

BURKINA FASO

-----  
Unité – Progrès – Justice  
-----

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE  
DE BOBO-DIOULASSO

-----  
INSTITUT DE DEVELOPPEMENT RURAL

-----  
DEPARTEMENT EAUX ET FORETS  
-----

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

-----  
INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET DE  
RECHERCHES AGRICOLES

-----  
DEPARTEMENT PRODUCTIONS FORESTIERES  
-----

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

Option : EAUX ET FORETS

-----

**AMELIORATION DE LA FERTILITE DES SOLS SOUS  
COUVERTURE A ANDROPOGON GAYANUS ET A  
ANDROPOGON ASCINODIS : EFFETS SUR LE  
RACOURCISSEMENT DE LA JACHERE SUR UN SOL  
FERRUGINEUX TROPICAL LESSIVE DE SOBAKA  
(ZONE SOUDANIENNE DU BURKINA FASO).  
SUIVI DE LA STRUCTURE SPATIO-TEMPORELLE DES  
COMMUNAUTES VEGETALES DANS LES JACHERES  
DE COURTE DUREE.**

**Directeur de mémoire**

: Dr SOME N. Antoine

**Maîtres de stage**

: Dr SOME N. Antoine

Dr OUEDRAOGO J. Sibiri

**Octobre 2001**

**TASSAMBEDO Moustapha Alassane**

## **DEDICACE**

De mes parents :

- (Feu Ablassé TASSEMBEDO,
- Mariam TASSEMBEDO née TRAORE),

J'ai toujours eu compréhension, soutien et encouragement pour ces nombreuses années d'études,

8 6 3

A tous mes **frères et sœurs**,  
Ainsi qu'à **Edwige E. DABIRE**,  
pour les efforts consentis à mon égard,

**Je rends Hommage.**

## TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
Première Partie : Généralités .....	5
Chapitre I : Position du sujet.....	11
1.1. Historique de la zone d'étude.....	6
1.2. Justification .....	7
1.3. Les conditions de travail .....	8
1.4. Les hypothèses de travail .....	9
Chapitre II : Etat des connaissances sur le sujet.....	10
2.1. Biologie du matériel végétal.....	10
2.1.1. Présentation générale de <i>Andropogon</i> spp.....	10
2.1.2. Taxonomie .....	11
2.1.3. Description du genre <i>Andropogon</i> .....	11
2.1.4. Caractères distinctifs des <i>Andropogon</i> .....	12
2.1.5. Cycle de développement Saisonnier .....	13
2.1.5.1. Cycle des graminées pérennes : <i>Andropogon gayanus</i> et <i>Andropogon ascinodis</i> .....	13
2.1.5.2. Cycle de la graminée annuelle, <i>Andropogon pseudapricus</i> .....	13
2.1.6. Ecologie et intérêt écologique.....	14
2.1.6.1. Ecologie .....	14
2.1.6.2. Intérêt écologique des Andropogonées .....	14
2.2. Matière organique et fertilité des sols.....	15
2.3. Jachère et dynamique de la matière organique .....	17
Chapitre III : Le milieu d'étude.....	20
3.1. Le milieu naturel .....	20
3.1.1. Localisation .....	20
3.1.2. Climat.....	22
3.1.3. Les sols .....	23
3.1.4. La végétation.....	23
3.2. Le milieu humain .....	24
3.3. Les activités socio-économiques .....	24
3.3.1. L'agriculture .....	24
3.3.2. L'élevage.....	24

3.3.3. Les activités forestières.....	25
Chapitre IV : Matériels et Méthodes .....	31
4.1. Matériels.....	26
4.1.1. Matériel végétal .....	26
4.1.2. Matériel expérimental .....	27
4.2. Méthodes.....	28
4.2.1. Le dispositif expérimental .....	28
4.2.2. Protocole expérimental .....	30
4.2.2.1. Mesure de la phytomasse épigée des herbacées des jachères.....	30
4.2.2.2. Méthodes d'analyses chimiques et biologiques.....	32
4.2.2.3. Etude de la végétation herbacée.....	36
4.2.3. traitement des données.....	38
Deuxième partie : Résultats-Discussions .....	44
Chapitre V : Evolution des souches des Andropogonées repiquées.....	45
5.1. Evaluation du taux de survie des Andropogonées repiquées ....	40
5.2. Evolution de la biomasse aérienne des Andropogonées.....	41
Chapitre VI : Effets des traitements sur les caractéristiques chimiques du sol.....	50
6.1. Impact des traitements sur la distribution du carbone et de la matière organique.....	45
6.3. Impact des traitements sur le rapport C/N .....	54
6.4. Impact des traitements sur la distribution du phosphore et de potassium.....	56
6.4.1. Le phosphore.....	56
6.4.2. Le potassium .....	58
6.5. Impact des traitements sur le pH du sol.....	58
Chapitre VII : Effets des traitements sur les caractéristiques biologiques du sol .....	61
7.1. Impact des traitements sur l'activité respirométrique du sol.....	62
7.1.1. Effets des traitements sur le dégagement cumulé de CO <sub>2</sub> .....	62
7.1.2. Evolution des dégagements de carbone sous forme de CO <sub>2</sub> .....	63
7.2. Impact des traitements sur la biomasse microbienne du sol.....	66
Chapitre VIII : Evolution spatio-temporelle de la végétation herbacée dans les jachères naturelles de courte durée.....	69
8.1. Affinités et niveaux d'homogénéité floristique.....	69
8.2. Les espèces herbacées : remplacement progressif des types bio-morphologiques .....	72
CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERPECTIVES .....	78
BIBLIOGRAPHIE .....	80
ANNEXE	

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : QUELQUES CARACTÈRES DISTINCTIFS DES <i>ANDROPOGON</i> .....	12
TABLEAU 2 : BIOMASSE AÉRIENNE DES ANDROPOGONÉES EN TONNE PAR HECTARE (T/HA) DE POIDS SEC. ....	42
TABLEAU 3 : TENEURS MOYENNES EN CARBONE (MG/KG DU POIDS SEC DU SOL). ....	45
TABLEAU 4 : STATUT DE MATIÈRE ORGANIQUE (MO) DES SOLS (EN %). ....	46
TABLEAU 5 : TENEURS MOYENNES EN CARBONE EN MG/KG DE POIDS SEC DE SOL (HORIZON 0-10 CM). ....	50
TABLEAU 6 : TENEURS MOYENNES EN AZOTE (MG/KG DU POIDS SEC DU SOL). ....	52
TABLEAU 7 : TENEUR MOYENNE EN AZOTE EN MG/KG DE POIDS SEC DE SOL (HORIZON 0-10 CM)..	53
TABLEAU 8 : VALEURS MOYENNES DU RAPPORT C/N. ....	54
TABLEAU 9 : TENEURS MOYENNES EN PHOSPHORE ET EN POTASSIUM EN MG/KG DE POIDS SEC DE SOL. ....	57
TABLEAU 10 : TENEURS MOYENNES EN PHOSPHORE ET EN POTASSIUM EN MG/KG DE POIDS SEC DE SOL. ....	57
TABLEAU 11 : VALEURS MOYENNES DU $\text{pH}_{\text{EAU}}$ DU SOL. ....	59
TABLEAU 12 : VALEURS MOYENNES DU $\text{pH}_{\text{KCl}}$ DU SOL. ....	59
TABLEAU 13 : PRODUCTION CUMULÉE DE $\text{CO}_2$ EN MG/100G DE SOL SEC APRÈS 21 JOURS D'INCUBATION : HORIZON 0-10 CM. ....	62
TABLEAU 14 : BIOMASSE MICROBIENNE EN MG/100G DE SOL. ....	66
TABLEAU 15 : FRÉQUENCES SPÉCIFIQUES DES ESPÈCES PAR PARCELLE EN %. ....	75
TABLEAU 16 : CONTRIBUTIONS SPÉCIFIQUES PRÉSENCE DES ESPÈCES PAR PARCELLE EN %. ....	76

## LISTE DES FIGURES

(FIGURE 1) : CARTE PHYTOGÉOGRAPHIQUE DU BURBINA .....	20
(FIGURE 2) : CARTE GÉOGRAPHIQUE DU TERROIR DE SOBAKA. ....	20
FIGURE 3 : ÉVOLUTION DE LA PLUVIOSITÉ ANNUELLE DE 1991 À 2000 EN MM (DONNÉES DE LA DIRECTION DE LA MÉTÉOROLOGIE NATIONALE DE OUAGADOUGOU). ...	22
FIGURE 4 : ÉVOLUTION DES SOUCHES D' <i>ANDROPOGON</i> REPIQUÉES DE JUILLET 1997 À SEPTEMBRE 2000 .....	40
FIGURE 5 : ÉVOLUTION DE LA BIOMASSE ÉPIGÉE DES DIFFÉRENTES JACHÈRES. ....	41
FIGURE 6 : CINÉTIQUE DE DÉGAGEMENT DU CARBONE SOUS FORME DE CO <sub>2</sub> PENDANT L'INCUBATION : ÉCHANTILLONS NON FUMIGÉS. HORIZON 0-10 CM, SOUS TOUFFE. ....	63
FIGURE 7 : CINÉTIQUE DE DÉGAGEMENT DU CARBONE SOUS FORME DE CO <sub>2</sub> PENDANT L'INCUBATION : ÉCHANTILLONS FUMIGÉS. HORIZON 0-10 CM, SOUS TOUFFE. ....	64
FIGURE 8 : DENDROGRAMME SIMPLIFIÉ DES RELEVÉS. ....	70
FIGURE 9 : DENDROGRAMME SIMPLIFIÉ DES ESPÈCES HERBACÉES. ....	70

## REMERCIEMENTS

Ce rapport est le résultat d'une étude menée sous le thème « Amélioration de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé sous couverture à *Andropogon SPP.* et suivi de la structure spatio-temporelle des communautés végétales ». Il est le fruit de la coopération Enseignants chercheurs / étudiants / structure d'accueil (Département Productions Forestières de l'INERA), dans le cadre des stages de fin d'études du cycle d'ingénieur. Alors qu'il me soit permis d'adresser mes remerciements à tous ceux qui ont contribué à l'élaboration du présent rapport. Je voudrais formuler une mention spéciale :

- ⇒ Au Dr SOME N. Antoine., enseignant chercheur à l'IDR, initiateur de cette étude, qui m'a permis de finaliser ce rapport en :
- m'unissant à ses travaux ;
  - corrigeant le manuscrit et en assurant sa mise en forme ;
  - me soutenant tant financièrement, matériellement, que moralement ;
  - m'accordant sa disponibilité de tous les jours.

Que le Dr SOME N. Antoine, trouve là l'expression de ma sincère reconnaissance et gratitude.

- ⇒ Au Dr OUEDRAOGO S. Jean, chef du Département Productions Forestières de l'INERA qui a bien voulu m'accueillir dans sa structure. Je le remercie vivement pour ses services multiformes.

- ⇒ A tout le personnel du Département Productions Forestières de l'INERA, en particulier à M. BATIONO B. André et GISSOU Tibi, pour leurs multiples conseils. Leur sympathie et un certain sens de l'humour m'ont souvent ému.

- ⇒ A tous mes collègues de classe pour leurs soutiens diverses, notamment TARPAGA W. Vianney, KOMKOBO I. Bernard et ILBOUDO Irissa. Je leur formule mes vœux de réussite dans la vie future.

En ces dernières lignes, je voudrais remercier toutes les personnes physiques et morales m'ayant aidé dans mes études, en particulier ZANGRE Adolphe, OUEDRAOGO Gérard, OUEDRAOGO Aristide et ILBOUDO Saïdou.

## V

### Résumé

Les sols soudano-sahéliens, à dominance ferrugineuse, sont caractérisés par leur faible niveau de productivité. Cet état s'est exacerbé avec le raccourcissement de la durée de la jachère et la culture continue de type « minier ».

Afin de trouver des solutions palliatives à la chute des rendements consécutive à la baisse du niveau de fertilité des sols, un essai a été installé à Sobaka, dans la zone soudanienne du Burkina Faso. L'essai a porté sur l'amélioration de la fertilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé sous couverture à *Andropogon gayanus* et à *Andropogon ascinodis*. Les paramètres suivants ont été évalués : les performances du matériel végétal implanté (taux de survie, biomasse épigée), les teneurs en carbone des sols, la minéralisation du carbone, la biomasse microbienne, la dynamique de la matière organique à travers l'évolution spatio-temporelle de la végétation herbacée. Les résultats obtenus montrent que *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* s'adaptent bien au milieu dès la deuxième année d'implantation avec des taux de survie de 90-98 %. Par ailleurs, au bout de 3 années, on observe sous couverture à *Andropogon gayanus* et à *Andropogon ascinodis* une augmentation significative du stock de matière organique du sol respectivement de 43,31 % et de 54,55 %. Il en résulte une amélioration hautement significative des caractéristiques biologiques du sol. Enfin, l'analyse du passé cultural, combinée avec les conditions chimiques des sols a permis d'identifier un certain nombre de groupes d'espèces végétales en fonction de l'état de fertilité du sol. La cinétique du renouvellement des stocks organiques en jachère est sous la dépendance de la dynamique dans le temps et dans l'espace des espèces herbacées. Ce qui a permis de mieux préciser les valeurs indicatrices des espèces recensées. Nos résultats montrent que les amendements organiques provenant de la litière (surtout racinaire) de matériel végétal local, cas d'*Andropogon gayanus* et d'*Andropogon ascinodis* s'avèrent être une alternative à l'amélioration de la fertilité des sols.

**Mots clés :** *Andropogon gayanus*, *Andropogon ascinodis*, amendements organiques, zone soudano-sahélienne, minéralisation du carbone, jachère, fertilité.

## INTRODUCTION GENERALE

Le Burkina Faso, à l'instar des autres pays sahéliens est soumis à une forte dégradation de ses superficies forestières et partant de ses sols. Ce processus qui constitue une menace sérieuse à la production végétale est dû aux variations climatiques et surtout aux facteurs anthropiques (Piéri, 1989).

En effet, les pratiques agricoles telle que l'agriculture itinérante sur brûlis dénudent les sols, occasionnant ainsi leur encroûtement lors des précipitations de forte intensité de début de saison pluvieuse. On assiste alors à une forte érosion des sols du fait d'un ruissellement plus accru (Roose, 1993 ; Scholes *et al.*, 1994). En outre, l'alternance entre la saison sèche et la saison pluvieuse provoque un accroissement de l'activité biologique du sol, et donc une accélération de la combustion de l'humus (Jean, 1975 ; Barbier et Ruas, 1994). Par ailleurs, les sols étant à dominance ferrugineux et constitués de faible teneur en argile qui plus est de qualité médiocre (Kaolinite) (Woomer *et al.*, 1994), il s'en suit un effondrement de leur structure.

Enfin, le déplacement des isohyètes du Nord vers le Sud (Piéri, 1989) influence aussi la dynamique de la végétation et des sols de la zone soudanienne : la végétation de la limite nord de la zone soudanienne prend de plus en plus le caractère d'une végétation sahélienne avec la disparition de certains taxons (Bremner et Cissé, 1978). Par ailleurs, la fréquence des zones encroûtées augmente avec la sécheresse (Floret et Pontanier, 1994).

Tous ces facteurs qui affectent la fertilité des sols constituent donc une entrave sérieuse à l'intensification de la production. La fertilité des sols, c'est à dire la capacité de réponse productive des sols (Somé, 1996), est par conséquent un problème qui se pose avec acuité dans les pays sahéliens.

Des stratégies telle que la jachère naturelle de longue durée avaient été alors développées par les paysans pour pallier cette baisse du niveau de fertilité des sols. En effet, la capacité de la jachère naturelle de longue durée à restaurer la fertilité des sols a été bien établie par de nombreux auteurs tels que, Jean (1975), Sédogo (1981 et 1993), Piéri (1989), Zoungrana (1993) et Somé (1996).

Cependant, avec la pression démographique sur les terres, on observe un raccourcissement de la durée de la jachère, voire une certaine tendance à sa disparition au profit d'une agriculture sédentaire de type « minier » qui se traduit par l'utilisation de peu ou pas d'intrants agricoles et par l'exportation des résidus de récolte (Jean, 1975 ; Taonda *et al.*, 1995 ; Albrecht *et al.*, 1998). Ce système qui « appauvrit » considérablement le sol est à la base de la chute des rendements observée dans les zones de production.

C'est ce qui a motivé les nombreux travaux relatifs à la jachère en vue de trouver des alternatives à la jachère de longue durée. Les thèmes généralement abordés par les chercheurs ont été l'objet d'une synthèse fait par Floret et Pontanier (1994) dans « Recherches sur la jachère en Afrique Tropicale » et sont relatifs à :

➤ la dynamique de la végétation des jachères : les nombreux auteurs ayant abordé ce thème (Ouédraogo, 1985 ; César et Coulibaly, 1991 et 1993 ; Cissé *et al.*, 1993 ; Floret et Pontanier, 1993 ; Zoungrana, 1993 ; Somé, 1994 et 1996) ont observé une évolution du type bio-morphologique des groupements végétaux, surtout herbacés, en fonction de la durée et de l'état de la jachère.

➤ la jachère et la dynamique de la matière organique : les auteurs comme Charreau et Nicou (1971), Soltner (1994), Feller *et al.* (1993), Feller (1994), Hoefsloot *et al.* (1993) et Somé (1996), ont montré l'existence d'une corrélation positive entre l'augmentation du stock organique du sol et le type de végétation dominant dans les jachères. Ce qui a laissé entrevoir une possible amélioration de la fertilité des sols cultivés par l'implantation d'un type de végétal donné.

Une amélioration de la gestion des terres agricoles s'avère donc impérative pour la protection de l'environnement et pour un accroissement bien mené de la production vivrière, particulièrement dans notre contexte socio-économique dégradé (individualisme agricole, pauvreté).

C'est ainsi que de nombreux auteurs (Charreau et Nicou, 1971 ; Charreau, 1972 cité par César et Coulibaly, 1991 ; César et Coulibaly 1991 et 1993 ; Hoefsloot *et al.*, 1993 ; Sédogo, 1993 ; Hien *et al.*, 1994 ; Somé, 1996) ont préconisé l'introduction dans le système de rotation de culture d'une sole fourragère à enracinement dense et profond ou fixatrice d'azote pour réduire la durée de la jachère, tout en conservant ses fonctions principales.

C'est dans ce cadre que se justifie notre étude qui porte sur les jachères améliorées à *Andropogon gayanus* et à *Andropogon ascinodis*.

Dans le présent mémoire, nous aborderons dans un premier chapitre la position du sujet ; dans un second chapitre, nous ferons ressortir l'état des connaissances sur le sujet. Dans un troisième chapitre, nous présenterons la zone d'étude ; au quatrième chapitre, nous exposerons la méthodologie. Aux chapitres cinq, six, sept et huit, nous présenterons les résultats, suivis de discussions ; enfin, dans une conclusion, nous ferons ressortir l'essentiel des acquis de cette étude.

**Première partie :**  
**Généralités**

# Chapitre I :

## Position du sujet

### 1.1. Historique de la zone d'étude

Le Burkina Faso a connu ces vingt cinq dernières années une régression considérable de ses formations végétales naturelles en générale et celles de sud et du sud-ouest en particulier, zone la plus boisée du pays (Alexandre, 1993 ; De Blic, 1997).

La bonne gestion de ce qui reste comme patrimoine forestier national est, depuis la sécheresse des années 1971-1973, la préoccupation majeure de l'Etat. Aussi, se devait-il de trouver des solutions idoines afin de réduire les effets de la pression humaine (essartage) et animale (surpâturage) sur les massifs forestiers. Parmi les nombreuses initiatives du gouvernement, figure l'élaboration du projet « Aménagement des forêts naturelles pour la sauvegarde de l'environnement et la production de bois » (Alexandre, 1993). Ce projet a été mis en place avec le concours de la FAO en 1985.

C'est ainsi que la forêt du Nazinon, qui avait fait l'objet d'un classement en 1954 par l'administration coloniale (De Blic, 1997), a été concernée. Ce projet est connu sous le nom de PNUD/BKF/85/011. Les populations riveraines ont été déguerpies pour laisser la place à un vaste chantier d'aménagement forestier, aboutissant à la reconstitution de la zone forestière qui couvre une superficie de 4800 ha (Alexandre, 1993).

## 1.2. Justification

Les différents travaux sur les jachères ont permis d'analyser et d'ajuster les modifications physiques, chimique et biologiques du sol en fonction de groupements végétaux post-cultureux identifiés (Zoungrana, 1993 ; Somé, 1996 ; De Blic, 1997 ; Somé *et al.*, 2000/b). Somé (1996) a ainsi proposé :

- un modèle de représentation de la différenciation structurale en fonction de la nature et de la structure des communautés végétales post-culturelles : les espèces herbacées (*Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis*) créent en effet au niveau de leur rhizosphère, une différenciation structurale locale. Cette différenciation structurale amorce une dynamique spatiale des éléments pédologiques par nucléation avec extension et coalescence ultérieure d'états structuraux identiques quand les touffes graminéennes entrent elles-mêmes en contact. La structure fragmentaire très nette, en agrégats polyédriques fins observée sous *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis*, offrirait les meilleures possibilités d'alimentation hydrique et minérale et d'activités biologiques par une bonne aération de la masse du sol (Caillot *et al.*, 1982 ; Ruellan et Dosso, 1993 ; Baize et Jabiol, 1995, tous cités par Somé, 1996).
- un modèle de la distribution de la matière organique, de ses fractions et de leur niveau de minéralisation en jachère : l'outil isotopique ( $^{15}\text{N}$ ) a permis de montrer que la cinétique du renouvellement des stocks organiques en jachère est largement sous la dépendance de la dynamique dans le temps et dans l'espace des différentes espèces d'*Andropogon*.

L'agriculture de subsistance, essentiellement à base de céréales (sorgho, mil) reste la principale activité de la population de la zone d'étude. Quelques cultures comme le coton, l'arachide, le pois de terre, le niébé, le maïs, le gombo sont pratiquées. C'est une agriculture traditionnelle, faite avec des outils aratoires rudimentaires (daba, coupe-coupe, feu...), sans intrants agricoles. Les sols s'épuisent vite, les rendements baissent. Dans des conditions où le pouvoir d'achat du paysan ne permet pas un recours aux engrais chimiques et où la pression anthropique sur les terres est forte, de nouvelles techniques de conservation des eaux et des sols pour une amélioration des productions agricoles peuvent susciter chez les agriculteurs un regain d'intérêt certain.

Pour la recherche également, il s'est agi de s'orienter vers l'étude des jachères, en vue d'un raccourcissement des cycles jachères/cultures et partant d'une semi-intensification de l'agriculture, base *sine qua non* d'une sédentarisation des cultivateurs.

Les objectifs de cette étude sont de vérifier :

- 1- le modèle conceptuel proposé par Somé (1996) sur les voies de stockage, d'immobilisation et de minéralisation de la matière sous *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* ;
- 2- l'influence des processus suscités sur les rendements agricoles ;
- 3- les possibilités de réimplanter *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* directement sur des terres abandonnées ;
- 4- la contribution éventuelle de *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* au maintien des conditions bio-physico-chimiques des sols, propices à une agriculture durable.

### 1.3. Les conditions de travail

Les différents travaux comparant les systèmes de culture et de jachère ont toujours montré que dans les sols cultivés, le bilan annuel des éléments nutritifs est négatif et, qu'à l'inverse, le bilan sous jachère est positif. Ce bilan est particulièrement dû au recyclage interne des éléments nutritifs par les graminées pérennes, c'est-à-dire cette capacité qu'elles ont de transférer vers les parties souterraines par le phénomène de la rhizodéposition (litière racinaire), une partie des éléments contenus au départ dans les parties aériennes (Breman, 1982 ; Young, 1989, cité par Floret et Pontanier, 1994 ; Abbadie, 1990, cité par Somé, 1996). Du reste, en savane, une grande partie des organes aériens des végétaux est détruite chaque année par le passage des feux et transformée en cendre qui peut être partiellement réincorporée au sol. Ce sont donc les parties souterraines qui contribuent le mieux à la formation des stocks organiques (Young, 1989, cité par Floret et Pontanier, 1994 ; Abbadie, 1995). Bilgo (1999) a en effet observé que le feu n'a pas d'impact significatif sur le statut organique des jachères. Breman (1982) donne 10 à 15 Kg N/ha qui serait ainsi restitués par les parties souterraines. Pour les savanes à *Andropogon* spp., Greenland (1977, cité par Somé, 1996) trouve une accumulation de l'ordre de 2 à 10 Kg N/ha/an. A Sobaka la densité racinaire est de l'ordre :

- de 0,153t/ha pour *Andropogon pseudapricus*, herbacée annuelle ;
- de 1,55t/ha pour *Andropogon gayanus* ;
- de 0,974t/ha pour *Andropogon ascinodis* (Somé, 1996).

Notre site d'étude présente :

- des températures généralement supérieures à 25°C (Somé, 1996), l'effet de la température ne s'exprime que pour les tropiques d'altitude lorsque les températures sont inférieures à 18-20°C (Laudelout *et al.*, 1960, cité par Feller *et al.*, 1993) ;
- des sols principalement ferrugineux tropicaux lessivés ; on peut supposer que les gains par altération du substrat sont approximativement équivalents aux pertes par érosion (Somé, 1996).

#### 1.4. Les hypothèses de travail

Des données quantitatives que donnent Somé, (1996) et Somé *et al.* (2000/a), on peut retenir :

- un gain net en azote et carbone sous couverture à herbacées annuelles ;
- un gain net 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 biomasse microbienne sous touffes à herbacées pérennes, 2 à 3 fois supérieure à celle que l'on observe sous touffes à herbacées annuelles ;
- une texture des sols à tendance limono-sableuse à sablo-argileuse. La matière organique dans ce type de sol aura tendance à former une « fraction organo-limoneuse » en surface avec un rapport carbone sur azote (C/N) compris entre 10 et 15 et une « fraction organo-argileuse » en profondeur avec un C/N inférieur à 10 (Feller *et al.*, 1993) ;
- des pressions anthropiques modérées qui n'influent donc pas trop sur les stocks organiques. En effet, le niveau d'exploitation déterminerait largement le bilan des éléments nutritifs (Hoefsloot *et al.*, 1993) ;
- une végétation spontanée post-culturelle variée aussi bien dans sa composition floristique que dans son mode d'implantation. La quantité et la qualité des stocks organiques à chaque stade de la succession post-culturelle dépendront donc essentiellement de la nature du couvert végétal et de sa composition.

## Chapitre II : Etat des connaissances sur le sujet

### 2.1. Biologie du matériel végétal

#### 2.1.1. Présentation générale de *Andropogon* spp.

*Andropogon gayanus* Kunth, *Andropogon ascinodis* C.B.Cl, *Andropogon pseudapricus* Stapf, seront l'objet de notre étude.

*Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* sont des graminées vivaces indicatrices de fertilité (César et coulibaly, 1991 et 1993 ; Somé, 1992, 1994 et 1996 ; Hien, 1996 ; De Blic, 1997 ; Somé *et al.*, 2000/b) et très appréciées par le bétail dans les zones soudano-sahéliennes. Elles sont d'un intérêt écologique certain. En effet pour Fournier, (1986), « (...) Ces plantes à vie relativement longue (graminées pérennes)(...) se conforment également toutes au même type de stratégie de « compétitrices » au sens de Grime, (1979) ».

Ce type de stratégie dit-il « se reconnaît à une série de caractéristiques génétiques qui permettent un taux élevé de captation des ressources dans une végétation dense et productive ».

C'est une stratégie qui permet donc à *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* de produire un fourrage abondant et de qualité (Fournier, 1992 ; Buldgen et Dieng, 1997), et de maintenir leur feuillage vert pendant la majeure partie de l'année.

En outre, ce sont des espèces vigoureuses qui ont une bonne appétibilité, ainsi qu'une bonne valeur nutritive (Fournier, 1992) ; d'où l'intérêt de leurs études dans le domaine de l'élevage.

Aussi, *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* s'avèrent-elles être pour l'agronomie des graminées aux propriétés nettoyantes (éliminent les adventices) et aux effets structurants

nets au niveau des sols cultivés (Bowden, 1963 ; Jones, 1979, tous cités par Djimadoum, 1999 ; Buldgen et Dieng, 1997 ; De Blic, 1997 ; Somé *et al.*, 2000/b).

Enfin, *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* sert dans l'artisanat à la confection des toits des cases, des greniers, des nasses, des paniers et des ruches (Le Mire-pêcheux, 1995).

*Andropogon pseudapricus*, graminée annuelle, est également appréciée, mais dans une moindre mesure, car elle est absente pendant la majeure partie de l'année.

### 2.1.2. Taxonomie

Le genre *Andropogon* appartient à :

- l'embranchement des *Spermaphytes* ;
- la classe des *Monocotylédones* ;
- l'ordre des *Glumales* ;
- la famille des *Graminées* ;
- la sous famille des *Panicoïdes* ;
- la Tribu des *Andropogonées*.

### 2.1.3. Description du genre *Andropogon*

Jacques-Felix (1962) en fait la description suivante :

*Andropogon* spp sont :

- des herbes généralement vivaces à chaumes simples ou ramifiés, de port et de dimensions très variables ;
- les feuilles sont de formes diverses, généralement atténuées en pointe au sommet ;

- l'inflorescence est constituée de racèmes géminés terminaux ou caulinaires réunis en panicules lâches pourvues de spathes dispersées ;
- les épillets sont géminés, l'un sessile, l'autre pédicellé. Les épillets sessiles sont dorsalement ou latéralement comprimés presque toujours aristés. Les épillets pédicellés sont souvent très différents des sessiles en formes et en dimension, toujours plus ou moins comprimés dorsalement, jamais concaves, ni cannelés sur le dos ;
- les grains sont étroitement lancéolés à oblong de profil, arrondis sur le dos, embryon égale à la moitié des grains.

#### 2.1.4. Caractères distinctifs des *Andropogon*

Quelques caractères distinctifs des *Andropogon* (*Andropogon gyanus*, *Andropogon ascinodis* et *Andropogon pseudapricus*) sont présentés dans le tableau 1.

**Tableau 1** : Quelques caractères distinctifs des *Andropogon*.

Caractères \ Espèces	<i>Andropogon gyanus</i>	<i>Andropogon ascinodis</i>	<i>Andropogon Pseudapricus</i>
Type bio-morphologique	Hemicryptophyte Cespiteux	Hemicryptophyte Cespiteux	Thérophyte Cespiteux
Taille en cm (sur une même station)	160 à 400	80 à 180	150
Diamètre des touffes à la base en cm	85 à 185	70 à 100	-
Inflorescence	Panicule allongée sur les 2/3 supérieure de la plante	Racèmes terminaux et anthères jaunes	Panicule terminale pouvant être ramifiée
Diamètre des racines en mm	1 à 3	< 1	< 0,5

(Source : Tassambédo, 2000)

## 2.1.5. Cycle de développement Saisonnier

### 2.1.5.1. Cycle des graminées pérennes : *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis*

Les *Andropogonées* pérennes ont un cycle complet de développement saisonnier d'une durée de six à sept mois. Ce cycle varie cependant selon les écotypes et la position géographique. Il est de quatre mois en zone sahélienne et atteint jusqu'à neuf mois à la limite méridionale de l'aire de dispersion (Buldgen et Dieng, 1997).

Dans les zones caractérisées par des pluies estivales dues à la remontée du Front Inter Tropical (FIT, climat de mousson), le stade montaison se manifeste au mois de septembre, avec une diminution de la longueur des jours. La floraison commence dès octobre et se manifeste durant plusieurs mois. Quant à la maturation des graines, elle s'échelonne de novembre à janvier. Ces données fournies par Buldgen et Dieng, (1997) sont issues de la région de Thiès au Sénégal. Elles trouvent cependant toute leur application dans notre contexte, eu égard aux conditions pédoclimatiques comparables entre les deux zones d'étude.

Ces résultats ont été attestés par des études similaires menées dans les savanes du nord de la Côte d'Ivoire par Fournier (1982).

### 2.1.5.2. Cycle de la graminée annuelle, *Andropogon pseudapricus*

Le cycle de *Andropogon pseudapricus* est assuré par des semences (organes de multiplication des graminées annuelles), obtenues après germination (mai-juin), montaison (août-septembre), fructification (octobre-novembre), décrépitude et mort (janvier-février), des touffes de l'année précédente (Fournier, 1982).

## 2.1.6. Ecologie et intérêt écologique

### 2.1.6.1. Ecologie

Les Andropogonées ont une large tolérance écologique (Fournier, 1992 ; Buldgen et Dieng, 1997), tant sur le plan climatique (s'adaptent entre les isohyètes 400 et 1500 mm), que sur le plan pédologique: elles s'adaptent à divers types de sol tels que :

- les sols inondés en période pluvieuse, sableux et perméables en région sèche et argileuse sans drainage ailleurs ;
- les sols drainés, sableux et à bonne économie en eau en région sahélienne ;
- les sols drainés, sablo-argileux, bien pourvus en matière organique en région soudanienne ;
- et les sols particuliers, riches en magnésium ou en aluminium libre (Buldgen et Dieng, 1997).

### 2.1.6.2. Intérêt écologique des Andropogonées

*Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* sont des graminées qui tiennent lieu d'espèces indicatrices dans les jachères, traduisant l'aptitude de remise en culture de celles-ci (Somé, 1996 ; De Blic, 1997 ; Abbadie *et al.*, 2000 ; Somé *et al.*, 2000/b). Ce sont des espèces qui s'adaptent à de faibles taux d'humidité du sol et résistent au passage des feux de brousse (on observe des repousses pendant la saison sèche, même après le passage du feu) (Hien, 1996). La vigueur de ces graminées provient du fait que :

- elles produisent un système racinaire puissant et abondant à fort taux de renouvellement (Buldgen et Dieng, 1997). En effet, leurs phytomasses souterraines sont bien plus importante que leurs parties aériennes : « elles représentent en moyenne sur l'année 80% du total de la phytomasse » (Fournier, 1986) ;
- elles ont calqué leur phénologie sur les périodes post-incendiaires et elles produisent des semences protégées par des glumes (téguments épais protégeant la graine) (Guinko S., comm. personnelle). Le passage du feu s'avérerait donc être un prétraitement naturel pour ces graines (le feu fragilise les téguments), favorisant ainsi leurs germinations.

Aussi, ces graminées participent aux cycles bio-géochimiques en contribuant à la remontée des éléments minéraux (azote, potassium) perdus par lixiviation. Par ailleurs, la

structure spatiale de l'appareil souterrain de ces graminées leur confère la propriété d'organiser un circuit court au niveau du cycle de l'azote (Abbadie *et al.*, 2000). Ce qui permet à l'azote de passer ainsi directement des racines mortes vers les racines vivantes, sans transiter par le stock humique du sol (Abbadie *et al.*, 2000). En outre, ces graminées utilisent préférentiellement pour leur nutrition les ions ammonium en lieu et place des nitrates utilisés par les autres taxons (Abbadie *et al.*, 2000). Cela a pour avantage d'éviter la lixiviation de l'azote minéral par la fixation des ions ammonium sur le complexe argilo-humique (Abbadie *et al.*, 2000).

Enfin, ces graminées, par leur rôle fertilisant indéniable (Somé, 1996 ; Buldgen et Dieng, 1997 ; De Blic, 1997), préparent le terrain pour l'installation progressive des sous-ligneux, ainsi que des ligneux. Ils constituent de ce fait des « espèces clés de voûte » dans les successions post-culturelles (Somé *et al.*, 2000/b).

## 2.2. Matière organique et fertilité des sols

La matière organique joue un rôle fondamental dans l'amélioration bio-physico-chimique des sols.

En effet, Piéri (1989 et 1991) et Feller (1994) ont établi l'existence d'une corrélation positive et forte entre la stabilité structurale et la teneur en matière organique du sol. La matière organique s'associe d'une part aux sols « lourds » pour les rendre friables et d'autre part aux sols trop « légers » afin de former des agrégats stables (Soltner, 1994). La plupart des auteurs s'accordent sur l'effet bénéfique de la matière organique sur la capacité de rétention en eau dans les sols sableux, mais aussi de drainage des sols inondés. Ce qui contribue à garder les particules du sol à l'état floculé et partant à empêcher la structure du sol de se dégrader. La propriété qu'a la matière organique à agréger les particules du sol et à complexer certains métaux (fer, aluminium) lui est conférée par deux de ses composés : les polysaccharides et l'humus (Sédogo, 1981 et 1993 ; Allbrecht *et al.*, 1998). Ces composés sont perdus au cours de la culture continue, entraînant une déstabilisation de la structure du sol. Il s'en suit alors une chute des rendements liée à la difficulté d'enracinement et d'alimentation des cultures (Piéri, 1991). Ce qui est une mesure indirecte de la baisse de la fertilité. Soltner (1994) et Bernal *et al.* (1998) ont aussi constaté que c'est la qualité de la matière organique qui intervient le plus dans la conservation de la productivité des sols.

Selon eux, si à court et moyen terme les matières organiques d'origine et de formes diverses induisent des effets significatifs et positifs sur les propriétés bio-physico-chimiques des sols, cela n'est plus le cas à long terme. En effet, les travaux sur le fractionnement de la matière organique ont permis de montrer qu'elle représente en fait un ensemble très hétérogène de composés chimiques d'origine végétale, animale ou microbienne (Swift et Sanchez, 1984, cité par Ouédraogo, 2000 ; Nacro *et al.*, 1996 ; Nacro, 1997 ; Albrecht *et al.*, 1998) à fonctions différentes dans le sol. Plusieurs fractions ont été ainsi isolées à partir de la matière organique : Young (1987, cité par Somé, 1996) et Feller *et al.* (1993) en distinguent trois ; tandis que Jenkinson et Rayner (1977, cité par Somé, 1996) en distinguent cinq.

La synthèse sur le fonctionnement de ces différentes fractions a permis de les regrouper en deux composantes principales :

- une fraction organique non stable qui sert à l'alimentation de la biomasse microbienne et à la fourniture rapide d'éléments nutritifs par le processus de minéralisation à d'éventuels consommateurs (Woomer *et al.*, 1994) ;
- une fraction de matière organique stabilisée ou humus stable, incorporée dans le squelette minéral du sol. Elle favorise le maintien de la stabilité structurale et une accumulation des éléments nutritifs (Hoefsloot *et al.*, 1993).

Les composants de la première fraction sont les sucres et les celluloses. Par contre, ceux de la seconde fraction regroupent essentiellement les celluloses oxydées et la lignine présente exclusivement dans les matières organiques d'origine végétale (Soltner, 1994 ; Parton *et al.*, 1987, cité par Woomer *et al.*, 1994). Ce sont donc les amendements complexés avec ce type de matière organique qui sont les mieux indiqués pour améliorer la fertilité des sols, en vue de la durabilité des systèmes de productions. C'est ce qui a permis à Soltner (1994) de conclure que « c'est la prairie qui produira l'amélioration la plus complète de la stabilité structurale, dans l'immédiat comme dans le long terme (...) Cet effet maximal résulte surtout de l'incorporation parfaite, quasi microscopique, de la matière organique aux moindres particules du sol, par les racines (surtout celles fasciculées des graminées dont les effets dépassent beaucoup ceux des légumineuses aux racines pivotantes) et par les microorganismes qui les entourent ».

Des études plus récentes (Somé, 1996 ; De Blic, 1997) ont aussi permis de constater que c'est sous des prairies à graminées pérennes telles que *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* que l'on trouve des structures évoluées de type fragmentaire ou grumeleux. Ce

sont ces types de structure qui offrent les meilleures possibilités d'alimentation hydrique et minérale et d'activités biologiques (Somé, 1996 ; De Blic, 1997).

Il est important aussi de noter que l'humus stabilisé est un colloïde électronégatif qui s'associe avec l'argile pour former le complexe argilo-humique ou complexe adsorbant. C'est un complexe qui a la propriété de retenir par adsorption les cations libres de la solution du sol (Scholes *et al.*, 1994 ; Woomer *et al.*, 1994), empêchant ainsi leur lixiviation. Réciproquement, ces cations peuvent être libérés dans la solution du sol au profit de la plante. Cela permet à la plante de réguler elle-même ses besoins afin d'éviter les effets dégressifs des rendements dus aux apports exclusifs et excessifs de fertilisants minéraux (Sédogo, 1993 ; Hien *et al.*, 1994). Par ailleurs, le complexe offre à la plante de meilleures conditions d'alimentation par le rôle tampon qu'il joue sur les variations de pH du sol. En outre, l'humus du complexe est minéralisé lentement mais régulièrement dans le temps à un rythme de 1,5 à 2% par an par les micro-organismes du sol, favorisant ainsi un recyclage permanent des éléments nutritifs (Myers *et al.*, 1994 ; Soltner, 1994). Enfin, la fraction non stable et stabilisée de la matière organique constituent le support de l'activité biologique du sol indispensable pour le recyclage des éléments nutritifs, mais aussi pour une bonne croissance racinaire : la flore et la faune du sol, par leurs excréta et leurs sécrétions ainsi que par leurs cadavres, contribuent à enrichir le sol en nutriments et participent à la formation d'agrégats stables (Lavelle *et al.*, 1991 ; Mitja et Puig, 1993 ; Scholes *et al.*, 1994 ; Woomer *et al.*, 1994 ; Mando et Stroosnijder, 1999).

### **2.3. Jachère et dynamique de la matière organique**

La jachère a été définie par la plupart des auteurs comme une terre laissée temporairement sans culture (Jean, 1975 ; Piéri, 1989 ; Zoungrana, 1993 ; Somé, 1996). Cette notion de terre au « repos » suppose au préalable qu'elle soit « fatiguée » et donc inapte à la production. La jachère est par conséquent une méthode de restauration des sols. Elle améliore le degré de fertilité des terres, mais aussi les permet de résister aux effets dégradants dus à l'érosion (Sédogo, 1981 et 1993 ; Piéri, 1989 et 1991 ; César et Coulibaly, 1991 ; Feller *et al.*, 1993 ; Roose, 1993 ; Bilgo, 1999).

En effet, les nombreux travaux d'auteurs sur les jachères (Piéri, 1989 ; Sébillotte, 1991 et 1993 ; Roose, 1993 ; Zoungrana, 1993 ; Somé, 1994 et 1996 ; Bilgo, 1999 ; Somé *et al.*, 2000/a) ont permis de cerner les contours du processus de restauration des sols.

Les études menées par Somé *et al.* (2000/a) à Sobaka ont permis de constater que l'évolution bio-physico-chimique des sols sous jachère est fortement induite par celle de la végétation. A l'aide d'une modélisation, Somé *et al.* (2000/b) a pu établir un lien entre le statut organique d'une terre, le type bio-morphologique de la végétation naturelle la colonisant et le mode de gestion de cette terre. Ce qui a conduit à l'identification de deux espèces « clés » indicatrices respectivement de baisse et de hausse du stock organique du sol, en fonction du mode de gestion. Ce sont :

- *Eragrostis tremula*, thérophyte unicolmaire. C'est une espèce herbacée annuelle qui prédomine dans les parcelles ayant bénéficiées d'au moins 6 ans de culture permanente sans apport d'intrants ;
- *Andropogon gayanus*, hémicryptophyte cespiteux. C'est une espèce herbacée vivace colonisant les jachères de 6 à 10 ans d'âge où elle forme le plus souvent un peuplement monospécifique.

Roose (1993) a également reconnu le rôle que joue le type bio-morphologique de la végétation dans les variations du statut organique des sols ferrugineux tropicaux. Ses travaux lui ont permis de conclure que l'encroûtement et partant le ruissellement et l'érosion observés au niveau des sols cultivés et des jeunes jachères sont induits par leur faible teneur en matière organique. Cette faible teneur est elle-même induite par la mauvaise couverture de ces sols en adventices pérennes. Inversement, il a observé que c'est au sein des vieilles jachères où prédominent les herbacées pérennes à enracinement dense que l'on observe une accumulation de la matière organique du sol et par conséquent une amélioration nette de l'infiltration. La capacité de ces herbacées pérennes à rehausser le niveau du stock organique du sol provient principalement de la faculté de leurs racines à se renouveler rapidement (Fournier, 1986 et 1992 ; César et Coulibaly, 1991 ; Hoesflood *et al.*, 1993 ; Somé, 1996 ; Buldgen et Dieng, 1997). La matière organique « figurée » ou fraction « débris végétaux » (Feller *et al.*, 1993 ; Feller, 1994) ainsi apportée par la litière racinaire va se décomposer à travers deux processus complémentaires, plus ou moins simultanés (Chamayou et Legros, 1989 ; Gobat *et al.*, 1998, tous cités par Ouédraogo, 2000 ; Nacro, 1997) : l'humification et la minéralisation.

La minéralisation est le processus de dégradation de la matière organique labile qui aboutit à la libération de divers éléments minéraux ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{PO}_4$ ...). Cette dégradation s'opère par le biais de la faune et de la flore du sol. La minéralisation est par conséquent un processus de déstockage de la matière organique du sol, donnant lieu au recyclage des éléments minéraux. Il faut cependant souligner que la dégradation de la matière organique labile par les organismes du sol n'aboutit pas dans tous les cas à la libération d'éléments minéraux. « De la consommation des litières par les termites, il peut en résulter une séquestration de la matière organique au niveau des termitières sans libération des éléments minéraux » (Jones, 1990, cité par Bernhard-Reversat *et al.*, 2000). Des observations similaires ont été faites par Christensen (1987), Elliott et Coleman (1988), Gregorich *et al.* (1989) et par Feller (1994).

Par contre, l'humification est un processus de complexation de certains composés organiques, notamment la lignine et les celluloses oxydées, difficilement dégradables par les organismes minéralisateurs. Elle aboutit à la formation de substances humiques communément appelées humus stable. Sa stabilité dérive du fait qu'il est physiquement protégé de la décomposition microbienne par les microagrégats argileux du sol (Edwards et Bremner, 1967 ; Tisdall et Oades, 1982 ; Oades, 1984, tous cités par Wooster *et al.*, 1994). L'humus stabilisé n'est cependant pas inerte. Il va amorcer une nouvelle dynamique grâce aux micro-organismes humivores. Comme nous l'avons souligné plus haut, il va se minéraliser lentement, mais régulièrement dans le temps à un taux de 2% par an suite aux attaques de certains micro-organismes (Myers *et al.*, 1994).

Il est important ici de souligner que l'un ou l'autre de ces deux processus sera favorisé en fonction que l'on se trouve dans un système en culture ou en jachère.

Les cultures exportent beaucoup d'éléments minéraux qu'elles ne restituent de matière organique au sol :

- 1) leur litière racinaire est peu abondante (De Blic, 1998) ;
- 2) ce sont des plantes exigeantes du point de vue nutritionnelle.

En outre, le système traditionnel de production est basé sur l'exportation des résidus de récoltes. La matière organique préexistante avant la mise en culture est alors minéralisée pour la nutrition des semis ; Ce qui provoque un épuisement à plus ou moins long terme du stock de matière organique du sol et par conséquent une baisse de fertilité.

Quant à la jachère, elle favorise le stockage de matière organique du sol par le biais de l'humification.

## **Chapitre III : Le milieu d'étude**

### **3.1. Le milieu naturel**

#### **3.1.1. Localisation**

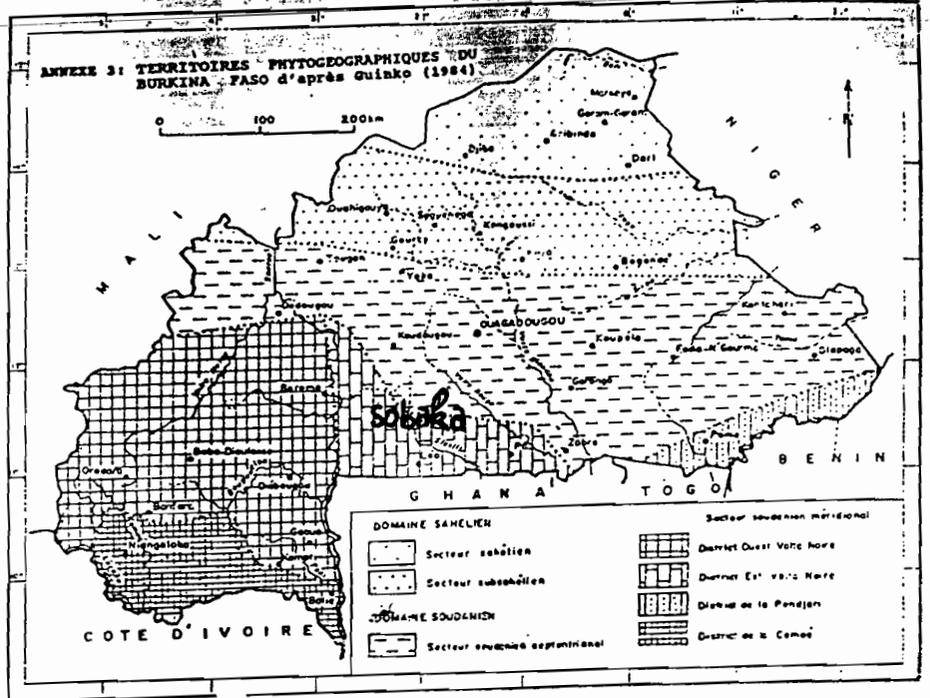
Sobaka, terroir situé à environ 70 km au sud de Ouagadougou, sur l'axe Ouagadougou-Léo (route nationale N° 6) a été le lieu de notre étude.

Il fait partie du département de Sapouy dans la province du Ziro. Le terroir de Sobaka qui s'étend sur 3687,2 ha (Somé, 1996), appartient au domaine soudanien. Il est situé au sein de la forêt classée du Nazinon, au nord du secteur phytogéographique soudanien méridional, à l'intérieur du « district Est-Mouhoun » (Figure 1). Il s'étend entre les latitudes 11°43 et 11°48 Nord et les longitudes 1°38 et 1°43 Ouest (Figure 2).

Figure 1 :

Zones phytogéographiques  
du BURKINA FASO

Source : GUINKO 1984



ANNEXE 1: PRESENTATION GENERALE DE LA FORET CLASSE DE NAZINON  
Source: Projet PNUD/FAO/BKF/89/011 (

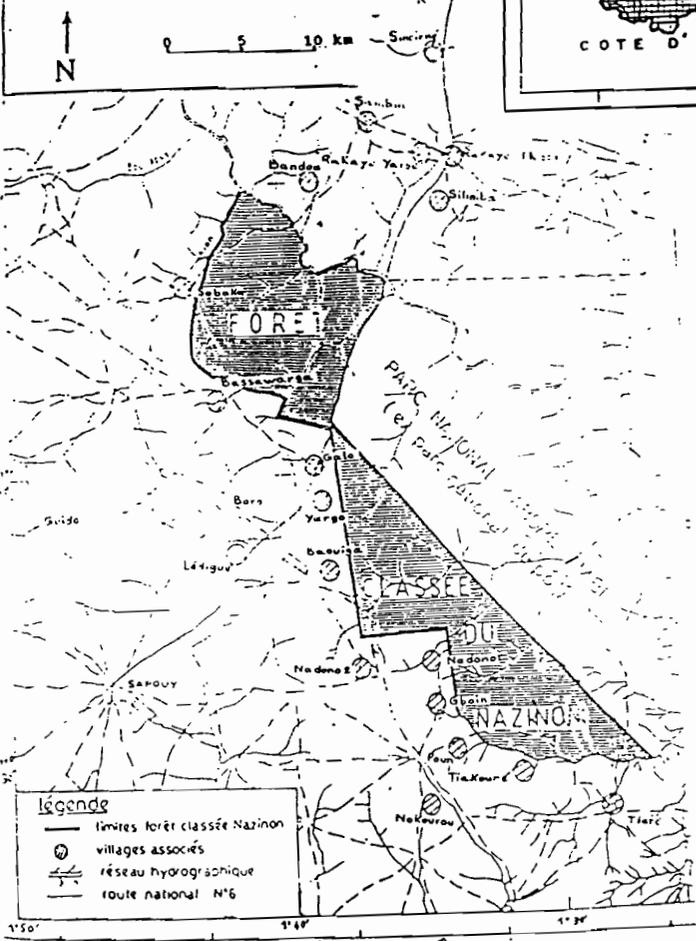


Figure 2 :

Présentation générale de la  
forêt de NAZINON et localisation  
de Sobaka

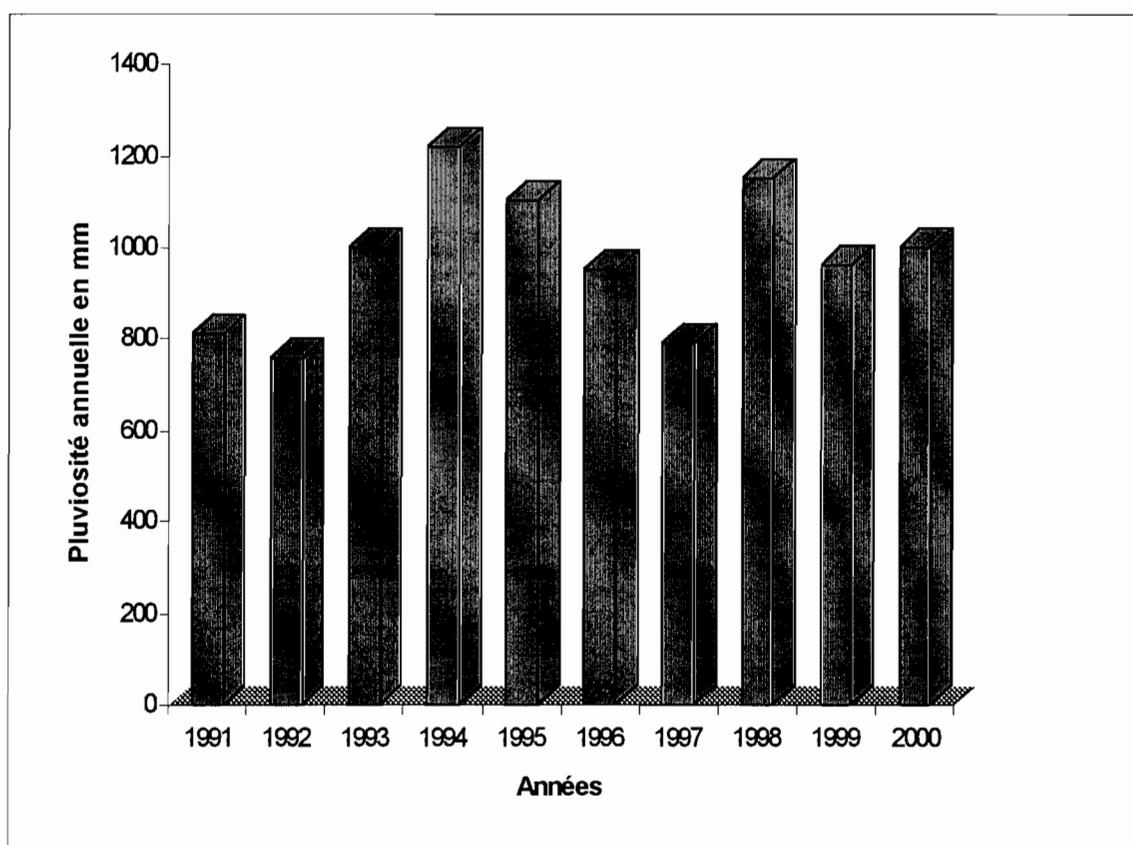
(Source : Projet PNUD/FAO/BKF/89/011

### 3.1.2. Climat

Le district Est-Mouhoun est l'un des districts les plus arrosés du pays. La pluviométrie moyenne annuelle est de 966 mm au cours des dix dernières années, avec un coefficient de variation de 16% (figure 3). Le climat est de ce fait du type sud-soudanien, avec une saison pluvieuse d'une durée de cinq mois et une saison sèche qui s'installe sur sept mois. Ce district constitue donc la zone boisée du pays.

En l'absence d'une station météorologique à Sobaka, les données pluviométriques ont été recueillies à Sapouy, localité située à 30 Km au sud de Sobaka.

La température moyenne annuelle est de 28°C (Somé, 1996), avec des amplitudes thermiques moyennes assez faibles (24°C minima moyens annuels et 33°C maxima moyens annuels sur les dix dernières années) à cause de la végétation naturelle qui joue un rôle tampon sur le climat, réduisant ainsi les écarts moyens de température.



**Figure 3** : Evolution de la pluviométrie annuelle de 1991 à 2000 en mm (données de la Direction de la Météorologie Nationale de Ouagadougou).

### 3.1.3. Les sols

Selon les études pédologiques faites par Zombré *et al.* (1995), réalisées sur le terroir de Sobaka, nous distinguons 4 classes de sol et 14 unités de sols selon la classification française (C.P.C.S., 1967) :

- les sols à sesquioxyde de fer et de Manganèse (87%) ;
- les sols peu évolués (5%) ;
- les sols minéraux bruts (5%) ;
- les sols hydromorphes à pseudogley d'ensemble (3%).

La parcelle expérimentale a été installée sur un milieu homogène, caractérisé par des sols à sesquioxyde de fer et de Manganèse, en vue d'une comparaison objective des données et d'une analyse soignée des résultats, avec des biais sur l'expérimentateur assez réduits.

### 3.1.4. La végétation

La subdivision du Burkina Faso faite par Guinko (1984) en zones phytogéographiques, domaines, secteurs et districts est le résultat d'une synthèse entre le climat, la flore et la végétation.

C'est ainsi que le secteur soudanien méridional est caractérisé par la présence de l'espèce *Isoberlinia doka*, qui forme les peuplements arborés des forêts claires du Burkina Faso.

Cependant, les savanes du terroir de Sobaka sont dominées par *Detarium microcarpum*, *Combretum glutinosum*, *Gardenia erubescens* et *Parinari curatellifolia* (Fontes et Guinko, 1995).

On note également la présence de stations à *Anogeissus leiocarpus* qui tendent à s'étendre sur le terroir.

La strate graminéenne est marquée par la prédominance de *Andropogon gayanus* et de *Andropogon ascinodis* sur les anciennes jachères, de *Eragrostis tremula*, de *Penisetum pedicellatum*, de *Dactyloctenium aegyptium*, de *Andropogon pseudapricus*, de *Loudetia togoensis*, sur les jachères jeunes et très jeunes.

Quant au paysage agraire, il est dominé par la présence de parcs à *Vitellaria paradoxa* et à *Parkia biglobosa*, généralement épargnés pour leur utilité tant alimentaire que dans les domaines médico-cosmétiques.

Le pâturage est toléré, mais le défrichement est interdit dans la zone classée.

### **3.2. Le milieu humain**

L'ethnie Mossi constitue la composante majeure de la population de Sobaka ; elle est venue s'installer depuis le début des années 1900 (Somé, 1996).

Le terroir était autrefois occupé par l'ethnie Gourounsi, qui a dû migrer plus au sud face au flux migratoire des Mossi. Ils restent cependant les chefs de terres de la zone, imposant leur autorité sur les coutumes et le foncier.

### **3.3. Les activités socio-économiques**

#### **3.3.1. L'agriculture**

On assiste à une juxtaposition des cultures céréalières et des cultures de rentes en occurrence le coton qui tend à prendre de l'ampleur dans la zone. Par cette disposition, il s'agirait pour les paysans d'atteindre un double objectif : assurer la sécurité alimentaire par les cultures céréalières et générer des revenus par la culture du coton. La juxtaposition des cultures permet aussi aux paysans de pratiquer un système de rotation des cultures, réduisant ainsi les effets dégradants du coton sur le sols.

#### **3.3.2. L'élevage**

L'élevage est pratiqué par les Peuls qui vivent à la périphérie de la forêt. L'élevage des petits ruminants est assuré par les paysans eux-mêmes, contrairement à celui des bovins qui est confié aux Peuls, exception faite des animaux de traits qui sont gardés au sein du village.

Il est à noter cependant que la mauvaise gestion des parcours (les peuls se déplacent avec leurs troupeaux suivant le même itinéraire) engendre en certains endroits une pression du bétail sur la végétation herbacée qui reste à l'état de touffes, au ras du sol (cas de *Andropogon*).

### 3.3.3. Les activités forestières

La forêt du Nazinon a été mise en autonomie de gestion par le projet PNUD/BKF/85/ 011 qui l'a aménagée et transféré sa gestion aux Unions des Groupements de Gestions Forestières (U.G.G.F.) sous la supervision de la Direction Régionale de l'Environnement et des Eaux et Forêts du Centre-Ouest (DREEF/CO).

Les techniques de coupe de bois qui ont été enseignées aux bûcherons de chaque U.G.G.F., leurs permettent d'assurer eux-mêmes une bonne gestion des massifs forestiers par des prélèvements réglementaires de bois destiné à la vente.

En effet, depuis l'intervention du projet PNUD/ BKF/ 85/ 011 « Aménagement des forêts naturelles », la forêt classée du Nazinon, d'une superficie de 24000 ha, est moins sujette aux pressions anthropiques et constitue de ce fait une véritable zone boisée (Alexandre, 1993). Le projet, de par son approche participative, a pu responsabiliser et impliquer les populations rurales riveraines à la gestion rationnelle de leur environnement. A cela, il faut ajouter que le succès du projet auprès des populations rurales a été possible grâce à cette approche participative, à savoir :

- la contribution au rétablissement des équilibres socio-écologiques à travers la réorganisation de l'espace rural ;
- l'élaboration d'une approche technique pour la récupération des écosystèmes dégradés ;
- la responsabilisation des populations rurales à la gestion de leur patrimoine ;
- la création d'emplois et de revenus ruraux.

L'exploitation forestière constitue donc une source non négligeable de revenus pour les populations riveraines.

## Chapitre IV : Matériels et Méthodes

### 4.1. Matériels

#### 4.1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de :

- *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis*;
- sorgho.

#### ➤ Techniques de plantation

Le matériel végétal a été implanté par éclats de souches (*Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis*) et par des semences (sorgho).

#### ➤ Choix du matériel végétal

Le choix de *Andropogon gayanus* et de *Andropogon ascinodis* a été guidé par leur disponibilité (plante pérenne), leur adaptabilité et leur accessibilité par la communauté paysanne. Par ailleurs, ces deux espèces ont un usage connu des populations rurales (espèces indicatrices de recouvrement du niveau de fertilité des jachères) et présentent des intérêts socio-économiques certains.

En outre, ce matériel a été sélectionné selon ses performances en tant que plantes fertilisantes et sa capacité à se multiplier facilement.

Enfin, nous avons choisi ce matériel suivant le critère de la durée de son cycle biologique qui doit être relativement court pour lui permettre de proliférer rapidement.

Le choix du sorgho est dû au fait qu'il est la principale spéculatation céréalière de la zone. Les semis de sorgho ont été précédés d'un labour grossier à la charrue. Des opérations de sarclages à la daba puis à la charrue ont été ensuite effectuées après semis. Les parcelles n'ont reçu aucun amendement.

#### **4.1.2. Matériel expérimental**

Le matériel expérimental est composé du site de l'essai.

##### **➤ Le site de l'essai**

Le site a été installé :

- sur un sol ferrugineux tropical lessivé induré profond (Zombré *et al.*, 1995) ;
- dans un champ cultivé pendant 10 ans sans interruption et ayant porté la même spéculatation (sorgho).

##### **➤ Choix du site**

Le choix du site s'est opéré dans le souci de :

- résoudre les problèmes inhérents à l'amélioration de la production au Burkina Faso : les sols ferrugineux tropicaux lessivés sont représentatifs de la zone tropicale (Piéri, 1989 ; Feller, 1994) ;
- favoriser une recherche participative et intégrée à l'environnement rural : le site a pour cadre le milieu réel, au sein du paysage agraire. Les producteurs sont donc associés à la conduite des opérations directrices.

## 4.2. Méthodes

### 4.2.1. Le dispositif expérimental.

Le dispositif principal est un dispositif en parcelles complètement randomisées. Il est constitué de sept traitements se composant comme suit :

- 1- *Andropogon gayanus* pour une jachère de 3 ans puis remise en culture J (Ag)<sub>3</sub> ;
- 2- *Andropogon ascinodis* pour une jachère de 3 ans puis remise en culture J (Aa)<sub>3</sub> ;
- 3- *Andropogon gayanus* pour une jachère de 5 ans puis remise en culture J (Ag)<sub>5</sub> ;
- 4- *Andropogon ascinodis* pour une jachère de 5 ans puis remise en culture J (Aa)<sub>5</sub> ;
- 5- Témoin portant toujours des cultures T (Cc) ;
- 6- Témoin mis naturellement en jachère et cultivé au bout de 3 ans T (Jn)<sub>3</sub> ;
- 7- Témoin mis naturellement en jachère et cultivé au bout de 5 ans T (Jn)<sub>5</sub>.

Surface de chaque bloc : 150m<sup>2</sup> (15m x 10m)

Nombre de répétition : 3

Le repiquage des *Andropogon* s'est effectué du 15 juin au 07 juillet 1997. Des opérations de regarnissage ont été ensuite effectuées les années suivantes.

Au cours de l'année d'installation (1997), deux autres traitements avaient été intégrés dans le dispositif, à savoir :

- sorgho en association avec *Andropogon gayanus* en culture continue C (Ag) ;
- sorgho en association avec *Andropogon Ascinodis* en culture continue C (Aa).

Si cette expérience a pu être menée avec efficacité la première année (1997), elle a été par contre inopérante dès la deuxième année, eu égard au fait que :

- lors du labour, les *Andropogon* se sont retrouvées sur les billons et non plus dans les interlignes ;
- le système racinaire des souches de *Andropogon*, une fois bien installé, constitue un sérieux handicap à la pénétration racinaire des souches de sorgho. De ce fait, une concurrence nutritionnelle s'opère au détriment du sorgho, empêchant ainsi la mise en évidence des effets fertilisants et améliorants des *Andropogon* à travers l'évaluation des rendements du sorgho ;

- la biomasse aérienne des *Andropogon* s'étant développée, elle constitue un écran pour les semis de sorgho, les empêchant ainsi de bénéficier de la lumière pour assurer leur croissance.

Le schéma du dispositif expérimental est le suivant :

1 J(Ag)5 -1-	2 C(Aa) -1-		4 J(Ag)3 -3-	
6 T(Jn)5 -1-	7 T(Jn)3 -3-	8 J(Ag)5 -2-	9 C(Aa) -2-	10 J(Ag)5 -2-
11 J(Aa)3 -1-	12 J(Ag)5 -1-	13 T(Jn)5 -3-	14 T(Jn)3 -2-	
16 C(Aa) -3-	17 J(Ag)5 -1-	18 J(Aa)3 -2-	19 J(Ag)3 -2-	20 J(Aa)5 -3-
21 T(Cc) -1-	22 C(Ag) -3-	23 T(Cc) -2-	24 J(Ag)5 -3-	25 T(Jn)5 -2-
26 C(Ag) -1-	27 T(Cc) -3-	28 C(Ag) -2-	29 T(Jn)3 -1-	30 J(Aa)3 -3-

**Schéma 1 : Dispositif expérimental**

Pour le présent mémoire, nous avons travaillé sur le dispositif secondaire suivant :

- 1- Sorgho après jachère à *Andropogon gayanus* d'une durée de 3 ans SJ(Ag)<sub>3</sub> ;
- 2- Sorgho après jachère à *Andropogon asciodis* d'une durée de 3 ans SJ(Aa)<sub>3</sub> ;
- 3- Sorgho après jachère naturelle d'une durée de 3 ans S(Jn)<sub>3</sub> ;
- 4- Jachère à *Andropogon gayanus* de 3 ans J(Ag)<sub>3</sub> ;
- 5- Jachère à *Andropogon asciodis* de 3 ans J(Aa)<sub>3</sub> ;
- 6- Témoin mis en culture continue T(Cc) depuis 3 ans ;
- 7- Témoin mis en jachère naturelle de 3 ans T(Jn)<sub>3</sub>.

## 4.2.2. Protocole expérimental

### 4.2.2.1. Mesure de la phytomasse épigée des herbacées des jachères

L'évaluation de la phytomasse des herbacées est faite par la méthode de la récolte intégrale qui est selon Fournier et Lamotte (1984) cités par Fournier (1986) et Zoungrana (1993) la plus directe et la plus fiable de par sa simplicité et sa précision. C'est une méthode qui consiste à couper au ras du sol, la matière végétale aérienne préalablement emprisonnée dans un cadre d'une surface de 1m<sup>2</sup>. L'opération est répétée 3 fois au sein des parcelles élémentaires, et un échantillon composite est constitué.

#### ➤ Expressions des résultats

L'évolution des espèces repiquées, en occurrence *A. gayanus* et *A. asciodis*, a été suivie d'une part à travers leur capacité d'adaptation, et d'autre part à travers l'évaluation de leur biomasse.

Pour cela, on a procédé au cours des trois années de l'essai (1997-1998 ; 1998-1999 ; 1999-2000) à l'évaluation du taux de survie, du coefficient de variation du taux de survie et de la densité de semis de ces espèces. Par ailleurs, une évaluation de la biomasse a été faite régulièrement les trois années (1998 ; 1999 ; 2000) qui ont suivi la mise en place de l'essai. Elle est exprimée en tonne (t) de poids sec par hectare (ha).

Le taux de survie (TS) :

$$TS = NPV / NIP \times 100$$

NPV = nombre de pieds vivants à l'instant t.

NIP = nombre initial de pieds repiqués à l'instant  $t_0$ .

TS est exprimé en pourcentage. C'est un rapport qui permet d'évaluer la capacité d'adaptation d'une espèce par rapport à son environnement pédo-climatique.

Le coefficient de variation (Cv) :

$$Cv = S / M \times 100$$

S = écart type.

M = moyenne.

Cv est exprimé en pourcentage. Dans notre cas, il permet de quantifier l'hétérogénéité ou inversement l'homogénéité spatiale des espèces étudiées.

La densité de semis (DS) :

$$DS = NPV / S$$

NPV = nombre de pieds vivants.

S = surface de la parcelle concernée. Dans notre cas, la surface est de 150 m<sup>2</sup>.

#### 4.2.2.2. Méthodes d'analyses chimiques et biologiques

##### a) Le prélèvement des échantillons de sols

Les échantillons de sol ont été prélevés au niveau des horizons 0-10 cm et 10-20 cm, sous touffe et hors touffe, à l'aide d'une tarière. Afin de tenir compte de l'hétérogénéité du milieu, un échantillon composite a été constitué à partir d'un mélange de 5 prélèvements par horizon. Les prélèvements ont été effectués en fin de campagne agricole. Ce qui a permis de mesurer les effets résiduels des traitements, sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus* [SJ(Ag)<sub>3</sub>], sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis* [SJ(Aa)<sub>3</sub>] et sorgho après jachère naturelle de 3 ans [ST(Jn)<sub>3</sub>].

##### b) les méthodes d'analyses chimiques

Les analyses chimiques des échantillons de sol ont été faites au laboratoire de chimie des sols et des végétaux du département Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN/SP) de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA).

La méthodologie de l'extraction des éléments étudiés se présente comme suit :

##### ➤ Dosage du carbone total

Le dosage du carbone organique (C<sub>o</sub>) est effectué par la méthode de Walkley et Black. Un échantillon d'une quantité de sol de 10g est prélevé pour la prise d'essai. Le carbone de l'échantillon est oxydé en CO<sub>2</sub> par une solution normale de bichromate de potassium (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) en excès en milieu acide (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La quantité de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> réduit est proportionnelle à la teneur en carbone. L'excès de titré par le sel de Mohr (F<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>) (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>) en présence d'un indicateur, la diphénylamine. Ce qui permet de calculer la quantité de K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> réduit en effectuant la différence entre le volume de sel de Mohr utilisé pour un échantillon blanc (échantillon témoin) et celui de l'échantillon analysé. Un facteur de correction de 1,33 est appliqué au résultat obtenu du fait d'une oxydation incomplète du carbone.

Le pourcentage de matière organique (MO) est donné par l'expression suivante :

$$MO (\%) = C_o (\%) \times 1,724$$

#### ➤ dosage de l'azote total

L'azote organique a été dosé par la méthode Kjeldahl par colorimétrie automatique après la minéralisation des composés organiques en azote ammoniacal en présence d'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) et de catalyseur.

#### ➤ dosage du phosphore total, du phosphore assimilable, et du potassium échangeable

Le phosphore total est dosé par colorimétrie automatique.

La méthode utilisée pour le dosage du phosphore assimilable est celle de Bray I, à pH 3,5. Le dosage se fait par spectrophotométrie. Un rapport d'extraction de 1g de sol pour 7ml de solution Bray I est nécessaire. La durée d'extraction est égale à une minute. Un facteur de correction de 2,29 est appliqué aux valeurs obtenues afin de tenir compte de leur expression dans le système international.

Le potassium échangeable est dosé par photométrie de flamme.

### c) Méthodes d'analyses biologiques

#### ➤ Les prélèvements des échantillons de sols

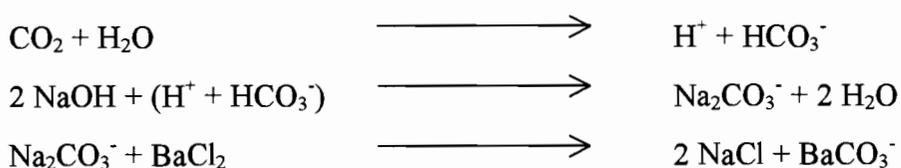
Les échantillons de sols prélevés sont les mêmes que ceux prélevés pour l'analyse chimique, à l'exception du fait qu'ici nous n'avons considéré que l'horizon 0-10 cm, sous touffe et hors touffe.

## ➤ **Minéralisation potentielle du carbone organique**

Des tests de respirométrie ont été effectués afin d'évaluer l'impact des différents traitements sur l'activité biologique du sol. La minéralisation potentielle du carbone a été mesurée selon la méthode proposée par Chaussod et Nicolardot (1982).

L'activité respirométrique, c'est-à-dire le dégagement du CO<sub>2</sub> par les micro-organismes du sol, est proportionnelle à la quantité de carbone organique minéralisée. C'est pour cela que le carbone organique est minéralisé et mesuré au cours d'une période d'incubation, généralement trois semaines, par dosage du CO<sub>2</sub> dégagé. Les échantillons de sol dont la prise d'essai est de 100g sont humidifiés à 80% de la capacité de rétention. Cette étape a pour but de favoriser l'optimum de l'activité microbienne. Les échantillons sont ensuite mis en incubation dans un bocal en verre hermétiquement fermé, contenant un flacon de 20ml de soude (0,1N) et un flacon d'eau distillée (15ml) pour stabiliser l'humidité relative du milieu indispensable à l'activité biologique du sol. Un essai blanc (essai témoin) composé uniquement de soude et d'eau distillée est adjoint aux échantillons pour tenir compte de la carbonisation initiale de la soude dans le bocal. Afin de maintenir les échantillons dans des conditions de température identiques durant toute la phase d'incubation, ils ont été placés à l'étuve à 28°C (± 0,5°C). Le CO<sub>2</sub> dégagé est alors piégé par la soude sous forme de bicarbonate de sodium (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) et dosé par titrimétrie de la manière suivante :

Le Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> formé est précipité par une solution de chlorure de baryum (BaCl<sub>2</sub>, 3%) :



L'excès de soude est neutralisé par HCl (N/10) en présence de la phénolphtaléine. L'incubation des échantillons dure 21 jours.

## ➤ **Biomasse microbienne totale**

La biomasse microbienne totale des sols est mesurée selon la méthode de fumigation proposée par Jenkinson et Powlson (1976) et adaptée par Chaussod et Nicolardot (1982). Cette méthode a été appliquée sur des échantillons de sol incubés à 28°C, à 80% de la capacité de rétention pendant la durée de l'expérience. Cette étape a pour objectif de placer

les échantillons de sol dans des conditions d'humidité qui permettent un développement maximal des micro-organismes présents. La biomasse microbienne est estimée à partir du gain en carbone libéré par la protéolyse des parois microbiennes au cours de la fumigation. Le carbone est alors dosé par titrimétrie.

### ➤ Expression des résultats

La quantité (Q) de CO<sub>2</sub> dégagé et partant de carbone minéralisé est donnée par la formule proposée par Dommergues (1960) :

$$Q \text{ (mg/100g de sol)} = (V1-V2) \times 2,2$$

V1 = Volume moyen de HCl N/10 pour le témoin (Blanc)

V2 = Volume moyen de HCl N/10 pour le traitement

Le coefficient 2,2 mg a été utilisé car 2,2 mg de CO<sub>2</sub> correspond à 1ml de HCl N/10 (Dommergues, 1960).

Quant à la détermination de la biomasse, elle est obtenue à partir de la formule proposée par Chaussod et Nicolardot (1982) :

$$B = [F_{(0-7)} - F_{(7-14)}] / Kc$$

F<sub>(0-7)</sub> représente le carbone (mg/100g) du CO<sub>2</sub> dégagée par l'échantillon fumigé entre 0 et 7 jours d'incubation ;

F<sub>(7-14)</sub> représente le carbone (mg/100g) du CO<sub>2</sub> dégagée par l'échantillon fumigé entre 7 et 14 jours d'incubation ;

Kc, le coefficient de proportionnalité, représente la fraction de carbone minéralisable du compartiment biomasse microbienne. Il dépend du type de sol, mais sa valeur moyenne que nous avons considéré est égale à 0,41.

Nous n'avons pas considéré d'échantillons témoins non fumigé pour corriger F<sub>(0-7)</sub> afin de tenir compte du carbone dégagé d'origine non microbienne, car cette correction est selon Chaussod et Nicolardot (1982) quelque peu arbitraire, « dans la mesure où les conditions écologique régnant dans un sol fumigé sont très différentes de celles d'un sol non traité ».

### 4.2.2.3. Etude de la végétation herbacée.

#### a) Méthodes de relevé

La méthode d'inventaire utilisée est celle des points quadrats alignés qui se distingue pour sa fiabilité, la facilité de son emploi et son caractère non destructif du milieu naturel. Par ailleurs, elle est également conseillée pour « sa rapidité, sa précision et sa signification écologique et agronomique » (Godron *et al.*, 1967, cité par Somé, 1996). Elle étudie la flore par la proportion des différentes espèces herbacées dans le milieu considéré.

#### b) Dispositif :

Sur le terrain, on matérialise les transects permanents par des piquets enfouis dans la végétation. Ces piquets sont répartis de façon systématique sur l'ensemble du pâturage de façon à prendre en compte les différentes variations du milieu. Puis, on recense la présence des espèces à la verticale des points disposés régulièrement le long d'un décimètre ou d'un fil gradué tendu au-dessus du toit de la végétation. La visée est faite tous les 20 cm ; l'observateur note d'une part les espèces situées à la verticale (déterminée à l'œil) de la graduation examinée (Daget et Poissonet, 1971) et d'autre part le nombre de fois (contact) où chaque espèce se trouve le long de cette verticale. « Appliquée à des groupements homogènes, cette méthode peut faciliter la comparaison des différents états du groupement (état de la structure et état du fonctionnement) » (Somé, 1996).

Les parcelles étant de forme rectangulaire et pour intégrer toutes les hétérogénéités du terrain, nous avons opté pour un inventaire suivant les diagonales. Cela a permis de déterminer 91 points de lecture par diagonale (chaque diagonale a une longueur de 18,03 m), soit 182 points de lecture par parcelle. Par ailleurs, la détermination des espèces inconnues a été possible grâce aux ouvrages de Berhaut (1967), Merlier et Montegut (1982) et Akobundu et Agyakwa (1989).

### c) Expression des résultats :

Les données récoltées ont abouti à la détermination :

- de la fréquence spécifique (Fs) : la fréquence spécifique d'une espèce i est le nombre de points où l'espèce a été rencontrée par rapport au nombre total de points.

$F_{si} = (\text{Nombre de points où l'espèce est rencontrée} / \text{Nombre total de points de la ligne})$ .

Cette fréquence donne une idée de recouvrement de chaque espèce, puisque la somme des fréquences spécifiques peut être supérieure à 100. Cela s'explique par le fait que la végétation est constituée de strates superposées, ce qui donne la possibilité de recenser plusieurs espèces à la fois sur un même point de lecture.

- de la Contribution Spécifique Présence (CSP) : c'est le rapport de la fréquence spécifique de l'espèce à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées. Elle est exprimée en pourcentage.

$$CSP_i = (F_{si} / \sum F_s) \times 100$$

Ce rapport permet de contrôler l'évolution de la composition floristique d'un peuplement en ne tenant pas compte du recouvrement (Somé, 1996). La CSP selon Daget et Poissonet (1971) peut être considérée comme l'expression relative de la biomasse végétale : elle est l'expression indirecte de l'importance des espèces les unes par rapport aux autres.

Pour évaluer le niveau d'affinité des espèces en fonction de la durée de la jachère, nous avons effectué une Analyse en Composante Principale (ACP), avec comme variables, les parcelles inventoriées avant le début de mise en jachère (MJA, MJB, MJC) et celles inventoriées lors de la troisième année de jachère (OJA, OJB, OJC), soit un écart de 4 années de périodes végétatives. Cet écart a été choisi car des jachères d'âge contigu ne peuvent pas significativement se différencier du point de vue floristique. Par ailleurs, nous avons effectué une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) afin de percevoir le niveau de liaison (homogénéité) entre les parcelles ci-dessus citées et entre la flore herbacée de ces parcelles.

### 4.2.3. traitement des données

Les traitements des données des analyses chimiques et biologiques ont été réalisés par le sous-programme « Oneway de SIMSTAT/MVSP ».

Les teneurs des différents éléments dosés et les résultats des tests de respirométrie ont été soumis à une analyse de variance et à un critère de classification au moyen du test de comparaison de moyennes de la plus petite différence significative. Le seuil de probabilité de 0,05 en dessous duquel l'hypothèse nulle (égalité entre les moyennes) est rejetée a été retenu.

Quant aux données d'inventaire, elles ont été soumises à une Analyse en Composante Principale (ACP) réalisée par le programme de STATITCF et à une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA) réalisée par le programme de SIMSTAT/MVSP.

Enfin, des régressions ont été établies à l'aide des logiciels EXCEL et SIMSTAT.

**Deuxième partie :**  
**Résultats-Discussions**

## Chapitre V :

### Evolution des souches des *Andropogonées* repiquées

#### 5.1. Evaluation du taux de survie des *Andropogonées* repiquées

L'analyse du taux de survie au cours de la première année d'implantation (figure 4) montre que *A. gayanus* a une plus grande facilité à s'implanter. Le taux moyen de survie est de 80,77 % pour *A. gayanus*, contre 42,61 % pour *A. ascinodis*. Cette différence d'adaptation entre ces deux espèces est mise en évidence par le coefficient de variation du taux de survie qui est assez élevé ( $Cv = 39,57\%$ ).

Cependant, suite aux opérations de regarnissage (figure 4) au cours de la deuxième année de l'essai, le constat suivant a pu être dégagé : la capacité d'adaptation des espèces repiquées est très bonne. Les taux de survie s'étalent de 90 à 98 %. Ce qui est caractérisé par un faible coefficient de variation du taux de survie ( $Cv = 8,07\%$ ), traduisant une homogénéité d'implantation entre les espèces repiquées. Par ailleurs, les taux moyens de survie respectifs des deux espèces sont très élevés au cours de la troisième année d'implantation.

Par conséquent, ces deux espèces s'implantent et s'adaptent bien par repiquage. Néanmoins, la mortalité observée pourrait être imputable à divers facteurs, notamment le stress hydrique et physique :

- comme stress hydrique, nous pouvons mentionner les poches de sécheresse qui succèdent à la transplantation des souches. En effet, elles pourraient être à l'origine du flétrissement, allant jusqu'à la mort de certaines souches.
- le stress physique est engendré par les coups de pioches donnés aux souches pour les déraciner de leur milieu naturel. Cela peut endommager profondément la structure racinaire de certaines souches, empêchant ainsi leur développement.
- on a aussi les repiquages défectueux de certaines souches, pouvant engendrer la formation de poches d'air préjudiciables à leur développement. Le repiquage étant fait par des manœuvres qui ne sont pas forcément qualifiés.

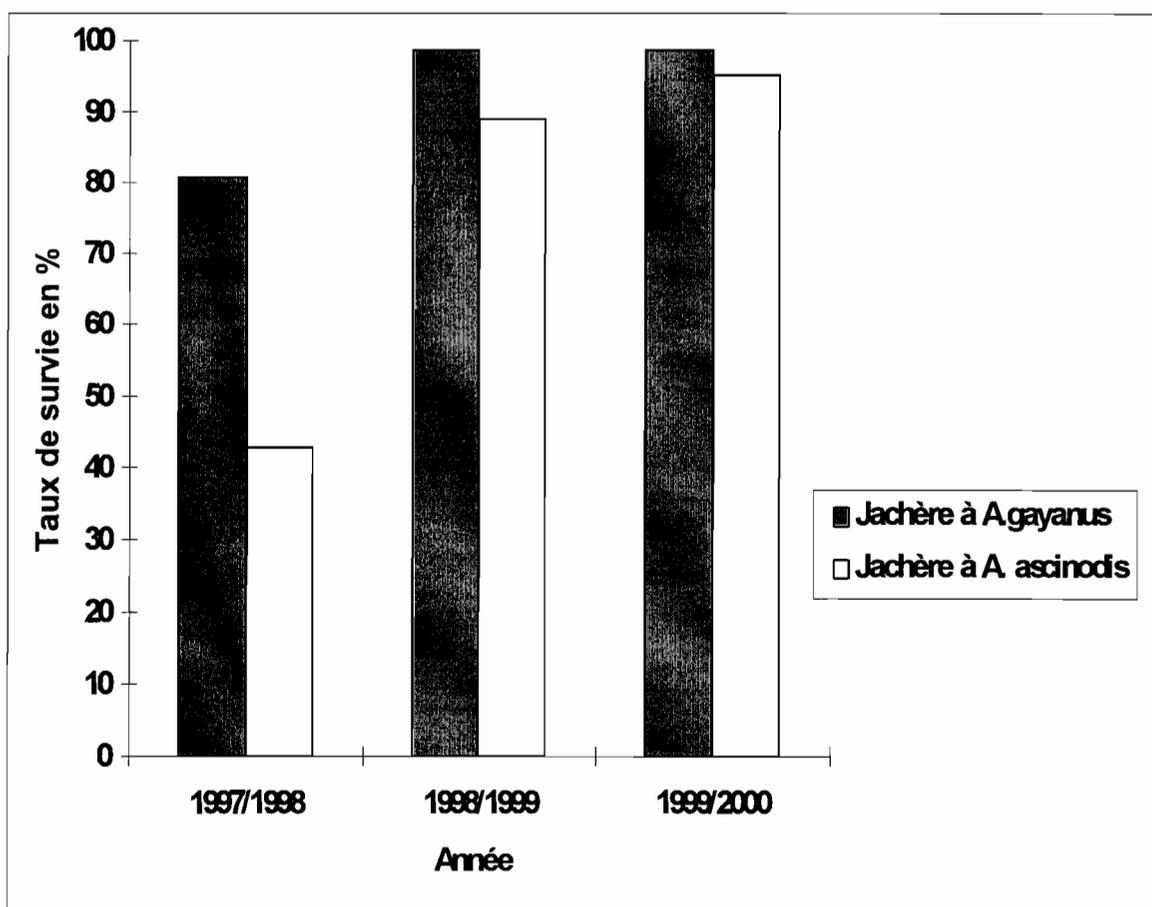


Figure 4 : Evolution des souches d'*Andropogon* repiquées de juillet 1997 à septembre 2000

## 5.2. Evolution de la biomasse aérienne des *Andropogonées*

Les résultats analytiques de la biomasse aérienne des différentes jachères sont présentés dans le tableau 2.

Des équations de type linéaire ont été établies (figure 5) entre l'âge (A) de la jachère et la biomasse épigée (B) des herbacées. On a :

- pour la jachère à *A. gayanus* (J(Ag)), une équation du type :

$$B = 2,817 \times A - 5622,1 \quad (r^2 = 0,703).$$

- pour la jachère à *A. ascinodis* (J(Aa)), une équation du type :

$$B = 2,045 \times A - 4081,4 \quad (r^2 = 0,739).$$

- pour la jachère naturelle (T(Jn)), une équation du type :

$$B = 0,675 \times A - 1347,1 \quad (r^2 = 0,782).$$

**Tableau 2** : Biomasse aérienne des Andropogonées en tonne par hectare (t/ha) de poids sec.

Traitements	Années			Probabilité
	1998	1999	2000	
T(Jn)	1,65 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	1,99 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	3,00 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	0,23
J(Ag)	6,09 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	7,52 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	11,72 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,002
J(Aa)	4,23 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	7,33 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	7,73 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	0,009
Probabilité	0,005	0,002	0,0003	

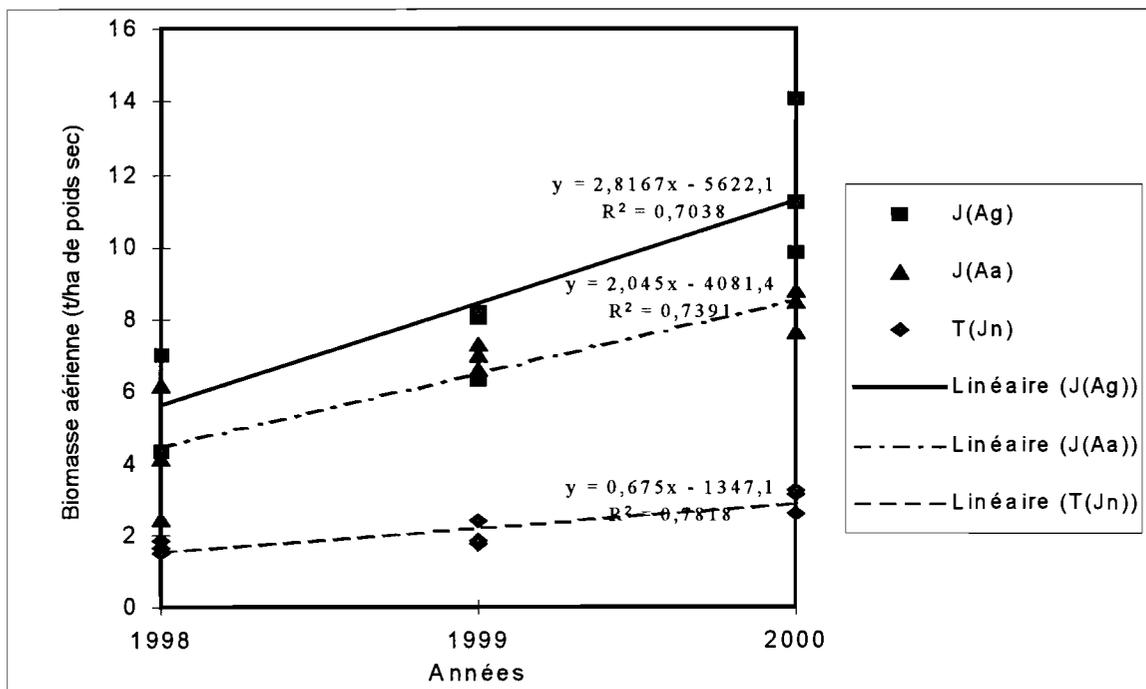
J(Ag) : jachère à *A. gayanus*

J(Aa) : jachère à *A. ascinodis*

T(Jn) : jachère naturelle

A l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre en indice ne sont pas significativement différentes.



**Figure 5** : Evolution de la biomasse épigée des différentes jachères.

J(Ag) : jachère à *A. gayanus*

J(Aa) : jachère à *A. ascinodis*

T(Jn) : jachère naturelle

Les coefficients de corrélation (figure 5) et la probabilité  $p < 0,01$  (tableau 2) montrent que la biomasse épigée des herbacées est étroitement et positivement corrélée à l'âge de la jachère. On note donc que la durée de la jachère conditionne pour l'essentiel la capacité de croissance et de tallage, et partant de recouvrement de la biomasse. Les coefficients de corrélation (figure 5) obtenus soutiennent ce constat. Les variations observées au cours des années 1998, 1999, 2000 (tableau 2) sont de l'ordre de :

- 1t à 3t de matière sèche épigée par hectare pour la jachère naturelle ;
- 6t à 12t de matière sèche épigée par hectare pour la jachère à *A. gayanus* ;
- 4t à 8t de matière sèche épigée par hectare pour la jachère à *A. ascinodis*.

Par ailleurs, les différentes courbes de tendance (figure 5) montrent que la jachère à *A. gayanus* présente la plus forte biomasse, suivie de la jachère à *A. ascinodis* et de la jachère naturelle. La probabilité,  $p < 0,01$  (tableau 2), obtenue révèle que ces différences sont hautement significatives.

*A. gayanus* et *A. ascinodis* sont considérés aussi bien par la conception traditionnelle que par la recherche comme des espèces indicatrices de fertilité du sol (Somé 1992 et 1996 ; César et Coulibaly, 1993 ; Roose, 1993 ; Zoungrana, 1993 ; Abbadie *et al.*, 2000 ; Somé *et al.*, 2000/a). En effet, c'est à ce stade que les paysans remettent les jachères en culture, car ayant recouvert un niveau de fertilité appréciable. Cependant, dans les successions post-culturelles, *A. gayanus* et *A. ascinodis* n'apparaissent qu'au bout respectivement d'une dizaine et d'une vingtaine d'années, voire une trentaine d'années (Zoungrana, 1993 ; Somé, 1996). De ce point de vue, elles sont considérées comme des espèces exigeantes (loi de la succession des séries) (Somé, 1996). On pourrait par conséquent penser que ces espèces ne peuvent pas être utilisées comme sole fourragère à but fertilisant, eu égard à leurs exigences nutritionnelles. Ce qui n'est pas le cas puisque les données de nos résultats montrent que ces espèces peuvent par transplantation survivre et manifester une bonne capacité d'adaptation vis-à-vis du milieu dès la première année de mise en jachère.

En fait, la graine et partant la plantule est plus sensible aux conditions édaphiques contrairement à la plante adulte d'une pérenne qui, par exploration racinaire dans les horizons superficiels et profonds, crée des fissures, augmente la porosité (De Blic, 1997) et

extrait les éléments nutritifs indispensable à son développement. Par ailleurs, par le système de « turn-over » de la nécromasse aérienne et racinaire qui est particulièrement abondante dans le cas des graminées pérennes (tableau 2) (Soltner, 1994 ; Somé, 1996 ; De Blic, 1997 ; Abbadie *et al.*, 2000), la plante restitue au milieu la matière organique dont la minéralisation permet à celui-ci de recouvrir un certain niveau de fertilité.

A cela, il faut ajouter les travaux de certains auteurs (Donfack, 1993 ; Mitja et Puig, 1993 ; Somé, 1996 ; Somé *et al.*, 2000/b) qui montrent l'existence d'un stock séminal édaphique constitué essentiellement par les espèces rudérales apparaissant lors de la mise en culture continue. Ce qui fait que les graminées pérennes telles *A. gayanus* et *A. ascinodis* ne peuvent apparaître à court terme dans les successions post-culturelles.

### **Conclusion**

Les forts taux de survie de 90 à 98 % notés chez *A. gayanus* et de *A. ascinodis*, obtenus dès la deuxième année montrent que ces espèces s'implantent bien par éclats de souches. Un tel essai est par conséquent facilement reproductible en milieu rural. De plus, la biomasse épigée est un bon indicateur de la productivité d'un sol, puisqu'elle est la résultante des interactions sol-plante-climat. On peut donc dire que la forte productivité des systèmes mis en place laisse présager d'un bon niveau de fertilité du sol, du moment où la pluviosité de la zone a été relativement stable ( $Cv = 16\%$ ) au cours des dix dernières années. Enfin, ces espèces étant connues par les paysans qui les utilisent à des fins diverses, leur adoption en tant que sole fourragère à but fertilisante se fera plus facilement.

## Chapitre VI :

### Effets des traitements sur les caractéristiques chimiques du sol

#### 6.1. Impact des traitements sur la distribution du carbone et de la matière organique

Les résultats analytiques des teneurs en carbone et de la matière organique ont été consignés dans les tableaux 3 et 4.

**Tableau 3** : Teneurs moyennes en carbone (mg/Kg du poids sec du sol).

Traitements	Sous touffe		Hors touffe		Probabilité
	Horizon		Horizon		
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	
T(Cc)	3654,39 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	3611,68 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	3175,09 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	3512,76 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,17
T(Jn) <sub>3</sub>	4705,36 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	4300,66 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4705,36 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4300,00 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,70
S(Jn) <sub>3</sub>	4269,69 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	4290,54 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4137,98 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4249,12 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,97
J(Ag) <sub>3</sub>	5237,05 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	3783,10 <sup>c</sup> <sub>B</sub>	4169,23 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	3380,01 <sup>d</sup> <sub>A</sub>	0,0009
SJ(Ag) <sub>3</sub>	4905,39 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4631,04 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4467,32 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4193,76 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	0,13
J(Aa) <sub>3</sub>	5647,68 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4194,32 <sup>c</sup> <sub>A</sub>	4351,17 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	3673,94 <sup>d</sup> <sub>A</sub>	0,004
SJ(Aa) <sub>3</sub>	4226,54 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	3868,46 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	3954,46 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	3956,28 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,82
Probabilité	0,0000	0,035	0,02	0,20	

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)<sub>3</sub> : Témoin mis en jachère naturelle.

S(Jn)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)<sub>3</sub> : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.

SJ(Ag)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

J(Aa)<sub>3</sub> : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.

SJ(Aa)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

A l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre en indice ne sont pas significativement différentes.

**Tableau 4** : Statut de matière organique (MO) des sols (en %).

Traitements	Sous touffe		Hors touffe		Probabilité
	Horizon		Horizon		
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	
T(Cc)	0,630 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	0,623 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	0,547 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	0,605 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,17
T(Jn) <sub>3</sub>	0,811 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	0,741 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,811 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,741 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,70
S(Jn) <sub>3</sub>	0,736 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	0,740 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,714 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,733 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,97
J(Ag) <sub>3</sub>	0,903 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,652 <sup>c</sup> <sub>B</sub>	0,719 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	0,585 <sup>d</sup> <sub>A</sub>	0,0009
SJ(Ag) <sub>3</sub>	0,846 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,798 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,770 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,723 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	0,13
J(Aa) <sub>3</sub>	0,974 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,723 <sup>c</sup> <sub>A</sub>	0,750 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	0,633 <sup>d</sup> <sub>A</sub>	0,004
SJ(Aa) <sub>3</sub>	0,729 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	0,667 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	0,682 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,682 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,82
Probabilité	0,0000	0,035	0,02	0,20	

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)<sub>3</sub> : Témoin mis en jachère naturelle.

S(Jn)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)<sub>3</sub> : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.

SJ(Ag)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

J(Aa)<sub>3</sub> : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.

SJ(Aa)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

A l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre en indice ne sont pas significativement différentes.

Sous touffes, et pour l'horizon 0-10 cm (tableau 3), la teneur en carbone du sol est fonction du mode de gestion appliqué. On observe en effet que par rapport au témoin mis en culture continue, la jachère de 3 ans à *Andropogon gayanus* et à *Andropogon ascinodis* a permis à chacune d'accroître significativement la teneur en carbone respectivement de 43,31 % et de 54,55 %. Ce qui équivaut à une hausse proportionnelle du stock de matière organique du sol (tableau 4). Par ailleurs, comparée au témoin mis en jachère naturelle de 3 ans, les jachères de même âge à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* présentent aussi les teneurs les plus élevées. La teneur en carbone du sol a augmenté de 11,3 % sous *A. gayanus* et de 20,03 % sous *A. ascinodis*, soit une augmentation proportionnelle du statut de matière organique du sol. Lorsque l'on s'intéresse aux deux témoins, mis en culture continue et mis en jachère naturelle de 3 ans, on note un gain significatif en carbone de 28,76 % sous jachère naturelle. Enfin, on note que les teneurs en carbone des traitements sorgho après jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* sont significativement élevées par rapport au témoin mis en culture continue.

Ces teneurs sont cependant inférieures à celles que l'on obtient avant la mise en culture des jachères c'est-à-dire, les teneurs en carbone des traitements jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis*. Les cultures sont par conséquent une cause majeure de la chute des stocks organiques du sol.

On peut classer par ordre de grandeur décroissant les teneurs en carbone des différents traitements comme suit :

Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans > jachère à *A. gayanus* de 3 ans > sorgho après jachère à *A. gayanus* de 3 ans > témoin mis en jachère naturelle de 3 ans > sorgho après jachère naturelle de 3 ans > sorgho après jachère à *A. ascinodis* de 3 ans > témoin mis en culture continue depuis 3 ans.

Les observations faites sous touffes, mais pour l'horizon 10-20 cm (tableau 3 et 4), montrent aussi des teneurs en carbone élevées sous couverture à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* comparativement au traitement témoin mis en culture continue. Toute fois, cette différence n'est significative que pour le traitement jachère de 3 ans à *A. ascinodis*. De même, le témoin mis en jachère naturelle de 3 ans, comparé à son homologue mis en culture continue, a induit une évolution positive et significative du stock de carbone. Par ailleurs, on note que les traitements sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus* et sorgho après jachère naturelle de 3 ans présentent des teneurs en carbone élevées par rapport au traitement témoin mis en culture continue. Les effets résiduels des jachères persistent au-delà de la première année de mise en culture. La plus forte teneur en carbone de cet horizon (10-20 cm, sous touffes) a été enregistrée au niveau du traitement sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*. Cette teneur est significativement différente de celle du témoin mis en culture continue et de celle des traitements jachère de 3 ans à *A. gayanus* et sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

Lorsque l'on s'intéresse aux prélèvements de sols effectués hors touffe, et pour l'horizon 0-10 cm (tableaux 3 et 4), on note, par rapport au témoin mis en culture continue, un accroissement significatif de la teneur en carbone au sein des jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis*. Il en est de même pour les teneurs en carbone des traitements, sorgho après jachères de 3 ans à *A. gayanus*, sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis* et sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

L'analyse des teneurs en carbone de l'horizon 10-20 cm prélevé hors touffe (tableaux 3 et 4) ne révèle aucune différence significative entre les traitements, même si l'on observe que par rapport au témoin mis en culture continue, les teneurs en carbone des traitements sorgho après jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* demeure légèrement en hausse.

Lorsque l'on s'intéresse à l'effet de chaque traitement sur les profondeurs testées (tableaux 3 et 4), on peut faire les observations suivantes.

Les traitements, témoin mis en culture continue, témoin mis en jachère naturelle de 3 ans, sorgho après jachère naturelle de 3 ans, sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus* et sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*, présentent chacun des teneurs en carbone similaires au seuil de probabilité de 0,05 aux deux niveaux de profondeur étudiée (0-10 cm et 10-20 cm), que le sol soit rhizosphérique (sous touffes) ou non (hors touffe). Cela pourrait être dû au fait que la rhizosphère du sorgho n'a pas eu d'influence sur la distribution du carbone ou à l'effet du labour à la charrue qui a homogénéisé les deux horizons testés (0-10 cm et 10-20 cm).

Dans tous les cas, on constate que la culture continue entraîne une baisse considérable de la biomasse souterraine (Piéri, 1989) et partant du stock organique du sol (Charreau et Nicou, 1971 ; Roose, 1993 ; Hien *et al.*, 1993 et 1994)

Par contre, sous jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* (tableaux 3 et 4), les variations de la teneur en carbone en fonction de la profondeur dues à l'effet de la rhizosphère sont hautement significatives ( $P < 0,01$ ). On observe une accumulation de carbone nettement plus importante d'une part au niveau des sols rhizosphériques que hors rhizosphères, et d'autre part au niveau de l'horizon 0-10 cm que de celui sous-jacent, 10-20 cm. En effet, des coefficients de détermination ( $r^2$ ) de 0,8605 et de 0,7916 ont été trouvés respectivement sous jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis*. Ce qui implique que, respectivement 86,05 % et 79,16 % de la variation de la teneur en carbone en fonction de la profondeur sous jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* s'explique par l'effet de la rhizosphère ; soit une liaison linéaire négative et forte respectivement de -0,93 et de -0,89.

D'une manière générale, sous touffes, les différents types de jachères de courtes durées (améliorées ou naturelles) ont permis de rehausser la teneur en carbone de l'horizon de surface 0-10 cm et même de l'horizon sous-jacent 10-20 cm, et partant d'améliorer son statut de matière organique. On observe cependant que cette tendance est beaucoup plus marquée au niveau des jachères à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* qu'au niveau de la jachère naturelle et elle est même maintenue au-delà de la première année de mise en culture. Les résultats issus de l'analyse statistique révèlent que 77,96 % de la variation de la teneur en carbone du sol s'explique par les différents traitements appliqués, soit une liaison linéaire positive et forte de 0,88. On note aussi au niveau des profondeurs étudiées que les sols rhizosphériques présentent les plus fortes teneurs en carbone par rapport aux sols hors rhizosphères. Par ailleurs, la biomasse épigée des jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* étant fauchée et exportée à la fin de chaque campagne, on peut admettre que sa contribution dans les variations observées est faible. Du reste, ce sont les parties souterraines de ces graminées, à travers la rhizodéposition, qui contribuent pour une large part à l'accroissement des teneurs en carbone des sols étudiés. Ces résultats sont en conformité avec ceux donnés par Abbadie (1995) pour Lamto, par César et Coulibaly (1991), par Piéri (1989 et 1991) et par Somé *et al.* (2000/a) pour Sobaka.

En effet, pour Buldgen et Dieng (1997), le renouvellement annuel des racines de ces graminées avoisine 72 %, avec une biomasse souterraine bien plus importante que celle épigée (80 % du total ; Fournier, 1986). C'est ce qui leur confère l'importante capacité de stockage de matière organique au niveau du sol, permettant ainsi la remise en culture. Les résultats des analyses (tableaux 3 et 4) montrent cependant que l'augmentation des teneurs sous les jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* est faible. Le stock de matière organique ne dépasse guère 1 %. Mais en comparaison aux teneurs moyennes trouvées sur le même site d'étude (Sobaka) par Ouédraogo (2000) sous jachère naturelle de 10 ans et de 20 ans [J(Ag)<sub>10</sub> ; J(Ag)<sub>20</sub>] dominée par *A. gayanus*, sous jachère naturelle de 30 ans dominée par *A. ascinodis* [J(Aa)<sub>30</sub>] et sous jachère ligneuse de 40 ans [J(L)<sub>40</sub>] (tableau 5), le constat suivant peut être dégagé

Les teneurs en carbone trouvées sous couverture à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* de 3 ans (tableau 3) sont légèrement inférieures à celles trouvées respectivement sous jachère à *A. gayanus* de 10 ans et sous jachère à *A. ascinodis* de 30 ans (tableau 5).

**Tableau 5 :** Teneurs moyennes en carbone en mg/Kg de poids sec de sol (horizon 0-10 cm).

J(Ag) <sub>10</sub>	J(Ag) <sub>20</sub>	J(Aa) <sub>30</sub>	J(L) <sub>40</sub>
6750,93	4218,87	7229,31	4311,54

Source : Ouédraogo (2000)

Cependant, par rapport à la jachère à *A. gayanus* de 20 ans et à la jachère ligneuse de 40 ans (tableau 5), les teneurs sont nettement plus élevées sous couverture à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* de 3 ans (tableau 3). Il s'en suit qu'il se produit un déstockage de la teneur en carbone du sol de la dixième année de jachère naturelle jusqu'à la vingtième année, ainsi qu'après la trentième année de jachère naturelle. Ce qui nous permet de dire que dans le système de culture des zones sahéliennes, l'optimum de niveau de fertilité recherché par les agricultures se situe autour, soit d'une dizaine ou d'une trentaine d'années de jachère naturelle avec la prédominance respectivement de *A. gayanus* et de *A. ascinodis*. Le cycle du carbone dans les jachères naturelles présente donc deux modalités dont le maximum s'exprime, l'une au bout d'une dizaine d'années avec comme espèce prédominante *A. gayanus*, l'autre au bout d'une trentaine d'années avec comme espèce prédominante *A. ascinodis*. Des résultats similaires ont été donnés par Somé (1996). Apparemment, bien que l'augmentation des teneurs en carbone soit faible au sein des jachères améliorées de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis*, elle a presque atteint respectivement le maximum de ces deux modalités. On peut par conséquent dire que le stock maximal de carbone, cependant faible s'est presque reconstitué au bout de 3 ans de jachère améliorée à *A. gayanus* et à *A. ascinodis*. Une étude comparative entre des jachères arbustives de 6 ans et des parcelles n'ayant jamais été cultivées « duré », menée par Brondex (1995) à Bondoukuy, a permis de trouver des résultats similaires.

Lorsque l'on s'intéresse maintenant aux sols prélevés hors touffe, on constate pour la profondeur 0-10 cm, que les jachères ont amélioré significativement la teneur en carbone des sols, mais dans une moindre mesure comparée aux effets similaires observées sous touffes. Les racines des graminées implantées tallant bien, surtout au sein de l'horizon de surface 0-10 cm, on peut supposer que l'effet rhizosphérique se manifeste également au niveau de l'horizon 0-10 cm, hors touffe par exploitation racinaire. Cet effet est maintenu au-delà de la première année de mise en culture.

Par contre, pour la profondeur 10-20cm, hors touffe (tableau3), on n'a pas observé d'effet rhizosphérique par exploitation racinaire. Les teneurs en carbone des traitements ne diffèrent pas significativement entre elles. Toutefois, le labour a homogénéisé la couche 0-10 cm de forte teneur en carbone à celle 10-20 cm ; ce sont donc les traitements sorgho après jachères qui présentent les teneurs en carbone les plus élevées arithmétiquement

En conclusion, *A. gayanus* et *A. ascinodis* ont permis de rehausser le niveau de fertilité du sol par l'accumulation du stock organique du sol. Ces résultats sont en conformité avec ceux de la recherche qui précisent les effets de ces graminées sur le milieu. En effet, autour d'une synthèse rédigée par Buldgen et Dieng (1997), nous avons pu entrevoir un aspect important de ces graminées à savoir, leur effet fertilisant. Aussi, des auteurs comme Feller *et al.* (1993), Hoefsloot *et al.* (1993) et Paniagua *et al.* (1999) ont montré que la jachère améliorée, même de courte durée, améliore dans une certaine mesure les conditions du milieu.

## 6.2. Impact des traitements sur la distribution de l'azote

Les résultats analytiques de la distribution de l'azote ont été consignés dans le tableau 6.

Sous touffe, et pour l'horizon testé 0-10 cm (tableau 6), l'analyse de variance n'a pas permis de révéler de différence significative entre les traitements. Cependant, le test de comparaison de moyenne montre que seule la teneur en azote de la jachère de 3 ans à *A. ascinodis* est élevée et se différencie significativement de celle des traitements témoin mis en culture continue et jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

Au niveau de l'horizon 10-20 cm sous touffe et des horizons 0-10 cm et 10-20 cm hors touffe (tableau 6), les différents traitements appliqués n'ont pas présenté de différences significatives par rapport aux témoins sur la teneur en azote du sol.

On observe même que la teneur en azote est distribuée de façon homogène en fonction de la profondeur.

**Tableau 6** : Teneurs moyennes en azote (mg/kg du poids sec du sol).

Traitements	Sous touffe		Hors touffe		Probabilité
	Horizon		Horizon		
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	
T(Cc)	211,09 <sup>a</sup> <sub>D</sub>	229,74 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	183,83 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	206,33 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,40
T(Jn) <sub>3</sub>	278,28 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	282,06 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	278,28 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	282,06 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,99
S(Jn) <sub>3</sub>	314,67 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	296,57 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	294,13 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	295,63 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,99
J(Ag) <sub>3</sub>	237,63 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	225,24 <sup>c</sup> <sub>B</sub>	272,28 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	239,05 <sup>d</sup> <sub>A</sub>	0,91
SJ(Ag) <sub>3</sub>	298,67 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	291,10 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	277,02 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	268,74 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	0,97
J(Aa) <sub>3</sub>	416,55 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	289,80 <sup>c</sup> <sub>A</sub>	284,09 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	241,84 <sup>d</sup> <sub>A</sub>	0,21
SJ(Aa) <sub>3</sub>	318,41 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	299,91 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	258,03 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	276,46 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,83
Probabilité	0,12	0,82	0,63	0,73	

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)<sub>3</sub> : Témoin mis en jachère naturelle.

S(Jn)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)<sub>3</sub> : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.

SJ(Ag)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

J(Aa)<sub>3</sub> : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.

SJ(Aa)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

A l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre en indice ne sont pas significativement différentes.

L'accumulation d'azote observé au niveau de l'horizon 0-10 cm sous couverture à *A. ascinodis* par rapport au témoin mis en culture continue laisse présager d'une bonne activité microbienne due à l'effet de la rhizodéposition. Ainsi, on pourrait penser que la faune du sol suite à la rhizodéposition s'attaque préférentiellement à la matière organique nouvellement incorporée (Myers *et al.*, 1994). Ce qui aboutit à la libéralisation (minimalisation de la matière organique et des cadavres microbiens) et à la participation de l'azote à la formation des substances humiques (Soltner, 1994) et à son accumulation sur le complexe adsorbant sous forme de cation  $\text{NH}_4^+$ . En effet, une étude récente menée par Abbadie *et al.* (2000) a montré que ces types de graminées bloquent le cycle de l'azote sous forme ammoniacale, empêchent ainsi sa lixiviation.

On observe cependant que la teneur en azote du sol est nettement inférieure sous couverture à *A. gayanus*, bien que l'effet de la rhizodéposition et l'action des micro-organismes (revoir chapitre sur la biologie du sol) s'y manifestent aussi. On pourrait donc penser que le type de matière organique apporté par ces deux espèces n'est pas le même. Les racines de *A. ascinodis* sont nettement plus fines que celles de *A. gayanus* (Somé, 1996).

Par conséquent, la rhizodéposition due à *A. ascinodis* est plus issue des racines jeunes, contrairement à celle due à *A. gayanus*. Les parties jeunes de la plante étant constituées de fortes teneurs en azote (Abbadie, 1985 ; Soltner, 1994), il s'en suit que les micro-organismes n'auront pas à « confisquer » provisoirement l'azote préexistant dans le sol pour réaliser leur métabolisme. Par ailleurs, les racines de *A. gayanus* étant plus grosses, elles pourraient être plus difficilement incorporées suite à une décomposition. Cela, pourrait donc expliquer la perte en azote observée sous couverture à *A. gayanus*. A cela, on peut ajouter les confirmations de certains auteurs (Abbadie *et al.*, 2000) selon lesquelles la structure en touffe dense de *A. gayanus* lui confère la possibilité de « court-circuiter » le cycle de l'azote. Pour ces auteurs, les racines vivantes de cette espèce ont la capacité de transférer directement l'azote organique issu des racines mortes sans transiter par le stock humique du sol. Ce qui pourrait aussi probablement justifier cette faible teneur en azote observé au niveau du sol sous couverture à *A. gayanus*.

Les résultats trouvés par Ouédraogo (2000) à Sobaka (tableau 7) sur des jachères naturelles de 10 et de 20 ans à *A. gayanus*, de 30 ans à *A. ascinodis*, ainsi que sur des jachères ligneuses de 40 ans montrent que :

- la teneur en azote sous jachère à *A. gayanus* de 3ans (tableau 6) est légèrement faible par rapport à celle de 10 ans et sensiblement le même comparée à celle de 20 ans (tableau 7) ;
- la teneur en azote sous jachère à *A. ascinodis* de 3 ans (tableau 6) est très peu différente par rapport à celle de 30 ans (tableau 7) ;
- les teneurs en azote sous jachère à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* de 3 ans (tableau 6) sont significativement plus élevées que celle l'on trouve sous jachère ligneuse de 40 ans (tableau 7).

**Tableau 7** : Teneur moyenne en azote en mg/kg de poids sec de sol (horizon 0-10 cm)

J(Ag) <sub>10</sub>	J(Ag) <sub>20</sub>	J(Aa) <sub>30</sub>	J(L) <sub>40</sub>
373,2	201,9	336,0	180,4

Source : (Ouédraogo, 2000)

On note qu'il se produit un déstockage progressif de l'azote au cours du temps, ce qui fait que son accumulation est faible. Cette interprétation rejoint celle de Reiners (1981, cité par Somé, 1996) et de Somé *et al.* (2000). Par ailleurs, on se rend compte que 3 années de jachères améliorées suffisent pour avoir un niveau optimum d'azote.

### 6.3. Impact des traitements sur le rapport C/N

Les résultats analytiques du rapport C/N sont présentés dans le tableau 8.

**Tableau 8** : Valeurs moyennes du rapport C/N.

Traitements	Sous touffe Horizon		Hors touffe Horizon		Probabilité
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	
T(Cc)	17,31 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	15,72 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	17,27 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	17,02 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,85
T(Jn) <sub>3</sub>	16,91 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	15,25 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	19,91 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	15,24 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,88
S(Jn) <sub>3</sub>	13,57 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	14,47 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	14,07 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	14,37 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,98
J(Ag) <sub>3</sub>	22,04 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	16,80 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	15,31 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	14,14 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,34
SJ(Ag) <sub>3</sub>	16,42 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	15,90 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	16,13 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	15,61 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,96
J(Aa) <sub>3</sub>	13,56 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	14,47 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	15,32 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	15,19 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,92
SJ(Aa) <sub>3</sub>	13,27 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	12,90 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	15,33 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	14,31 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,97
Probabilité	0,34	0,97	0,99	0,98	

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)<sub>3</sub> : Témoin mis en jachère naturelle.

S(Jn)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)<sub>3</sub> : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.

SJ(Ag)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

J(Aa)<sub>3</sub> : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.

SJ(Aa)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

A l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre en indice ne sont pas significativement différentes.

Le rapport C/N (tableau 8) des sols étudiés varie de 14 à 17 pour les profondeurs testées.

Cependant cette différence n'est pas significative. Cela montre que l'on n'est en présence de matière organique plus ou moins humifiée (Soltner, 1994). Ce qui nous amène à poser deux hypothèses selon lesquelles :

- ◆ soit le processus de minéralisation s'effectue lentement suite à une activité biologique moins intense et montrant que l'on est en présence de matière organique riche en lignine et de ce fait difficilement biodégradable ;
- ◆ soit il a lieu un « priming effect<sup>1</sup> » au sens de Abbadie (1990,cité par Somé 1996), et l'on assiste à une minéralisation préférentielle de la matière organique fraîchement apportée par la rhizodéposition ; les micro-organismes stimulés ne fourniront pas de dépenses énergétiques supplémentaires pour dégrader les composés anciens plus ou moins humifiés (Somé, 1996).

Cependant, on constate que le rapport C/N ne renseigne pas toujours sur l'état de la fertilité du sol. En effet, les parcelles mises en culture continue présentent un rapport C/N élevé du fait de faibles valeurs aussi bien de C que de N ; alors que par exemple, celles de jachères de 3 ans à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* présentent un rapport C/N élevé du fait de fortes valeurs de C ainsi que de N.

Dans le premier cas, il n'y a pas eu d'apport de matière organique et l'on peut supposer que l'activité biologique et les prélèvements par les cultures ont été intenses à un moment donné ; ce qui aboutit à l'épuisement simultané des teneurs en carbone et en azote.<sup>1</sup>

Dans le deuxième cas, on peut admettre que malgré une activité biologique intense (teneurs en azote du sol élevées) et bien qu'il ait des prélèvements par les Andropogonées, les apports continuels de matière organique dus à la rhizodéposition compensent largement les pertes dans le stock organique du sol.

On voit là que l'analyse seul du rapport C/N pour évaluer la fertilité du sol révèle des insuffisances. Ce rapport est selon Nacro *et al.* (1996) un mauvais indicateur de fertilité du sol, car il donne un renseignement figé dans le temps (le processus de minéralisation du carbone peut être lent) au détriment d'une connaissance beaucoup plus dynamique fournie par l'analyse biologique.

---

<sup>1</sup> 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, cité par Somé, 1996).

## 6.4. Impact des traitements sur la distribution du phosphore et de potassium

Les résultats analytiques de la distribution du phosphore et du potassium ont été consignés dans les tableaux 9 et 10.

### 6.4.1. Le phosphore

Pour l'horizon 0-10 cm et 10-20 cm, sous touffe (tableau 10), on observe que le traitement sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus* présente la teneur la plus élevée en phosphore total et diffère significativement des traitements T(Cc), T(Jn)<sub>3</sub>, J(Aa)<sub>3</sub> pour l'horizon 0-10 cm et des traitements T(Cc), J(Ag)<sub>3</sub>, SJ(Aa)<sub>3</sub> pour l'horizon 10-20 cm. Ce qui laisse à priori présager d'une plus grande disponibilité de cet élément au sein des parcelles SJ(Ag)<sub>3</sub>. Cependant, lorsque l'on s'intéresse au phosphore assimilable (tableau 10), on constate que tous les traitements ont une disponibilité similaire en phosphore.

Au niveau de l'horizon 0-10 cm, hors touffe (tableau 9), la teneur en phosphore total du traitement sorgho après jachère de 3 à *A. gayanus* demeure la plus élevée. Toute fois, elle ne diffère significativement que du témoin mis en culture continue. Par contre, l'analyse du phosphore assimilable (tableau 9) ne révèle pas de différence significative entre les traitements. Aussi, on ne note pas de différence significative entre les traitements au niveau de l'horizon 10-20 cm, hors touffe (tableau 9).

Dans l'ensemble, les sols testés présentent des faibles teneurs en phosphore assimilable. Les teneurs ne dépassent guère 15 ppm de P.

**Tableau 9** : Teneurs moyennes en phosphore et en potassium en mg/kg de poids sec de sol.

Hors touffe Traitements	Phosphore (P) total		P. assimilable		Potassium total	
	Horizon		Horizon		Horizon	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
T(Cc)	53,55 b	68,36 a	13,83 a	13,90 a	390,93 a	381,24 a
T(Jn)3	69,24 a	101,14 a	13,72 a	7,58 a	299,57 a	316,88 a
S(Jn)3	83,44 a	126,66 a	11,06 a	9,27 a	406,14 a	424,74 a
J(Ag)3	84,89 a	68,54 a	10,05 a	11,23 a	346,21 a	285,50 a
SJ(Ag)3	123,54 a	144,85 a	14,49 a	13,61 a	321,43 a	316,38 a
J(Aa)3	75,12 a	71,23 a	9,97 a	8,61 a	332,35 a	231,33 a
SJ(Aa)3	72,46 a	92,73 a	6,64 a	12,07 a	278,05 a	277,81 a
Probabilité	0,16	0,16	0,43	0,60	0,75	0,45

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)3 : Témoin mis en jachère naturelle.

S(Jn)3 : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)3 : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.SJ(Ag)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.J(Aa)3 : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.SJ(Aa)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

**Tableau 10** : Teneurs moyennes en phosphore et en potassium en mg/kg de poids sec de sol.

Sous touffe Traitements	Phosphore (P) total		P. assimilable		Potassium total	
	Horizon		Horizon		Horizon	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
T(Cc)	58,46 b	79,09 b	14,69 a	16,96 a	366,88 a	468,96 a
T(Jn)3	69,26 b	101,14 a	13,72 a	7,58 a	299,57 a	316,88 a
S(Jn)3	92,72 a	113,16 a	10,89 a	9,35 a	333,38 a	426,59 a
J(Ag)3	82,31 a	91,55 b	15,22 a	9,77 a	328,60 a	244,85 a
SJ(Ag)3	137,16 a	162,72 a	14,29 a	15,83 a	375,45 a	304,55 a
J(Aa)3	73,45 b	87,35 b	9,55 a	6,42 a	209,24 a	267,08 a
SJ(Aa)3	99,64 a	92,45 b	13,73 a	10,32 a	331,52 a	287,92 a
Probabilité	0,10	0,07	0,76	0,21	0,73	0,48

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)3 : Témoin mis en jachère naturelle.

S(Jn)3 : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)3 : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.SJ(Ag)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.J(Aa)3 : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.SJ(Aa)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

### 6.4.2. Le potassium

Les teneurs en potassium total de tous les traitements sont faibles et ne diffèrent pas significativement entre elles (tableaux 9 et 10). Les teneurs dépassent rarement 500 ppm de K. Ce qui implique des valeurs nettement plus faibles pour le potassium disponible que nous n'avons pas mesuré.

L'analyse des résultats montre l'existence de carence en nutriment (P, K) au niveau des sols testés (ferrugineux tropicaux lessivés). Une étude menée par l'équipe du Département productions Forestières de INERA (1997) au niveau des sols ferrugineux tropicaux lessivés du Bam et de l'Oubritenga a donné des résultats similaires. Dans un système de culture ne recevant pas d'engrais, le phosphore et le potassium proviennent essentiellement de l'altération des roches riches en phosphate, en micas et en feldspaths potassiques (Baize, 1998) qui sont peu présentes dans les sols ferrugineux. Par ailleurs, d'une manière générale, « dans les sols naturellement saturés ou résaturés par les amendements agricoles,  $\text{Ca}^{++}$  domine largement tandis que  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^+$  demeurent relativement négligeables » (Baize, 1988). Une analyse de la Capacité d'Echange Cationique (CEC) aurait permis de mieux analyser ces hypothèses. Il ne nous a cependant pas été possible d'aborder cet aspect dans le cadre de cette étude.

Toutefois, lorsque nous comparons les résultats à ceux donnés par Ouédraogo (2000) sur le site de Sobaka au niveau des jachères naturelles de 10 et de 20 ans à *A. gayanus* et celle de 30 ans à *A. ascinodis*, nous notons une accumulation significative sous couverture à *A. gayanus* et *A. ascinodis* de 3 ans ( $\text{J}(\text{Ag})_3$  et  $\text{J}(\text{Aa})_3$ ).

### 6.5. Impact des traitements sur le pH du sol

Les résultats analytiques du pH du sol sont présentés dans les tableaux 11 et 12.

On constate généralement que le  $\text{pH}_{\text{eau}}$  (tableau 11) au niveau des parcelles mises en culture ( $\text{T}(\text{Cc})$ ;  $\text{SJ}(\text{Ag})_3$ ;  $\text{ST}(\text{Jn})_3$ ;  $\text{SJ}(\text{Aa})_3$ ) est significativement élevé par rapport aux parcelles de jachères ( $\text{T}(\text{Jn})_3$ ;  $\text{J}(\text{Ag})_3$ ;  $\text{J}(\text{Aa})_3$ ). Les mêmes tendances s'observent au niveau du  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  (tableau 12).

**Tableau 11** : Valeurs moyennes du pH<sub>eau</sub> du sol.

Traitements	Sous touffe		Hors touffe		Probabilité
	Horizon		Horizon		
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	
T(Cc)	6,13 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	6,04 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	6,169 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	6,03 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,58
T(Jn) <sub>3</sub>	5,69 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	5,66 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,69 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	5,66 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,96
S(Jn) <sub>3</sub>	6,00 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,74 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,91 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,78 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,31
J(Ag) <sub>3</sub>	5,65 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	5,72 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,79 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,47 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	0,40
SJ(Ag) <sub>3</sub>	6,01 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,84 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,92 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,76 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,59
J(Aa) <sub>3</sub>	5,59 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	5,59 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,68 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	5,45 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	0,21
SJ(Aa) <sub>3</sub>	5,99 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,69 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	6,03 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,77 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,43
Probabilité	0,006	0,28	0,046	0,03	

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)<sub>3</sub> : Témoin mis en jachère naturelle.S(Jn)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.J(Ag)<sub>3</sub> : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.SJ(Ag)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.J(Aa)<sub>3</sub> : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.SJ(Aa)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

A l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre en indice ne sont pas significativement différentes.

**Tableau 12** : Valeurs moyennes du pH<sub>KCl</sub> du sol.

Traitements	Sous touffe		Hors touffe		Probabilité
	Horizon		Horizon		
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm	
T(Cc)	5,48 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,09 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	5,57 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,09 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	0,04
T(Jn) <sub>3</sub>	5,00 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	4,75 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	5,00 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	4,75 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	0,02
S(Jn) <sub>3</sub>	5,25 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4,87 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	5,30 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4,98 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,06
J(Ag) <sub>3</sub>	4,98 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	4,78 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	4,98 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	4,47 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	0,009
SJ(Ag) <sub>3</sub>	5,41 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,01 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,38 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,00 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,084
J(Aa) <sub>3</sub>	4,87 <sup>a</sup> <sub>C</sub>	4,64 <sup>b</sup> <sub>A</sub>	4,996 <sup>a</sup> <sub>B</sub>	4,51 <sup>b</sup> <sub>B</sub>	0,0003
SJ(Aa) <sub>3</sub>	5,29 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	4,88 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,33 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	5,06 <sup>a</sup> <sub>A</sub>	0,28
Probabilité	0,009	0,20	0,007	0,002	

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)<sub>3</sub> : Témoin mis en jachère naturelle.S(Jn)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.J(Ag)<sub>3</sub> : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.SJ(Ag)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.J(Aa)<sub>3</sub> : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.SJ(Aa)<sub>3</sub> : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

A l'intérieur de chaque ligne, les moyennes suivies de la même lettre en exposant ne sont pas significativement différentes.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre en indice ne sont pas significativement différentes.

D'une manière générale, le  $\text{pH}_{\text{eau}}$  des sols testés varie de 5,0 à 6,1 (tableau 11). Quant au  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  (tableau 12), il s'échelonne entre 4,5 et 5,4. Ces sols sont classés par le Référentiel Pédologique Français (cité par Baize, 1988) comme acide. Cependant, les plus faibles acidités ont été observées au niveau des jachères. Cela est dû à la production au sein des sols humifères des jachères d'acide faible par activité biologique (racines et microbes). En effet, l'activité microbienne engendre la production d'acides organiques et d'acide carbonique (Sédogo, 1981). Par ailleurs, le processus d'humification et de nitrification engendre la production d'acides humiques et d'acide nitrique (Soltner, 1994). Il faut cependant noter que le pH des sols testés ne constitue pas un facteur limitant à la production culturale et prairiale (Gaucher cité par Soltner, 1994).

Enfin, l'examen du tableau 12 montre que le pH du sol est plus élevé au niveau de l'horizon de surface (0-10 cm) que celui sous-jacent (10-20 cm). Les sols sont à tendance limono-sableuse à sablo-argileuse (Somé, 1996). Par conséquent, la matière organique a tendance à former une fraction « organo-limoneuse » (Feller *et al.*, 1993) en surface. Cette fraction joue un rôle de régularisation du pH du sol, car ayant une plus grande capacité de rétention des cations acidifiants de la solution du sol ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Al}^{+++}$ ) (Feller, 1994 ; Scholes *et al.*, 1994 ; Soltner, 1994 ; Woome *et al.*, 1994 ; Somé *et al.*, 2000/a). Ce qui contribue à relever de quelques points le pH du sol en surface.

## **Chapitre VII :**

### **Effets des traitements sur les caractéristiques biologiques du sol.**

Les tests respirométriques sont un moyen efficace d'apprécier le pouvoir minéralisateur des sols sous l'influence des micro-organismes (Sédogo, 1981 ; Bilgo, 1999). L'activité biologique est un bon indicateur de la fertilité d'un sol. D'une part, elle permet de suivre la dynamique des processus de décomposition et de transformation de la matière organique, d'autre part elle améliore la porosité du sol en participant à la formation de structures évoluées de type fragmentaire ou grumeleux (Sebillote, 1991 ; Mando et Stroosnijder, 1999). La connaissance uniquement de la teneur en carbone d'un sol ne suffit donc pas pour le qualifier. En effet, la matière organique d'un sol peut être plus ou moins fossilisée dans le système de porosité ou séquestrée dans les termitières (Christensen, 1987 ; Elliott et Coleman, 1988 ; Gregorich *et al.*, 1989 ; Feller, 1994 ; Wooner *et al.*, 1994), et par conséquent protégée des attaques des micro-organismes. Ce qui constitue un facteur limitant au développement microbien, et partant à la libération des éléments minéraux indispensables à la croissance des végétaux. La fertilité d'un sol est par conséquent un facteur dynamique qu'on peut essayer de quantifier par l'évolution de l'activité biologique en son sein (Nacro *et al.*, 1996 ; Nacro, 1997).

## 7.1. Impact des traitements sur l'activité respirométrique du sol

### 7.1.1. Effets des traitements sur le dégagement cumulé de CO<sub>2</sub>

Les résultats des cumuls de dégagement de CO<sub>2</sub> ont été consignés dans le tableau 13.

**Tableau 13** : Production cumulée de CO<sub>2</sub> en mg/100g de sol sec après 21 jours d'incubation : horizon 0-10 cm.

Traitements	Sous touffe	Hors touffe
	Horizon 0-10 cm	Horizon 0-10 cm
T(Cc)	56,25 b	50,23 a
T(Jn)3	47,67 c	47,67 a
S(Jn)3	60,87 b	52,87 a
J(Ag)3	77,81 a	54,83 a
SJ(Ag)3	65,63 b	53,39 a
J(Aa)3	83,38 a	56,39 a
SJ(Aa)3	56,83 b	53,97 a
Probabilité	0,0000	0,40

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)3 : Témoin mis en jachère naturelle.

S(Jn)3 : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)3 : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.

SJ(Ag)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

J(Aa)3 : Jachère à *A. asciodis* de 3 ans.

SJ(Aa)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. asciodis*.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

L'analyse de variance du cumul de CO<sub>2</sub> dégagé des sols non fumigés prélevés sous touffes (tableau 13) a révélé des différences hautement significatives ( $P < 0.01$ ) entre les traitements.

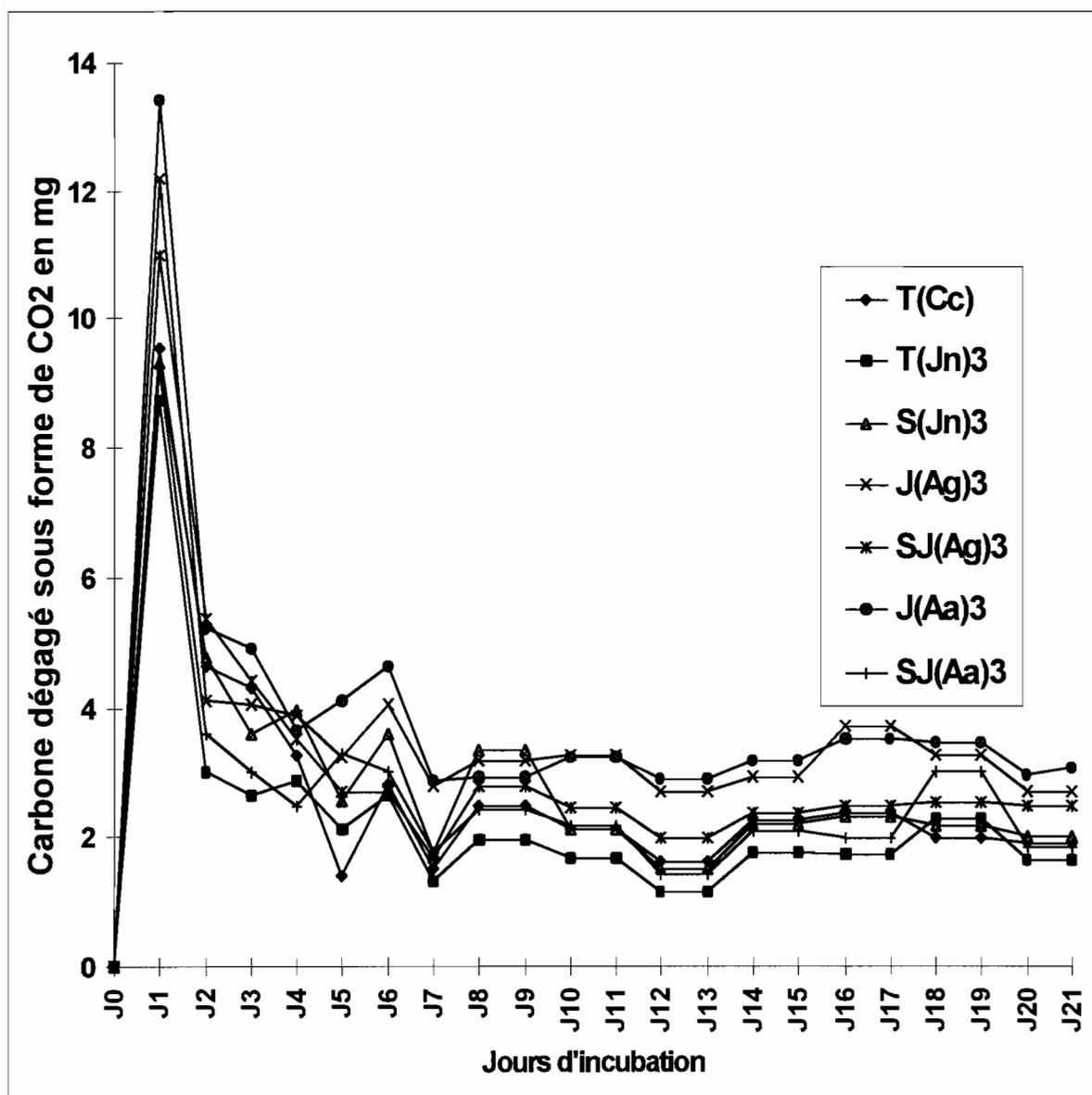
L'activité biologique sous touffes de *A. gayanus* et de *A. ascinodis* est significativement plus importante que sous les traitements suivants : témoin mis en culture continue, sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*, témoin mis en jachère naturelle de 3 ans, sorgho après jachère naturelle de 3 ans et sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

Par contre l'analyse de variance des prélèvements effectués hors touffe, et non fumigés (tableau 13), n'a pas permis de révéler de différence significative entre les traitements ( $P > 0.05$ ). En effet, l'activité biologique a comme support énergétique la matière organique (Dommergues, 1960). Or, les analyses des teneurs en carbone et de la matière organique (Chapitre VI : tableaux 3 et 4) ont montré que d'une manière générale, au niveau de l'horizon 0-10 cm, hors touffe, les teneurs en carbone des différents traitements ne variaient pas significativement entre eux. Par conséquent, on peut supposer que des stocks similaires de matière organique de même origine induisent des activités biologiques d'intensités similaires.

### **7.1.2. Evolution des dégagements de carbone sous forme de CO<sub>2</sub>**

L'observation des courbes illustrant la cinétique de dégagement du carbone au bout de 21 jours d'incubation (figures 6 et 7) montre que l'évolution du carbone dégagé journalièrement peut se subdiviser en trois phases. Cela, à cause du fait que les taux de minéralisation des différents composants de la matière organique (sucres, amidon, cellulose, phénol, lignine) ne sont pas identiques (Chaussod *et al.*, 1986/a).

Ainsi, on a une première phase (figure 6 et 7) de prolifération microbienne appelée « flush » qui bénéficie du support énergétique des composés facilement biodégradables de la matière organique, notamment les sucres et l'amidon (Soltner, 1994 ; Hien *et al.*, 1990, cité par Bilgo, 1999 ; Zangré, 2000). Cette phase correspond sur les figures à l'accroissement brutal du carbone dégagé sous forme de CO<sub>2</sub>. Le Pic atteint son maximum dès les premiers jours d'incubation. L'amplitude du pic est fonction du type de sol. Elle est significativement élevée sous touffe de *A. gayanus* et de *A. ascinodis* par rapport aux autres traitements.



**Figure 6** : Cinétique de dégagement du carbone sous forme de CO<sub>2</sub> pendant l'incubation : échantillons non fumigés. Horizon 0-10 cm, sous touffe.

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)3 : Témoin mis en jachère naturelle.

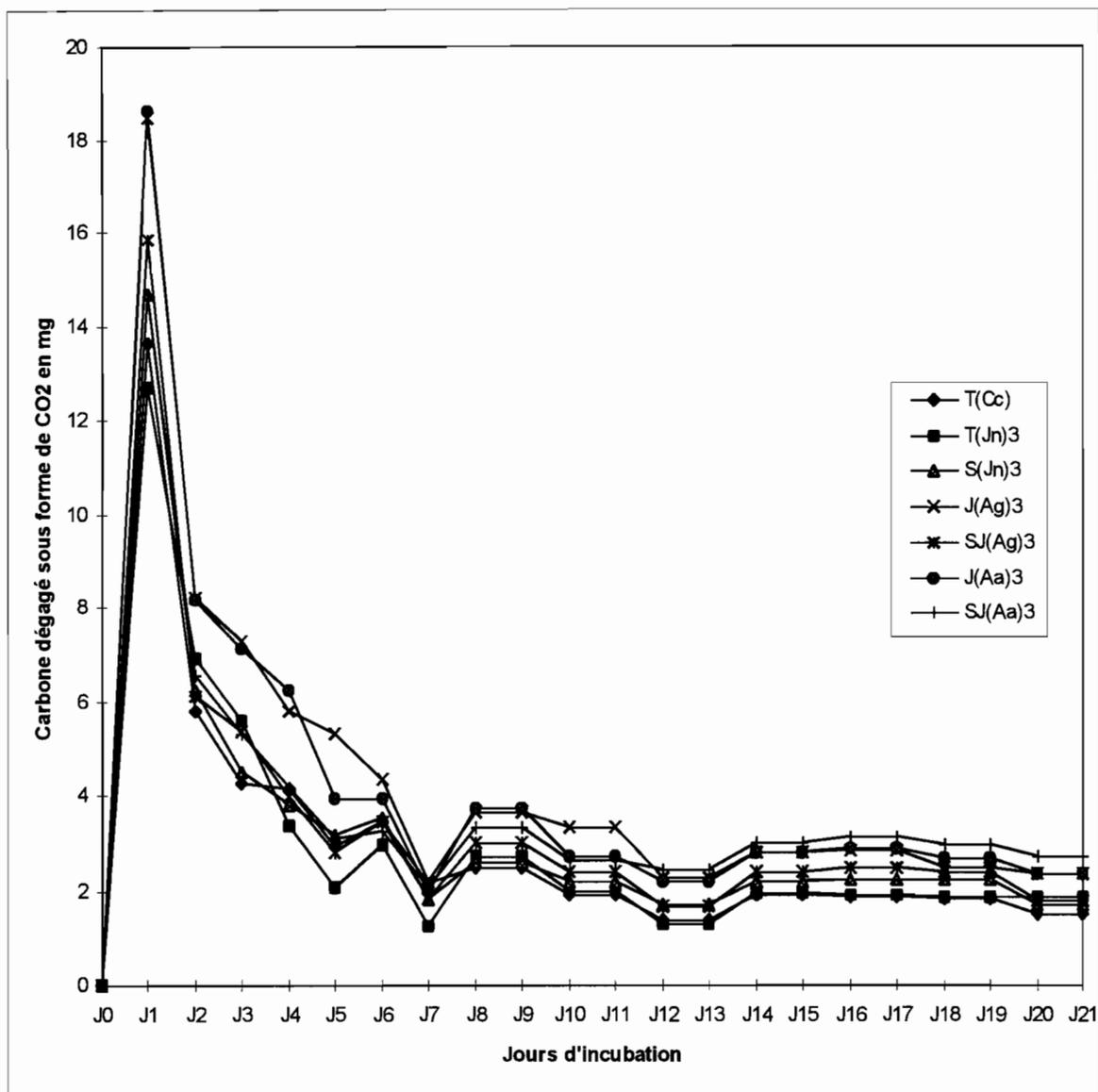
S(Jn)3 : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)3 : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.

SJ(Ag)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

J(Aa)3 : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.

SJ(Aa)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.



**Figure 7 :** Cinétique de dégagement du carbone sous forme de CO<sub>2</sub> pendant l'incubation : échantillons fumigés. Horizon 0-10 cm, sous touffe.

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)3 : Témoin mis en jachère naturelle.

S(Jn)3 : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)3 : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.

SJ(Ag)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

J(Aa)3 : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.

SJ(Aa)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

Ensuite, on observe une seconde phase (figure 6 et 7) située entre le troisième et le dixième jour. Elle est marquée par la décroissance microbienne. Cette phase correspond à la diminution des composés facilement biodégradables. Avec la diminution des aliments plastiques et énergétiques, il s'en suit la mort d'un grand nombre de corps microbiens.

Les corps microbiens morts vont à leur tour être décomposés. La minéralisation de ces produits néoformés est marquée par les légères tendances à la reprise observées entre le sixième et le neuvième jour, après la phase de décroissance (Dommergues, 1968). Ainsi, l'ensemble de ces corps et composés minéralisés va libérer dans le milieu les substances nutritives indispensables au développement des végétaux.

Enfin, on note une troisième phase (figure 6 et 7) à partir du onzième jour qui correspond à une minéralisation lente suite à la décomposition des composés difficilement biodégradables tels la lignine (Hien *et al.*, 1990, cité par Bilgo, 1999). A ce stade, le carbone minéralisé est similaire pour tous les types de sols testés.

## 7.2. Impact des traitements sur la biomasse microbienne du sol

Les résultats analytiques de la biomasse microbienne sont présentés dans le tableau 14.

**Tableau 14** : Biomasse microbienne en mg/100g de sol.

Traitements	Sous touffe	Hors touffe
	Horizon 0-10 cm	Horizon 0-10 cm
T(Cc)	47,04 c	45,88 a
T(Jn)3	55,19 b	55,19 a
S(Jn)3	55,00 b	52,50 a
J(Ag)3	74,05 a	48,65 a
SJ(Ag)3	55,72 b	54,73 a
J(Aa)3	73,01 a	54,11 a
SJ(Aa)3	55,01 b	54,20 a
Probabilité	0.0000	0,60

T(Cc) : Témoin mis en culture continue.

T(Jn)3 : Témoin mis en jachère naturelle.

S(Jn)3 : Sorgho après jachère naturelle de 3 ans.

J(Ag)3 : Jachère à *A. gayanus* de 3 ans.

SJ(Ag)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

J(Aa)3 : Jachère à *A. ascinodis* de 3 ans.

SJ(Aa)3 : Sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis*.

A l'intérieur de chaque colonne, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes.

Pour les sols prélevés sous touffes (tableau 14), l'analyse de variance a révélé des différences hautement significatives entre les traitements ( $P < 0,01$ ).

La biomasse microbienne observée sous touffe à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* est significativement plus importante qu'au niveau des traitements, témoin mis en culture continue, témoin mis en jachère naturelle de 3 ans, sorgho après jachère naturelle de 3 ans, sorgho après jachère de 3 ans à *A. ascinodis* et sorgho après jachère de 3 ans à *A. gayanus*.

Une équation de type linéaire a été établie entre le teneur en carbone du sol et la biomasse microbienne :

$$B = 0,0135 * C - 3,8525 \quad (r^2 = 0,80 ; P = 0,0064).$$

Le coefficient de corrélation et la probabilité montrent que la biomasse microbienne du sol est étroitement et positivement corrélée à la matière organique. La matière organique conditionne donc pour l'essentiel les caractéristiques biologiques du sol. Des résultats similaires ont été donnés par Zangré (2000) pour la région de Saria.

Les teneurs en carbone des sols hors touffe (chapitre VI : tableau 3) ne présentent pas de différences significatives. On comprend alors le fait que les analyses statistiques de la biomasse microbienne des sols prélevés hors touffe (tableau 14) n'ont pas permis de révéler de différences significatives entre les traitements ( $P > 0,05$ ).

Des données quantitatives de l'analyse biologique du sol, on peut retenir les observations suivantes :

- un dégagement cumulé de  $CO_2$  significativement plus important sous touffe, sous couverture à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* que sous les témoins, mis en jachère naturelle de 3 ans et mis en culture continue ;
- une biomasse microbienne significativement plus importante sous touffe, sous couverture à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* que sous les témoins, mis en jachère naturelle de 3 ans et mis en culture continue.

La rhizosphère et la rhizodéposition de *A. gayanus* et de *A. ascinodis* ont donc stimulé l'activité biologique du sol, ainsi que sa biomasse microbienne. Des résultats similaires ont été donnés par Chaussod *et al.* (1986/a) et Abbadie (1995). Par contre, la faible rhizodéposition observée sous cultures céréalières et sous jachère naturelle courte limite considérablement le développement des micro-organismes, car ne bénéficiant pas de source d'énergie suffisante. Les résultats sur la biologie du sol concordent avec ceux donnés par Somé *et al.* (2000/a).

On note enfin que la biomasse microbienne au sein des sols testés est faible. On peut invoquer le fait que les sols sont à tendance limono-sableuse en surface (Somé, 1996). Par conséquent, on doit s'attendre à une faible proportion de micro-pores et partant à une faible aération du sol. Ce qui induit un effet d'inhibition de l'activité biologique par des pressions partielles en CO<sub>2</sub> élevées au niveau des micro-pores (Chaussod *et al.*, 1986/b).

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons montré que la matière organique apportée par la rhizodéposition conditionnait pour l'essentiel les caractéristiques biologiques du sol. En effet, c'est sous couverture à *A. gayanus* et à *A. ascinodis* que l'on trouve le plus de populations microbiennes.

## **Chapitre VIII :**

### **Evolution spatio-temporelle de la végétation herbacée dans les jachères naturelles de courte durée (3 ans)**

#### **8.1. Affinités et niveaux d'homogénéité floristique**

L'ensemble des parcelles ayant fait l'objet d'inventaire a été soumis à une Analyse en Composante Principale (ACP) et à une Classification Hiérarchique Ascendante (CHA).

Il ressort de l'analyse de l'ACP que les espèces recensées ont une affinité avec l'état d'évolution du sol. L'analyse des axes (confère annexe 1) montre que 96 % des variations observées entre les variables sont expliquées par le plan principal. C'est par conséquent ce plan qui est pris en compte dans l'interprétation des données issues de l'ACP. Par ailleurs, lorsque l'on s'intéresse au coefficient de détermination, le constat suivant peut être dégagé :

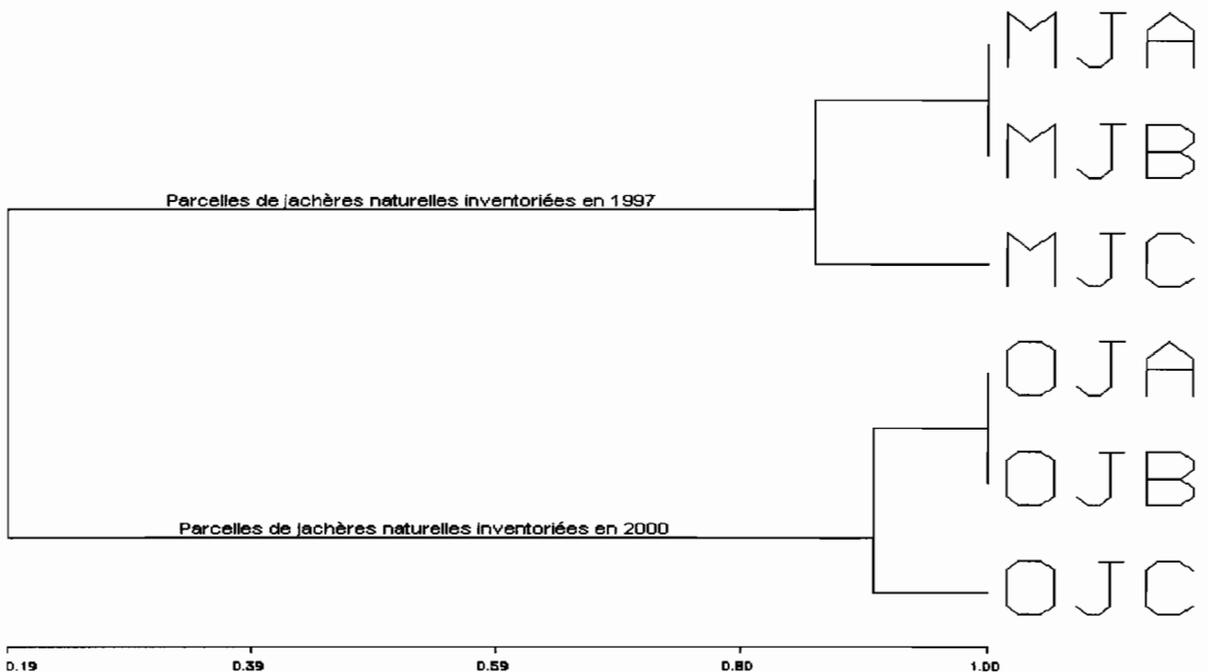
- les variables, parcelles mise en jachères naturelles de 3 ans (OJA ; OJB ; OJC) sont très fortement liées à l'axe 1. Ce sont celles caractérisant les espèces nouvelles, apparues au cours de la mise en jachère ;
- les variables, parcelles de début de jachère (MJA ; MJB ; MJC) sont à l'inverse très fortement liées à l'axe 2. Ce sont celles caractérisant les espèces pionnières de jachère ou les espèces rudérales encore appelées adventices apparues sous l'effet de la culture continue de type « minier ».

Ainsi, l'axe 1 peut être qualifié d'axe de « gain de fertilité », du moment où la jachère a pour but d'améliorer la productivité du sol. Par conséquent, les espèces herbacées qui ont une grande affinité avec cet axe traduisent ou indiquent une certaine hausse du niveau de fertilité du sol. En effet, pour Zoungrana (1993), « les herbacées en tant qu'éléments de paysage plus fins que les ligneux, intègrent davantage les variations du milieu ».

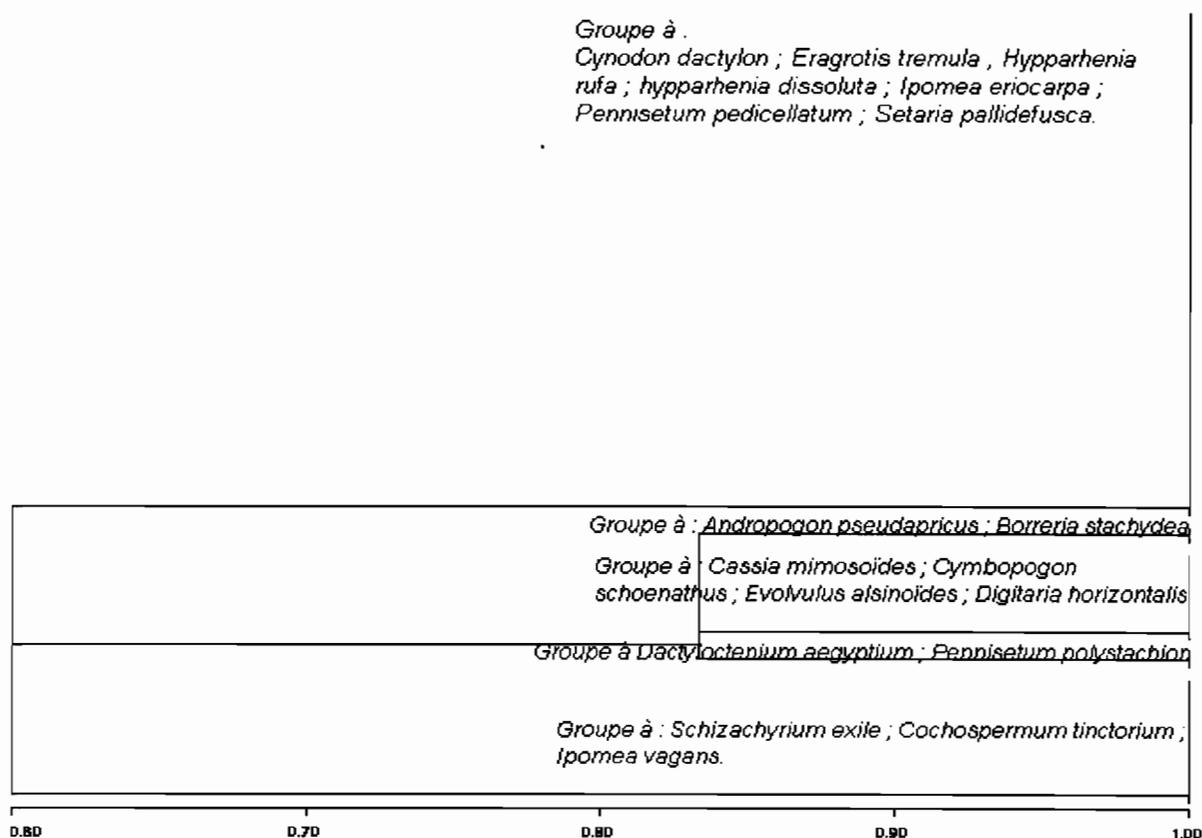
A l'inverse, l'axe 2 peut être qualifié d'axe de « baisse de fertilité ». Les espèces présentant une affinité vis-à-vis de cet axe sont indicatrices d'une évolution régressive du niveau de fertilité du sol, puisque apparaissant sous l'effet de la culture continue de type « minier ».

Zoungrana (1993) et Somé (1996) ont montré que la succession des types biomorphologiques en fonction du stade de la jachère est induite par le regain du niveau de fertilité du sol. En effet, la comparaison des teneurs en carbone entre la culture continue et la jachère naturelle (Chapitre VI : tableau 3) a montré que les teneurs en carbone sont significativement plus élevées au niveau de la jachère naturelle. Ce qui justifie les hypothèses ci-dessus énoncées.

L'ACP ayant été faite sur les données centrées, la délimitation des espèces en groupes homogènes autour des axes n'est pas aisé. En effet, mis à part les espèces à forte dispersion qu'on peut facilement identifier suivant les axes, il existe des espèces moins fréquentes qui contribuent de manière assez forte respectivement à l'inertie des axes 1 ou 2. Pour cela, le recours aux résultats de la Classification Hiérarchique Ascendante (CHA), avec des matrices de proximité qui utilisent l'indice de similarité de Jaccard, en particulier la lecture du dendrogramme (figures 8 et 9) nous a permis aisément d'identifier des groupes homogènes d'espèces que nous pouvons lier aux deux principaux axes de l'ACP.



**Figure 8** : Dendrogramme simplifié des relevés.



**Figure 9 :** Dendrogramme simplifié des espèces herbacées.

Ainsi, nous avons :

- le groupe des espèces présentes exclusivement en début de jachère. Les espèces de ce groupe s'organisent autour de celles dominantes dans les relevés, dont *Cynodon dactylon*, *Eragrostis tremula*, *Hypparhenia rufa*, *Hypparhenia dissoluta*, *Ipomea eriocarpa*, *Pennisetum pedicellatum*, *Setaria pallide-fusca* ;
- le groupe des espèces dominantes dans les relevés en début de jachère et accidentelles au bout de 4 années de période végétative, soit 3 années de jachère. Il s'agit de *Dactyloctenium aegyptium* et de *Pennisetum polystachion* ;
- le groupe des espèces accidentelles en début de jachère et dominantes au bout de 4 années de période végétative, soit 3 années de jachère. Il s'agit de *Andropogon pseudapricus* et de *Borreria stachydea* ;
- le groupe des espèces absentes dans les relevés en début de jachère et présentes au bout de 4 années de période végétative, soit 3 années de jachère. Ce groupe s'organise autour du noyau *Schizachyrium exile*, *Cochlospermum tinctorium* et *Ipomea vagans* ;

- le groupe des espèces présentes accidentellement dans les relevés tout au long des 4 années de période végétative, soit 3 années de jachère. Ce groupe rassemble des espèces comme *Cassia mimosoides*, *Cymbopogon schoenathus*, *Evolvulus alsinoides*, *Digitaria horizontalis*.

On note que le niveau de liaison des différents groupes est supérieur à 80 % (figure 8 et 9).

En hiérarchisant tous ces groupes, on s'aperçoit de l'existence d'une dynamique herbacée post-culturelle marquée en début de jachère par la prédominance des espèces suivantes : *Cynodon dactylon*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrotis tremula*, *Hypparhenia rufa*, *Ipomea eriocarpa*, *Pennisetum pedicelletum*, *Setaria pallide-fusca*.

Ces espèces contribuent le plus à l'inertie de l'axe 2. Par ailleurs, on note que ces espèces s'éteignent au bout de 4 années de période végétative et sont remplacées par d'autres, principalement des thérophytes cespiteux, en occurrence *Andropogon pseudapricus* et *Schizachyrium exile* qui contribuent fortement à l'inertie de l'axe 1.

En conclusion, on note que les espèces qui forment l'axe 2 sont indicatrices d'une évolution régressive de la fertilité du sol. A l'inverse, celles qui contribuent le plus à la formation de l'axe 1, en occurrence *Andropogon pseudapricus* et *Schizachyrium exile*, marquent une évolution progressive du niveau de fertilité du sol. En effet, des espèces comme *Cynodon dactylon*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrotis tremula*, *Hypparhenia rufa*, *Ipomea eriocarpa*, *Setaria pallide-fusca* ont été mentionnées dans des travaux d'auteurs (César et Coulibaly, 1991 et 1993 ; Cissé *et al.*, 1993 ; Somé, 1996 ; Paniagua *et al.*, 1999 ; Somé *et al.*, 2000/b) comme indicatrices de baisse du niveau de fertilité du sol.

## **8.2. Les espèces herbacées : remplacement progressif des types biomorphologiques**

Dans les successions post-culturelles, la mise en place des peuplements herbacés se caractérise par l'implantation de types biologiques et morphologiques différents (Somé, 1996).

Selon Daget et Poissonnet (1971), il existe une relation linéaire très étroite entre la contribution spécifique présence (CSP) et la biomasse. En tenant compte de ces deux facteurs, ils ont élaboré une classification proposée comme suit :

- les espèces non productrices ; sont celles dont  $CSP_i < 1 \%$  ;
- les espèces productrices, qui désignent toutes les espèces dont les contributions spécifiques sont au moins égales à 1 % ;
- les espèces peu productrices ; sont celles dont :  $1 \% < CSP_i < 5 \%$  ;
- les espèces très productrices ; sont celles dont les  $CSP_i > 5 \%$ .

Ainsi, l'analyse des fréquences spécifiques (FS) (tableau 15) et des contributions spécifiques présences (CSP) (tableau 16) montrent qu'en début de jachère une cinquantaine d'espèces a été recensée. Parmi ces espèces, neuf sont très productrices et représentent à elles seules 75 à 80 % de la biomasse totale des relevés. Il s'agit de :

*Cynodon dactylon*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis tremula*, *Hypparhenia dissoluta*, *Hypparhenia rufa*, *Ipomea eriocarpa*, *Pennisetum pedicellatum*, *Pennisetum polystachion*, *Setaria pallide-fusca*.

Ces espèces sont soit des thérophytes unculmaires, soit des thérophytes cespiteux à très faible biomasse et à enracinement très faible et superficiel au sens de Descoings (1976) (repris par Boudouresques, 1995), cités par Somé (1996).

Les inventaires de la deuxième année de période végétative n'ont pas été pris en compte suite à une récolte inadéquate des données.

Au cours de la troisième année de période végétative, soit au bout de 2 années de jachère (tableaux 15 et 16), les espèces très productrices en début de jachère régressent, voire disparaissent au profit d'autres. Sur les 24 espèces recensées, quatre sont très productrices et représentent 85 à 90 % de la biomasse totale des relevés. Ce sont :

*Andropogon pseudapricus*, *Borreria stachydea*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Schizachyrium exile*.

*Andropogon pseudapricus* et *Schizachyrium exile* contribuent à elles seules pour 64 à 69 % du pourcentage de la biomasse des 4 espèces très productrices. *Andropogon pseudapricus* et *Schizachyrium exile* sont des thérophytes cespiteux à forte biomasse et à enracinement dense et profond au sens de Descoings (1976) (repris par Boudouresque, 1995), cités par Somé (1996).

On s'aperçoit donc au bout de 3 années de période végétative, soit au bout de 2 années de jachère que les thérophytes cespiteux à forte biomasse et à enracinement dense prennent largement le pas sur les thérophytes uniculmaires et les thérophytes cespiteux à très faible biomasse et à enracinement très faible et superficiel. Le taux de recouvrement (64 à 69 %) obtenu, permet de soutenir ce constat.

Enfin, la quatrième année de période végétative (3 années de jachère) (tableaux 15 et 16) est marquée par la persistance des espèces recensées au cours de la troisième année. Cependant, on note la disparition quasi-totale de *Dactyloctenium aegyptium*, espèce très productrice au cours de la troisième année de période végétative. Parmi les 21 espèces recensées, quatre sont très productrices, avec un taux de recouvrement de 80 à 90 % dans l'ensemble des relevés. Il s'agit de :

*Andropogon pseudapricus*, *Borreria stachydea*, *Ipomea vagans* et *Schizachyrium exile*.

Parmi ces espèces, *Andropogon pseudapricus* et *Schizachyrium exile* contribuent à elles seules de 90 à 93 % de la biomasse. Ce résultat montre que la flore herbacée dans les jachères de 3 ans perd sa composition en mosaïque au profit d'une tendance à la monospéciation. On observe même en quelques endroits des peuplements constitués uniquement de *Andropogon pseudapricus* ou de *Schizachyrium exile*.

L'avènement des thérophytes cespiteux à forte biomasse et à enracinement dense traduit une amélioration du niveau de fertilité du sol, eu égard à leurs exigences nutritionnelles plus élevées. Ces résultats sont conformes à ceux donnés par Ouédraogo (1985), Yoni (1995) et Somé (1996). La monospéciation se justifie par la structure en touffe dense des thérophytes cespiteux ainsi que par leur biomasse aérienne abondante.

En effet, du point de vue concurrence nutritionnelle, les thérophytes cespiteux à enracinement dense l'emportent sur les thérophytes uniculmaires et sur les thérophytes cespiteux à enracinement très faible et superficiel. Aussi, la biomasse aérienne des thérophytes cespiteux à enracinement dense étant nettement plus développée, elle constitue un écran pour les thérophytes uniculmaires et les thérophytes cespiteux à enracinement très faible et superficiel ; ce qui les empêche de réaliser correctement leurs synthèses chlorophylliennes.

Tableau 15 : Fréquences spécifiques des espèces par parcelle en %.

Espèces / parcelles	Années								
	1997			1999			2000		
	T(Jn)								
<i>Alysicarpus ovalyfolius</i>	1,10	1,65	3,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Andropogon gayanus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	3,30	13,74
<i>Andropogon pseudapricus</i>	2,75	3,30	2,20	64,29	78,57	86,26	100,00	95,60	98,35
<i>Aristida adscensionis</i>	1,65	5,49	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Borreria radiata</i>	3,30	2,20	2,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Borreria scabra</i>	3,30	5,49	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Borreria stachydea</i>	11,54	13,19	17,58	9,89	3,85	6,59	10,44	9,34	19,23
<i>Bracharia deflexa</i>	0,55	0,55	0,00	1,65	1,10	4,40	2,20	0,55	1,65
<i>Bracharia distyphophylla</i>	2,20	1,65	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cassia mimosoides</i>	2,20	2,75	0,00	1,10	0,55	1,10	1,10	0,55	0,55
<i>Cassia negricans</i>	1,65	1,10	0,00	1,10	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
<i>Chrysanthellum americanum</i>	0,55	0,55	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Citrus cucurbita</i>	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	2,20	3,30	2,75
<i>Cochlospermum tinctorium</i>	0,00	0,00	0,00	2,20	4,95	2,20	6,59	4,40	5,49
<i>Corchorus olitorius</i>	0,55	3,85	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Corchorus tridens</i>	1,10	1,65	4,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cucurliigo pilosa</i>	1,10	0,55	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cyanotis lanata</i>	1,10	2,20	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cymbopogon schoenathus</i>	1,10	1,10	0,00	1,65	0,00	1,65	0,55	0,55	0,55
<i>Cynodon dactylon</i>	47,80	38,46	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	70,33	75,27	71,98	41,76	29,12	31,87	4,95	0,55	0,00
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,55	1,10	0,00	1,65	1,10	1,10	1,10	0,55	1,10
<i>Digitaria lecardii</i>	0,55	0,55	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eleusine indica</i>	1,65	2,20	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eragrostis tremula</i>	29,12	20,88	17,03	0,00	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Eragrostis trenella</i>	0,55	1,65	0,55	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00
<i>Euphorbia convolvuloïdes</i>	0,55	1,10	0,00	5,49	1,10	1,10	1,65	0,55	0,55
<i>Euphorbia hirta</i>	1,65	1,10	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Evolvulus alsinoides</i>	4,95	4,40	0,00	0,00	1,10	1,10	1,10	0,55	1,65
<i>Fimbristilis hispidula</i>	1,10	0,55	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hackelochloa granularis</i>	1,10	0,55	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hibiscus asper</i>	0,00	0,00	0,00	0,55	0,55	0,00	1,65	1,10	1,10
<i>Hypparhenia dissoluta</i>	7,14	2,20	32,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Hypparhenia rufa</i>	45,60	35,16	28,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Indigofera dendroides</i>	1,10	1,10	12,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Indigofera lepreurii</i>	3,85	0,55	6,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ipomea eriocarpa</i>	17,58	14,29	45,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ipomea vagans</i>	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	12,64	4,40	4,40
<i>Kohautia senegalensis</i>	2,75	2,20	2,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lepidagatis anobrya</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	2,75	1,10	0,55
<i>Leucas martinicensis</i>	1,65	0,55	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Maniscus squarrosus</i>	2,20	0,55	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Mitracarpus scaber</i>	2,20	1,65	2,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pandiaka heudelotii</i>	0,55	1,10	0,55	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	41,76	29,67	24,18	6,59	5,49	4,95	0,00	0,00	0,00
<i>Pennisetum polystachion</i>	23,63	36,26	21,43	4,40	3,30	2,75	5,49	2,20	0,00
<i>Phyllanthus amarus</i>	2,75	0,55	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Physalis micrantha</i>	1,10	0,55	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Polycarpaea sp.</i>	3,85	0,55	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Raphionacme daronii</i>	0,55	0,55	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Schizachyrium exile</i>	0,00	0,00	0,00	48,35	50,55	37,91	100,00	97,25	87,36
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,04	3,85	2,75
<i>Setaria pallide-fusca</i>	8,79	15,38	6,59	0,55	0,55	1,10	0,00	0,00	0,00
<i>Sida alba</i>	1,65	1,10	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Striga hermonthica</i>	1,10	0,55	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Stylochyton warneckei</i>	1,10	2,20	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Tephrosia bracteolata</i>	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,55	1,10	0,55	1,10
<i>Tephrosia pedicellata</i>	0,55	1,10	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Walteria indica</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	1,10	2,20	5,49
<b>SOMME</b>	<b>367,03</b>	<b>342,86</b>	<b>379,12</b>	<b>192,86</b>	<b>186,81</b>	<b>187,91</b>	<b>264,84</b>	<b>232,97</b>	<b>248,90</b>



## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons pu suivre la dynamique de la succession post-culturelle dans les jachères de courte durée. Il ressort que chronologiquement, on observe en début de jachère la prédominance des espèces rudérales à très faible enracinement telles que, *Cynodon dactylon*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrotis tremula*, *Hypparhenia rufa*, *Setaria pallide-fusca*. Puis, au fil du temps, il se produit un réajustement des espèces en fonction de l'état de fertilité du sol. Ce qui a pour conséquence de permettre aux thérophytes cespiteux (*Andropogon pseudapricus* et *Schizachyrium exile*) à forte biomasse, à enracinement dense et plus exigeant de s'implanter et de coloniser fortement les jachères au bout de 3 années.

## CONCLUSION GENERALE ET PERPECTIVES

Les travaux entrepris dans le présent mémoire s'inscrivent dans le cadre d'une gestion durable des ressources naturelles.

Il ressort de l'ensemble de ce travail, les acquis suivants :

- ❖ une très bonne capacité d'adaptation de *Andropogon gayanus* et de *Andropogon asciodis*. On note des taux de survie allant de 90 à 98 % dès la deuxième année d'implantation ;
- ❖ un gain net en carbone sous touffes, sous couverture à herbacées pérennes (*Andropogon gayanus*, *Andropogon asciodis*). On observe au bout de 3 ans une augmentation de :
  - 43,31 % et de 54,55 % respectivement sous *Andropogon gayanus* et *Andropogon asciodis* par rapport au témoin mis en culture continue,
  - 11,3 % et de 20,03 % respectivement sous *Andropogon gayanus* et *Andropogon asciodis* par rapport à la jachère naturelle ;
- ❖ un gain net en carbone de 28,76 % sous couverture à herbacées annuelles par rapport à la culture continue ;
- ❖ une teneur en azote significativement plus élevée sous touffes, sous couverture à *Andropogon asciodis*, comparée à celle que l'on trouve sous culture continue ;
- ❖ une acidité plus forte en profondeur qu'en surface. La matière organique apportée surtout en surface contribue à corriger l'acidité du sol ;
- ❖ une minéralisation du carbone nettement plus importante sous touffes, sous couverture à herbacées pérennes (*Andropogon gayanus*, *Andropogon asciodis*) qu'au niveau des traitements mis en culture continue et mis en jachère naturelle.
- ❖ une biomasse microbienne nettement plus importante sous touffes, sous couverture à herbacées pérennes (*Andropogon gayanus*, *Andropogon asciodis*) qu'au niveau des traitements mis en culture continue et mis en jachère naturelle. Une corrélation positive et étroite a été établie entre la teneur en carbone du sol et la biomasse microbienne ;

Au regard de ces résultats, on s'aperçoit donc que conformément au modèle conceptuel proposé par Somé (1996), on observe, sous *Andropogon gayanus* et *Andropogon asciodis*, une entrée de matière organique essentiellement par la voie litière racinaire. Cette litière va être stockée préférentiellement dans la « fraction labile » de la matière organique sous forme de corps microbiens.

❖ L'évolution de la végétation herbacée des jachères naturelles est fortement corrélée avec celle de l'état de fertilité du sol.

Par conséquent *Andropogon gayanus* et *Andropogon ascinodis* sont des sources d'amendements organiques qu'il faut exploiter pour une production semi-intensive (voire intensive) durable. Les faibles revenus des paysans sont à la base de la dégradation des sols, puisqu'ils ne parviennent pas à s'acquérir des intrants pour fertiliser les sols.

Il s'avère donc nécessaire que les investigations dans le monde rural en matière de projets de développement agricoles intègrent l'utilisation de matériaux locaux, accessibles et adaptés dans la conservation des eaux et des sols. Aussi, une subvention des intrants agricoles par les décideurs permettrait de réduire la dégradation des sols sous l'effet de la culture continue. En outre, une association espèces herbacées/légumineuses pourrait être envisagée pour pallier, à la fois, les déficits organiques et azotés des sols testés. Par ailleurs, une étude des caractéristiques physiques du sol permettrait sans doute de renforcer les acquis sur les effets structurants d'*Andropogon gayanus* et d'*Andropogon ascinodis*. Enfin, il s'agira dans une étude ultérieure de vérifier les effets de l'amélioration de la fertilité des sols sous couverture à *Andropogon gayanus* et à *Andropogon ascinodis* sur les rendements agricoles. Ce qui permettrait d'évaluer l'impact du raccourcissement de la jachère sur les rendements agricoles.

## BIBLIOGRAPHIE

**Abbadie (L.)**, 1985. Evolution saisonnière du stock d'azote dans la strate herbacée d'une savane de Côte d'Ivoire protégée des feux de brousse. *Acta Œcologica, Œcol. Plant.*, vol. 6(20), n°4, pp323-335.

**Abbadie (L.)**, 1995. Organic matter and nutrient dynamics in a wet savana of Côte d'Ivoire : facts and hypothesis. Functioning and dynamics of natural and perturbed ecosystems, Bellan (D.), Bonin (G.), Emig (C.), Eds. : pp197-203.

**Abbadie (L.), Lata (J.C.) et Tavernier (V.)**, 2000. Impact des graminées pérennes sur une ressource rare : l'azote. *In* Floret (C.) et Pontanier (R.), La jachère en Afrique tropicale. Rôles, Aménagements, Alternatives. Actes du séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999, Vol.I, John Libbey-Eurotext-IRD-CORAF, pp189-193.

**Albrecht (A.), Angers (D.A.), Beare (M.H.) et Blanchart (E.)**, 1998. Déterminants organiques et biologiques de l'agrégation : implications pour la récapitalisation de la fertilité physique des sols tropicaux. *Cahiers Agricultures*, 7 : pp357-363.

**Alexandre (D. Y.)**, 1993. Amélioration des jachères en zone de savane : l'expérience de la reforestation des friches du Nazinon. *In* Floret (C.) et Serpantié (G.). Colloques et Séminaires : La jachère en Afrique de l'Ouest. ORSTOM, Paris, pp395-403.

**Akobundu (I.O.), et Agyakwa (C. W.)**, 1989. Guide des adventices d'Afrique de l'Ouest. Institut International d'agriculture tropicale, Ibadan, Nigeria, 522 p

**Baize (D.)**, 1988. Guide des analyses courantes en pédologie. INRA. Paris. 172 p

**Barbier (B.), et Ruas (J. F.)**, 1994. Hétérogénéité spatiale des pays du Sahel. *In* Cattin (M.B.) et De Grandi (J.C.). Promotion de systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano-sahéliennes. Séminaire régional, Dakar, Sénégal, FAO/ CIRAD. Pp7-12

**Berhaut (J.)**, 1967. Flore du Sénégal. 2<sup>e</sup> éd. Clairafrique, Dakar, 485 p

**Bernal (M. P.), Sanchez-Monedero (M. A.), Paredes (C.), Roig (A.)**, 1998. Carbone mineralization from organic Wastes at different composting stages during their incubation with soil. *In Agriculture Ecosystems and Environment*, N°69, pp175-189.

**Bernhard-Reversat (F.), Masse (D.) et Harmand (J.M.)**, 2000. Qualité des litières et décomposition dans les jachères naturelles. *In Floret (C.) et Pontanier (R.)*, La jachère en Afrique tropicale. Rôles, Aménagements, Alternatives. Actes du séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999, Vol.I, John Libbey-Eurotext-IRD-CORAF, pp194-203.

**Bilgo (A.)**, 1999. Les différentes modes de gestion des jachères courtes et leurs impacts sur le sol : Cas de la région de bondoukuy (BURKINA FASO). Mémoire D.E.A. FAST. Université de Ouagadougou, 74 p

**Breman (H.) et Cissé (A. M.)**, 1978. Dynamique des pâturages sahéliens par rapport à la sécheresse et au broutage. *In Lieke (B.) et Cissé (A. M.)*, PPS, Traduction d'un article en anglais publié dans la revue *œcologia* (Springer-Verlay), Vol.28, pp301-315.

**Breman (H.)**, 1982. La production des herbes pérennes et des arbres. *In Penning De Vries (F.W.T.) et Djiteye (M.A.)* édts. La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de ces ressources naturelles. PUDOC, Wageningen, pp399-411.

**Bondex (P.A.F.)**, 1995. Dynamique de la matière organique des sols dans les jachères herbeuses et arbustives en région Soudanienne (Bondoukuy, Burkina Faso)., Magistère Interuniversitaire de Biologie-Biochimie, Univ. de Paris VI, VII, XI et Ecole Normale Supérieure, Rapport de stage de maîtrise, ORSTOM Bobo Dsso, 21p + annexes.

**Buldgen (A.), et Dieng (A.)**, 1997. *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus*. Les presses agronomiques de Gembloux ;A.S.B.L, 171 p

**César (J.), et Coulibaly (Z.),** 1991. Le rôle des jachères et des cultures fourragères dans le maintien de la fertilité des terres. *In Savanes d'Afrique, Terres Fertiles ?* . Actes des rencontres Internationales. Ministère de la coopération et du développement/ CIRAD, pp271-287.

**César (J.), et Coulibaly (Z.),** 1993. Conséquence de l'accroissement démographique sur la qualité de la jachère dans le Nord de la Côte d'Ivoire. *In Floret (C.) et Serpantié (G.). Colloques et Séminaires : La jachère en Afrique de l'Ouest.* ORSTOM, Paris, pp415-434.

**Charreau (C.) et Nicou (R.),** 1971. L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo argileux de la zone tropicale sèche ouest africaine et ses indices agronomiques. *L'Agronomie Tropicale* 26 (5), pp565-631.

**Chaussod (R.) et Nicolardot (B.),** 1982. Mesure de la biomasse microbienne dans les sols cultivés. I- Approche cinétique et estimation simplifiée du carbone facilement minéralisable. *In Rev. Ecol. Biol. Sol*, 19 (4) : pp501-512.

**Chaussod (R.), Nicolardot (B.), Soulas (G.) et Joannes (H.),** 1986/a. Mesure de la biomasse microbienne dans les sols cultivés. II- Cinétique de minéralisation de matière organique microbienne marquée au carbone 14. *In Rev. Ecol. Sol*, 23 (2) : pp183-196.

**Chaussod (R.), Nicolardot (B.), Catroux (G.) et Chrétien (J.),** 1986/b. Relations entre les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques de quelques sols cultivés. *Science du Sol*, Plaisir-France, 2 : pp213-226.

**Christensen (B.T.),** 1987. Decomposability of organic matter in particle-size fractions from field soils with straw incorporation. *Soil Biol. Biochem.*, 19 : pp429-435.

**Cissé (M. I.), Hiernaux (P.) et Diarra (L.),** 1993. Intégration agropastorale au sahel : Dynamique et potentiel fourrager des jachères. *In Floret (C.) et Serpantié (G.). Colloques et Séminaires : La jachère en Afrique de l'Ouest.* ORSTOM, Paris, pp405-413.

**Daget (P.) et Poissonnet (J.),** 1971. Méthode d'analyse de la végétation des pâturages. Critères d'application. Ann. Agron., 22, pp4-41.

**De Blic (P.),** 1997. Organisation structurale et comportement physique du sol sous l'effet de la culture et de la jachère. I Evolution du profil cultural au cours de la jachère à *Andropogon Spp.* Laboratoire de pédologie ; ORSTOM, BURKINA FASO, 24 p + annexes.

**De Blic (P.),** 1998. Organisation structurale et comportement physique du sol sous l'effet de la culture et de la jachère. II. Effet d'un précédent jachère sur le profil cultural sous culture de mil. Laboratoire de pédologie ; ORSTOM ; BURKINA FASO, 27 p + annexes.

**Djimadoum (M.),** 1999. Recherche des facteurs favorables à l'installation du peuplement de *Andropogon gayanus* Kunth dans les jachères en savanes soudaniennes. Cas de la région de Bondoukuy, BURKINA-FASO. Mémoire DEA. Option biologie et écologie végétales. FAST/ IRD/ CRNST, 67 p + annexes.

**Dommergues (Y.),** 1968. Dégagement tellurique de CO<sub>2</sub>. Mesure et signification. Annales de l'Institut Pasteur, 115 : pp627-656.

**Dommergues (Y.),** 1960. La notion de coefficient de minéralisation du carbone dans les sols. Agron. Trop., 15 : pp54-60.

**Donfack (P.),** 1993. Dynamique de la végétation après abandon d la culture au Nord - Cameroun. In La jachère en Afrique de l'Ouest. Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris, pp319-330.

**Elliot (E.T.) et Coleman (D.C.),** 1988. Let the soil work for us. 4<sup>th</sup> European Ecology Symposium, Wageningen, Ecol. Bull., 39 : pp23-32.

**Feller (C.), Lavelle (P.), Albrecht (A), et Nicolardot (B.),** 1993. La jachère et le fonctionnement des sols tropicaux : Rôle de l'activité biologique et des matières organiques.

**Feller (C.)**, 1994. La matière organique dans les sols tropicaux à argile 1 : 1. Recherche de compartiments organiques fonctionnels. Une approche granulométrique. Thèse de doct. Es Sc. Nat. Université Louis Pasteur, 393p + annexes.

**Floret (C.) et Pontanier (R.)**, 1993. Recherches sur la dynamique de la végétation des jachères en Afrique Tropicale. *In* Colloques et Séminaires : La jachère en Afrique de l'Ouest. ORSTOM, Paris, pp33-46.

**Floret (C.), Pontanier (R.)**, 1994. Recherches sur la jachère en Afrique Tropicale. *In* Floret (C.), Pontanier (R.) et Serpantié (G.), La jachère en Afrique tropicale. Dossier MAB 16, pp11-54.

**Fontes (J.), et Guinko (S.)**, 1995. Carte de la végétation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. ICIV, IDR, Ministère de la Coopération Française (Projet Campus 88313101), 53 p

**Fournier (A.)**, 1982,b. Cycle saisonnier de la biomasse herbacée dans les savanes de Ouango-Fitini (RCI). Laboratoire de zoologie, Ecole normale supérieure. Annales de l'Univ. Abidjan, Série E (Ecologie), Tome XV, pp63-94.

**Fournier (A.)**, 1986. Cycle saisonnier de la phytomasse et de la production herbacée dans les savanes soudaniennes de Nazinga (B. F.), 46 p + annexes.

**Fournier (A.)**, 1992. Stratégie de croissance de deux graminées pérennes des savanes soudaniennes d'Afrique de l'Ouest : *Andropogon ascinodis* et *Schizachyrium sanguineum*. Muséum National d'Histoire Naturelle, Ecologie générale. Rév. Ecol. (Terre Vie), vol. 47, pp113-134.

**Gregorich (E.G.), Kachanoski (R.G.) et Voroney (R.P.)**, 1989. Carbon mineralization in soil size fractions after various amounts of aggregate disruption. J. Soil Sci., 40 : pp649-659.

**Guinko (S.),** 1984. Végétation de la Haute Volta. Thèse Doct. Es Sc. Nat. Univ. Bordeaux III, 318 p.

**Hien (M.),** 1996. La reconstitution post-culturelle de la végétation en savane soudanienne dans la région de Bondoukuy (Burkina Faso). Les jachères de moins de six ans : Flore, Persistance des adventices, Lien avec le milieu et son utilisation. Mémoire DEA. Option : Biologie et Ecologie végétales. FAST/ ORSTOM-BOBO, 93 p.

**Hien (V.), Sédogo (P. M.), et Lompo (F.),** 1993. Etude des effets des jachères de courtes durées sur la production et l'évolution des sols dans les différents systèmes de cultures du Burkina Faso. *In* La jachère en Afrique de l'Ouest. Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris, pp221-232.

**Hien (V.), Sédogo (P. M.), et Lompo (F.),** 1994. Gestion de la fertilité des sols au Burkina Faso. Bilan et perspectives pour la promotion de systèmes agricoles durables dans la zone soudano-sahélienne. *In* Cattin (M. B.) et De Grandi (J. C.). Promotion de systèmes agricoles durables dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne ; Séminaire régional, Dakar, Sénégal, FAO/ CIRAD, pp7-12.

**Hoefsloot (H.), Van Der Pol (F.), Roelevelled (L.),** 1993. Jachères améliorées. Option pour le développement de systèmes de production en Afrique de l'Ouest. Bulletin 333. Institut Royal des Tropiques. Amsterdam Kit développement agricole, 86 p.

**Jacques-Felix (H.),** 1962. Les graminées (Poaceae) d'Afrique tropicale : I. Généralités, classification, description des genres. IRAT ? Bull. Scient. 8, 345 p.

**Jean (S.),** 1975. Les jachères en Afrique tropicale. Interprétation technique et foncière. Institut d'Ethnologie, Musée de l'homme, Paris, 168 p.

**Jenkinson (D.S.) and Powlson (D.S.),** 1976. The effect of biocidal treatments on metabolism in soil : V. A method for measuring soil biomass. Soil. Biol. Biochem., 8 : pp209-213.

**Lavelle (P.), Martin (A.), Blanchart (E.), Gilot (C.), Melendez (G.) et Pashanasi (B.),** 1991. Conservation de la fertilité des sols de savane par la gestion de l'activité de la macrofaune du sol. *In Savanes d'Afrique, Terres Fertiles ?*. Actes des rencontres Internationales. Ministère de la coopération et du développement/ CIRAD, pp316-335.

**Le Mire Pêcheux (L.),** 1995. Les graminées pérennes dans les savanes soudaniennes : Structure des populations, fonctions et usages de *Andropogon gayanus* (Kunth) dans les champs du plateau de la région de Bondoukuy (Ouest du Burkina Faso). Mémoire DESS Univ. Pris XII Val de marne UFR de sciences, 101 p + annexes.

**Mando (A.), et Stroosnijder (L.),** 1999. The biological and physical role of mulch in the rehabilitation of crusted soil in the sahel. *In Soil Use and Management* 15, pp123-127.

**Merlier (H.), et Montegut (J.),** 1982. Adventices tropicales. République Française, Ministère des Relations extérieures (Coopération et développement), ORSTOM/ GERDAT/ ENSH, 490p

**Mitja (D.) et Puig (H.),** 1993. Essartage, culture itinérante et reconstitution de la végétation dans les jachères en savane humide de Côte d'Ivoire (Booro-Borotou, Touba). *In Colloques et Séminaires : La jachère en Afrique de l'Ouest*. ORSTOM, Paris, pp377-392.

**Myers (R.J.K.), Palm (C.A.), Cueva (E.), Gunatilleke et Bossard (M.),** 1994. The synchronisation of nutrients mineralisation and plants demand. *In Woomer (P. L.) et Swift (M.J.)* éds, *The biological management of tropical soil fertility*. John Willey & Son, pp88-110.

**Nacro ( H. B.), Benest ( D. ) et Abbadie ( L. ),** 1996. Distribution of microbial activities and organic matter according to particle size in a humid savanna soil (Lamto, Côte d'Ivoire). *Soil Biol. Biochem.*, 28 : pp1687-1697.

**Nacro (H.B.),** 1997. Hétérogénéité de la matière organique dans un sol de savane humide (Lamto, Côte d'Ivoire) : caractérisation chimique et étude *in vitro*, des activités microbiennes de minéralisation du carbone et de l'azote. Thèse de Doctorat Spécialité Ecologie Générale. Paris IV. 302 p.

**Ouédraogo (J.),** 1985. Contribution à l'étude du dynamisme des formations naturelles du Burkina Faso. Reconstitution des jachères de la zone de Kaïbo et de Niaogho. Mémoire de fin d'études, ITDR, Option Eaux et Forêts, Ouagadougou, 63p.

**Ouédraogo (A.),** 2000. Distribution spatio-temporelle de la matière organique dans un sol ferrugineux tropical sous jachère : Disponibilité des nutriments. Mémoire de fin d'études, IDR, Option agronomie, Bobo Dioulasso, 83p.

**Paniagua (A.), Kammerbauer (J.), Avedillo (M.) et Andrews (A.M.),** 1999. Relationship of soil characteristics to vegetation successions on a sequence of degraded and rehabilitated soils in Honduras. *Agriculture, Ecosystems and Environment* : pp215-225.

**Piéri (C.),** 1989. Fertilité des terres de savanes. (Bilan de trente ans de recherche et de développement agricole au sud du Sahara). Ministère de la coopération et du développement, CIRAD/ IRAT, 444 p

**Piéri (C.),** 1991. Les bases agronomiques de l'amélioration et du maintien de la fertilité des terres de savanes au sud du Sahara. *In Savanes d'Afrique, Terres Fertiles ?* . Actes des rencontres internationales. Ministère de la coopération et du développement, CIRAD, pp43-52.

**Roose (E.),** 1993. Capacité de la jachère à restaurer la fertilité des sols pauvres en zone soudano - sahélienne d'Afrique occidentale. *In La jachère en Afrique de l'Ouest. Colloques et séminaires*, ORSTOM, Paris, pp233-244.

**Scholes (R. J.), Dalal (R.) et Singer (S.),** 1994. Soils physics and fertility : The effects of water, temperature and texture. *In Woomer (P. L.) et Swift (M.J.)* édés, *The biological management of tropical soil fertility*. John Willey & Son, pp117-136.

**Sebillotte (M.)**, 1991. Fertilité et système de production. Essai de problématique générale. *In* Fertilité et système de production. INRA, Paris, pp13-58.

**Sebillotte (M.)**, 1993. La jachère. Elément pour une théorie. *In* La jachère en Afrique de l'Ouest. Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris, pp89-111.

**Sédogo (M. P.)**, 1981. Contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride ( Matière organique du sol et nutrition azotée des cultures). Thèse Doct. - Ingénieur, ENSAIA, Nancy, France, 198 p.

**Sédogo (M. P.)**, 1993. Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture : Incidence des modes de gestion sur la fertilité. Thèse Doct. Es Sc. Univ. Nat. De Côte d'Ivoire, 285 p + annexes.

**Soltner (D.)**, 1994. Les bases de la production végétale. Collection : Sciences et Techniques Agricoles. 20<sup>e</sup> édition, Tome I, 467 p.

**Somé (A. N.)**, 1992. Conception et pratique de la jachère dans le terroir de Sobaka (Burkina - Faso). Mémoire DEA de biologie végétale tropicale. Univ. Pierre et Marie Curie ( Paris XI), 44 p + annexes.

**Somé (N. A.)**, 1994. Rôle de la jachère dans la restauration de la fertilité du sol en zone soudanienne : Dynamique de la végétation et évolution des caractères pédologiques. *In* Wolf (J.N.). Systèmes Agraires et Agriculture Durable en Afrique sub-saharienne. Séminaire régional, Cotonou, Bénin, IFS, pp219-236.

**Somé (A.N.)**, 1996. Les systèmes écologiques post-culturaux de la zone soudanienne (Burkina - Faso) : Structure spatio-temporelle des communautés végétales et évolution des caractères pédologiques. Thèse Doct. Univ. Pierre et Marie Curie (Paris VI), 212 p+ annexes.

**Somé (A.N.), Hien (V.) et Alexandre (D.Y.)**, 2000/a. Dynamique comparée de la matière organique du sol dans les jachères Soudaniennes sous l'influence d'herbacées annuelles et pérennes. *In* la jachère en Afrique tropicale. Floret (C.) et Pontanier (R.). Rôles, Aménagements, Alternatives. Actes du séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999, Vol.I, John Libbey-Eurotext-IRD-CORAF, pp212-222.

**Somé (A.N.), Ouédraogo (J.S.) et Alexandre (D.Y.)**, 2000/b. Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes post-cultureux de la zone Soudanienne (Burkina Faso). *In* la jachère en Afrique tropicale. Floret (C.) et Pontanier (R.). Rôles, Aménagements, Alternatives. Actes du séminaire international, Dakar, 13-16 avril 1999, Vol.I, John Libbey-Eurotext-IRD-CORAF, pp422-430.

**Taonda (S.J.B.), Bertrand (R.), Dickey (J.), Morel (J.L.) et Sanon (K.)**, 1995. Dégradation des sols en agriculture minière au Burkina Faso. *Cah. Agri.*, 4(5) : pp363-369.

**Tassambédo (M.A.)**, 2000. Amélioration bio-physico-chimique des sols sous couverture à *Andropogon* spp. : Effets sur le raccourcissement de la jachère et sur l'augmentation de la production (Zone soudanienne du Burkina Faso). Rapport de stage de fin de 1<sup>ère</sup> année IDR, option Eaux et Forêts, 49p.

**Woomer (P.L.), Martin (A.), Albrecht (A.), Resck (D.V.S.) et Scharpenseel (H.W.)**, 1994. The importance and management of soil organic matter in the tropics. *In* Woomer (P. L.) et Swift (M.J.) eds, The biological management of tropical soil fertility. John Willey & Son, pp47-81.

**Yoni (M.)**, 1995. Etude de stade à *Andropogon* dans la reconstitution de la végétation des jachères soudaniennes à Bondoukuy (Ouest du Burkina Faso). Mémoire de fin d'études, IDR, Option Eaux et Forêts, Bobo Dioulasso, 91p.

**Zangré (B.V.C.A.)**, 2000. Effets combinés du travail du sol et des amendements organiques sur la fertilité d'un sol ferrugineux tropical lessivé dans la région de Saria (Zone centre du Burkina Faso). Mémoire de fin d'études, IDR, Option Agronomie, Bobo Dioulasso, 83p + annexe.

**Zombré (N.P.), Djimadoum (M.), Somé (N. A.), et De Blic (P.),** 1995. Etude Pédologique du terroir de Sobaka : Forêt classée du Nazinon (texte et carte Pédologique). Programme J.O.S.E.F., IRBET/ ORSTOM - Ouagadougou, 41p.

**Zoungrana (I.),** 1993. Les jachères Nord - soudaniennes du Burkina - Faso. I- Analyse de la reconstitution de la végétation herbacée. In la jachère en Afrique de l'Ouest. Colloques et Séminaires, ORSTOM, Paris, pp351-357.

**ANNEXE 1 :**  
**Résultats de l'ACP**

TITRE DE L'ANALYSE : ACP FORISTIQUE  
 -----  
 UTILISATEUR : TASSAMBEDO MOUSTAPHA ALASSANE  
 -----  
 DATE : 04-05-2001  
 -----

CARACTERISTIQUES DU FICHER : INVENT7  
 TITRE :

NOMBRE D'OBSERVATIONS : 59 NOMBRE DE VARIABLES 6

ACP SUR DONNEES BRUTES (MATRICE de VARIANCES COVARIANCES)  
 -----

NOMBRE DE VARIABLES PRISES EN COMPTE DANS L'ANALYSE : 6  
 NOMBRE DE VARIABLES SUPPLEMENTAIRES : 0

NOMBRE D'AXES DEMANDES : 2

STATISTIQUES ELEMENTAIRES

VARIABLES	MOYENNES	ECARTS-TYPES DE LA SERIE
MJA	11.169	24.7825
MJB	10.390	23.5221
MJC	11.949	24.8531
OJA	8.085	32.8882
OJB	7.102	31.6783
OJC	7.763	30.8085

CORRELATIONS

	MJA	MJB	MJC	OJA	OJB	OJC
MJA	1.000					
MJB	0.966	1.000				
MJC	0.892	0.878	1.000			
OJA	-0.050	-0.033	-0.058	1.000		
OJB	-0.074	-0.064	-0.080	0.997	1.000	
OJC	-0.072	-0.059	-0.075	0.987	0.991	1.000

DIAGONALISATION

1E LIGNE : VALEURS PROPRES (VARIANCES SUR LES AXES PRINCIPAUX)  
 2E LIGNE : CONTRIBUTION A LA VARIATION TOTALE (POURCENTAGES EXPLIQUES PAR LES AXES PRINCIPAUX)

3033.4275	1664.4558
62.9 %	34.5 %

VECTEURS PROPRES (COEFFICIENTS DES VARIABLES DANS L'EQUATION LINEAIRE DES AXES PRINCIPAUX)

MJA	0.0640	0.5902
MJB	0.0548	0.5578
MJC	0.0659	0.5735
OJA	-0.5931	0.0764
OJB	-0.5731	0.0532
OJC	-0.5552	0.0547

ETUDE DES VARIABLES

1E COLONNE : CORRELATIONS ENTRE LES VARIABLES ET LES AXES PRINCIPAUX  
 2E COLONNE : CORRELATIONS AU CARRE

VARIABLES COMPOSANTES PRINCIPALES

	AXE 1	AXE 2
MJA **	0.1422	0.0202 * 0.9716 0.9440 *
MJB **	0.1284	0.0165 * 0.9674 0.9359 *
MJC **	0.1460	0.0213 * 0.9414 0.8863 *
OJA **	-0.9933	0.9867 * 0.0947 0.0090 *
OJB **	-0.9964	0.9929 * 0.0685 0.0047 *
OJC **	-0.9926	0.9852 * 0.0724 0.0052 *

ETUDE DES INDIVIDUS

1E COLONNE : COORDONNEES DES INDIVIDUS SUR LES AXES PRINCIPAUX  
 2E COLONNE : COSINUS CARRES (QUALITE DE LA REPRESENTATION)

INDIVIDUS AXE 1 AXE 2

001 **	11.7917	0.3971 * -14.3650 0.5893 *
002 **	-7.9948	0.0914 * -18.7447 0.5022 *
003 **	-295.0437	0.9944 * 20.8698 0.0050 *
004 **	12.1078	0.4789 * -11.0174 0.3965 *
005 **	12.0367	0.4963 * -12.0199 0.4950 *
006 **	12.4974	0.6867 * -7.5263 0.2491 *
007 **	-24.5741	0.3676 * 27.7416 0.4684 *
008 **	6.5127	0.0942 * -20.1602 0.9031 *
009 **	11.7221	0.3794 * -14.9051 0.6134 *
010 **	10.4737	0.3138 * -15.3593 0.6748 *
011 **	10.8455	0.2710 * -17.7213 0.7235 *
012 **	11.3546	0.2763 * -18.3647 0.7228 *
013 **	2.5166	0.0158 * -19.7618 0.9738 *
014 **	-6.1509	0.0954 * -18.7712 0.8884 *

```

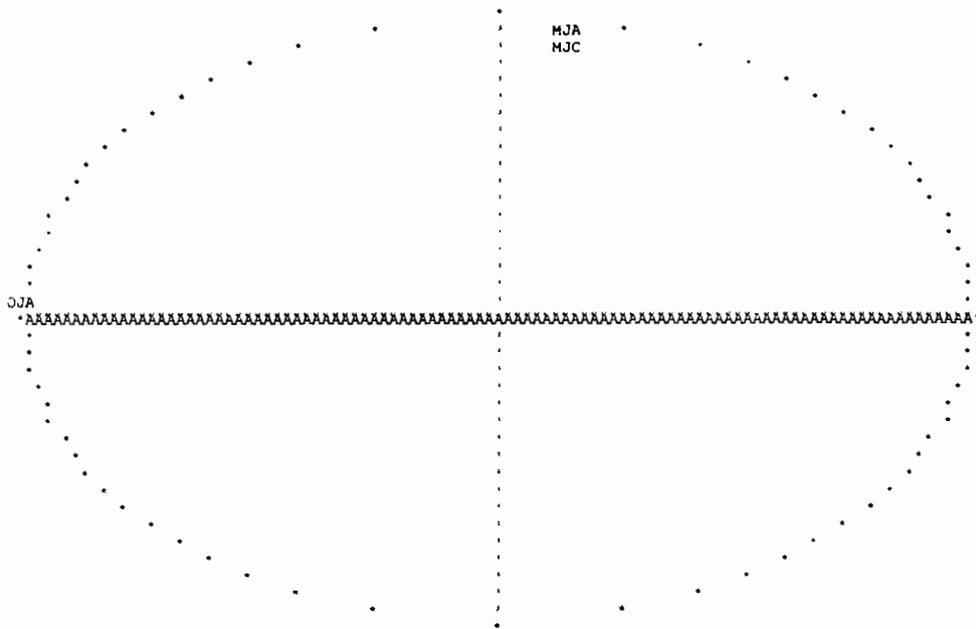
015 ** 11.7495 0.3720 *-14.4446 0.5623 *
016 ** 11.7495 0.3720 *-14.4446 0.5623 *
017 ** 11.4186 0.2915 *-17.7745 0.7063 *
018 ** 11.5172 0.3152 *-16.6747 0.6607 *
019 ** 8.4596 0.1572 *-19.2393 0.8133 *
020 ** 26.5038 0.0447 *121.9205 0.9451 *
021 ** 29.5424 0.0199 *207.1714 0.9766 *
022 ** 6.1622 0.1001 *-18.4073 0.8929 *
023 ** 11.2887 0.2614 *-18.9382 0.7357 *
024 ** 11.7130 0.3772 *-14.9375 0.6135 *
025 ** 18.6213 0.1136 * 49.5950 0.8062 *
026 ** 11.3984 0.2862 *-17.8227 0.6997 *
027 ** 9.5472 0.2050 *-18.7308 0.7890 *
028 ** 11.5374 0.3230 *-16.6266 0.6707 *
029 ** 11.4984 0.4990 *-11.3858 0.4893 *
030 ** 11.3527 0.2753 *-18.3480 0.7190 *
031 ** 11.4845 0.3079 *-17.2010 0.6907 *
032 ** 7.0679 0.1085 *-20.2149 0.8872 *
033 ** 16.0416 0.1057 * 23.0804 0.2189 *
034 ** 23.2841 0.0557 * 93.2731 0.8937 *
035 ** 12.7908 0.3791 * -5.7468 0.0765 *
036 ** 12.3973 0.5458 * -9.0885 0.2933 *
037 ** 19.9787 0.0693 * 59.7557 0.6198 *
038 ** -11.5651 0.2234 *-18.0406 0.5435 *
039 ** 11.9727 0.4727 *-12.6101 0.5244 *
040 ** 6.4369 0.0907 *-20.1169 0.8860 *
041 ** 11.6143 0.3422 *-16.0373 0.6525 *
042 ** 11.5466 0.3216 *-16.5941 0.6641 *
043 ** 11.7880 0.4025 *-14.3316 0.5949 *
044 ** 11.3436 0.2739 *-18.3805 0.7192 *
045 ** 21.8267 0.0652 * 79.5495 0.8659 *
046 ** 11.8732 0.0288 * 64.8793 0.8589 *
047 ** 11.5447 0.3157 *-16.5774 0.6509 *
048 ** 11.4186 0.2915 *-17.7745 0.7063 *
049 ** 11.6727 0.3394 *-15.3970 0.5905 *
050 ** 11.2887 0.2614 *-18.9382 0.7357 *
051 ** -286.5708 0.9971 * 11.3442 0.0016 *
052 ** -2.2085 0.0125 *-19.1741 0.9388 *
053 ** 14.4536 0.4100 * 11.2832 0.2499 *
054 ** 11.5374 0.3230 *-16.6266 0.6707 *
055 ** 11.3527 0.2753 *-18.3480 0.7190 *
056 ** 11.5831 0.3355 *-16.1012 0.6482 *
057 ** 8.2342 0.1404 *-20.3445 0.8570 *
058 ** 11.3436 0.2739 *-18.3805 0.7192 *
059 ** 2.0730 0.0101 *-19.7475 0.9130 *

```

ATTENTION : Toute repr,esentation plane est une image d,form,e et contract,e du nuage des points repr,sentant les observations. Les contributions vous permettront d'en juger.

CERCLE DES CORRELATIONS

PLAN 1 2 AXE 1 HORIZONTAL AXE 2 VERTICAL



POINTS CACHES

Points vus	Points cach,s	ABSCISSE	ORDONNEE
MJA	MJB	.1283813	.9674227
OJA	OJB	-.9964201	6.849333E-02
OJA	OJC	-.9925911	7.240074E-02

