

SYNTHESE ET BIBLIOGRAPHIE :

STRUCTURE ET RECONSTITUTION
DE LA FORET DENSE TROPICALE HUMIDE
EN PLAINE D'AFRIQUE.

SABINE PETIT

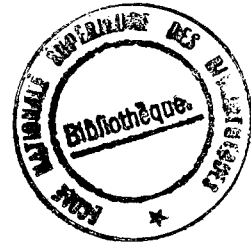
JUIN 1985

DESS EN INFORMATIQUE DOCUMENTAIRE
UNIVERSITE CLAUDE BERNARD
LYON I

Remerciements

C'est à Monsieur Cusset que vont tous mes remerciements pour m'avoir donné le sujet de ce travail, et m'avoir aidé à le réaliser.

Plan



1^{ère} partie :

Stratégie de recherche p. 4 - 13

- 1.1 nature du travail
- 1.2 compréhension du domaine et sources d'information
- 1.3 banques de données
 - 1.3.1 choix de la nature des banques de données
 - 1.3.2 choix des banques de données et du réseau
 - 1.3.3 formulation de l'équation de recherche
 - 1.3.4 résultats
- 1.4 revues analytiques
- 1.5 sommaires de documents primaires
 - 1.5.1 méthode
 - 1.5.2 résultats
- 1.6 conclusion

2^{ème} partie :

Synthèse p. 14 - 60

Introduction p. 17 - 38

Structure de la forêt dense tropicale humide

- 2.1 introduction
- 2.2 architecture
 - 2.2.1 profils
 - 2.2.2 distribution du nombre d'arbres par catégories de diamètre
 - 2.2.3 hauteurs des arbres, strates
 - 2.2.4 foyers
 - 2.2.5 systèmes racinaires
 - 2.2.6 autres caractères morphologiques
 - 2.2.7 conclusion

2.3 structure

2.3.1 structure de diamètres par espèces

2.3.2 applications

2.3.3 distribution spatiale

2.3.4 richesse et diversité floristiques

2.3.5 conclusion

2.4 conclusion

- Biologie, régénération et croissance des arbres

p.39-49

3.1 introduction

3.2 le milieu vivant

3.3 biologie et régénération des forêts

3.3.1 stade évolué

3.3.2 phase d'ouverture et de reconstitution

3.4 biologie et régénération des forêts de climat contrasté

3.4.1 introduction

3.4.2 phase adulte

3.4.3 phase d'ouverture

3.5 croissance des arbres

3.5.1 cernes de croissance

3.5.2 précision des mesures de croissance

3.5.3 taux de croissance absolus

3.5.4 effets de l'hydratation et de la déshydratation

3.5.5 fluctuations saisonnières

3.5.6 corrélations de croissance

3.6 conclusion

- Successions secondaires

p.50-59

4.1 introduction

4.2 modifications

4.2.1	agriculture itinérante	
4.2.2	bols et écobuage	
4.2.3	exploitations forestières	
4.2.4	l'érosion	
4.2.5	conclusion	
4.3	reconstitution	
4.3.1	facteurs mésoclimatiques	
4.3.2	facteurs biotiques	
4.3.3	régénération des espèces	
4.4	caractéristiques des forêts secondaires	
4.5	stades de la succession	
4.5.1	caractères généraux	
4.5.2	exemples de succession	
4.6	conclusion	
-	Conclusion	p. 60,
-	Table des illustrations	p. 60,

3^{ème} partie :

Bibliographie

-	stratégie de recherche et bibliographie	p. 61-89
-	synthèse	p. 62
	ouvrages généraux	p. 63-68
	sylviculture	p. 68-69
	classifications	p. 69-70
	architecture	p. 70-75
	structure	p. 75-78
	biologie, régénération, croissance	p. 78-84
	successions secondaires	p. 84-87
	autres références	p. 87-89

Stratégie de recherche

1.1 Nature du travail

Il est important que je précise, dès le début, la nature du travail qui m'a été demandé car la façon dont j'ai mené ma recherche bibliographique en dépend.

Il consiste en une recherche rétrospective de bibliographies, il faut donc trouver tous les documents traitant du sujet.

1.2 Compréhension du domaine et sources d'informations

M. Cusset m'a conseillé et prêté plusieurs ouvrages de référence afin que je délimite bien les contours de la question. Cette première approche m'a permis de rédiger une liste de mots-clés en rapport avec le sujet.

Ainsi munie de la connaissance du domaine et de cette liste, je suis passée à la deuxième étape du travail : la recherche bibliographique proprement dite.

J'ai eu à ma disposition quatre sources d'informations :

- les ouvrages fournis par Monsieur Cusset
- des banques de données
- des revues analytiques
- des sommaires de documents primaires

1.3 Banques de données (stages d'initiation à l'URFIST de Lyon)

La recherche s'est déroulée en trois phases :

Caractéristiques de la banque Pascal

PASCAL

ORIGINE

CNRS PASCAL
Centre de Documentation Scientifique et Technique
26, rue Boyer
75971 PARIS CEDEX 20 - FRANCE
Tél. : (1) 358 35 59

**DOMAINES
COUVERTS**

SCIENCES ET TECHNIQUES
Sciences physiques; sciences de l'ingénieur; chimie pure et appliquée; physique-chimie; cristallographie; sciences de la terre; sciences de la vie et médecine; sciences de l'information.

NATURE

Références bibliographiques.

**DONNÉES
ENREGISTRÉES**

Articles sélectionnés dans 9 000 périodiques (plus de 90% du fichier) provenant d'Europe (62%), d'Amérique du Nord (28%), d'Asie (5,3%), d'Amérique Latine, d'Afrique et d'Océanie (4,7%). Langues: anglais (63%), français (12%), russe (10%), Allemand (8%).
Thèses (6 000/an), comptes rendus de congrès (2 000/an), rapports techniques (3 500/an) ouvrages (1 000/an), brevets (10 000/an jusqu'en 1981)
Accroissement: 470 000 références /an.

**PUBLICATION
IMPRIMÉE
CORRESPONDANTE**

Bulletin signalétique. CDST/CNRS (mensuel).

**AUTRES
SERVICES**

Diffusion sélective de l'information par profils standards ou personnalisés. Le Centre de Documentation Scientifique et Technique du CNRS peut fournir le texte intégral des documents signalés (réserve faite des règles et usages courants en matière de droits d'auteurs), sous forme de photocopies, microfiches ou microfilms, peut assurer la traduction en français des documents en langue étrangère.

**AIDES À LA
RECHERCHE**

Lexiques des sciences exactes, technologies, sciences de la vie, sciences de la terre; métallurgie, etc.
Thesaurus: Sciences de l'Information, Génie Chimique, Polymères.
Catalogues des périodiques reçus à la bibliothèque.

ACCÈS

SERVEUR	NOM	Déb.	Volume	M.A.J	C.H.	C. ligne	C. diff.	C. DSI
QUESTEL QUESTEL	PASCAL 73	1973-76	1 700 000	mens.	380 F	1 F	1 F	65 F
	PASCAL	1977	2 900 000		380 F	1 F	1 F	
IRS-ESA	14	1973	4 600 000	mens.	308 F	0,58	1,16 F	71 F
BNDO	PASCAL-OCEANO	1975	125 000	mens.	350 F	1 F	1 F	

(d'après ANRT, 1984)

1.3.1 Choix de la nature des banques de données

Elles doivent être référentielles étant donné que la bibliographie tient une part importante dans le travail à effectuer.

1.3.2 Choix des banques de données et du serveur

La sélection se fait selon le domaine couvert par la banque et son recouvrement avec le thème de la question : l'écologie (ANRT, 1984):

Banques choisies:	Pascal	/	Biosis	/	SSIE
Serveur correspondant:	Questel	/	Dialog	/	SDX et Lockheed
Domaine intéressant :	sciences de la vie,		} biologie } botanique	/ sciences de la vie	

Or, il s'est trouvé plusieurs obstacles à cette étape du choix :

- pas de personne qualifiée connaissant la troisième banque et le serveur correspondant
- coût de l'interrogation
- limitation du nombre de références visualisées et imprimées en différé
- limitation du temps d'interrogation

Deux bases choisies sont demeurées possibles à interroger : Pascal et Biosis.

1.3.3 Formulation de l'équation de recherche

Pour cela, je dispose de ma liste de mots-clés et du lexique des descripteurs pour la banque Pascal, du "Biosis Search Guide" pour la banque Biosis.

Caractéristiques de la Banque Biosis

ORIGINE	Biosciences Information Service 2100 Arch Street PHILADELPHIA, PA 19103 USA Tél. : (215) 587 48 00
DOMAINES COUVERTS	BIOLOGIE Agriculture; bactériologie; botanique; biologie moléculaire; génétique; immunologie; nutrition; pharmacologie; zoologie.
NATURE	Références bibliographiques.
DONNÉES ENREGISTRÉES	Articles de 9 000 périodiques (Europe: 38%, Amérique du Nord: 25%, Asie et Océanie: 15%, Moyen Orient: 12%, Amérique du Sud et Centrale: 6%, Afrique: 6%), actes de congrès, rapports de recherches, ouvrages. Accroissement: 350 000 références / an.
PUBLICATION IMPRIMÉE	Biological Abstracts.
CORRESPONDANTE	Biological Abstracts / RRM (Reports, Reviews, Meetings).
AIDES À LA RECHERCHE	Bio Search. BIOSIS Search Guide 1983. BIOSIS Training Course. 1982 Serial Sources for the BIOSIS Database. BIOSCENE (périodique) How to search Biological Abstracts and Biological Abstracts/RRM by computer (1982). Sur DIALOG, ONTAP (On line Training and Practice), BIOSIS PRE- VIEWS (205) sous ensemble non mis à jour de 24 000 références destinées aux essais, démonstrations et formation : coût horaire : 15 \$.

ACCÈS

SERVEUR	NOM	Déb.	Volume	M.A.J	C.H.	C. ligne	C. diff.	C. DS
IRS-ESA	7	1973	2 900 000	mens.	392 F		0,64 F	
DIALOG	255	1969	2 000 000		\$ 65		\$ 0,15	
DIALOG	55	1977	1 400 000		\$ 65		\$ 0,15	
DIALOG	5	1982	600 000	bimens.	\$ 65		\$ 0,15	\$ 5,95
SDC	BIO 7479	1974	1 200 000		\$ 65		\$ 0,15	
SDC	BIOSIS	1980	1 400 000	bimens.	\$ 65		\$ 0,15	\$ 4,15
BRS	BIOB	1970	1 700 000		\$ 48		\$ 0,16	
BRS	BIOL	1978	1 600 000	mens.	\$ 48		\$ 0,16	\$ 4
DIMDI	BIOSIS PREV	1970	1 400 000		DM 39		DM 0,10	DM 3,70
DIMDI	BIOSIS PREV	1976	500 000		\$ 18			\$ 0,90
DIMDI	BIOSIS PREV	1978	1 500 000	mens.				
DATA-STAR	BIOL	1970	1 600 000		FS 66		FS 0,45	FS 8
DATA-STAR	BI 77	1977	1 800 000	mens.	\$ 25			\$ 1

(d'après ANRT, 1984)

Première page du listing d'édition en différé pour la banque Pascal

*QUESTEL*8401 (C)TELESYSTEMES-1982 27/11/84 PAGE 1 19*03*40
OFF-LINE EDITION

BASE DE DONNEES: :PASCAL

PARAMETRES DE L'EDITION

NB DOCUMENTS A EDITER : 84
NO PREMIER DOCUMENT.. : 1
NO DERNIER DOCUMENT.. : 84
PAS DE LA BOUCLE..... : 1

STRATEGIE DE RECHERCHE

ETAPE DE RECHERCHE : 1
FORET? OU FORESTIER??

ETAPE DE RECHERCHE : 2
1 ET (TRCPIC???? OU TROPIQUE?)

ETAPE DE RECHERCHE : 3
2 ET (FORMATION VEGETALE OU VEGETATION OU ECOSYSTEM??)

ETAPE DE RECHERCHE : 7
TX 3 /LA RCH FRE

ETAPE DE RECHERCHE : 8
TX 3 /LA RCH ENG

ETAPE DE RECHERCHE : 9
TX 3 /LA RCH ITA

ETAPE DE RECHERCHE : 10
7 OU 8 OU 9

RESULTATS : 84

1^{ère} équation de recherche sur: "les forêts tropicales en Afrique":

①	forêt?	ou	forestier??
②	1	et	(tropic???? ou tropique?)
③	2	et	(afica + ou afrique)

? : remplace 0 ou 1 caractère (masque) → permet d'obtenir les termes de même racine
 + : remplace 0 ou plusieurs caractères (troncature illimitée) → permet d'obtenir les mots-composés

ou : opérateur booléen, correspond à la réunion de deux ensembles

et : opérateur booléen, correspond à l'intersection de deux ensembles.

Comme le champ de la recherche n'est pas précisé, elle se fait dans le basis Index qui comprend les unités et les descripteurs.

Résultat de l'interrogation: 44 références (pour Pascal)

Ce nombre a semblé insuffisant à la personne responsable du stage d'initiation, la commande 3 a donc été supprimée. J'ai précisé la question avec:

③ 2 et (formation végétale ou végétation ou écosystème??).

Résultat final: 84 références (dont 1 doublet) (pour Pascal)

Ne comprenant que le français, l'anglais et l'italien, j'ai sélectionné les références rédigées dans ces trois langues, ce qui revient à effectuer la recherche (RCH) dans le texte (TX), parmi les références déjà triées, celles rédigées dans ces trois langues (LA).

1.3.4 résultats

Pour la banque de données Pascal (1977-1984), sur 83 références, 15 seulement sont pertinentes, ce qui fait une proportion de 18%.

les références éliminées traitent principalement de régions tropicales autres que l'Afrique. J'aurais donc dû maintenir le terme "afrique" et la

BASE DE DONNEES: :PASC73

PARAMETRES DE L'EDITION

NB DOCUMENTS A EDITER : 32
NO PREMIER DOCUMENT.. : 1
NO DERNIER DOCUMENT.. : 32
PAS DE LA BOUCLE..... : 1

STRATEGIE DE RECHERCHE

ETAPE DE RECHERCHE : 1
FORET? OU FORESTIER??

ETAPE DE RECHERCHE : 2
1 ET (TROPIC???? OU TROPIQUE?)

ETAPE DE RECHERCHE : 3
2 ET (FORMATION VEGETALE OU VEGETATION OU ECOSYSTEM??)

ETAPE DE RECHERCHE : 4
2 ET PEUPLEMENT? ET VEGETA??

ETAPE DE RECHERCHE : 5
3 OU 4

RESULTATS : 32

Première page du listing d'édition en différé par la banque Pax 73

pertinence aurait alors été de 15 sur 44 (34%). Dans les références hors sujet, ^{à ce niveau} il est question de macroclimat ou de zoologie.

Pour Pass 73 (1973 à 1977), le rapport est de 7 sur 31 (23%) et pour Brests, de 1 sur les 14 premières références seules visualisées (7%) (Il y en a 36 sélectionnées).

Ces taux de pertinence assez faibles s'expliquent par le fait que les domaines couverts par ces banques de données recouvrent assez peu celui de mon étude.

1.4 Revue analytiques

À la bibliothèque interuniversitaire de Lyon, j'ai eu à ma disposition le Bulletin signalétique du CNRS et le Biological abstract. Comme j'ai interrogé les deux banques de données correspondantes, cette recherche a été menée rapidement. Son intérêt est de comparer le résultat de la recherche manuelle à celui de la recherche automatisée.

J'ai consulté les sections 370 et 381 du bulletin du CNRS, qui ont pour titre respectif: biologie végétale et physiologie végétale, et forêt, pour les années 1969 à 1983.

Résultat: 37 références

références communes avec les banques: 20%, avec les sommaires: 29%
références supplémentaires: 51%

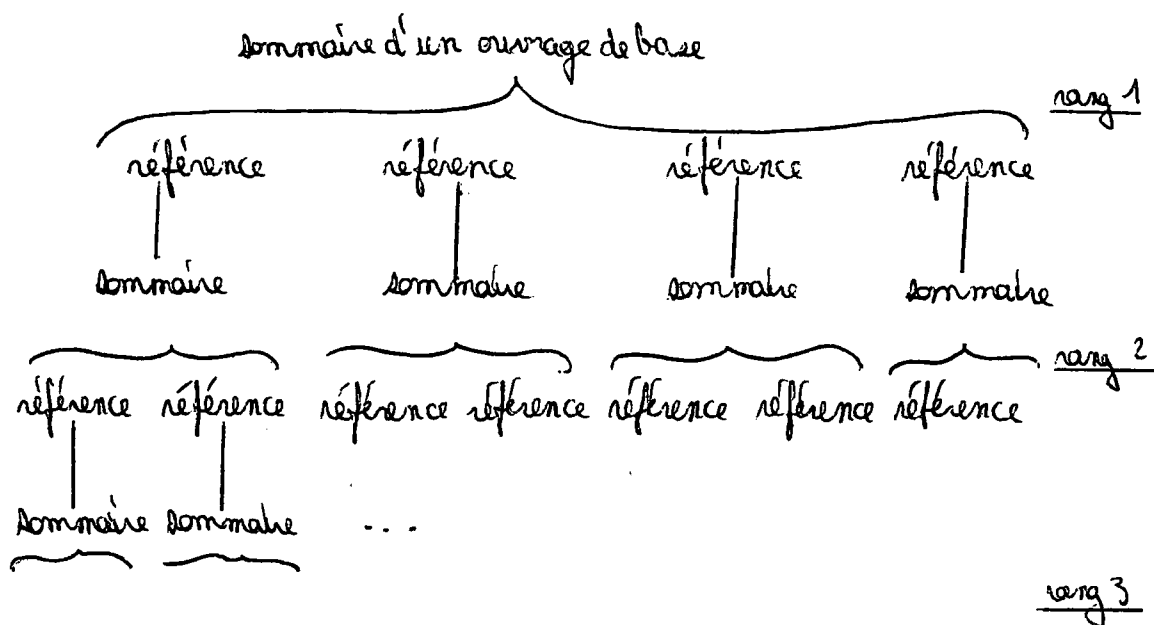
Comme pour les références obtenues après interrogation des banques de données, il y a le plus souvent un résumé qui permet une sélection assez rapide, ce qui est intéressant car cela limite le nombre de documents primaires

à lire.

1.5 sommaires de documents primaires

1.5.1 méthode

Le support de la recherche est une arborescence: à partir des sommaires des ouvrages de base, je suis allé étudier les sommaires des ouvrages qui y sont référencés, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de références nouvelles.



1.5.2 résultats

Cette source d'informations est la plus riche pour le type de travail accompli: la recherche rétrospective. De plus, un texte est associé au sommaire (monographie, ouvrage collectif ou article de périodique) dont la lecture permet une sélection définitive des références par les renvois qui y sont faits; or ce n'est pas le cas pour les deux autres types de recherche où un doute peut subsister après la seule lecture du titre et parfois d'un résumé.

1.6 Conclusion

La recherche a été menée de trois façons différentes, mais complémentaires entre elles.

L'interrogation des banques de données et la compulsions des bulletins signalétiques ont l'avantage de fournir des références récentes. La première possède un autre atout: la rapidité, alors que la deuxième est plus fastidieuse: il faut feuilleter tous les bulletins et lire toutes les références du secteur choisi.

La consultation des sommaires est la méthode la plus fertile en résultats et la plus sûre pour obtenir une recherche rétrospective où seuls peuvent manquer les références d'il y a deux ou trois ans.

Quant à la réalisation de la synthèse elle-même, il apparaît que la lecture des ouvrages de synthèse les plus récents suffit pour réaliser.

SYNTHESE

Introduction

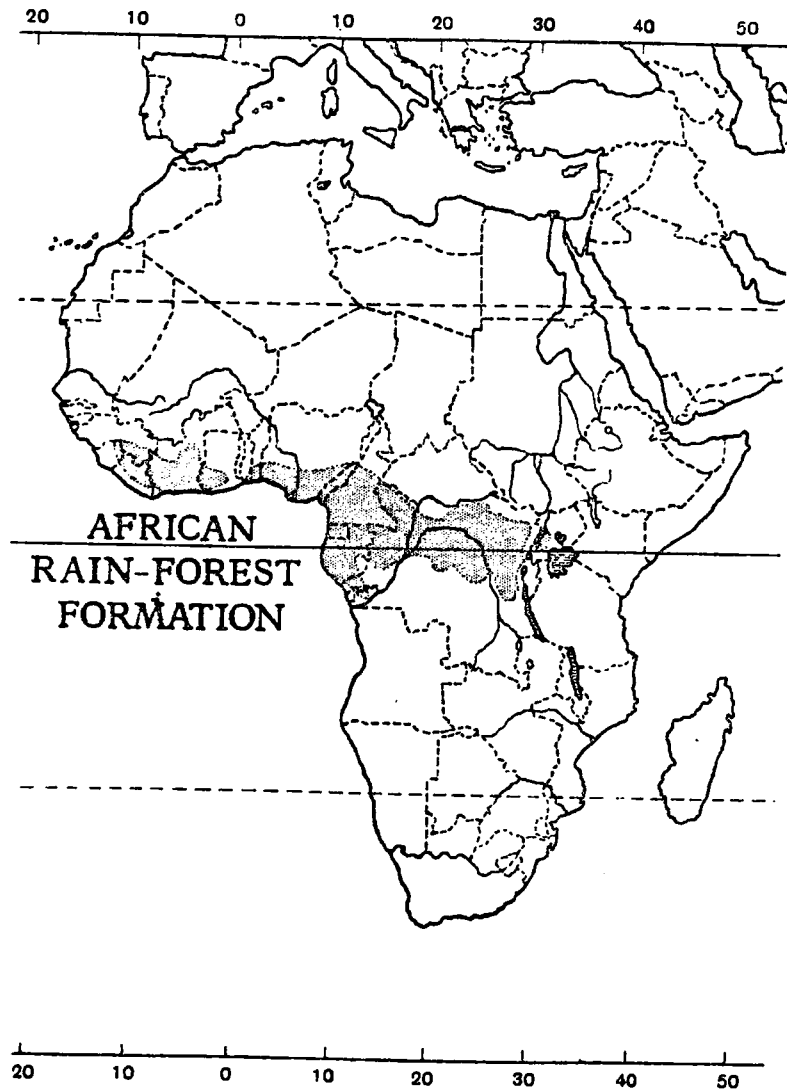
La forêt dense tropicale humide correspond à la formation végétale climacique existant sous les Tropiques. Selon les auteurs, elle peut encore être appelée : forêt ombrophile, hygrophile, pluriophile, ou pluri-sylve et en anglais : tropical rain forest, rain forest, moist tropical forest, closed forest, tropical lowland forest.

Elle se décompose en :

- . forêt dense humide sempervirente, également nommée : forêt ombrophile sempervirente, forêt ombrophile équatoriale, forêt ombrophylite, ou evergreen rain forest, tropical wet evergreen forest, tropical lowland evergreen rain forest high forest,

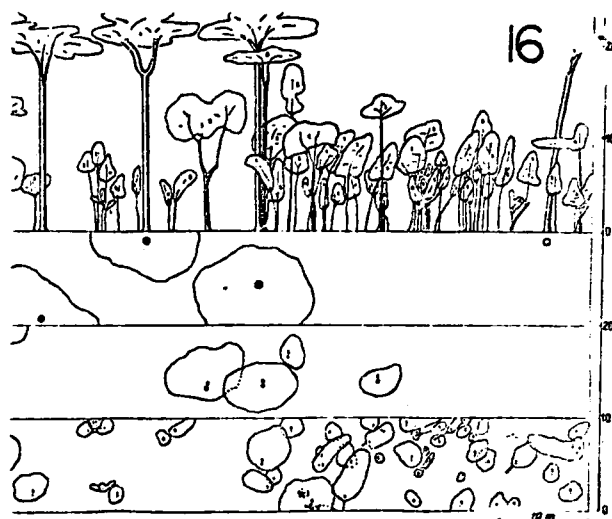
- . forêt dense humide décidue, désignée aussi sous les noms de : forêt mésophile semi-caducifoliée, forêt dense équatoriale tropophylite, forêt tropophylite, forêt dense hémio-ombrophile et mixed deciduous forest (quand les saisons sèches sont bien marquées) (Ecosyst. fr. trop. d'Af., 1983).

Elle possède des fonctions de protection, de régulation et de production par rapport à l'écosystème primaire, qui peuvent être utiles à la civilisation humaine. Cependant, une utilisation rationnelle des ressources qu'elle procure sous-entend une bonne connaissance du fonctionnement de l'écosystème : d'une part son organisation, et d'autre part son évolution.



Répartition des forêts denses tropicales en Afrique

(d'après Richards, 1952)



Profil (d'après Rollet, 1974, fig 3. 16 p. 9)

Congo (Kinshasa) Mayombe. Profil 10 x 100 m.

1^{er} plan : bande de 10 m de large.

tiges \geq 4 m de hauteur.

Forêt semi-décidue à Gossweilendendron belemiferum

(d'après Doris (C.), 1948.)

Structure de la forêt dense tropicale humide

2.1 Introduction

L'étude de la structure de la forêt comprend d'une part, celle de la géométrie du peuplement végétal, de son architecture, et d'autre part, celle des lois qui gouvernent l'arrangement des arbres et des espèces.

Étudier l'architecture de la forêt revient à examiner la morphologie des différents types biologiques pris séparément. On peut en déduire des modèles architecturaux (Hallé et Oldeman, 1970).

La structure proprement dite correspond à des dispositions des arbres ou des espèces qui peuvent être décrites par des modèles mathématiques : par exemple la distribution des diamètres des fûts mesurés à 1,30 m. du sol, appelée structure de diamètres.

2.2 Architecture

2.2.1 Profils

Pour visualiser l'architecture de la forêt, on fait des profils. (Rollet, 1968, 1974). Or, les critères utilisés pour les kesés varient d'un auteur à l'autre ce qui donne des représentations très différentes (Gazel, Hallé et al., 1967; Aubréville, 1947, 1949).

Oldeman (1974) lit sur les profils la dynamique du développement forestier, en distinguant : les arbres du présent qui ont un maximum d'expansion

Key to symbols: Ab, *Pausinystalia* or *Corynanthe* sp.; Ak, Ako ombe (unidentified); Eb, *Casearia bridelioides*; Ek, *Lophira procera*; Ep, *Rinorea* sp. (cf. *dentata*); Er, *Picalima umbellata*; Es, *Diospyros 'confertiflora'*; Ip, *Strombosia* sp.; It, *Strombosia pustulata*; Od, *Scottellia kamerunensis*; Om, *Rinorea* sp. (cf. *oblongifolia*); Op, *Xylopia quintasii*; Os, *Diospyros insculpta*; Te, *Casearia* sp.; Y, *Farinari* sp. (cf. *excelsa*).

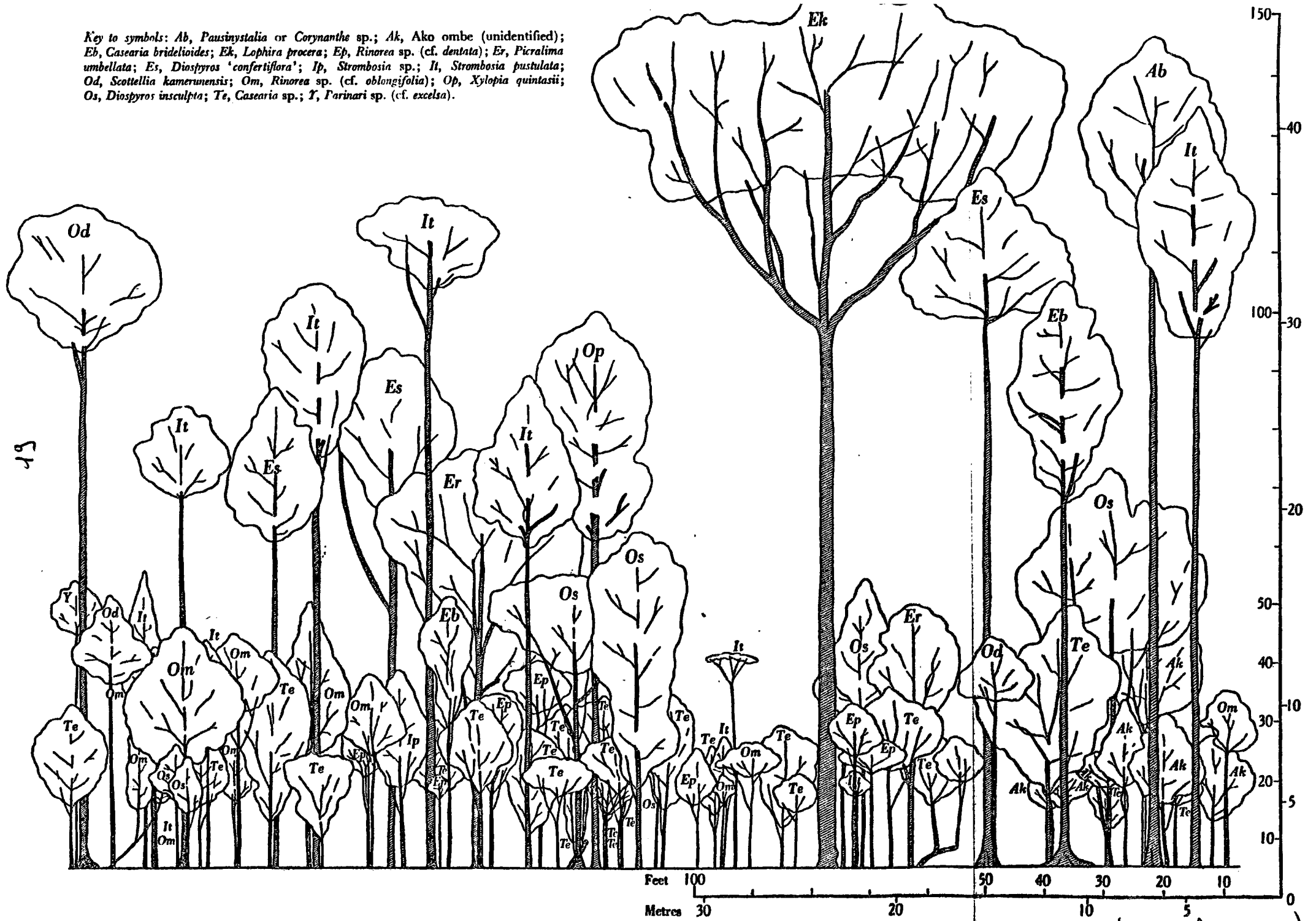


Fig. 6. Profile diagram of primary Mixed forest, Shasha Forest Reserve, Nigeria. From Richards (1920, fig. A). The diagram represents a strip

• les arbres d'avenir possédant encore un potentiel d'expansion

• les arbres du passé en voie de disparition.

Cela lui permet de distinguer graphiquement des surfaces de forêt de trois types :

- forêt en croissance (sans arbres du présent)
- forêt mûre (les arbres du présent dominent)
- forêt en déclin (sans arbre d'avenir).

D'autres auteurs ont suivi des règles recommandées (Burt Davy, 1938; Richards et al, 1940): largeur du profil 25', longueur 200', hauteur minimale des tiges représentées 15'.

Le profil semble donner une idée suffisante de la géométrie du peuplement, du remplissage du sous-bois et de la morphologie de la forêt. Il donne également des renseignements sur le développement et le fonctionnement de la forêt, à condition que la position topographique soit bien choisie, car la méthode des profils n'est pas statistique.

Dans certains traités généraux de phytogéographie (Aubréville, 1965), on trouve des profils simplifiés traduisant l'architecture et les rythmes de défoliation.

Dans les ouvrages des auteurs suivants, figurent de nombreux profils: Richards (1952), Aubréville (1947), Ervand et Germain (1956), Voorhoeve (1964), Gatz, Hallé et al. (1967), Huttel (1967), Rollet (1974).

Lorsque les profils représentent des surfaces plus grandes, ils donnent une idée de la stratification générale du type de forêt (F. Hallé et al, 1978).

2.2.2 Distribution du nombre d'arbres par catégories de diamètre

Une mesure au moins est commune à tous les inventaires de forêts : celle du diamètre à 1,30 m du sol ; de plus il y a souvent un classement des arbres par catégories de diamètre.

Des essais de représentations mathématiques de la distribution des diamètres ont été effectués par plusieurs auteurs (Huffel, 1919-1926; Meyer, 1952; Le Cacheux, 1955; Dawkins, 1958; Pierlot, 1966; Cousin et Rollet, 1969).

Rollet (1974) tente d'interpréter la distribution des diamètres par classe. Le Cacheux (1955) a été le premier à démontrer son choix par un modèle exponentiel. On observe qu'il y a une grande variabilité du nombre de tiges à l'intérieur d'une classe de diamètre : le nombre de tiges ayant 10 à 19 cm de diamètre a une distribution en cloche étalée ; lorsque le diamètre augmente, l'étalement de la courbe se réduit, puis celle-ci devient en "L".

Pour traduire l'influence de la formation forestière, et de type de forêt, on peut utiliser un graphique en coordonnées semi-logarithmiques (Rollet, 1974). On observe des structures différentes par certains types de forêt à l'intérieur de chaque formation. Par exemple, au Zaïre, les forêts à Brachystegia lauranti sont plus riches en tiges dont le diamètre est supérieur à 60 cm, que les autres types de forêts. (Emond et Germain, 1956; Pierlot, 1966). Cela est lié à la nature de certaines essences, à leur tempérament, et peut-être à l'histoire du peuplement.

Une synthèse des inventaires a été commencée par Rollet (1974)

Nombre de
parcelles de 1 Ha.

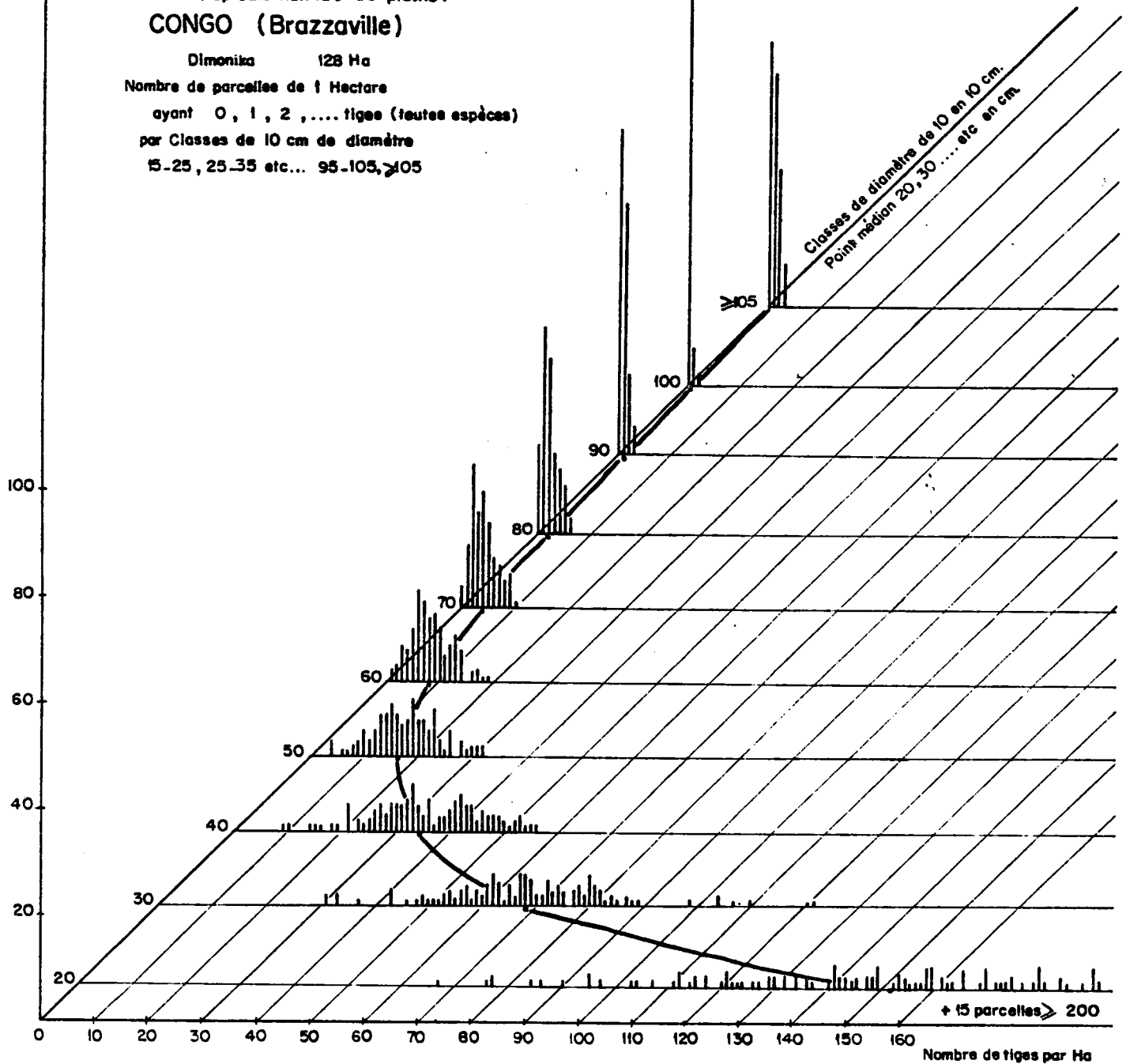
STRUCTURE TOTALE

Forêt tropicale humide de plaine.

CONGO (Brazzaville)

Dimonika 128 Ha

Nombre de parcelles de 1 Hectare
ayant 0, 1, 2, tiges (toutes espèces)
par Classes de 10 cm de diamètre
15-25, 25-35 etc... 95-105, >105



(d'après Rollet, 1974, fig. 23. p. 100)

par les tiges de diamètre supérieur à 10 ou 20 cm.

2.2.3 Hauteurs des arbres strates

On trouve de telles mesures chez Richards (1939), Rollet (1974). Elles permettent de voir la répartition des masses foliaires sur les levés. Le plus souvent, on mesure : la hauteur totale, la hauteur sous couronne, la hauteur des houppiers.

Certains auteurs considèrent que les masses foliaires sont dispersées en strates : forêt à Gilbertiodendron du Zaïre : 5 strates (Gérard, 1960)
forêts denses du Ghana : 4 strates (Taylor, 1960).

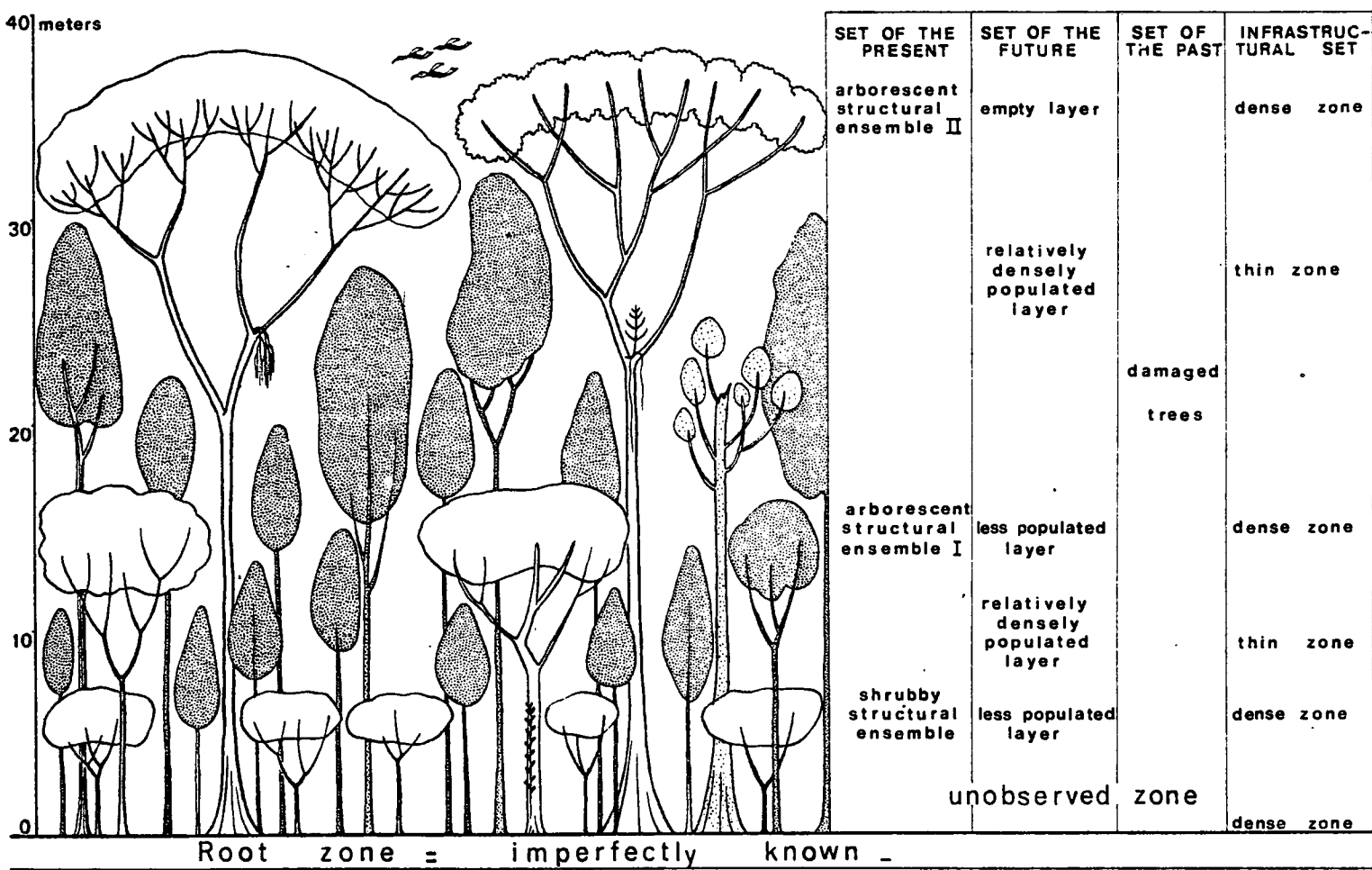
Oldeman (1974) a une interprétation différente : des ensembles structuraux existent à divers niveaux, caractérisés par des houppiers du présent. Mais, cela n'est vrai que pour les stades de maturité des unités de régénération (d'après les données de F. Hallé et al., 1978; Kahn, 1980; Florene, 1981). La stratification est présente à l'échelle de l'unité de régénération, seulement.

Pour Aubréville (1932), elle est vraie à l'échelle de la forêt entière.

Voici les résultats obtenus par Rollet (1974) sur des stations de 0,25 ha pour des arbres supérieurs à 4 m.

- la distribution des hauteurs totales est en forme de L très redressé et n'a qu'un mode
- celle des hauteurs sous couronne est régulièrement décroissante. les houppiers n'occupent pas des niveaux précis, donc.
- les houppiers ont une répartition qui se densifie quand ils se rapprochent du sol.

Houppiers du présent, du futur et du passé



(d'après F. Hallé et al., 1978)

Fig. 94. Diagrammatic representation of the profile of a perfect homeostatic plot in the tropical forest, such as very seldom exists, in terms of its structural components as groups of trees representing sets of the present, future and past. Further explanation in the text, also compare Fig. 110

Modèle architectural de houppier

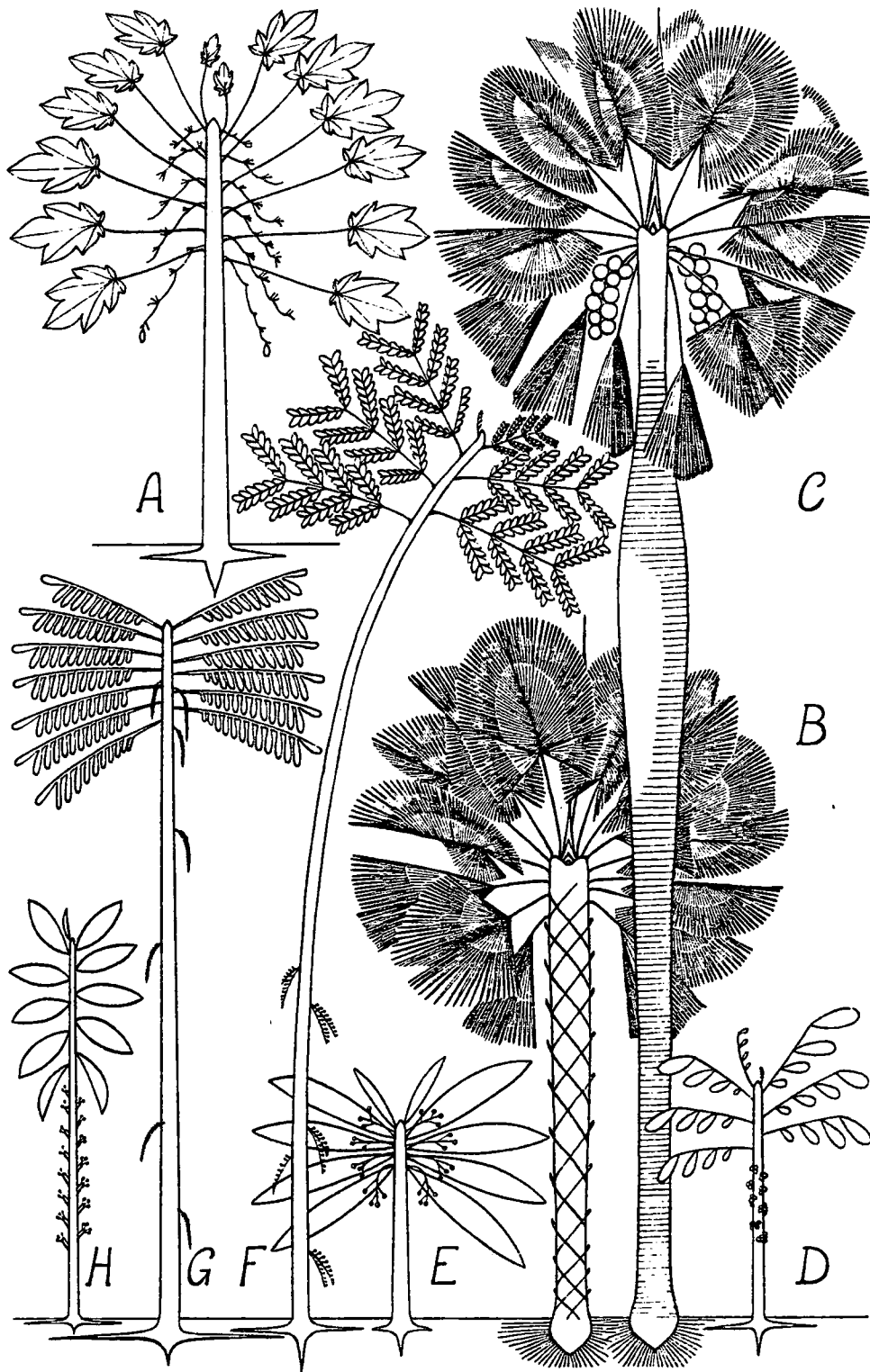


Fig. 16 A-H. Corner's model.

- A *Carica papaya* L. (Caricaceae, central America; the paw-paw tree, commonly cultivated); a male tree.
- B and C *Borassus aethiopum* (Mart.) Beccari (Palmae - Borassoideae, the Palmyra palm of west Africa - other *Borassus* species are identical). B The juvenile vegetative palm, still retaining its leaf bases; C the adult reproductive female with fruits, showing the typical inflated, bare trunk.
- D *Guarea richardiana*. A. Juss. (Meliaceae, Approuague, French Guiana, R.A.A. Oldeman 2393). A monoaxial and cauliflorous treelet of the forest undergrowth, less than 2 m high.
- E *Tapinosperma pachycaulum* Stone and Whitmore (Myrsinaceae, Solomon Islands), from documentation provided by STONE and WHITMORE (1970).

(d'après F. Hallé et al., 1971)

- F *Pithecellobium hansemanii* (F. Muell.) Mohl. (Leguminosae - Mimosoideae, New Guinea). A small monoaxial and cauliflorous tree of the rain-forest, 7-9 m high (F. HALLÉ, 1974).
- G *Hicksbeachia pinnatifolia* F. Muell. (Proteaceae, Queensland and New South Wales, Australia: from a specimen cultivated in the Sydney Botanic Garden). A small tree, 7 m high.
- H *Goethea strictiflora* Hook. (Malvaceae, Brazil; from a specimen cultivated in the Jean-Noël Maclet garden in Tahiti, French Polynesia). A cauliflorous treelet, less than 3 m high.

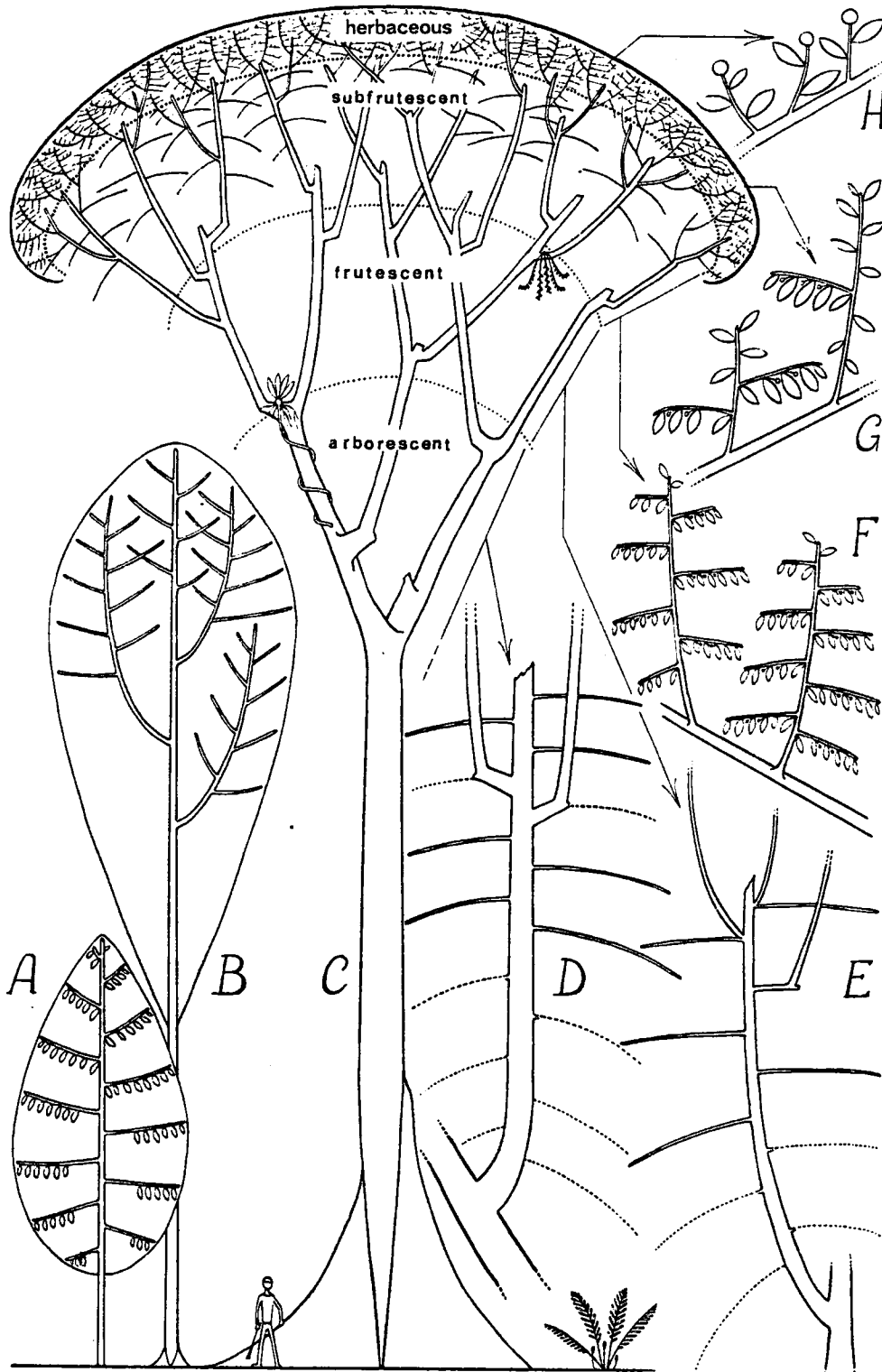
• la distribution de la densité foliaire est en forme de cloche avec un maximum près une hauteur de 15-20 m.

Finalement, on peut dire qu'il n'y a pas d'architecture en strates, mais une baisse progressive du nombre de tiges quand la hauteur totale augmente, et une densification maximale de la masse foliaire à un niveau du sol correspondant à la moitié des plus grandes hauteurs. Le concept d'architecture stratifiée est vrai si on précise l'échelle de travail : unité de régénération, mosaïques de phases de développement (Florence, 1981; Kahn, 1980; Rollet, 1963; F. Hallé et al., 1978).

2.2.4 Houppiers

Ils ont été décrits par de nombreux auteurs (Rollet, 1963; Letouzey, 1969). D'autres y introduisent des critères morphogénétiques: la différenciation des axes (Hallé et Oldeman, 1970; F. Hallé et al., 1978), ce qui donne une image de l'architecture liée à la dynamique de croissance des houppiers. Ces modèles ont été mathématisés (De Reffye, 1979). L'arbre jeune continue à suivre le modèle architectural initial, puis lorsque la cime s'élargit, de nouvelles structures s'élaborent en restant conformes au modèle: c'est la réitération du modèle (Oldeman, 1974a, 1978).

La distribution des diamètres des houppiers est exponentielle comme celle des diamètres des tiges à 1,30 m du sol, et celle des hauteurs totales. Les mesures sont plus faciles à effectuer sur le terrain plutôt que d'après des photographies aériennes. C'est une mesure importante car elle est liée à la quantité et à la qualité de lumière arrivant aux différents niveaux de la végétation. La mesure du recouvrement est également



(d'après F. Hallé et al., 1978)

Fig. 74.A-H. Reiteration in a forest tree. ▶
A Initial model (e.g. Roux's model).
B First spontaneous reiteration.
C Fully mature tree showing the traces of successive waves of reiteration.
D-H Details to show successive morphological features of each phase, with progressively diminished capability. **D** Arborescent reiteration, resulting in a "tree"; **E** frutescent reiteration, resulting in a "shrub"; **F** subfrutescent reiteration, resulting in an "undershrub"; **G** and **H** herbaceous reiteration, resulting in "herbs", the ultimate reduction **H** involving precocious flowering by neoteny. Further explanation in the text

réalisée par des techniques de photographie hémisphérique (Johnson et Vogel, 1967; ^{Becher...} Chartier et al., 1973); ou bien en considérant la partie du ciel occupée par les houppiers sans tenir compte des recouvrements (Emblen, 1967).

La concurrence entre les arbres est difficilement quantifiable, mais elle peut être évaluée qualitativement en étudiant la proximité des fûts des houppiers, leur forme. Oldeman (1974) et F. Hallé et al. (1978) utilisent les mêmes critères de vigueur des arbres.

L'examen de la structure du couvert forestier sur photo aérienne permet d'aider à l'interprétation des photographies pour les formations forestières et les types de forêts.

En résumé, l'étude des houppiers s'est développée à partir de méthodes numériques, géométriques et morphologiques (Hallé et Oldeman, 1970; Oldeman, 1974; Hallé et al., 1978). La forêt tropicale possède une caractéristique notable : l'unité de régénération est formée d'arbres sénescents détectables en fausse couleur

- d'arbres jeunes en croissance
- des houppiers en pleine expansion

2.2.5 Systèmes radicaux

Leur biomasse pour la forêt dense du Ghana est de 200 t/ha (Jenib, 1971).

Ils ont été étudiés pour certains arbres.

(Louis, 1947; Kerfoot, 1963; Hutton, 1967, 1969; Jenib et Hensah, 1967, 1968; Jenib, 1971; Kwa et Opana, 1971; Leroy-

Deval, 1973, 1974).

Jenik (1971) signale que les types de sols ont une influence sur la répartition des racines en fonction de la profondeur. Ainsi, Gilbertiodendron dewevrei possède un pivot central et de nombreux pivots secondaires sur sol profond; sur sol graveleux superficiel, des racines traçantes (Gérard, 1960)

2.2.6 Autres caractères morphologiques

- Contreforts et racines aériennes

On dispose d'une introduction à l'étude des contreforts (Richards 1952)
 • d'études morphologiques et anatomiques (Akpalu et Chalk, 1963; Guéneau, 1973); relation entre hauteur et diamètre au dessus du contrefort.

• d'une bibliographie relevée par Rollet (1969) (Chipp, 1922; Taylor, 1960; Letouzey 1969)

• d'une étude quantitative (Lebrun, 1936).

Les racines aériennes sont moins fréquentes que les contreforts en terre ferme; elles sont présentes surtout chez les épiphytes.

- Types biologiques

Sont surtout nombreux les Phanérophytes, puis les lianes et les palmiers; les épiphytes sont abondants également.

La classification de Raunkiaer a été adaptée pour les régions tropicales (Richards et al, 1940; Lebrun, 1964; Aubréville, 1963; Mangenot, 1969). En se basant sur les types biologiques, on peut élaborer une classification des forêts (Enard et Germain, 1956; Gérard, 1960; Enard, 1968; Mangenot, 1955; Guillaumat, 1967).

Racines-échasses et Contreforts

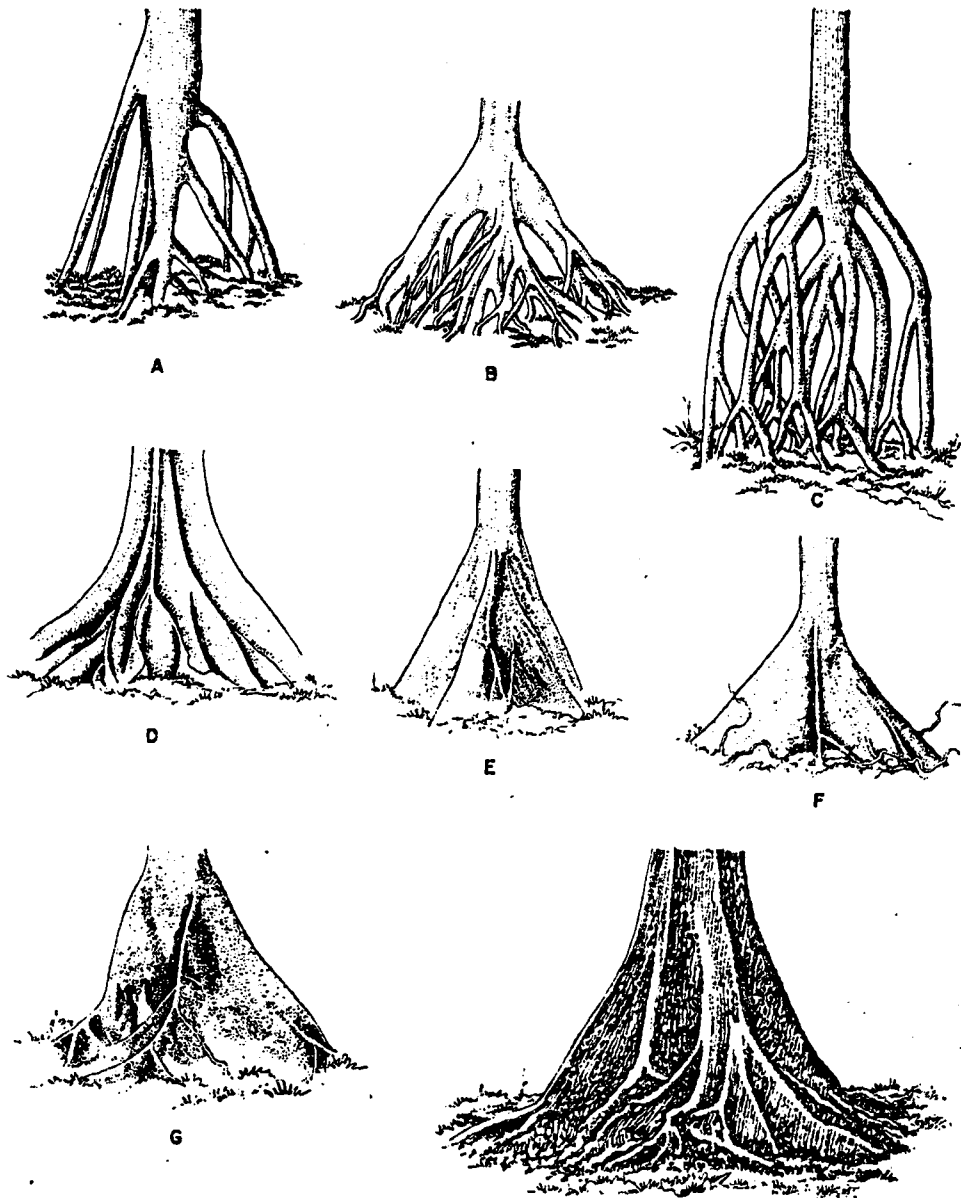


Fig. 49. — Bases de troncs d'arbres forestiers

A : Racines-échasses simples et droites : *Musanga cecropioides*

B : Racines-échasses ramifiées et droites : *Cecropia sciadophylla*

C : Racines-échasses ramifiées et arquées : *Uapaca guineensis*

D : Contreforts plus larges que hauts, faisant un angle aigu avec le sol : *Sloanea guianensis*

E : Contreforts plus hauts que larges, faisant un angle obtus avec le sol : *Protium decandrum*

F : Contreforts aussi hauts que larges, faisant un angle de 45° avec le sol : *Eriotheca* sp. (*Cedro dulce*)

G : Contreforts à arête convexe : *Parkia ulei*

H : Contreforts à arête sinuose et concave : *Piptadeniastrum africanum*

(d'après Rollet, 1969 pour B, D et E)

(d'après Letouzey, Bot. trop., pour A, G et H)

(d'après Schnell, 1950 pour C et F).

(d'après Trechaim, 1980)

- Lianes

C'est le deuxième type biologique important. Quand on examine la distribution des diamètres par espèces de lianes, on voit qu'elles ont le même comportement que les arbres en ce qui concerne leur régénération et leur tempérament: leur nombre diminue rapidement quand le diamètre augmente.

Calbelle (1980) a étudié leur stratégie biologique, et Cremers (1973, 1974) l'architecture végétative.

En terre ferme, la répartition spatiale suit une loi de Poisson pour les petites parcelles. Les lianes à l'état jeune ont une distribution des hauteurs exponentielle.

Kira et Ogawa (1971) se sont occupés de la concurrence des lianes à l'intérieur du houppier.

- Feuilles

Elles jouent un rôle au niveau de l'évapotranspiration en tant qu'écran face au vent, aux précipitations, aux condensations nocturnes, ainsi on mesure l'indice de surface foliaire (surface développée rapportée à l'ectare).

Pour décrire les feuilles, Raunkjær (in Engström ¹⁹³³ ^{fig. d'Aff.}) construit une échelle de taille: de leptomanes à méga-phylles. Cependant, d'après Rollet (1969) la subdivision en classes est assez arbitraire.

Durigneaud et al. (1951) et Richards (1952) ont étudié la taille des feuilles.

2.2.7 Conclusion

L'approche par des moyens statistiques reste globale, descriptive,

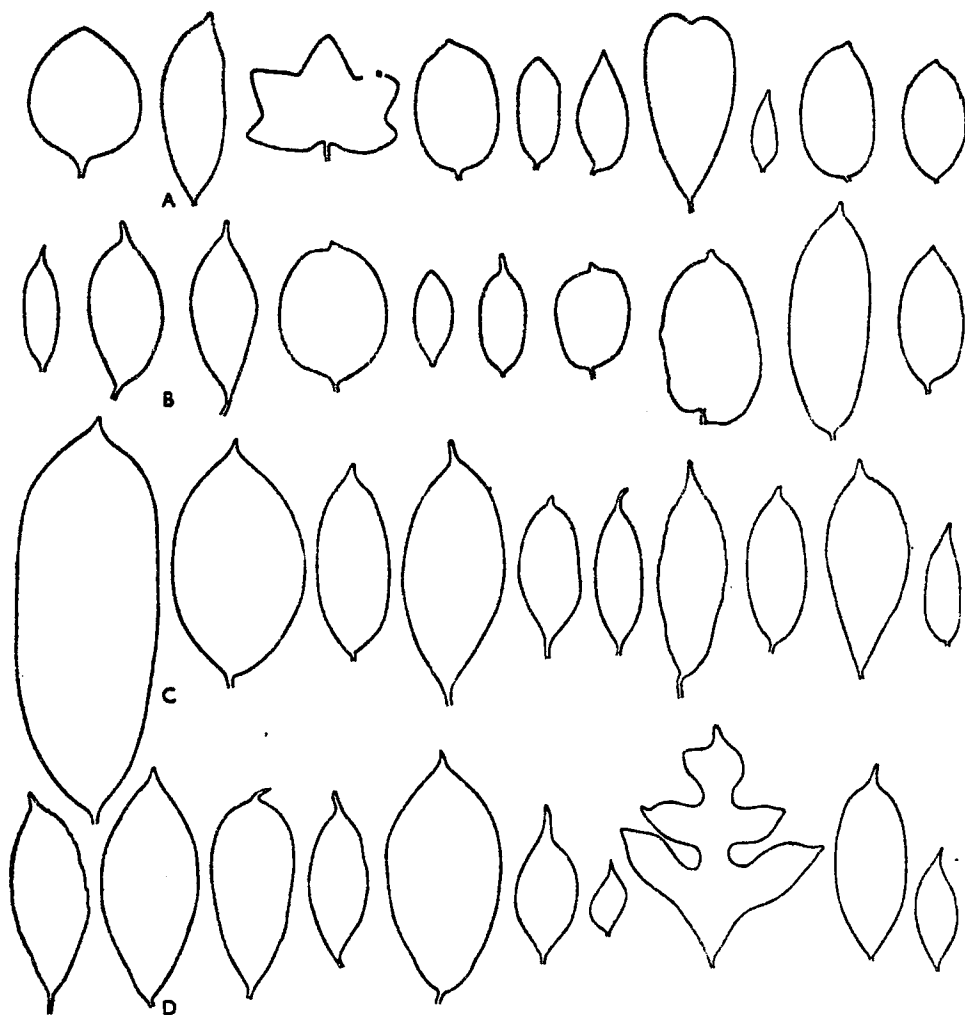


Fig. 14. Leaves of rain-forest plants from two localities in Southern Nigeria. One-sixth natural size. Each is a typical mature leaf from a different species. Only trees, 'shrubs' and ground herbs are shown. The stories are indicated by letters.

A arbres > 26 m

B arbres de 13-26 m

C, D arbres < 13 m

(d'après Richards, 1952)

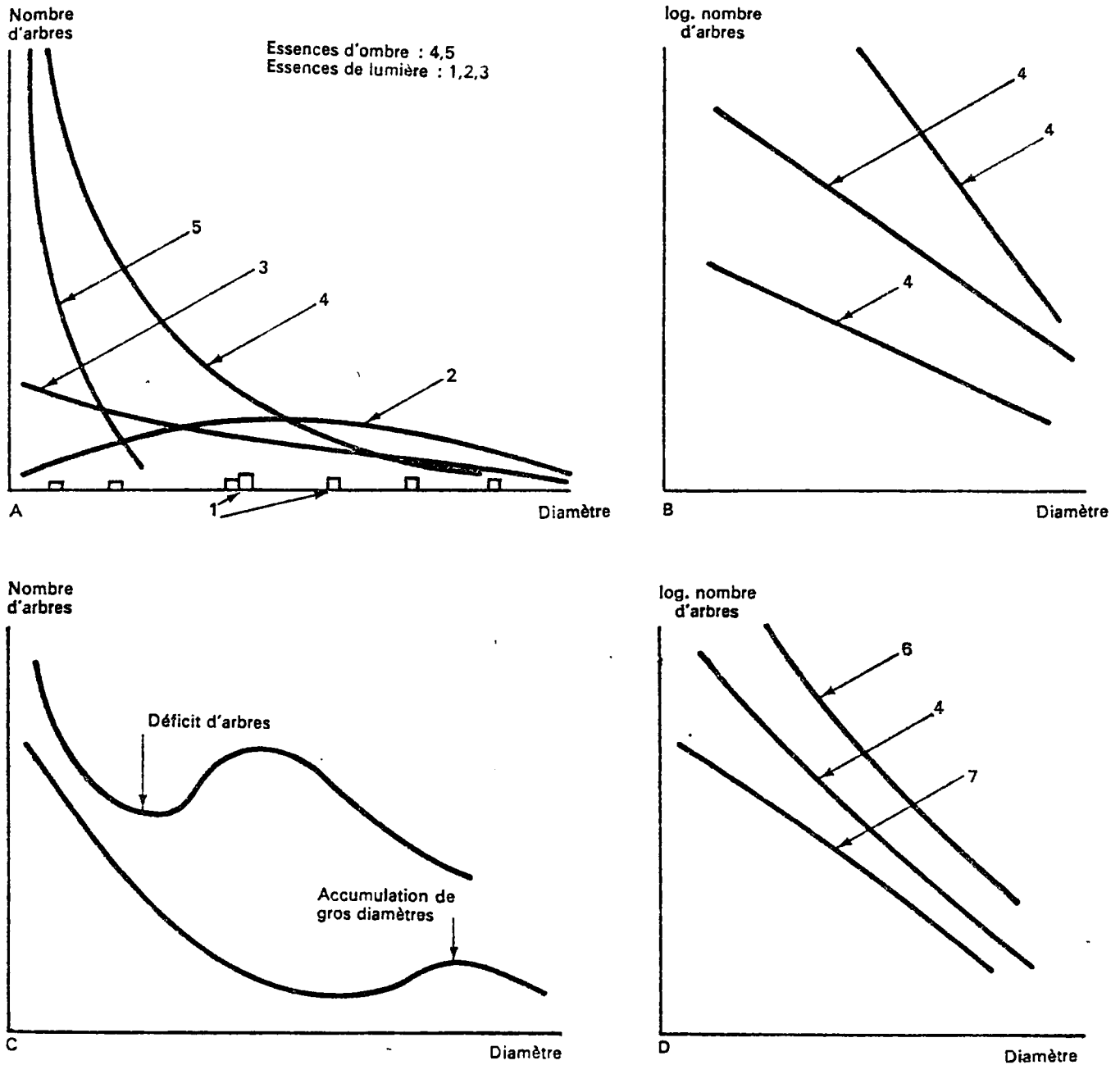


FIG. 2. Relations entre le nombre d'arbres et les classes de diamètre.

- A. Les différents types de distribution des arbres par catégories de diamètre reflètent le tempérament des espèces.
- B. En coordonnées semi-logarithmiques, les espèces présentant une distribution du type 4 se distinguent par des pentes plus ou moins fortes.
- C. Irrégularités dans les histogrammes de distribution dues à l'histoire du peuplement et aux performances de certaines essences.

(d'après les systèmes forestiers tropicaux, 1980)

- D. En coordonnées semi-logarithmiques, le modèle exponentiel est représenté par une droite, les distributions réelles s'écartent généralement de ce modèle par leur comportement dans les petits diamètres, car dans ce cas les effectifs sont supérieurs ou inférieurs à la prévision d'une distribution exponentielle.

et statique.

D'un autre côté, les modèles géométriques sont détaillés (de la plante à la région forestière), explicatifs et dynamiques.

Il faut conduire ces deux approches en même temps, ce qui permettrait de comprendre l'évolution vers les stades terminaux de la forêt.

La mathématisation des modèles géométriques donne une bonne approche d'étude de la forêt dans sa totalité.

2.3 Structure

Définition: "toute disposition permanente ou en évolution, générale, non anarchique, d'une population dans laquelle on décèle une organisation si peu marquée soit-elle et pouvant être décrite par un modèle mathématique, une loi statistique de distribution, une classification, un paramètre caractéristique ou un dessin à l'échelle comme les flores illustrées." (Essays for. bot. d'Af. 1983)

C'est une définition très large, ce qui explique les différentes significations prises par ce mot selon les auteurs.

2.3.1 Structure de diamètres par espèces

Il y a sept types de distributions (Rollet, 1974) qui peuvent être mises en relation avec le comportement des arbres: essence d'ombre ou de lumière. Caussinus et al. (1969, 1970) ont donné une expression générale pour ces sept types de distributions.

Un peuplement peut être caractérisé par son coefficient d'équilibre:

$$\frac{\text{nombre d'espèces de type 4, 5, 6, 7}}{\text{nombre total d'espèces}}$$
 qui peut être exprimé en nombre

d'espèces, en surface terrière, etc ...

2.3.2 Applications

- Surface terrière

Par exemple, elle est de $32 \text{ m}^2/\text{ha}$ pour des diamètres supérieurs à 10 cm en Côte d'Ivoire (Bernhard-Reversat et al., 1975).

La fluctuation existant dans les distributions des tiges par catégories de diamètres entraîne celle de la surface terrière. Exemple: au Nigeria, pour les tiges d'un diamètre $\geq 20 \text{ cm}$, la surface terrière est de $11,6$ à $21,4 \text{ m}^2/\text{ha}$ et pour celles $\geq 60 \text{ cm}$, de $4,4$ à $12,8 \text{ m}^2/\text{ha}$. (Rollet, 1974; Huttel in Bernhard-Reversat et al., 1975).

Si l'on considère que la surface terrière est une mesure du transport vertical de la sève, l'erreur introduite par la présence des contreforts est moins apparente.

La distribution des surfaces terrières par classes de diamètres suit un modèle en fonction Γ incomplète

- Volumes bruts et volumes commercialement utilisables

La valeur commerciale d'une forêt varie selon de nombreux critères, d'où la nécessité d'inventaires détaillés. On trouve beaucoup d'information dans les rapports d'inventaires de la FAO.

- Biomasse

Elle a été étudiée entre autre par Huttel (1967). C'est surtout la méthodologie qui a été mise au point.

La distribution des volumes par classes de 5 cm de diamètre est en forme de cloche asymétrique avec un maximum pour la classe de $35-39 \text{ cm}$.

D'après Dawkins (1959), en multipliant la surface terrière par la

hauteur totale et par 0,526, on a une estimation du volume total d'un arbre. L'histogramme de distribution des volumes totaux par parcelle est en forme de cloche (Rohlf, 1974).

2.3.3 Distribution spatiale

Il s'agit de déterminer si les espèces sont grégaires. L'étude se fait donc au niveau de l'espèce.

Elle a été étudiée par Jones (1955), Jack (1961).

On constate qu'il y a un certain gréganisme pour un grand nombre d'espèces; la forêt n'est pas homogène. D'autre part, il diffère selon la taille des parcelles; la théorie des variables régionalisées permet une synthèse.

2.3.4 Richesse et diversité floristiques

La richesse floristique est le nombre total d'espèces sur une surface donnée; il peut donner la taille des individus et de la surface choisie.

La diversité floristique est le mode de répartition des espèces au sein des individus présents. Or l'arbre en tant qu'individu a une taille très variable, cela entraîne l'intervention de pondérations: par le nombre d'individus, la surface tenière, etc... (importance value index de Curtis, index de complexité de Haldridge).

- richesse floristique
courbe aire - espèce

Il y a une manière simple de procéder qui consiste à compter le nombre d'espèces parmi les n premiers individus rencontrés.

exemple: 230 espèces sur 1/10 ha au Cameroun.

Pour pouvoir effectuer une comparaison entre les courbes, on peut étudier le nombre d'espèces en fonction de la surface: c'est la courbe aire-espèces. Elle présente une augmentation rapide du nombre d'espèces qui se termine en en se stabilisant.

Des expressions mathématiques ont été proposées:

- nombre d'espèces = $k \log(\text{nombre d'individus}) = k \log(\text{Surface})$
(Collet, Fisher et Williams, 1943)

- loi log-normale de distribution des espèces en fonction du nombre d'individus rangés en classes dont les effectifs sont en progression géométrique (Preston, 1948, 1962). Le logarithme du nombre d'espèces croît comme le logarithme de la surface

- formulation probabiliste (Godron, 1970, 1971a; Poissonet, 1971).

- diversité fristique

Différentes approches mathématiques ont été réalisées :

- nombre d'espèces = $m \log(\text{surface}) + b$, (Ashby et Pidgeon, 1942)

- nombre d'espèces = $\alpha \log\left(1 + \frac{\text{nombre d'individus}}{\alpha}\right)$ (Collet, Fisher et Williams, 1943; Williams, 1964), mais il y a sous-estimation du nombre d'espèces.

- Preston (1948) compte le nombre d'espèces représentées dans des classes de tiges (octaves) en progression géométrique; il a une distribution gaussienne.

- Preston (1962): p surfaces égales ont un nombre ^{d'espèces} à peu près proportionnel à une fonction puissance de la surface p (cela est valable pour les petites surfaces).

- application de la théorie de l'information

première approche avec l'indice de diversité de Margalef et celui de Pielou (1966); indices d'hétérogénéité structurale de Godron (1971a).

2.3.5 Conclusions sur la structure de la forêt

Les lois d'organisation des forêts tropicales sont difficiles à prévoir.

- Structures considérées globalement

L'arrangement global se traduit par un équilibre statistique dans les quantités relatives d'arbres dans les différents diamètres ou dans les proportions des groupes d'essences de différents tempéraments.

- Etude des espèces priséparément

On a la traduction des comportements à travers la richesse et la diversité floristiques.

- Application des structures

- au niveau global : surface terrière, volume sur pied, biomasse.
- au niveau des espèces : étude autécologique.

Sur des petites surfaces, les structures ne sont pas stables, soumises à des microcatastrophes naturelles. Sur des surfaces plus grandes, on peut parler d'équilibre de structure (Oldeman, 1982). Mais lorsque la forêt est soumise à l'action de l'homme, souvent destructrice, sa fragilité entraîne de brusques changements d'états à évolution lente.

2.4 Conclusion du chapitre

Depuis quelques temps les chercheurs tentent une approche quantitative de l'analyse des forêts. Cependant, ils sont loin d'utiliser la même méthodologie. Pour arriver à des modèles cohérents, il faudrait réaliser une synthèse de ces travaux, et d'autre part, collaborer avec des mathématiciens, informaticiens, pour l'utilisation de l'outil numérique.

Biologie, régénération et croissance des arbres

3.1 Introduction

On va étudier les processus de changement et l'évolution de la forêt dans le temps et dans l'espace : changements saisonniers, modification de la composition spécifique, catastrophe naturelle, modification spatiale de la composition spécifique.

Le renouvellement des individus se fait au bout d'un délai de 40 à 100 ans. L'évolution globale de forêt dépend de divers phénomènes agissant à différentes échelles : de l'individu à la forêt d'une région entière. Les changements influent ainsi sur la phénologie, les propriétés compétitives héréditaires des espèces, ou sur les limites imposées par les facteurs météorologiques.

3.2 Le milieu vivant

Étudier l'évolution de la canopée revient à suivre celle des arbres. En premier lieu, il faut définir les entités qui doivent être prises en compte au sein de la canopée : espèces sciaphiles et héliophiles (Jones, 1950, 1955, 1956)

• vitesse de croissance, mécanisme de dissémination, pouvoir germinatif... (Richards, 1952; Ross, 1954)

Pour comprendre les processus biologiques qui sont à l'origine des changements cycliques naturels, les études de morphologistes sont un bon apport (Corner, 1949; Scamone, 1957; Koike, 1958; Roux, 1964-1965; Prévert, 1966; Hallé et Oldeman, 1970).

Les variations spatiales intrinsèques sont examinées en fonction

du degré d'ouverture de la canopée. On regarde d'une part les caractéristiques de la phase adulte de la canopée et de ses constituants, et d'autre part les successions qui se déroulent à l'intérieur de clairières prises de plus en plus grandes (3 phases successives). La phase adulte a une durée importante et occupe la majeure partie de la surface forestière. La taille et la surface des clairières dépend du degré de développement, de la structure, du profil aérodynamique de la canopée, et de la sensibilité au vent et aux tornades des forêts (Jones, 1956). En absence de catastrophe, une relative uniformité est imposée par la canopée.

3.3 Biologie et régénération des forêts

3.3.1 Stade évolué

- la canopée

Elle a une structure hétérogène, une hauteur et une densité variables. Elle est formée d'orbes à houppiers plus ou moins étroits, d'architecture variable, généralement sympetiale.

- phénologie

Styles (1972) a étudié les Nélissiacées, les Diptérocarpées, typiques du stade évolué ont une floraison au moment où ils atteignent la canopée. Ashton (1969) remarque que la plupart des individus d'une population fleurissent ensemble. Les espèces de la canopée ne perdent ni ne produisent des feuilles de façon continue, la vie de ces feuilles est le plus souvent inférieure à 18 mois; les jeunes pousses apparaissent au moment de la chute des feuilles ou un peu avant.

La floraison de la canopée prise dans son ensemble a une intensité variable selon les années, et les années de floraison semblent liées à un seul facteur exogène: une forte insolation combinée à des périodes de grande amplitude thermique diurne.

- biologie de la pollinisation
 étudiée par Ashton (1969):

les émergents ont une floraison abondante: fleur petite, discrète, odorante avec souvent un nectaire saillant. La floraison est synchrone, irrégulière ou périodique, ainsi les organismes pollinisateurs qui sont surtout de petits insectes, ne peuvent être spécialisés. Mais la plupart des émergents sont autogames.

Dans le sous-bois, 40% des espèces sont allogames. La morphologie et la taille des fleurs sont plus variables, les pollinisateurs sont donc plus diversifiés. Un grand nombre d'espèces fleurit de façon continue ou presque, ce qui permet une plus grande spécialisation des agents vecteurs et une panmixie générale.

- biologie de la fructification

Les émergents sont capables de produire de grandes quantités de fruits, mais ils proviennent d'un très petit pourcentage des fleurs d'origine. Dans le sous-bois, les fruits sont peu nombreux et de grande taille. Dans l'ensemble de la forêt, la fructification est plus ou moins abondante et régulière chaque année.

Des études ont été effectuées par Cayon (1947), De la Mondrue (1966). La fructification se déroule une fois tous les trois-quatre ans ou bien jusqu'à une à deux fois l'an. En Côte d'Ivoire, elle est maximale pendant la grande saison sèche.

les essences à fructification nombreuse et abondante sont favorisées par rapport aux autres.

- chorologie

Beaucoup d'espèces caractéristiques du stade évolué ont peu de moyen de dissémination connue. Les fruits tombent du pied mère, les plantules sont alors rassemblées entre elles; il y a une répétition possible de la composition floristique dans le temps. La dispersion des diaspores peut également favoriser la survie

des plantules par quelques espèces (Janzen, 1970).

Beaucoup de diaspores sont zoochores (singes et oiseaux). Les fruits sont généralement très colorés, et après la déhiscence de l'enveloppe protectrice, apparaît une partie interne colorée (Corner, 1949, 1956). Les graines sont souvent toxiques (Ridley 1930), mais pas pour l'organisme vecteur. Le mode de dissémination est associé à des taux de spéciation plus faibles (Ashton 1969) et à des variations locales de la composition floristique.

- dormance

En général, il n'y a pas de dormance (Terminalia ivorensis, Triplachton sclerocylon). La durée de la dormance des graines de 350 espèces ligneuses de Côte d'Ivoire varie entre 2 semaines et 3 ans (De la Monsbrugge, 1966).

- germination et implantation

La mortalité la plus forte se situe entre la floraison et l'implantation des semis. Son évaluation permettrait de préciser des méthodes de régénération naturelle des forêts exploitées.

Les conditions de germination et d'installation des graines du stade évolué sont presque toujours très étroites, ce qui crée des problèmes pour la réinstallation après l'abattage d'une forêt (Gomez-Pompa et al., 1972):

- l'humidité nécessaire à la germination varie d'une espèce à l'autre
- un faible éclaircissement n'est pas un facteur limitant.

La prédation est un facteur de sélection important (Synott, 1973):

pour Entandrophragma utile

40% des graines sont mangées par des rongeurs
30% des fruits sont brisés par les antilopes,
attaqués par la pourriture, des champignons
des insectes.

2% de survie par an.

la prédation diminue quand on s'éloigne du pied mère.

Beaucoup de familles sont associées à des mycorhizes; et cela pourrait être un facteur déterminant la composition floristique au moment de l'installation des plantules.

- physiologie de la régénération

la majorité des plantules meurt dans la première année qui suit la chute des fruits.

Une augmentation de l'éclairement provoque une rapide élévation de la plantule qui peut jaunir par la suite. Le stade jeune dépassé, la plantule cesse parfois de répondre aux variations de l'environnement de leur houppier (Loue, 1968)

- diversité spécifique

la diversité biochimique (phytochimiques) serait causée par des pressions de prédation; les prédateurs et leur proie évolue de façon spécifique (Janzen, 1970, 1971; Connell, 1970; Janzen et Wilson, 1972; Center et Johnson, 1974).

Paroi les espèces non grégaires, on observe l'absence de régénération sous leur propre couvert (Mangerot, 1958).

3.3.2 phase d'ouverture et de reconstitution

Deux phénomènes peuvent interrompre la continuité de la canopée: la chute d'une branche maîtresse ou d'un arbre sénescert, ou bien un phénomène naturel comme la tempête, l'action de mammifères etc...

La rupture de la canopée provoque des changements. Cependant, on dispose de peu de données quantitatives sur la régénération naturelle des clairières. D'après Van Steenis (1958), le hasard joue un grand rôle, et les agrégats monospécifiques résultent de la présence d'un pied mère près de la clairière. On a également montré que la régénération dépend des semis et des jeunes

plants déjà installés.

De nombreux facteurs affectent la composition finale de la clairière et le résultat est surtout aléatoire (Tracey Webb et al, 1972)

De toute façon, la taille de la clairière conditionne le type de régénération, l'intensité et le sens du changement.

- petites clairières

Phénomènes à l'origine des petites clairières :

- mort naturelle d'arbres émergents ou de la canopée
- foudre frappant des arbres émergents; ceux-ci marquent ainsi que les individus qui se trouvent dans un rayon de 20 m.

Selon l'origine, le mode de régénération diffère :

- les jeunes plants ne sont pas tués; l'augmentation de l'éclaircie provoque leur elongation; il y a dominance apicale jusqu'à leur émergence de la canopée, puis ramification sympetiale et floraison.

La concurrence des espèces se manifeste de la façon suivante: les espèces à croissance rapide sont avantagées, les espèces à croissance lente, sciaphiles poussent sous leur ombre.

Ainsi, il est peu probable que les petites clairières puissent entraîner des modifications immédiates de la composition floristique globale.

- la foudre élimine toute régénération existante. Les clairières demeurent vides plus ou moins longtemps. Elles sont colonisées par des plantes herbacées, des graminées forestières et des fougères, puis des germinations et des plantules d'espèces plus héliophiles du stade évolué accompagnées d'espèces ligneuses pionnières.

- grandes clairières

Elles sont provoquées par des phénomènes naturels: coup de vent localisé ou glissement de terrain. Elles ne peuvent être comblées que par des individus de la strate inférieure qui forment les pionnières ou nomades biologiques (Van Steenis, 1958); c'est le premier stade de la succession.

Propriétés des espèces pionnières:

- graine légère, dormante pour certaines, à germination provoquée par la lumière ou la température (Kray, 1960; Olatoye, 1968).
- sont à croissance logarithmique; rapide formation de nombreux rameaux puissants portant de grandes feuilles → canopée d'une seule strate → élimination des concurrents.
- vitesse de croissance rapide
- floraison rapide, beaucoup de fruits
- intolérance à l'ombre
- faible durée de vie
- type : Musanga

À la mort de ces espèces pionnières, avant le stade évolué, le dessus est pris par des espèces des dernières séries de la succession:

- dominance apicale → rapide élévation
- vitesse de croissance élevée
- intolérance à l'ombre, moins cependant que les espèces pionnières
- durée de vie moyenne
- racines puissantes
- rôle important dans le rétablissement de la fertilité du sol

Quand le stade évolué de la forêt n'existe plus, la dernière série de la succession est envahie par des espèces issues des groupements du stade évolué:

- bonne dissémination des spores
- faible vitesse de croissance.

3.4 Biologie et régénération des forêts de climat contrasté.

3.4.1 Introduction

Le feu est un facteur important agissant sur l'évolution de l'écosystème

forestier. Il ne paraît pas pouvoir attaquer la forêt dense humide. Mais l'agression de la lièze est possible (Schnell, 1971; Devineau, 1975). La forme de remplacement est une forêt secondaire.

3.4.2 Phase adulte

Structure de la canopée

Elle a les caractéristiques typiques de la forêt hyperhumide. Quand la saison sèche s'allonge, les émergents deviennent épars, les épiphytes sont moins nombreux.

Phénologie

• il y a une relation entre la durée et le nombre de saisons sèches et le degré de défoliation des feuilles. Elle est compensée par la nature du sol (Ajakaiye et Guillaumet, 1971). Il existe un rythme endogène spécifique ou individuel pour la chute des feuilles.

• les feuilles des espèces caducifoliées ont des comportements très variés. Mais beaucoup d'espèces ont de grandes feuilles minces, portées par des pétioles longs et fins. Les bouffies sont irrégulières, en forme de losange ou de dôme.

Muller et Nielsen (1965) ont réalisé des observations d'ordre physiologique.

• il n'y a pas eu d'étude détaillée sur la floraison, mais seulement des observations occasionnelles (Lyon, 1947; De la Hensbrugge, 1966).

La plupart des arbres fleurissent tous les ans, après la chute des feuilles pour la majorité, ou avant pour les espèces caducifoliées, et après le débourrage suivant pour les espèces semperviventes. La floraison a lieu au début ou à la fin de la saison sèche (Jenik et Longman, 1974).

Biologie de la floraison

La pollinisation se fait davantage par des vecteurs spécialisés. L'hybridation naturelle est fréquente pour de nombreux genres.

- fructification

Elle se déroule à la fin de la saison sèche. Plus la saison sèche est longue et plus la production de fruits est importante, moins les fruits sont gros. Elle a été étudiée par De la Hensbrugge (1966).

- germination et implantation

Les diaspores sont surtout anémochores (Jenik et Longman, 1974). Dans les régions à saisons sèches marquées, il y a plus d'espèces à graine dormante la germination suit la chute des fruits en général. Les plantules ont une croissance rapide. La mortalité est causée par l'irrégularité de la pluviosité, la présence d'une forte saison sèche, le braconnage des animaux. Des études ont été effectuées par la FAO (1955), Gilbert (1938), Jones (1950, 1956), De la Hensbrugge (1966), Ervand et Germain (1956), Gérard (1960).

3.4.3 phase d'ouverture

Elle est difficile à distinguer du stade évolué. Ainsi, en Afrique occidentale et centrale, les espèces de la canopée ne peuvent se régénérer sous leur propre couvert. (Jones, 1956; Jenik et Longman, 1974). Dans les forêts primaires sempervirentes, la phase d'ouverture suit les mêmes lois que dans une forêt hyperhumide.

3.5 Croissance des arbres

Les forestiers sont intéressés par le volume en place et l'accroissement par unité de surface pour de grandes superficies de forêt. Ils utilisent pour cela différentes mesures: le diamètre ou la circonférence à 1,30m du sol, et d'autres techniques.

3.5.1 cerne de croissance

De nombreuses espèces de valeur ne forment pas de cerne de croissance

annuel qui soit reconnaissable nettement (surtout les espèces semperviventes) (Hummel, 1946; Lowe, 1961, 1968; Roberts, 1961; Amobi, 1973; Mariaux, 1967, 1969). Ce n'est que chez les espèces caducifoliées que l'on a pu démontrer l'existence de cernes (Walter, 1968).

3.5.2 précision des mesures de croissance

Pour mesurer le diamètre ou la circonférence à 1,30 m du sol lorsqu'il y a des contreforts, on décide de faire le relevé à une hauteur de 3 m.

L'échelle des mesures doit être choisie suffisamment grande pour que la lecture de la plus petite division se fasse sans ambiguïté.

Des méthodes et des appareils sont décrits dans quelques ouvrages (Impens et Schalck, 1965; Debb, 1969; Hinerson, 1973; Geiseler, 1970)

3.5.3 taux de croissance absolus

Pour les arbres, l'élongation varie dans le temps selon une courbe sigmoïde - la circonférence augmente tout au long de leur vie, à quelques exceptions près (Keay, 1961).

3.5.4 effets de l'hydratation et de la déshydratation

la taille de l'arbre est maximale quand l'humidité est forte et minimale quand elle est faible et que la transpiration est élevée (Iyamato, 1971). Les mesures effectuées au dendromètre ne permettent pas la distinction entre le gonflement et la production de bois. 51% de la croissance radiale apparente résultent du gonflement (mesure réalisée par Mc Comb et Ogiginigi, 1970). Le cycle d'hydratation et déshydratation peut provoquer des variations d'amplitude comparables à l'accroissement annuel des arbres à croissance lente.

3.5.5 fluctuations saisonnières

ici, les résultats sont dépendants de l'interprétation qui ^{est} faite pour les courbes et les

graphiques.

S'il y a un rythme saisonnier, les arbres ont tendance à avoir le même comportement que ceux des zones tempérées.

3.5.6 corrélations de croissance

. entre la taille et la croissance de l'arbre (Danabins, 1963; Wyckel - ley, 1973).

. entre la taille initiale et l'accroissement de l'arbre (Lowe, 1971).
(Hayes, 1961; Sweet & Waring, 1966; Hayes & White, 1970).

3.6 Conclusion

Dans les forêts tropicales complexes, les possibilités de spécialisation par niche écologique sont immenses. Dans ce type de communauté, le milieu varie dans l'espace et dans le temps. Les variations temporelles les plus grandes dépendent de l'apparition largement aléatoire de débris dans la canopée. Les chances de régénération varient également dans l'espace et dans le temps.

La coexistence des espèces s'explique par les variations dans leurs facultés d'adaptation à un milieu donné et leur mode de concurrence différent.

La diversité spécifique semble se maintenir, mais l'équilibre dynamique est facile à détruire et difficile à reconstituer.

Successions secondaires

4.1 Introduction

Les successions secondaires sont complexes, elles varient avec le milieu et l'évolution antérieure (Richards, 1952).

Méthodes d'observation des successions :

- de manière continue pour un site donné, mais distancé de temps
- simultanément par différentes parcelles d'âge divers, mais les données

sont peu sûres pour les successions âgées de plus de 30 ans.

L'étude au niveau de l'espèce est impossible. Alors elle a été réalisée en séparant espèces d'ombres et de lumières (Jones, 1955, 1956) ou en classant les espèces selon des propriétés comme la longévité, la vitesse de croissance, etc... (Richards, 1952; Ross, 1954), ou bien avec le concept de couvert forestier ou canopée (Tracey, Webb & Williams, 1972).

4.2 Modifications

Les modifications les plus importantes de l'écosystème forestier sont celles provoquées par l'homme (FAO, 1958) et en Afrique, les agriculteurs occupent le terrain depuis longtemps (dans la partie occidentale tropicale surtout). Les perturbations dérivent par des trouées ou de clairières dans la canopée supérieure. Et les dimensions de la clairière influent sur l'évolution ultérieure.

4.2.1 agriculture itinérante

C'est le type de l'agriculture primitive. La modification de la forêt se réalise suivant trois phases :

- abattage de tous les arbres d'une parcelle
- brûlis et cultures d'une ou plusieurs plantes → le sol est rapidement épuisé.

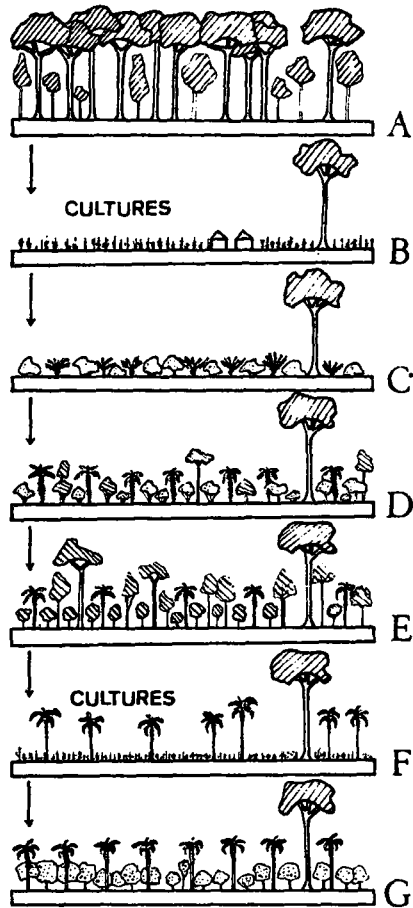


Fig. 223. — Cycle d'évolution de la végétation dans une forêt dense défrichée par une agriculture itinérante (Afrique). A : Forêt dense primitive. B : Défrichement et culture. C : Jachère jeune, avec arbustes et semis de palmier à huile (*Elaeis guineensis*). D : Jachère plus âgée. E : Jachère âgée : forêt secondaire. F : Nouvelle mise en culture; la forêt secondaire a été abattue, mais les *Elaeis* ont été conservés. G : Nouvelle jachère.

(d'après Schnell, 1971)

• exploitation abandonnée. la succession secondaire commence en déroulement.
Richards (1952) observe la même évolution dans les plantations abandonnées.

4.2.2 Bûs et écobuage

le feu est utilisé en agriculture, pour restaurer les pâturages et pour la chasse. On estime que la forêt mixte sempervivente est relativement résistante aux incendies; sauf en période de sécheresse et surtout en fin de saison sèche (Freson et al., 1974).

la forêt présente différents degrés de changements qui dépendent de l'accroissement démographique de la population, de l'application ou non des connaissances scientifiques, et de la sédentarisation des agriculteurs (Batchelder, 1967).

4.2.3 exploitations forestières

Dans ce cas, la modification présente deux aspects:

- ouverture de la canopée
- conséquence sur la végétation subsistante et sur le sol.

L'exploitation sélective de quelques espèces provoque la disparition, il n'y a pas de modification majeure de l'écosystème.

Par contre, l'exploitation de tout ou partie de la végétation ligneuse est à l'origine de perturbations plus graves (causées par l'abattage de grands arbres, l'utilisation de matériel lourd, le piétinement...).

4.2.4 l'érosion

Elle est importante là où la couverture forestière est détruite et d'autant plus quand le terrain est en pente (Doris, 1965).

4.2.5 conclusion

les modifications entraînées par l'action de l'homme se font à diverses échelles:

- petite : route, clairière, habitation, activités récréatives
- grande : exploitation forestière, aménagement pour la régénération de certaines espèces.

4.3 Reconstitution

4.3.1 facteurs microclimatiques

La disparition de la couverture forestière provoque le passage de micro-climats complexes au climat général local. De plus, le sol est davantage exposé au soleil et il s'appauvrit (Richards, 1952).

Le feu carbonise les graines, les germinations et les arbres et il agit sur le sol en diminuant la quantité de matière organique, en facilitant l'érosion et en modifiant sa texture (Schnell, 1971). Les espèces sont diversement tolérantes à l'action du feu qui devient donc un facteur de sélection en simplifiant la composition floristique.

4.3.2 facteurs biotiques

La composition des premiers stades de la succession est fixée par la présence des diaspores. Il faut noter aussi l'importance des rejetés (Tracey, Webb et al., 1972). L'immigration d'espèces de communautés matures hygrophiles est favorisée par les grands défrichements (Gilbert et Lebrun, 1954).

Il y a prédominance des graines des espèces secondaires dans les sols de forêts primaires ou secondaires, d'où l'importance de la dormance (Keay, 1960).

La régénération est aussi réglée par les compétitions entre végétaux, l'action des prédateurs, la présence de charognes (Janzen, 1970).

4.3.3 régénération des espèces

Le forêt a une composition très variable, ce qui explique notre ignorance des règles qui guident sa reconstitution.

On sait que les espèces peuvent se régénérer sous leur propre ombrage sont rares.

Dans les forêts où l'homme n'est pas intervenu depuis longtemps, le pourcentage des graines lourdes augmente lentement : les semis végètent sous l'arbre jusqu'à sa mort pour le remplacer (Myristicacées).

Dans les forêts où l'homme intervient, les espèces de lumière à graines légères deviennent plus abondantes.

Ainsi, la régénération permanente en forêt dense se réalise dans les trouées de lumière. Elle est régit par les facteurs suivants :

- puissance de fructification des espèces
- durée du pouvoir germinatif des graines
- quantité d'eau disponible dans le sol
- quantité de lumière disponible pour la croissance du jeune plant
- protection du jeune plant contre les plantes adventives.

4.4 Caractéristiques des forêts secondaires

- en moyenne, les arbres ont des dimensions faibles
 - les stades très jeunes de la forêt ont une structure souvent uniforme et régulière
 - alors que les stades plus âgés ont une structure très irrégulière; présence de nombreuses lianes.
 - pauvreté floristique par rapport à la forêt primaire; peu d'épiphytes
- (Gilbert et Lebrun, 1954).

Propriétés des arbres de la forêt secondaire :

- héliophiles, exigent au moins 75% de la pleine lumière du jour
- croissance rapide : 1 à 4 m/an en hauteur
2 à 4 cm/an en diamètre
- floraison précoce; dissémination des diaspores efficace.
- faible longévité : 15 ans.

- pouvoir colonisateur
- espèces grégaire
- bois léger, tendre (Richards, 1952; Gilbert et Labrun, 1954; C.T.F.T., 1974)
- espèces sélectives par rapport à la nature du sol (Richards, 1952; C.T.F.T., 1974)
- recyclent davantage les éléments nutritifs.

la réunion de toutes ces propriétés a pour conséquence une formation rapide de la biomasse: la couverture et la surface foliaire peuvent être équivalentes à celles d'une forêt évoluée en 6 ans (Child ..., Golley et al., 1975).

la restauration d'un site forestier se déroule ainsi suivant une séquence répétitive et périodique des types biologiques (Child ..., Golley et al., 1975).

Evolution de la forêt dense humide après l'action de l'homme:

- établissement de cultures vivrières; il ne restent que les arbres trop gros ou trop durs pour être abattus.

- abandon du terrain après 2 à 3 ans.

- on trouve une forêt secondaire âgée, ayant la même physiologie que la forêt initiale, après quelques dizaines d'années; exemples de forêts d'origine secondaire probable:

forêt littorale du Gabon à Aucoumea klaineana et à Sacoglottis gabonensis,

forêt à Coprosma alata et Sacoglottis gabonensis au Cameroun.

Mais, dans certains cas, la forêt ne peut se reconstituer; quand le défrichement a lieu en limite de la savane; il y a une évolution régressive vers de la savane, le même remplacement s'effectue lorsque les rotations de cultures sont trop rapides.

TABLEAU 1. Caractères généraux de la succession forestière dans les régions tropicales de basse altitude (d'après Budowski, 1965)

	Stade pionnier	Stades ultérieurs
Composition floristique	Un petit nombre d'espèces largement répandues	Espèces nombreuses
Strates	Peu nombreuses	Plusieurs
Troncs de grand diamètre	Aucun	Présents
Sous-bois	Dense	Moins dense
Forme des houppiers	Uniforme, vert très pâle	Variée, vert foncé
Age des arbres	Identique	Différent
Graines	Petites	Grosses
Régénération des essences dominantes	Inexistante	Fréquente
Croissance (diamètre et hauteur)	Rapide	Lente
Longévité des espèces dominantes	Faible	Grande
Dimension et forme des feuilles	En grande partie macrophylles	Surtout microphylles
Dureté et densité du bois	Tendre, léger	Dur, lourd
Lianes	Quelques espèces, nombreux individus, la plupart herbacées	Nombreuses espèces, peu d'individus, grandes et ligneuses
Épiphytes	Quelques espèces	Nombreuses espèces

(d'après *Écosystème forestiers tropicaux d'Afrique*, 1983)

4.5 Stades de la succession

la reconstitution de forêt est caractérisée par la suite d'états suivants:

- . plantes herbacées,
- . buissons,
- . arbres de petite taille à croissance rapide et à faible longévité,
- . grands arbres caractéristiques de la forêt secondaire, héliophiles le plus souvent et à croissance rapide,
- . espèces de la forêt primaire.

Le stade de la forêt secondaire est souvent dominé par Musanga cecropioides, et par des espèces du genre Macaranga

Cette succession est modifiée quand la culture et l'éclaircie répétées sont pratiquées; cela avantage certaines espèces par rapport à d'autres (Richards, 1952); le résultat est une prairie ou une végétation buissonneuse avec des arbres dispersés de taille moyenne.

4.5.1 caractères généraux

Certaines propriétés ont une plus grande importance :

- . augmentation du nombre d'espèces/unité de surface avec le stade de la succession,
- . augmentation de la biomasse végétale, de la réserve d'éléments nutritifs et de la couverture foliaire,
- . rapide reconstitution des conditions microclimatiques (Ross, 1954).

L'évolution aboutit à un stade terminal. Mais pour Richards (1952) il n'y a pas d'état stable de maturité, il y a seulement une mosaïque de stades d'âge différents.

4.5.2 exemples de succession

Au Zaïre:

- plantes nitratophiles, obiquistes, potculturales
- phase préforestière
- forêt secondaire jeune
- forêt secondaire agée
- reconstitution de la forêt originelle.

Au Nigéria:

- plantes adventices des terres cultivées
- espèces de la forêt secondaire
- dominance de Mussaenda recroceoides qui ne se régénère pas sous son propre ombrage
- tendance vers le rétablissement du climax.

En Afrique occidentale:

- la formation secondaire basse contient des arbustes qui n'appartiennent pas à la forêt primaire de la région.
- la succession est le plus souvent interrompue au moment du jeune stade forestier secondaire par de essartages. la forêt évolue alors vers une hécérose arborescente dense possédant des arbres épars; puis la succession repart.

4.6 Conclusion

C'est l'intervention humaine qui est à l'origine des transformations les plus profondes. Ainsi, l'écosystème forêt - savane est en général d'origine anthropique. Les perturbations de la forêt primaire conduisent à une succession secondaire qui évolue suivant un schéma répétitif conduisant vers le climax.

l'évolution est souvent interrompue à un stade jeune ou intermédiaire;

et quand les perturbations cessent la succession recommence, alors que si elles sont répétées, l'évolution régresse vers une prairie ou une forêt claire.

Conclusion

On a vu dans ce qui précède l'état actuel de la recherche en ce qui concerne l'organisation de la forêt dense tropicale humide.

Les méthodologies et les niveaux d'étude demeurent encore variés. La réalisation d'une combinaison entre elles permettra de comprendre davantage l'évolution de la forêt prise dans son ensemble, et plus particulièrement celle des clairières, l'objectif final étant de pouvoir à la fois conserver et utiliser de façon durable les ressources de cet écosystème tropical.

Table des illustrations

- p. 5 : Caractéristiques de la banque Pascal (d'après A.N.R.T., 1974)
- p. 7 : Caractéristiques de la banque Biosis (d'après A.N.R.T., 1984)
- p. 8 : Première page du listing d'édition en différé par la banque Pascal
- p. 10 : Première page du listing d'édition en différé par la banque Biosis
- p. 16 : Répartition des forêts denses tropicales en Afrique (d'après Richards, 1952)
- p. 17 : Profil (d'après Rollet, 1974).
- p. 19 : Profil (d'après Richards, 1952)
- p. 22 : Structure totale (d'après Rollet, 1974)
- p. 24 : Houppiers du présent, du futur et du passé (d'après F. Hallé et al., 1978)
- p. 25 : Modèle architectural de houppier (d'après F. Hallé et al., 1978)
- p. 27 : Répétition chez un arbre forestier (d'après F. Hallé et al., 1978)
- p. 30 : Racines - échasses et contreforts (d'après Trachain, 1980)
- p. 32 : Feuilles (d'après Richards, 1952)
- p. 33 : Relations entre le nombre d'arbres et les classes de diamètre (d'après
Écosystèmes forestiers tropicaux, 1980).
- p. 51 : Cycle d'évolution de la végétation dans une forêt dense déficillée par
une agriculture itinérante (Afrique) (d'après Schwell, 1971)
- p. 56 : Caractères généraux de la succession forestière dans les régions tropicales
de basse altitude (d'après Écosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique, 1983)

BIBLIOGRAPHIE

— Ouvrages pour la réalisation de la recherche et de la bibliographie

- ASSOCIATION NATIONALE DE LA RECHERCHE TECHNIQUE, 1984. — Répertoire des banques de données en conversationnel. — Paris : A.N.R.T., 1984.
- Biological abstracts, 1970-1983. — Philadelphia : BioScience information service of Biological abstracts, 1970-1983.
- Bulletin signalétique du Centre national de la recherche scientifique, 1969-1983. — Paris : C.N.R.S., 1969-1983.
- DESVALS (H.), 1975. — Comment organiser sa documentation scientifique. Paris : Gauthier-Villars, 1975, 228 p.
- DEWEZE (A.), 1983. — L'accès en ligne aux bases documentales. — Paris : Masson, 1983, 165 p.
- GUINCHAT (C.), MENOU (H.), 1981. — Introduction générale aux sciences et techniques de l'information et de la documentation. — Paris : les Presses de l'Unesco, 1981, 402 p.
- ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION, 1972. — Liste internationale d'abréviations de mots dans les titres de périodiques. — [Genève] : O.I.N., 1972. (Projet de norme int. ISO/DIS 833).
- ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION, 1972. — Code internationale pour l'abréviation des titres de périodiques. — [Genève] : O.I.N., 1972. (Norme int. ISO 4).

Documents par la synthèse

• Ouvrages généraux

- ANON, 1958. - Study of tropical vegetation. Proceedings of the Kandy Symposium. Recherches sur la zone tropicale humide. - Paris: U.N.E.S.C.O., 1958, 226 p.
- AUBRÉVILLE (A.), 1938. - La forêt coloniale: les forêts de l'Afrique occidentale française. Ann. Acad. Sci. Colon., 1938, 9, p. 1-245.
- AUBRÉVILLE (A.), 1949. - Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. - Paris: Soc. Ed. Géogr. Marit. Colon., 1949, 351 p.
- AUBRÉVILLE (A.), 1957. - Eches du Congo belge. Bois For. Trop., 1957, 51, p. 28-39.
- BERNARD (E.), 1945. - Le climat écologique de la savanne Centrale Congolaise. - Bruxelles: Publ. Inst. Natl. Agron. Congo Belge, 1945.
- BERNARD-REVERSAT (F.), HUTTEL (L.), LEMÉE (G.), 1975. - Recherches sur l'écosystème de la forêt subéquatoriale de Basse Côte d'Ivoire. Terre et Vie, 1975, 29, (2), p. 169-264.
- BOUGHEY (A.S.), 1957. - The physiognomic delimitation of West African vegetation types. J. West Afr. Sci. Assoc., 1957, 3, p. 148-165.
- CHEVALIER (A.), 1909. - L'extension et la régression de la forêt vierge de l'Afrique tropicale. C.R. Acad. Sci. Paris, 1909, 149, p. 458-461.
- CHEVALIER (A.), 1917. - La forêt et les bois du Gabon. Mém. Utiles Afr. Trop. Fr., 1917, 9.
- CHEVALIER (A.), 1948. - Biogéographie et écologie de la forêt dense ombrophile de la Côte d'Ivoire. Rev. Bot. Appl., 1948, 28, p. 101-115.
- CHIPP (T.F.), 1922. - Buttresses as an assistance to identification. Kew Bull., 1922, p. 265-268.
- CHIPP (T.F.), 1927. - The Gold Coast Forest. A study in synecology. Oxf. For. Mem., 1927, 7.

* sont notés d'une étoile les références des ouvrages de base

- *- Ecosystèmes forestiers tropicaux, 1980. - Paris: U.N.E.S.C.O., 1980, 740p.
- (recherches sur les ressources naturelles, XIV).
- *- Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique, 1983. - Paris: O.R.S.T.O.M.,
UNESCO, 1983, 473p. - (recherches sur les ressources naturelles, XIX).
- EMBERGER (L.), 1950. - Observations phytosociologiques de la
forêt dense équatoriale. Arch. Inst. Grand-ducal Luxemb., 1950, 19,
p. 119-123.
- EMBERGER (L.), HANGENOT (G.), MIÈGE (J.), 1950a.
- Existence d'associations végétales typiques dans la forêt dense
équatoriale. C.R. Acad. Sci. Paris, 1950, 231, p. 640-642.
- EMBERGER (L.), HANGENOT (G.), MIÈGE (J.), 1950b.
- Caractères analytiques des associations de la forêt équatoriale de Côte
d'Ivoire. C.R. Acad. Sci. Paris, 1950, 231, p. 812-814.
- ÉVARD (C.), 1968. - Recherches écologiques sur le peuplement
forestier des sols hydromorphes de la cuvette centrale congolaise. Publ. INEAC,
sér. sci., 1968, 110, 295 p.
- ÉVARD (C.), GERMAIN (R.), 1954. - Caractères structurels du grou-
pement à Brachystegia laurentii (D. Wild) Louis ex Hayle dans la région
de Yangambi (Congo Belge). In: Proc. 8th Int. Bot. Congress, 1954, sect. 7-8,
p. 148-151.
- ÉVARD (C.), GERMAIN (R.), 1956. - Étude écologique et phytosociologique
de la forêt à Brachystegia laurentii. Publ. INEAC, sér. sci., 1956, 67,
105 p.
- FOGGIE (A.), 1947. - Some ecological observations on a tropical
forest type in the Gold Coast. J. Ecol., 1947, 34, p. 88-106.
- GÉRARD (P.), 1959. - Étude écologique de la forêt de Gilbertidendron
dans l'Uele. - Th. doctorat: Inst. Agron., Gembloux, 1959. - (non publié).
- GÉRARD (P.), 1960. - Étude écologique de la forêt dense à Gilbertidendron
duverrei dans la région de l'Uele. Publ. INEAC, sér. sci., 1960, 87, 159 p.

- GREIG-SMITH (P.), 1965. - Notes on the quantitative description of humid tropics vegetation. In: Proc. Tuckling Symp., Ecol. Res. Humid Tropics Veg. - Paris: UNESCO., 1965, p. 227-230.
- GREWKE (W.C.), HATHEWAY (W.H.), HOLDRIDGE (L.R.), et al., 1971. - Forest environments in tropical life zones. Pergamon Press, 1971, 747 p.
- GUILLAVINET (J.L.), 1967. - Recherches sur la végétation et la faune de la région du Bas Cavally (Côte d'Ivoire). Mém. O.R.S.T.O.M., 1967, 20, 247 p.
- HUTTEL (C.), 1967. - Ecologie forestière en Côte d'Ivoire. - Rapp. O.R.S.T.O.M., Centre d'Adiopodoumé, 1967, 33 p.
- HUTTEL (C.), 1967a. - Rapport d'activité pour l'année 1967. - Rapp. O.R.S.T.O.M., Centre d'Adiopodoumé, 1967, 37 p.
- HUTTEL (C.), 1975. - Recherches sur l'écosystème de la forêt subéquatoriale de Basse Côte d'Ivoire. III. Inventaire et structure de la végétation ligneuse. Terre et Vie, 1975, p. 178-191.
- JONES (E.W.), 1955, 1956. - Ecological studies in the rain forest of Southern Nigeria. IV. The plateau forest of the Okomu forest reserve. Part 1. The environment, the vegetation types of the forest and the horizontal distribution of species. J. Ecol., 1955, 43, p. 564-594; Part 2. The reproduction and history of the forest. J. Ecol., 1956, 44, p. 83-117.
- LAVAUDEN (L.), 1937. - The equatorial forest of Africa, its past, present and future. J. Roy. Afric. Soc., 1937, 36, (extra suppl.).
- LEBRUN (J.), 1936a. - La forêt équatoriale congolaise. Bull. Agric. Congo Belge, 1936, 27, p. 163-192.
- LEBRUN (J.), 1947. - La végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard. Publ. Inst. Parc Nat. Congo Belge, 1947, 2 vol., 800 p.

- LETOUZEY (R.), 1968. - Etude phytogéographique du Cameroun. - Paris: Lechevalier, 1968, 508 p. - (encyclopédie biologique; 69).
- LUBINI (A.), MANDANGO (A.), 1981. - Etude phytosociologique et écologique des forêts à Uyaca guineensis dans le nord-est du district forestier central (Zaire). Bull. Jard. Bot. Natl. Belge, 1981, 51, (3-4), p. 231-254.
- MANGENOT (G.), 1955. - Etude sur les forêts des plaines et plateaux de la Côte d'Ivoire. Etud. Eburnéennes, 1955, 4, p. 5-81.
- MANGENOT (G.), 1968. - Réflexions sur les types biologiques des plantes vasculaires. Candollea, 1968, 24 (2), p. 279-294.
- MCKAY (J. H.), 1936. - Problems of ecology in Nigeria. Emp. For. J., 1936, 15, p. 130-200.
- MONOD (T.), 1963. - A près Yangambi (1956): notes de phytogéographie africaine. Bull. IFAN, sér. A, 1963, 25, (2), p. 594-619.
- NORMAND (D.), 1971. - Forêts et bois tropicaux. - Paris: P.U.F., 1971, 128 p. - (que sais-je?; 143).
- PAULIAN (R.), 1946. - Preliminary survey of the West African rain-forest canopy. Nature, 1946, 157, 877 p.
- PAULIAN (R.), 1947. - Observations écologiques en forêt de Basse Côte d'Ivoire. - Paris: Lechevalier, 1947, 147 p. (encyclopédie biogéographique évol.; 2).
- REDHEAD (J. F.), 1964. - Stand tables of Nigerian Forest Reserves. Depart. For., Univ. Ibadan, 1964, (unpublished).
- * - RICHARDS (P. W.), 1952. - The tropical rain forest: an ecological study. - Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1952; 4th reprint with corrections, 1972, 450 p.
- SAINT-AUBIN (G. de), 1961. - Aperçu sur la forêt du Gabon. Bois For. Trop., 1961, 78, p. 3-17.
- SCHNELL (R.), 1950a. - Remarques préliminaires sur les groupements végétaux de la forêt dense ouest-africaine. Bull. IFAN, 1950, 12, (2), p. 287-314.

- SCHNELL (R.), 1950b. - la forêt dense. - Paris: Lechevalier, 1950, 337 p. - (manuels Ouest-africains; 1)
- * - SCHNELL (R.), 1971. - Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. II. Les problèmes généraux. - Paris: Gauthier-Villars, 1971, p. 645-700. - (géobiologie-écologie-aménagement).
- * - SCHNELL (R.), 1976. - Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. III. la flore et la végétation de l'Afrique tropicale. - Paris: Gauthier-Villars, 1976, p. 127-236. - (géobiologie-écologie-aménagement).
- STEENIS (C. G. G. J. Van), 1957. - Tropical lowland vegetation: the characteristics of its types and their relation to climate. In: Proc. 3rd Pacific Sci. Congress, Bangkok, 1957. - 1958, 20, p. 25-37.
- SYKES (R. A.), 1930. - Some notes on the Benin forests of Southern Nigeria. Emp. For. J., 1930, 9, p. 101-106.
- TROCHAIN (J. L.), 1957. - Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. Bull. Inst. Etud. Centraf., 1957, 13-14, p. 56-93.
- * - TROCHAIN (J. L.), 1980. - Écologie végétale de la zone intertropicale non désertique. - Toulouse: Univ. Paul Sabatier, 1980, 468 p.
- * - Tropical forest ecosystems. A state-of-knowledge report prepared by UNESCO-UNEP-FAO. - Paris: UNESCO, 1978, 683 p. - (recherches sur les ressources naturelles; XIV).
- VOORHOEVE (A. G.), 1964. - Some notes on the tropical rain forest of the Yoma-Gola national forest near Bonni Hills, Liberia. Commonwealth For. Rev., 1964, 43, (1), p. 17-24.
- WALKER (F. S.), 1962. - Diagnostic sampling in Eastern Nigeria. Malay. For., 1962, 25, p. 123-139.
- WALTER (H.), 1971. - Ecology of tropical and subtropical vegetation. - Ed. angl. traduite par Huellen-Dombors (D.) et Burnett (J. H.) - Edinburgh: Oliver and Boyd, 1971, 539 p.

- WILDEMAN (E. de), 1934. - Remarques à propos de la forêt équatoriale congolaise. Mém. Inst. Roy. Colon. Belge, 1934, 2, p. 1-20.
- WILLIAMS (C. B.), 1964. - Patterns in the balance of nature and related problems in quantitative ecology. - London; New-York: Academic Press, 1964, 324p.

• Sylviculture

- BARWARD (R. C.), 1955. - Silviculture in the tropical rain forest of Western Nigeria compared with Malayan methods. Malay. For., 1955, 18, p. 173-180; Emp. For. Rev., 1955, 34, p. 355-368.
- BAUR (G. N.), 1964. - The ecological basis of rainforest management. For. Commission New South Wales, 1964, 499p.
- BERGEROO-CAMPAGNE (B.), 1957. - Evolution des méthodes d'enrichissement de la forêt dense de la Côte d'Ivoire. Bois For. Trop., 1958, 58, p. 17-32; 59, p. 19-35.
- CATINOT (R.), 1965. - Sylviculture tropicale en forêt dense africaine. Bois For. Trop., 1965, 100, p. 5-18; 101, p. 3-16; 102, p. 3-16; 103, p. 3-16; 104, p. 17-31.
- DONIS (C.), 1948. - Etai d'économie forestière au Hayumbe. Publ. I.N.E.A.C., sér. xi., 1948, 37, 92p.
- DUVIGNEAU (P.), 1969. - Productivité des écosystèmes forestiers. Actes Colloque de Bruxelles, 1969. - Paris: UNESCO, 1971, 707p. (Ecologie et conservation, 4).
- Food and Agriculture Organization, 1958. - Tropical silviculture. - Rome: F.A.O., 1958, vol. I, 190p.; vol. II, 415p.
- HUFFEL (G.), 1919-1926. - Economie forestière. 3^{ed}. (cité dans: écosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique, 1983.)
- LANCASTER (P. C.), ROSEVEAR (D. R.), 1953. - Historique et aspect actuel de la sylviculture en Nigéria. Bois For. Trop., 1953, 28, p. 3-12.

- MC GREGOR (W.D.), 1934. - Silviculture of the Mixed Deciduous Forests of Nigeria. Oxf. For. Mem., 1934, 18.
- TAYLOR (C.J.), 1960. - Synecology and silviculture in Ghana. - Edinburgh: Nelson and Univ. College Ghana, 1960, 417 p.

. Classifications

- AUBRÉVILLE (A.), 1963. - Classification des formes biologiques des plantes vasculaires en milieu tropical. *Adansonia*, 1963, 3, (2), p. 226-231.
- AUBRÉVILLE (A.), 1965. - Principes d'une systématique des formations végétales tropicales. *Adansonia*, 1965, 5, (2), p. 153-196.
- BURT DAVY (J.), 1938. - The classification of tropical woody vegetation types. *Emp. For. Inst. Pap.*, 1938, 13, 85 p.
- ELLENBERG (H.), MUELLER DOMBOIS (D.), 1967. - Tentative physiognomic-ecological classification of plant formation of the earth, based on a discussion draft of the UNESCO working group on vegetation classification and mapping. *Rev. Geobot. Inst. E.T.H., Stiftung Rübli*, 1967, 37, p. 21-55.
- GILBERT (G.), LEBRUN (J.), 1954. - Une classification écologique des forêts du Congo. *Publ. INEAC, sér. xi.*, 1954, 63, 89 p.
- GREENWAY (P.J.), 1973. A classification of East African vegetation. *Kirkia*, 1973, 9, 68 p.
- LÉONARD (J.), 1950. - les divers types de forêts du Congo belge. In: *Symp., Association pour l'étude taxonomique de la flore de l'Afrique tropicale*, Bruxelles, 1950, p. 81-93.
- MOONEY (J.W.C.), 1961. - Classification of the vegetation of the high forest zone of Ghana. In: *Trop. Soils and Veg.* - Paris: UNESCO, 1961, p. 85-85.
- TROCHAIN (J.L.), 1946. - Nomenclature et classification de types de végétation en Afrique noire occidentale et centrale. *Ann. Univ. Montpellier*,

suppl. sci., sér. bot., 1946, 2, p. 35-41.

- TROCHAIN (J.L.), 1951. - Nomenclature et classification des types de végétation en Afrique noire française. Bull. Inst. Etud. Centraf., nouv. sér., 1951, 2, p. 9-18.

• Architecture

- ANPALU (J.P.), CHALK (L.), 1963. - Possible relation between the anatomy of the wood and buttressing. Commonwealth For. Rev., 1963, 42, (1), p. 53-68.

- ALEXANDRE (D.Y.), 1978. - Observations sur l'écologie de Trema guineensis en basse Côte d'Ivoire. Cah. O.R.ST.O.M., sér. Biol., 1978, 13, (3), p. 261-266.

- ANON, 1963, 1964 Inventaires forestiers du bassin de la M'Boere et en Haute Sangha. République Centrafricaine. Arch.

C.T.F.T., 1963, 1 fax., 14 p., 15 p., 79 p.; 1964, 8 fax., 15 p., 29 p., 16 p., 15 p., 6 p., 16 p., 16 p.

- ANON, 1966. - Inventaire forestier dans le lom et Kadej, Cameroun.

Arch. C.T.F.T., 1966, 6 fax., 28 p., 55 p., 55 p., 52 p., 54 p., 101 p.

- AUBRÉVILLE (A.), 1932. - La forêt de la Côte d'Ivoire. Essai de géobotanique forestière. Bull. Comité Etud. Hist. Scient. A.O.F., 1932, 15, (2-3), p. 205-249.

- AUBRÉVILLE (A.), 1947. - Les brousses secondaires en Afrique équatoriale.

Côte d'Ivoire, Cameroun, A.E.F. Bois For. Trop., 1947, 2, p. 24-52.

- BECKER (M.), BONHOMME (R.), BONY (J.P.), CHARTIER (P.), 1973.

- Effets physiologiques et caractérisation du rayonnement solaire dans le cadre d'une méthode d'aménagement sylvoicole en forêt dense africaine. Bois For. Trop., 1973, 152, p. 19-35.

- BRINKMAN (F.E.), GINGRICH (S.F.), KRAJICEK (J.E.), 1961. - Crown competition. A measure of density. For. Sci., 1961, 7, (1), p. 35-42.

- CABALLÉ (M.), 1980. - Caractéristiques de croissance et de multiplication

- végétative en forêt dense du Gabon de Liocorno tetraera albiflorum Wild, Dilleniaceae.
 Adansonia, 1980, 2, 19(4), p. 467-475.
- CAUSSINUS (H.), ROLLET (B.), 1969. - Sur l'utilisation d'un modèle mathématique pour l'étude des structures des forêts denses humides sempervirentes de forêt. C.R. Acad. Sci. Paris, sér. D, 1969, 268, (14), p. 1853-1855.
- HESSEL (D.), GAUTIER (N.), 1979. - La description des communautés végétales : exemples d'utilisation de deux techniques statistiques adaptées aux mesures sur grilles ou transects. In: Actes 7^e Colloque Informatique et Biosphère, Paris, p. 87-101.
- CREMERS (G.), 1973, 1974. - Architecture de quelques lianes d'Afrique tropicale. Candollea, 1973, 28, p. 249-280; 1974, 29, p. 57-110.
- DANSEREAU (P.), 1951. - Description and recording of vegetation upon a structural basis. Ecology, 1951, 32, p. 172-229.
- DAWKINS (H.C.), 1958. - The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Emp. For. Inst. Rep., 1958, 34, 115 p.
- DAWKINS (H.C.), 1963. - Crown diameter: their relation to bole diameter in tropical forest tree. Commonwealth For. Rev., 1963, 42, (4), p. 318-333.
- DU VIGNEAU (P.), KIWANA (A.), MESOTTEN (G.), SMET (S.), 1951. - Ecophytologie de la feuille chez quelques espèces de la "laurifolice" du Congo méridionale. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., 1951, 84, p. 91-95.
- EMLEN (J.T.), 1967. - A rapid method for measuring arboreal canopy cover. Ecology, 1967, 48, (1), p. 158-160.
- FLORENCE (J.), 1981. - Chablis et sylvigénèse dans une forêt dense humide sempervirente du Gabon. - Th. 3^e cycle Sci. Biol.: Univ. Louis Pasteur, Strasbourg 1, 1981, 268 p. (publié en 1982).
- GAZEL (H.), HALLÉ (N.), LE THOMAS (A.), 1967. - Trois relevés botaniques dans les forêts de Béléga, Nord-Est du Gabon. Biol. Gabon, 1967, 3, (3), p. 3-16.

- GLORIOD (G.), LANLY (J.P.), 1964. - Inventaire de 100000 Hectares de forêt dense dans la région de Kango (République gabonaise).
- Nogent-sur-Marne : C.T.F.T., 1964, 189 p.
- GUÉNEAU (P.), 1973. - Contraintes de croissance. Bois For. Trop., 1973, Cah. Sci. 3, 52 p.
- GUILLAUMET (J.L.), KAHN (F.), 1979. - Description de végétation forestière tropicales, approche morphologique et structurale. Candollea, 1979, 34, (1), p. 109-131.
- HALÉ (F.), OLDEMAN (R.A.A.), 1970. - Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux. - Paris: Masson, 1970, 178 p.
- HALLE (F.), OLDEMAN (R.A.A.), TOMLINSON (P.B.), 1978. - Tropical trees and forests. An architectural analysis. - Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1978, 450 p.
- HLADIK (A.), 1974. - Importance des lianes dans la production foliaire de la forêt équatoriale du Nord-Est du Gabon. C.R. Acad. Sci. Paris, sér. D, 1974, 278, (20), p. 2527-2530.
- HLADIK (A.), HLADIK (C.H.), 1980. - Utilisation d'un ballon captif pour l'étude du couvert végétal en forêt dense humide. Adansonia, 1980, 19, (3), p. 325-336.
- HORN (H.S.), MC ARTHUR (R.H.), 1969. - Foliage profile by vertical measurements. J. Ecol., 1969, 50, (5), p. 802-804.
- HUTTEL (C.), 1969 b. - Répartition verticale des racines dans une forêt dense humide sempervivente de Côte Ivoire d'ivoire. J. West Afr. Sci. Assoc, 1969, 14, (1-2), p. 65-72. - (paru en 1971).
- JENÍK (J.), 1971. - Root structure and underground biomass in equatorial forest. In: Proc. Brussels Symp., Productivity of For. Ecosyst., 1969. - Paris: UNESCO., 1971, p. 323-331.
- JENÍK (J.), MENSAH (K.O.A.), 1967, 1968. - Root systems of tropical trees. Phytica, 1967, 39, p. 59-65; 1968, 40, p. 21-27.

- JOHNSON (P.L.), VOGEL (T.C.), 1967. - Evaluating forest canopies by a photographic method. US Army Cold Reg. Res. Engr. Lab., 1967, Res. Rep. 253.
- KERFOOT (C.), 1963. - The root systems of tropical forest trees.
 - Commonwealth For. Rev., 1963, 42, p. 19-26.
- KIRA (T.), OGAWA (H.), 1971. - Assessment of primary production in tropical and equatorial forests. In: Proc. Brussels Symp., Productivity of forest ecosystems, 1969. - Paris: UNESCO, 1971, p. 309-321.
- LEBRUN (J.), 1936b. - Observations sur la morphologie et l'écologie des centres-forts du Cynometra alexandri au Congo belge. Bull. Inst. Roy. Colon. belge, 1936, 7, (3), p. 573-584.
- LEBRUN (J.), 1964. - A propos des formes biologiques des végétaux en région tropicales. Bull. Acad. Roy. Sci. Outre-Mer, 1964, p. 326-337.
- LE CACHEUX (P.), 1954. - Applications des méthodes statistiques à l'étude des forêts équatoriales. In: Proc. 4th World For. Congress, 1954, vol. 3, p. 698-709.
- LE CACHEUX (P.), 1955. - Analyse statistique de la forêt tropicale en vue de son utilisation pour la production de la cellulose. J. Agric. Trop. Bot. Appl., 1955, 2, (1-2), p. 1-17.
- LEROY-DEVAL (J.), 1973. - Les liaisons et anastomoses racinaires. Bois For. Trop., 1973, 152, p. 37-49.
- LEROY-DEVAL (J.), 1974. - Structure dynamique de la rhizosphère de l'okoumé dans ses rapports avec la sylviculture. - Th. Ing. Doct. - Nogent-sur-Marne: C.F.T., 1974, 113 p.
- LETOUZEY (R.), 1969-1972. - Manuel de botanique forestière.
 - Nogent-sur-Marne: C.F.T., 1969, 1970, 1972, 2 vol. en 3 fasc., 189 + 461 p.
- LOUIS (J.), 1947. - Contribution à l'étude des forêts équatoriales congolaises. In: C.R. Sem. Agric. Yangambi. Publ. I.N.E.F.C., hors sér., 1947, 2, p. 302-323.

- MEYER (H.A.), 1952. - Structure, growth and drain in balanced uneven-aged forests. *J. For.*, 1952, 50, (2), p. 85-92.
- MILLIER (C.), POISSONNET (M.), SERRA (J.), 1972. - Morphologie, mathématique et sylviculture. In: 3^e Conf. Groupe Consultatif Statisticiens For. I.U.F.R.O., 1970. - I.N.R.A., 1972, p. 287-307.
- NEWMAN (I.V.), 1954. - Locating strata in tropical rain forest. *J. Ecol.*, 1954, 42, p. 218-219.
- OLDEMAN (R.A.A.), 1978. - Architecture and energy exchange of dipterocarpous trees in the forest. In: Tomlinson (P.B.) and Zimmermann (H.H.), *Tropical trees as living systems*. Cambridge: Univ. Press, 1978, p. 535-560.
- PIERLOT (R.), 1962. - Une technique d'étude de la forêt dense en vue de son aménagement: la distribution hyperbolique des grosseurs. *Bull. Soc. Roy. For. Belg.*, 1962, 2, p. 129-130.
- PIERLOT (P.), 1966a. - Structure et composition des forêts denses d'Afrique centrale, spécialement celles du Kivu. *Mém. Acad. Roy. Sci. Outre-Mer, nouv. sér.*, 1966, 16, (4), 367 p.
- PIERLOT (R.), 1966b. - La relation entre le nombre de tiges à l'hectare et leur diamètre. In: 6^e Congrès For. Mond., Madrid, 1966.
- REFLYE (P. de), 1979. - Modélisation de l'architecture des arbres par des processus stochastiques. - Th. sci.: Univ. Paris-Sud, 1979, 194 p.
- RICHARDS (P.W.), 1939. - Ecological studies on the rain forest of Southern Nigeria. I. The structure and floristic composition of the primary forest. *J. Ecol.*, 1939, 27, p. 1-61.
- RICHARDS (P.W.), TAUSLEY (A.G.), WATT (A.S.), 1940. - The recording of structure, life forms and flora of tropical forest communities as a basis for their classification. *J. Ecol.*, 1940, 28, p. 224-239.
- ROBBINS (R.G.), 1959. - The use of the profile diagram in rain forest ecology. *J. Biol. Sci.*, 1959, 2(2), p. 53-63.
- ROLLET (B.), 1963. - Introduction à l'inventaire forestier du Nord Congo. *Rapp. F.A.O.* 1963, 2nd., 1782, 142 + 11 p.
- ROLLET (B.), 1968. - Étude quantitative de profils structuraux de forêts denses

- vénézuéliennes. Comparaison avec d'autres profils de forêts denses tropicales de plaine. *Adansonia*, 1968, 8, (4), p. 523-549.
- ROLLET (B.), 1969. - La régénération naturelle en forêt dense humide sempervivente de plaine de la Guyane vénézuélienne. *Biotrop. Trop.*, 1969, 124, p. 19-38.
- ROLLET (B.), 1974. - L'architecture des forêts denses humides semperviventes de plaine. Nogent-sur-Marne : C.T.F.T., 1974, 298 p.
- STELLAY (J.G.), 1952. - Studies in statistical ecology. 1. Spatial patterns. *Biometrika*, 1952, 39, p. 346-362.
- SMITH (A.P.), 1974. - Stratification of temperate and tropical forests. *Amer. Natural.*, 1974, 107, (357), p. 671-683.
- VERSTEEGH (P.J.D.), 1974. - Assessment of volume characteristics of tropical rain forests on large scale aerial photographs. *I.T.C. J.*, 1974, 3, p. 330-341.
- VERSTEEGH (P.J.D.), 1975. - The dependance of forest inventory on a survey. *I.T.C. J.*, 1975, 2, p. 280-282.
- WALKER (F.S.), 1964. - Volume table for *Triplachiton scleroxylo*, *Chlorophora excelsa*, *Pycnanthus angolense*, *Khaya* sp., *Terminalia hirsuta* and *Albizia* sp. *Bull. Niger. For. Dep.*, April 1964, p. 9-10.
- ZÖHRER (F.), 1972. - The Beta-distribution for best fit of stem-diameter distributions. In: 3^e Conf. Groupe Consultatif Statisticiens For., IUFRO, 1970. - INRA, 1972, p. 91-106.

Structure

- ASHBY (E.), PIDGEON (I.M.), 1942. - A new quantitative method of analyzing of plant communities. *Aust. J. Sci.*, 1942, 5, p. 19-21.
- BOURGEOIS (P.S.), GUILLAUMET (J.L.), 1982. - Vertical structure of trees in the Tai forest (Ivory Coast): a morphological and structural approach. *Candollea*, 1982, 37, (2), p. 565-577.

- BRUNIG (E.F.), 1981. - Some methodological problems and possibilities in ecosystems research to link features of tropical forest physiomy and structure with its dynamic processes. Congress 17, For. Environ. and Silviculture, I.U.F.R.O., Kyoto, 1-1981. - Ibaraki: Forestry For. Products Res. Inst., 1981, p. 10-20.
- CAUSSINUS (H.), LAMBERT (E.), ROLLET (B.), 1969. - Sur l'utilisation d'un nouveau modèle mathématique pour l'étude des structures des forêts denses humides sempervirentes de plaine. C.R. Acad. Sci. Paris, 1969, 269, p. 2547-2549.
- CAUSSINUS (H.), ROLLET (B.), 1970. - Sur l'analyse, au moyen d'un modèle mathématique, des structures par espèces des forêts denses humides sempervirentes de plaine. C.R. Acad. Sci. Paris, 1970, 270, p. 1341-1344.
- CORBET (A.S.), FISHER (P.A.), WILLIAMS (C.B.), 1943. - The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. J. Anim. Ecol., 1943, 12, p. 42-58.
- DAWKINS (H.C.), 1959. - The volume increment of natural tropical high forest and limitations on its improvement. Emp. For. Rev., 1959, 38, p. 175-180.
- DIGGLE (P.), 1972. - Some statistical aspects of spatial distribution models for plants and trees. Sta. For. Suec., 1972, 162, 47 p.
- GODRON (H.), 1970. - Un modèle par la courbe aléa-espèce. Natural. Can., 1970, 97, p. 491-492.
- GODRON (H.), 1971a. - Comparaison d'une courbe aléa-espèce et de son modèle. Oecolog. Plant., 1971, 6, (2), p. 189-195.
- GOLDSTEIN (R.A.), GRIGAL (D.F.), 1972. - Definition of vegetation structure by canonical analysis. J. Ecol., 1972, 62, (2), p. 277-284.
- GOLLEY (F.B.), 1983. - Tropical rain forest ecosystems: structure and function. Ecosyst. World, 1983, 14, part A, XI-331 p.
- GOODALL (D.W.), 1952. - Quantitative aspects of plant distribution.

- Biol. Rev., 1952, 27, p. 194-245.
- HALL (J. B.), OKAZI (D. U. U.), 1979. - A structural and floristic analysis of woody fallow vegetation near Ibadan, Nigeria. *J. Ecol.*, 1979, 67, (1), p. 321-346.
 - JACK (W. H.), 1961. - The spatial distribution of tree stems in a tropical high forest. *Emp. For. Rev.*, 1961, 40, p. 234-241.
 - KAHN (F.), 1973. - Architecture comparée de forêts tropicales humides et dynamique de la rhizosphère. - Th. Sci.: Univ. Montpellier, 1973, 443p.
 - MALAISSE (F.), 1976. - Quelques méthodes d'étude de la structure en forêt. Exemple d'application au Miombo zairais, écosystème tropical. - Bruxelles: A.G.C.D., 1972, p. 104-118. - (la pratique de l'écologie).
 - OLDEMAN (R. A. A.), 1974a. - L'architecture de la forêt guyanaise. *Mém. ORSTOM.*, 1974, 73, 204p.
 - OLDEMAN (R. A. A.), 1974b. - Ecotopes des arbres et gradients écologiques verticaux en forêt gabonaise. *Terre et Vie*, 1974, 28, (4), p. 487-520.
 - OLDEMAN (R. A. A.), 1982. - Reaping the interest of the genetic forest capital. Texte présenté à la réunion d'experts FAO/UNEP/UNESCO, Rome, Janvier 1982. - Wageningen: LH-Boekelt, 1982, 10p.
 - PIELOU (E. C.), 1966. - The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.*, 1966, 13, p. 131-144.
 - POISSONNET (P.), 1971. - Relation entre le nombre d'espèces par échantillon et la taille de l'échantillon dans une phytocénose. *Oecolog. Plant.*, 1971, 6, (3), p. 219-236.
 - PRESTON (F. W.), 1947. - The commonness and rarity of species. *Ecology*, 1947, 29, p. 254-283.
 - PRESTON (F. W.), 1962. - The canonical distribution of commonness and rarity. *Ecology*, 1962, 43, (2), p. 183-215; (3), p. 410-432.
 - SADIQ (R. A.), 1982. - Evaluation of forest stand growth and yield models. *Diss. Abstr. Int., Sect. B: Sci. Eng.*, 1982, 42, (10), p. 3894.
 - SAINT-AUBIN (G. de), 1963. - la forêt du Gabon. *Publ. C.T.F.T.*, 1963, 21, 209p.

- SINGH (P.D.), 1974. - Inventaires forestiers: quelques types de variation spatiale. *Umasyha*, 1974, 26, (106), p. 18-23.
- THOMAS (M.), 1946. - A theory for analysing contagiously distributed populations. *Ecology*, 1946, 27, p. 329-341.

• Biologie, régénération, croissance

- ADJANOHOUN (E.), GUILLAUDET (J.L.), 1971. - La végétation dans le milieu naturel de Côte d'Ivoire. *Hém. ORSTOM*, 1971, 50, p. 157-263.
- ALEXANDRE (D.Y.), 1977. - Régénération naturelle d'un arbre caractéristique de la forêt équatoriale de Côte d'Ivoire. *Tournefortia africana*. *Pellogr. Cecolog. Plant.*, 1977, 12, (3), p. 241-262.
- ALEXANDRE (D.Y.), 1982. - Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte d'Ivoire. *Cambodia*, 1982, 37, (2), p. 579-588.
- AMOBI (C.C.), 1973. - Periodicity of wood formation in some trees of lowland rain forest in Nigeria. *Ann. Bot.*, 1973, 37, (149), p. 211-218.
- ANON., 1982. - Dispositifs de l'évolution de la forêt dense ivoirienne suivant différents types d'intervention (sur la base des travaux réalisés par le SODEFOR en Côte d'Ivoire). *Rapp. C.I.F.T.*, 1982, 22 p.
- ASHTON (P.S.), 1969. - Speciation among tropical forest trees. some deductions in the light of recent evidence. *Biol. J. Linn. Soc.*, ^{London} 1969, 1, p. 155-156.
- BONNIS (G.), 1980. - Etude de champs en forêt dense humide sempervivente naturelle de Taï (Côte d'Ivoire). *Hém. ORSTOM*, 1980, 29 p., dactylogr.
- CAPON (H.), 1947. - Observations sur la phénologie des essences de la forêt de Yangambi. In: *C.R. Sem. Agric. Yangambi*. - Bruxelles: publ. INEAC, 1947, p. 849.
- CENTER (T.D.), JOHNSON (C.D.), 1974. - Coevolution of some seed beetle (Coleoptera: Bruchidae) and their hosts. *Ecology*, 1974, 55, p. 1096-1103.
- CONNELL (J.H.), 1970. - On the role of natural enemies in preventing

- competitive exclusion in some marine animals and in rain forest trees. In: Proc. Adv. Stud. Inst. Dynamics Numbers Popul., Cesterbeeck, 1970, p. 298-312.
- CORNER (E. J. H.), 1949. - The durian theory of the origin of the modern tree. Ann. Bot., 1949, new. ser., 13, p. 367 - 414.
- CORNER (E. J. H.), 1956. - The evolution of tropical forest. In: Huxley (J. S.), Hardy (A. C.), Ford (E. B.), evolution as a process. - London: Allen and Unwin, 1956, p. 34 - 46.
- DE LA HENSBRUGE (C.), 1966. La germination et les plantules des essences arborées de la forêt dense humide de la Côte d'Ivoire. - Nogent-sur-Marne: C.T.F.T., 1966, 389p.
- DEVINEAU (J. L.), 1975. - Étude quantitative des forêts-galerie de Lamto (moyenne Côte d'Ivoire). - Th. 3^e cycle: Paris, 1975, 150p.
- DOBBS (P. C.), 1969. - An electrical device for recording small fluctuations and accumulated increment of tree stem circumference. For. Chron., 1969, 45, p. 187 - 189.
- DOUAY (J.), 1954. - Appréciation des possibilités de régénération d'une parcelle de forêt tropicale par comptage des prééclatants. Bois For. Trop., 1954, 36, p. 11-19.
- Food and Agriculture Organization, 1955. - Tree seed notes. - Rome: F.A.O., 1955, 354p.
- Food and Agriculture Organization, 1972. - Rapp. de la Conf. F.A.O. sur l'établissement de programmes coopératifs de recherche agronomique entre pays ayant des conditions écologiques semblables en Afrique. Zone guinéenne, Ibadan, 1972. - Rome: F.A.O., 1972, 313p.
- GEISSLER (H.), 1970. - Instruments for measuring the seasonal course of diameter increment in forest trees. Wiss. Z. Tech. Univ. Dresden, 1970, 19, (6), p. 1589 - 1596.
- GILBERT (G.), 1938. - Observations préliminaires sur la morphologie des plantules forestières au Congo belge. Publ. I.N.E.A.C., séa. sci., 1938, 17, 28p.

- GÓMEZ-POHPE (A.), GUEVARA (S.), VÁZQUEZ-YANES (C.), 1972. - The tropical rain forest: a non-renewable resource. *Science*, 1972, 177, p. 762-765.
- HARPER (J.L.), 1961. - Approaches to the study of plant competition. In: Hiltner (F.L.), mechanisms of biological competition. Symp. Soc. Exper. Biol., 1961, 15, p. 1-39.
- HARPER (J.L.), WHITE (J.), 1970. - Correlated changes in plant size and number in plant populations. *J. Ecol.*, 1970, 58, p. 467-485.
- HLADIK (A.), 1982. - Dynamique d'une forêt équatoriale africaine: mesures en temps réel et comparaison du potentiel de croissance des différentes espèces. *Acta Oecol. Oecol. Gen.*, 1982, 3, (3), p. 373-392.
- HORN (H.), 1972. - The adaptive geometry of trees. - Honors. in *Popul. Biol.*, 1972, 3.
- HUMMEL (F.C.), 1946. - The formation of growth rings in Entandrophragma macrophyllum A. Chev. and Kaya grandifolia C. DC. *Emp. For. Res.*, 1946, 25, (1), p. 103-107.
- IMPENS (I.I.), SCHALCH (J.H.), 1965. - A very sensitive electric dendrograph for recording radial changes of a tree. *Ecology*, 1965, 46, (1/2), p. 183-184.
- IYAHABO (D.E.), 1971. - Some aspects of girth and radial growth patterns of Triplachton strobiliferum Schum. *Dep. For. Res. Ibadan, For. Ser.*, 1971, Res. Pap. 1, 7p.
- JANZEN (D.H.), 1970. - Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *Amer. Natural.*, 1970, 104, (910), p. 501-528.
- JANZEN (D.H.), 1971. - Seed predation by animals. *Ann. Rev. Ecol. and Syst.*, 1971, 2, p. 465-492.
- JANZEN (D.H.), 1974. - Tropical blackwater rivers, animals and mast fruiting by the Dipterocarpaceae. *Biotropica*, 1974, 6, p. 69-103.
- JANZEN (D.H.), WILSON (D.E.), 1972. - Predation of Scheelea palm

- by bruchid beetle: seed density and distance from the parent plm.
Ecology, 1972, 53, p. 954-959.
- JENIK (J.), LONGMAN (K.A.), 1974. - Tropical forest and its environment. - London: Longman, 1974, 18 p.
 - JONES (E.W.), 1950. - Some aspects of natural regeneration in the Benin rain forest. *Emp. For. J.*, 1950, 29, p. 108-124.
 - KEAY (R.W.J.), 1957. - Wind dispersed species in a Nigerian forest. *J. Ecol.*, 1957, 45, (2), p. 471-478.
 - KEAY (R.W.J.), 1960. - Seeds in forest soils. *Niger. For. Inf. Bull.*, new ser., 1960, 4, p. 1-12.
 - KEAY (R.W.J.), 1961. - Increment in the Okomu Forest Reserve, Benin. *Niger. For. Inf. Bull.*, new ser., 1961, 11, 33 p.
 - KEENE (J.D.), 1935. - Natural regeneration by a group method in Rain forest of Southern Nigeria. *Emp. For. J.*, 1935, 14, p. 19-24.
 - KINERSON (R.S.), 1973. - A transducer for investigation of diameter growth. *For. Sci.*, 1973, 19 (3), p. 230-232.
 - KORIBA (K.), 1958. - On the periodicity of tree growth in the tropics, with reference to the mode of branching, the leaf-fall and the formation of the resting bud. *Gard. Bull. Singapore*, 1958, 17, (1), p. 11-81.
 - LONGMAN (K.A.), 1969. - The dormancy and survival of plants in the humid tropics. *Symp. Soc. Exp. Biol.*, 1969, 23, p. 471-488.
 - LOWE (R.G.), 1961. - Periodic growth in *Triplachiton sclerocylon* K. Schum. Fed. Dep. For. Res. Ibadan, Techn. Note, 1961, 13.
 - LOWE (R.G.), 1968a. - The effect of competition on tree growth. In: 2nd Niger. For. Conf., Enugu, 1966. - 1968.
 - LOWE (R.G.), 1968b. - Periodicity of a tropical rain forest tree: *Triplachiton sclerocylon* K. Schum. *Commonwealth For. Rev.*, 1968, 47, (2), p. 150-163.
 - LOWE (R.G.), 1971. - Some effects of stand density on the growth of

- several plantation species in Nigeria. Univ. Ibadan, Ph.D. thesis, 1971, 10+239p.
- MANGEVOT(G.), 1957. - les recherches sur la végétation dans les régions tropicales humides de l'Afrique occidentale. In: Proc. Randy Symp., 1956. - Paris: UNESCO., 1958, p. 115-126.
 - MARRIAUX(A.), 1967. - les cerne dans les bois tropicaux africains nature et périodicité. Bois For. Trop., 1967, 113, p. 3-14, 114, p. 23-37.
 - MARRIAUX(A.), 1969. - la périodicité des cerne dans le bois de Limba. Bois For. Trop., 1969, 128, p. 39-54.
 - MAUDOUX(E.), 1954. - la régénération dans les forêts remaniées du Hayombe. Bull. Agric. Congo Belge, 1954, 45 (2), p. 403-420.
 - MC COMB(A.L.), OGIRIGI(M.), 1970. - Features of the growth of Eucalyptus citriodora and Isobornia doka in the northern guinea savanna zone of Nigeria. F.A.O., Fed. Dep. For. Res. Savanna For. Res. Stat., 1970, res. pap. 3, 6p.
 - MERVART(J.), 1971. - Frequency curves of the growing stock in the Nigerian high forest. Fed. Dep. For. Ibadan, 1971, 12p.
 - MERVART(J.), 1972. - Growth and mortality rates in the natural high forest of Western Nigeria. Niger. For. Inf. Bull., new ser., 1972, 22, 28p.
 - MICHELSON(A.), 1953. - Considérations sur la forêt spontanée africaine et son exploitation. Statistiques relatives à la régénération naturelle de cette forêt. Etud. For. Com. Natl. du Kérou, nouv. sér., 1953, 5, 91p.
 - MÜLLER(D.), NIELSEN(J.), 1965. - Production brute, perte par respiration et production nette dans la forêt ombrophile tropicale. Det Forstlige Forsvaesen i Danmark, 1965, 29 (2), p. 69-160.
 - NIERSTRASZ(E.), 1975. - Cabrières et chablis en forêt naturelle. - Page QRSTO.M., Centre d'Adiopodoume, 21p + annexes 22p.
 - OLATOYE(S.T.), 1968. - Seed storage problems in Nigeria. In: Proc. 9th Brit. Com. For. Conf., New Delhi, 1968.

- PITONI (A.), 1980. - Il meccanismo di rigenerazione della foresta tropicale e le piante intermedie. Riv. Agric. Subtrop. Trop., 1980, 74, (1-2), p. 83-87.
- PONCE DE LEON GARCIA (L.), 1982. - L'écophysiologie de la germination d'espèces forestières et de savane, en rapport avec la dynamique de la végétation en Côte d'Ivoire. Bull. liaison Rech. Lamto, 1982, 1, n° spec., 148 p.
- PRÉVOST (H.F.), 1966. - Architecture de quelques Apocynacées ligneuses. In: Colloque sur Physiol. de l'arbre. Hérm. Soc. Bot. Fr., 1966, 914, p. 23-36.
- RIDLEY (H.N.), 1930. - The dispersal of plants throughout the world. - London: Reeve, 1930, 744 p.
- ROBERTS (H.), 1961. - Seasonal variation in the starch content of the seedpod of Triplachiton selenoxyloides K. Schum. Sterculiaceae (trade name - morwa/obeche) in Ghana, West Africa. Emp. For. Rev., 1961, 40, (1), p. 61-65.
- ROCKET (I.), SETZER (O.), 1980. - Les problèmes de la mise en valeur des forêts du nord Congo. Silvicult. Trop. Subtrop., 1980, 7, p. 47-77.
- ROLLET (B.), 1983. - La régénération naturelle dans les forêts: un processus général de la dynamique des forêts tropicales humides. Bois For. Trop., 1983, 202, p. 19-34.
- ROUX (J.), 1964-1965. - Espèces à rameaux végétatifs dimorphes. I. L'appareil aérien de Neobucaya acuminata (Gilg) Hutch. (Buxaceae, Buxacoideae). Natl. Herts. S. Bot., 1964-1965, 16, p. 177-193.
- SCAROUNE (F.), 1957. - Contribution à l'étude des forêts en milieu équatorial (Ouest Cameroun). 1957, 69 p., (rap. inédit).
- STEWIS (C.G.G.J. Van), 1958. - Rejuvenation as a factor for judging the status of vegetation types: the biological nomad theory. In: Proc. 1st and 2nd Symp., Stud. of Trop. Veg., 1956. - Paris: UNESCO, 1958, p. 212-218; p. 159-163.
- STYLES (B.T.), 1972. - Flower biology of the Meliaceae and its bearing

- on tree breeding. *Silv. Genet.*, 1972, 21, (5).
- SWEET (G.B.), WAREING (P.F.), 1966. - The relative growth rates of large and small seedlings in forest tree species. Oxford Univ. Press, *Suppl. to Forestry*, 1966, p. 110-117.
- SYNNOTT (T.J.), 1973. - Seed problems. In: *Int. Symp. on Seed Processing*, IUFRO, Bergen, 1973.
- TAYLOR (C.J.), 1954. - La régénération de la forêt tropicale dense dans l'Ouest africain. *Bol. For. Trop.*, 1954, 37, p. 19-26.
- TRACEY (J.G.), WEBB (L.J.), WILLIAMS (W.T.), 1972. - Regeneration and pattern in the sub-tropical rain forest. *J. Ecol.*, 1972, 60, (3), p. 675-685.
- VASQUEZ-YANES (C.), 1976. - Seed dormancy and germination in secondary vegetation tropical plants: the role of light. *Comp. Physiol. and Ecol.*, 1976, 1, (1), p. 30-32.
- VOOREN (A.P.), 1979. - *Essai sur la forêt forestière et sa régénération: analyse structurale et numérique d'une taposéquence en forêt de Tai.* Côte d'Ivoire. - *Maîtrise: Univ. Agron., Wageningen*, 1979.
- WHITHORE (T.C.), 1981. - On studying processes and cycles in tropical rain forests. *Commonwealth For. Rev.*, 1981, 60, (184), p. 113-116.
- WOLTER (K.E.), 1968. - A new method for making xylem growth. *For. Sci.*, 1968, 14, (1), p. 102-104.
- WYCHERLEY (P.R.), 1973. - The phenology of plants in the humid tropics. *Mieromeica*, 1973, 9, p. 75-96.

• Successions secondaires

- ADEYOJU (S.K.), 1980. - The future of tropical agroforestry systems. *Commonwealth For. Rev.*, 1980, 59, (180), p. 155-161.
- BATCHELDER (P.B.), 1967. - Spatial and temporal patterns of fire in the tropical world. In: *Proc. 6th Ann. Conf. Tall Timber Fire Ecol.*, Tallahassee,

- Floride, 1967, p. 171-190.
- BRETSKY (P.W), BRETSKY (S.S.), LEVINTON (J.), LORENZ (D.M.), 1973. - Fragile ecosystems. *Science*, 1973, 179, (4078), p. 1147.
 - BRUWIG (E.F.), 1977. - The tropical rain forest. A wasted asset or an essential biospheric resource? - *Ambio*, 1977, 6, (4), p. 187-191.
 - BUDOWSKI (G.), 1965. - Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba*, 1965, 15, p. 40-42.
 - CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL, 1974. - Caractères des espèces forestières secondaires. - Nogent-sur-Maine: C.T.F.T., 1974, non publié.
 - CHEVALIER (A.), 1924. - Sur la forêt primitive tropicale et la forêt secondaire. *C.R. Soc. Biogéogr.*, 1924, 1, p. 39-40.
 - CHILD (G.I.), CLEMENTS (R.G.), DUEVER (H.J.), GOLLEY (F.B.), MC GINNIS (J.T.), 1975. - Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystem. - Athens (Georgia): Univ. Georgia Press, 1975, 248 p.
 - DE NAHUR (C.), JAFFRÉ (T.), 1983. - Evolution de la biomasse végétale épigée au cours de la succession secondaire dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Acta Oecolog. Oecolog. Plant.*, 1983, 4, (3), p. 259-272.
 - DONIS (C.A.), 1965. - Shifting agriculture (Shag.). In: Proc. Duke Univ. Trop. For. Symp., Durham, USA, 1965, p. 30-43.
 - FLOYD (B.W.), 1982. - The rain forest and the farmer. *Geojournal*, 1982, 6, (5), p. 433-442.
 - FONTAINE (R.), 1981. - Les forêts tropicales, situation et tendances. *C.R. Séances Acad. Agr. Fr.*, 1981, 67, (13), p. 1074-1085.
 - FRESON (R.), GOFFINET (G.), MALAISSE (F.), 1974. - Ecological effects of the regressive succession miombo-miombo-savanna in Upper-Shaba (Zaire). In: Proc. 1st Int. Congress of Ecol., The Hague, 1974, p. 365-371.
 - GITTINGS (R.), 1981. - Towards the analysis of vegetation succession.

- Symp. Intern. Soc. of Veg. Sci., Montpellier, 1980. - W. Junk, 1981, p. 37-59.
- HEYMINGS (E.F.), 1974. - A review of forestry and allied literature. - London: The British Council, 1974.
 - FAH N (F.), 1980. - la reconstitution de la forêt tropicale après culture traditionnelle (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire). - Th. 3^e cycle: Ecol. Veg: Paris 11. - Paris: ORSTOM, 1980, 178 p.
 - FAH N (F.), 1982. - la reconstitution de la forêt tropicale humide. Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. Hérm. ORSTOM., 1982, 97, 141 p.
 - LASSAILLY (V.), SPICHIGER (R.), 1981. - Recherches sur le contact forêt-savane en Côte d'Ivoire : note sur l'évolution de la végétation dans la région de Béoumi (Côte d'Ivoire centrale). Candollea, 1981, 36, (1), p. 145-153.
 - MYERS (N.), 1980. - The present status and future prospects of tropical moist forests. Environ. Conserv., 1980, 7, (2), p. 101-114.
 - MYERS (N.), 1982. - Depletion of tropical moist forests: a comparative review of rates and causes in the 3 main regions. Acta Amazonica, 1982, 12, (4), p. 745-758.
 - ONYEMELUKWE (J.O.C.), 1979. - Transformation of the Nigerian forest ecosystems: a state of knowledge assessment of their socio-economic effects. Geojournal, 1979, 3, (6), p. 555-560.
 - ORLOCI (L.), 1981. - Proving time series vegetation data for evidence of succession. In: Symp. of Int. Soc. for Veg. Sci., Montpellier, 1980. - W. Junk, 1981, p. 31-35.
 - PAMARD (C.), 1973. - Recherches sur le contact forêt-savane en Côte d'Ivoire : étude du recrer forestier sur des parcelles cultivées en lisière d'un îlot forestier dans le sud du pays baoulé. Candollea, 1973, 8, (1), p. 21-37.
 - POORE (D.), 1976. - Valeurs des écosystèmes de la forêt tropicale humide

et effet de leur destruction sur le milieu. *Vrasyhva*, 1976, 28, (112-113), p. 124-140.

- ROSS (R.), 1954. - Ecological studies on the rain forest of Southern Virginia. III. Secondary succession in the Shasha Forest Reserve. *J. Ecol.*, 1954, 42, p. 259-272.

• Autres références

- ALEXANDRE (J.), FRESON (R.), GOFFINET (G.), HALAISSE (F.), HALAISSE-MOUSSET (M.), 1972. - The miombo ecosystem: a preliminary study. In: Golley (P.H.), Golley (F.B.), tropical ecology with an emphasis on organic production ^{New Delhi, 1971.} - Athens: Univ. Georgia, 1972, p. 363-405.

- BALANDREAU (J.), HUTTEL (L.), REVERSAAT (F.), TOUTAIN (F.), 1973. - Mesure de la fixation de l'azote moléculaire en forêt. In: Nouveaux documents pour une étude intégrée en écologie du sol. Paris, Rech. Coop. au Prog. du C.N.R.S. n° 40. *Ecol. Sol*, 1973, 3, p. 31-33.

- BARTHOLOMEY (W.V.), LAUDELOUT (H.), MEYER (J.), 1953. - Mineral nutrient immobilization under forest and grass fallow in Yangambi (Belgian Congo) region, with some preliminary results on the decomposition of plant material on the forest floor. *Publ. I.N.E.H., Ser. sci.*, 1953, 57, 27 p.

- BERNARD (F.), 1970. - Etude de la litière et de sa contribution au cycle des éléments minéraux en forêt ombrophile de Côte d'Ivoire. *Oecolog. Plant.*, 1970, 5, (3), p. 247-266.

- BERNHARD-REVERSAAT (F.), 1972. - Décomposition de la litière de feuilles en forêt ombrophile de basse Côte d'Ivoire. *Oecolog. Plant.*, 1972, 7, (3), p. 279-300.

- BERNHARD-REVERSAAT (F.), 1974. - L'azote du sol et sa participation au cycle biogéochimique en forêt ombrophile de Côte d'Ivoire. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 1974, 11, p. 263-282.

- BERNARD-REVERSAT(F.), 1976. - Essai de comparaison des cycles d'éléments minéraux en plantation de flamboyant (*Terminalia ivorensis*) et en forêt naturelle de Côte d'Ivoire. *Bols For. Trop.*, 1976, 167, p. 25-38.
- BERNARD-REVERSAT(F.), HUTTEU(L.), LEMÉE(G.), 1972. - Quelques aspects de la périodicité écologique et de l'activité végétale saisonnière en forêt ombrophile sempervirente de Côte d'Ivoire. In: Colley (P.H.), Colley (F.B.), *Tropical ecology with an emphasis on organic production*, New Delhi, 1971. - Athens: Univ. Georgia, 1972, p. 217-234.
- BERNARD-REVERSAT(F.), HUTTEU(L.), 1975. - Recherches sur l'écosystème de la forêt sub-équatoriale de base Côte d'Ivoire. V. Biomasse végétale et productivité primaire, cycle de la matière organique. *Terre et Vie*, 1975, 29, p. 169-264.
- CATINOT (R.), 1974. - Le présent et l'avenir des forêts tropicales humides. *Bols For. Trop.*, 1974, 154, p. 3-26.
- FRESON(R.), GOFFINET(G.), MALAÏSSE(F.), MALAÏSSE-HOUSSET (H.), 1975. - Litter fall and litter breakdown in miombo. In: Colley (F.B.), Hedine (E.), *Tropical ecological systems: trends in terrestrial and aquatic research*. - Berlin; New York: Springer Verlag, 1975, p. 137-152. - (ecological studies; 11).
- GREENLAND(D.J.), KOWAL(J.H.), 1960. - Nutrient content of a moist tropical forest of Ghana. *Plant and Soil*, 1960, 12, p. 154-174.
- HARTSHORN(G.S.), ORIAN(S)(G.H.), 1975. - Diversity, stability and maturity in tropical forest ecosystems. - F.A.O., 1975, 26 p.
- HOPKINS(B.), 1962. - Biological productivity in Nigeria. *Sci. Assoc. Niger. Proc.*, 1962, 1, (3), p. 20-28.
- HOPKINS(B.), 1966. - Vegetation of the Oloke meji Forest Reserve, Nigeria. IV. The litter and soil with special reference to their seasonal changes. *J. Ecol.*, 1966, 54, p. 687-703.
- HOPKINS(B.), 1970. - Vegetation of the Oloke meji Forest Reserve, Nigeria.

- . VI. The plants on the forest site with special reference to the seasonal growth.
J. Ecol., 1970, 58, p. 765-793.
- LAUDELOUT (H.), MEYER (J.), 1954. - Les cycles d'éléments minéraux et de matière organique en forêt équatoriale congolaise. In: *Trans. 5th Int. Congress Soil Sci.*, 1954, 2, p. 267-272.
- HALAISSE (F.), 1973. - Contribution à l'étude de l'écosystème forêt classe (Hiombo). VIII. Le projet Hiombo. *Ann. univ. Abidjan*, 1973, 6, (2), p. 227-250. - (colloque prog. biol. int. milieux herbacés Afr. C.R. Lemto, 1972).
- MAY (R.H.), 1975. - Diversity, stability and maturity in natural ecosystems, with particular reference to the tropical moist forests. F.A.O., 1975, 9 p.
- RHYM (P. de), 1971. - L'azote dans quelques forêts, savanes et terrains de culture d'Afrique tropicale humide (côte d'Ivoire).
 Th.: Univ. Lausanne. - Zurich: Buchdruckerei Birkhäuser, 1971, 124 p.