

Diversité floristique dans les monocultures d'eucalyptus et de pins au Congo

Donatien N'zala, Anselme Nongamani, Jean-Marie Moutsamboté, Antoine Mapangui

Les succès de la recherche sur le bouturage des eucalyptus à fort rendement et l'adaptation des pins tropicaux au climat local ont permis l'installation au Congo de nombreuses plantations de ces essences [1-4]. Elles sont cependant perçues dans certains pays comme ayant des conséquences indésirables sur le milieu [5-8]. De nombreuses études ont été effectuées sous des peuplements artificiels d'eucalyptus et de pins [9-12] afin de préciser leur impact sur la flore du sous-bois. Le but du présent travail est d'identifier les espèces spontanées rencontrées dans des plantations d'eucalyptus et de pins de divers âges sous climat équatorial de transition et de préciser la richesse et la diversité floristiques.

D. N'zala, A. Nongamani : Laboratoire d'écologie appliquée et de protection des végétaux, Université Marien Ngouabi, Institut de développement rural (IDR), BP 13647 Brazzaville, Congo.

J.M. Moutsamboté : Laboratoire de botanique, CERVE, Brazzaville, Congo.

A. Mapangui : Laboratoire de pédologie, ORSTOM, Brazzaville, Congo.

Tirés à part : D. N'zala

Matériel et méthodes

Zone d'étude

L'étude a été menée en 1986 sur la station forestière de Loudima au Congo, située à 4° 10' de latitude S et 13° 5' de longitude E. Le climat est caractérisé par une saison intégralement sèche de quatre à cinq mois (fin mai à octobre) et une saison de pluies de sept à huit mois (novembre à mai). La pluviométrie moyenne annuelle est de 1 200 à 1 400 millimètres. La température moyenne mensuelle varie entre 25 et 26 °C.

La station présente un relief ondulé avec un plateau homogène et une terrasse alluviale moyenne en contrebas du plateau, en bordure de la rivière Niari qui délimite la station au nord. Les taux d'argile sont de 72 % sur le plateau et de 26 % sur la terrasse [13] ; il s'agit de sols ferrallitiques fortement désaturés jaunes, typiques de la classification française [14-16].

La végétation est celle d'une zone de savanes peu arbustives à tapis herbacé dense d'*Hyparrhenia diplandra* (grande graminée) et de *Annona arenaria* (ligneux buissonnant) [17]. La région comporte également quelques îlots forestiers [18]. Une partie de la station constitue depuis 1980 une réserve de faune.

Matériel

Les boisements artificiels de Loudima, constitués d'eucalyptus, de pins, d'*Araucaria* et de bambous occupaient une superficie de 6 615 hectares en 1986. Les peuplements d'*Eucalyptus tereticornis* Sm et de *Pinus caribaea* Morelet d'âge gradué occupent une grande partie de la surface plantée ; les plus âgés avaient 23 ans en 1986. Aucun traitement sylvicole (élagage, éclaircie...) n'a été appliqué et la densité de peuplement est presque la même, quel que soit l'âge. Les arbres ont été plantés à l'écartement de 2,5 m x 2,5 m ; le taux de survie à 20 ans est de 87 % en moyenne. À l'origine destinés à fournir la matière première à une usine de pâte cellulosique, ces peuplements ne sont pas encore exploités.

Méthodologie

L'étude a été réalisée par une approche synchrone consistant à choisir en même temps des parcelles (0,25 à 1 ha) âgées de 5, 10, 15 et 20 ans installées sur une même formation topographique et pédologique. Le choix des parcelles analogues avant l'afforestation [13] a été réalisé à partir de deux cartes, topographique et pédologique [14-16], et concerne uniquement la zone de plateau, très profonde et à faible pente.

Huit parcelles ont été retenues, dont quatre avec *Pinus caribaea* et quatre

autres avec *Eucalyptus tereticornis*. On y a délimité cinq bandes rectangulaires indépendantes de 5 mètres de largeur, divisées en carrés successifs d'environ 25 mètres carrés (5 m x 5 m) limités par les arbres. On a noté ensuite carré par carré (ainsi que dans la savane voisine non perturbée) chaque espèce végétale avec son nombre d'individus.

Expression des résultats

Les données ainsi obtenues ont été soumises à une analyse de variance, les différences significatives étant évaluées par le test de Newman-Keuls.

La fréquence et l'abondance relatives de chaque espèce ont permis de calculer pour chacun des âges des peuplements les indices de diversité selon Shannon-Weaver [19]. L'indice est défini par :

$$H' = \sum_{i=1}^S P_i \log P_i$$

où S représente le nombre d'espèces et P_i l'abondance relative de l'espèce (= n_i/n) où n_i représente le nombre d'individus de l'espèce i et n le nombre total d'individus).

Pour une station donnée, on a calculé la valeur théorique de la diversité maximale pouvant être atteinte (H' max) correspondant à une répartition égale de tous les individus entre toutes les espèces (H' max = log S). Cette diversité théorique est intéressante dans la mesure où elle permet la définition d'un nouveau paramètre, l'équitabilité 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 les comparaisons entre les stations.

Résultats et discussion

Physionomie des plantations

Les plantations d'eucalyptus et de pins présentent une bonne croissance dans les conditions écologiques de Loudima. L'aspect des plantations montre cependant des différences importantes suivant la nature de l'essence forestière en place et l'état de son évolution.

Tableau 1

Espèces végétales recensées au Congo sous forêts d'eucalyptus ou de pins de 5 à 20 ans

Famille	Genre et espèce	Eucalyptus				Pin				Savane
		5	10	15	20	5	10	15	20	
Monocotylédones										
Arecaceae	<i>Elaeis guineensis</i> (Fh)									+
Cyperaceae	<i>Cyperus angolensis</i> (Sh)									+
	<i>Cyperus rotundus</i> (Sh)	+	+	+	+					+
	<i>Scleria boivini</i> (Fh)									+
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp. (Sh)									+
Liliaceae	<i>Asparagus angolensis</i> (Sh)									+
Poaceae	<i>Andropogon gabonensis</i> (Sh)								+	
	<i>Centotheca lappacea</i> (Fh)									+
	<i>Digitaria polybotrya</i> (Sh)	+								+
	<i>Hyparrhenia diplandra</i> (Sh)	+	+	+		+	+	+		+
	<i>Hyparrhenia lecomtei</i> (Sh)									+
	<i>Imperata cylindrica</i> (Sh)	+	+	+	+	+	+	+		+
	<i>Oplismenus burmanii</i> (Fh)								+	+
	<i>Panicum fulgens</i> (Sh)									+
	<i>Panicum maximum</i> (Sh)	+	+							+
	<i>Paspalum scrobiculatum</i> (Sh)		+							+
	<i>Pennisetum polystachyon</i> (Sh)	+								+
	<i>Rottboellia exaltata</i> (Sh)									+
	<i>Saccharum officinarum</i> (Ch)	+								+
<i>Schizachyrium platyphyllum</i> (Sh)	+	+		+						+
Dicotylédones										
Acanthaceae	<i>Asystasia gangetica</i> (Fh)									+
	<i>Phasloopsis silvestris</i> (Fh)									+
Amaranthaceae	<i>Cyathula prostrata</i> (Sh)									+
Ampelidaceae	<i>Cissus rubiginosa</i> (Fa)								+	
Anacardiaceae	<i>Lannea welwitschi</i> (Fa)								+	
	<i>Mangifera indica</i> (Ca)	+								
Annonaceae	<i>Annona arenaria</i> (Sa)	+	+	+	+				+	+
Apocynaceae	<i>Clitandra cymulosa</i> (Fl)									+
	<i>Holarrhena floribunda</i> (Fl)									+
	<i>Landolphia lanceolata</i> (Sl)									+
	<i>Landolphia owariensis</i> (Sl)									+
	<i>Rauwolfia vomitoria</i> (Fa)		+	+	+					+
Asclepiadaceae	<i>Asclepias lineolata</i> (Sl)									+
Asteraceae	<i>Ageratum conyzoides</i> (Sh)									+
	<i>Aspilia kotschy</i> (Sh)									+
	<i>Chromolaena odorata</i> (Sa)	+	+							+
	<i>Mikania cordata</i> (Fl)	+								+
	<i>Vernonia amygdalina</i> (Sh)									+
	<i>Vernonia cinerea</i> (Sh)	+								+
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (Fa)								+	+
Cesalpinaceae	<i>Cassia siamea</i> (Sa)									+
Combretaceae	<i>Quisqualis poggei</i> (Sl)									+
	<i>Terminalia superba</i> (Fa)	+								+
Convolvulaceae	<i>Hewittia sublobata</i> (Sl)	+	+							+
	<i>Merremia pterygocaulos</i> (Sh)									+
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i> (Sh)	+	+							+
Euphorbiaceae	<i>Alchornea cordifolia</i> (Fa)									+
	<i>Bridelia ferruginea</i> (Sa)	+	+	+	+					+
	<i>Hymenocardia ulmoides</i> (Fa)		+							+
	<i>Macaranga spinosa</i> (Fa)									+
	<i>Phyllanthus discoreus discoideus</i> (Fa)									+
	<i>Sapuim cornutum</i> (Fa)									+
Fabaceae	<i>Arbrus precatorius</i> (Sl)									+
	<i>Cajanus cajan</i> (Ca)	+								+
	<i>Calopogonium muconoides</i> (Sl)		+	+						+
	<i>Camoensia maxima</i> (Sl)									+
	<i>Crotalaria retusa</i> (Sa)									+

Tableau 1 (suite)

Famille	Genre et espèce		Eucalyptus				Pin				Savane
			5	10	15	20	5	10	15	20	
	<i>Eriosema erici-rosenii</i>	(Sa)	+								+
	<i>Indigofera hirsuta</i>	(Sa)									+
	<i>Milletia versicolor</i>	(Fa)			+						
	<i>Milletia comosa</i>	(FI)								+	
	<i>Platysepalum vanderystii</i>	(SI)									+
	<i>Uraria picta</i>	(Sh)							+		+
Flacourtiaceae	<i>Poggea kamerunensis</i>	(Sh)						+			+
Hypericaceae	<i>Psorospermum febrifugum</i>	(Sh)	+	+	+			+			+
Lamiaceae	<i>Englerastrum gracillimum</i>	(Sa)	+					+			+
	<i>Solenostemon monostachyus</i>	(Sa)						+			+
Linaceae	<i>Hugonia platysepala</i>	(FI)				+					
Loganiaceae	<i>Spigelia anthelmia</i>	(Sa)									+
Malvaceae	<i>Urena lobata</i>	(Sa)						+			
Meliaceae	<i>Melia azedarach</i>	(Sa)						+	+		+
Menispermaceae	<i>Cissampelos owariensis</i>	(FI)							+	+	
Moraceae	<i>Antiaris welwitschii</i>	(Fa)								+	
	<i>Chlorophora excelsa</i>	(Fa)	+		+	+	+	+	+	+	
	<i>Ficus capensis</i>	(Fa)			+						
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	(Ca)						+			+
Passifloraceae	<i>Adenia cissampeloides</i>	(FI)			+	+	+	+			
Periplocaceae	<i>Zacateza pedicellata</i>	(FI)						+	+		
Ranunculaceae	<i>Clematis sinensis</i>	(Fa)				+					
Rubiaceae	<i>Diodia latifolia</i>	(SI)	+	+	+	+	+	+	+		+
	<i>Nauclea latifolia</i>	(Sa)	+	+	+	+	+	+			+
	<i>Oldenlandia affinis</i>	(Sa)						+			+
	<i>Tarenna conferta</i>	(Fa)						+	+	+	
	<i>Tricalysia sp.</i>	(Fh)						+			
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i>	(Fa)						+			
Urticaceae	<i>Laportea aestuans</i>	(Sa)						+			+
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	(Sa)	+	+	+	+	+	+			+
	<i>Vitex madiensis</i>	(Sa)	+					+			+
Ptéridophytes											
Aspleniaceae	<i>Asplenium emarginatum</i>	(Fh)							+		
Dennstaedtiaceae	<i>Lonchitis currori</i>	(Fh)						+	+	+	
Lomariopsidaceae	<i>Bolbitis gaboensis</i>	(Fh)							+		

F : espèce de forêt, S : espèce de savane ; C : culture agricole ; a : ligneux ; h : herbacée ; l : liane.

Plant species inventoried in 5 to 20 year-old Congolese eucalyptus and pine stands

Pour les pins, la hauteur et la circonférence à 1,3 mètre au-dessus du sol varient avec l'âge (respectivement 25 m et 90 cm chez les arbres de 10 ans). Il s'agit de formations fermées sous lesquelles la lumière pénètre difficilement. Les aiguilles forment sur le sol une litière épaisse qui laisse fort rarement le sol nu et qui atteint 5 centimètres d'épaisseur (10 cm au pied des arbres).

Les eucalyptus sont plus grands que les pins ; la litière couvre à peine le sol (2 à 3 cm sous les plantations les plus âgées). Les peuplements d'eucalyptus laissent pénétrer une quantité de lumière plus grande que sous les pins.

La végétation spontanée de sous-bois présente un mélange d'arbustes et de plantes herbacées. Dans les plantations d'eucalyptus, la réduction de l'éclaircissement a moins d'effet que dans les parcelles de pins. Les arbustes du sous-bois présentent un bon développement et, en l'absence de feux, peuvent dépasser 4 mètres, taille rarement atteinte en savane. *Hyparrhenia diplandra* et *Imperata cylindrica* (Poaceae) sont mieux représentés numériquement qu'en savane, à côté de quelques espèces rudérales (*Ageratum conyzoides*, *Chromolaena odorata*, *Lantana camara*, *Calopogonium muconoides*).

La forte réduction de l'éclaircissement sous pins favorise l'installation d'espèces d'ombre telles que *Oplismenus burmanii* (Poaceae). Les arbustes sont peu développés et on note une augmentation du nombre d'espèces nouvelles. Dans certains cas, la végétation du sous-bois est peu abondante ; on observe principalement de la litière, avec quelques rares individus en pieds isolés, bien que *Oplismenus burmanii* constitue souvent une pelouse continue.

Dans les deux types de peuplement, on observe des espèces lianescentes (*Mikania cordata*, *Milletia comosa*, *Hugonia platysepala*, *Cissampelos owariensis*, *Adenia cissampeloides*, *Zacateza pedicellata*, etc.) et des arbres de forêt naturelle (*Antiaris welwitschii*, *Chlorophora excelsa*, *Milletia versicolor*, *Hymenocardia ulmoides*, *Macaranga spinosa*, etc.).

Colonisation du sous-bois en fonction de l'essence cultivée

Sur une superficie totale de 2 000 m² pour chacune des deux forêts, nous avons recensé 67 espèces appartenant à 34 familles sous les pins et 47 espèces regroupées en 23 familles sous les eucalyptus (tableau 1, avec quelques échantillons non précisés).

On observe une famille de Gymnospermes, les Pinacées. Les Ptéridophytes, représentés par trois familles (et trois genres) sous les pins, sont absents sous eucalyptus.

Quatorze espèces sont communes aux peuplements d'eucalyptus et de pins (tableau 1) : quatre graminées (*Imperata cylindrica*, *Hyparrhenia diplandra*, *Panicum maximum* et *Digitaria polybotrya*) et dix espèces à feuilles larges (*Annona arenaria*, *Rauwolfia vomitoria*, *Chromolaena odorata*, *Bridelia ferruginea*, *Calopogonium muconoides*, *Diodia latifolia*, *Nauclea latifolia*, *Lantana camara*, *Chlorophora excelsa* et *Alchornea cordifolia*). Les graminées sont essentiellement des espèces de savane (*Hyparrhenia diplandra* n'est pas représenté dans les peuplements de 20 ans). Leur origine serait soit la savane initiale, soit la savane voisine non cultivée. Trois espèces, *Cyperus rotundus*, *Schizachyrium platyphyllum* et *Hewittia sublobata* sont rencontrées exclusivement dans les forêts d'eucalyptus ; dix autres sont présentes seulement dans les forêts de pins : *Oplismenus burmanii* (à affinité pour les milieux très peu éclairés), *Pani-*

Tableau 2

Nombres d'espèces végétales et d'individus en fonction de l'essence cultivée et de l'âge du peuplement

Peuplement	Nombre d'espèces /100 m ²	Nombre d'individus /100 m ²
Eucalyptus		
5 ans	19,4 ^a	1 192,2 ^a
10 ans	19,2 ^a	1 210,2 ^a
15 ans	9,2 ^b	781,8 ^b
20 ans	18,6 ^a	692,4 ^b
Pins		
5 ans	18,0 ^a	626,4 ^b
10 ans	17,0 ^a	1 680,8 ^c
15 ans	15,2 ^a	2 327,6 ^d
20 ans	29,2 ^c	3 113,8 ^e
Moyenne	18,2	1 453,1
Effet (espèce)	*	*
Effet (âge)	*	*
Interaction	*	*
CV (%)	19	14,3
ETR (ddl = 32)	3,46	207,96

Essai factoriel en randomisation totale à cinq répétitions. Les valeurs suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % par le test de Newman-Keuls.

* Significatif au seuil de 5 %.

ETR : écart-type résiduel.

Mean species and plant numbers relative to the initially planted species and stand age

cum fulgens, *Roettboellia exaltata*, *Phaslopsi silvestris*, *Urena lobata*, *Melia azedarach*, *Cissampelos owariensis*, *Lonchitis curvori*, *Tarrena conferta* et *Platysepalum vanderystii*.

Évolution de la composition floristique

L'analyse de variance appliquée aux résultats de l'analyse floristique des peuplements montre des différences significatives entre espèces plantées et entre âges des peuplements, ainsi que des interactions significatives entre ces deux facteurs en ce qui concerne le nombre d'espèces et le nombre d'individus (tableau 2).

Sous eucalyptus, le nombre d'espèces est sensiblement le même d'un âge à l'autre, avec moins d'individus dans les peuplements plus âgés (15-20 ans) que dans les peuplements jeunes (5-10 ans). Le fort développement du système racinaire traçant des eucalyptus concurrence vigoureusement la végétation basse, surtout pour l'alimentation hydrique, et l'élimine [5].

Sous les pins, le nombre d'espèces est constant entre cinq et quinze ans et plus élevé à vingt ans ; le nombre d'individus varie de un à cinq entre cinq et vingt ans. On note la prolifération d'espèces d'ombre comme *Oplismenus*

burmanii et *Panicum fulgens* dont le nombre d'individus augmente considérablement.

La forêt d'eucalyptus, qui permet l'emboisement par des espèces ligneuses héliophiles du sous-bois, n'implique pas une abondance floristique ; sous peuplement de vingt ans d'eucalyptus et de pins, on compte respectivement 27 et 39 espèces sur 500 m² (tableau 3).

Ces valeurs sont très inférieures à celles citées pour une forêt naturelle où on note, à quinze ans (stade de la reconstitution), 104 espèces sur une surface de 300 m² [20]. La plupart des espèces colonisatrices observées appartiennent aux familles des Poacées, Euphorbiacées, Rubiacées et Fabacées.

La différence de flore entre le sous-bois d'eucalyptus et celui des pins est liée non seulement à la nature du couvert végétal, mais aussi à l'âge des peuplements. Dans la savane voisine, on note l'abondance de graminées (surtout *Hyparrhenia diplandra* et *Imperata cylindrica*) et la présence de quelques arbustes isolés (*Annona arenaria*, *Bridelia ferruginea*, etc.). Toutes les espèces de savane à l'exception de *Asparagus angolensis*, *Hyparrhenia lecontei*, *Landolphia owariensis* et *Spigelia anthelmia*, sont apparues en forêt, quelques espèces exclusivement dans les eucalyptus (*Pennisetum polystachyon*, *Schizachyrium platyphyllum*, *Vernonia cinerea* et *Hewittia sublobata*), d'autres dans les peuplements de pin (*Panicum fulgens*, *Roettboellia exaltata*, *Cyathula prostrata*, *Uraria picta*, *Poggea kamerunensis*, *Urena lobata*, *Melia azedarach*,

Tableau 3

Indices de la végétation de sous-bois en monocultures d'eucalyptus et de pins

	H'	E	R	A	Espèces abondantes
Eucalyptus					
5 ans	0,70	0,50	24	5 961	<i>Imperata cylindrica</i>
10 ans	0,65	0,47	23	6 045	<i>Imperata cylindrica</i>
15 ans	0,52	0,45	15	3 897	<i>Hyparrhenia diplandra/Imperata cylindrica</i>
20 ans	0,65	0,45	27	3 462	<i>Imperata cylindrica</i>
Pins					
5 ans	0,89	0,60	31	3 132	<i>Digitaria polybotrya</i>
10 ans	0,75	0,50	31	8 404	<i>Diodia latifolia/Oplismenus burmanii</i>
15 ans	0,64	0,45	28	11 658	<i>Diodia latifolia/Oplismenus burmanii/Panicum fulgens</i>
20 ans	0,38	0,24	39	15 577	<i>Panicum fulgens</i>

H' : indice de diversité floristique (Shannon) ; E : équité ; R : richesse floristique (nombre d'espèces sur 500 m²) ; A : abondance numérique (nombre d'individus sur 500 m²).

Indexes for underbrush vegetation in monoculture eucalyptus and pine stand

Summary

Floristic diversity in eucalyptus and pine monocultures

D. N'zala, A. Nongamani, J.M. Moutsamboté, A. Mapangui

In the Congo, under a transitional equatorial climate, eucalyptus and pine trees have been planted on large areas of savanna. The floristic richness and underbrush diversity were studied in 5, 10, 15 and 20 year-old eucalyptus and pine stands. Floristic data were recorded, including species and numbers of plants. These data were submitted to variance analysis, and the Shannon-Weaver diversity index was calculated. Inventoried species belonged to four major taxonomic groups: gymnosperms, monocotyledon angiosperms, dicotyledon angiosperms and pteridophytes. Fourteen species were common to both eucalyptus and pine, while three others were solely specific to eucalyptus and ten to pine (Table 1). Comparisons of plantations with bordering areas indicated that almost all savanna plant species were present in forests, whereas very few plants of any age were forest species. The variance analysis highlighted significant differences between eucalyptus and pine stands, and between stands of different ages. There were also significant interactions between species numbers and plant numbers (Table 2). Twenty year-old pine stands were floristically richer than eucalyptus stands. The underbrush flora was derived from the initial savanna seedstock, or from seeds brought in from neighbouring savannas and forests. Variations in the diversity index paralleled changes in floristic composition, with effects of tree species and stand ages (Table 3). The diversity index was constant in eucalyptus stands, while decreasing regularly with age in pine stands (Figures 1 and 2). Intraspecific competition occurred within stands in the absence of thinning and pruning, in addition to interspecific competition with underbrush vegetation. This decreases stand productivity due to senescence of large trees and to hoarding of limited resources. These limitations could be overcome through careful plantation management.

Cahiers Agricultures 1997 ; 6 : 169-74.

Vernonia amygdalina, *Asclepias lineolata* et *Merremia pterygocaulos*). Les autres espèces, peu nombreuses et apparaissant surtout après quinze à vingt ans, sont des espèces de forêt [18]. Elles proviennent des galeries forestières voisines et sont introduites par les animaux et les oiseaux.

La composition floristique sous les forêts artificielles d'eucalyptus et de pins résulte soit des stocks de semences de la savane initiale, soit de semences issues de la savane voisine ou des forêts environnantes. Les espèces agricoles (cane à sucre, pois d'angol, manguier et goyavier) sont d'origine anthropique.

Évolution de l'indice de diversité au cours du temps

La diversité rend compte du degré d'hétérogénéité atteint par la végétation ; elle allie la richesse floristique à l'abondance et à la densité des individus. L'évolution de l'indice de diversité (H') dans le temps montre des différences selon la nature et l'âge des peuplements. Dans les eucalyptus on observe une diminution de la diversité en passant de cinq ans à quinze ans, tandis que de quinze à vingt ans, H' augmente modérément (figure 1). La baisse de diversité

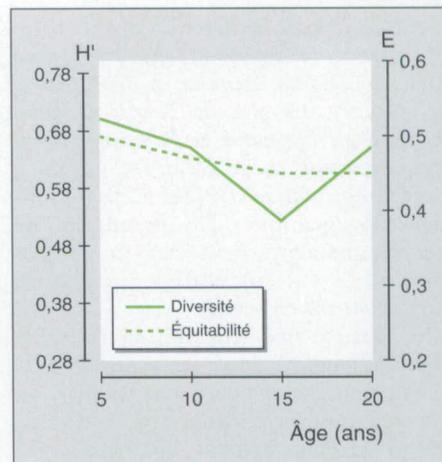


Figure 1. Évolution de l'indice de diversité (H') et de l'équitabilité (E) de la flore sous les eucalyptus.

Figure 1. Variations in the diversity (H') and equitability (E) of underbrush flora in eucalyptus stands.

observée à dix et quinze ans résulte du développement de *Imperata cylindrica* (qui représente plus de la moitié des individus) et de *Hypparrhenia diplandra* ; ces espèces sont caractéristiques des sols de la région [17]. La courbe d'équitabilité E suit la même tendance que celle de l'indice de diversité H' .

Dans les peuplements de pins, on observe une diminution régulière de l'indice de diversité corrélativement à une diminution de l'équitabilité, alors que la richesse floristique augmente dans la parcelle la plus âgée (figure 2). Cela

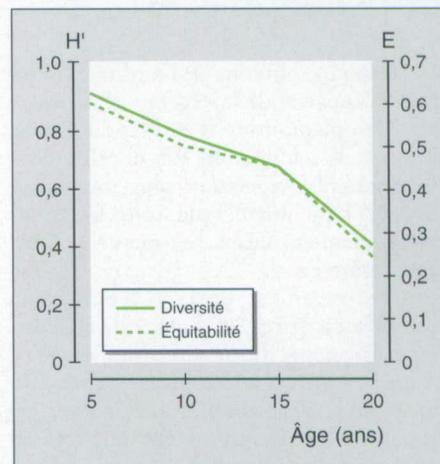


Figure 2. Évolution de l'indice de diversité (H') et de l'équitabilité (E) de la flore sous les pins.

Figure 2. Variations in the diversity (H') and equitability (E) of underbrush flora in pine stands.

s'explique par l'existence d'une forte abondance de *Digitaria polybotrya* à cinq ans, de *Diodia latifolia* et *Oplismenus burmanii* à dix ans, de *Diodia latifolia*, *Oplismenus burmanii* et *Panicum fulgens* à quinze ans et de *Panicum fulgens* à vingt ans (tableau 3) [21, 22]. L'abondance des graminées dans le sous-bois de ces peuplements peut être un facteur favorable aux incendies provoqués annuellement en savane.

On constate une tendance au maintien de la diversité dans les peuplements d'eucalyptus tandis que, sous les pins, on observe une baisse régulière de la diversité qui crée un système homogène plus fragile dans ses rapports écologiques.

Sous les eucalyptus, l'évolution de la diversité se fait davantage par disparition ou maintien d'espèces anciennes que par implantation d'espèces nouvelles, ce qui pourrait aboutir à une forêt mélangée claire à *Eucalyptus tereticornis*.

Dans les peuplements de pins de vingt ans, la végétation du sous-bois est encore en pleine évolution alors que celle de la forêt d'eucalyptus de vingt ans est en voie de stabilisation. L'évolution de la diversité se fait davantage par implantation d'espèces nouvelles d'ombre que par le maintien d'espèces anciennes de lumière, pour aboutir à une formation forestière homogène de pins. Les espèces abondantes sont héliophiles dans les peuplements d'eucalyptus et sciaphiles dans les peuplements de pins [23].

Conclusion

Les résultats obtenus à Loudima montrent la capacité de la végétation de sous-bois des plantations d'eucalyptus et de pins à se développer en l'absence de perturbations. La végétation sous eucalyptus se développe mieux que sous les pins, floristiquement plus riches mais à la flore assez instable.

Le développement de la végétation du sous-bois constitue un facteur de concurrence interspécifique pour les espèces plantées, outre la concurrence intraspécifique subie en l'absence d'éclaircie, ce qui, à terme, diminue la productivité à cause de la sénescence des grands arbres et du prélèvement de ressources limitées [24, 25]. De telles plantations forestières sont aussi exposées aux incendies, les savanes voisines étant brûlées annuellement ; leur aménagement devrait être envisagé ■

Résumé

Une étude sur la dynamique de la végétation de sous-bois des monocultures d'eucalyptus et de pins a été réalisée au Congo, sous climat équatorial de transition. Des relevés floristiques ont été effectués dans les parcelles d'eucalyptus et de pins âgées de 5, 10, 15 et 20 ans, ainsi que dans la savane voisine. Les résultats portent sur la colonisation, la richesse et la diversité floristiques. Sous le couvert des forêts artificielles s'installent des espèces héliophiles et sciaphiles liées à la nature et à l'âge des peuplements ; elles proviennent des semences de la savane initiale et des apports des forêts environnantes. Les peuplements de pins se caractérisent par une grande richesse floristique et une diminution de l'indice de diversité floristique. Sous les eucalyptus, en revanche, on observe une pauvreté floristique avec, cependant, une diversité floristique plus stable. En l'absence de perturbations (chablis, éclaircies, dégagements), les arbres plantés se concurrencent entre eux et sont aussi concurrencés par les espèces spontanées, ce qui diminue leur productivité. Un aménagement forestier s'avère nécessaire à cet égard.

Références

- Martin B. *Travaux d'amélioration génétique des arbres forestiers en République populaire du Congo*. Rapport. Nogent-sur-Marne : GERDAT-CTFT, 1970 ; 94 p.
- Grisson F. *Essais d'introduction de pins tropicaux dans les savanes côtières du Congo*. Rapport. Nogent-sur-Marne : GERDAT-CTFT, 1972 ; 30 p.
- Delwaulle JC, Laplace Y. La culture industrielle de l'eucalyptus en République populaire du Congo. *Bois For Trop* 1988 ; 216 : 35-42.
- Moutanda A. *Plantations industrielles de pins au Congo - Possibilités actuelles et perspectives de sylviculture intensive*. Nogent-sur-Marne : CIRAD-CTFT, 1990 ; 13 p.
- Shiva V, Bandyopadhyay J. Eucalyptus - a disastrous tree for India. *The Ecologist* 1983 ; 13 : 184-7.
- Florence RG. Cultural problems of eucalyptus as exotics. *Commonw For Rev* 1986 ; 65 : 141-63.
- Poore D, Fries MC. Les eucalyptus sont-ils écologiquement nocifs ? Rome : FAO. *Unasylva* 1986 ; 152 : 19-22.
- Bernhard-Reverseat F. Quelques observations sur l'effet allélopathique des eucalyptus plantés au Congo. *Plantes aro. Huiles essentielles Afrique noire* (sous presse).

- Mathur HN, Soni P. Comparative accounts of undergrowth under eucalyptus and sal in three different localities of Doon Valley. *Ind For* 1983 ; 109 : 882-90.
- Bhaskar V, Dasappa I. Ground flora in eucalyptus plantations of different ages. *Eucalyptus in India : past, present and future*. Kerala : Kerala Forest Research Institute, 1986 : 213-24.
- Bowman DMJS, Panton WJ. Factors that control monsoon-rainforest seedling establishment and growth in north Australian eucalyptus savanna. *J Ecology* 1993 ; 81 : 297-304.
- Parrotta JA. Influence of overstory on understory colonization by native species in plantations on a degraded tropical site. *J Vegetation Sci* 1995 ; 6 : 627-36.
- Chauvière M. *Les Araucarias dans la vallée du Niari. République Populaire du Congo*. Rapport. Pointe-Noire : CTFT, 1979 ; 32 p.
- Rieffel JM, Denis B. *Carte pédologique de Madingou*. Notice explicative n° 60. Paris : ORSTOM, 1971 ; 207 p.
- Jamet R. *Les sols du périmètre de reboisement en pins et eucalyptus de Loudima*. Rapport. Brazzaville : ORSTOM, 1974 ; 44 p.
- Jamet R. Évolution des principales caractéristiques des sols de reboisement de Loudima. *Cah ORSTOM, ser pedol* 1975 ; 13 : 235-53.
- Koechlin J. *La végétation des savanes dans le Sud de la République du Congo (Brazzaville)*. Paris : ORSTOM, 1961 ; 310 p.
- Koubouana F. *Les forêts de la vallée du Niari (Congo) : études floristiques et structurales*. Thèse de l'Université Paris VI, 1993 ; 265 p.
- Escarre J. Évolution de la végétation et du sol après abandon cultural en région méditerranéenne : étude de succession dans les garrigues du Montpellierais (France). *Acta oecologica-Oecol plant* 1983 ; 4 : 221-39.
- Moutsamboté JM. *Dynamique de la reconstitution de la forêt Yombé (Dimonika, R. Congo)*. Thèse de doctorat 3^e cycle, Écologie végétale. Université de Bordeaux III, 1985 ; 301 p.
- Shafi M, Yarranton GA. Diversity, floristic richness, and species evenness during a secondary (post-fire) succession. *Ecology* 1973 ; 54 : 897-902.
- Auclair AN, Goff FG. Diversity relations of upland forests in the Western Great Lakes area. *Am Natur* 1971 ; 105 : 499-528.
- Horn HS. The ecology of secondary succession. *Ecology* 1974 ; 1 : 25-37.
- Whittaker RH. Forest dimensions and production in the Great Smoky Mountains. *Ecology* 1966 ; 47 : 103-21.
- Odum EP. *Fundamentals of Ecology*. Philadelphia : Saunders. 3rd ed, 1971 ; 574 p.
- Kahn F. *La reconstitution de la forêt tropicale humide du sud-ouest de la Côte d'Ivoire*. Paris : ORSTOM, 1982 ; 150 p.
- Richardson DM, Mac Donald IAW, Forsyth GG. Reduction in plant species richness under stands of alien trees and shrubs in the Fynbos biome. *South Afr For J* 1989 ; 149 : 1-8.
- Guelly KA, Roussel B, Guyot M. Installation d'un couvert forestier dans les jachères de savane au sud-ouest Togo. *Bois For Trop* 1990 ; 235 : 37-48.
- Furley PA, Proctor J, Ratter JA. *Nature and dynamics of forest-savanna boundaries*. London : Chapman & Hall (eds), 1992 ; 892 p.
- Loucks OL. Evolution of diversity, efficiency, and community stability. *Am Zool* 1970 ; 10 : 17-25.