sol afin de ne pas créer les conditions d'une biodégradation rapide,
- (3) d'empêcher l'érosion de la MOS grossière en surface, par des ados, des cordons pierreux...
- (4) de pratiquer régulièrement le chaulage.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRGM, 1992.** Carte géologique du Burkina Faso. Echelle : 1/1 000 000.
- Batjes N.H., 1996.** Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European. J. Soil Sci*, 47 : 151-163.
- Bernoux M., Arrouys D., Cerri C., de Alencastro Graça P. M., Volkoff B., Trichet J., 1998.** Estimation des stocks de carbone des sols du Rondônia (Amazonie brésilienne), *Etude et Gestion des Sols*, 5, 1 : 31-42.
- Berger M. Belem, P. C., Dakouo D., et Hien V., 1987.** Le maintien de la fertilité des sols dans l'Ouest du Burkina et la nécessité de l'association agriculture-élevage. *Coton et fibres tropicales*, 42 (3) : 201-207.
- BU.NA.SOLS, 1999.** Etude morphopédologique des provinces du Poni et du Nounbiel. *Rapp. Tech. Ouagadougou, Bunasols*, 196 p.
- C.P.C.S., 1967.** Classification des sols. *Travaux de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols 1963-1967, Rapp. Mult.*, 96 p.
- Cesar J. et Coulibaly Z., 1991.** Conséquence de l'accroissement démographique sur la qualité de la jachère dans le Nord de la Côte D'ivoire. In " La jachère en Afrique de l'Ouest", colloques et séminaires, ORSTOM : 415-434.
- Chopart J. L., 1999.** Relation entre état physique du sol, systèmes racinaires et fonctionnement hydrique du peuplement végétal. Thèse d'université, Sciences de la terre et de l'Univers, Université Joseph Fourier-Grenoble 1, T1 et T2, 104 et 256 p.
- Detwiler R. P., 1986.** Land use change and the global carbone cycle: the role of tropical soils. *Biogeochemistry* 2 : 67 -93.
- Eswaran H., Van Den Berg E. & Reich P., 1993.** Organic carbon in soils of the world. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57 : 192-194.
- FAO, ISRIC et AISS, 1999.** Base de Référence Mondiale pour les ressources en sols (WRB). *Rapport n° 84 sur les ressources en sols du Monde*, Rome, FAO, 96 p.

- Feller C., 1994.** La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1:1. Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique. Thèse Doctorat Sciences Naturelles, Institut de Géologie de Strasbourg, 393 p + Annexes.
- Feller C., Beare M. H., 1997.** Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics, *Géoderma*, 79, 1-4 : 69-116.
- Guinko S., 1998.** Caractéristiques de la végétation du Burkina Faso et leurs impacts sur les sols. Tour B7 du 16è Congrès Mondial de science du sol. Ouagadougou, 13 p.
- Hénin S. et Dupuis M., 1945.** Essai de bilan de la matière organique du sol. *Ann. Agron.* 1 : 16-26.
- Houghton R. A., Skole D.L., Lefowitz D.S., 1991.** Change in the landscape of Latin America between 1850 and 1985, II. Net release of CO<sub>2</sub> to the atmosphere. *For. Ecol. Manage.* 38 : 173-199.
- Kouakoua E., 1998.** La matière organique et la stabilité structurale d'horizons de surface des sols ferrallitiques argileux. Effet du mode de gestion des terres. Doctorat de l'Université Henri Poincaré, Nancy I, Sciences du sol, 209 P.
- Lundgren B.O., 1978.** Soil conditions and nutrient cycling under natural and plantation forests in Tanzanian highlands. Reports in Forest Ecology and Forest Soils 31. Department of Forestry Soils, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 426 P.
- Manlay R., 2000.** Organic matter dynamics in mixed-farming systems of the West African savanna : a village case study from south Senegal. Thèse Doctorat de l'ENGREF, Environnement. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et forêts, Centre de Montpellier, 192 p. + Annexes.
- Mckenzie N., Ryan P., Fogarty P. and Wood J., 2000.** Sampling, measurement and analytical protocols for carbon estimation in soil, litter and coarse woody debris, 61 p.
- Pieri C., 1989.** Fertilité des terres des savanes. Paris, Ministère de la Coopération-CIRAD, 444 p.
- Van Noordwijk M., Cerri C., Woomer P. L., Nugroho K., Bernoux M., 1997.** Soil carbon dynamics in tropical forest zone, *Géoderma*, 79, 1-4 : 187-225.
- Volkoff B., Cerri C. et Andreux F., 1989.** Matière organique et conservation des sols en zones tropicales forestières : voies actuelles de recherche. In : neuvième réunion du sous comité Ouest et centre africain de corrélation des sols pour la mise en valeur des terres. FAO, Rome, n°63 : 208-215.
- Zech W., Senesi N., Guggenberger G., Kaiser K., Lehmann J., Miano T. M., Miltner A., Schroth G., 1997.** Factors controlling humification and mineralisation of soil organic matter in the tropics, *Geoderma* 79, 1-4 : 117-161.



**Pour citer cet article / How to cite this article**

Hien, E.; Garry, F.; Hien, V.; Oliver, R. - Dynamique du carbone dans un sol de savane du sud-ouest Burkina sous l'effet de la mise en culture et des pratiques culturales, pp. 207-219, Bulletin du RESEAU EROSION n° 23, 2004.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)