

Caractérisation de la fertilité du sol en fonction des mauvaises herbes présentes

Mathurin M'BIANDOUN*, Hervé GUIBERT**, Jean-Paul OLINA*

*IRAD-PRASAC, BP 415, Garoua (Cameroun)

**CIRAD-IRAD-PRASAC, BP 415, Garoua (Cameroun)

Résumé — En vue de déterminer le niveau de fertilité des sols à partir d'indicateurs végétaux, une étude a été menée dans quatre terroirs du Nord-Cameroun. L'étude s'est basée sur une enquête menée auprès des paysans et des observations réalisées sur les parcelles. Il apparaît que le niveau de fertilité d'un sol peut s'évaluer par l'identification de deux groupes d'adventices : les herbes guides, non discriminantes mais dont l'importance oriente le diagnostic ; et les herbes indicatrices, dont la présence ou l'absence est discriminante. La présence ou l'absence de ces espèces, permet au paysan de déterminer si les parcelles sont fertiles ou à l'inverse dégradées. A partir de là, il décide d'exploiter ou non le champ.

Abstract — **Soil fertility characterization based on present weed species.** In order to determine the soil fertility level using weed indicators, a study was conducted in 4 villages in Northern Cameroon. It was based on farmers' interviews and field surveys. It appears that the soil fertility status can be determined by using two groups of weeds: "guide" weeds, orienting the diagnosis according to their relative importance; "indicator" weeds, used to discriminate the two soil types (fertile/degraded). Presence or absence of the identified species allows farmers to determine whether the plot is fertile or degraded. He can then decide to use the field or not.

Introduction

La connaissance du potentiel productif de chaque parcelle est nécessaire à une gestion raisonnée de l'exploitation agricole. Pour y arriver, on peut avoir recours à des analyses de sol. Mais elles sont malheureusement très lourdes et très coûteuses. Face à ce problème, nous avons essayé de voir si l'on pouvait utiliser la connaissance qu'ont les paysans de leur milieu, et en particulier des espèces herbacées qui poussent dans les parcelles, pour déterminer le niveau de fertilité d'un sol.

On a cherché à identifier des indicateurs observables ou mesurables par les scientifiques et les aménagistes du milieu rural et à les mettre en relation avec des signes reconnus et utilisés par les agriculteurs, éleveurs, exploitants de bois, concernant la qualité des terres et l'utilisation des ressources, au cours du cycle culture-jachère. Ces derniers, surtout s'ils sont facilement observables et pertinents, devraient en effet permettre de suivre à moindre coût l'état des ressources et l'évolution des principales dynamiques environnementales qui affectent les terroirs cultivés.

L'identification de certains indicateurs a été réalisée dans le cadre du programme jachère (Floret et Pontanier, 1993). Elle concernait surtout le suivi de la fertilité physique et biochimique des sols, de la diversité des espèces végétales, et la mise en évidence de plantes indicatrices de changement du milieu. Il a été conclu qu'on ne peut prétendre identifier des listes universelles, de plantes indicatrices pertinentes. Il a été montré que la prise en compte de la région agro-écologique et des conditions édaphiques améliore le rôle de bio-indicateurs des espèces végétales ; celui-ci peut être encore affiné par la prise en compte, au niveau du terroir, de la perception qu'ont les paysans et éleveurs des différents taxons.

En effet, la lecture que les paysans font de la fertilité se fonde sur une connaissance longuement acquise de la valeur indicatrice de la végétation ou de certains signes observables à la surface du sol. Cette valeur indicatrice repose sur des principes reconnus également en écologie. En effet, si la composition floristique de la végétation spontanée est le résultat d'une combinaison précise de facteurs écologiques, la présence d'une espèce a alors une valeur informative. C'est cette valeur informative de la végétation et de certains signes édaphiques qui permet aux paysans de décider de mettre ou non en culture une parcelle (Donfack et Seignobos, 1996). La restauration de la fertilité des sols cultivés s'accompagne d'une modification progressive de la composition floristique du tapis végétal spontané. Une succession post culturale s'opère lors de la mise en jachère, qui tend vers le rétablissement des groupements végétaux originels, comportant des espèces indicatrices de fertilité. Une étude privilégiant l'approche anthropologique a été faite (Donfack et Seignobos, 1996). Nous avons utilisé ici une démarche fondée sur la perception des paysans, afin de voir s'il est possible, à partir de leurs connaissances, de mettre au point une grille d'identification du niveau de fertilité d'un sol cultivé.

Matériel et Méthodes

Matériel

Choix des parcelles

Les terroirs de référence communs du Prasac ont été utilisés pour cette étude. Les caractéristiques principales de chaque terroir sont présentées dans le tableau I.

Tableau I. Caractéristiques des terroirs d'étude.

	Fignolé	Mafa Kilda	Gadas	Mowo
Ethnie	Doayo	Mafa	Moundang	Mofou
Pluviosité (mm)	1000 - 1500	900 - 1000	700 – 800	800 - 1000
Type de sol	Sablonneux	Sablonneux	Argilo-sableux	Argilo-sableux
	Argileux	Argileux	Caillouteux	Argileux
	Sablo-argileux	Caillouteux	Ferrugineux rouge	Sablo-limoneux
	Bas-fonds	Bas-fonds	Piedmont noir	Gravillonnaire
Gestion exploitation	Pas de matériel agricole et de main-d'œuvre. Conflits agro-pastoraux	Faible équipement en traction animale	Faible équipement en traction animale Problème d'adventices	Faible équipement en traction animale Saturation foncière
Superficie (Km ²)	30	5	4	3,6
Situation Géographique	Sud-Ouest Garoua à 170 km	Sud, Garoua à 20 km	Nord Ouest, Kaélé à 9 km	Sud-Ouest, Maroua à 40 km
Densité (hbts/km ²)	5-10	20-60	50-150	50-150
Système de culture	Coton/maïs/Sorgho/arachide	Maïs/sorgho/arachide/coton	Coton/sorgho/muskuwaari	Sorgho/arachide / coton

Au sein de chaque village, le choix des exploitations s'est fait au hasard dans la liste des paysans. Dans chaque exploitation, le paysan a ensuite indiqué deux parcelles de son choix : l'une fertile et l'autre dégradée. Les notions de « fertilité » et de « dégradation » utilisées dans ce texte sont celles utilisées par les paysans. Ce sont ces notions que nous allons chercher à analyser et à caractériser.

Méthodes

Nous avons utilisé deux démarches complémentaires, menées en parallèle :

- des enquêtes sur la perception que les paysans ont des plantes, de l'état des terres et des cultures (démarche anthropologique) ;
- une analyse technique basée sur des mesures et la collecte de données sur les sols et la végétation, permettant des analyses multivariées (ACP, AFC) afin d'établir des relations statistiques entre les taxons présents ou absents et les états du système, ainsi que la qualité de son fonctionnement.

Une confrontation et une mise en cohérence de ces deux démarches ont été réalisées.

Les variables à analyser

La caractérisation de la dégradation, s'obtient par la description des parcelles et la mesure de certaines variables pertinentes susceptibles de permettre de différencier deux parcelles du point de vue de la fertilité : végétation, profondeur du sol, description des états de surface, types de sol, pente, système de culture, pratiques culturales.

Echelle de notation de la végétation

Le recouvrement est estimé en pourcentage par rapport au sol (tableau II).

Tableau II. Echelle de notation.

Note	p. 100	Recouvrement
1	1	Espèce présente mais rare
2	7	Moins d'un individu/m ²
3	15	Au moins un individu/m ²
4	30	30% de recouvrement
5	50	50% de recouvrement
6	70	70% de recouvrement
7	85	Recouvrement assez fort
8	93	Très peu de sol apparent
9	100	Recouvrement total

Les analyses de sol

Des analyses de sol ont été effectuées sur une trentaine d'échantillons de sol par terroir. Ces analyses ont porté sur les éléments suivants : argile + limons fins, carbone total, azote totale, rapport C/N, phosphore total, phosphore assimilable, Ca échangeable, Mg éch., Na éch., K éch., CEC, S/CEC, pH eau et pH KCl.

Les résultats de ces analyses doivent permettre de valider la correspondance entre perception paysanne de la fertilité et caractérisation de la fertilité par la recherche.

Les méthodes d'analyses statistiques

Afin de retenir les variables permettant de discriminer au mieux les parcelles, plusieurs combinaisons de variables ont été testées à l'aide des AFCM, en recherchant la combinaison qui permet d'avoir : 1) un fort pourcentage d'explication de la variance totale par le 1^{er} axe factoriel ; 2) un nombre réduit (2 ou 3) d'axes factoriels expliquant au moins 50% de la variance totale. Après plusieurs essais, un certain nombre de variables et de modalités ont été retenues (tableau III).

Tableau III. Liste des variables et des modalités retenues.

Variabes	Modalités
Biomasse (g/m ²)	PS1 : < 100
	PS2 : 100 – 400
	PS3 : > 400
Profondeur de l'horizon A (cm)	PF1 : < 20
	PF2 : 20-60
	PF3 : > 60
Type de croûte superficielle	Erosion (ERO)
	Ruissellement (RUI)
	Décantation (DEC)
Pratiques culturales	Labour-semis-sarclage (LASESAR)
	Labour-semis-sarclage-buttage (LASESARBUT)
	Semis-direct-sarclage (SEMDIRSAR)
Système de culture	Culture pure (CULPUR)
	Association de culture (ASSCUL)
Indicateur végétal de sol fertile	Présent
	Absent
Indicateur végétal de sol dégradé	Présent
	Absent

Résultats

Perception paysanne de la fertilité

Il ressort des enquêtes menées que les paysans utilisent effectivement un certain nombre d'indicateurs pour mener à bien la gestion de leur milieu. On peut les classer en quatre grands types : (1) les types de sol ; (2) les espèces végétales ; (3) les espèces animales ; 4) la productivité de la terre et du travail. Les dénominations vernaculaires des sols décrivent la texture du sol et son utilisation préférentielle.

Les espèces végétales qui poussent sur les parcelles servent à prendre plusieurs décisions : (1) celle de décider de mettre en culture une parcelle ; (2) celle de décider des modalités de cette mise en culture ; (3) celle de décider d'abandonner ce champ pour le mettre en jachère.

Ces indicateurs varient d'un terroir à l'autre en fonction de la biodiversité et de la perception qu'ont les différents groupes ethniques de la fertilité. La richesse floristique d'un terroir dépend du climat de la région, du type et de la richesse des sols. Dans deux contextes différents, la même plante n'aura donc pas forcément la même signification. Ainsi, par exemple, alors qu'à Mafa Kilda *Commelina bengalensis* est considérée par les paysans comme un indicateur de sol fertile, à Figlolé cette espèce est considérée comme un indicateur de sol dégradé. En fait, à Figlolé, le climat est plus pluvieux qu'à Mafa Kilda, la biodiversité y est plus importante, les sols sont encore très riches et surtout l'espace est disponible, ce qui permet de longues jachères et un choix très exigeant des meilleures parcelles. A Mafa Kilda, l'espace est saturé, et les paysans ne peuvent pas être aussi exigeants. Ainsi, un sol qui est considéré comme fertile à Mafa Kilda serait mis en jachère à Figlolé, car il est déjà relativement pauvre, et les paysans préfèrent alors lancer une nouvelle défriche, puisque l'espace disponible le permet.

Les tableaux IV et V présentent les espèces identifiées par les paysans comme indiquant la nature dégradée ou fertile des sols dans chaque terroir.

Diagnostic des états de fertilité

L'observation directe des parcelles a concerné environ 30 à 40 parcelles dégradées et 40 parcelles fertiles par terroir.

Tableau IV. Espèces guides de sols dégradés.

Terroirs	Indicateurs des sols dégradés	
	Noms scientifiques	Pourcentage *
Figolé	<i>Commelina benghalensis</i>	76
	<i>Striga hermonthica</i>	61
	<i>Commelina forskalaei</i>	61
Mafakilda	<i>Commelina forskalaei</i>	93
	<i>Striga hermonthica</i>	95
Gadas	<i>Commelina forskalaei</i>	65
	<i>Striga hermonthica</i>	47
Mowo	<i>Striga hermonthica</i>	65
	<i>Bulbostylis barbata</i>	25

* Pourcentage de paysans qui reconnaissent l'espèce comme indicatrice de niveau de fertilité d'un sol.

Tableau V. Espèces guides de sols fertiles.

Terroirs	Indicateurs des sols fertiles	
	Noms scientifiques	Pourcentage
Figolé	<i>Rottboellia cochinchinensis</i>	97
	<i>Andropogon tectorum</i>	57
	<i>Andropogon gayanus</i>	39
Mafakilda	<i>Hyptis suaveolens</i>	89
	<i>Commelina benghalensis</i>	82
	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	67
Gadas	<i>Crotalaria retusa</i>	73
	<i>Commelina benghalensis</i>	36
	<i>Pennisetum pedicellatum</i>	39
Mowo	<i>Ipomoea dichroa</i>	26
	<i>Commelina benghalensis</i>	25

Les espèces indicatrices

65 espèces d'adventices différentes ont été trouvées dans l'ensemble des parcelles. Parmi elles, 10 à 15 espèces caractérisent bien la fertilité des parcelles (fertiles ou dégradées) et 50 à 55 espèces sont communes aux deux groupes de parcelles. Parmi les espèces communes, certaines peuvent cependant caractériser soit les parcelles fertiles, soit les parcelles dégradées, en fonction, de leur importance ; elles ont des notes de dominance élevées (2 ou 3). A l'inverse les 10 à 15 espèces dont la présence est caractéristique d'un type de sol donné sont peu nombreuses (dominance = 1). Elles sont appelées « herbes indicatrices ». En effet, leur présence suffit pour classer un sol dans un type donné (fertile ou dégradé). Le tableau VI présente les espèces les plus représentatives pour chaque terroir. Les autres espèces, qui peuvent se rencontrer sur les deux types de parcelles, mais dont la signification dépend de la dominance (2, 3 ou plus), sont appelées « herbes guides ». Leur présence et leur importance nous oriente, mais ne sont pas suffisantes pour classer un sol dans un type donné (tableaux IV et V).

Analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM)

Cette analyse a été faite en utilisant les variables et leurs modalités présentées au tableau III. Le premier axe factoriel explique 25 % de la variance totale et le second 17 %.

Tableau VI - Espèces indicatrices par types de sol

	Sols fertiles	Sols dégradés
Mafa Kilda	<i>Tribulus terrestris</i> <i>Amaranthus graecizans</i> <i>Indigofera hirsuta</i> <i>Portulaca oleracen</i>	<i>Triumfetta pentandra</i> <i>Celosia argentea</i> <i>Digitaria argillacea</i> <i>Kyllinga tenuifolia</i>
Figolé	<i>Alysicarpus ovalifolius</i> <i>Brachiaria lata</i> <i>Amaranthus spinosus</i> <i>Waltheria indica</i>	<i>Panicum Pansum</i> <i>Eragrostis turgida</i> <i>Commelina subulata</i> <i>Portulaca oleracea</i>
Gadas	<i>Celosia argentea</i> <i>Eleusine indica</i> <i>Chrysanthellum americanus</i> <i>Tephrosia bracteolata</i>	<i>Hibiscus asper</i> <i>Cassia mimosoides</i> <i>Indigofera hirsuta</i> <i>Chloris pilosa</i>
Mowo	<i>Indigofera dendroïdes</i> <i>Cyperus amabilis</i> <i>Ageratum lonyzoides</i> <i>Cucumis melo</i>	<i>Crotalaria retusa</i> <i>cassia mimosoides</i> <i>Physalis micrantha</i> <i>Phyllanthus amarus</i>

La distribution des variables sur les deux axes est la suivante (figure 1) : axe 1, les variables qui contribuent d'une façon importante à cet axe sont : indicateurs végétaux des sols fertiles (28,7 %) ; indicateurs végétaux des sols dégradés (28,7 %) ; axe 2 : biomasse herbacée : (36,6 %) ; couverture végétale (31,0 %).

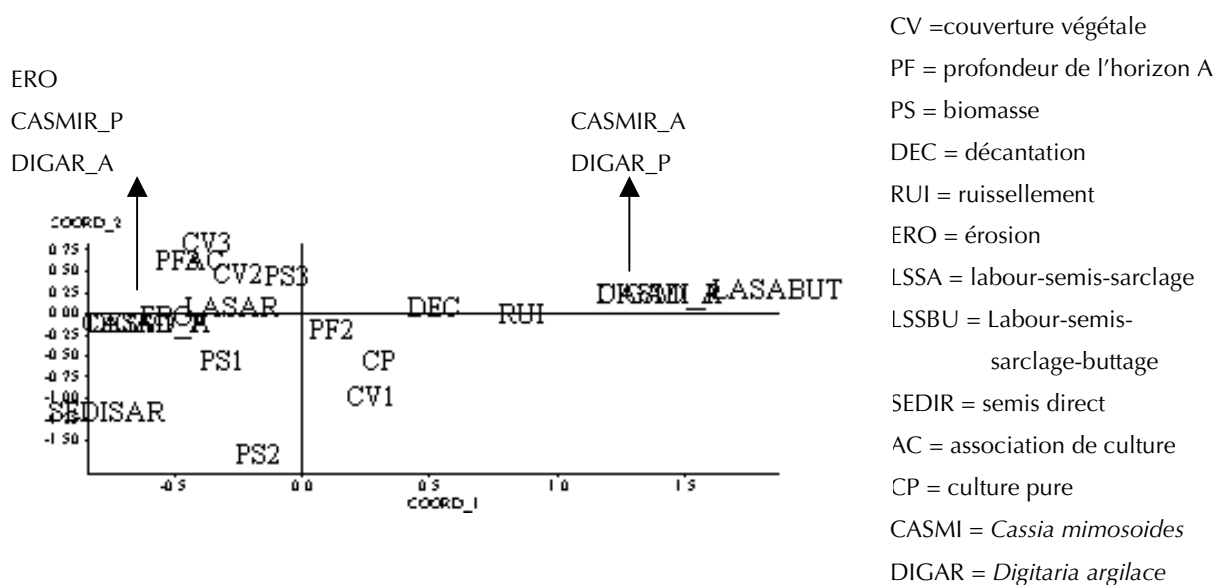


Figure 1. Distribution des variables de l'AFCM sur le 1er plan factoriel.

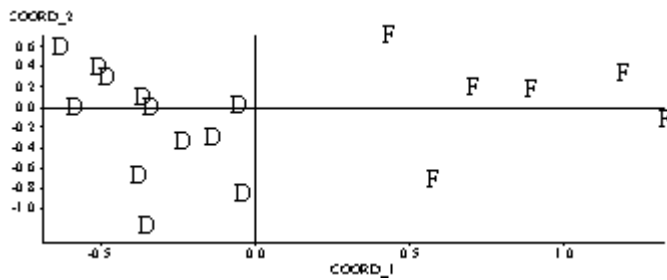


Figure 2. Distribution de la typologie paysanne des parcelles sur le premier plan factoriel.

La figure 2 montre que les 2 groupes de parcelles distinguées par les paysans (Dégradées et Fertiles) sont bien distinctement distribués sur le premier plan factoriel.

Typologie des parcelles suivant les résultats d'analyse de sol

Résultats de l'AFCM

Le premier axe factoriel explique 32 % de la variance totale. Deux axes suffisent pour en expliquer 52 %. La validation de la capacité des deux groupes d'adventices (les espèces guides et les espèces indicatrices) à permettre l'identification du niveau de fertilité d'un sol, est fournie par les résultats d'analyse de sol, avec plus de 50 % de correspondance fournies par les 2 premiers axes.

Les deux AFCM réalisées pour voir s'il y a une correspondance entre d'une part, l'appréciation paysanne de la fertilité et les résultats d'observation, et d'autre part, l'appréciation paysanne de la fertilité et les résultats d'analyse de sol montrent donc qu'il y a de bonnes correspondances. En effet, dans le 1er cas, les 3 premiers axes expliquent 56 % de la variance totale (25 % expliqué dès le 1er axe), et dans le second cas, les 3 premiers axes expliquent 68 % de la variance totale (32 % d'explication dès le 1er axe).

Les données d'observation du sol montrent que les cinq premiers facteurs permettant une identification du niveau de fertilité d'un sol sont dans l'ordre : 1e indicateurs végétaux d'état de fertilité des sols ; 2e pratiques culturales ; 3e type de croûte d'érosion ; 4e biomasse herbacée et couverture végétale ; 5e système de culture.

Importance des mauvaises herbes dans l'étude

Les indicateurs végétaux d'état de fertilité des sols permettent, grâce à leur pouvoir discriminant élevé, de séparer les parcelles en deux groupes distincts au niveau du premier axe factoriel (figure 1 et 2). Ils représentent le premier facteur de différenciation des parcelles dans cette étude. Sur le plan pratique, c'est l'association entre les deux groupes (« espèces guides » et « espèces indicatrices ») qui permettra de différencier le niveau de fertilité d'un sol cultivé.

La biomasse herbacée, c'est-à-dire le poids de matière sèche produite par les adventices par unité de surface, est importante, car elle a le plus grand pourcentage d'explication du deuxième axe factoriel. En effet, une parcelle fertile est très peu envahie par les mauvaises herbes. C'est pendant la dégradation que les mauvaises herbes envahissent la parcelle. Cet envahissement est à la fois qualitatif (multiplicité des espèces d'adventices) et quantitatif (biomasse totale).

La couverture végétale est caractérisée par le pourcentage de sol couvert par les adventices ; elle permet d'apprécier le taux d'envahissement de la parcelle par les adventices.

Discussion

Nous avons choisis de distinguer des « espèces guides » et des « espèces indicatrices ». Au début de cette étude, les espèces indicatrices étaient celles données par les paysans. Mais on s'est vite rendu compte que ces espèces, pour être vraiment « indicatrices » devaient être affectées d'une note de dominance. Lorsque l'espèce était affectée d'une note de dominance supérieure à 2, alors elle

caractérisait bien le type de sol ; dans le cas contraire (note < 2), elle caractérisait le type opposé. En effet, les espèces indicatrices données par les paysans peuvent pousser indifféremment sur les deux types de sol (fertile ou dégradé), c'est leur importance qui diffère.

Au cours des analyses statistiques (AFCM), il est apparu que ces espèces ne permettaient pas une ségrégation nette des différentes parcelles. Ce que, par contre, faisait très bien une autre catégorie d'espèces, rares, dont l'intérêt est qu'elles ne poussent que sur un seul type de sol. C'est cette seconde catégorie que nous avons appelée « espèces indicatrices ». Pour les distinguer, les premières ont donc été appelées « espèces guides », puisque qu'elles peuvent servir, lors de la détermination du niveau de fertilité d'un sol, de guide ou d'orientation ; la détermination définitive de l'appartenance de la parcelle à tel ou tel type de sol étant dépendante de la présence sur cette parcelle d'une ou de plusieurs espèces « indicatrices ».

On voit que les adventices interviennent d'une façon importante dans le processus de détermination du niveau de fertilité d'un sol. Parmi les 6 variables permettant cette identification, 3 relèvent de la végétation d'adventices ; ce sont : 1) les espèces guides et indicatrices, 2) la biomasse herbacée et 3) le pourcentage de sol couvert par les mauvaises herbes. Les mauvaises herbes peuvent donc être au service du paysan, tout comme à celui du chercheur ou de l'agent du développement, pour peu que l'on sache lire toute la richesse de l'information qu'elles apportent... avant de les détruire.

Remerciement

Les auteurs remercient la coordination régionale du Pôle régional de recherches appliquées au développement des savanes d'Afrique centrale (Prasac), sans qui ce travail n'aurait pu être mené à son terme, ainsi que la Délégation nationale du Prasac Cameroun et la Station polyvalente de l'Institut de la recherche agricole pour le développement (IRAD) de Garoua, pour la mise en œuvre des moyens financiers et matériels qui ont permis ce travail.

Bibliographie

BRABANT P., GAVAUD M., 1985. Les sols et les ressources en terre du Nord-Cameroun (Provinces du Nord et de l'Extrême-Nord). Paris, Edition de l'ORSTOM, 285 p.

DONFACK P., SEIGNOBOS C., 1996. Des plantes indicatrices dans un agrosystème incluant la jachère : les exemples des Peuls et des Giziga du Nord-Cameroun. Journ. d'agric. Trad. et de Bota. Appl., XXXVIII (1) : 231-250.

DONFACK P., SEINY BOUKAR L., M'BIANDOUN M., 1997. Les grandes caractéristiques du milieu physique. In SEINY BOUKAR L., POULAIN J.F., FAURE G. (éds.), CIRAD-CA. Agricultures des savanes du Nord-Cameroun. Vers un développement solidaire des savanes d'Afrique Centrale. Actes de l'atelier d'échange, 25-29 novembre 1996, Garoua, Cameroun. Colloques - CIRAD, Montpellier, p. 29-42.

FLORET C., PONTANNIER R., 1993. Recherche sur la dynamique de la végétation des jachères en Afrique tropicale. In Floret C., Serpantier G., (éds.), La jachère en Afrique de l'Ouest. Collection et Séminaires, ORSTOM. Paris.

VALLEE G., M'BIANDOUN M., FOREST F., 1996. Semi-direct dans l'aménagement de Sanguéré-Djalingo (Cameroun). Cahiers Agricultures, 5 : 161-169.