

Impact des légumineuses fourragères et de couverture sur la biodiversité floristique et la fertilité des sols au Nord-Cameroun

Joseph ONANA*, MVONDO ZE**, Ismaël SADOU**, Anastasia ASONGWED-AWA*,
Félix MAINAM***, Hervé GUIBERT*, Jean-Pierre MVONDO AWONO****,
Francis Nchembi TARLA****

*IRAD, BP 415, Garoua, Cameroun

**FASA-Univ. Dschang, BP 222, Dschang, Cameroun

***IRAD, BP 33, Maroua, Cameroun.

**** CEDC-Université de Dschang, BP 410, Maroua, Cameroun

Résumé — Une étude synchronique a été menée dans un dispositif expérimental mis en place en 1994 et comprenant quatre types de jachères améliorées avec des légumineuses à usages multiples. Initialement conçu pour mesurer l'impact de la coupe et de la pâture sur le rendement grainier de *Calopogonium mucunoides*, *Stylosanthes hamata*, et *Cajanus cajan*, ce dispositif a été laissé en jachère un an après. Le but de la présente étude est de mettre en évidence les tendances évolutives de la diversité floristique et de la fertilité du sol 6 ans après abandon. Il ressort des résultats obtenus que les légumineuses utilisées permettent une augmentation significative de la biomasse herbacée d'une part et que par la colonisation rapide de l'espace, elles concourent à l'appauvrissement de la bio-diversité. Ce caractère nettoyant peut être utilisé pour lutter contre la persistance de certaines adventices dans les parcelles. La litière accumulée est plus importante dans les jachères à *Calopogonium mucunoides*, et dans celles ayant comme antécédent l'association *Cajanus cajan* / *Zea mays*. Ceci s'explique par le fait que *Stylosanthes hamata* est plus consommé que ces deux espèces. L'analyse des profils pédologiques montre une incorporation plus importante de la matière organique dans les sols sous jachères améliorées par rapport à la jachère naturelle, ce qui se traduit par un plus grand épaissement de l'horizon superficiel. La présente étude doit être continuée par des analyses chimiques des sols afin de déceler les tendances évolutives de la composition minérale du sol dans les jachères améliorées avec ces légumineuses.

Abstract — **Impact of forage/cover legumes on the floristic bio-diversity and soil fertility in North Cameroon.** A synchronised study was carried out on an experimental design that was established in 1994, made up of four types of fallow improved with multipurpose legumes. Initially set up to measure the impact of cutting and grazing on seed production of *Calopogonium mucunoides*, *Stylosanthes hamata* and *Cajanus cajan*, this set up was left on fallow after one year. The aim of the present study was to look at the evolving tendency of the floristic bio-diversity and soil fertility after six years of rest. It is seen from the results obtained that the legumes permitted a significant increase in herbage biomass on one hand, and that their aggressive characteristic led to a reduction in the floral bio-diversity. This cleansing characteristic can be used to fight against the persistence of certain weeds in cultivated plots. The accumulated litter was highest on the *C. mucunoides* fallow, and on those that had *C. cajan*/*Zea mays* as a previous crop. This can be explained by the fact that animals prefer *S. hamata* to the other two species. An analysis of the soil profile shows an increase in organic matter content of the soils on improved fallow compared to those on natural fallow, seen by the thickness of the superficial layer. This study should be continued with chemical analysis of the soils in order to see the evolution of the mineral composition of the soils on improved fallow on the one hand, and with testing cereal crop production on mulch cover on the other hand.

Introduction

Dans la province du Nord-Cameroun, la surexploitation des terres agricole, et la pratique d'un système cultural inadapté entraînent l'exposition directe du sol aux agressions climatiques. Les sols ferrugineux sur grès de Garoua sont fragiles et leur fertilité se dégrade rapidement. Le stock de matière organique diminue à un rythme annuel moyen de l'ordre de 2 % dans la zone, soit une perte de la moitié du stock de matière organique en 35 années de cultures (Piéri, 1989). Or, cette matière organique joue un rôle essentiel dans la stabilité structurale (maintien de la macro-porosité), mais également comme support de l'activité biologique dans le sol. La non-compensation des exportations minérales par les récoltes et l'alimentation des animaux entraîne, une dégradation progressive de la qualité des terres cultivées qui se traduit par une diminution des rendements des cultures tant de rente (cotonnier) que vivrières, et une érosion importante des sols avec départ de toutes les parties fines et de la matière organique.

A la demande du développement, plusieurs espèces de plantes à usages multiples, dont des légumineuses, ont été introduites afin d'améliorer le taux de matière organique des sols et de lutter contre l'érosion par une couverture du sol en saison sèche et au moment des premières pluies. Un programme de restauration des sols a été lancé par le DPGT et l'IRAD. La présente étude a été réalisée sur un site aménagé à l'IRAD Garoua en 1994 avec trois légumineuses (*Cajanus cajan*, *Calopogonium mucunoides*, *Stylosanthes hamata*) afin d'analyser l'évolution des sols sous légumineuses, de mesurer leur impact sur la biodiversité et d'évaluer leurs potentialités de production de biomasse et litière.

Matériel et méthodes

Milieu d'étude

La zone d'étude est une pénéplaine ondulée située à Sanguéré, dans le secteur soudano-sahélien. Le site expérimental est localisé sur une butte à pente faible (0-2 %), ayant la forme d'un glacis d'accumulation. Le drainage externe est bon. C'est un site mis en défens. On note trois unités pédologiques : i) le sommet de forme plane avec une pente nulle à faible ; ii) le décrochement de forme convexe et de pente moyenne ; iii) le versant de forme concave et une pente moyenne à faible.

Sur ce site, un protocole expérimental a été mis en place en 1994 afin d'analyser les effets de la pâture et de la coupe sur la production des semences de *Stylosanthes hamata* et de *Calopogonium mucunoides*. Cet essai avait deux facteurs contrôlés. Le premier facteur (l'utilisation) avait trois niveaux : la coupe, la pâture et le témoin (sans coupe, ni pâture). Le deuxième facteur était le type de légumineuses avec deux niveaux : *Stylosanthes hamata* et *Calopogonium mucunoides*. Le dispositif était en bloc de ficher avec split-plot avec deux répétitions. Les parcelles élémentaires avaient une superficie de 1/6 ha.

A côté de ce dispositif, deux autres parcelles (3 ha au total) ont été implantées avec une association de *Calopogonium mucunoides*/*Zea mays* d'une part et de *Cajanus cajan*/*Zea mays* d'autre part. Ce second essai visait à évaluer la production du maïs associé aux légumineuses avant la mise en jachère.

Etude des groupements végétaux

La méthode sigmatiste fondée sur la notion d'espèces caractéristiques (Braun-Blanquet, 1932 ; Guinochet, 1973) a été utilisée pour étudier les communautés végétales en place dans les parcelles aménagées avec les légumineuses à usages multiples. Les relevés consistent à dresser la liste de toutes les espèces représentées tout en notant l'abondance - dominance qui est une expression de l'espace relatif occupé par l'ensemble des individus de chaque espèce, espace qui est déterminé à la fois par leur nombre et par leur dimension. L'échelle usitée pour l'évaluer est celle de Braun-Blanquet (1932).

Structure horizontale du couvert herbacé

L'étude de la structure horizontale du couvert herbacé a été faite par la méthode des points quadrats alignés décrite par Lewy et Madden (1933) et reprise par exemple par Boudet (1984), Godron *et al.* (1968), ou Rippstein (1985). Pour collecter les données, un double décimètre est tendu au-dessus du toit

de la végétation et tous les 20 cm, une tige fine en fer à béton est enfoncée verticalement dans la végétation. Toutes les espèces en contact avec la tige sont enregistrées sur des bordereaux préétablis. Par convention, chaque espèce est notée une seule fois à chacun des 100 points de lecture.

Traitement et analyse des données phytosociologiques

Les données floristiques collectées ont été saisies dans un tableur. La détermination des groupements a été faite grâce à des analyses factorielles des correspondances (AFC) et les classifications automatiques (CAH) réalisées sur un tableau de contingence comprenant en ligne les espèces et en ordonnées les relevés. Ces deux méthodes ont permis de dresser un tableau phytosociologique.

Traitement et analyse des données par points quadrats

Les fréquences spécifiques F_{Si} , et les fréquences centésimales (FC) dérivées de ces données ont permis d'obtenir une expression du recouvrement de chaque espèce au niveau du sol (Greig-Smith, 1964) ; (Godron *et al.*, 1968) ; (Daget, Poissonet, 1969). Il est égal au rapport (exprimé en %) du nombre de présences de l'espèce sur le nombre total de points échantillonnés. La « contribution spécifique » CS_i , qui est définie comme le rapport de la fréquence spécifique F_{Si} à la somme des fréquences spécifiques de toutes les espèces recensées sur 100 points échantillonnés a été calculée selon la formule :

$$CS_i = \frac{F_{Si}}{\sum_{i=1}^n F_{Sn}}$$

où CS_i et F_{Si} sont les contribution et fréquence spécifiques de l'espèce i et n le nombre total d'espèces.

Le nombre de lignes de points quadrats à suivre a été déterminé par l'intervalle de confiance calculé à partir de l'effectif cumulé, ligne par ligne, des contacts de l'espèce dominante sur l'effectif cumulé de tous les contacts enregistrés pour l'ensemble des espèces. Le hasard est considéré éliminé si la précision du sondage tend vers 5 % . Cet intervalle de confiance est calculé par la formule (Boudet 1975) :

$$P = \pm 2 \sqrt{\frac{n(N-n)}{N^3}}$$

où : N est l'effectif cumulé des contacts de l'ensemble des espèces, et n l'effectif cumulé des contacts de l'espèce dominante.

Détermination de la biomasse potentielle et de la litière de fin de saison des pluies

Le but de cette étude est de déterminer la biomasse potentielle produite et la litière accumulée par les groupements herbacés dans chaque type d'aménagement. Pour cela, à partir du centre de chaque parcelle, une petite croix carrée de 25 cm est lancée au hasard et son point de chute retenu comme lieu de coupe. Six répétitions ont été réalisées par traitement. Les coupes sont par la suite faites à la faucille, le plus près possible de la surface du sol sur une surface élémentaire de 1 m². Un échantillon d'environ 1 kg est collecté sur lequel la fraction morte est séparée de la fraction vivante. Les deux fractions sont pesées et mises à sécher à l'étuve électrique jusqu'à obtention d'un poids constant. Les résultats obtenus sont alors extrapolés à l'hectare.

Etude des sols

Après avoir analysé les données sur les biomasses et les litières produites, les profils pédologiques ont été réalisés dans les parcelles sur lesquelles une différence significative a été mise en évidence par les analyses statistiques. En outre, deux sites référentiels ont été choisis à proximité du site en défens :

- l'un dans une jachère locale située en aval, dans la zone de rupture de pente du versant et ;
- l'autre dans un champ de soja, en haut du versant de la butte.

Résultats

Relevés par points quadrats

La détermination du nombre de lignes d'observation à réaliser dans les différentes parcelles (tableau I) montre que dans la jachère naturelle et les associations à pois d'Angole-maïs ou *Calopogonium*-maïs, la précision de 5 % est pratiquement atteinte dès la première ligne. Elle est atteinte avec deux lignes avec *Stylosanthes hamata* ou *Calopogonium mucunoides*, quel que soit le mode de gestion. Les analyses statistiques ont donc été effectuées sur trois lignes dispersées au hasard dans chacune des parcelles de *Stylosanthes hamata* et de *Calopogonium mucunoides* et sur deux lignes dans les jachères naturelles.

Tableau I. Détermination du nombre de lignes d'observation statistiquement nécessaire pour l'évaluation du couvert herbacé par la méthode par point quadrats.

(*n* = effectif cumulé ligne par ligne de l'espèce dominante ; *N* = effectif cumulé ligne par ligne de toutes les espèces)

Traitements	Ligne	Effectifs		Intervalle de confiance (%)	Fréquence relative (%) de l'espèce dominante
		n (espèce dominante)	N (toutes espèces)		
Jachère naturelle	1	58	286	4,80	20,28 ± 4,80
(<i>Tephrosia pedicellata</i>)	2	134	590	3,40	22,71 ± 3,40
Pois d'Angole / maïs	1	69	263	5,40	26,24 ± 5,40
(<i>Hyptis suaveolens</i>)	2	123	507	3,80	24,26 ± 3,80
Association <i>Calopogonium</i> / maïs	1	100	100	0,00	100,00 ± 0,00
(<i>Calopogonium mucunoides.</i>)	2	200	207	2,50	96,61 ± 2,50
<i>Stylosanthes hamata</i> témoin	1	82	191	7,20	42,93 ± 7,20
(<i>Sylosanthes hamata.</i>)	2	162	356	5,30	45,50 ± 5,30
	3	262	493	4,50	53,14 ± 4,50
<i>Stylosanthes hamata</i> coupé	1	66	132	8,70	50,00 ± 8,70
(<i>Stylosanthes hamata</i>)	2	142	255	6,20	55,69 ± 6,20
	3	242	382	4,90	63,35 ± 4,90
<i>Stylosanthes hamata</i> pâturé	1	95	126	7,70	75,40 ± 7,70
(<i>Stylosanthes hamata</i>)	2	191	242	5,20	78,93 ± 5,20
	3	286	453	4,50	63,13 ± 4,50
<i>Calopogonium mucunoides</i> coupé	1	100	103	3,30	97,09 ± 3,30
(<i>Calopogonium mucunoides.</i>)	2	158	225	6,10	70,22 ± 6,10
	3	258	334	4,60	77,25 ± 4,60
<i>Calopogonium mucunoides</i> témoin	1	99	108	5,30	91,67±5,30
(<i>Calopogonium mucunoides.</i>)	2	184	233	5,30	78,97±5,30
	3	281	333	4,00	84,38±4,00
<i>Calopogonium mucunoides</i> pâturé	1	80	127	8,60	62,99±8,60
(<i>Calopogonium mucunoides.</i>)	2	180	230	5,40	78,26±5,40
	3	279	330	4,00	84,55±4,00

Les analyses factorielles des correspondances (AFC)

L'examen des taux d'inertie et des valeurs propres des axes principaux obtenus à partir des analyses factorielles des correspondances (tableau II) montre qu'on extrait la presque totalité de l'information contenue dans le tableau de contingence relevés/espèces avec les 3 premiers axes. Les deux premiers axes donnent un taux d'inertie cumulé de 73,9 % qui est déjà en soit largement intéressant.

Tableau II. Valeurs propres (λ) et taux d'inertie (τ) des axes principaux issus des AFC.

N° de l'axe	Valeurs propres λ	Taux d'inertie τ (%)	Cumul taux d'inertie τ (%)
1	0.7967	46.2	46.2
2	0.4775	27.7	73.9
3	0.2978	17.3	91.2
4	0.1068	6.2	97.4

L'axe 1 discrimine les groupements végétaux des jachères améliorées avec *Calopogonium mucunoides* de ceux observés dans les parcelles aménagées avec *Stylosanthes hamata* et les jachères naturelles. L'axe 2 sépare la jachère naturelle des parcelles aménagées avec *Stylosanthes hamata*. A l'exception de la parcelle ayant un précédent *Calopogonium mucunoides/Zea mays*, les autres parcelles à *Calopogonium* ne participent pas significativement à la formation de cet axe. L'axe 3 confirme la particularité floristique de la parcelle ayant comme antécédent culturel l'association *Calopogonium mucunoides/Zea mays*.

La classification ascendante hiérarchique (CAH)

Les CAH sur les relevés et sur les espèces confirment les observations réalisées à partir des AFC. Elles contribuent cependant à mieux ordonner les espèces en fonction de leur affinité.

Toutes ces analyses ont permis d'élaborer un tableau ordonné des contributions spécifiques en fonction des affinités floristiques (tableau III).

Tableau III. Fréquences centésimales des contributions spécifiques sur les nombres de lignes requis.

Espèces	Parcelles								
	PZ	CTE	CCO	CPA	SPA	JN	SCO	STE	CZ
<i>Calopogonium mucunoides</i>	96,62	84,38	77,95	86,38	1,56	-	-	-	6,53
<i>Brachiaria villosa</i>	2,42	4,20	0,60	5,57	23,66	9,06	24,86	17,92	8,42
<i>Spermacoce stachydea</i>	-	0,60	2,72	1,86	0,22	0,85	1,35	1,22	5,89
<i>Spermacoce radiata</i>	-	-	3,02	1,55	0,45	4,62	0,27	0,41	4,00
<i>Stylosanthes hamata</i>	0,48	-	-	3,10	63,84	13,16	65,41	53,36	10,74
<i>Tephrosia pedicellata</i>	-	-	-	-	2,68	22,91	2,97	0,41	2,32
<i>Hyptis suaveolens</i>	-	-	8,16	-	3,35	14,70	-	1,02	25,89
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	-	-	-	-	0,67	0,17	0,54	2,65	9,05
<i>Indigofera dendroides</i>	-	-	0,30	-	-	2,91	-	-	-
<i>Kyllinga tenuifolia</i>	-	-	-	-	-	9,06	-	-	-
<i>Panicum pansum</i>	-	-	-	-	-	0,85	-	-	-
<i>Setaria pumila</i>	-	-	-	-	-	7,52	-	1,22	-
<i>Triumfetta pentandra</i>	-	-	-	-	-	0,51	-	-	-
<i>Monechma ciliatum</i>	-	-	-	-	-	2,91	-	-	-
<i>Cyperus rotundus</i>	-	-	-	-	-	3,76	0,27	0,41	0,63
<i>Digitaria horizontalis</i>	0,48	-	-	-	0,22	-	0,27	0,41	9,89
<i>Bulbostylis fimbriatylodes</i>	-	-	-	0,31	-	0,85	-	0,20	1,89
<i>Eragrostis tremula</i>	-	0,90	-	-	-	-	1,08	16,29	0,63
<i>Crotalaria retusa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21
<i>Euphorbia hirta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21
<i>Stylochiton lancifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0,42
<i>Waltheria indica</i>	-	0,90	3,63	-	-	2,22	2,16	1,02	1,05
<i>Indigofera pilosa</i>	-	-	1,21	1,24	-	3,76	-	3,05	5,47
<i>Chloris pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	0,41	-
<i>Sida stipulata</i>	-	-	-	-	0,22	-	-	-	-
<i>Cassia obtusifolia</i>	-	2,10	1,81	-	3,13	0,17	0,81	-	-
<i>Rhynchelytrum repens</i>	-	6,91	0,60	-	-	-	-	-	6,74
Nombre total d'espèces	4,00	7,00	10,00	7,00	11,00	18,00	11,00	15,00	18,00
Nombre de lignes (n)	2	3	3	3	3	2	3	3	2

PZ = Association Pois Angole/Maïs

CPA : Calopogonium pâturé

SCO = Stylosanthes avec coupe

CTE = Calopogonium témoin

SPA = Stylosanthes pâturé

STE = Stylosanthes témoin

CCO = Calopogonium avec coupe

JN : Jachère naturelle

CZ = Association Calopogonium/Maïs

Quel que soit le niveau d'utilisation considéré, on note un effet nettoyant de *Calopogonium mucunoides* et de *Stylosanthes hamata*. La première espèce est cependant plus agressive et donc plus envahissante que la seconde. En effet, la contribution des mauvaises herbes dans les parcelles aménagées avec *Calopogonium mucunoides* est faible et varie entre 3 et 22 % alors que dans les parcelles à *Stylosanthes hamata*, elle varie entre 34 et 48 %.

Analyse de la biodiversité floristique

L'examen des relevés phytosociologiques montre une grande disparité de la richesse spécifique en fonction des espèces de légumineuses utilisées. La difficulté à faire ressortir des espèces caractéristiques dans le tableau de contingence montre qu'il est difficile de parler d'associations végétales au sens phytosociologique du terme.

Biomasse et litière

La production de la biomasse dans les parcelles de *Calopogonium* (pâturé, avec coupe et témoin) ne diffère pas de la production de la biomasse dans les parcelles de *Stylosanthes* (témoin, avec coupe et pâturé).

Les résultats (tableau IV) obtenus montrent une forte production de biomasse dans les parcelles ayant comme antécédent cultural les associations *Calopogonium mucunoides*-maïs ou *Cajanus cajan*-maïs par rapport aux autres traitements. Cela peut s'expliquer par le fait que les débris (tiges, feuilles et racines) provenant du maïs (plante) ont fourni au sol une importante quantité de matière organique et d'éléments minéraux au cours de l'année précédant la mise en jachère.

Tableau IV. Biomasse et litière produites dans chaque parcelle (t.MS / ha).

Parcelles	Litière (t.MS /ha)	Biomasse (t.MS / ha)
<i>Stylosanthes hamata</i> coupé	7. 17 ± 1. 96	4. 09 ± 0. 95
<i>Stylosanthes hamata</i> pâturé	5. 83 ± 1. 29	4. 15 ± 0. 73
<i>Stylosanthes hamata</i> témoin	7. 50 ± 2. 70	3. 10 ± 0. 8
<i>Calopogonium mucunoides</i> avec coupe	10. 00 ± 2. 92	4. 78 ± 1. 01
<i>Calopogonium mucunoides</i> pâturé	8. 17 ± 4. 06	4. 16 ± 1. 15
<i>Calopogonium mucunoides</i> témoin	4. 67 ± 3. 18	3. 73 ± 0. 83
<i>Calopogonium mucunoides</i> + <i>Zea mays</i>	13.25 ± 3.69	8.58 ± 3.58
<i>Cajanus cajan</i> + <i>Zea mays</i>	17 ± 5.24	9.065 ± 2.88
jachère naturelle	1.21 ± 10	2.35 ± 1.67

Profils pédologiques

Tous les horizons des 8 profils ouverts présentent une texture sableuse qui ne constitue pas un handicap à la pénétration racinaire (pas de charge graveleuse) mais est un obstacle à la rétention de l'eau et des éléments minéraux dans le sol. La structure de surface connaît une petite amélioration dans les parcelles des jachères améliorées à base du *Stylosanthes* et *Calopogonium*, sans doute à cause de l'incorporation de la matière organique. L'activité biologique du sol dans les jachères améliorées à base de *Calopogonium mucunoides* ou de *Stylosanthes hamata* est beaucoup plus visible et se manifeste surtout dans les premiers horizons par la présence d'abondantes racines fines, des vers de terre, mille-pattes et fourmis. Par contre dans la jachère naturelle, l'activité biologique du sol est peu développée surtout à cause du sol qui est compact. Néanmoins on note la présence des racines dans les 18 cm superficiels.

Conclusion

La jachère améliorée permet une restauration de la fertilité, basé sur des apports au sol de biomasse aérienne. Nos résultats montrent que la production de la biomasse dans les jachères améliorées à base de *Calopogonium mucunoides*, quel que soit le mode de gestion, n'est pas différente de celle des

jachères améliorées à base de *Stylosanthes hamata*. Dans les parcelles ayant eu comme antécédent cultural l'association *Calopogonium*-maïs ou pois d'Angole-maïs, la production de biomasse est très élevée (8,6 t.Ms/ha et 9,1 t.Ms/ha) par rapport aux autres parcelles des jachères améliorées.

La production de biomasse dans les jachères améliorées, quelle que soit l'espèce et l'itinéraire utilisés, est supérieure à celle de la jachère naturelle (2,4 t.Ms/ha). La production de litière dans les parcelles ayant un antécédent Pois d'Angole associé au maïs (17 t.Ms/ha) est très importante par rapport à celle obtenue dans les différentes jachères améliorées à base de *Calopogonium mucunoides* ou de *Stylosanthes hamata*. Par contre dans la jachère naturelle, la quantité de litière obtenue est presque nulle.

L'étude des caractéristiques physiques du sol dans les jachères améliorées en comparaison à la jachère naturelle montre une nette amélioration de la fertilité du sol dans les jachères améliorées. Les sols de ces jachères sont devenus brun sombre (signe de présence d'une importante quantité de matière organique). On note aussi l'augmentation de l'activité biologique dans ces sols, amélioration caractérisée par la présence de nombreuses fines racines, des mille-pattes, des vers de terre et des fourmis.

Les analyses floristiques tant par les relevés par points quadrats que phytosociologiques montrent une bonne régénération naturelle des légumineuses utilisées dans les jachères. On note aussi que *Calopogonium mucunoides* recouvre plus le sol que *Stylosanthes hamata*. Par leur aptitude à recouvrir le sol, ces légumineuses empêchent les adventices de germer abondamment, ce qui peut permettre de diminuer progressivement le stock de semences viables des adventices dans le sol et limiter ainsi la concurrence entre les adventices et les plantes cultivées dans les systèmes agricoles locaux. L'amélioration des connaissances de l'impact des légumineuses introduites dans les jachères sur la fertilité du sol doit être poursuivie, notamment par rapport à l'évolution chimique des sols.

Bibliographie

BOUDET G., 1984. Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères. Paris, Ministère des relations extérieures, Coopération et développement, 266 p.

BRAUN-BLANQUET J., 1932. Plant Sociology. The study of plant communities. New-York, London, MC GRAY HILL, 439 p.

CORNET, 1981. Mesure de biomasse et détermination de la production nette aérienne de la strate herbacée dans trois groupements végétaux de la zone sahélienne au Sénégal. Acta Oecol. Plant, p. 251-266.

GODRON M., DAGET P.H., LONG G., SAUVAGE C.H., EMBERGER L., LE FLOCH E., POISSONET J., WACQUANT J., 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. CNRS, Paris, 291 p.

GUINOCHET M., 1973. La phytosociologie. Masson et Cie, Paris, 227 p.

HUMBEL F.X., BARBERY J., 1974. Notice explicative n° 53. Carte pédologique de reconnaissance : feuille de Garoua à 1/200000. ORSTOM, Paris, 178 p.

KLEIN H.D., 1994. Introduction des légumineuses dans la rotation céréale cotonnier au Nord-Cameroun : Gestion et utilisation. Maisons-Alfort, 184 p.

ONANA J., 1995. Les savanes soudano-sahéliennes du Cameroun: Analyse phytoécologique et utilisation pastorale. Thèse Doctorat. Université de Rennes I, 161 p.

ONANA J., YONKEU S. , 1994. Adaptation au milieu de quelques espèces exotiques introduites à Garoua entre 1984 et 1987. Rev. Science du développement 3 : 71-78.

RIPPSTEIN G., 1985. Etude sur la végétation de l'Adamaoua: évolution, conservation, régénération d'un écosystème pâturé au Cameroun. Maisons-Alfort, 367 p.