

Pole 5

Note originale
Sécheresse 1999, 10 (4) : 253-61

JS-
ve
on
re
:
a-
la-
La

Effet du couvert ligneux sur la structure de la végétation herbacée de jachères soudaniennes

Comment améliorer la jachère par l'introduction d'espèces ligneuses ? Quels sont les effets des arbres sur la strate herbacée des jachères naturelles ? Il y a durcissement de la végétation herbacée de la jachère sous arbre. Ses biotopes découverts sont mieux organisés que les biotopes ouverts. Dans les jachères étudiées, en amplifiant l'hétérogénéité du milieu, l'arbre modifie la végétation herbacée. Il accroît de manière significative la richesse spécifique de la strate herbacée et le niveau d'individualisation du biotope.

Léonard-Élie AKPO

UCAD/FST, Biologie végétale,
BP 5005, Dakar, Sénégal.

Michel GROUZIS

Mission IRD (ex-ORSTOM),
BP 134, Tananarive 101, Madagascar.

Fidèle BADA

UNB/FS, Biologie végétale,
Campus Abomey-Calavi; Bénin.

Roger PONTANIER
Christian FLORET

IRD, BP 1386, Dakar, Sénégal.

La culture itinérante et/ou épisodique se pratique depuis des siècles dans toute l'Afrique. Les paysans défrichent et exploitent un terrain pendant quelques années, puis y laissent la végétation naturelle repousser le temps de restaurer la fertilité du sol : c'est la jachère. Cette stratégie agroforestière convient bien aux sols tropicaux, souvent fragiles et peu fertiles, et permet la remontée biologique grâce à une savane arbustive ou arborée [1]. Dans ce système d'utilisation des terres, des arbres sont épargnés par le paysan lors du défrichement soit pour favoriser l'évolution de la future jachère, soit, le plus souvent, parce qu'il s'agit d'arbres agroforestiers. Actuellement, la tendance à la sédentarisation et à l'accroissement de la population ont conduit à une forte augmentation des surfaces cultivées ; les temps de jachère se sont considérablement raccourcis [1]. Ainsi, diverses stratégies d'amélioration ont été mises au point ; elles portent sur l'introduction d'espèces herbacées de savane (*Andropogon gayanus*) ou d'es-

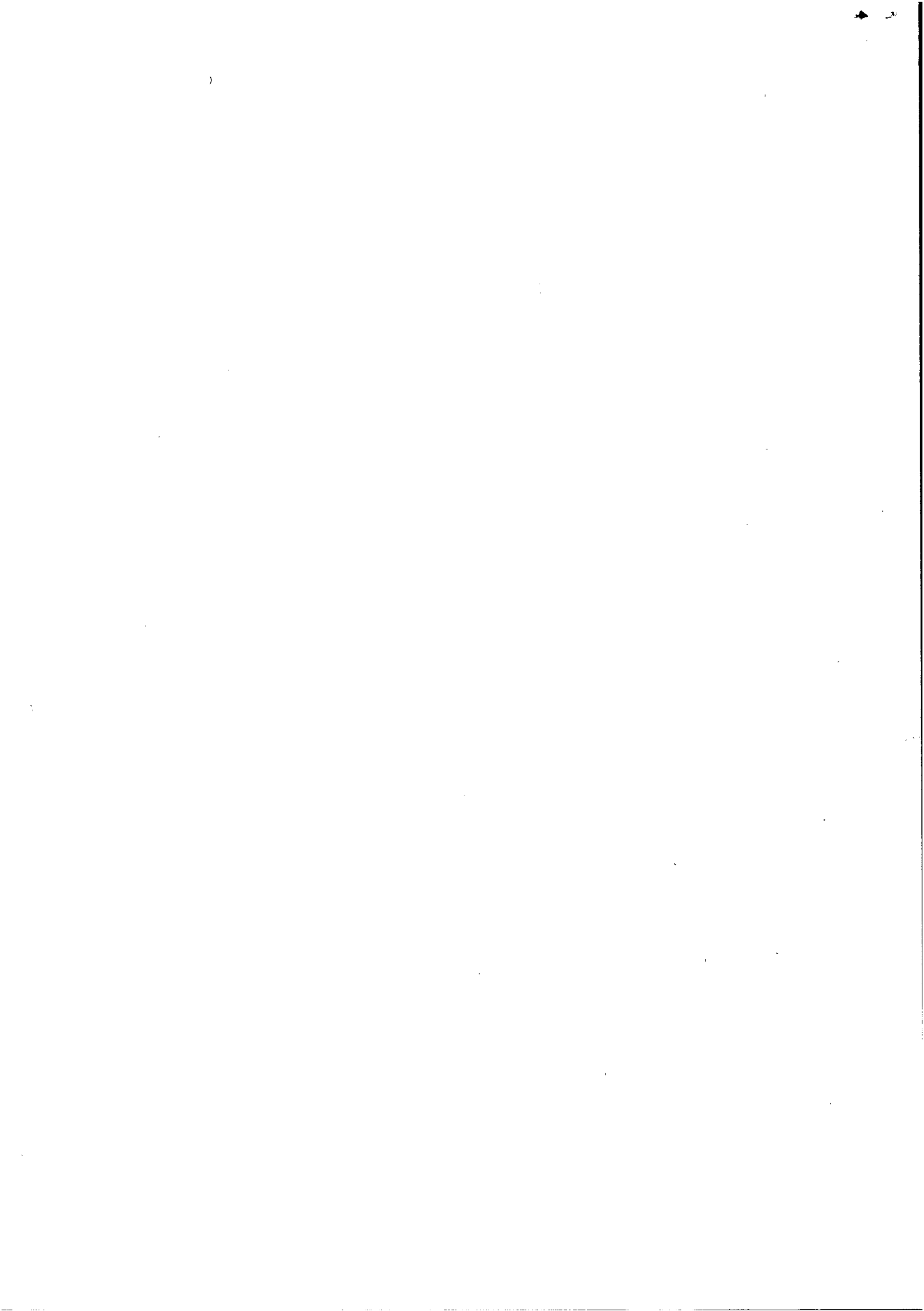
pèces ligneuses, souvent légumineuses (*Acacia* sp., *Cajanus cajan*...). Cette étude analyse la sensibilité de la strate herbacée à la présence des arbres dans les jachères naturelles ; il s'agit de déterminer l'effet de l'arbre sur l'hétérogénéité et la composition spécifique de la végétation post-culturale pour évaluer l'impact de la pratique sur la diversité des ressources végétales.

Matériel et méthode

Zone d'étude

L'étude a été menée en Haute-Casamance, dans la partie méridionale du Sénégal, soit entre 12°50' et 13°05' de latitude N, et entre 14°38' et 14°58' de longitude O (figure 1). La région présente une géomorphologie tabulaire caractérisée par des ensembles de bas plateaux au modelé plat et peu marqué ; l'horizontalité est le trait dominant des paysages.





Références

1. Floret C, Pontanier R. Recherches sur la jachère en Afrique tropicale. In : Floret C, Pontanier R, Serpantier G, eds. *La jachère en Afrique tropicale*. Paris : UNESCO, 1993 ; 86 p. (Dossier MAB n° 16).
2. Michel P. *Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Étude géomorphologique*. Thèse de doctorat ès sciences. Université de Strasbourg, 1969 ; 1 167 p.
3. Bertrand R. Morphopédologie et orientations culturelles des régions soudaniennes du Sine-Saloum (Sénégal). *Agron Trop* 1971 ; XXVII : 1115-90.
4. Fanchette S. *Gestion d'un espace pastoral en expansion, le Fuladu (région de Kolda, Sénégal)*. Rapport de stage. Dakar : Orstom, 1994 ; 8 p.
5. Berhaut J. *Flore du Sénégal*. Dakar : Clairatique, 1967 ; 485 p.
6. Lebrun JP, Stork A. *Énumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale*. 1. Généralités et Annonaceae à Pandiacaceae. 2. Chrysobalanaceae à Apiaceae. Genève : Conservatoire et Jardin botaniques, 1991 et 1992 ; 249 et 257 p.
7. Lacoste A, Roux M. L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et en écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes-Maritimes. 1. L'analyse des données floristiques. *Acta Oecologica; Oecol Plant* 1971 ; 6 : 353-69.
8. Benzécri JP. *L'analyse des données*. 2. *L'analyse des correspondances*. Paris : Dunod, 1980 ; 840 p.
9. Scherrer B. *Biostatistique*. Québec : Gaëtan éd., 1984 ; 850 p.
10. Legendre L, Legendre P. *Écologie numérique*. 2. *La structure des données écologiques*. Paris/Québec : Masson/Puaq, 1984 ; 197 p.

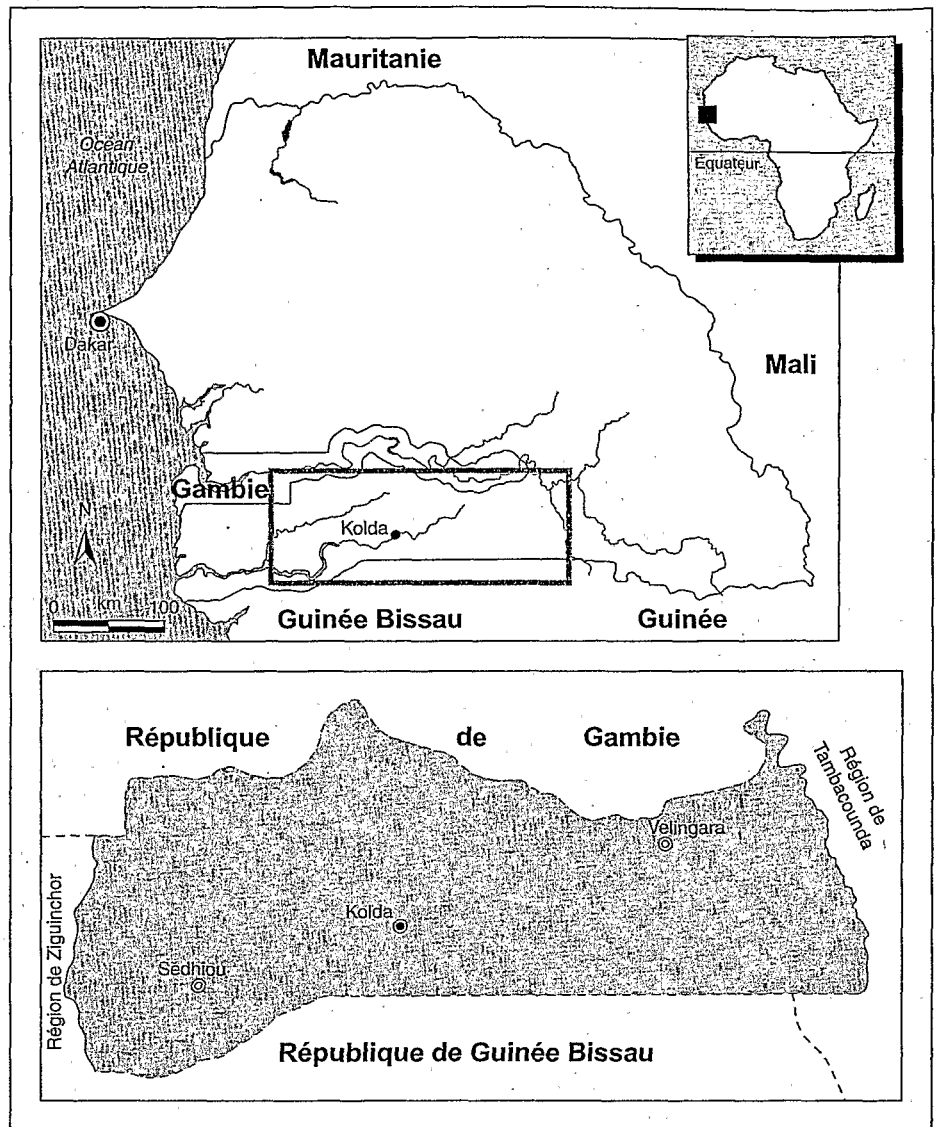


Figure 1. La zone d'étude : cartes de situation.

C'est à la faveur d'alternances climatiques du secondaire que les grès précambriens du grand et profond bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien ont été façonnés en un paysage ainsi organisé [2] :

- plateaux résiduels, à faible altitude (40 m), dont les bords sont matérialisés par la cuirasse ferrugineuse affleurante ;
- glacis de raccordement, plus ou moins indurés ;
- terrasses et bas fonds alluvionnaires, ces derniers étant soumis à des inondations temporaires.

Ils ont généré, en surface, des sables fortement ferrugineux et argileux entre lesquels s'intercalent des niveaux de cuirasse, donnant des sols selon la position topographique [3].

Le climat est tropical sec, caractérisé par une longue saison sèche (7 mois) et une courte période humide (5 mois). Les précipitations varient de 900 à 1 100 mm par an, dont 60 à 80 % durant les mois d'août et de septembre. Les températures extrêmes sont 23 °C (janvier) et 32 °C (mai), la température moyenne étant de 27 °C.

La végétation naturelle s'organise selon une toposéquence typique où les plateaux et les vallées se relaient dans un *continuum* spatial à faibles contrastes. La végétation ligneuse haute des zones d'interfluve est dominée par *Bombax costatum* Pellegr. et Vuill., *Pterocarpus erinaceus* Poir., *Danielia oliveri* (Rolfe) Hutch. et Dalz., *Cordyla pinnata* (Lepr.) Milne-Redhead, *Parkia biglobosa* (Jacq.) Benth.,

Terminalia macroptera Guill. et Perr., tandis que la strate arbustive est largement dominée par *Oxythanasia abyssinica* (A. Rich) Munro et *Prosopis africana* (Guill. et Perr.) Taub. Dans les vallées, l'emprise de l'agriculture est très forte et les arbres présents apparaissent en solitaires. On y rencontre principalement *Adansonia digitata* L., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, *Ficus* sp., *Mitragyna inermis* (Willd.) O. Ktze, *Elaeis guineensis* Jacq. La population est constituée par les Peuhl Fouladou, qui pratiquent un élevage extensif sédentaire étroitement associé à une agriculture pluviale et de décrue (céréales sèches et/ou inondées, arachide). Le paysage qui en résulte présente des trouées de cultures et de jachères dans une vaste forêt claire.

Matériel

À défaut de pouvoir suivre les changements de la végétation herbacée des jachères pendant un temps suffisamment long, l'étude a été réalisée par une approche synchrone consistant à choisir en même temps des parcelles de jachères d'âges différents, âges qui sont déterminés par enquête (période de l'abandon cultural) auprès des propriétaires des parcelles.

Cinq parcelles âgées de 1, 3, 5, 10 et de 17 ans d'abandon cultural ont ainsi été retenues au niveau du terroir de Saré Yéro Bana dans le département de Kolda (figure 1), situé en front pionnier, dans une région encore relativement épargnée par la demande foncière.

Le terroir représente ainsi une sorte d'état initial non dégradé d'un système d'exploitation rural soudanien. La situation est d'autant plus intéressante qu'elle est appelée à évoluer, dans les années à venir, en raison de l'accentuation de la pression démographique due à l'amorce de l'installation de plusieurs villages maraboutiques issus du bassin arachidier [4].

Relevés floristiques

Les paramètres de structure envisagés sont le nombre et l'abondance relative des espèces qui constituent le peuplement. Ils ont été établis à partir des relevés de végétation sous et hors couvert (respectivement SC et HC) dans les différentes jachères. L'aire d'un relevé correspond à la projection verticale du houppier de l'arbre au sol, soit 200 m²

en moyenne. L'échantillonnage est constitué de 172 relevés pour l'ensemble du travail dont 100 SC et 72 HC (tableau I). Un couple de relevés (nombre impair : SC, et nombre pair : HC) caractérise une station.

Le nombre de relevés sous arbre est plus élevé que celui réalisé dans les milieux découverts ; 1 relevé HC sert parfois de témoin à 2 relevés SC.

La détermination des taxons a été effectuée à l'aide de la *Flore du Sénégal* [5]. La synonymie a été actualisée et normalisée sur la base de l'*Énumération des plantes à fleurs d'Afrique tropicale* [6].

Expression des données

Afin de cerner l'effet de l'arbre sur la végétation herbacée, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été utilisée. Cette technique vise à résumer l'information mathématiquement homogène contenue dans un tableau rectangulaire de données, tout en la décomposant en facteurs hiérarchisés qui en contiennent chacun une part. Elle utilise la métrique de c², qui s'obtient en pondérant les données par les effectifs des lignes et des colonnes : ceci permet de rendre lignes et colonnes comparables et de les représenter sur un même graphique [7, 8]. L'analyse des correspondances a été utilisée ici dans des tableaux de recouvrement des espèces, évalué sur une échelle de 0 à 100.

Les variations de la richesse spécifique en fonction de l'âge de la jachère ont été examinées à travers une analyse de variance à un critère de classification [9], les différences significatives étant évaluées par le test de Newman-Keuls, sous les arbres et hors de leur couvert. Le seuil de signification a été fixé à $\alpha/2 = 0,005$ et non à $\alpha = 0,05$ pour deux raisons : d'une part, le test unilatéral est moins conservateur qu'un test bilatéral et, d'autre part, le manque d'informations concernant la normalité des deux répartitions nous oblige à prendre le minimum de risques [9].

La fréquence et l'abondance relatives de chaque espèce ont ensuite permis de calculer, pour chacun des âges d'abandon cultural, des indices de diversité selon Shannon-Weaver [10]. L'indice est défini par :

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i$$

Tableau I. Répartition de l'échantillonnage dans les différentes classes d'âge de jachère

	Age (ans)					Total
	1	3	5	10	17	
SC	10	25	15	25	25	100
HC	7	22	5	20	18	72
Total	17	47	20	45	43	172

* SC : sous couvert ; HC : hors couvert.

où P_i représente l'abondance relative de l'espèce (P_i = n_i/n ; n_i représente le recouvrement moyen de l'espèce, i et n la somme de recouvrement des espèces de la végétation).

Pour une jachère donnée, nous avons calculé la valeur théorique de la diversité maximale pouvant être atteinte (H_{max}) et correspondant à une répartition égale de tous les individus entre toutes les espèces (H_{max} = log S, où S représente le nombre d'espèces). Cette information est intéressante dans la mesure où elle permet la définition d'un nouveau paramètre, l'équité (E), défini par le rapport H/H_{max} qui traduit le degré de diversité atteint par rapport au maximum possible. Il s'agit d'une mesure relative supportant mieux qu'une autre les comparaisons entre les sites.

Résultats et discussion

Variabilité spatiale : physionomie de la végétation

Pour apprécier la physionomie de la végétation, les techniques d'analyse de correspondance, qui permettent de résumer l'information du tableau de données sous forme graphique, ont été utilisées. Cinq matrices de 10 x 6, 25 x 22, 15 x 5, 25 x 7 et 25 x 18 relevés/espèces correspondant à la végétation des parcelles de jachères âgées respectivement de 1, 3, 5, 10 et 17 ans ont été soumises à l'AFC.

Le tableau II rassemble les résultats relatifs à l'AFC.

Tableau II. Information (%) portée par chacun des 4 premiers axes factoriels

Jachère	Axes				Total
	F1	F2	F3	F4	
J1	17,7	16,3	15,5	11,8	61,4
J3	12,4	9,9	7,5	7,0	36,8
J5	22,0	20,4	10,7	9,3	62,4
J10	23,3	12,2	10,0	7,9	53,4
J17	14,0	11,7	9,4	7,8	42,9

Références

11. Akpo LE, Samb PI, Grouzis M. Effet du couvert des arbres d'une phytocénose soudanienne sur la structure spécifique de la strate herbacée (Sénégal, Afrique de l'Ouest). *Candollea* 1997 ; 52 : 287-99.

12. Cancela da Fonseca JP. Le concept de diversité, le chevauchement des niches écologiques et l'organisation des systèmes écologiques. *Acta Oecologica, Oecol Gener* 1980 ; 1 : 293-305.

13. Akpo LE. Influence du couvert ligneux sur la structure et le fonctionnement de la strate herbacée en milieu sahélien. Paris : Orstom/TDM, 1993 ; 174 p.

14. Akpo LE, Grouzis M. Influence du couvert ligneux sur la composition spécifique de la végétation herbacée en zone soudano-sahélienne (Thyssé Kayemor, Sénégal). *Bull IFAN* 1998 (soumis pour publication).

15. Saporta G. *Probabilité, analyse des données et statistiques*. Paris : Éditions Technip, 1990 ; 493 p.

16. Zougrana I. Les jachères nord-soudanaises du Burkina Faso. 2. Diversité, stabilité et évolution des communautés végétales. In : Floret C, Serpantier G, eds. *La jachère en Afrique de l'Ouest. Atelier international, Montpellier, 2-5 décembre 1991*. Paris : ORSTOM, 1993 : 359-66.

17. Donfack P. *Végétation des jachères du Nord-Cameroun. Typologie, diversité, dynamique et production*. Thèse de doctorat d'État en sciences naturelles. Yaoundé : UY1, 1998 ; 224 p.

18. Koïta B. *Végétation post-culturale en zone soudanienne du Sénégal. Influence des pratiques culturales et des facteurs anthropiques sur la reconstitution végétale après abandon cultural*. Thèse de doctorat en sciences. Corte : université de Corse Pascal Paoli, 1998 ; 172 p.

19. Devineau JL, Lecordier C, Vuattoux R. Évolution de la diversité spécifique du peuplement ligneux dans une succession préforestière de colonisation de savane protégée des feux (Lamto, Côte d'Ivoire). *Candollea* 1984 ; 39 : 103-34.

20. Floret C, Pontanier R, Serpantier G. *La jachère en Afrique tropicale*. Paris : UNESCO, 1993 ; 86 p. (Dossier MAB n° 16).

21. Mitja D. Influence de la culture itinérante sur la végétation d'une savane humide de Côte d'Ivoire (Booro-Borotou, Touba). Paris : ORSTOM/TDM, 1990 : 270.

La variance des données portée par l'ensemble des 4 premiers axes factoriels varie de 35,8 à 61,4 %. Le plan principal (axes F1 et F2) en absorbe de 22 à 42 % ; c'est sur ce plan que nous allons établir l'analyse de l'hétérogénéité du milieu.

Considérons la parcelle de jachère de 17 ans (figure 2). La contribution, qui mesure l'importance d'un relevé ou d'une espèce par rapport à un axe factoriel, permet de donner une signification écologique aux différents axes. Ainsi peuvent intervenir de manière significative les points dont la contribution est supérieure à la moyenne (23,3 et 17,2 ‰ respectivement pour les observations ou relevés et pour les variables ou espèces).

Peuvent alors être retenus sur l'axe 1 (figure 2), pour les abscisses positives, les relevés 79 (91)*, 61 (56), 73 (52), 71 (46), 63 (35) et, pour les abscisses négatives, 78 (88), 102 (63), 80 (56), 84 (46).

L'axe horizontal (ou axe F1) oppose ainsi les relevés SC (nombre impair) à

ceux des milieux HC (nombre pair). Tous les relevés de nombre pair présentent une contribution supérieure à la contribution moyenne. L'axe F1 représente donc le facteur ombrage, généré par le couvert des arbres.

À ces deux groupes de relevés sont associées des espèces. Sous les arbres (dans la partie droite de la figure 2), *Hibiscus diversifolius* Jacq. (158), *Ipomoea argenteaurata* Hall. f. (69), *Andropogon pseudapricus* Stapf (56) et *Pandiaka angustifolia* (Vahl.) (47) présentent des contributions supérieures à la contribution moyenne. Dans les milieux découverts, ce sont *Schizachyrium exile* (Hochst.) Pelgr (369), *Panicum laetum* Kunth (47) et *Spermacoce chaetophala* (DC.) Hepper (36) qui sont déterminants.

L'axe vertical (ou axe F2) distingue nettement deux groupes dans les relevés SC et HC. Le premier est constitué par les relevés de replat dans les ordonnées positives tandis que le second réunit l'ensemble des relevés de pente et de dépression dans les ordonnées négatives. Cette séparation met en évidence le gradient topographique, en relation certainement avec l'abondance plus ou moins variable de l'argile.

* Le premier nombre est le numéro du relevé ; la valeur entre parenthèses correspond à la contribution sur l'axe considéré.

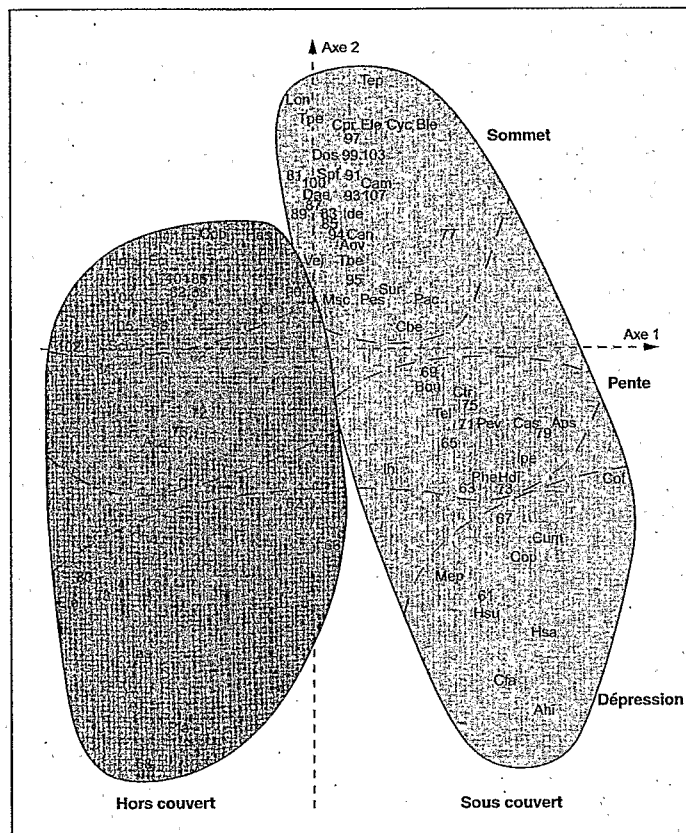


Figure 2. Analyse partielle : jachère 17 ans. Répartition des espèces et des relevés sous et hors couvert ligneux dans le plan des axes 1-2 (nombres impairs : relevés sous couvert ; nombres pairs : relevés hors couvert).

Pour ce qui est de l'axe 3, trois espèces seulement se dégagent des autres de par leur contribution. Ces espèces, *S. exile* (297) dans les ordonnées positives, *P. laetum* (220) et *Digitaria horizontalis* Willd. (112) pour les ordonnées négatives, se situent donc de part et d'autre de cet axe qui confirme ainsi la stabilité des groupes observés.

Arbre et topographie s'associent pour créer une hétérogénéité de plus en plus grande du milieu qui gère la répartition de la végétation herbacée sous et hors couvert des arbres. L'hétérogénéité due spécialement à l'arbre permet de séparer nettement les biotopes sous et hors couvert des arbres.

Caractéristiques des biotopes sous et hors couvert de l'arbre

• Cortège floristique

La flore herbacée recensée dans les différentes jachères (tableau III) est riche de 90 espèces, réparties parmi 21 familles d'importance variable (tableau IV). Dans le cortège floristique (tableau III), l'effet du couvert permet de distinguer deux grands groupes d'espèces. Le premier est constitué par des espèces qui se retrouvent uniquement soit sous les arbres, soit hors ombrage ; ce sont les espèces exclusives (28,9 %), qui peuvent être soit sciaphiles lorsqu'elles sont établies sous l'arbre (21,1 %), soit héliophiles si elles sont hors ombrage (7,8 %).

Parmi les espèces sciaphiles, *Merremia pinnata* et *Cassia absus* sont présentes dans plus de 5 % des relevés, *Polygala eriopetra*, *Desmodium hirtum*, *Pandiaka heudelotii* et *Stylochitipon warneckei* dans 2 à 3 % des cas. Six autres espèces sont rencontrées 2 fois seulement (*Chloris pilosa*, *Corchorus fascicularis*, *Eragrostis ciliaris*, *Hibiscus sabdarifa* et *Spermacoce radiata*) et un plus grand nombre d'espèces rares, notamment *Corchorus tridens*, *Hachelokloa granulata*, *Indigofera nigricans*, *Stylosanthes mucronata*, *Tephrosia purpurea*, *Sida alba*, *Schyzachyrium brevifolium* et *Ipomoea vagans*, sont présentes 1 fois.

Sept espèces sont strictement héliophiles (*Cassia mimosoides*, *Ipomoea pestigridis*, *Peristrophe bicalyculata*...); elles sont donc des xérophiles. Le nombre d'espèces sciaphiles est plus de 2 fois supérieur à celui des héliophiles. La vé-

Tableau III. Cortège floristique : espèces herbacées recensées sous et hors couvert dans des parcelles de jachère d'âges différents en zone soudanaise (Saré Yero Bana, Sénégal)

Famille	Genre et espèce	1		3		5		10		17	
		SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC
Monocotylédones											
Araceae	<i>Amarophthalis consimilis</i> (Ama)										
	<i>Stylochiton warneckei</i> (Swa)										
Commelinaceae	<i>Stylochiton hypogaeus</i> (Shy)										
	<i>Commelina benghalensis</i> (Cbe)										
Cyperaceae	<i>Commelina forskaleri</i> (Caf)										
	<i>Cyperus cylindricus</i> (Cy)										
Poaceae	<i>Cyperus rotundus</i> (Cro)										
	<i>Imbristylis ferruginea</i> (Ife)										
Poaceae	<i>Andropogon pseudopricus</i> (Aps)										
	<i>Andropogon tectorum</i> (Ate)										
Poaceae	<i>Chloris pilosa</i> (Cpi)										
	<i>Chloris pterura</i> (Cpr)										
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (Dae)										
	<i>Digitaria gayana</i> (Dga)										
Poaceae	<i>Echinochloa polystachya</i> (Epo)										
	<i>Eragrostis ciliaris</i> (Eci)										
Poaceae	<i>Eragrostis perbella</i> (Epe)										
	<i>Eragrostis tenella</i> (Ete)										
Poaceae	<i>Eragrostis tremula</i> (Etr)										
	<i>Hachelokloa granulata</i> (Hgr)										
Poaceae	<i>Panicum laetum</i> (Pla)										
	<i>Pennisetum violaceum</i> (Pev)										
Poaceae	<i>Schizachyrium brevifolium</i> (Sbr)										
	<i>Schizachyrium nodulosum</i> (Sch)										
Poaceae	<i>Setaria pallide-fusca</i> (Spt)										
Dicotylédones											
Acanthaceae	<i>Blepharis modesta</i> (Bma)										
	<i>Peristrophe bicalyculata</i> (Pbi)										
Amaranthaceae	<i>Achyranthes argentea</i> (Aar)										
	<i>Pandiaka heudelotii</i> (Phe)										
Amaranthaceae	<i>Cissus vogelii</i> (Cv)										
Asteraceae	<i>Acanthospermum hippidum</i> (Ahi)										
	<i>Blainvillaea gayana</i> (Bga)										
Caesalpiniaceae	<i>Cassia absus</i> (Cab)										
	<i>Cassia mimosoides</i> (Cmi)										
Caesalpiniaceae	<i>Cassia nigricans</i> (Cni)										
	<i>Cassia obtusifolia</i> (Cob)										
Convolvulaceae	<i>Evolvulus alsinoides</i> (Eva)										
	<i>Ipomoea argenteaurata</i> (Iar)										
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cophica</i> (Ico)										
	<i>Ipomoea eriocarpa</i> (Ier)										
Convolvulaceae	<i>Ipomoea hederifolia</i> (Ihe)										
	<i>Ipomoea pes-tigridis</i> (Ipt)										
Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i> (Isp)										
	<i>Merremia aegyptiaca</i> (Mae)										
Convolvulaceae	<i>Merremia pinnata</i> (Mep)										
	<i>Cucumis melo</i> (Cum)										
Cucurbitaceae	<i>Acalypha segetalis</i> (Ase)										
	<i>Caperonia senegalensis</i> (Cas)										
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia glomerata</i> (Egl)										
	<i>Euphorbia macrophylla</i> (Ema)										
Fabaceae	<i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Aov)										
	<i>Crotalaria macrocalyx</i> (Cma)										
Fabaceae	<i>Desmodium hirtum</i> (Dhi)										
	<i>Desmodium velutinum</i> (Dve)										
Fabaceae	<i>Dolichos stenophylla</i> (Dst)										
	<i>Indigofera aspera</i> (Ina)										
Fabaceae	<i>Indigofera dendroides</i> (Ide)										
	<i>Indigofera hirsuta</i> (Ihr)										
Fabaceae	<i>Indigofera nigricans</i> (Ini)										
	<i>Indigofera pilosa</i> (Ipi)										
Fabaceae	<i>Indigofera secundiflora</i> (Ise)										
	<i>Indigofera diphylla</i> (Idi)										
Fabaceae	<i>Rhynchosia minima</i> (Rmi)										
	<i>Sesbania pachycarpa</i> (Spa)										
Fabaceae	<i>Stylosanthes mucronata</i> (Smu)										
	<i>Tephrosia bracteolata</i> (Tbr)										
Fabaceae	<i>Tephrosia linearis</i> (Tel)										
	<i>Tephrosia pedicellatum</i> (Tep)										

Tableau III (suite)

	<i>Tephrosia purpurea</i> (Tpu)
	<i>Vigna luteola</i> (Vlu)
	<i>Zornia glochidiata</i> (Zgl)
Labiales	<i>Hypnitis suaveolens</i> (Hsu)
	<i>Hypnitis spicigera</i> (Hsp)
Malvaceae	<i>Cochlospermum planchonii</i> (Cop)
	<i>Hibiscus aspera</i> (Has)
	<i>Hibiscus diophylla</i> (Hid)
	<i>Sida alba</i> (Sal)
	<i>Sida urens</i> (SUr)
Pedaliaceae	<i>Ceritholthea sesamoides</i> (Cse)
Polygalaceae	<i>Polygala eriopetra</i> (Per)
	<i>Securidaca longipedunculata</i> (Lon)
Rubiaceae	<i>Spermacoce stachydeae</i> (Sta)
	<i>Spermacoce radiata</i> (Sra)
	<i>Spermacoce chaetocephala</i> (Cha)
	<i>Mitracarpus scaber</i> (Msc)
Sterculiaceae	<i>Walteria indica</i> (Win)
Tiliaceae	<i>Corchorus fascicularis</i> (Cfa)
	<i>Corchorus tridens</i> (Ct)
	<i>Triumfetta pentandra</i> (Pen)

gétation apparaît ainsi nettement plus diversifiée sous l'arbre.

Le second groupe est constitué des espèces indifférentes, c'est-à-dire que l'on retrouve aussi bien sous l'arbre qu'à côté. Les espèces les plus fréquentes (rencontrées dans plus de 25 % des relevés) sont, par ordre décroissant : *Schyzachirium nodulosum*, *Tephrosia pedicellata*, *Triumfetta pentandra*, *Cassia nigricans*, *Cassia obtusifolia*, *Hibiscus diversifolius*, *Cochlospermum planchonii*, *Elionorus elegans*, *Digitaria gayana*, *Walteria indica*, *Indigofera aspera*, *Eragrostis tremula* et *Spermacoce chaetocephala*.

• Diversité spécifique de la végétation herbacée et âge des jachères

Le concept de diversité comporte deux notions qui doivent être considérées de façon simultanée. La première concerne le nombre d'unités systématiques présentes dans un écosystème donné ; ce sont ici les espèces. La seconde se rapporte à la façon dont les individus des diverses espèces se répartissent. L'examen de la liste floristique établie pour l'ensemble des jachères étudiées permet de se rendre compte de l'extrême variabilité de la végétation herbacée sous et hors arbre. Pour les différents âges, la richesse de cette végétation varie en effet de 17 à 40 espèces hors ombrage et de 40 à 53 espèces sous les arbres (tableau V). Le rapport de richesse spécifique entre bio-

topes sous et hors arbre varie de 1,3 à 2. Il y a donc plus d'espèces dans la végétation sous arbre.

Ce résultat est à rapporter aux espèces exclusives, dont les espèces sciaphiles représentent une part importante puisque leur nombre varie de 12 à 28 dans les différentes jachères. Pour l'ensemble des jachères, 29 espèces exclusives sont sciaphiles (dont 10 sont présentes au moins dans deux parcelles de jachères différentes tandis que 3 espèces seulement sont héliophiles ; une seule espèce héliophile est retrouvée dans plus de deux jachères différentes).

Le nombre d'espèces par relevé varie de 6,6 à 9,4 hors arbre et de 10,8 à 14,8 sous couvert soit, en moyenne, respectivement 7,7 et 12,4 espèces, avec des coefficients de variation similaires (11,3 et 12 %).

La différence de richesse spécifique moyenne entre les biotopes, sous et hors couvert, est statistiquement significative ($t_c = 7,725 > t_{0,005} = 4,4604$). La richesse spécifique moyenne de la végétation herbacée est plus élevée sous l'arbre qu'en milieu découvert.

Pour chaque jachère étudiée, la richesse spécifique moyenne de la végétation herbacée sous arbre est supérieure à celle des milieux découverts (tableau V). Seul le niveau de signification varie. À l'exception de la jachère de 3 ans, la différence s'avère en fait très hautement significative car la valeur calculée t_c est supérieure en valeur absolue à la valeur critique de t au niveau de signification de 0,01. Il y a donc enrichissement de la végétation herbacée de la jachère sous l'arbre.

Tableau IV. Importance des différentes familles de la flore herbacée

Famille	%
Fabaceae	23,3
Poaceae	18,9
Convolvulaceae	11,1
Malvaceae	5,6
Caesalpiniaceae	4,4
Euphorbiaceae	4,4
Rubiaceae	4,4
Araceae	3,3
Cyperaceae	3,3
Tiliaceae	3,3
Acanthaceae	2,2
Asteraceae	2,2
Commelinaceae	2,2
Labiaceae	2,2
Polygalaceae	2,2
Amaranthaceae	1,1
Amaryllidaceae	1,1
Ampepidaceae	1,1
Cucurbitaceae	1,1
Pedaliaceae	1,1
Sterculiaceae	1,1

Tableau V. Paramètres de diversité spécifique de la végétation herbacée sous couvert (SC) et hors couvert (HC) de parcelles de jachère d'âges différents en zone soudanienne

	Temps (ans)											
	1		3		5		10		17			
	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC		
Richesse spécifique												
- moyenne	13,0	6,6	12,0	9,4	11,4	7,2	10,8	7,0	14,8	8,5		
• degré de liberté	9	11	38	11	18	18	43	41	41	41		
• t_c (ca/2)	-5,098	-2,365	-4,682	-6,813	-2,690	-2,690	-2,690	-2,690	-2,690	-2,690		
- exclusive	27	6	18	7	26	4	12	7	21	2		
Indices de végétation												
- H_{max}	5,49	4,39	5,78	5,32	5,32	4,09	5,32	4,91	5,78	5,13		
- H	3,82	1,99	3,31	3,01	3,15	2,27	3,06	2,34	4,21	3,32		
- E (régularité)	0,70	0,45	0,57	0,57	0,59	0,55	0,58	0,48	0,73	0,65		
- H		0,50		0,12		0,59		0,40		0,05		
- dominance (c %)	12,4	42,9	21,8	28,3	22,7	34,1	19,2	38,2	13,4	20,4		

Ces valeurs de richesse spécifique (totale ou moyenne) sont très inférieures à celles observées pour une végétation naturelle de forêt claire dans la région de Kolda où, pour un effectif d'échantillonnage similaire, 74 espèces ont été recensées et une moyenne de 10 et 16 espèces par relevé respectivement dans les clairières et les bosquets [11].

En ce qui concerne les indices de végétation, les valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H) varient en effet de 3,2 à 4,2 bits sous les arbres et de 2 à 3,3 bits, hors arbre. L'équitabilité est de 0,70, 0,57, 0,59, 0,58 et 0,73 sous l'arbre et de 0,45, 0,57, 0,55, 0,48 et 0,65 hors couvert pour chacune des différentes périodes de jachère (tableau V). L'examen de ce tableau fait apparaître que c'est la végétation sciaphile qui possède la diversité H et l'équitabilité les plus fortes par rapport à la végétation des milieux hors couvert.

À l'exception de la parcelle de jachère de 3 ans, l'équitabilité est toujours plus forte pour la végétation sciaphile. Il y a donc une plus grande individualisation de ce groupe écologique. En revanche, les coefficients de dominance sont nettement plus élevés pour la végétation héliophile. Une plus grande diversité implique une plus grande égalité des contributions individuelles et, donc, une moindre organisation du système formé par le peuplement. Inversement, une diversité plus faible signifie que le système est plus organisé [12].

Ainsi, sur le plan de l'organisation de ces phytocénoses, l'interprétation de l'information apportée par les indices permet d'indiquer que les biotopes découverts sont des milieux mieux organisés que les biotopes couverts. Ceci entraîne l'abondance (recouvrement) de certaines espèces (tableau VI) par rapport à d'autres, d'où une chute de l'indice de diversité.

Hétérogénéité spatiale et plus grande diversité spécifique de la végétation herbacée sont à mettre en relation avec la présence de l'arbre dans l'écosystème. Ce résultat concorde avec les travaux menés dans d'autres zones écologiques du pays - sahélienne [13] et soudano-sahélienne [14] - et sur la végétation naturelle de forêt claire soudanienne [11], et qui indiquent l'effet favorable de l'arbre sur la diversité du peuplement herbacé.

Dans les jachères étudiées, en amplifiant l'hétérogénéité du milieu, l'arbre

modifie la végétation herbacée. Il agit en effet sur la répartition spatiale et sur la composition de la flore herbacée. Il accroît de manière significative la richesse spécifique de la strate herbacée et le niveau d'individualisation du biotope.

Hétérogénéité temporelle : évolution des modifications dues à l'arbre

• Importance des modifications

Pour apprécier le niveau de discrimination des groupes et, ainsi, le classement des relevés, une analyse factorielle discriminante (AFD) sur variables qualitatives a été exécutée. Elle consiste à remplacer les variables qualitatives p par les coordonnées q sur les axes factoriels [15]. L'AFD a donc été réalisée sur 4 variables numériques pour chacun des âges de jachère à l'aide du logiciel STATITCF.

La proportion de relevés bien classés varie de 70,3, 85,0, 90,3, 90,7 et 98,3 % pour les jachères âgées respectivement de 1, 3, 5, 10 et 17 ans, c'est-à-dire qu'à partir de 17 ans d'abandon

cultural, la séparation des relevés sous et hors couvert est quasi totale. Les relevés mal classés proviennent généralement des biotopes sous arbre (de 90 à 95 %) ; ils se trouvent alors répartis dans le groupe héliophile. L'effet arbre apparaît ainsi plus discriminant dans les vieilles jachères.

• Fluctuations de la composition spécifique

L'influence du temps d'abandon des parcelles sur la composition de la végétation herbacée a été examinée en soumettant le nombre d'espèces herbacées par relevé sous et hors arbre à une analyse de variance.

Sous les arbres, la richesse spécifique moyenne est sensiblement la même d'un âge à l'autre au cours des 10 premières années d'abandon cultural ($F_c = 1,15$), avec moins d'espèces dans les peuplements plus âgés (figure 3) ; le nombre d'espèces par relevé diminue ainsi avec l'âge de la jachère.

Seize espèces, parmi lesquelles *Tephrosia purpurea*, *Stylosanthes mucronata*, *Indigofera secundiflora* et *Chloris pilosa*, sont strictement inféodées à ce

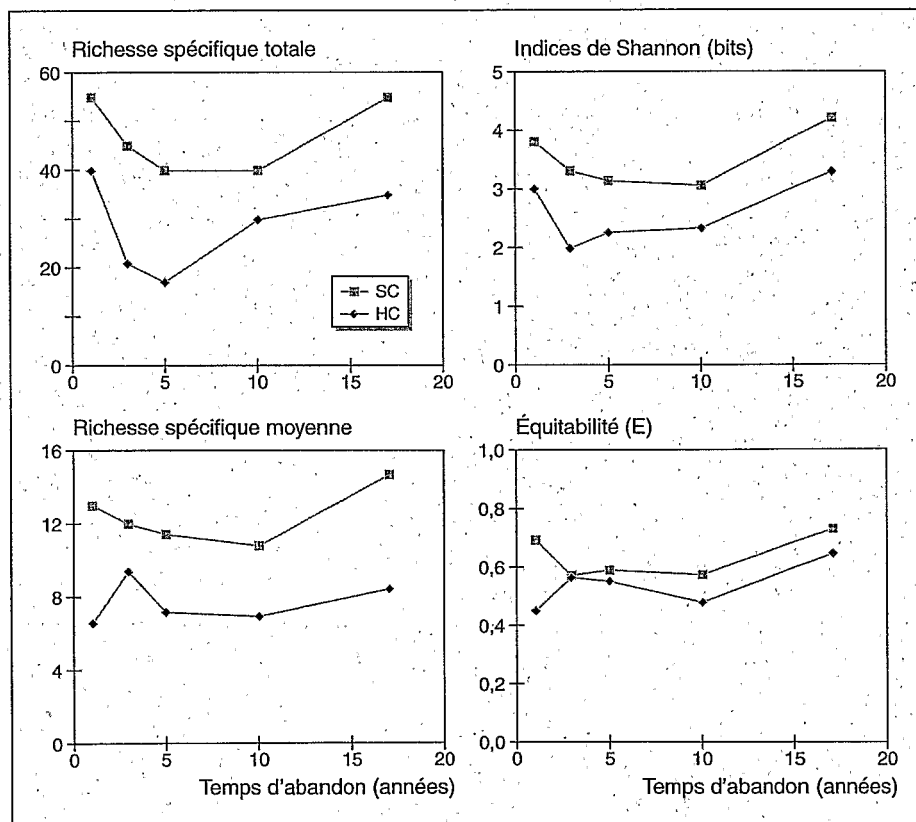


Figure 3. Évolution des paramètres de diversité spécifique.

groupe. Dans la jachère de 17 ans, la richesse spécifique moyenne est nettement plus élevée ($F_c = 3,95 > F_{0,025} = 3,56$). Parmi les espèces sciaphiles observées dans cette parcelle, 7 sont communes à celles du groupe précédent (*Acanthospermum hispidum*, *Commelina benghalensis*, *C. forskalei*, *Cucumis melo*, *Ipomoea eriocarpa*, *Pandiaka heudelotii* et *Vigna luteola*) et 6 y sont strictes (*Cassia mimosoides*, *Cochorus tridens*, *Digitaria horizontalis*, *Indigofera nigricans*, *Ipomoea hederifolia* et *Merremia aegyptiaca*).

Le nombre d'espèces indicatrices de biotope couvert est de 46 pour les jachères de 1 à 10 ans (dont 21 espèces pour celle de 1 an) et de 12 pour la jachère de 17 ans. Deux phases importantes apparaissent donc dans l'évolution de la végétation herbacée de ce biotope.

Dans la végétation héliophile, les jachères (J) âgées de 1, 5 et 10 ans se distinguent nettement de celles de 3 et 17 ans ($F_c = 8,03 > F_{0,005} = 4,03$) et, ainsi, $J1 = J5 = J10 < J3 = J17$. L'évolution de ces groupes ne semble pas s'apparenter aux processus généralement rapportés pour des situations similaires [16] qui se caractérisent par une augmentation significative du nombre d'espèces herbacées au cours des 4 premières années, voire entre la sixième et la dixième année [17, 18], suivie par un affaiblissement de l'évolution. Les groupes identifiés ne révéleraient donc pas les phases d'une évolution quelconque du milieu de jachère contrairement à ceux de la végétation sciaphile.

Lorsque l'on considère la jachère et non le biotope (sous ou hors arbre), la richesse de la flore herbacée est de 47, 58, 43, 42 et 56 espèces respectivement pour J1, J3, J5, J10 et J17. On note ainsi une nette augmentation entre J1 et J3 associée à une grande similitude (H_p faible) entre les biotopes, une diminution de J3 à J10, une stabilisation de J5 à J10 et une augmentation entre J10 et J17. La végétation des jachères est ainsi largement enrichie par la présence de l'arbre.

• Évolution des paramètres de répartition de la végétation

L'évolution de l'indice de diversité (H_p) au cours du temps montre des différences selon le biotope et l'âge de la jachère (figure 3).

Sous les arbres, on observe une diminution de la diversité en passant de 1 à 10 ans tandis qu'entre 10 et 17 ans, H augmente considérablement. La baisse de la diversité de 1 à 10 ans résulte du développement de *Tephrosia pedicellata* et de *Schizachyrium nodulosum* (dont la contribution au tapis atteint 45 %). Le relèvement de l'indice implique la contribution de plusieurs espèces au tapis herbacé (tableau VII).

Hors arbre, l'indice varie de 2 à 3,31. La plus faible valeur est observée à 3 ans (jachère dans laquelle deux espèces seulement contribuent pour plus de 80 % au tapis herbacé).

Les valeurs d'équitabilité (E) sous et hors couvert sont équivalentes à J3, puis évoluent dans le même sens, avec des valeurs plus élevées, sous l'arbre.

Sous l'arbre, la courbe d'équitabilité suit la même tendance que celle de l'indice de diversité (H).

En dehors de l'arbre, dans la jachère de 17 ans, où deux espèces (*Schizachyrium nodulosum* et *Andropogon pseudapricus*) représentent à elles seules 65 % de recouvrement hors arbre (tableau VI), l'équitabilité est de 0,65. Les plus faibles valeurs sont observées dans les jachères de 1 et 10 ans. Elles traduisent en fait une répartition très irrégulière de recouvrement entre les espèces et, ainsi, des phénomènes de forte dominance [19].

L'examen de la figure 3 montre enfin que la courbe de diversité (H_p) pour la végétation sciaphile est superposable à celles du nombre d'espèces par relevé et de la richesse spécifique totale.

L'accroissement de la population et la nécessité de satisfaire des besoins alimentaires et domestiques toujours croissants conduisent à une augmentation

des surfaces cultivées et à une diminution, voire à une suppression, du temps de jachère. Diverses solutions sont alors recherchées afin de diminuer l'emprise foncière des jachères sans perturber leurs fonctions [20]. Une des stratégies envisagées est de maintenir des groupes fonctionnels, dont des ligneux pour leur action sur la structure du sol et sur les bilans organiques et minéraux. Ce groupe peut aussi influencer la dynamique des populations de nématodes, la microflore et la microfaune du sol, ainsi que la qualité et la quantité de la flore herbacée.

En effet, la comparaison de la composition de la végétation herbacée des jachères sous l'arbre et hors de son couvert nous a permis de mettre en évidence des différences assez importantes. Celles-ci se caractérisent par une discrimination plus ou moins nette des biotopes couverts et découverts ainsi que des espèces ou groupes d'espèces inféodés à ces biotopes. Le degré de discrimination varie avec la durée de l'abandon cultural. L'arbre gère donc la structure du peuplement herbacé des jachères.

Le nombre d'espèces d'ombre est toujours plus élevé que celui des espèces héliophiles, entraînant ainsi une plus grande diversité (tant sur le plan fonctionnel que sur celui de l'organisation des groupes) de la strate herbacée sous l'arbre. À l'opposé, les indices de végétation sont plus faibles pour la végétation des milieux découverts, ce que l'on peut lier à une organisation plus importante de ces systèmes qui sont donc homogènes mais plus fragiles dans leurs rapports écologiques.

On peut s'interroger sur les causes des différences observées au niveau de ces

Tableau VI. Recouvrement moyen (%) des espèces dominantes de la végétation herbacée sous et hors couvert (SC et HC) de parcelles de jachère d'âges différents en zone soudanienne

Espèces	Jachère (années)											
	1		3		5		10		17			
	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC	SC	HC		
<i>Schizach. nodulosum</i>	13,0	62,9	31,0	51,0	12,3	54,0	21,0	61,0	10,4	37,5		
<i>Tephrosia pedicellata</i>	22,3	20,0	34,2	16,3	12,1	4,0	13,0	13,8	—	—		
<i>Triumfetta pentandra</i>	21,0	—	—	—	43,7	3,0	23,0	—	—	—		
<i>Cassia obtusifolia</i>	—	—	—	—	—	—	—	6,0	—	—		
<i>Ehlorius elegans</i>	—	—	—	—	—	—	—	23,0	—	—		
<i>Andr. pseudapricus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	27,1	27,2		
<i>Eragrostis tenella</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,4		
<i>E. tremula</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,3		
<i>Hibiscus diversifolius</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	19,8	4,7		
<i>Ip. argenturata</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,8		
<i>Penn. violaceum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	5,9	5,0		

phytocénoses. Il est *a priori* logique de les corrélérer avant tout à l'hétérogénéité du milieu générée par la présence de l'arbre dans l'écosystème. En effet, par son système racinaire et la chute des feuilles, la végétation ligneuse contribue à restituer au sol des éléments minéraux perdus par lessivage au cours du cycle cultural et entraînés en profondeur en créant des îlots de fertilité du sol. Elle est le plus souvent à l'origine de la mise en place des foyers de réactivation biologique des sols (changement de microclimat). Par le pouvoir tampon du couvert, la végétation ligneuse atténue aussi la demande évaporative de l'air. L'arbre crée donc de très favorables conditions de développement pour le tapis herbacé. Ainsi, les espèces du couvert, généralement des sciaphytes voire des hygrophytes, sont dans leur grande majorité des dicotylédones (*Amaranthaceae*, *Convolvulaceae*, *Cucurbitaceae*) ou des monocotylédones à feuilles larges (*Brachiaria*, *Commelina*). Aussi de nombreuses espèces, même parmi les indifférentes, peuvent (mieux) se développer et contribuer davantage à la formation du tapis herbacé sous l'arbre. La diversité plus forte sous l'arbre suggère alors que la coexistence des espèces est permise grâce à la diversification des niches écologiques et que la communauté a atteint un équilibre compétitif.

Les espèces des biotopes découverts, généralement des xérophytes, appartiennent aux *Poaceae*, à feuilles étroites et plus ou moins enroulées (*Eragrostis*). Dans ce biotope, où les conditions de développement de la végétation sont plus contraignantes que sous le couvert des arbres, quelques espèces seulement (2, 3 ou 5) constituent le tapis herbacé. La contribution au tapis des espèces héliophiles est très faible, de l'ordre de 1 % ; il est 10 fois plus élevé pour les espèces d'ombre.

Dans ces jachères, les îlots de fertilité générés par l'arbre et l'atténuation des variations microclimatiques engendrent une hétérogénéité du milieu qui permet donc de déterminer plus ou moins nettement des groupes écologiques distincts dans chacune des phytocénoses. Cette

hétérogénéité est de plus en plus grande selon le milieu, et génère différentes situations topographiques qui correspondent aux milieux de dépression, de pente et de replat (sommets). Mitja [21] indique en effet que l'hétérogénéité du milieu peut influencer la dynamique de la végétation et sa richesse spécifique.

La répartition de la végétation herbacée des jachères est également liée, à l'instar des savanes et forêts claires soudanaises, à l'existence de deux gradients orthogonaux : le facteur éclaircissement et le gradient topographique, tous les deux en relation probablement avec le bilan hydrique [11, 14].

Dans une jachère à composante ligneuse, il apparaît donc que l'évolution de la végétation herbacée n'est pas unidirectionnelle mais bidirectionnelle. La végétation sciaphile évolue probablement vers un équilibre compétitif tandis que les plantes héliophiles présentent une diminution d'espèces liée à un processus d'exclusion compétitive.

Dans une zone à vocation agro-pastorale, encore épargnée par la demande foncière mais soumise à une forte colonisation par une population exclusivement agricole, il importe de poursuivre les recherches afin de préciser l'importance et la qualité de ce pâturage de jachère dans l'alimentation du cheptel.

Resume

Cette étude établit la composition de la végétation herbacée sous et hors couvert ligneux de jachères d'âges différents en Casamance, région subhumide située au Sud-Sénégal. Des relevés de végétation sous et à côté des arbres ont été effectués et soumis aux méthodes d'analyse multivariée (AFC, indices de végétation). L'AFC a permis de distinguer les relevés effectués sous le couvert des arbres de ceux de la zone découverte. Le degré de discrimination varie avec l'âge de la jachère. Il existe ainsi un « effet couvert » qui est associé à un cortège floristique caractéristique des différents biotopes. La richesse spécifique et les indices de diversité, également plus importants sous l'arbre, traduisent de meilleures conditions de milieu dans ce biotope que dans la zone découverte. L'évolution de la végétation herbacée des jachères est bi-directionnelle, en relation aux communautés sciaphile et héliophile.

Summary

The specific composition of the herbaceous layer was studied within and outside of the fallow tree cover in Casamance, a subhumid Sudano-Guinean savanna region in Southern Senegal. These fallow plots were arranged in n classes of different ages, i.e. J1, J3, J5, J10 and J17, respectively corresponding to 1, 3, 5, 10 and 17 years after cultivation was abandoned. The floristic data were processed by multivariate analysis methods (CoA, diversity indexes). CoA made a clear distinction between survey data obtained in shady biotopes and those from open areas and the extent of discrimination index varied with the age of the fallows. There was therefore a tree effect on the herbaceous layer. A characteristic flora list was drawn up for each different biotope. The species richness and diversity indexes were substantially higher under the canopy, indicating that the environmental conditions were better than in open areas. The fallow herbaceous vegetation layer evolved in two directions according to the sciophyllous and heliophilous communities.

SCIENCE ET CHANGEMENTS PLANÉTAIRES

SECHERESSE

VOLUME 10
NUMÉRO 2
DÉCEMBRE 1999

Synthèse

Analyse de la variabilité temporelle des précipitations (1916-1996)
à Lubumbashi (Congo-Kinshasa) en relation avec certains indicateurs de la circulation atmosphérique
(oscillation australe) et océanique (El Niño/La Niña)

Ali Arkâmose Assani

Notes originales

Effet du couvert ligneux sur la structure de la végétation herbacée de jachères soudanaises

Léonard-Elie Akpo, Michel Grouzis, Fidèle Bada, Roger Pontanier, Christian Floret

Recherche de stratégies de conduite du tournesol dans les conditions pluviales
de la région de Meknès (Maroc)

I. Calage et test du modèle Epic-Phase

Abdellah Aboudrare, Ahmed Bouazis, Philippe Debaeke

Adaptation et stabilité du rendement de trois espèces céréalières dans les régions
semi-arides et sub-humides de la Tunisie

Mohsen Boubaker, Moncef Ben-Hammouda, Lazhar Sakouhi

Le risque de pénurie en eau potable dans la ville de Niamey (Niger)

Nadia Bechler-Carmaux, Mathieu Lamotte, Michel Mietton

Note méthodologique

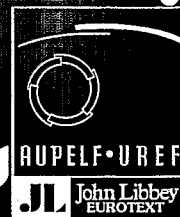
SIG et cartographie de l'occupation du sol : l'exemple
de Saint-Georges de l'Oyapock en Guyane française

Moïse Tsayem

P M 200

14 FFV. 2000

Se. Environ



Prix au numéro :
140 FF pays du Nord
70 FF pays du Sud

