

# ANALYSE DES ATTRIBUTS STRUCTURELS DE DIVERSITE EN SYSTEME FORESTIER TROPICAL, LE CAS DE LA FORET CLASSEE DE SANAIMBO EN CÔTE D'IVOIRE

J. N'. KASSI, E. AKE-ASSI et N. G. ZIRIHI

Laboratoire de Botanique, UFR Biosciences, Université de Cocody-Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire.  
E-mail : kassindja@yahoo.fr

## RESUME

L'étude synchronique des successions secondaires post-culturelles en forêt dense semi-décidue (forêt classée de Sanaïmbo ; Côte d'Ivoire) a été réalisée à partir des données obtenues sur 80 parcelles issues, respectivement de jachères post-culturelles de 3 à 30 ans, de forêts exploitées pour le bois d'œuvre et de forêts primaires non perturbées. La classification a permis d'identifier 14 groupes selon un gradient de maturité forestière. Les stades pionniers, très variables, étaient dominés par une espèce invasive comme *Chromolaena odorata*. Les analyses réalisées sur l'évolution de la composition floristique et des indices de diversité en utilisant l'âge et les facteurs mésologiques, montrent que, sous la dépendance de ces facteurs, la succession secondaire s'accompagne d'une augmentation du nombre d'espèces et des attributs structurels de diversité.

**Mots clés :** Successions secondaires, indices de diversité, type de végétation, forêt classée de Sanaïmbo, Côte d'Ivoire.

## ABSTRACT

STRUCTURAL ATTRIBUTES OF DIVERSITY ANALYSIS IN A SEMI-DECIDUOUS TROPICAL FOREST, SANAIMBO FOREST, IVORY COAST

*Synchronic study of post cultural secondary successions was conducted in a semi-deciduous tropical forest (Sanaïmbo forest, Ivory Coast). Eighty points were sampled from fallows plots (3 to 30 years-old), exploited forest and undisturbed primary forest. The hierarchical classification allowed indentifying 14 groups along a gradient of maturity. Early-succession variables stages were dominated by the invasive weed species such as Chromolaena odorata. Floristic composition analyses realized on the evolution of diversity indices, taking into account age and environmental parameters, showed that, the secondary successions, that were dependent on these factors, were accompanied with the increase in both the number of species and the diversity indices.*

**Key-words :** Secondary successions, index of diversity, vegetations, Sanaïmbo forest, Ivory Coast.

## INTRODUCTION

La recolonisation forestière naturelle, suite à l'abandon des terres agricoles, autrement dit la succession secondaire post-culturelle, a souvent été étudiée en région tropicale (Kassi, 2006 ; Kassi et Decocq, 2008). La Côte d'Ivoire est pourtant l'une des zones de l'Afrique tropicale qui nécessite le plus de l'étude des successions végétales secondaires, du fait de l'action combinée des activités économiques, de

l'évolution démographique, de l'augmentation des besoins énergétiques et de l'accentuation de l'érosion. Tout ceci se résume par la dégradation des ressources naturelles. En effet, la Côte d'Ivoire est devenue, en quelques décennies, l'un des premiers pays agricoles, de l'Afrique tropicale au sud du Sahara (Aké Assi et Boni, 1990). La conséquence d'un tel développement agricole est la mise en péril de la forêt climacique. En de nombreuses localités, la forêt primaire a été remplacée par des forêts secondaires d'âges variables, de moindre intérêt

économique et patrimonial (Kassi, 2006). Selon Aké Assi et Boni (1990), le caractère extensif de l'agriculture traditionnelle a conduit à des défrichements systématiques et la majorité des superficies défrichées est occupée par des jachères, des cultures pérennes d'exploitation et des champs vivriers. Les forêts classées n'ont pas été épargnées. Cependant, depuis 1988, année de la prise en main des forêts classées par la SODEFOR, la pression anthropique à l'intérieur des forêts classées a quelque peu diminué. Ceci a entraîné une recolonisation forestière naturelle et une modification de la biodiversité caractérisée par le développement des brousses secondaires à *Chromolaena odorata* durant les premières années d'abandon.

Selon Van Germerden *et al.* (2003), le patrimoine actuel est l'aboutissement de centaines de milliers d'années d'évolution et de disparition de certaines espèces, d'écosystèmes. Il est souhaitable et nécessaire d'appréhender la biodiversité et la dynamique des forêts, à la lumière des facteurs historiques et humains (McNeely, 1994). Si les mécanismes intimes permettant d'expliquer cette irréversibilité dans la modification de l'écosystème d'origine anthropique à l'échelle du temps commencent à être élucidés pour les forêts tempérées (Dupouey *et al.*, 2002). Dans les forêts tropicales, réputées beaucoup plus résilientes, vis-à-vis des perturbations, la question reste entière, bien qu'une étude récente (Van Germerden *et al.*, 2003) tend à mettre en évidence une situation tout à fait comparable à celle observée en région tempérée. Mais les pratiques humaines actuelles doivent également être prises en compte, puisqu'elles correspondent à des perturbations contemporaines susceptibles de modifier la trajectoire dynamique des écosystèmes forestiers. L'étude a pour objectif principal d'analyser les attributs structurels de diversité des jachères post-culturelles. Spécifiquement, elle vise à répondre aux questions essentielles suivantes :

1. Comment les indices de diversité évoluent-ils avec l'âge des jachères ?
2. Les indices de diversité et le recouvrement des strates sont-ils influencés par l'environnement et les perturbations anthropiques ?

## MATERIEL ET METHODES

### AIRE D'ETUDE

L'étude a été effectuée dans la forêt classée de Sanaimbo. Cette forêt d'une superficie de 4 322 ha, est située au Centre-Est de la Côte d'Ivoire (6°20'-6°26' N, 4°33'-4°37' W, altitude moyenne de 120 m). Il s'agit d'une forêt dense semi-décidue, appartenant au secteur mésophile (Guillaumet et Adjanooun, 1971). Les sols sont à 85 % des sols ferrallitiques, le reste de la surface étant occupée par des sols hydromorphes. Comme la majorité des forêts du pays, elle a subi une très forte pression anthropique, avec une déforestation suivie d'une conversion des clairières en cultures intensives de caféiers et de cacaoyers, qui ont atteint leur plus forte extension entre 1970 et 1990. Aujourd'hui, les terres jadis cultivées sont, pour la plupart, en jachère et recolonisées spontanément par une végétation forestière. La forêt classée de Sanaimbo est composée d'un ensemble d'îlots de forêts secondaires d'âge varié (en fonction de l'ancienneté des cultures), inclus dans une matrice de forêt considérée comme primaire. Une savane arborée est également enclavée dans cette matrice.

### METHODES D'ETUDE

#### Plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage a été conçu de manière à inclure des îlots de forêt primaire non exploitée, des forêts villageoises uniquement exploitées pour bois d'œuvre et des jachères de différents âges, qui correspondent à des stades plus ou moins matures de la succession secondaire post-culturelle (forêt primaire non exploitée : n = 10 ; forêts villageoises uniquement exploitées pour leur bois d'œuvre : n = 6 ; jachères de 3 - 4 ans : n = 6, jachères de 5 - 9 ans : n = 11, jachères de 10 - 14 ans : n = 9, jachères de 15 - 19 ans : n = 15, jachères de 20 - 24 ans : n = 14, jachères de 25 - 30 ans : n = 9). La succession secondaire post-culturelle a été étudiée le long d'une chronoséquence de 64 jachères et comparée à 16 relevés de forêts, soit un total de 80 relevés. Comme il est difficile

d'obtenir des données fiables sur les successions d'âge est supérieur à 30 ans, la chronoséquence a été limitée à cet âge. Par faute d'archive, l'âge et le traitement des jachères ont été obtenus après enquête auprès des agriculteurs qui ont cultivé les champs concernés. La détermination des hauteurs des strates découle d'une analyse architecturale sur le terrain et des résultats d'auteurs précédents (Yongo, 2003 ; Kassi et Decocq, 2007) pour les strates arborescentes (A1 : arbres > 25 m et A2 : arbres de 15 - 25 m) ; S1 : arbustes de 10 à 15 m et S2 : arbustes de 5 à 10 m ; S3 : arbustes < 5 m et H : herbacées. Ces trois types de biotopes ont été considérés comme un gradient de pression humaine sur la végétation. Au cours de l'échantillonnage, plusieurs répétitions ont été nécessaires pour la validation statistique des résultats.

### Relevés phytosociologiques

La méthodologie phytosociologique dans son approche synusiale «intégrée» (Gillet *et al.*, 1991) a été utilisée. Un seul relevé a été effectué pour chaque jachère ou parcelle de forêt. A l'intérieur de chaque placette, un relevé phytosociologique sur une surface d'échantillonnage de 1 500 m<sup>2</sup> (50 m x 30 m) a été réalisé. Une telle surface a permis de prendre en compte les aires minimales des jachères de différents âges et les forêts (Senterre, 2005). Pour chaque strate, le relevé phytosociologique a consisté en une liste exhaustive de toutes les espèces vasculaires présentes dans la surface-échantillon, avec les coefficients d'abondance-dominance, selon l'échelle de Braun-Blanquet (Gillet *et al.*, 1991). Le recouvrement total de la végétation, au sein de chaque strate, a été estimé en pourcentage. Toutes les espèces ont été récoltées au moins une fois pour confirmer leur identification botanique à l'Herbarium de l'Université de Cocody-Abidjan, avec l'aide du Professeur L. Aké-Assi. La nomenclature des espèces a été basée sur celle de Lebrun et Stork (1991 - 1997).

### Analyses des données

En vue d'une analyse exploratoire multidimensionnelle des relevés, les facteurs suivants ont été retenus comme variables explicatives : l'âge de la jachère, type de sol, nombre total d'années de culture, nombre d'années de cultures, lors de la dernière période d'exploitation, proximité de la forêt primaire, type

de culture, taille du champ et densité des rémanents.

Les relevés ont d'abord fait l'objet d'une classification hiérarchique (méthode de Ward, distances euclidiennes relatives), de manière à analyser des groupes d'espèces en communautés. Afin de rechercher les gradients environnementaux susceptibles d'expliquer l'agencement des communautés végétales, deux techniques d'ordination ont été utilisées, selon les recommandations de Økland (1990) : une analyse des correspondances détendancées (DCA), couplée à une technique multiscalaire non paramétrique (Non Metric Multidimensional Scaling ou NMS). La concordance des axes fournis par les 2 techniques a été recherchée à l'aide du test non paramétrique de corrélation de Spearman. Les groupes hiérarchiques et les axes des plans factoriels obtenus ont été interprétés au vu des données environnementales, grâce aux tests de Kruskal-Wallis et de corrélation de Spearman ( $p < 0,05$ ). Toutes les analyses multivariées ont été réalisées à l'aide du logiciel PC-Ord® v.5 (McCune and Mefford, 2001) et des tests statistiques simples avec le logiciel Statview®.

Pour chacun des groupes de relevés issus de la classification hiérarchique, une série d'attributs structurels ont été utilisés pour décrire la diversité végétale à l'échelle de l'habitat :

- richesse spécifique (S) : la richesse spécifique d'une communauté est le nombre d'espèces que compte cette communauté ;

- indice de diversité de Simpson (D) : il mesure la probabilité pour que deux individus, extraits au hasard d'une communauté, appartiennent à la même espèce :

$$D = 1 - \sum (p_i)^2 \quad \text{où } p_i = n_i / n$$

avec  $n_i$  - le recouvrement moyen de l'espèce  $i$  et  $n$  - le recouvrement total de toutes les espèces.

C'est un indice de dominance dont la valeur maximale est atteinte lorsqu'il n'y a qu'une seule espèce présente (dominance complète) et tend vers 0 lorsqu'il y a un grand nombre d'espèces, chacune de ces espèces ne représentant qu'une très petite fraction du total (absence de dominance).

- indice de diversité de Shannon (H') :

$H' = -\sum p_i \log p_i$  ; où  $p_i$  est la proportion relative du recouvrement moyen de l'espèce  $i$  dans la communauté.

- Indice d'équitabilité de Pielou ou 'evenness' (J') :

$$J' = H' / \log S$$

H' et S sont les indices définis ci-dessus. L'équitabilité est une mesure du degré de diversité atteint par le peuplement et correspond au rapport entre la diversité effective (H') et la diversité maximale théorique (H'<sub>max</sub>). L'équitabilité varie entre 0 et 1 : elle tend vers 1 quand chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individu ou le même recouvrement.

Pour estimer la cinétique de reconstitution des biotopes, l'évolution du recouvrement des différentes strates des groupes issus de la classification hiérarchique (S1 : arbustes de 5 à 25 m ; S2 : arbustes < 5 m ; A : arbres > 25 m et H pour herbacées) a été analysée.

## RESULTATS

### CLASSIFICATION HIERARCHIQUE ET ORDINATION

La classification hiérarchique (CH) a révélé 14 groupes, qui correspondent aux 11 classes d'âge des jachères (A à JB) et aux 3 types de forêts suivants : forêt villageoise exploitée (K), forêt primaire sur sol ferrallitique (LA) et forêt primaire sur sol hydromorphe (LB). L'âge de la jachère a été le principal facteur déterminant des groupes (H = 32,9 ; p < 0,0001), la durée de mise en culture a également été utilisée (H = 17,1 ; p < 0,0006).

Les diagrammes de la DCA et de la NMS ont été superposables. Les axes 1 de la DCA et de la NMS ont fortement été corrélés ( $\rho = -0,949$  ; p < 0,0001). L'axe 2 de la NMS a été corrélé à

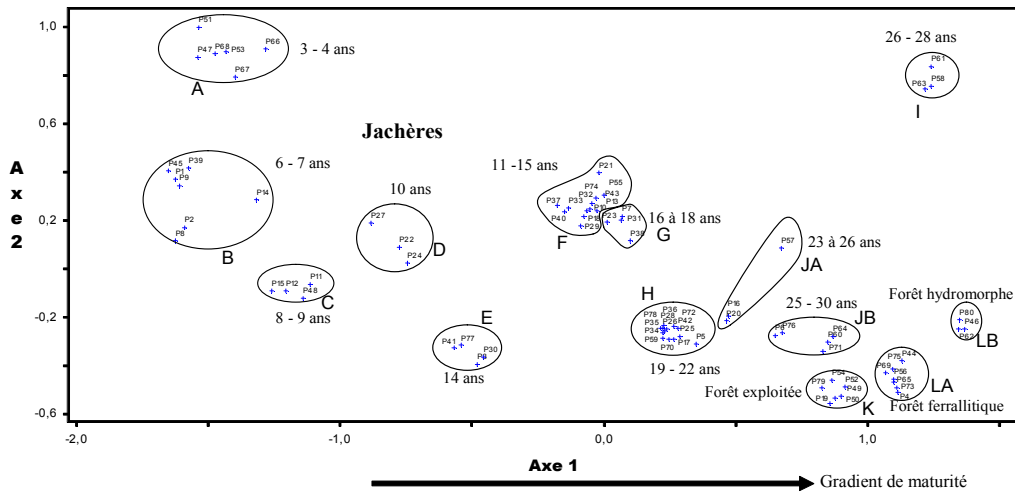
la fois avec l'axe 1 ( $\rho = 0,748$  ; p < 0,0001) et l'axe 2 ( $\rho = 0,422$  ; p < 0,001) de la DCA. L'axe 3 de la DCA a été faiblement corrélé avec l'axe 1 de la NMS ( $\rho = -0,314$  ; p < 0,01). La solution finale de l'ordination est donc bi-dimensionnelle (Figure 1), mais l'axe 1 a représenté le gradient majeur de l'ordination des relevés. Celui-ci a séparé très nettement les relevés des jachères jeunes, dans la partie négative de l'axe 1, de ceux des jachères âgées et de forêt primaire dans la partie positive. Il sépare surtout les relevés des groupes A (très jeunes jachères de 3 à 7 ans) et I (jachères de plus de 25 ans) des autres relevés. On note une grande dispersion dans le plan factoriel des relevés des jachères jeunes, par rapport à ceux des jachères âgées.

### INDICES DE DIVERSITES

Les graphiques des figures 2, 3 et 4 ont été construites respectivement avec les valeurs moyennes de la richesse spécifique (S), de l'indice de Shannon-Wiener (H'), de l'indice de Simpson (D) et de l'équitabilité de Pielou (J'). L'analyse des figures montre que la richesse spécifique et les indices de diversité ont augmenté dès les premiers stades de la succession.

### CORRELATIONS ENTRE VARIABLES ENVIRONNEMENTALES, INDICES DE DIVERSITE ET RECOUVREMENT

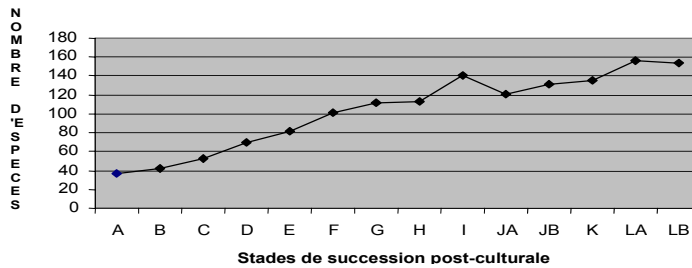
Les résultats des tests de corrélations de Spearman (p < 0,05) réalisés entre les variables environnementales influençant la succession secondaire post-culturelle et les indices de diversité, la richesse spécifique et le recouvrement sont présentés dans le tableau 1.



**Figure 1** : Projection des 80 relevés dans le diagramme défini par les deux premiers axes de l'ordination non paramétrique (NMS).

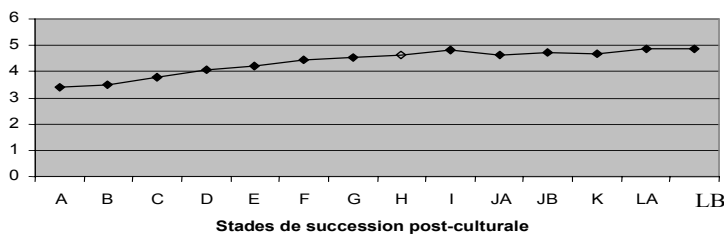
*Non Metric Multidimensional Scaling of the 80 records (NMS).*

Légende : - Classes d'âge des jachères (A à JB) ; - forêt primaire sur sol ferrallitique (LA) ; forêt primaire sur sol hydromorphe (LB) ; forêt villageoise exploitée (K)



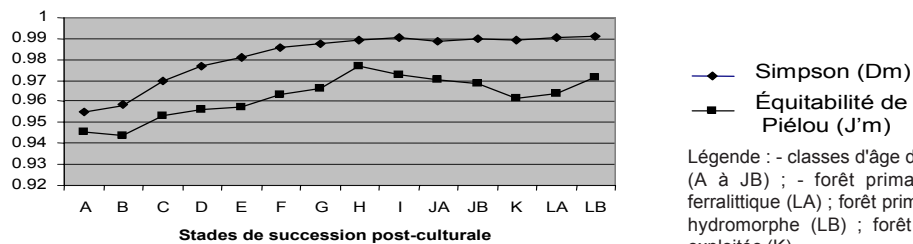
**Figure 2** : Evolution de la richesse floristiques (S).

*Evolution of species richness (S).*



**Figure 3** : Evolution de l'indice de Shannon ( $H'$ ).

*Evolution of Shannon index ( $H'$ ).*



**Figure 4** : Evolution des indices de diversité, d'équitabilité et de Simpson.

*Evolution of equitability and Simpson index of diversity.*



**Tableau 1** : Corrélations entre les indices de diversité, le recouvrement et les variables environnementales.  
*Correlations between of the diversity index, recovery and environmental variables.*

Age	Densité Forestière	Proximité forestière	Durée total	Durée dernière	Type de culture	Taille du champ	Type de sol	Recouvre rémanent
0,950 <sup>****</sup>	0,640 <sup>****</sup>	-0,340 <sup>**</sup>	-0,343 <sup>**</sup>	-0,359 <sup>**</sup>	0,320 <sup>*</sup>	0,311 <sup>*</sup>	-0,095 <sup>ns</sup>	0,132 <sup>ns</sup>
0,844 <sup>****</sup>	0,490 <sup>***</sup>	-0,327 <sup>**</sup>	-0,403 <sup>**</sup>	-0,428 <sup>****</sup>	0,255 <sup>*</sup>	0,235 <sup>*</sup>	-0,170 <sup>ns</sup>	0,105 <sup>ns</sup>
0,939 <sup>****</sup>	0,630 <sup>****</sup>	-0,344 <sup>**</sup>	-0,369 <sup>**</sup>	-0,388 <sup>**</sup>	0,316 <sup>*</sup>	0,312 <sup>*</sup>	-0,117 <sup>ns</sup>	0,193 <sup>ns</sup>
0,938 <sup>****</sup>	0,629 <sup>****</sup>	-0,338 <sup>**</sup>	-0,378 <sup>**</sup>	-0,399 <sup>**</sup>	0,312 <sup>*</sup>	0,297 <sup>*</sup>	-0,124 <sup>ns</sup>	0,142 <sup>ns</sup>
-0,205 <sup>ns</sup>	-0,181 <sup>ns</sup>	0,154 <sup>ns</sup>	0,262 <sup>*</sup>	-0,260 <sup>*</sup>	0,105 <sup>ns</sup>	0,031 <sup>ns</sup>	-0,055 <sup>ns</sup>	0,122 <sup>ns</sup>
0,599 <sup>****</sup>	0,249 <sup>*</sup>	-0,078 <sup>ns</sup>	-0,185 <sup>ns</sup>	-0,172 <sup>ns</sup>	0,021 <sup>ns</sup>	0,083 <sup>ns</sup>	0,025 <sup>ns</sup>	-0,107 <sup>ns</sup>
0,672 <sup>****</sup>	0,509 <sup>****</sup>	-0,368 <sup>**</sup>	-0,132 <sup>ns</sup>	-0,374 <sup>ns</sup>	0,412 <sup>**</sup>	0,255 <sup>*</sup>	0,032 <sup>ns</sup>	0,211 <sup>ns</sup>
0,874 <sup>****</sup>	0,564 <sup>****</sup>	-0,355 <sup>**</sup>	-0,414 <sup>**</sup>	-0,454 <sup>****</sup>	0,404 <sup>**</sup>	0,355 <sup>**</sup>	-0,122 <sup>ns</sup>	0,186 <sup>ns</sup>

Légende : S : richesse spécifique ; J: équitabilité de Piélou ; H' : indice de Shannon-Wiener ; D : indice de Simpson ; S1 : arbustes de 5 à 25 m ; S2 : arbustes < 5 m ; A : arbres > 25 m et herbacées H ; ns : non significatif ; Durée dernière : durée de la dernière période de culture ; Recouvre rémanent : recouvrement des rémanents.

## DISCUSSION

Deux méthodes principales peuvent être utilisées pour observer les successions secondaires. Dans le premier cas, un site peut être observé de manière continue pour aboutir à une description des changements intervenus sur cette parcelle après une perturbation importante. Dans le second cas, on peut examiner en même temps un certain nombre de parcelles d'âges différents et connus et, dans l'hypothèse que les conditions écologiques initiales étaient semblables sur toutes ces parcelles, l'évolution peut être interprétée comme révélatrice du processus de modification. Dans le cadre de cette étude, le second cas a été privilégié.

### RICHESSE SPECIFIQUE ET INDICES DE DIVERSITE

Les résultats de l'étude de la diversité du peuplement montrent l'évolution de la richesse spécifique et des indices de diversité observés entre les groupes de communautés végétales issues de la classification hiérarchique et de l'ordination.

Les indices de diversité de Shannon-Wiener obtenues dans les jachères (comprise entre 3,40 et 4,72) sont relativement supérieures à celles obtenues dans des études similaires réalisées par de Namur (1978a) dans le Sud-Ouest ivoirien (2 à 3). Cela pourrait s'expliquer par le fait que les jachères étudiées sont incluses dans une matrice de forêt primaire. Ces valeurs relativement élevées, dès les premières années d'abandon des cultures, traduisent des

phénomènes de colonisation et de remaniement floristique caractérisés par l'afflux d'un grand nombre d'espèces de la forêt voisine et des espèces pionnières. Au niveau des forêts, les valeurs obtenues ont été comparables (4,69 à 4,86) aux travaux de Kouka (2000) dans le Parc national d'Odzala au Congo-Brazzaville (4,77 à 6,35) et aux travaux de Sonké (1998) dans la Réserve de faune de Dja au Cameroun (5,34 à 5,56). Bien qu'ayant subi de nombreuses perturbations anthropiques, les parties non perturbées de la forêt, restent encore diversifiées au même titre que les autres forêts africaines. Selon de Namur (1978a), une baisse de l'équitabilité peut correspondre à l'abondance d'une espèce à ce stade précis de la succession. Le passage par un stade fortement dominé *Chromolaena odorata* (Asteraceae), a été détaillé par Gautier (1992). Cette espèce apparaît, en effet, caractéristique des jeunes formes de recolonisation dans les forêts tropicales. L'examen de l'évolution de la courbe d'équitabilité révèle un fléchissement de cette dernière dans les plus vieux stades, phénomène que prédit le modèle de Lescuré (1986), contrairement aux travaux de Blondel (1979) où la baisse de la diversité peut, dans certaines situations, annoncer la sénilité du système et son prochain écroulement. L'évolution de l'indice de l'équitabilité de Piélou, des jachères de 3 à 4 ans à celle de 25 à 30 ans, présente trois phases comme le prédit Puig (2001). Cet auteur pense que l'évolution des caractères structuraux suit une courbe à tendance asymptotique, avec une première phase (initiation) marquée par une forte croissance des paramètres structuraux. Celle-ci est suivie par une phase de stabilité,

appelée phase de différenciation, où les valeurs des paramètres structuraux sont plus élevées puis d'une troisième phase dite de régression, à la fin de laquelle les valeurs fléchissent. Mais ces trois phases peuvent être considérées comme les éléments d'une même séquence. La première séquence correspond au peuplement arbustif pionnier sensu Kahn (1982). Pour Ayichedehou (2000), la baisse de l'équitabilité observée dans les stades matures pourrait traduire une certaine stabilisation. Ce stade correspond à une saturation progressive des niches écologiques qui n'intervient que vers 23 ans après l'abandon des champs. Les valeurs de l'équitabilité, des vieilles jachères, sont assez proches de celles observées en forêts non perturbées. Cependant, cette baisse de l'équitabilité peut bien traduire que certaines espèces (exemple *Chromolaena odorata*) recouvrent plus que d'autres espèces, et donc, une amorce de l'hétérogénéité par les jachères matures. Les valeurs d'indice de l'équitabilité obtenus dans les jachères sont du même ordre de grandeur que celle obtenues par de Namur (1978a) dans le Sud-Ouest ivoirien. La régression de l'équitabilité par rapport à la richesse spécifique met en exergue le manque de corrélation entre la richesse spécifique et les caractères structuraux (densité et biomasse).

Dans les relevés de forêts, on peut remarquer la corrélation positive entre la richesse spécifique et l'indice de Shannon pour qu'au moins certaines espèces puissent survivre, voire prospérer, quelles que soit les conditions. Le milieu écologique qui compte plus d'espèces est plus stable. Quand une perturbation se produit dans l'environnement, ces espèces sont à même de protéger la communauté dans son ensemble. La succession est interprétée comme un processus de développement de l'écosystème vers un maximum de stabilité et de résilience. Les forêts sur sol ferrallitique ayant une faible valeur de l'équitabilité paraissent plus hétérogènes, donc plus résilientes que les forêts sur sol hydromorphe, alors que leur exploitation entraîne une baisse des indices de diversité. Dans la séquence chronologique étudiée, une tendance générale à l'augmentation de la diversité corrélativement à une augmentation de l'équitabilité et de la richesse floristique a été observée. Ceci traduit l'évolution des jachères avec le temps vers un système plus complexe dans ces interactions biologiques et plus stable sensu de Namur (1978a). Cela démontre l'effet bénéfique de la mise en défens sur la remontée biologique des phytocénoses.

## CORRELATIONS ENTRE VARIABLES ENVIRONNEMENTALES, INDICES DE DIVERSITE ET RECOUVREMENT

L'analyse des paramètres étudiés montre que la maturation des jachères post-culturelles entraîne une augmentation notable de la richesse spécifique et des indices de diversité. Une courte durée de mise en culture induit une bonne restauration des milieux cultivés qui se traduit par une richesse spécifique et des indices de diversité importants. L'importance de ces paramètres a été mentionnée par Richards (1952). Selon cet auteur, si rien n'empêche la succession secondaire de commencer aussitôt après le défrichage, l'érosion du sol a peu de chance de se manifester et un couvert végétal fermé se forme en quelques années. Si, en revanche, le défrichage est suivi d'une longue période de culture, surtout si la plante cultivée ne recouvre pas suffisamment le sol, on aboutit à des changements si profonds dans la structure, dans la teneur en humus et en éléments fertilisants du sol que le temps nécessaire au rétablissement de l'équilibre entre le sol et la végétation devient beaucoup plus long. Pour Budwoski (1965), le nombre d'espèces par unité de surface augmente généralement au fur et à mesure que la succession avance.

L'âge et la durée de mise en culture des jachères influencent également la structuration des différentes strates, à l'exception de la strate sous arbustive. Cela montre que la proximité d'une forêt permet d'alimenter en espèces les différents stades de la succession et d'atteindre un niveau de richesse spécifique élevé, caractéristique des stades climaciques. Sans cette source de propagules des espèces clés comme *Ceiba pentandra*, *Albizia spp.*, *Ficus sp.*, etc., d'un stade successional pourraient faire défaut et ralentir la résilience des stades suivants. Dans le cas de la strate sous arbustive, la colonisation par une espèce allochtone envahissante comme *Chromolaena odorata* bloque le retour des autres espèces caractéristiques de cette strate et modifie le modèle de variation de la diversité le long de la succession.

En Indonésie, un rapport de l'UNESCO a montré, en 1979, que la composition floristique des stades de la succession dépend de divers facteurs parmi lesquels, l'ampleur des destructions portées à la végétation, la durée de l'intervention humaine, le climat et surtout la

flore des environs immédiats. La densité et la proximité des forêts, sont importantes pour une bonne régénération des jachères. Cela explique les fortes corrélations observées dans cette étude. Les jachères étudiées sont, le plus souvent, en contact avec la forêt primaire. S'il est encore possible de dresser le contour exact des jachères de 3 à 19 ans, à l'inverse, il n'est pas aisé de déterminer le contour des jachères de 25 ans et plus. Car, le plus souvent, il est difficile de savoir où prend fin la jachère et où commence la forêt. C'est pourquoi, nous considérons un champ abandonné en pleine forêt comme une trouée de taille extra large et dont la cicatrisation prendra plus de temps qu'une trouée ordinaire. Contrairement aux limitations temporelles à l'installation d'une forêt tropicale de l'île de Krakatoa en Indonésie (Whittaker *et al.*, 1989), les jachères étudiées sont, dans leur grande majorité, encadrées de forêts climaciques. Même si quelques unes d'entre elles sont enclavées dans les champs de cacao, avec généralement de faible richesse spécifique par rapport aux autres jachères de même âge, les diaspores y parviennent tout de même. L'augmentation de la richesse spécifique le long de la chronoséquence n'est donc pas due à une accumulation d'espèces au cours du temps, mais à la co-incidence entre la disponibilité des graines dans le paysage et la présence du stade succesionnel dont chaque espèce est caractéristique. L'apparition des espèces forestières dans les jachères semble être une question de temps, mais aussi, des capacités intrinsèques de ces espèces à se développer dans ces milieux. L'influence de ces deux facteurs, sur la structuration, reste faible dans les strates sous arbustive et arbustive dominées par les espèces pionnières héliophiles telles que *Albizia spp.*, *Ficus spp.*, *Chromolaena odorata* qui ne proviennent pas forcément du réservoir forestier, mais sont l'œuvre des migrations parfois lointaines.

Dans la recolonisation des sols après culture, ce qui compte finalement, c'est l'état du sol et les caractéristiques des espèces suivantes : tempérament de l'espèce face à la lumière, espèces pionnières, espèces post-pionnières, espèces sciaphiles, dissémination efficace. Ce constat est, par ailleurs communément reconnu dans des études similaires (de Namur, 1978b ; de Namur et Guillaumet, 1978 ; Alexandre, 1989 ; Favrichon, 1994). Lorsque les perturbations sont très étendues et continues, la

succession peut être retardée et infléchiée vers une biocénose qui peut supporter ces conditions. Pour Puig (2001), si la parcelle mise en culture n'est pas isolée et de taille réduite, la recolonisation du milieu, à partir de la forêt avoisinante, sera assez rapide.

## CONCLUSION

Les pratiques agricoles engendrent des modifications profondes des écosystèmes forestiers. La compensation de ces milieux dégradés peut être réalisée sur des périodes plus ou moins longues, en fonction du nombre d'année de culture, de la proximité des forêts et donc de sources de propagules. La structuration (verticale et horizontale) des jachères varie généralement en fonction de l'âge, mais d'autres facteurs interviennent également. Ces perturbations conduisent à des successions secondaires qui, en dépit de quelques variantes, se déroulent suivant des schémas assez constants dans toutes les régions tropicales. Ces résultats plaident en faveur d'une régénération naturelle de la forêt, plutôt que de recourir à des reboisements artificiels. La régénération naturelle constitue la seule alternative possible de gestion durable des terres après un épisode cultural, d'autant plus qu'elle n'engage aucune contrainte financière dans un pays économiquement peu favorisé. De même, dans une optique de gestion rationnelle et durable des ressources forestières, il convient de considérer les forêts classées, jadis anthropisées, comme des systèmes dynamiques et non figés.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Professeur Laurent AKE ASSI pour son aide à l'identification des échantillons d'herbier et la vérification de toutes les déterminations, ainsi que Feu Docteur Georges AMAN KADIO qui nous a aidé à mener à bien les travaux de terrain. Nous remercions également Monsieur Jean ASSI YAPO, technicien botaniste à l'Université de Cocody-Abidjan, pour son aide sur le terrain. Nous n'oublions pas de remercier tous les habitants des villages et campements riverains de la forêt classée de Sanaimbo, qui nous ont fourni de nombreux renseignements utiles.



## REFERENCES

- Aké Assi L. et D. Boni. 1990. Développement agricole et protection de la forêt : quel avenir pour la forêt ivoirienne ? Mitt. Inst. All. Bot. Hamburg Band 23a, pp. 169 - 176.
- Alexandre D. Y. 1989. Dynamique de la régénération naturelle en forêt dense de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, 102 p.
- Alexandre D. Y., Guillaumet J. -L., Kahn F. et C. de Namur. 1989. Conclusion : caractéristiques des premiers stades de reconstitution. In : Observation sur les premiers stades de reconstitution de la forêt (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). Cahiers de l'ORSTOM, série Biologie XIII, n°3 : 267 - 270.
- Ayichedehou M. 2000. Phytosociologie, Ecologie et Biodiversité des phytocénoses culturales et post-culturales du Sud et du Centre Bénin. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles, 282 p.
- Blondel J. 1979. Biologie et écologie. Masson & Cie, Paris, 173 p.
- Budowski G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. Turrial. 15 : 40 - 42.
- Dupouey J. L., Dambrine E., Laffite J. D. and C. Moares. 2002. Irreversible impact of past land use on forest soils and biodiversity. Ecolog. 83 : 2978 - 2984.
- Favrichon V. 1994. Classification des espèces arborées en groupes fonctionnels en vue de la réalisation d'un modèle de dynamique du peuplement en forêt guyanaise. Rev. d'Ecol. (Ter. et Vie) 49 : 379 - 403.
- Gautier L. 1992. Contact forêt-savane en Côte d'Ivoire Centrale : rôle du *Chromolaena odorata* (L.) R. & Robinson dans la dynamique de la végétation. Thèse de Doctorat, Université de Genève, 259 p.
- Gillet F., de Foucault, B. et P. Julve. 1991. La phytosociologie synusiale intégrée : objet et concepts. Cand. 46 : 315 - 340.
- Guillaumet J. -L. et E. Adjanohoun. 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire. In : Avenard J. M., Eldin E., Girard G., Sircoulon J., Touchebeuf P., Guillaumet J. L., Adjanohoun E. et Perraud A. (Eds.). Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mémoires de l'ORSTOM 50 : 157 - 266.
- Kahn F. 1982. La reconstitution de la forêt tropicale après une culture traditionnelle (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). Mémoires de l'ORSTOM 97 : 1 - 150.
- Kassi N'. J. 2006. Successions secondaires post-culturales en forêt dense semi-décidue de Sanaimbo (Côte d'Ivoire) : nature, structure et organisation fonctionnelle de la végétation. Thèse de Doctorat, Université de Picardie Jules verne d'Amiens (France) ; 212 pages + 3 annexes.
- Kassi N'. J. and G. Decocq. 2008. Spatio-temporal patterns of plant species and community diversity in a semi- deciduous tropical forest under shifting cultivation. J. Veget. Sci 19 (6) : 809 - 820.
- Kassi N'. J. et G. Decocq. 2007. Succession secondaire post-culturelle en système forestier tropical semi-décidu de Côte d'Ivoire : approche phytosociologique intégrée et systémique. Phytocoeno. 37 (2) : 175 - 219.
- Kouka L. A. 2000. Recherches sur la flore, la structure et la dynamique des forêts du Parc national d'Odzala (Congo-Brazzaville). Thèse de doctorat, Université Libre Bruxelles, 488 p.
- Lebrun J. P. et A. L. Stork. 1991 - 1997. Enumération des plantes à Fleurs d'Afrique Tropicale. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Genève, Genève. Vol. 1 (249 pp.), vol. 2 (257 pp.), vol. 3 (341 pp.), vol. 4 (711 pp.).
- Lescure J. 1986. La reconstitution du couvert végétal après agriculture sur brûlis chez les Wayapi du Haut Oyapock (Guyane française). Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie Paris VI, 124 p.
- McCune B. and M. J. Mefford 2001. Multivariate analysis of Ecological data, version 4. M.S. Design, Gleneden Beach, Oregon, USA, 238 p.
- McNeely J. A. 1994. Lessons from the past : forests and biodiversity. Biod. Cons. 3 : 2 - 16.
- de Namur C. 1978a. Quelques caractéristiques du développement d'un peuplement ligneux au cours d'une succession secondaire. In : Observation sur les premiers stades de reconstitutions de la forêt (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). Cahiers de l'ORSTOM, série Biologie, XIII (3) : 211 - 233.
- de Namur C. 1978b. Etude floristique In : Observation sur les premiers stades de reconstitutions de la forêt (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). Cahiers de l'ORSTOM, série Biologie, XIII (3) : 203 - 210.
- de Namur C. et J. L. Guillaumet. 1978. Grands traits de la reconstitution dans le Sud-Ouest ivoirien. Cahiers de l'ORSTOM, série Biologie XIII (3) : 197 - 201.

- Kland R. H. 1990. Vegetation ecology : theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. *Sommerfeltia*, suppl. 1 : 1 - 233.
- Puig H. 2001. *La forêt tropicale humide*. Belin, Paris, 448 p.
- Richards P. W. 1952. *The tropical rain forest. An ecological study*. Univ. Press Cambridge, 450 p.
- Senterre B. 2005. Recherches méthodologiques pour la typologie de la végétation et la phytogéographie des forêts denses d'Afrique tropicale. Résumé de Thèse, *Act. Bota. Gall.* 152 : 409 - 419.
- Sonké B. 1998. Etudes floristiques et structurales des forêts de la réserve de faune du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat, Université Libre Bruxelles, 267 p.
- UNESCO. 1979. *Ecosystèmes Forestiers Tropicaux. Recherches sur les ressources naturelle n°14*. UNESCO, Paris, 740 p.
- Van Germerden B., Olf H., Parren M. P. E. and F. Bongers. 2003. Recovery of conservation values in Central Africa Rain forest after logging an shifting cultivation. *Wageningen, Biodiv. Conser.* 12 : 1553 - 1570.
- Whittaker R. J., Bush M. B. and K. Richards. 1989. Plant recolonization and vegetation succession on the Krakatau Islands, Indonesia. *Ecolog. Monograp.* 59 : 59 - 123.
- Yongo O. D. 2003. Contribution aux études floristiques, phytogéographique et phytosociologique de la forêt de N'Gotto (République de Centrafrique). Résumé de Thèse, *Act. Bota. Gall.* 150 : 119 - 124.