

LES JACHÈRES NORD-SUDANIENNES DU BURKINA FASO

II. DIVERSITÉ, STABILITÉ ET ÉVOLUTION DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES

Issiaka ZOUNGRANA¹

RÉSUMÉ

Les groupements végétaux des jachères sont considérés comme des systèmes structurés avec leurs éléments que sont les espèces. Nous avons utilisé les indices classiques de diversité et d'équitabilité pour mesurer le niveau d'organisation de ces systèmes et apprécier leur stabilité et leur évolution. Les résultats montrent deux phases importantes dans l'évolution des jachères : la phase I, de 1 à 10 ans après l'abandon des cultures, caractérisée par une intense activité de remaniement floristique. La phase II : au-delà de 10 ans après l'abandon des cultures, caractérisée par une stabilisation du nombre d'espèces.

Mots-clés : *Diversité, stabilité, jachères , climat nord-soudanien, Burkina Faso.*

ABSTRACT: FALLOW LANDS IN THE NORTH SUDANIAN AREA OF BURKINA FASO

II. DIVERSITY, STABILITY AND THE EVOLUTION OF VEGETAL COMMUNITIES

The vegetal groups on fallow lands are considered as a structured system with their elements the species. We have used the classic indicators of diversity and equitability to measure the level of organisation in the systems and in the understanding of their stability and evolution. The result shows two important phases in the evolution of fallow land.

Phase 1: 1 to 10 years after cultivation abandon, characterized by an intense floristic reorganisation and activity.

Phase 2: Beyond 10 years of non-cultivation, characterized by a stabilisation of the number of species.

Key words: *diversity, stability, fallow lands, north Sudanian climate, Burkina Faso.*

¹ IDR/UNIV., 03 BP : 7021, Ouagadougou 03, BURKINA FASO

INTRODUCTION

Depuis le début du siècle et plus particulièrement ces dernières décennies, l'Afrique connaît une explosion démographique sans précédent ; on assiste alors à des perturbations profondes, notamment au sein des communautés rurales.

Les systèmes cultureux traditionnels étaient les produits d'une évolution dans laquelle migrations humaines, transferts de végétaux et de techniques culturelles, inventions locales et sélections empiriques avaient notamment joué un rôle (BARRAU, 1990). Dans ces systèmes traditionnels, la pratique de la jachère reste la seule technique de régulation et de stabilisation des milieux constamment perturbés par l'homme. Le temps de repos nécessaire à la reconstitution du potentiel physique, chimique et biologique des écosystèmes est empiriquement déterminé par le paysan ; ce temps varie généralement de 10 à 30 ans et plus, selon la région climatique, la nature du sol et les cultures pratiquées.

Face au besoin croissant de terres agricoles pour nourrir une population sans cesse grandissante s'ajoute encore le problème de la disponibilité en terre agricole. Le temps de jachère s'est vite amenuisé pour ne plus représenter que la seule période de la saison sèche (7 à 9 mois), ce qui pose un réel problème de conservation du potentiel de production des milieux et à terme, le problème même de la survie des populations de cette partie du monde.

Dans cet exposé nous envisageons la jachère, en tant qu'interface système écologique - système agraire, comme le lien privilégié pour l'étude de la diversité et de la stabilité des communautés végétales au cours de leur évolution. Les différentes situations de jachère impliquant une dimension spatio-temporelle, c'est l'occasion d'explorer certains aspects de la signification écologique de la diversité. La diversité est considérée ici au sens de CANCELA DA FONSECA (1980), en tant que mesure de l'organisation d'un système, l'organisation étant la manière dont les éléments (les espèces) qui composent le système sont disposés pour remplir certaines fonctions.

ZONE D'ÉTUDE

L'étude a été réalisée en 1987 sur la station expérimentale de Gampela (Burkina Faso) située à 20 km à l'est de Ouagadougou en région nord-soudanaise.

Cette région est caractérisée par une pluviométrie de 500 à 900 mm/an. Au plan phyto-géographique, c'est un territoire dont la frontière méridionale coïncide avec la limite nord de l'aire d'extension d'*Isobertinia doka*, espèce typique des forêts claires soudanaises. Sa frontière septentrionale correspond à la limite nord de l'aire de *Butyrospermum paradoxum*, espèce commune des savanes soudanaises.

L'occupation humaine très ancienne y a engendré un paysage agreste ; en effet toutes les situations topographiques sont cultivées ou l'ont été dans un passé plus ou moins récent. Les groupements végétaux qui en résultent sont essentiellement ceux de jachères plus ou moins anciennes.

Les arbres, à distribution lâche, sont dominés par des espèces utiles, de tout temps protégées par l'homme. Il s'agit principalement de *Butyrospermum paradoxum*, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica*, *Lannea microcarpa*.

Les strates herbacées sont à dominance de graminées annuelles, constituées le plus souvent en îlots, alternant avec des plages de sols nus : les friches et les jachères jeunes sont recouvertes par *Schizachyrium exile*, *Loudetia*

togoensis, etc., tandis que les jachères relativement âgées connaissent un envahissement par les graminées pérennes telles *Cymbopogon Schoenanthus*, *Andropogon gayanus*, etc...

Le développement de la strate arbustive à *Combretum glutinosum*, *Terminalia avicennioides* et *Piliostigma reticulatum* témoigne souvent de l'ancienneté des jachères.

MÉTHODES D'ÉTUDE

Des enquêtes préliminaires auprès des collectivités locales, suivies de nombreux recoupements nous ont permis d'identifier et de dater un certain nombre de jachères dont 20 sont ici retenues pour l'analyse de la flore et de la dynamique de la végétation. Ces jachères ont été regroupées en 5 classes d'âges différents : J5 : 1 à 5 ans ; J10 : 6 à 10 ans ; J15 : 11 à 15 ans ; J20 : 16 à 20 ans ; J 30 : 21 à 30 ans et plus. Il s'agit de jachères occupant des conditions édaphiques similaires : sols moyennement profonds (environ 50 cm), de types ferrugineux tropicaux lessivés à concrétions, développés sur cuirasse résiduelle ; leur texture est très variable, limono-sableuse à argilo-limono-sableuse. Le drainage est modéré à normal.

L'étude de la végétation des jachères est basée sur l'exécution de relevés ponctuels de végétation selon la méthode des points quadrats (DAGET et POISSONET, 1971 ; POISSONET et CESAR, 1972.) Cette méthode permet de définir la contribution spécifique de chaque espèce, c'est-à-dire son poids en rapport avec sa probabilité de présence et sa part de participation à la diversité totale du groupement considéré.

Des relevés de points quadrats ont été effectués dans 4 jachères de chaque classe d'âge. Les 4 relevés de chaque classe d'âge ont été ensuite regroupés pour l'expression des résultats. Nous avons utilisé quelques indices classiques de diversité spécifique comme descripteurs structuraux de divers états de la végétation au cours de la reconstitution des jachères (CUSSET et MOUTSAMBOTE, 1985 ; DEVINEAU et al., 1984 ; ZOUNGRANA, 1991).

- Indice de diversité de Shannon-Weaver (H)

$$H = - \sum_{i=1}^n (q_i / \sum q_i) \log_2 (q_i / \sum q_i), \text{ où}$$

q_i = effectif de l'espèce i et n le nombre d'espèces de la station

- Indice de diversité de Simpson (IS)

$$IS = 1 / \sum_{i=1}^n (q_i / \sum q_i)^2$$

q_i = effectif de l'espèce de rang i et n , le nombre d'espèces de la station.

- Indice de diversité de Mc Naughton (M)

$$M = 100 \times (A + B) / \sum q_i \text{ où}$$

A et B sont respectivement les effectifs des espèces de rang 1 et 2 dans un classement par ordre d'effectif décroissant.

- Indice d'équitabilité de Shannon-Weaver (E)

$$E = H / \log_2 n$$

- Indice d'équitabilité de Simpson (Es)

$$Es = (IS - 1) / (n - 1)$$

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les concepts de diversité, stabilité, succession et climax ont drainé l'attention de nombreux écologistes ces dernières années : WHITTAKER, 1965, 1972, 1975, 1977 ; ODUM, 1981, 1982 ; MAY, 1976 ; ORIANI, 1975 ; FRONTIER, 1976 ; DAGET, 1979 et 1980 ; DRURY and NISBET, 1973 ; CONNELL and SLATYER, 1977 ; PICKETT, 1976 et 1982 ; VIERA DA SILVA, 1979 ; BLONDEL, 1979 ; CANCELA DA FONSECA, 1980 ; MATHON, 1981 ; NEGRE, 1981 ; BOURNERIAS, 1982 ; LAMOTTE, 1983 ; LAMOTTE et BLANDIN, s.d ; CRAWLEY, 1986 ; SMITH and GOODMAN, 1986 et 1987 ; LEPART et ESCARRÉ, 1983 ; GRAY and al., 1987, etc...

Suite à ces travaux, il apparaît clairement qu'il est difficile de trouver des relations causales directes entre diversité et stabilité et d'expliquer la stabilité en terme de diversité et *vice versa*, d'autant que la diversité se réfère à un point dans le temps, tandis que la stabilité implique un intervalle de temps ; d'où la difficulté de la modélisation, exprimée par WHITTAKER (1965) qui écrit : "the relations are less lawful, orderly and consistent than ecologists might wish".

Cependant, face aux besoins urgents de comprendre la complexité des communautés végétales et leur dynamique et afin de répondre à des soucis de conservation et de gestion des ressources naturelles, les concepts théoriques et les outils que représentent les indices de diversité et d'équitabilité prennent tout leur sens opérationnel. Même s'ils sont discutables, ces concepts et outils restent de bons points de repère à l'étape actuelle des connaissances en écologie. C'est ce qui fait dire récemment encore à DI CASTRI et YOUNES (1990) que "la diversité biologique est en passe de devenir l'une des questions cruciales des sciences de l'environnement... Elle est aussi en train de devenir le sujet le plus enthousiasmant et le plus provocateur de la science moderne".

Dans la présente étude, chaque groupement végétal caractérisant une classe donnée de jachère est considéré comme un système structuré avec ses espèces (éléments) et les interactions entre elles. L'organisation de tels systèmes peut être perçue comme une notion descriptive, indicatrice d'un phénomène fonctionnel (WHITTAKER, 1965 et 1977 ; BLANDIN et al., 1976 ; CANCELA DA FONSECA, 1980). Les valeurs élevées de diversité impliqueraient une grande égalité des contributions individuelles et traduiraient une faible organisation du système. En revanche, une faible diversité indiquerait en général un système plus organisé sauf dans les cas de peuplement monospécifique (rare dans la nature), ou de peuplement très fortement dominé par une seule espèce.

Les tableaux I et II ci-dessous donnent respectivement les caractéristiques floristiques des différentes classes de jachère ainsi que les résultats des calculs d'indices de diversité spécifique et d'équitabilité pour ces mêmes classes. Il est généralement admis que l'indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver (H) atteint la valeur la plus élevée lorsque toutes les espèces sont de même importance, c'est-à-dire équiprobables. Cela traduit une moindre organisation du système. Cependant, dans l'état actuel des connaissances, l'interprétation de nos résultats et la signification écologique de la diversité ne peuvent s'affranchir des considérations intuitives.

L'examen du tableau II montre que les valeurs de diversité selon Shannon-Weaver (H) et Simpson (IS) varient dans le même sens : valeurs relativement élevées au stade J5 ; elles augmentent au stade J10 avant d'amorcer une baisse régulière jusqu'au stade J30.

Tableau I : Caractéristiques floristiques des différentes classes de jachère

| CONTRIBUTIONS SPECIFIQUES (%) PAR CLASSE DE JACHERE | | | | | | ESPECES |
|---|-------|-------|-------|------|------|--------------------------------|
| | J5 | J10 | J15 | J20 | J30 | |
| 1 | | | 1,87 | 20,2 | 69,7 | <i>Andropogon ascinodis</i> |
| 2 | 0,34 | 2,02 | 7,47 | | | <i>Andropogon fastigiatus</i> |
| 3 | | 14,2 | 53,6 | 63,5 | 19 | <i>Andropogon gayanus</i> |
| 4 | 28,4 | 23,5 | 14,35 | | | <i>Andropogon pseudapricus</i> |
| 5 | | | | | 0,36 | <i>Aspilia helianthioides</i> |
| 6 | 7,23 | 1,26 | | | | <i>Borreria stachydea</i> |
| 7 | | | | | 5,48 | <i>Chasmopodium caudatum</i> |
| 8 | | | 1,55 | | | <i>Cymbopogon giganteus</i> |
| 9 | 0,51 | | 2,18 | 7,66 | | <i>Cymbopogon schoenanthus</i> |
| 10 | 0,34 | 1,77 | 1,24 | | | <i>Digitaria lecardii</i> |
| 11 | 7,57 | | | 0,35 | | <i>Elionurus elegans</i> |
| 12 | | 1,52 | | 1,05 | | <i>Euclasta condylotricha</i> |
| 13 | 0,17 | | | | | <i>Euphorbia polycnemoides</i> |
| 14 | | | 2,5 | | 0,73 | <i>Grewia cissoides</i> |
| 15 | | | | 0,35 | | <i>Hackelochloa granularis</i> |
| 16 | | | | 0,7 | 3,28 | <i>Indigofera pulchra</i> |
| 17 | 0,17 | | | | | <i>Indigofera lupinifolia</i> |
| 18 | | 0,76 | | | 0,36 | <i>Kaempferia aethiopica</i> |
| 19 | | | 0,31 | 0,35 | | <i>Lantana rhodesiensis</i> |
| 20 | 12,9 | | | | | <i>Loudetia togoensis</i> |
| 21 | 0,34 | 3,41 | 6,23 | | | <i>Microchloa indica</i> |
| 22 | | 4,3 | | | 0,36 | <i>Polygala multiflora</i> |
| 23 | | | | 0,7 | | <i>Polygala arenaria</i> |
| 24 | 0,17 | 0,5 | | | | <i>Pandiaka heudelotii</i> |
| 25 | | 22,53 | 5,6 | | | <i>Pennisetum pedicellatum</i> |
| 26 | | 2,53 | | 0,35 | | <i>Pandiaka involucrata</i> |
| 27 | 28,6 | | | | | <i>Schizachyrium exile</i> |
| 28 | 0,51 | | | | | <i>Stylochyton hypogaeus</i> |
| 29 | | 1,26 | 1,55 | | | <i>Sida alba</i> |
| 30 | | 5,31 | | | | <i>Stylosanthes erecta</i> |
| 31 | | 0,76 | | | | <i>Sporobolus pyramidalis</i> |
| 32 | | 1,26 | | 4,18 | 0,73 | <i>Sida rhombifolia</i> |
| 33 | | | | 0,7 | | <i>Sporobolus festivus</i> |
| 34 | | 2,28 | | | | <i>Wissadula amplissima</i> |
| 35 | 12,75 | 1,01 | | | | <i>Zornia glochidiata</i> |
| 36 | | | 1,55 | | | <i>Tephrosia bracteolata</i> |
| (N) | 14 | 18 | 13 | 12 | 9 | |

N = Nombre d'espèces

Tableau II : Indices de diversité spécifique et d'équitabilité des différentes classes de jachère

| Indices de diversité et d'équitabilité | J5 | J10 | J15 | J20 | J30 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| H | 2,558 | 3,202 | 2,392 | 1,691 | 1,402 |
| IS | 4,849 | 6,639 | 3,100 | 2,218 | 1,901 |
| M | 56,97 | 45,82 | 67,91 | 83,62 | 88,69 |
| E | 0,672 | 0,768 | 0,646 | 0,472 | 0,44 |
| ES | 0,30 | 0,33 | 0,17 | 0,11 | 0,11 |

Les valeurs relativement élevées de ces indices dès les premières années d'abandon des cultures et leur accroissement jusqu'au stade J10 traduisent des phénomènes de colonisation et de remaniements floristiques, caractérisés par l'afflux d'un grand nombre d'espèces et le réajustement continu des interactions variées entre les espèces d'une part, les espèces et le milieu physique de l'autre. Au cours de cette phase, les espèces annuelles à grande capacité de dispersion et à croissance rapide semblent les plus favorisées dans la compétition pour l'occupation de l'espace. Par la suite, elles seront progressivement recouvertes et étouffées, puis remplacées par les espèces pérennes à port cespiteux, qui réalisent alors une certaine stabilisation des interactions.

Si cette interprétation plutôt réaliste correspond à la signification que l'on attribue généralement à l'indice de diversité de Shannon-Weaver, il n'en va pas de même pour l'indice de Simpson si l'on s'en tient à la signification que donnent LEGENDRE et LEGENDRE (1984) à cet indice ; ces auteurs estiment qu'il mesure "la concentration" ou "la dominance" dans une biocénose plurispécifique.

L'indice de Mc Naughton (M) varie généralement en sens inverse des deux précédents. Considéré comme un indice de dominance communautaire, il indique comment les deux espèces les plus abondantes dominent les autres espèces dans une station. Si l'on compare les valeurs que prend cet indice dans les différentes classes de jachère, les résultats confortent l'analyse faite à partir de l'indice de Shannon-Weaver.

Toutefois, ces interprétations synthétiques doivent être perçues de façon d'autant plus nuancée que les indices de diversité sont liés au nombre d'espèces recensées dans les différentes situations, ainsi qu'à leurs effectifs respectifs. Il convient donc de les confronter à l'équitabilité, qui doit à sa qualité de rapport (entre la diversité observée et la diversité maximale théorique), d'être un terme de comparaison plus rigoureux. Une faible équitabilité traduit une répartition très irrégulière des effectifs entre les espèces et souligne des phénomènes de forte dominance (DAGET, 1980 ; DEVINEAU et al. , 1984).

Globalement, les équitabilités de Shannon-Weaver et de Simpson évoluent dans le même sens que l'indice de diversité de Shannon-Weaver et traduisent les mêmes phénomènes décrits plus haut.

CONCLUSION

Ces résultats montrent une intense colonisation des terres dès les premières années d'abandon des cultures par les espèces pionnières de la succession, suivie d'un afflux important d'autres espèces jusqu'au stade J10 : diversité et équitabilité les plus élevées. Ce stade correspond à une sorte de saturation des niches écologiques. Par suite, les processus de remaniement floristique diminuent progressivement jusqu'au stade 30 ans : diversité et équitabilité les plus faibles. Ce ralentissement peut être compris comme une stabilisation des milieux. C'est du reste au cours de cette phase de stabilisation que les paysans procèdent à de nouveaux défrichements pour la remise en culture.

BIBLIOGRAPHIE

- BARRAU (J.), 1990 - Diversité et Uniformité : remarques sur l'évolution des flores cultivées tropicales. Cah. d'Outre-Mer, 42(172), pp 333-341
- BLANDIN (P.) ; BARBAULT (R.) et LECORDIER (C.), 1976 - Réflexion sur la notion d'écosystème : le concept de stratégie cénotique. Bull. Ecol., 7, pp 391 à 410

- BLONDEL (J.), 1979 - Biogéographie et Ecologie. Masson, Paris, 173 p.
- BOURNERIAS (M.), 1982 - A propos du climax. C.R. Soc. Biogéogr. 58(3) : pp 125-134
- CANCELA DA FONSECA (J.P.), 1980 - Le concept de diversité, le chevauchement des niches écologiques et l'organisation des systèmes écologiques. Acta Oecologica, Oecol. Gener., 1 : 3, pp 293-305
- CASTRI (F.) di et YOUNES (T.), 1990 - Fonction de la diversité biologique au sein de l'éco-système. Acta Oecologica, Forum, 11(3), pp 429-436
- CONNELL (J.H.) and SLATYER (R.O.), 1977 - Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organisation. Amer. Natur., 111 : 982, pp 1119-1144
- CRAWLEY (J.M.) (Ed.), 1986 - Plant Ecology. Blackwell Scientific Publ. Oxford, 496 p.
- CUSSET (G.) et MOUTSAMBOTE (J.M.), 1985 - Evolution de quelques descripteurs structuraux lors de la reconstitution de la Forêt Yombe (Rep. Pop. du Congo). Bull. Ecol. t. 16,3, pp 213-222
- DAGET (Ph.), 1979 - Les modèles mathématiques en écologie. 2ème tirage. MASSON, Paris, 170 p.
- DAGET (Ph.), 1980 - Le nombre de diversité de Hill, un concept unificateur dans la théorie de la diversité écologique. Acta Oecologica, Oecol. Gener., 1 : 1, pp 51-70
- DAGET (Ph.) et POISSONET (J.), 1971 - Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application. Ann. Agron., 22,1 : pp 5-41
- DEVINEAU (J.L.) ; LECORDIER C.) et VUATTOUX (R.), 1984 - Evolution de la diversité spécifique du peuplement ligneux dans une succession préforestière de colonisation d'une savane protégée des feux (Lamto, Côte-d'Ivoire). Candollea, 39 : 1, pp 103-134
- DRURY (H.W.) and NISBET (I.C.T.), 1973 - Succession. Journal of the Arnold Arboretum, 5 : 3, pp 331-368
- FRONTIER (S.), 1976 - Utilisation des diagrammes rang-fréquence dans l'analyse des écosystèmes. J. Rech. Océanogr. 1 : 3, pp 35-48
- GRAY (A.J.) ; CRAWLEY (M.J.) and EDWARDS (Eds), 1987 - Colonization, Succession and stability. The 26 th Symposium of British Ecological Society and the Linnean society of London. Blackwell Scientific Publ. Oxford. ; 482 p.
- LAMOTTE (M.), 1983 - Research on the characteristic of Energy Flows within Natural and Man-Altered Ecosystems. In MOONEY (H.A.) and GODRON (M.) Eds. Disturbance and Ecosystems. Ecological Studies 44. Springer-Verlag, Berlin, pp 48-70
- LAMOTTE (M.) et BLANDIN (P.), s.d - La transformation des écosystèmes cadre moteur de l'évolution des espèces. Scientia, pp 161-190
- LEGENDRE (L.) et LEGENDRE (P.), 1984 - Ecologie numérique. Tome 2. La structure des données écologiques - 2ème Ed. revue et augmentée. Collection d'écologie n°13. Masson, Paris, 335 p.
- LEPART (J.) et ESCARRE (J.), 1983 - La succession végétale, mécanismes et modèles : analyse bibliographique. Bull. Ecol., t 14, 3, pp 133-178
- MATHON (Cl.-Ch.), 1981 - Le climax est une mouvante réalité mais son concept reste statique. C.R. Soc. Biogéogr. , 58(3) pp 111-116
- MAY (R.), 1976 - Theoretical Ecology. Principles and applications. Blackwell Scientific Publ. , Oxford, 317 p.
- NEGRE (R.), 1981 - Climax : utopie ou réalité ? C.R. Soc. Biogéogr. , 58(3) : pp 99-110
- ODUM (E.P.), 1981 - The effects of stress on the trajectory of ecological succession. in Gary W. Barrett and Rutger Rosenberg Eds. Stress effects on Natural Ecosystems. John Wiley & Sons Ltd. pp 43-47
- ODUM (E.P.), 1982 - Diversity and the survival of the ecosystem. A.T.C.C. Symposium, pp 53-55
- ORIANI (G.H.), 1975 - Diversity, stability and maturity in natural ecosystems. In : Unifying concepts in ecology. W.H; Van Dobben and R.H. Lowe - Mc Connel EDs. , Dr. W. Junk, B.V. publishers, The Hague, Pudoc Wageningen, pp 139-168

- PICKETT (S.T.A.), 1976 - Succession : An Evolutionary interpretation. *Amer. Natur.*, 110 : 971, pp 107-119
- PICKETT (S.T.A.), 1982 - Population patterns through twenty years of oldfield succession. *Vegetatio* 49, pp 45-59
- POISSONET (J.) et CESAR (J.), 1972 - Structure spécifique de la strate herbacée dans la savane à Palmier Ronier de Lamto (Côte-d'Ivoire). *Ann. Univ. d'Abidjan, Série. E*, 5 : 1, pp 577-601
- SMITH (T.M.) and GOODMAN (P.S.), 1986 - The effect of competition on the structure and dynamics of *Acacia Savannas* in southern Africa. *Journal of ecology*, 74, pp 1031-1044
- SMITH (T.M.) and GOODMAN (P.S.), 1987 - Successional dynamics in *Acacia nilotica*-*Euclea divinorum* savannah in Southern Africa. *Journal of Ecology*, 75, pp 603-610
- VIERA DA SILVA (J.), 1979 - Introduction à la théorie écologique. Masson, Paris, 110 p.
- WHITTAKER (R.H.), 1965 - Dominance and diversity in land plant communities. *Sciences*, 147 : pp 250-260
- WHITTAKER (R.H.), 1972 - Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21,2-3 : pp 213-251
- WHITTAKER (R.H.), 1975 - Stability in plant communities. In : *Unifying concepts in ecology*. W.H; Van Dobben and R.H. Lowe - Mc Connell Eds. Dr. W. JUNK, the Hague, Pudoc Wageningen
- WHITTAKER (R.H.), 1977 - Evolution of species diversity in land communities. *Evol. Biol.*, 10 : pp 1-67
- ZOUNGRANA (I.), 1991 - Recherches sur les aires pâturées du Burkina Faso. Thèse Doct. es-Sc. Nat. Unive. Bordeaux III, 277 p.