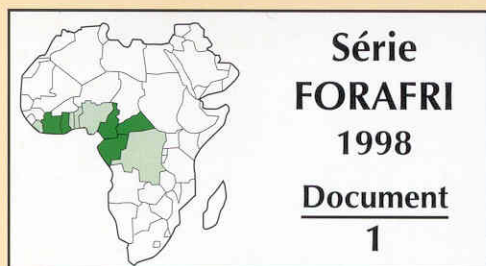


Dynamique de croissance dans des peuplements exploités et éclaircis de forêt dense africaine

Dispositif de M'Baiki en République Centrafricaine

(1982 - 1995)



Dynamique de croissance dans des peuplements exploités et éclaircis de forêt
dense africaine

Le dispositif de M'Baïki en République Centrafricaine
(1982 - 1995)

Ce document a été rédigé par :

Frédéric BEDEL, Luc DURRIEU deMADRON, Bernard DUPUY, Vincent FAVRICHON,
Henri Felix MAITRE, Avner BAR HEN, Philippe NARBONI

1998

CIRAD-Forêt
Campus International de Baillarguet
BP 5035
34032 Montpellier cedex 1
France

PREFACE

L'accès aux connaissances liées au patrimoine national comme international peut accélérer le processus de développement. De même, l'échange des savoirs rassemble ses acteurs et renforce l'organisation des travaux. Pour toutes ces raisons, synthétiser et diffuser l'information relève du mandat des actions de coopération.

Depuis près de trente ans, le département forestier du Cirad (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) a réalisé de nombreuses recherches sur les écosystèmes forestiers humides de l'Afrique centrale et occidentale. Le projet Forafri, financé par le Fonds d'aide et de coopération (France), a été lancé en 1996 pour capitaliser ces acquis et les valoriser en les transmettant aux acteurs de la filière dans cette zone. Le Cifor (Center for international forestry research), responsable d'une action identique dans les pays anglophones, est associé à Forafri.

La phase de capitalisation et de synthèse s'est concrétisée notamment par la rédaction de différents ouvrages, synthèses et publications. Un comité scientifique et technique, qui réunit des représentants du Cirad, du Cifor, de la Fao (Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), de l'Uicn (Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources), de l'Atibt (Association tropicale internationale des bois tropicaux) et des systèmes nationaux de recherche africains (Cameroun, Congo, Côte d'Ivoire et Gabon), a assuré la validation des documents.

Les auteurs se sont attachés à rassembler les divers éléments épars des connaissances scientifiques, techniques et bibliographiques, ceci dans le but de les mettre à la disposition des utilisateurs, qu'ils soient enseignants, développeurs, chercheurs, industriels ou gestionnaires. Ce travail de synthèse a abouti à la réalisation d'une série d'ouvrages, traités par pays ou par thème.

Le bilan général des dispositifs expérimentaux concerne notamment la dynamique de croissance des peuplements arborés en Centrafrique, en Côte-d'Ivoire et au Gabon. Plusieurs thèmes sont aussi approfondis, tels que l'évaluation de la ressource, la sylviculture, l'aménagement, les méthodes statistiques d'analyse et d'interprétation de données et les caractéristiques technologiques des bois commerciaux africains.

La transmission des connaissances et des savoir-faire passe aussi par la formation dont tous ces documents pourront être des supports. C'est avec cette volonté de capitaliser, synthétiser et diffuser que ces publications sont réalisées. Nous espérons qu'elles profiteront aux recherches et actions de développement futures concourant ainsi à la gestion durable des forêts tropicales africaines.

Jacques Valeix
Directeur du Cirad Forêt

TABLE DES MATIERES

0 - PRELIMINAIRES	1
0.1 - Le dispositif de recherche	1
0.1.1 - Contexte lors de la mise en place du dispositif	1
0.1.2 - Objectifs du dispositif	4
0.1.3 - Localisation	4
0.1.2 - Plan d'expérience	4
0.2 - Objectif du présent document	7
0.3 - Matériel forestier sur pied et méthodes	7
0.3.1 - La population étudiée	7
I - ANALYSE GENERALE	11
I.1 - Densité, volume et surface terrière par essence	11
I.2 - Structures diamétriques pour les essences commerciales en forêt intouchée	13
I.3 - Données sur l'exploitation et l'éclaircie	16
I.4 - Evolution des populations (densité, volume) par traitement, depuis 1982	17
II - LE RECRUTEMENT	25
II.1. - Taux de recrutement moyen annuel	25
II.2 - Méthode du recrutement pondéré	26
II.3 - Evolution du recrutement depuis l'installation du dispositif en 1982	27
III - LA MORTALITE	30
III.1 - Taux de mortalité annuel moyen par catégorie d'essence	30
A - Toutes classes de diamètre confondues	30
B - Toutes classes de diamètre confondues, par essence	30
C - Par classe de diamètre	32
III.2 - Evolution de la mortalité depuis l'installation du dispositif en 1982	33
IV - L'ACCROISSEMENT	37
IV.1 - Accroissement diamétrique	37
A - Accroissements par essence, tous diamètres confondus	37
B - Accroissements par groupe fonctionnel, tous diamètres confondus	38
C - Accroissements diamétriques : comparaison de l'effet des traitements	39
D - Par classe de diamètre	42
IV.2 - Accroissement en surface terrière	44
IV.3 - Méthode du « remplacement »	47

V - LA REGENERATION NATURELLE	49
V.1 - Régénération par catégorie d'espèces commerciales	49
V.2 - Régénération par essence commerciale	50
VI - UTILITE DES DIFFERENTS TRAITEMENTS SYLVICOLES	54
VI.1 - Effets des traitements	54
VI.1.1 - Bilan en volume	54
VI.1.2 - Modélisation de la reconstitution du peuplement	54
A - Méthode	54
B - Résultats	55
VI.2 - Utilité de l'éclaircie et conséquences de l'exploitation	57
VI.2.1 - Limites du dispositif	57
VI.2.2 - Réponses techniques	57
CONCLUSION	59
BIBLIOGRAPHIE	60
ANNEXES	63
Annexe 1 : Schéma d'organisation d'une parcelle du dispositif.	64
Annexe 2 : Liste des essences commerciales par catégorie.	65
Annexe 3 : Liste des espèces commerciales classées par groupes fonctionnels.	66
Annexe 4 : Effectifs, surface terrière et volume à l'hectare des essences en 1982 et 1995.	67
Annexe 5 : Méthode du recrutement pondéré.	68
Annexe 6 : Accroissements diamétriques en parcelles témoins, par essence.	70
Annexe 7 : Méthode du remplacement.	71
Annexe 8 : Pourcentage des essences commerciales parmi les effectifs de régénération acquise.	72

RESUME

Le dispositif de M'Baïki en République Centrafricaine compte quarante espèces considérées comme commercialisables, dont quinze de haute valeur marchande, parmi lesquelles l'essence pilote qu'est le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*).

Deux traitements sylvicoles ont été testés : l'exploitation simple et l'exploitation complétée par une éclaircie systématique réalisée aux dépens des essences secondaires. L'exploitation effectuée en 1984 - 1985 a été très forte (jusqu'à quatre tiges par hectare) car elle visait à expérimenter les effets d'une exploitation « prospective » au lieu de se cantonner aux quelques essences commercialisées.

L'évolution de la dynamique en fonction des traitements est décrite globalement par catégorie d'essences commerciales : quinze essences à haute valeur commerciale (catégorie A) et vingt-cinq essences dites "commercialisables" (catégorie B).

On peut résumer les résultats obtenus ainsi :

Suite aux traitements sylvicoles, une augmentation du recrutement des essences commerciales a permis de reconstituer en cinq ans une densité en tiges d'essences commerciales supérieure à sa valeur avant traitement, et ce pour l'exploitation seule ou pour l'exploitation suivie d'une éclaircie. Cependant ce ne sont que des petits arbres qui ont remplacé des arbres de gros diamètre.

La mortalité naturelle observée sur la période après traitement (1987-1995), est plus élevée en parcelles traitées qu'en parcelles témoins. Quand on considère l'évolution par année, l'augmentation de mortalité observée après traitement n'est que temporaire : dès 1988, les taux de mortalité des parcelles traitées ont rejoint les taux de mortalité en parcelles témoins.

La mortalité la plus importante est enregistrée pour les grosses tiges de diamètre supérieur à 60 cm des espèces de catégories A et B.

Le recrutement (constitué des tiges des essences inventoriées qui atteignent 10 cm de diamètre) montre une tendance comparable, voire plus prononcée en faveur des parcelles traitées par rapport aux parcelles témoins. Toutefois, depuis 1990, les taux de recrutement en parcelles traitées reviennent à des valeurs proches de celles observées en parcelles témoins.

Une tendance comparable s'observe pour les accroissements en diamètre, dont les valeurs en parcelles traitées restent significativement supérieures à celles des parcelles témoins, mais s'infléchissent à partir de la quatrième année après traitement.

Après exploitation, l'éclaircie systématique aux dépens des essences secondaires stimule la reconstitution du peuplement commercial à la fois en densité de tiges et en volume exploitable. Une simulation montre que 100 % de la surface terrière exploitable des espèces de catégorie A (tiges de diamètre supérieure à 80 cm) serait reconstituée dans un délai de cinquante ans lorsqu'une éclaircie complète l'exploitation. Dans le cas d'une exploitation simple, le taux de reconstitution serait seulement de 75 %.

Le capital d'essences commerciales de catégorie B se reconstitue plus rapidement que celui des essences de catégorie A.

La dynamique des essences commerciales est donc globalement plus favorable en parcelles traitées qu'en parcelle témoin, au moins pendant les dix premières années. Cependant la reconstitution des volumes est nettement plus lente que celle des effectifs.

Le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) illustre bien ces tendances, avec une dynamique particulièrement favorable en parcelles exploitées-éclaircies : bonne régénération, fort recrutement, forts accroissements au moins jusqu'à 50 cm de diamètre. Suite aux forts prélèvements en exploitation, la reconstitution du volume total en Sapelli est très partielle en 1995, dix ans après exploitation.

Mais si l'on exclut les arbres de plus de 80 cm de diamètre, le volume de Sapelli en 1995 atteint tout de même 85% du volume de 1984 (avant exploitation) en parcelles exploitées et éclaircies, et 91% en parcelles exploitées.

La régénération montre des tendances plus difficiles à interpréter. Il semble qu'elle soit plus abondante pour les essences commerciales de catégorie B dans la zone exploitée que dans le témoin. Ce n'est pas le cas pour les essences commerciales de catégorie A. La tendance marquante est cependant une augmentation de l'abondance des lianes.

En revanche, en parcelles exploitées et éclaircies, la régénération des essences commerciales de catégorie A (espèces commerciales les plus recherchées), neuf à onze ans après traitement, apparaît plus abondante en parcelles exploitées et éclaircies qu'en témoin. Ce n'est pas le cas pour les essences de catégorie B.

Mots clés : Afrique Centrale - Centrafrique - Forêt dense - Sylviculture - Accroissements - Mortalité - Régénération - Aménagement - Dynamique forestière.

0 - PRELIMINAIRES

0.1 - Le dispositif de recherche

Le dispositif de M'Baïki (République Centrafricaine) a déjà été décrit dans de nombreux documents : Schmitt 1982, Chatelperron et Commerçon 1986, Tran-Hoang *et al.* 1987, etc¹. Il a été mis en place en 1981 par le CIRAD-forêt en association avec le Ministère des eaux, forêts, chasses, pêche tourisme et de l'environnement, ainsi que la Coopération française.

Nous rappellerons ici sommairement les principes de ce périmètre expérimental.

0.1.1 - Contexte lors de la mise en place du dispositif

Du fait des difficultés d'acheminement des produits d'exportation vers les ports maritimes (les ports sont à 2000 km des lieux de production avec plusieurs ruptures de charge), l'avenir forestier du pays repose actuellement sur la richesse en bois d'oeuvre, constituée par un nombre limité d'espèces de bois rouge de haute valeur commerciale. D'où la double question qui se pose :

- quel sera le devenir des massifs forestiers après les premiers passages en exploitation ?
- l'évolution de la forêt, ainsi « écrémée », pourra-t-elle reconstituer un potentiel sur pied suffisant pour maintenir une production soutenue ?

Un effort de recherche paraissait donc indispensable pour répondre à ces questions.

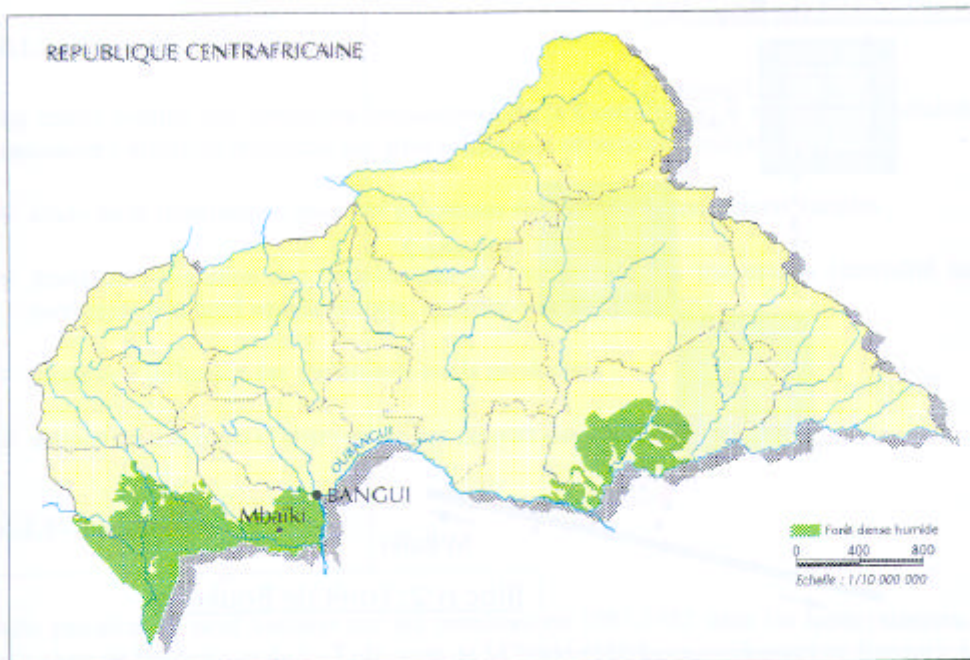
Seul un programme de recherche à long terme est susceptible de répondre à ces questions et de fournir la base de données techniques et scientifiques permettant une gestion durable du patrimoine forestier du pays.

Les dispositifs mis en place antérieurement en Côte d'Ivoire (1978) avaient été conçus de telle sorte que les phénomènes de concurrence et de croissance au sein des peuplements naturels puissent être étudiés et que l'efficacité éventuelle des différents traitements sylvicoles appliqués puisse être quantifiée par rapport à la non-intervention. L'accent a été mis sur l'étude des arbres d'avenir en fonction d'actions sylvicoles effectivement réalisables à grande échelle, tout en considérant qu'il est irréaliste et onéreux de chercher à provoquer la régénération d'un groupe préférentiel d'essences du fait de l'extrême hétérogénéité floristique et spatiale de la forêt tropicale.

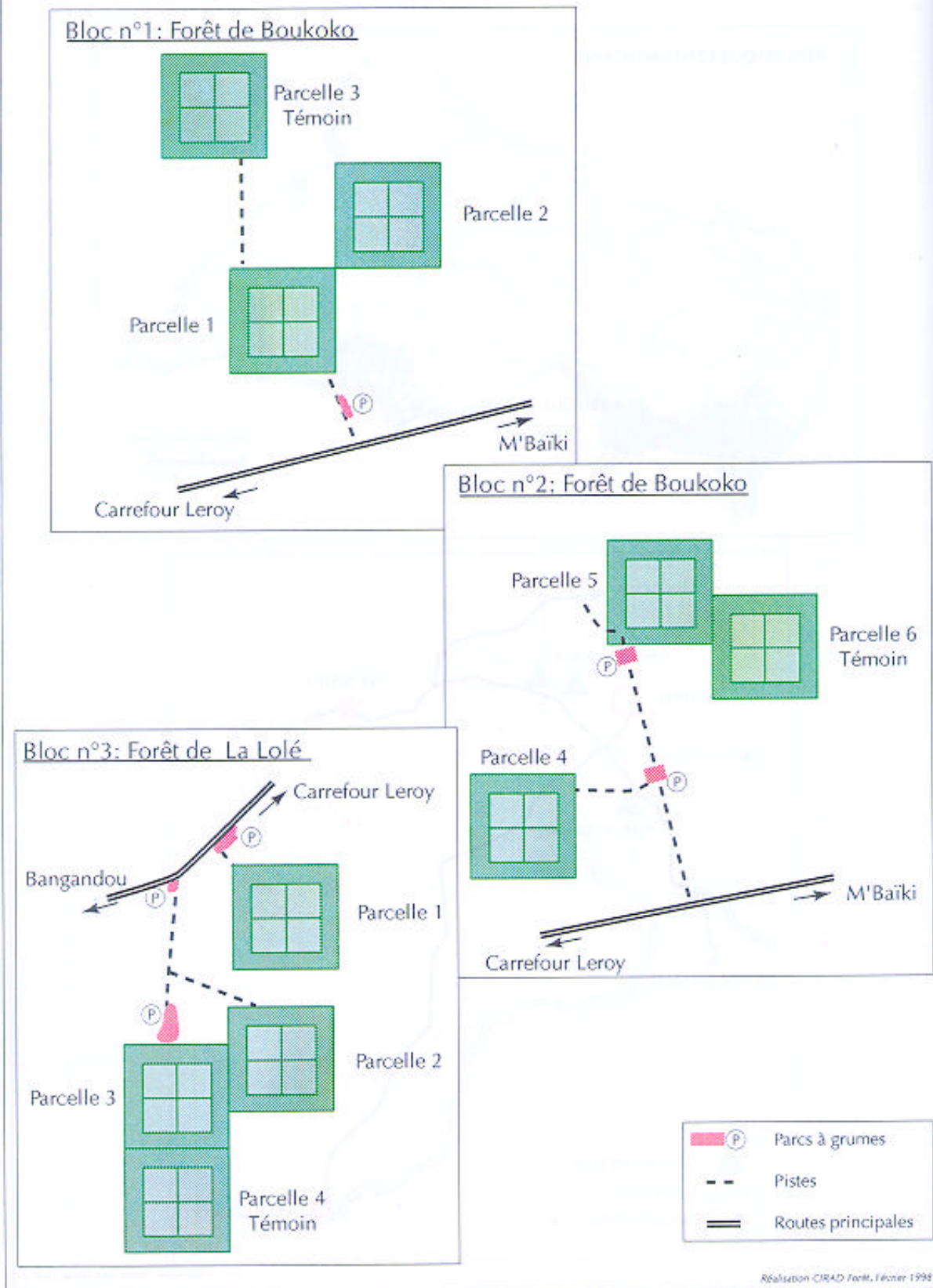
Le dispositif de M'Baïki a été conçu dans le même esprit tout en essayant de compléter les dispositifs antérieurs existants.

¹ voir en bibliographie aussi Maître 1981, Obstancias et Amat 1989, Brevet 1990, Favrichon *et al.* 1991, Freytet et Tandeau de Marsac 1992, Petrucci et Tandeau de Marsac 1994, Morel et Tandeau de Marsac 1995...

LOCALISATION DU DISPOSITIF D'ETUDE SYLVICOLE DE MBAÏKI



LOCALISATION DES PARCELLES EXPERIMENTALES DE M'BAÏKI



0.1.2 - Objectifs du dispositif

En tenant compte des conditions particulières de la Centrafrique, il est apparu souhaitable de cantonner l'effort de recherche aux trois principaux objectifs qui suivent :

- étude de la croissance d'essences précieuses en fonction de traitements simples ;
- étude de l'évolution des peuplements en fonction de ces traitements (mortalité induite, recrutement naturel en jeunes tiges, apparition de régénération) ;
- étude de l'influence des traitements sur la production ;
- estimation des coûts d'intervention par rapport aux gains de production.

0.1.3 - Localisation

Dix parcelles de neuf hectares ont été installées en 1981-1982 dans les forêts classées semi-décidues de Boukoko et de La Lolé, près de M'Baïki (120 km au sud-ouest de Bangui), à 3°50' de latitude Nord et 18° de longitude Est (Schmitt 1982). Ces forêts ont été choisies comme représentatives de la province de la Lobaye.

Le climat observé est de type guinéen forestier. Il correspond à la limite septentrionale de la forêt semi-décidue. Aubréville (1964 *in* Giguet 1977), propose de définir cette forêt comme un "cas particulier de la forêt dense humide semi-décidue, à Malvales et Ulmacées, couvrant la zone septentrionale de la forêt guinéo-congolaise (forêt à Ulmacées, Sterculiacées, Sapotacées et Méliacées)".

0.1.2 - Plan d'expérience

Les parcelles sont constituées de quatre hectares centraux sur lesquels tous les arbres de circonférence supérieure à 30 cm sont numérotés, positionnés et mesurés annuellement. Chaque parcelle est entourée de cinq hectares de zone tampon (*cf.* Annexe 1). Cette zone tampon a subi le même traitement sylvicole que la zone centrale.

On distingue trois catégories d'essences selon leur intérêt économique (*cf.* annexe 2) : catégorie A (quinze essences commerciales), catégorie B (vingt cinq essences commercialisables) et catégorie C (essences « sans intérêt économique »).

Deux traitements ont été appliqués entre les campagnes d'inventaire de 1984 et de 1986 (Tran-Hoang *et al.* 1987) :

- exploitation commerciale (trois parcelles exploitées),
- exploitation commerciale + éclaircie systématique en faveur des essences commercialisables par dévitalisation (quatre parcelles exploitées et éclaircies).

Trois parcelles sont conservées en témoin (pas d'intervention sylvicole).

L'exploitation et l'éclaircie n'ont pas eu lieu immédiatement après la mise en place du dispositif : trois campagnes de mesures avant application des traitements ont été réalisées. L'objectif était d'éviter l'inconvénient majeur des dispositifs de comparaison classiques entre parcelles témoins et parcelles traitées qui exigent un grand nombre de répétitions et de mesures destinées à estomper l'effet de hétérogénéité du milieu. Une première série de mesures arbre par arbre, fait que chaque parcelle ou chaque individu devient son propre témoin avant et après traitement. L'exploitation réalisée a été très forte car elle visait à expérimenter les effets d'une exploitation « prospective » au lieu de se cantonner aux quelques essences commercialisées.

Les trois types de traitements sont répartis sur trois blocs au sein des forêts étudiées (deux blocs en forêt de Boukoko, un en forêt de La Lolé).

Le tableau suivant récapitule les valeurs dendrométriques moyennes à l'hectare des peuplements présents dans les trois types de parcelles, avant et après exploitation :

Tableau 1 : Caractéristiques dendrométriques du dispositif de M'Baïki, République Centrafricaine

Traitement	Avant exploitation (1984)			Après exploitation (1986)		
	N (tiges/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)	N (tiges/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
Parcelles témoins	594	31,5	312,7	600	31,9	316,7
Parcelles exploitées	574,0	31,8	312,3	493,0	24,5	220,8
Parcelles expl./dévitalisées	602,0	30,4	296,0	557,0	25,9	235,8

0.1.3 - Principaux événements depuis la création du dispositif (1982)

Les principales étapes de l'évolution du dispositif de recherche sont rappelées ici :

- **mars 1981 à avril 1982** : Mise en place du dispositif.
- **avril 1982 à mai 1984** : Trois campagnes de mesures avant application des traitements.
- **1984** : Feu rampant accidentel sur un quart de la surface des parcelles 3 et 4 de la forêt de La Lolé.
- **juillet 1984 à juin 1985** : Exploitation (diamètre minimum d'exploitabilité de 80 cm, prélèvement moyen de 50 m³/ha soit 4 tiges/ha), appliquée à sept des dix parcelles (n° 1, 2, 4 et 5 dans la forêt de Boukoko et n° 1, 2 et 3 dans la forêt de La Lolé).
- **avril à juin 1985** : Quatrième inventaire (tous les arbres à exploiter ont été abattus avant le début de l'inventaire).
- **avril à juin 1986** : Cinquième inventaire.

-
- **juin à juillet 1986** : Eclaircie par dévitalisation des pieds des essences non commercialisables de diamètre supérieur à 50 cm (éclaircie moyenne de 51 m³/ha soit 20 tiges/ha), appliquée à quatre des sept parcelles exploitées (n° 2, 4 et 5 dans la forêt de Boukoko et 2 et 3 dans la forêt de La Lolé).
 - **avril à juin 1987** : Sixième inventaire.
 - **juillet 1987** : Premier inventaire de régénération (5% de la surface sondée).
 - **février à avril 1988** : Septième inventaire
 - **juillet 1988** : Deuxième inventaire de régénération.
 - **janvier à mars 1989** : Huitième inventaire.
 - **mai 1989** : Troisième inventaire de régénération.
 - **mars à juillet 1990** : Neuvième inventaire.
 - **octobre 1990** : Quatrième inventaire de régénération.
 - **mai à juillet 1991** : Dixième inventaire avec détermination botanique de tous les individus de catégorie C (non commercialisables).
 - **juillet 1991** : Premières études de phénologie.
 - **Novembre 1991** : Etude pédologique de toutes les parcelles du dispositif (sauf la n°2 de la forêt de La Lolé) et relevé topographique des parcelles 1, 3 et 4 de la forêt de La Lolé.
 - **février 1992** : Cinquième inventaire de régénération
 - **mars à avril 1992** : Onzième inventaire et fin de l'identification botanique de tous les individus de catégorie C et intégration au fichier informatisé global.
 - **juin 1992** : Cartographie topographique des parcelles 4, 5 et 6 de la forêt de Boukoko et 2 de la forêt de La Lolé.
 - **janvier 1993** : Sixième inventaire de régénération avec un nouveau protocole d'étude (taux de sondage = 6%, dispositif systématique) dans les six parcelles de la forêt Boukoko et la parcelle 2 de la forêt de La Lolé.
 - **juin 1993** : Etude de la régénération autour de trois pieds de Sapelli (*Entandrophrama cylindricum*).
 - **février à avril 1993** : Douzième inventaire.
 - **décembre 1993** : Etude de la régénération autour d'un pied d'Eyong (*Eribroma oblonga*).
 - **1994** : Treizième inventaire (avril à mai) et Septième inventaire de régénération (janvier à février).
 - **décembre 1994** : Agrandissement du dispositif d'étude de la phénologie (19 essences, 287 arbres).
 - **1995** : Quatorzième inventaire (mars à avril) et Huitième inventaire de régénération (février).
 - **1996** : Quinzième inventaire sans vérification de terrain à cause des événements de Bangui et Neuvième inventaire de régénération.
 - **1997** : Rationalisation de la chaîne de saisie et d'apurement des données d'inventaires.

0.2 - Objectif du présent document

Le présent travail prend surtout en compte les essences de valeur commerciale. Il fournit un bilan chiffré de la dynamique de croissance pour ces essences et vient en complément des études précédentes concernant l'ensemble du peuplement forestier. Pour les essences commerciales les mieux représentées, les paramètres de croissance sont estimés par essence. L'évolution de la dynamique en fonction des traitements est décrite globalement par catégorie d'essences commerciales : quinze essences à haute valeur commerciale (catégorie A) et vingt cinq essences dites "commercialisables" (catégorie B).

0.3 - Matériel forestier sur pied et méthodes

0.3.1 - La population étudiée

Les arbres de l'étage supérieur : arbres dont la circonférence à 1,30 m est supérieure ou égale à 30 cm.

Parmi ces arbres, certains ne peuvent être mesurés de manière fiable ; il s'agit d'arbres à contreforts, d'arbres dont le niveau de mesure a été déplacé, d'arbres blessés, d'arbres très penchés, et des arbres excédant 80 cm de diamètre (pour lesquels la mesure au mètre-ruban devient imprécise du fait de la forme du tronc : contreforts, cannelures, bosses...).

Ces arbres ne sont pas pris en compte pour calculer les paramètres d'accroissement, mais interviennent dans les comptages, calculs de surface terrière, volume sur pied...

La régénération acquise : tiges (arbres ou lianes) dont le diamètre est compris entre 0,5 et 9,5 cm de diamètre mesuré au collet. Sept parcelles ont été inventoriées : les six parcelles de la forêt Boukoko et la parcelle 2 (exploitation et dévitalisation) de la forêt de La Lolé.

0.3.2 - Méthodes d'inventaires et de mesure

Pour les arbres de l'étage supérieur :

l'inventaire est exhaustif sur la zone centrale de chaque parcelle (se reporter au plan d'une parcelle en annexe 1) :

1. positionnement de tous les arbres ;
2. relevé annuel de la mortalité par type (mort naturelle, mort par dégâts d'exploitation, par dévitalisation...) ;
3. relevé annuel du recrutement, c'est à dire du passage des arbres au dessus du diamètre de précomptage de 10 cm ;
4. mesure annuelle de la circonférence au ruban métallique souple, à hauteur de poitrine (1,30 m) ou au-dessus des contreforts.

Pour la régénération acquise : inventaire annuel par échantillonnage systématique : vingt quatre placettes d'un are chacune, disposées régulièrement sur chaque parcelle (cf. annexe 1), soit 6% de la surface de la zone centrale sondée. Les brins de la régénération sont comptés par catégorie de diamètre (de centimètre en centimètre).

Bilan des données disponibles :

- Arbres adultes : quatorze campagnes de mesures soit 331 032 circonférences mesurées. Ces mesures font l'objet d'un apurement et de corrections sur le terrain, une première fois juste après l'inventaire, puis lors de la campagne de l'année suivante.
Remarque : les vérifications de terrain n'ayant pu être effectuées pour la campagne de mesure n°15 de 1996, seules les quatorze premières campagnes ont été ici prises en compte à savoir deux années avant traitement et huit ans après exploitation et éclaircie.
- Régénération installée et semis : les trois campagnes de mesures les plus fiables en termes de détermination botanique (1994, 1995, 1996) sont considérées ici, soient environ 350 000 brins de régénération acquise dénombrés.

- **Paramètres dendrométriques calculés :**

Taux de recrutement :

C'est le rapport de la densité des arbres recrutés l'année n sur la densité des arbres adultes dont la circonférence l'année n-1 est supérieure à la circonférence de recrutement.

$$\text{Taux annuel (\%)} = 100 \times \left(\frac{Nr1 + Nr2 + \dots + Nrt}{N0 + N1 + \dots + N(t-1)} \right)$$

- avec t = période de calcul
- N0 = effectif à l'année 0
- N(t-1) = effectif à l'année t-1
- Nr1 = effectif des recrutés entre l'année 0 et 1
- Nrt = effectif des recrutés entre l'année t-1 et l'année t.

Ce calcul correspond à la moyenne pondérée des taux annuels.

Remarque : par convention, la circonférence de recrutement est choisie à 32,0 cm (soit un diamètre de 10,2 cm environ). Les arbres étant relevés parmi les arbres de l'étage supérieur à partir de 30,0 cm de circonférence, cette convention diminue les risques d'oublier les recrutés et rend plus fiable leur dénombrement lors de la campagne n.

Taux de mortalité :

C'est le rapport de la densité des arbres constatés morts l'année n sur la densité des arbres adultes dont la circonférence l'année n-1 est supérieure à la circonférence de recrutement.

$$\text{Taux annuel (\%)} = 100 \times \left[1 - \left(\frac{N_t}{N_0} \right)^{(1/t)} \right]$$

avec t = durée de la période de calcul.

N₀ = effectif de départ.

N_t = effectif des survivants de la population de départ après t années.

Les arbres recrutés ne sont pas pris en compte.

Accroissements :

Sur le diamètre : c'est la différence entre le diamètre l'année n et le diamètre l'année n-1 d'un arbre donné ; la moyenne est calculée d'une année sur l'autre, pour la population considérée (essence, catégorie, groupe fonctionnel, traitement, classe de diamètre...).

En surface terrière : c'est la différence entre la surface terrière l'année n et la surface terrière l'année n-1 pour un peuplement (valeur ramenée à l'hectare).

Regroupement d'essences :

Les essences ont été regroupées par nécessité : en effet, peu d'entre elles ont des effectifs suffisants pour pouvoir fournir des résultats fiables d'accroissement, de recrutement et de mortalité.

Le premier regroupement a été fait classiquement par catégories (A ou B) définies par des critères technologiques et de commercialisation. Cependant ces catégories n'ont pas de signification écologique et un autre regroupement en fonction de critères biologiques tels que l'accroissement ou le diamètre maximum des espèces a été fait.

Des groupes fonctionnels ont ainsi été construits à partir d'une typologie des essences proposée par P.J. Morel (1995) pour cent essences (toutes essences commerciales de catégories A et B, et les plus fréquentes de catégorie C).

Une analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée sur ces essences avec huit variables :

- Le diamètre moyen observé sur le dispositif (1 variable).
- Les taux de recrutement en zones témoin, exploitée et exploitée-dévitalisée (3 variables).
- Le taux de mortalité en témoin (1 variable).
- L'accroissement annuel sur le diamètre en zones témoin, exploitée et exploitée-dévitalisée (3 variables).

Les neuf groupes sont définis comme suit :

Tableau 2 : *Groupes fonctionnels des essences (Morel et al. 1995)*

Groupe n°	Définition des groupes
Groupe 1	Essences pionnières présentant de très forts taux de recrutement, un fort taux de mortalité et un fort accroissement sur le diamètre (p.e. l'Essessang)
Groupe 2	Essences de lumière de fort diamètre, à fort accroissement et taux de recrutement soutenu (p.e. l'Ayous).
Groupe 3	Gros arbres de la voûte (y compris les « géants »), accroissement soutenu, recrutement faible dans l'ensemble (p.e. le Sapelli).
Groupe 4	Grands arbres de l'étage dominant, accroissement soutenu, taux de recrutement soutenu, à tendances héliophiles (p.e. l'Acajou).
Groupe 5	Arbres de l'étage dominant et co-dominant, accroissements intermédiaires, recrutement faible. Essences d'ombre, édificatrices (p.e. l'Angeuk).
Groupe 6	Arbres en principe dominés, de taille moyenne, à recrutement faible et accroissement moyen à faible (p.e. l'Ebène).
Groupe 7	Essences de sous-étage à accroissement faible et recrutement faible à intermédiaire (pas de représentant dans les catégories A et B).
Groupe 8	Essences en principe de sous étage, recrutement assez fort, mortalité forte, accroissements faibles (p.e. l'Olong).
Groupe 9	Essences non commerciales ou peu fréquentes (pas de représentant dans les catégories A et B).

La liste des essences de catégories A et B par groupe fonctionnel figure en annexe 3.

- **Tarifs de cubage**

Les tarifs de cubage permettant d'estimer les volumes sont basés sur des inventaires en Côte d'Ivoire et au Cameroun ; il s'agit de quatre tarifs définis pour quatre grands groupes d'essences, qui ont été validés sur le dispositif de M'Baïki à l'occasion de l'exploitation de 1984 (Chatelperron et Commerçon 1986).

I - ANALYSE GENERALE

1.1 - Densité, volume et surface terrière par essence

Le périmètre de Boukoko - La Lolé est assez riche en essences commerciales. En effet, en 1982, les essences de catégorie A (dont le Sapelli) représentaient 4,2 % du peuplement adulte d'origine et celles de catégorie B (dont le Niové, l'Ayous...), 15,6 %.

Les espèces non commerciales représentent 80,2 % du nombre total des tiges.

Le tableau 3 dresse un bilan sur l'ensemble du dispositif avant exploitation, pour les essences comptant au moins cinquante tiges en 1982.

Les effectifs totaux en essences commerciales de catégorie A ou B sont suffisamment élevés pour pouvoir calculer les accroissements, la mortalité et le recrutement avec une bonne précision.

En revanche, une étude par espèce ne pourra concerner que les espèces les plus représentées, en gardant une certaine prudence quant à la précision des paramètres estimés. Les espèces comptant au moins cent individus sur tout le périmètre (toutes diamètres confondus à partir de 10 cm) sont :

- essences de catégorie A : Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), Tiama (*Entandrophragma angolense*), Acajou blanc (*Khaya anthotheca*) et Padouk (*Pterocarpus soyauxii*) : soit quatre essences sur quinze ;
- essences de catégorie B : Ayous (*Triplochiton scleroxylon*), Ilomba (*Pycnanthus angolensis*), Niové (*Staudtia kamerunensis*), Eyong (*Eribroma oblonga*), Ebène (*Diospyros crassiflora*), Essia (*Petersianthus macrocarpus*), Ako (*Antiaris africana*), « Hévée » (*Funtumia elastica*), Colatier (*Cola nitida*), Aniégéré blanc (*Aningeria altissima*) : soit dix essences sur vingt cinq.

Tableau 3 : Effectifs, surfaces terrières et volumes des essences commerciales, en 1982 pour les essences comptant au moins cinquante tiges - arbres de plus de 10 cm de diamètre

Essence	Catégorie	Effectif total	Densité tiges/ha	G m ² /ha	Volume m ³ /ha
Sapelli	A	273	6,8	1,95	24,57
Kosipo	A	66	1,7	0,20	2,50
Tiama	A	144	3,6	0,17	2,25
Acajou	A	115	2,9	0,26	2,81
Padouk	A	107	2,7	0,17	2,36
Difou	A	70	1,8	0,14	1,24
Tali	A	76	1,9	0,37	3,53
Ayous	B	153	3,8	2,36	34,92
Limba	B	94	2,4	0,87	12,71
Ilomba	B	406	10,2	0,34	3,19
Essessang	B	87	2,2	0,87	8,28
Niové	B	1165	29,1	0,61	5,26
Eyong	B	361	9,0	0,43	3,80
Ebène	B	174	4,4	0,30	2,71
Kotibé	B	99	2,5	0,13	1,10
Essia	B	342	8,6	0,87	7,96
Ako	B	117	2,9	0,16	1,63
Hévéa	B	131	3,3	0,16	1,41
Colatier	B	233	5,8	0,16	1,33
Aniégré blanc	B	172	4,3	0,20	2,03
Mbaléké	B	78	1,9	0,10	0,83
Mobambou	B	56	1,4	0,06	0,48
Monzounzé	B	80	2,0	0,15	1,32
Totaux	A	1061	26,5	4,37	52,71
	B	3955	98,9	9,36	104,61

Les valeurs pour l'ensemble des quarante essences de catégories A et B sont présentées en annexe 4.

1.2 - Structures diamétriques pour les essences commerciales en forêt intouchée

Les diagrammes de distribution des effectifs en fonction des classes de diamètre pour les essences les mieux représentées sont présentés dans la figure 1 (ci-après).

Les effectifs sont issus du comptage de 1984, qui correspond à la dernière campagne avant application des traitements et pour laquelle les mesures de circonférences ont été consolidées par deux campagnes d'apurement (1982 et 1983).

Les classes de diamètres sont les suivantes :

- 9,5 cm ≤ classe 1 < 20 cm,
- ...
- 100 cm ≤ classe 10 < 110 cm,
- 110 cm ≤ classe 11.

Les essences sont regroupées selon les neuf groupes fonctionnels définis au paragraphe 0.3.2. (page 9).

Seul l'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) ne présente pas une distribution diamétrique de type exponentielle décroissante. Les différentes classes de diamètre sont bien représentées, y compris dans les fortes dimensions (jusqu'à 110 cm de diamètre et plus). Cette distribution traduit son comportement d'essence de lumière atteignant de gros diamètres.

Les espèces du groupe 3 montrent une décroissance exponentielle assez marquée, mais moins rapide que pour les espèces des groupes 4, 5 et 6, ce qui révèle une certaine tendance héliophile. A noter la bonne représentation dans les forts diamètres pour le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*).

Les espèces des groupes 4, 5 et 6 manifestent une distribution exponentielle décroissante typique.

Au sein du groupe 4, la décroissance est nettement moins rapide pour le Padouk (*Pterocarpus soyauxii*) que pour l'Acajou (*Khaya anthothecca*).

L'Aniégré blanc (*Aningeria altissima*), le Colatier (*Cola nitida*), l'Ebène (*Diospyros crassiflora*) et le Niové (*Staudtia kamerunensis*) montrent des distributions exponentielles nettement surbaissées qui confirment leurs tendances d'essences tolérantes à l'ombre.

L'Eyong (*Eribroma oblonga*) et l'Ilomba (*Pycnanthus angolensis*) présentent ici le même type de distribution, bien que l'on ne les considère pas généralement comme des essences sciaphiles (l'Ilomba est classé comme « héliophile non pionnière » par Whitmore (1995) cité par Forni (1997), mais les structures peuvent varier géographiquement pour une espèce donnée, en fonction de l'historique et du type de la forêt).

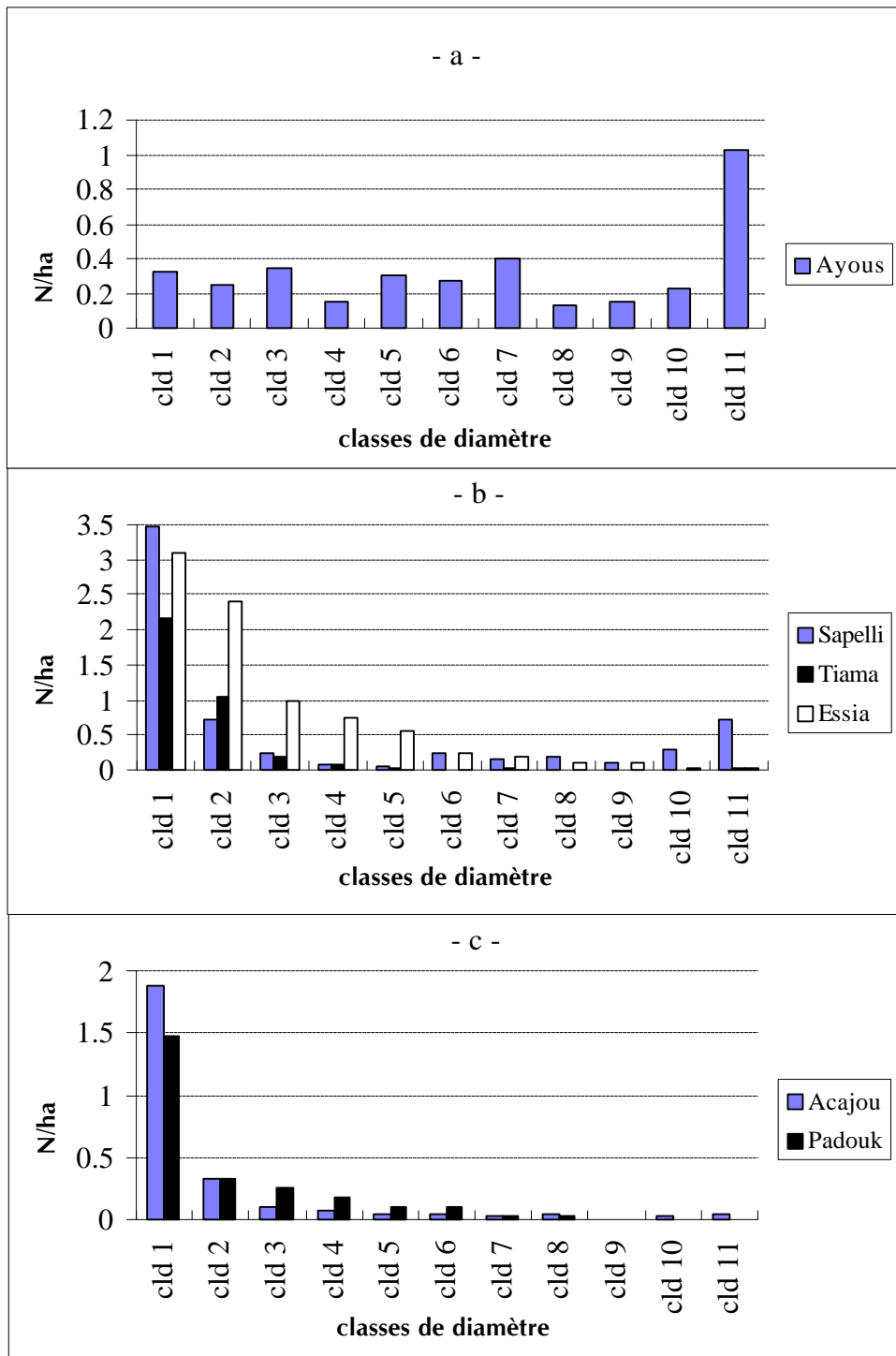
Figure 1 : Structures diamétriques des essences les mieux représentées dans le dispositif avant traitements sylvicoles (en 1984)

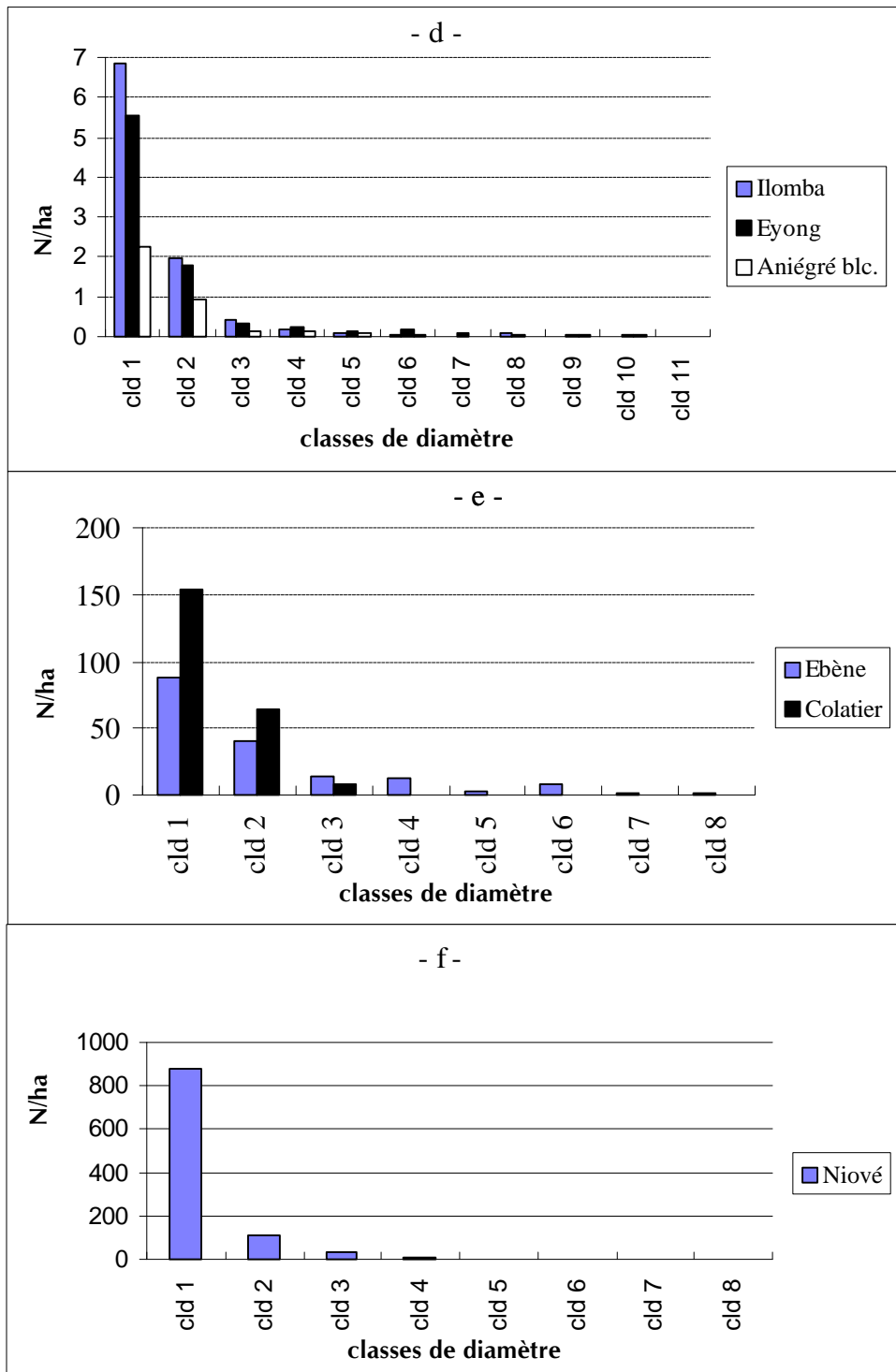
a - groupe fonctionnel 2 ; b - groupe fonctionnel 3 ;

c - groupe fonctionnel 4 ; d - groupe fonctionnel 5 ;

e - groupe fonctionnel 6 : Ebène et Colatier

e - groupe fonctionnel 6 : Niové (distingué pour ne pas écraser le graphe)





I.3 - Données sur l'exploitation et l'éclaircie

Ces opérations ont été réalisées en 1984-85 pour l'exploitation et 1986 pour l'éclaircie. (Chatelperron et Commerçon, 1986 ; Tran Hoang *et al.*, 1991).

Très succinctement, les moyennes par traitement ont été:

- exploitation : 4 arbres/ha soit 4,3 m²/ha ou 66 m³/ha,
- exploitation + éclaircie
 - exploitation : 2,6 arbres/ha soit 3,3 m²/ha ou 50 m³/ha,
 - éclaircie : 20 arbres/ha soit 5,5m²/ha ou 51m³/ha.

L'éclaircie par dévitalisation a concerné tous les arbres de catégorie C de plus de 50 cm de diamètre.

L'éclaircie a été complétée par un délianage systématique et par l'élimination de tous les parasoliers présents : les petits plants étant arrachés à la main et les plus gros subissant une annélation sans phytocide. La mort de ces parasoliers était effective sept mois après traitement.

Les prélèvements en exploitation effectués sur le dispositif dépassent largement ceux pratiqués dans la région (rarement plus d'un arbre à l'hectare). Ils se justifient par ailleurs, d'un point de vue commercial, par la grande richesse de la zone : les forêts étudiées sont particulièrement riches en Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) et en Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) (1,2 tige/ha prélevée pour ces deux espèces).

Le but visé était d'anticiper l'évolution du marché observée dans d'autres régions d'Afrique afin de mieux prédire l'évolution probable des forêts dans le moyen terme. Les trois traitements appliqués illustrent des cas de figure contrastés.

Données sur les dégâts d'exploitation :

Les dégâts consécutifs à l'exploitation ont affecté environ 20 % de la surface des parcelles. Pour les trois parcelles les plus fortement exploitées, cela représente une perte à l'hectare de 90 arbres soit 3,3m²/ha de surface terrière ou 29 m³/ha sur pied.

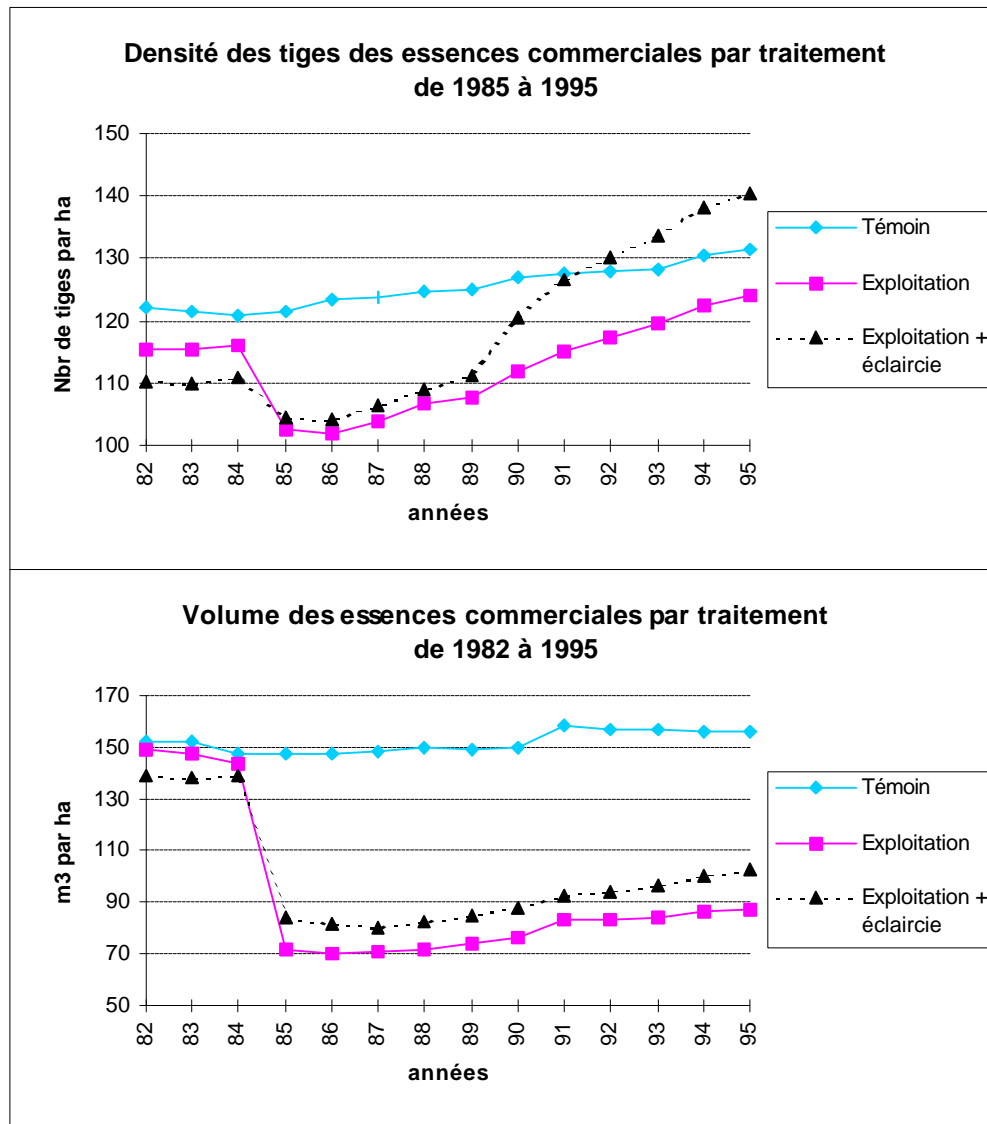
Disparition globale de matériel sur pied :

En moyenne, les dégâts et l'exploitation proprement dite ont affecté 30 % du volume existant avant intervention dans les parcelles exploitées. Ce chiffre atteint près de 40 % dans les parcelles dévitalisées quand on ajoute le volume des arbres éclaircis.

1.4 - Evolution des populations (densité, volume) par traitement, depuis 1982

La figure 2 montre l'évolution de l'effectif à l'hectare pour la population des "essences commerciales" (catégories A et B).

Figure 2 : Evolution des densités et volumes des essences commerciales par traitement



L'évolution sur quatorze ans du nombre de tiges et du volume des essences commerciales montre une dynamique de remplacement des tiges très forte dans les parcelles traitées, avec un net avantage pour les parcelles exploitées et éclaircies.

Le nombre de tiges d'essences commerciales de catégories A et B, tous diamètres confondus, initialement inférieur, devient dès 1992 plus élevé en parcelles exploitées-éclaircies qu'en parcelles témoins.

Les volumes totaux des essences commerciales en parcelles témoins augmente en suivant une pente régulière dans le temps.

Les volumes totaux des parcelles traitées montrent une forte diminution lors de l'exploitation. Cependant, vu que les parcelles destinées à être exploitées et éclaircies étaient moins riches en essences commerciales que celles destinées à être seulement exploitées, le volume après exploitation diffère. Le volume exploité a été plus important dans les parcelles « exploitation simple ».

L'évolution dans le temps des volumes est lente. La figure 2 illustre le fait qu'elle est à peine plus rapide après exploitation et dévitalisation qu'après exploitation seule. Le remplacement en nombre et en volume des tiges de forte dimension est encore faible dix ans après exploitation.

En 1995, le fait que la densité soit plus élevée dans les parcelles traitées que dans les parcelles témoins, alors que le volume y reste nettement plus faible, signifie que les tiges qui ont permis de reconstituer l'effectif en parcelles traitées sont des petits arbres.

En 1995, les parcelles exploitées sont en pleine évolution et sont encore loin de l'équilibre qu'elles connaissaient avant traitement, représenté par les parcelles témoins.

Le comportement diffère entre les essences de catégorie A et celles de catégorie B (*cf.* fig.3) :

- en 1995, la densité des essences de catégorie A en parcelles exploitées et/ou éclaircies est toujours inférieure à celle des parcelles témoins ;
- la densité des essences de catégorie B est équivalente à celle des parcelles témoins dès 1990 pour le traitement « exploitation plus éclaircie » et elle est presque équivalente en 1995 pour le traitement « exploitation ».

Le recrutement de nouvelles tiges est donc moins important pour les espèces de la catégorie A que pour les espèces de la catégorie B.

Par contre, en ce qui concerne les volumes, les évolutions des deux catégories d'espèces commerciales dans les deux traitements sont similaires.

Figure 3a : Evolution de la densité et du volume des essences de catégorie A, par traitement, de 1982 à 1995

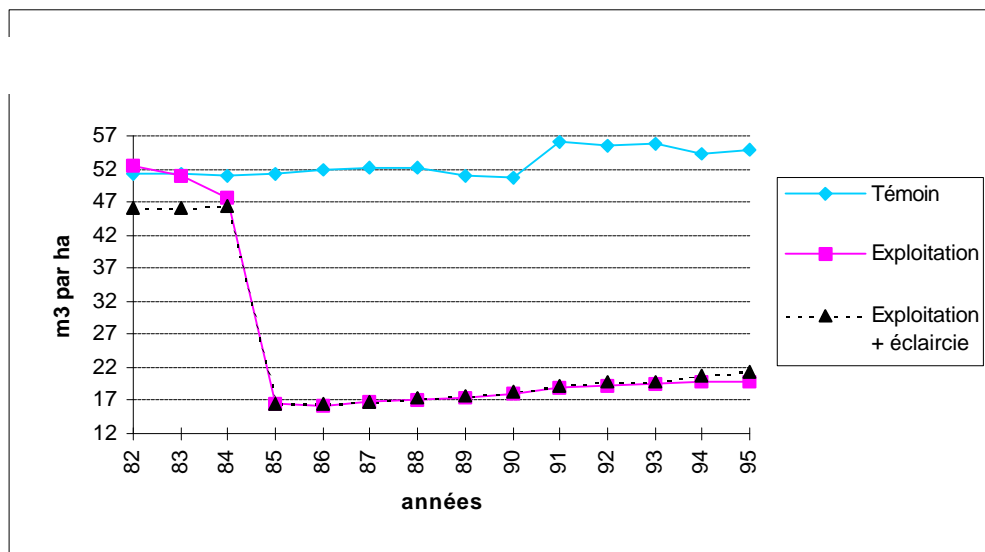
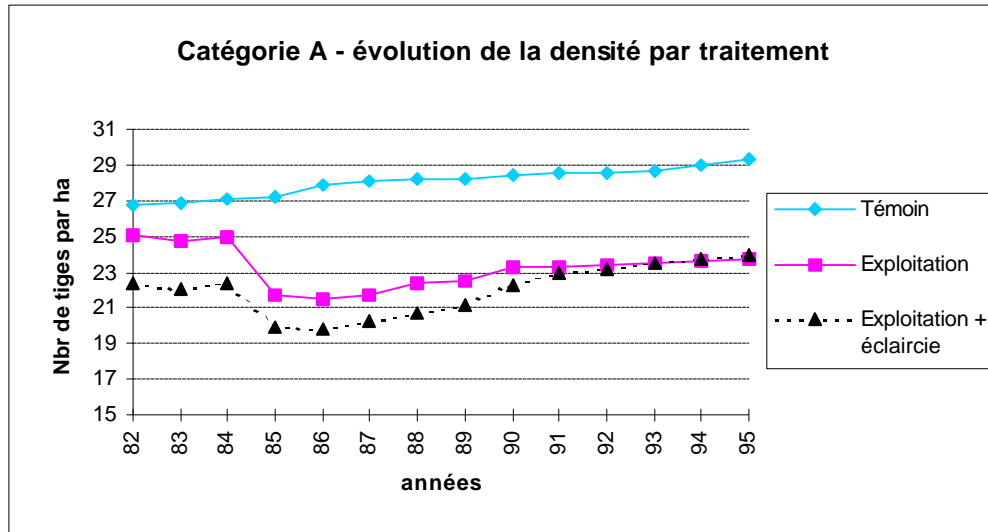
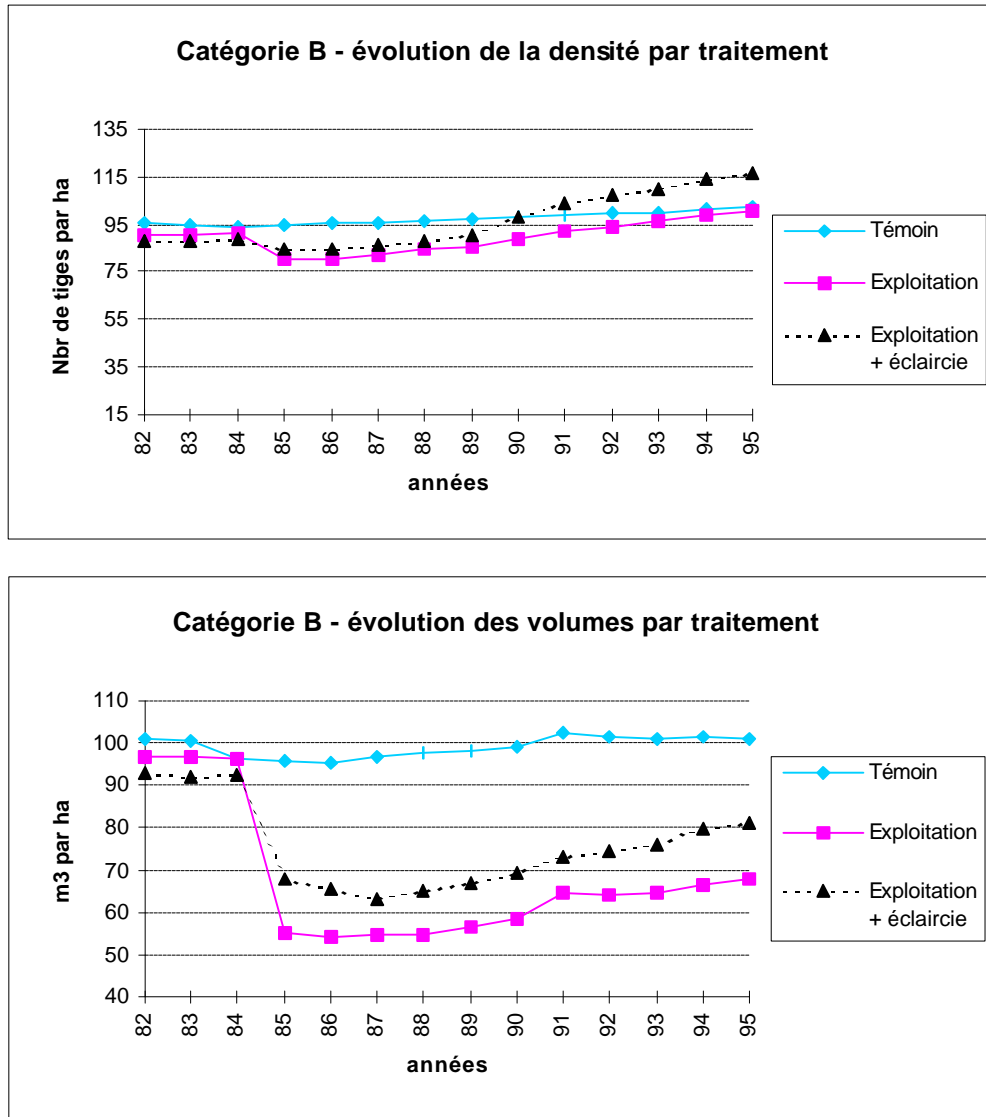


Figure 3b : Evolution de la densité et du volume des essences de catégorie B, par traitement, de 1982 à 1995



Le tableau 4 ci dessous et la figure 4 ci-après donnent à titre d'exemple l'évolution du nombre de tiges et du volume du Sapelli (catégorie A) et de l'Ayous (catégorie B), qui étaient les deux essences les plus exploitées en 1984.

Tableau 4 : Densité et volume du Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) et de l'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) par traitement avant et après exploitation

Traitement	Essence	Avant exploitation (1984)		Après exploitation (1986)	
		N (tiges/ha)	V (m ³ /ha)	N (tiges/ha)	V (m ³ /ha)
Parcelles exploitées	Sapelli	6,8	24,9	4,6	3,9
	Ayous	4,0	36,3	2,3	7,9
Parcelles exploitées/dévitalisées	Sapelli	6,6	23,4	4,9	5,0
	Ayous	3,2	34,6	2,0	14,3

Sur la figure 4, les valeurs des densités et volumes mesurées en 1995 restent nettement inférieures à celles mesurées en 1982. Une légère progression des effectifs en parcelles traitées s'amorce dès 1988 pour le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), et à partir de 1990 pour l'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*), avec un recrutement apparemment plus important pour ce dernier. L'accroissement en volume reste relativement faible pour les deux espèces.

La nette diminution de la densité d'Ayous en 1984 dans les parcelles témoins provient, cette année-là, d'une mortalité naturelle très élevée. Une tendance comparable se retrouve de 1991 à 1995 : l'Ayous peut en effet présenter un taux de mortalité important (voir § suivant).

Figure 4a : Evolution de la densité et du volume du Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) en parcelles témoins et traitées

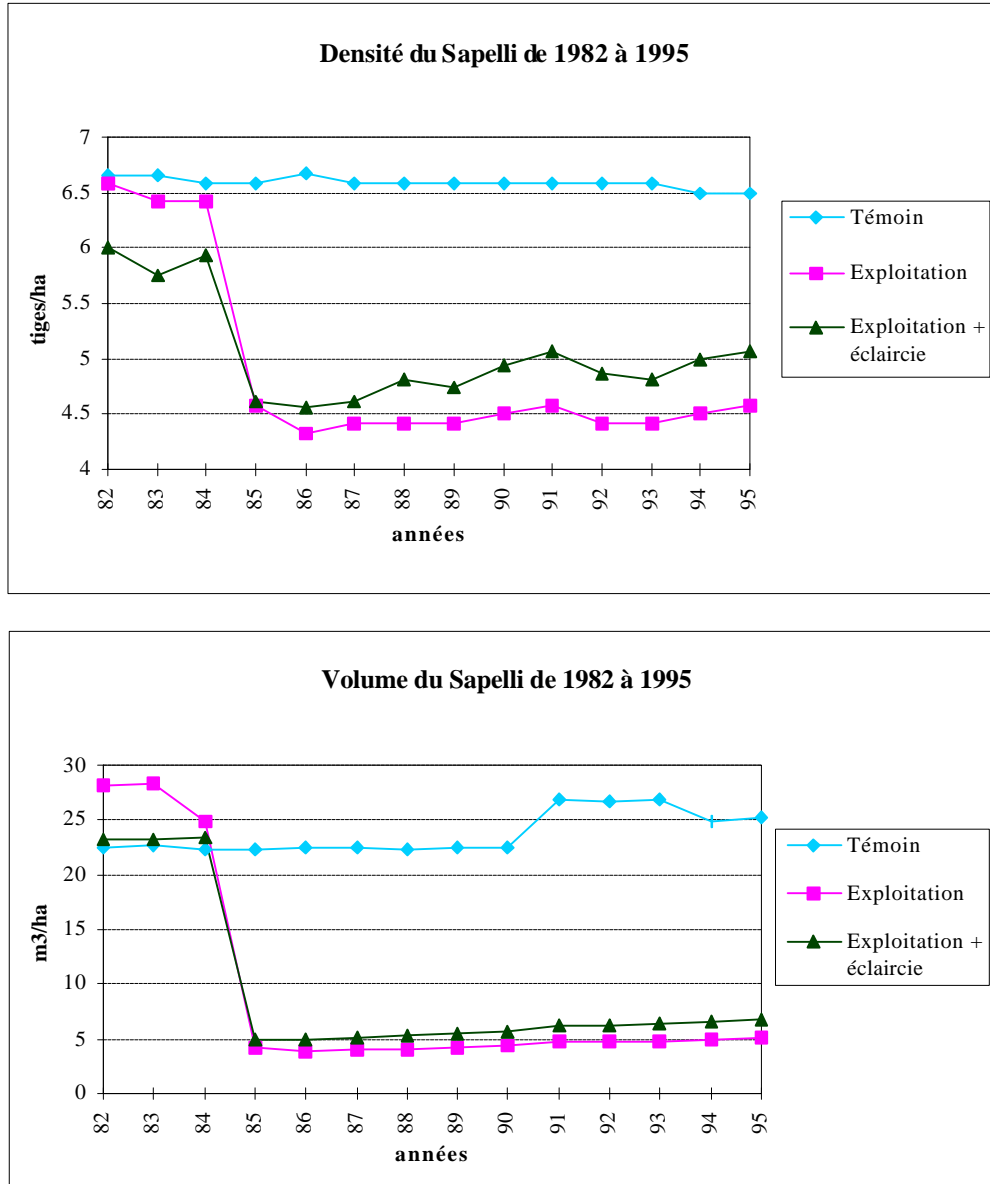
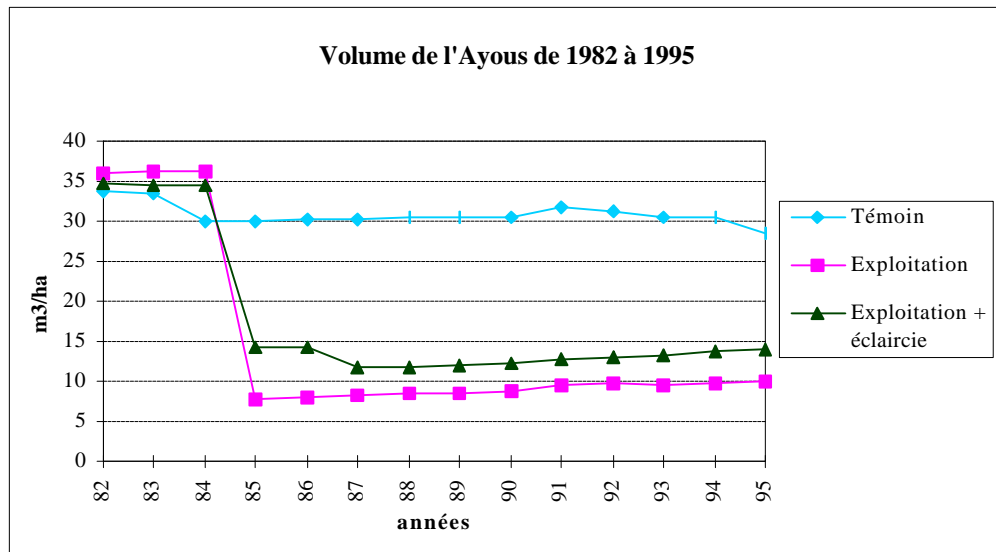
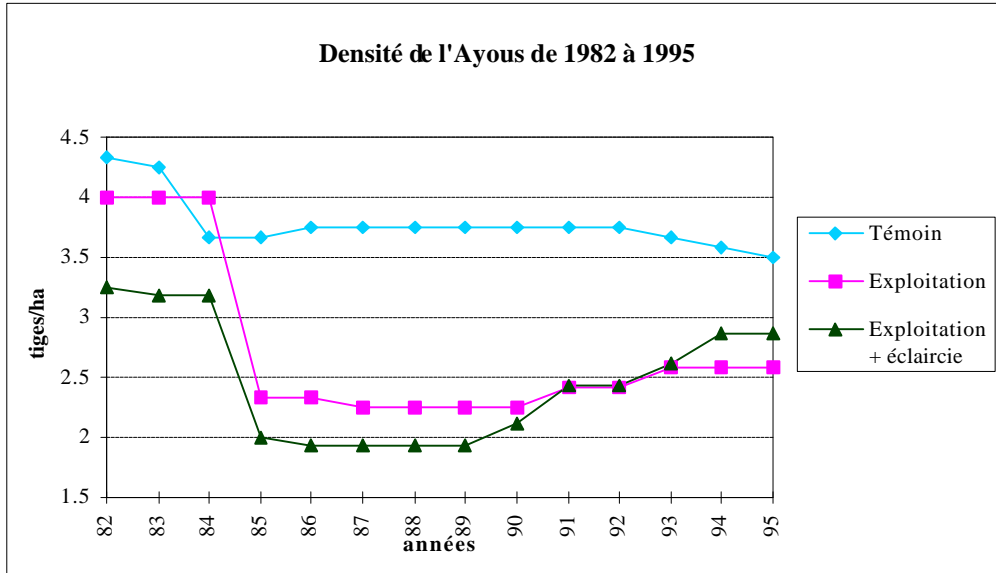


Figure 4b : Evolution de la densité et du volume de l'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) en parcelles témoins et traitées



En résumé ...

La richesse des différentes parcelles en essences commerciales de catégories A et B est variable en 1982 (entre 118 et 131 tiges/ha en moyenne par traitement). Les prélèvements par exploitation ramènent cependant les nombres de tiges par hectare à des valeurs assez proches pour les deux types de traitement (exploitation et exploitation + éclaircie).

Après traitement, le remplacement des tiges est très rapide en parcelles traitées mais les volumes d'essences de catégories A et B restent faibles suite aux prélèvements en exploitation des très gros arbres. En dix ans, plus de 110% du nombre total de tiges mais seulement moins de 30 % du volume prélevé sont reconstitués. On a donc essentiellement remplacé les gros arbres par de petits arbres. Il n'apparaît pas de différence très nette entre les deux traitements sylvicoles (exploitation et exploitation suivie d'une dévitalisation) en ce qui concerne la vitesse de reconstitution du volume total d'essences commerciales.

Le bilan en effectif qui vient d'être présenté sur les arbres adultes relève de deux phénomènes : le recrutement et la mortalité. Ces deux facteurs vont être étudiés en détail dans la suite du document.

II - LE RECRUTEMENT

Le recrutement concerne les tiges des essences inventoriées qui atteignent 10 cm de diamètre. Par convention, la circonférence de recrutement est choisie à 32,0 cm (soit un diamètre de 10,2 cm environ) afin de diminuer les risques d'oublis (il est connu, notamment en Côte d'Ivoire ou en Guyane que des oublis existent pour la première prise en compte des tiges dont le diamètre atteint 10 cm).

II.1. - Taux de recrutement moyen annuel

Le tableau 5 présente les taux de recrutement pour les essences commerciales de catégories A ou B les mieux représentées.

- Entre 1982 et 1984 (avant traitement) :

Parmi les essences commerciales étudiées, deux présentent des taux de recrutement élevés, de l'ordre de 1,7 % annuel : l'Ilomba (*Pycnanthus angolensis*) et l'Essia (*Petersianthus macrocarpus*).

Trois autres ; l'Ebène (*Diospyros crassiflora*), le Tiama (*Entandrophragma angolense*) et l'Aniégré blanc (*Aningeria altissima*), ont des taux de recrutement très faibles (de l'ordre de 0,3 % annuel).

- Entre 1987 et 1995 (après traitement) :

En parcelles témoins, cinq essences ont des taux de recrutement qui baissent franchement par rapport à la période d'observation 1982-1984 : le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), l'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*), le Colatier (*Cola nitida*), l'Ebène (*Diospyros crassiflora*) et l'Essia (*Petersianthus macrocarpus*).

Les autres essences ont des taux de recrutement qui augmentent ou restent similaires par rapport à la période d'observation 1982-1984.

En parcelles traitées, globalement on observe une augmentation nette du recrutement par rapport aux parcelles témoins.

De la même manière, une différence de recrutement est observée en comparant les périodes de mesures 1982-84 et 1987-95. Le recrutement est supérieur dans les parcelles exploitées pour la majorité des essences à l'exception du Sapelli (voir tableau 5).

Les taux de recrutement sont en général nettement plus élevés en zones exploitées puis éclaircies qu'en parcelles simplement exploitées, mis à part pour l'Essia (*Petersianthus macrocarpus*) et l'Hévéa (*Funtumia elastica*).

Ainsi, les deux essences particulièrement importantes pour l'exploitation de cette forêt présentent un taux de recrutement nettement plus élevé en zones exploitées puis éclaircies : le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) (jusqu'à 2,41%) et l'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*) (jusqu'à 5,12% !).

Tableau 5 : Taux de recrutement annuel (T_{rec}) avant (1982-1984) et après traitement (1987-1995) pour les essences commerciales les mieux représentées

Essence	T rec 82-84 (%)	Taux de recrutement 87-95 (%)		
		témoin	exploitation	expl.-éclaircie
Sapelli	1,19	0,16	0,93	2,41
Tiama	0,35	1,72	2,24	2,43
Ayous	0,33	0,00	1,75	5,12
Ilomba	1,85	1,74	3,67	3,70
Niové	1,35	1,96	3,02	3,72
Eyong	1,04	1,81	2,35	3,22
Ebène	1,50	0,85	1,46	2,07
Essia	1,77	0,95	2,40	1,89
Hévéa	0,79	0,64	3,00	2,32
Colatier	0,66	0,00	0,82	1,65
Aniégré blanc	0,32	1,78	2,00	3,09

Catégorie commerciale	T rec 82-84 (%)	Taux de recrutement 87-95 (%)		
		témoin	exploitation	expl.-éclaircie
A	1,28	1,21	1,81	3,17
B	1,27	1,45	3,24	4,60

Les espèces commerciales de catégories A et B considérées globalement montrent :

- * des taux de recrutement annuels voisins sur les deux périodes d'observation 1982-84 et 1987-95, dans les parcelles non traitées ;
- * Le taux de recrutement augmente lorsque l'on passe des parcelles témoins à celles simplement exploitées puis à celles exploitées et éclaircies.

Cependant, ces observations ne reflètent que des tendances qui peuvent être trompeuses ; le recrutement à 10 cm de diamètre dépend du nombre de petites tiges de moins de 10 cm de diamètres déjà présentes, quand on observe le recrutement sur quelques années. La méthode du « recrutement pondéré », destinée à pallier cet effet a alors été utilisée (cf. annexe 5). Les résultats sont présentés dans le paragraphe suivant.

II.2 - Méthode du recrutement pondéré

Cette méthode est présentée en annexe 5. Le recrutement pondéré a été calculé par essence, quatre ans après traitement (de 1987 à 1991), pour un diamètre de recrutement de 13 cm. Seules les essences présentant plus de cinquante individus dans la classe de diamètre 11 à 13 cm pour les trois traitements sont prises en compte.

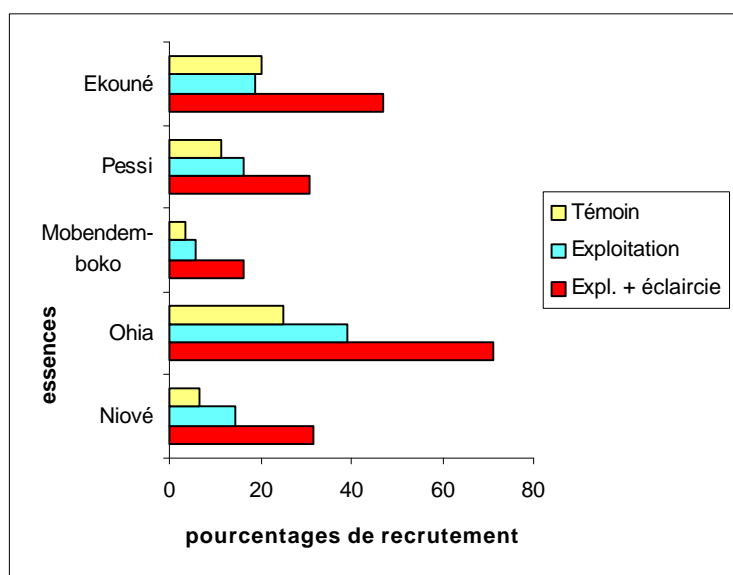
Les résultats sont résumés dans le tableau 6 et la figure 5.

En utilisant cette méthode, l'effet de l'exploitation simple sur le recrutement de ces quelques essences est modeste par rapport aux parcelles témoins. **Par contre, l'éclaircie couplée avec l'exploitation provoque une augmentation spectaculaire du recrutement pour ces cinq essences.**

Tableau 6 : Recrutement pondéré en %, sur quatre ans, pour les essences les plus représentées, avec un diamètre de recrutement de 13 cm

Essence		Témoïn	Ecl. moy.	Ecl. forte
Niové	<i>Staudtia kamerunensis</i>	6,5	14,3	31,8
Ohia	<i>Celtis zenkeri</i>	25,0	39,2	71,4
Mobendem-boko	<i>Dasylepsis sereti</i>	3,6	5,6	16,2
Pessi	<i>Carapa procera</i>	11,5	16,1	30,9
Ekouné	<i>Oelocaryon preussii</i>	20,0	19,0	47,2

Figure 5 : Recrutement pondéré sur quatre ans pour les essences les plus représentées, avec un diamètre de recrutement de 13 cm



II.3 - Evolution du recrutement depuis l'installation du dispositif en 1982

L'évolution des taux de recrutement par catégorie et par traitement, est représentée dans la figure 6. Afin de mieux observer les tendances par catégorie commerciale, les résultats ont été lissés par le calcul de moyennes mobiles² sur trois ans.

Le taux de recrutement par catégorie d'essences commerciales et par traitement est très variable dans le temps.

² Moyenne mobile (année 2) = (VB1 + VB2 + VB3)/3 ; avec VB1, VB2 et VB3 = valeurs brutes respectives des années 1, 2 et 3

En ce qui concerne les essences commerciales de catégorie A :

- pour les parcelles seulement exploitées :
Le graphique 6 permet de visualiser une augmentation du recrutement dès 1989, mais ce phénomène s'atténue dès 1990 (cinq ans après exploitation).
- pour les parcelles exploitées et éclaircies :
Le graphique 6 permet de visualiser une augmentation considérable du recrutement (supérieure à celle observée en parcelles seulement exploitées) dès 1988, mais ce phénomène s'atténue dès 1990 (quatre ans après exploitation et cinq ans après éclaircie).

Pour les deux types de traitement, les taux de recrutement retrouvent des valeurs semblables au témoin en 1995.

Au sein des espèces commerciales de la catégorie B, on observe le même phénomène que pour les essences de catégorie A à la seule différence que les valeurs en 1995 restent nettement supérieures à celles mesurées dans les parcelles témoins.

Ces observations sont aussi valables pour les « espèces non commerciales » regroupées en catégorie C (voir figure 6).

Le faible taux de recrutement observé en 1983 peut s'expliquer par le fait que cette campagne était la première campagne de mesure ou les recrutés étaient comptabilisés et donc des oublis ont pu se faire, les prospecteurs n'étant pas encore totalement opérationnels.

En résumé ...

Le taux de recrutement pour les espèces commerciales de la catégorie A dans les parcelles exploitées n'est pas beaucoup plus fort qu'en parcelles témoins.

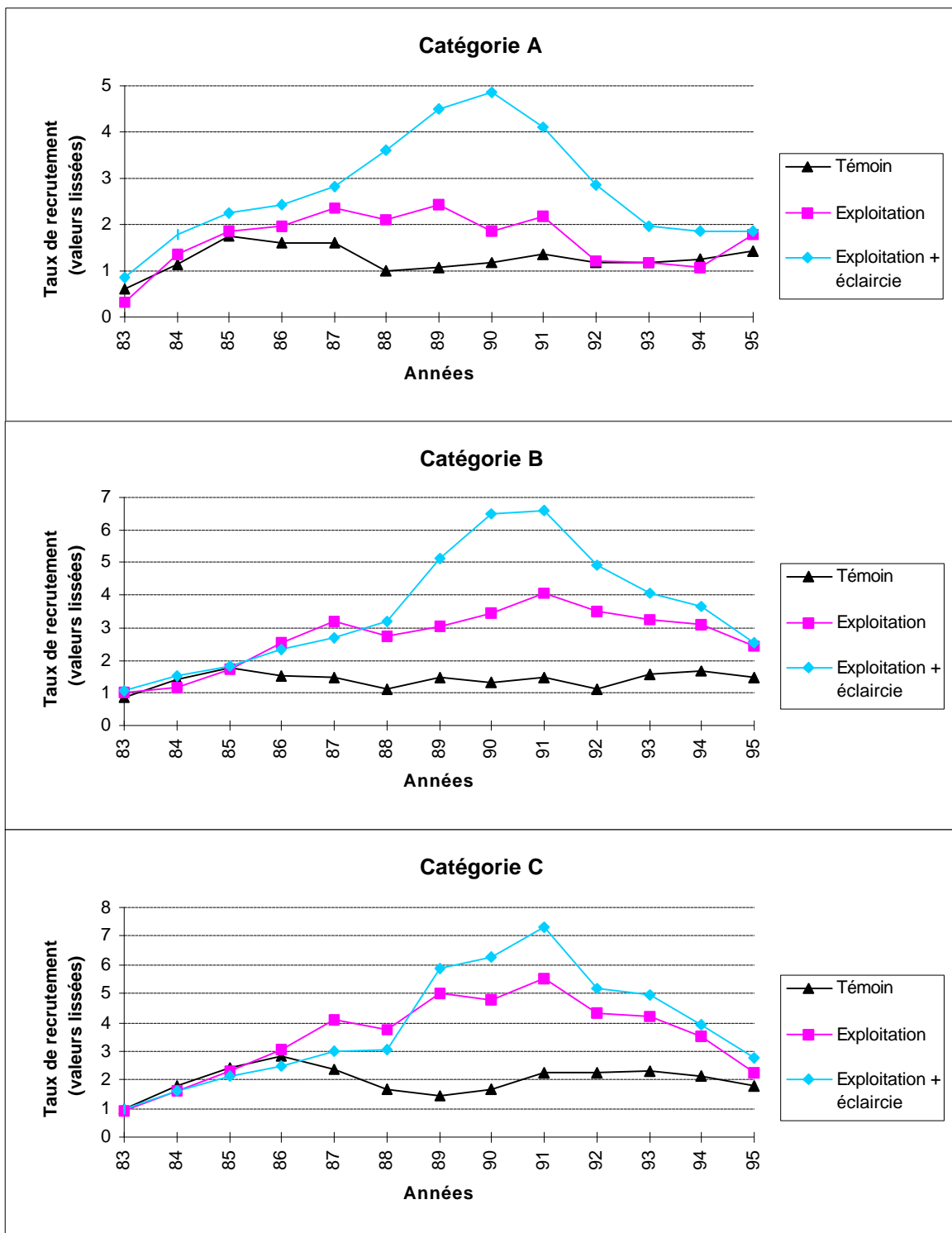
Par contre, après exploitation et éclaircie, les taux de recrutement en parcelles traitées sont supérieurs à ceux mesurés en parcelles témoins (+ 162 % par rapport au témoin pour la catégorie A et + 217 % par rapport au témoin pour la catégorie B).

Quand on considère l'évolution du recrutement par année, les taux de recrutement, après une augmentation nette dans les parcelles exploitées et très nette dans les parcelles exploitées et éclaircies, dès l'exploitation terminée. On observe ensuite une diminution progressive à partir de la 5^{ème} année suivant le début de l'exploitation (1990). L'effet stimulant des traitements sylvicoles se maintient ainsi une dizaine d'années après leur mise en oeuvre.

La méthode du recrutement pondéré confirme ces conclusions.

L'éclaircie favorise donc un recrutement accru de nouvelles tiges d'essences commerciales après exploitation.

Figure 6 : Evolution du taux de recrutement des essences commerciales : valeurs lissées



III - LA MORTALITE

La mortalité peut être une mortalité naturelle ou bien une mortalité induite par l'exploitation (arbres détruits ou fortement endommagés qui meurent rapidement). Un troisième type de mortalité concerne les arbres dévitalisés.

III.1 - Taux de mortalité annuel moyen par catégorie d'essence

A - Toutes classes de diamètre confondues

Tableau 7 : Taux de mortalité annuel en peuplement témoin calculé entre 1982 et 1995, par catégorie d'essences

Catégorie	Taux de mortalité 82-95 (%)
A+B	0,76
A+B+C	1,69
C	1,97

Les espèces de la catégorie C présentent un taux de mortalité nettement plus élevé que les espèces des deux autres catégories d'essences couramment exploitées.

Le taux de mortalité de ces essences de catégorie A et B est proche de celui observé pour les essences commerciales du dispositif de Mopri en forêt semi-décidue de Côte d'Ivoire (0,84 % annuel).

B - Toutes classes de diamètre confondues, par essence

Un taux de mortalité par essence a été calculé. Pour pouvoir comparer ce taux entre traitements pour une essence donnée, seule la mortalité naturelle a été prise en compte. Les arbres exploités et dévitalisés dans les parcelles traitées n'ont pas été pris en considération dans les analyses des données.

A partir de la formule de calcul du taux de mortalité (*cf.* § 0.3.2, p.9), on peut calculer l'erreur minimale sur ce taux. Elle correspond à l'oubli d'un individu mort sur la période et augmente fortement quand la taille de la population diminue.

Cette incertitude minimale a été préalablement estimée et a amené l'élimination des essences pour lesquelles elle est supérieure à 0,3 % en valeur absolue (taux en % \pm 0,3). Cela correspond encore dans bien des cas à une forte incertitude sur des taux dont l'ordre de grandeur est en moyenne de 1 %. Pour pallier cet effet, un filtre supplémentaire a été mis en place : seules les essences présentant plus de 50 individus sont présentées dans ce tableau. Les valeurs les plus précises (erreur minimale < 0,2) sont indiquées en gras dans le tableau suivant.

Le calcul du taux de mortalité annuel sur les deux premières années fournit des valeurs par essence très variables (avec des taux très élevés pour l'Hévéa (*Funtumia elastica*), l'Ayous

(*Triplochiton scleroxylon*) et l'Aniégré blanc (*Aningeria altissima*). Cette mortalité particulièrement élevée pour l'Ayous entre 1982 et 1984 a été évoquée au paragraphe précédent.

Tableau 8 : Taux de mortalité annuel avant (1982-1984) et après traitement (1987-1995) pour les essences commerciales les mieux représentées

Essence	Tmort 82-84 (%)	Taux de mortalité 87-95 (%)		
		témoin	exploitation	expl.+éclaircie
Sapelli	1,85	0,47	0,23	0,82
Tiama	0,00			0,92
Ayous	3,32			
Ilomba	0,87	0,32	0,38	0,38
Niové	0,52	0,39	0,46	0,49
Eyong	1,25	0,34	0,58	0,67
Ebène	0,87	0,63	1,71	1,33
Essia	1,47	0,48	0,31	0,40
Hévéa	2,71			0,72
Colatier	0,86	0,44	0,50	0,46
Aniégré blanc	3,55	0,60		1,59

Effectif min. en 84 = 131 (Hévéa)

Effectif min. en 87 = 50 (Ebène)

Catégorie	Tmort 82-84 (%)	Taux de mortalité 87-95 (%)		
		témoin	exploitation	expl.+éclaircie
A	1,13	0,55	0,58	0,99
B	1,18	0,43	0,64	0,64
C		1,56	1,60	1,56

Par catégorie d'essences commerciales, le taux de mortalité enregistré en moyenne les deux années avant exploitation est nettement plus élevé que celui enregistré en témoin ou même en parcelles traitées, sur la période 1987-1995. Ceci est peut être à rapprocher de la sécheresse due au phénomène « El Nino » qui a touché le continent africain de 1982 à 1984.

Toutefois, la comparaison entre ces taux de mortalité calculés sur des périodes de temps aussi différentes que deux et huit ans est à considérer avec précaution. Les taux pour les espèces commerciales de catégories A et B sont très comparables pour la période 1982-1984.

Sur la deuxième période (1987-1995), les taux de mortalité en parcelles traitées sont plus élevés qu'en témoin, notamment pour l'exploitation suivie d'éclaircie, pour l'ensemble des espèces de la catégorie A.

Parmi les essences commerciales les mieux représentées, cette tendance se retrouve, mis à part pour le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), en parcelles seulement exploitées et pour l'Essia (*Petersianthus macrocarpus*) dans le traitement exploitation + éclaircie.

Les taux de mortalité en parcelles exploitées et éclaircies sont supérieurs à ceux des parcelles simplement exploitées, sauf pour l'Ebène (*Diospyros crassiflora*) et le Colatier (*Cola nitida*).

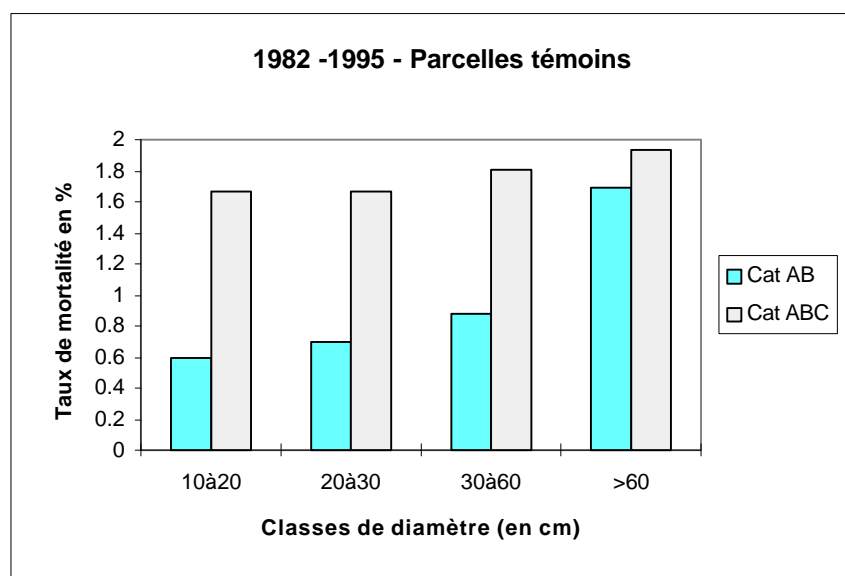
C - Par classe de diamètre

Le taux de mortalité moyen annuel calculé de 1982 à 1995 en parcelles témoins par classe de diamètre pour les espèces des catégories A et B regroupées et pour toutes les catégories, est présenté dans la figure 7 et dans le tableau 9. Les classes de diamètre prises en compte sont les suivantes : 10 à 20 cm ; 20 à 30 cm ; 30 à 60 cm et plus de 60 cm de diamètre. Le nombre d'individus le plus faible observé avec ces classes de diamètre est de 126 (d'où une précision suffisante).

Le graphique montre une croissance du taux de mortalité en fonction de la classe de diamètre quand on considère les espèces de catégories A et B. Cependant, un test du χ^2 effectué sur ces données ne donne pas de différence significative³.

Si on prend en compte les espèces de la catégorie C, les taux de mortalité entre les classes de diamètre sont sensiblement égaux. Ceci peut s'expliquer par le fait que les essences de catégorie C sont essentiellement des essences non commerciales dont beaucoup n'atteignent pas un diamètre important et donc à forte mortalité dans les petites classes de diamètre.

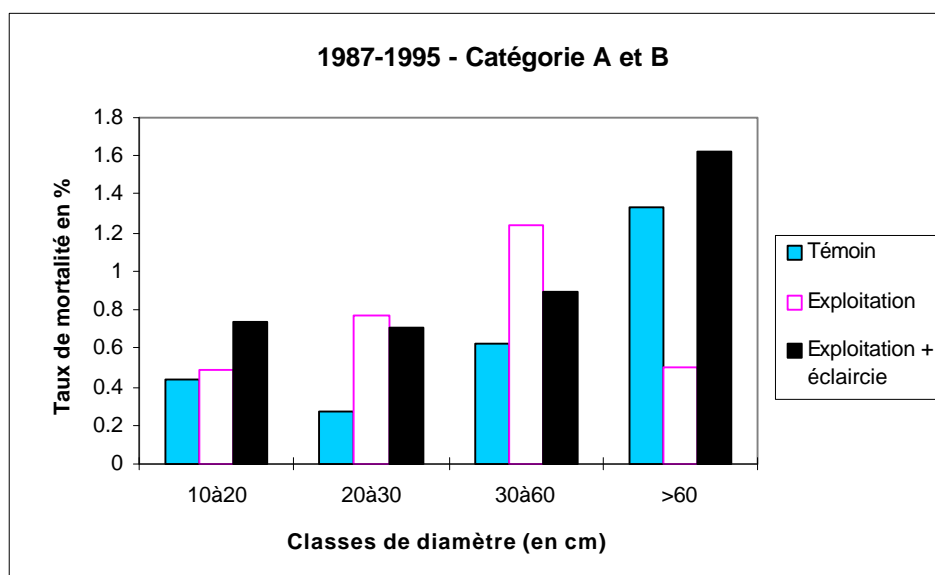
Figure 7 : Taux de mortalité par classe de diamètre pour deux regroupements de catégories d'essences, en parcelles témoins, de 1982 à 1995



³ χ^2 de 2,82 pour 3 degrés de liberté avec une probabilité de 0,419

Tableau 9 : Taux de mortalité par classe de diamètre pour deux regroupements de catégories, en parcelles témoins, de 1982 à 1995

Catégorie	Classes de diamètre			
	10-20cm	20-30cm	30-60cm	> 60cm
A+B	0,62	0,70	0,88	1,69
A+B+C	1,67	1,66	1,81	1,94

Figure 8 : Taux de mortalité par classe de diamètre pour les essences de catégories A et B confondues, par traitement, de 1987 à 1995 (après intervention sylvicole)

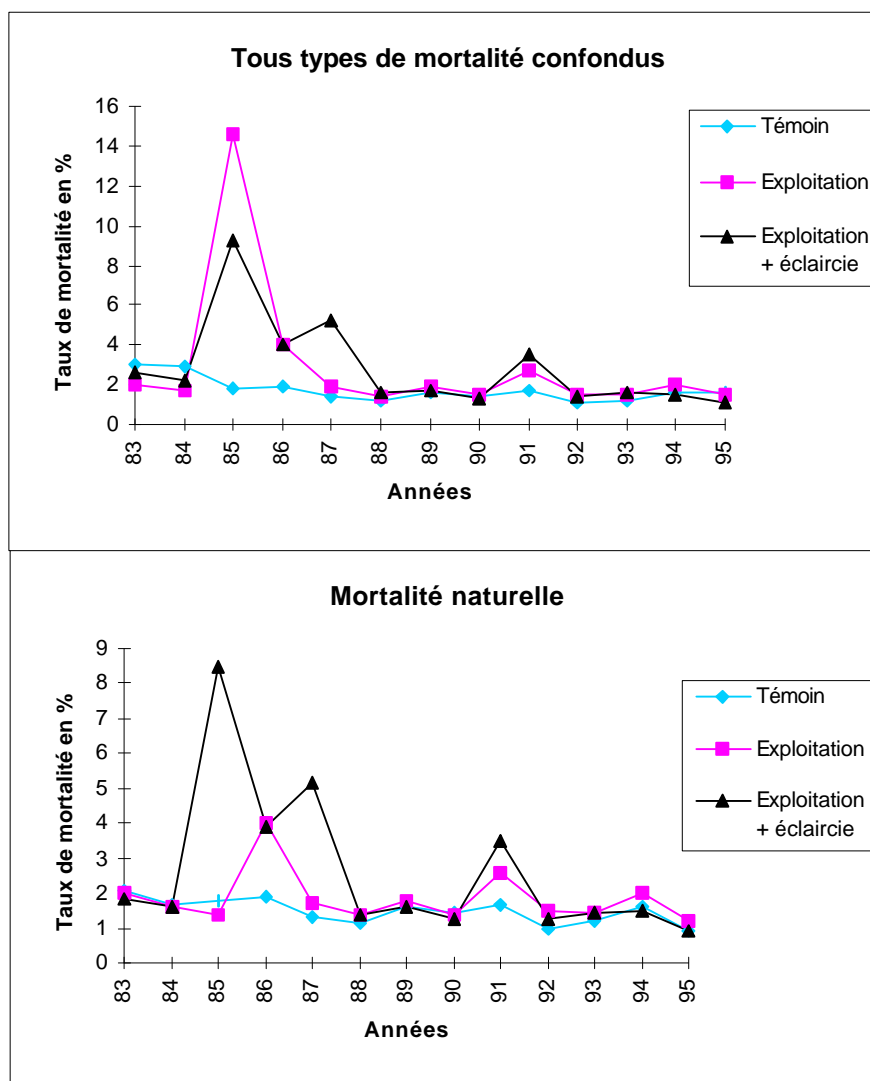
Quand on présente les taux de mortalité par classe de diamètre pour chaque traitement pour l'ensemble des essences commerciales des espèces des catégories A et B regroupées, après exploitation (cf. figure 8), on observe toujours un accroissement de mortalité quand le diamètre des tiges augmente, mis à part pour l'exploitation simple. Cependant, pour ce cas particulier, le nombre d'individus n'est que de 72, ce qui donne une imprécision trop grande pour pouvoir dépasser le stade indicatif.

III.2 - Evolution de la mortalité depuis l'installation du dispositif en 1982

L'évolution des taux de mortalité par année a été calculée. Elle est présentée dans la figure 9 pour deux cas de figure :

- la mortalité naturelle, c'est à dire sans prendre en compte les dégâts directs d'exploitation et les arbres dévitalisés ;
- toute la mortalité confondue.

Les arbres recrutés au cours de la période observée puis morts au cours de cette même période ne sont pas pris en compte.

Figure 9 : Evolution des taux de mortalité par traitement, de 1982 à 1995

Parmi cette mortalité générale, les arbres abattus de manière illicite ou brûlés accidentellement (essentiellement lors du feu de 1984 à La Lolé), représentent une part non négligeable du nombre total d'arbres disparus depuis 1982 : respectivement 3,8% et 4,1% (répartis sur les 14 années de mesure).

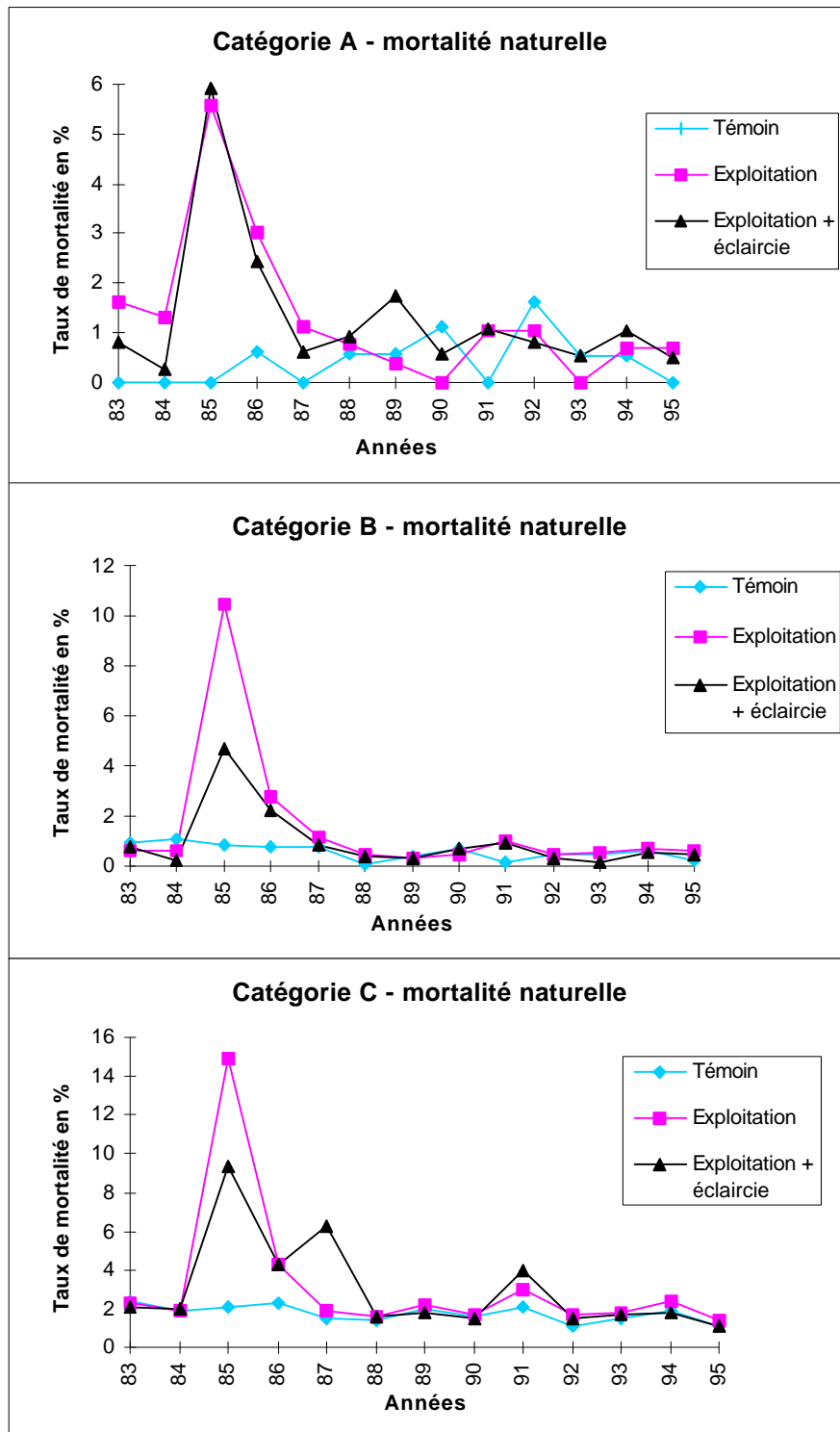
Bien que les arbres exploités ou dévitalisés ne soient pas comptés dans le graphique du bas, un pic de mortalité est noté pendant la période de l'exploitation et de l'éclaircie (de 1985 à 1987). Ceci révèle une forte mortalité induite par l'ouverture du couvert consécutive à l'exploitation et l'éclaircie. Il existe également un pic inexplicable de mortalité en 1991.

A partir de 1988, le taux annuel de mortalité pour les deux traitements revient à des niveaux comparables au témoin.

Pour les espèces considérées par catégorie, les tendances par traitement sont présentées sur la figure 10, si l'on ne tient pas compte des arbres exploités, dévitalisés, brûlés ou abattus.

Le taux de mortalité moyen annuel calculé de 1982 à 1995 en parcelles témoins est égal à 0,75 % quand on considère uniquement les essences des catégories A et B. Il est de 1,68 % quand on inclut dans ce calcul les essences de la catégorie C.

Figure 10 : Evolution des taux de mortalité par catégorie d'essences dans les différents traitements



Les taux de mortalité des essences de la catégorie A sont beaucoup plus fluctuants dans le temps que ceux des deux autres catégories, y compris en parcelles témoins, sans qu'une explication puisse être avancée. C'est la seule catégorie où il existe encore en 1995 une différence entre les différents traitements. Cette différence existait déjà avant intervention sylvicole. Une étude par essence serait nécessaire mais le nombre d'individus ne le permet pas dans ce dispositif.

L'exploitation seule, de forte intensité, provoque une perte plus forte de tiges appartenant à la catégorie B (presque 10 tiges/ha), que l'exploitation moins intense (4 tiges/ha). Juste après éclaircie, la perte est du même ordre pour les deux traitements (deux tiges/ha en 1986).

Les taux de mortalité des espèces des essences de catégories B et C peuvent être très importants lors de l'exploitation (jusqu'à 15 %).

En résumé ...

La sécheresse pourrait expliquer une augmentation des taux de mortalité observée de 1982 à 1984.

Sur la période après traitement (1987-1995), les taux de mortalité en parcelles traitées sont plus élevés qu'en témoin.

Parmi les essences commerciales les mieux représentées, cette tendance se retrouve mis à part pour le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*), en parcelles seulement exploitées et pour l'Essia (*Petersianthus macrocarpus*) dans le traitement exploitation + éclaircie.

Les taux de mortalité en parcelles exploitées et éclaircies sont supérieurs à ceux des parcelles simplement exploitées, sauf pour l'Ebène (*Diospyros crassiflora*) et le Colatier (*Cola nitida*).

Quand on considère l'évolution par année, l'augmentation observée après traitement n'est que temporaire : dès 1988, les taux de mortalité des parcelles traitées sont équivalents aux taux de mortalité en parcelles témoins.

Le taux de mortalité est plus important pour les arbres de la classe de diamètre supérieure à 60 cm, pour les tiges des espèces des catégories A et B.

IV - L'ACCROISSEMENT

Les études d'accroissement concernent les diamètres, surface terrière et volume.

IV.1 - Accroissement diamétrique

A partir des mesures initiales, l'étude de l'impact des traitements sylvicoles peut être appréhendé par essence et globalement.

A - Accroissements par essence, tous diamètres confondus

Les accroissements, tous diamètres confondus (jusqu'à 80 cm), des essences commerciales les plus représentées, c'est-à-dire comptant plus de 30 individus pouvant être inclus dans chaque calcul sont triés dans l'ordre décroissant des accroissements dans le traitement témoin (tableau 10).

Sur chaque période de temps considérée et pour toutes les espèces, l'accroissement est plus fort en parcelles traitées qu'en témoin, à l'exception de l'Ebène (*Diospyros crassiflora*) en parcelles exploitées sur la deuxième période. **Dans tous les cas, la meilleure croissance est enregistrée dans les parcelles exploitées et éclaircies.**

Cependant, la différence de croissance est beaucoup plus marquée, immédiatement après le traitement. L'effet du traitement s'atténue avec le temps.

Tableau 10 : Accroissements courants sur le diamètre (cm/an) pour les essences commerciales les plus représentées, calculés sur deux périodes successives de quatre ans après traitement

Essence	Période 1987 - 1991			Période 1991 - 1995		
	Témoin	Exploitation	Ex.+éclaircie	Témoin	Exploitation	Ex.+éclaircie
Essia	0,41	0,71	1,03	0,33	0,48	0,60
Sapelli	0,35	0,49	0,70	0,32	0,36	0,48
Aniégré blanc	0,30	0,44	0,83	0,28	0,35	0,40
Ilomba	0,28	0,38	0,72	0,25	0,26	0,38
Eyong	0,24	0,37	0,73	0,17	0,23	0,43
Tiama	0,23	-	0,49	0,24	0,26	0,43
Ako	0,23	0,38	0,49	0,21	0,33	0,38
Ebène	0,17	0,19	0,33	0,16	0,15	0,21
Niové	0,10	0,17	0,38	0,09	0,14	0,25
Colatier	0,07	0,08	0,33	0,08	0,07	0,16

Ces valeurs correspondent à des moyennes pour tous les individus de chaque espèce considérée dans un type de traitement ; les écarts-types par traitement sont dans tous les cas du même ordre de grandeur que la moyenne (exemple : Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) en témoin, période 1987 - 1991 : moyenne=0,35, écart-type=0,32), ce qui illustre la grande variabilité des accroissements entre individus.

Les valeurs moyennes d'accroissement pour les essences les plus représentées, pour la période 1987-1995 (soit huit ans) en parcelles témoins, en ne prenant pas en compte les arbres qui ne poussent pas, sont présentés en annexe 6. Seuls les arbres de 10 à 70 cm de diamètre présents pendant les huit ans sont pris en compte.

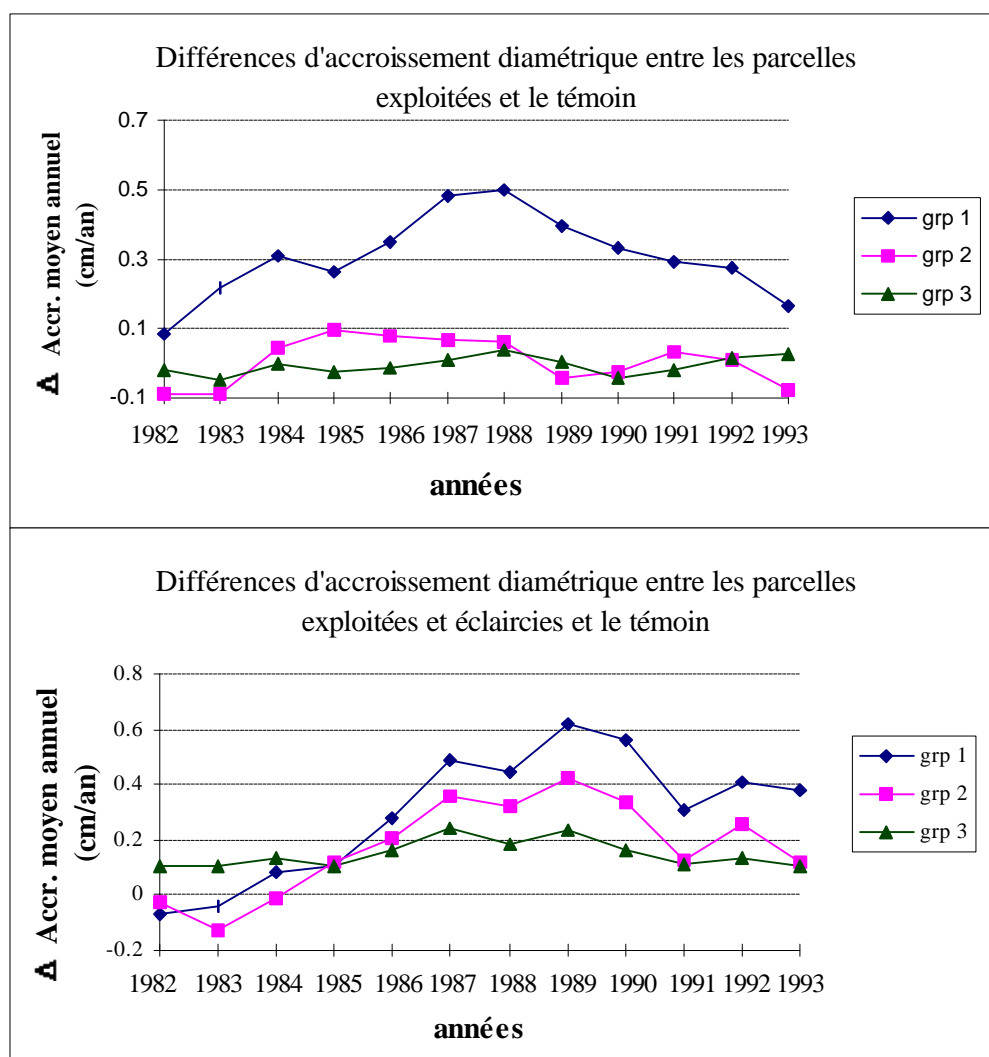
B - Accroissements par groupe fonctionnel, tous diamètres confondus

A titre d'illustration, la figure 11 présente l'évolution des différences d'accroissement entre parcelles traitées et témoins entre 1982 et 1993, pour les futures tiges d'essences de catégories A et B commercialisables dans les dix ou vingt ans à venir (tiges mesurant actuellement entre 40 et 80 cm de diamètre). Les tiges sont regroupées en trois grands groupes de croissance issus des groupes fonctionnels définis au § 0.3.1. (cf. annexe 3) :

- grp 1 = groupes fonctionnels 1 à 3 (croissance rapide),
- grp 2 = groupes fonctionnels 4 et 5 (croissance intermédiaire),
- grp 3 = groupes fonctionnels 6 à 9 (croissance lente).

Les accroissements annuels sont calculés sur des périodes de deux ans (exemple : ACC90 = accroissement annuel moyen entre 1989 et 1991).

Figure 11 : Evolution de la différence d'accroissement entre parcelles témoins et parcelles exploitées, ou parcelles exploitées et éclaircies, pour les tiges d'essences commerciales de catégories A et B mesurant 40 à 80 cm de diamètre en 1995



- grp 1 = groupes fonctionnels 1 à 3 (croissance rapide),
- grp 2 = groupes fonctionnels 4 et 5 (croissance intermédiaire),
- grp 3 = groupes fonctionnels 6 à 9 (croissance lente).

C - Accroissements diamétriques : comparaison de l'effet des traitements

La présente étude est limitée aux tiges d'essences commerciales susceptibles d'être commercialisées lors d'une prochaine exploitation : les tiges d'espèces commerciales de catégories A et B ayant atteint un diamètre compris entre 40 et 80 cm en 1995.

• Méthode

Une analyse statistique des résultats des accroissements sur les différentes parcelles, réalisée en complément des tendances observées par traitement, nous permet de décider si les différences notées sont bien à attribuer à un effet traitement. Pour cela on cherche à savoir, à l'aide d'une analyse de variance, si les différences relevées globalement entre traitements sont significativement plus fortes que les différences entre parcelles.

La variable analysée est la moyenne des accroissements individuels par carré d'inventaire d'un hectare. Ceci nous permet de disposer de douze ou seize valeurs par traitement contre seulement trois ou quatre si l'on avait considéré les moyennes par parcelles.

Ces accroissements sont calculés par période de quatre ans : de 1987 à 1991 et de 1991 à 1995.

On considère que les arbres d'espèces commerciales de catégories A et B ayant atteint un diamètre compris entre 40 et 80 cm sont suffisamment espacés pour qu'ils ne s'influencent pas entre eux. La condition nécessaire d'indépendance est donc remplie. Le nombre de valeurs par traitement restant toutefois assez faible (au maximum douze pour le témoin et l'exploitation ou seize pour l'exploitation + éclaircie) on sait peu de choses sur la distribution de la variable. C'est pourquoi le test employé est non paramétrique (test sur les rangs des valeurs).

• Résultats

Les traitements sont comparés deux à deux, et le test fournit la probabilité ($P > F$) que l'hypothèse d'égalité des traitements ne soit pas acceptable.

Accroissements de 1987 à 1991

Le tableau 11 montre que la population de tiges d'avenir potentielles en 1995 (essences commerciales de catégories A et B, diamètres entre 40 et 80 cm en 1995), tous groupes confondus, présente un accroissement en diamètre significativement plus fort en parcelles exploitées et éclaircies qu'en parcelles intouchées. Ce gain d'accroissement en diamètre est aussi significatif au plan dendrométrique (0,98 contre 0,59 cm par an sur le diamètre).

En répartissant cette population en trois grands groupes **de croissance** (définis en IV.1 p.37) regroupant des groupes fonctionnels (définis p. 8), on constate que le gain est significatif pour les deux types de traitements pour les espèces à croissance rapide (groupe 1 comprenant les principales essences commerciales : Sapelli, Sipo, Tiama...).

Les essences à croissance moyenne (groupe 2) ne sont significativement influencées que par l'exploitation suivie d'éclaircie : les accroissements en diamètre sont plus forts en parcelles traitées qu'en témoin (1,12 contre 0,71 cm/an). En outre, pour ce groupe d'essence, la différence d'accroissements est significative entre les peuplements exploités et éclaircis et ceux seulement exploités.

Pour le groupe de croissance 3 (essences à croissance lente), les différences d'accroissements entre traitements d'une part et entre les traitements et les parcelles témoins ne sont pas significatives.

Tableau 11 : *Accroissements courants sur le diamètre en cm/an entre 1987 et 1991, par groupe d'espèces de vitesses de croissance différentes et par traitement*

a- Parcelles exploitées et éclaircies par rapport au témoin

Tiges d'avenir	Témoin		Expl. + éclaircie		P>F (%)
	Acc. moy	N	Acc. moy	N	
groupe 1	0,70	12	1,18	16	0,16 (S)
groupe 2	0,71	10	1,12	16	1,4 (S)
groupe 3	0,33	9	0,57	13	13,6
Tous groupes	0,59	31	0,98	45	0,02 (S)

b- Parcelles exploitées par rapport au témoin

Tiges d'avenir	Témoin		Exploité		P>F (%)
	Acc. moy	N	Acc. moy	N	
groupe 1	0,70	12	1,13	11	0,09 (S)
groupe 2	0,71	10	0,68	9	76,4
groupe 3	0,33	9	0,29	7	81,9
Tous groupes	0,59	31	0,76	27	09,1

c- Parcelles exploitées et éclaircies par rapport aux parcelles exploitées

Tiges d'avenir	Exploité		Expl. + éclaircie		P>F (%)
	Acc. moy	N	Acc. moy	N	
groupe 1	1,13	11	1,18	16	76,7
groupe 2	0,68	9	1,12	16	1,7 (S)
groupe 3	0,29	7	0,57	13	11,8
Tous groupes	0,76	27	0,98	45	06,6

Acc. moy = accroissement moyen par année (ou courant) en cm/an

N = nombre de valeurs d'accroissement (nombre de carrés sur lesquels l'accroissement moyen a été calculé)

Remarque : les tiges de 40 à 80 cm de diamètre présentent souvent des particularités (contreforts, bosses, cannelures,...) qui les excluent du calcul d'accroissement ; c'est pourquoi la densité de tiges utilisée dans les calculs est généralement inférieure à celle mesurée initialement.

Accroissements de 1991 à 1995

Les accroissements calculés sur la période 1991 à 1995 (tableau 12) montrent tous un infléchissement par rapport à la période 1987-1991. Tous groupes confondus, le gain des parcelles exploitées et éclaircies par rapport au témoin n'apparaît plus significatif. En revanche ce gain est toujours significatif pour les essences du groupe de croissance 1 (essences à croissance rapide) considéré seul, pour les peuplements exploités.

Tableau 12 : Accroissements courants en diamètre en cm/an, entre 1991 et 1995, par groupe d'espèces de croissances différentes et par traitement

a- Parcelles exploitées et éclaircies par rapport au témoin

Tiges d'avenir	Témoin		Expl. + éclaircie		P>F (%)
	Acc. moy	N	Acc. moy	N	
groupe 1	0,58	12	0,82	16	6,9
groupe 2	0,60	10	0,71	16	40,3
groupe 3	0,27	9	0,36	13	38,4
Tous groupes	0,50	31	0,65	45	06,1

b- Parcelles exploitées par rapport au témoin

Tiges d'avenir	Témoin		Exploité		P>F (%)
	Acc. moy	N	Acc. moy	N	
groupe 1	0,58	12	0,81	11	2,4 (S)
groupe 2	0,60	10	0,48	9	33,6
groupe 3	0,27	9	0,25	7	84,8
Tous groupes	0,50	31	0,56	27	44,2

c- Parcelles exploitées et éclaircies par rapport aux parcelles exploitées

Tiges d'avenir	Exploité		Expl. + éclaircie		P>F (%)
	Acc. moy	N	Acc. moy	N	
groupe 1	0,81	11	0,82	16	93,7
groupe 2	0,48	9	0,71	16	12,6
groupe 3	0,25	7	0,36	13	35,4
Tous groupes	0,56	27	0,65	45	31,0

Acc. moy = accroissement moyen par année (ou courant) en cm/an

N = nombre de valeurs d'accroissement (nombre de carrés sur lesquels l'accroissement moyen a été calculé)

En résumé ...

Parcelles exploitées seulement :

Seules les essences à croissance rapide (groupe de croissance 1 dont le genre *Entandrophragma*) sont significativement favorisées par l'exploitation.

Parcelles exploitées et éclaircies :

Dans les parcelles éclaircies après exploitation, l'accroissement courant, calculé entre un et cinq ans après exploitation, est significativement plus fort qu'en zone témoin.

Ceci est valable pour les essences à croissance rapide et moyenne (groupes de croissance 1 et 2).

Cependant, la faiblesse des effectifs rend les tests peu puissants et il faut donc prendre ces conclusions avec précaution.

D - Par classe de diamètre

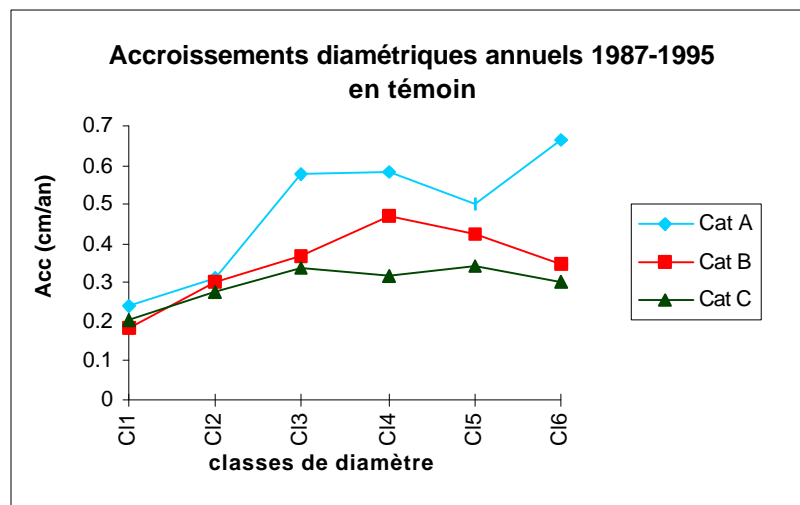
Du fait de l'incertitude des mesures annuelles des circonférences (+/-0,5cm), les accroissements sont calculés sur une période longue de 1987 à 1995. L'année 1987 correspond à l'année à partir de laquelle les chablis directement induits par les traitements (*cf.* § III.2. : Evolution de la mortalité) ne prennent plus une place prépondérante ; on considère alors que la dynamique de croissance reflète la nouvelle structure acquise par les peuplements traités. Les mesures sur les arbres de très grande taille sont jugées peu fiables, donc les arbres de diamètre supérieur à 80 cm ne sont pas pris en compte dans les calculs qui suivent.

Six classes de diamètre sont définies :

- Classe 1 : $10 \leq \text{diamètre} < 20$ cm.
- Classe 2 : $20 \leq \text{diamètre} < 30$ cm.
- Classe 3 : $30 \leq \text{diamètre} < 40$ cm.
- Classe 4 : $40 \leq \text{diamètre} < 50$ cm.
- Classe 5 : $50 \leq \text{diamètre} < 60$ cm.
- Classe 6 : $60 \leq \text{diamètre} < 80$ cm.

Les accroissements diamétriques annuels par catégorie d'essences ont été étudiés en fonction du diamètre dans les parcelles témoins (figure 12) (voir aussi annexe 2).

Figure 12 : Accroissements diamétriques annuels par classes de diamètre pour les trois catégories d'essences entre 1987 et 1995



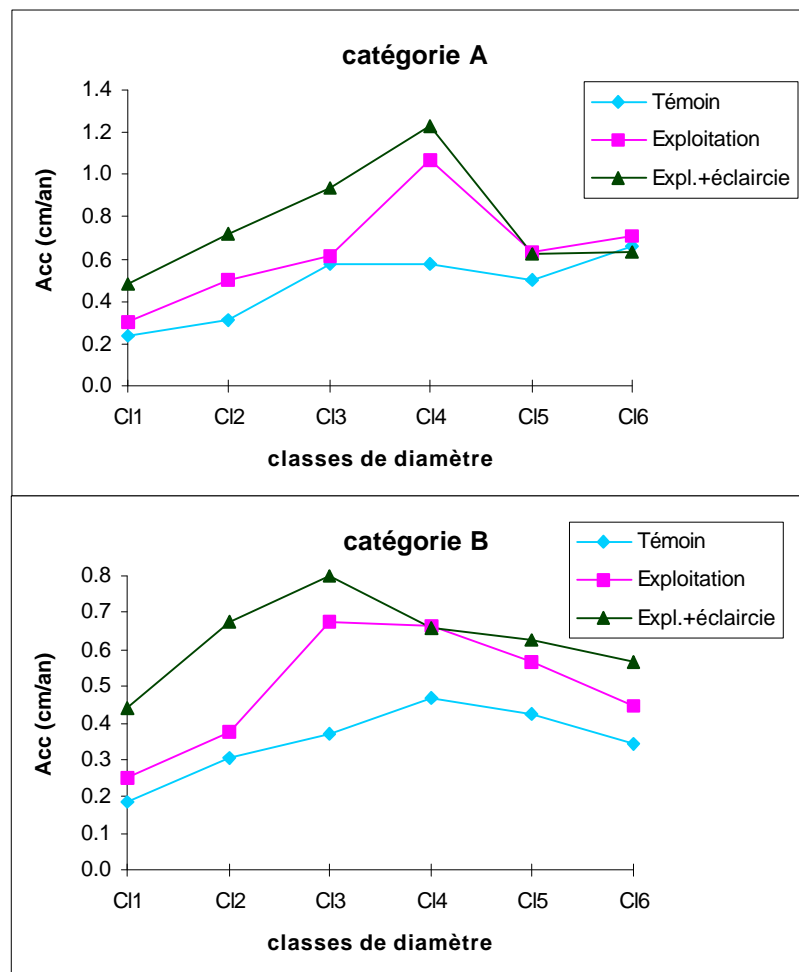
L'accroissement dans les petites classes de diamètre est faible pour les trois catégories d'essences. Ce sont les petits arbres qui sont le plus gênés dans leur développement par le manque de lumière et d'espace pour leur houppier. Pour les gros diamètres, les arbres des essences commerciales (catégories A et B) sont plus vigoureux que ceux des essences secondaires (catégorie C). Les essences commerciales sont en effet capables d'atteindre des gros diamètres et font souvent partie des arbres dominants (surtout pour les essences de catégorie A), alors que c'est plus rarement le cas pour les essences de catégorie C. Les accroissements en diamètre pour les arbres de catégorie A se distinguent des tiges des autres catégories dès 30 cm de diamètre. L'accroissement très élevé pour la classe 6 est à considérer avec prudence, car les essences commerciales de catégorie A de gros diamètre sont peu fréquentes sur des parcelles de quatre hectares.

La figure 13 compare les accroissements diamétriques moyens des essences commerciales de catégories A ou B entre les différents types de traitements.

Pour les essences commerciales de catégorie B, l'accroissement diamétrique est 1,5 à 2 fois plus fort en parcelles traitées qu'en parcelles témoins pour les tiges de diamètre au moins égal à 20 cm. Cette différence de croissance, plus nette pour l'exploitation suivie d'éclaircie, est encore visible jusqu'à 40 cm de diamètre ; au-delà les valeurs sont proches pour les deux types de traitement.

Pour les essences commerciales de catégorie A, la tendance est tout à fait comparable, à ceci près que l'on observe pas de différence entre parcelles traitées et témoins pour les tiges de diamètre 50 cm et plus.

Figure 13 : Accroissements diamétriques par classe de diamètre pour les essences commerciales, par traitement

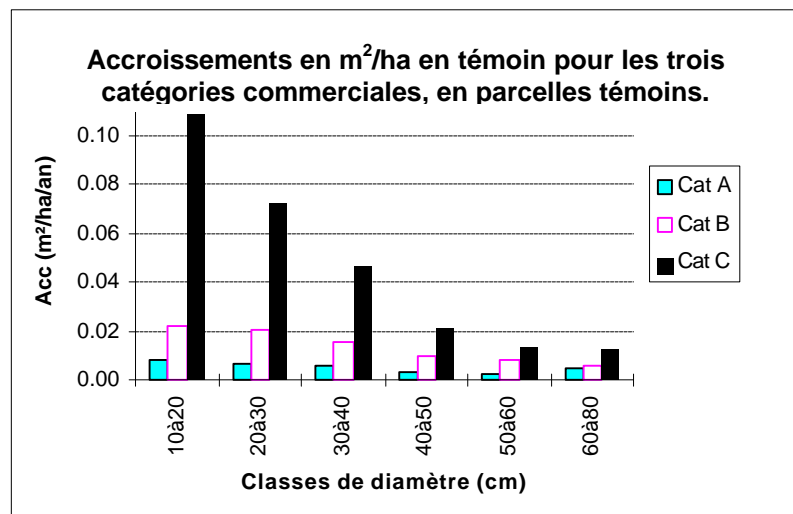


IV.2 - Accroissement en surface terrière

L'accroissement en surface terrière (G) est exprimé en $m^2/ha/an$ pour les mêmes classes de diamètre que celles définies au début de ce chapitre. Il est calculé pour la période 1987-1995. L'accroissement en surface terrière pour une classe de diamètre donnée est la somme des accroissements individuels. Il dépend donc de l'effectif de la classe.

La figure 14 donne les accroissements en surface terrière par catégorie d'espèces.

Figure 14 : *Accroissement annuel en surface terrière par hectare ($m^2/ha/an$) lors de la période 1987-1995 pour les trois catégories d'espèces (espèces commerciales et espèces secondaires) en parcelles témoins, par classe de diamètre*



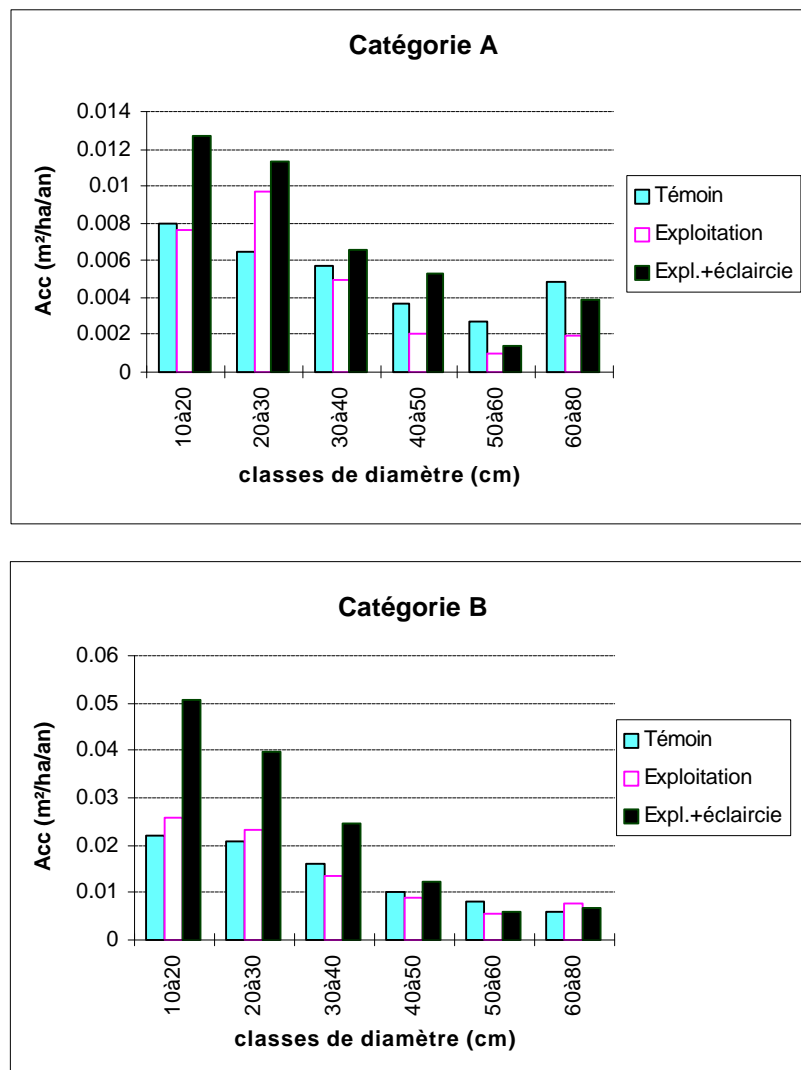
L'accroissement de la surface terrière par classe de diamètre décrit une courbe exponentielle décroissante pour les espèces de la catégorie C (espèces secondaires).

Cette courbe est moins surbaissée pour les espèces commerciales des catégories A et B.

La catégorie C est composée essentiellement d'espèces dont les tiges n'atteignent pas de gros diamètres (comme déjà signalé). Dans les grandes classes de diamètres, ces essences ont déjà atteint leur développement maximum et leur accroissement est très faible.

La figure 15 rend compte des accroissements constatés par type de traitement pour les espèces commerciales des catégories A et B.

Figure 15 : Accroissement annuel en surface terrière par hectare ($m^2/ha/an$) sur la période 1987-1995 pour les essences commerciales par traitement et par catégorie



En parcelles exploitées, à l'échelle du peuplement, l'accroissement en surface terrière des tiges d'essences commerciales (catégories A ou B) dans les différentes classes de diamètre n'est pas différent de celui mesuré dans les parcelles témoins.

En parcelles exploitées et éclaircies, selon la catégorie d'essences commerciales, la surface terrière à l'hectare s'accroît plus qu'en parcelles témoins uniquement pour les tiges de moins de 40 cm (catégorie B) ou de moins de 50 cm (catégorie A).

IV.3 - Méthode du « remplacement »

Dans le tableau 13 sont représentés les résultats de la simulation par la méthode du remplacement : surface terrière simulée (avec les accroissements en surface terrière observés sur le terrain) et surface terrière observée en parcelles éclaircies (cf. annexe 7).

Tableau 13 : Gains en surface terrière obtenus par la méthode du remplacement, par essence, arbres de diamètre inférieur à 50 cm

Essence	Gain en surface terrière		
	Exploitation/ Témoin (en %)	Exploitation + éclaircie / Témoin (en %)	Exploitation + éclaircie/ Exploitation (en %)
Catégorie A	7,6	24,0	16,0
Catégorie B	7,2	21,5	12,9
Groupe fonctionnel 1	10,8	8,3	-3,7
Groupe fonctionnel 2	17,3	33,4	15,7
Groupe fonctionnel 3	9,5	22,6	11,8
Groupe fonctionnel 4	1,8	18,3	17,2
Groupe fonctionnel 5	4,2	17,5	12,5
Groupe fonctionnel 6	4,4	14,1	9,5
Sapelli	11,8	24,5	12,7
<i>Entandrophragma spp.</i>	6,8	20,9	13,3

Note : Ces rapports sont calculés par classe de diamètre confondus puis sommés, de l'année 1987 à l'année 1995.

Il y a en général un net effet traitement sylvicole sur les gains en surface terrière par essence, huit ans après traitement sylvicole. Les gains sont cependant variables en fonction du traitement et des groupes d'essences étudiées. L'éclaircie couplée à l'exploitation induirait un accroissement plus faible que l'exploitation seule pour le groupe fonctionnel 1 (essences pionnières) représenté uniquement par l'Essessang parmi les essences commerciales.

En résumé ...

En diamètre :

En parcelles témoins, les espèces de valeur commerciale présentent un accroissement sur le diamètre plus élevé que les espèces secondaires. Ceci est particulièrement marqué pour les essences commerciales les plus recherchées appartenant à la catégorie A.

Les accroissements diamétriques des espèces commerciales (catégories A ou B) se révèlent *plus forts dans les deux types de parcelles traitées* que dans les parcelles témoins, en ce qui concerne les arbres entre 10 et 50 cm de diamètre.

En effet, pour les tiges des espèces de la catégorie A appartenant à la classe de diamètre 40 à 50 cm, l'accroissement est d'environ 0,6 cm/an en parcelles témoins et 1,1 cm/an en parcelles exploitées ou exploitées et éclaircies. Cette différence s'estompe pour les essences commerciales dès la sixième année après exploitation (1991).

Le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) connaît une forte croissance en parcelles exploitées qui ont bénéficié d'une éclaircie.

Si l'on compare l'effet des traitements sylvicole sur la croissance des peuplements :

* dans les parcelles exploitées seulement :

Seules les essences à croissance rapide (groupe de croissance 1 dont le genre *Entandrophragma*) sont significativement favorisées par l'exploitation.

* dans les parcelles exploitées et éclaircies :

Dans les parcelles éclaircies après exploitation, l'accroissement courant, calculé entre un et cinq ans après exploitation, est significativement plus fort qu'en zone témoin. Ceci est valable pour les essences à croissance rapide et moyenne (groupes de croissance 1 et 2).

Cependant, la faiblesse des effectifs rend les tests peu puissants et il faut donc prendre ces conclusions avec précaution.

En surface terrière :

Il y a en général un effet positif des traitements sur les gains en surface terrière par essence huit ans après traitement sylvicole. Les gains sont cependant plus ou moins importants en fonction du traitement et des groupes d'essences étudiés.

Pour les espèces des catégories A ou B, le gain relatif est d'environ 7 % entre l'exploitation et le témoin et de 21 à 24 % entre l'exploitation suivie d'une éclaircie et le témoin.

V - LA REGENERATION NATURELLE

V.1 - Régénération par catégorie d'espèces commerciales

Nous rappelons que les comptages de régénération sont réalisés sur des placettes de sondage réparties régulièrement et couvrant 6 % de la surface inventoriée pour les arbres adultes, soit 2400 m² (Bertault 1988, Obstancias et Amat 1989, Petrucci et Tandeau de Marsac 1994). Les tiges prises en compte sont les arbres ou les lianes dont le diamètre est compris entre 0,5 et 9,5 cm de diamètre mesuré au collet.

Sept parcelles ont été inventoriées : les six parcelles de la forêt Boukoko et la parcelle 2 (exploitation et dévitalisation) de la forêt de La Lolé.

Les effectifs totaux (espèces arborées seules, sans les lianes) sont comparables entre les parcelles témoins et exploitées et un peu supérieurs pour les parcelles exploitées et éclaircies (+ 10 %). A titre indicatif, ces chiffres correspondent à environ 6 000 à 7 000 brins par hectare.

Le tableau 14 donne le pourcentage du nombre total de brins d'espèces arborées de chaque catégorie d'essences commerciales, par traitement et pour chaque inventaire.

Tableau 14 : Pourcentage des trois catégories d'espèces commerciales (catégories A et B) et secondaires (catégorie C) parmi les effectifs de régénération acquise

	1994			1995			1996		
	cat A	cat B	cat C	cat A	cat B	cat C	cat A	cat B	cat C
Témoin	2,2	6,7	91,1	1,8	7,1	91,0	2,0	6,0	92,0
Exploitation	1,9	9,7	88,4	2,1	8,8	89,1	2,2	10,1	87,6
Expl.+éclaircie	2,9	6,4	90,7	3,5	7,2	89,3	4,1	8,0	87,9

Pour les arbres adultes recensés en parcelles témoins depuis 1982, les espèces commerciales des catégories A et B représentent respectivement 4,9 % et 17,4 % du nombre de tiges, soit plus de deux fois le pourcentage de brins de régénération comptés lors des trois dernières campagnes. En zone témoin, les essences commerciales se régénéreraient en moins grand nombre que les essences secondaires.

- Variation entre les trois campagnes

La variation est importante entre les trois campagnes :

- jusqu'à 20 % pour les espèces commerciales des catégories A et B en témoin,
- jusqu'à 40 % pour les espèces commerciales de la catégorie A
- jusqu'à 25 % pour les espèces commerciales de la catégorie B en zone éclaircie.

- Variation entre les traitements et le témoin

Quelques tendances par type de traitement se dégagent malgré la variation inter-campagne :

- * pour les essences de catégorie A, les parcelles exploitées et éclaircies sont caractérisées par un pourcentage de tiges nettement supérieur à celui mesuré en témoin ;
- * la proportion d'essences de catégorie B tend à être plus forte en parcelles exploitées qu'en témoin.

Par ailleurs, les lianes comptées en inventaire de régénération s'avèrent abondantes, avec des effectifs nettement variables selon le type de traitement. Selon les années, les lianes représentent environ 25 % de l'effectif total (essences commerciales et secondaires) parmi la régénération en témoin, 40 % en zone exploitée, mais seulement 20 % en zone exploitée et éclaircie.

Toutefois, nous ne pouvons pas mettre en évidence de différences notables au niveau régénération entre les parcelles avant et après traitements, puisque les premiers comptages remontent à 1987. De plus, la méthode d'inventaire avant 1993 (à choix raisonné) ne peut être comparée à la nouvelle méthode (systématique) sans un fort biais.

V.2 - Régénération par essence commerciale

Le tableau 15 présente le pourcentage de brins par essence dans le total de la régénération acquise (essences commerciales de catégories A et B), pour les essences représentant plus de 1% des effectifs dans au moins un traitement. Les essences les moins fréquentes figurent à l'annexe 8.

- Parcelles témoins

Les essences commerciales sont très inégalement représentées dans la régénération acquise en parcelles témoins. La comparaison peut être faite avec le total des effectifs d'arbres adultes recensés par essence en parcelles témoins en 1995.

Le Niové (*Staudtia kamerunensis*) se retrouve en première place dans la régénération (plus de 30 %), tout comme dans le peuplement de l'étage supérieur (24 % des tiges de catégorie A et B). Ceci rappelle la structure diamétrique représentée sur la figure 1, qui réserve une part très importante aux petites tiges.

Parmi les essences commerciales de catégorie A, les effectifs de régénération les plus nombreux en forêt intouchée se retrouvent parmi les représentants du genre *Entandophragma* : Sapelli (*Entandophragma cylindricum*) surtout, puis Kosipo (*Entandophragma candollei*) et Tiama (*Entandophragma angolense*). Parmi les essences commerciales de catégorie B, le Niové (*Staudtia kamerunensis*) et l'Eyong (*Eribroma oblonga*) sont dominants, l'Ako (*Antiaris africana*) et le Monzounzé (*Gambeya africana*) prenant une place secondaire. Ces dernières sont toutes classées parmi des groupes fonctionnels à tendance sciaphile (groupes 4 à 6).

- Parcelles traitées

parcelles exploitées seulement

Sur la période d'étude, aucune des essences commerciales de catégorie A ne se régénère davantage en parcelles exploitées qu'en témoin. En revanche, parmi les essences commerciales de catégorie B, l'Iloba (*Pycnanthus angolensis*) et l'Aniégré blanc (*Aningeria altissima*) présentent une régénération en zone exploitée plus abondante qu'en témoin.

parcelles exploitées et éclaircies

Parmi les essences commerciales de catégorie A, le Sapelli (*Entandophragma cylindricum*) se régénère plus abondamment en parcelles exploitées et éclaircies qu'en témoin en 1995 et en 1996. Il en est de même pour le Dibétou (*Lovoa trichilioides*), qui se régénère plus abondamment en parcelles exploitées et éclaircies lors les trois années.

Aucune différence entre les parcelles exploitées puis éclaircies et les parcelles témoins n'est discernable pour les autres espèces des catégories A ou B.

Petrucci *et al.* (1994) constataient des tendances similaires sur l'inventaire de régénération de 1993, et indiquaient quelques régénérations significativement plus fortes pour certaines essences dans certains traitements : celles du Sapelli (*Entandophragma cylindricum*), du Dibétou (*Lovoa trichilioides*) et du Dabéma (*Piptadeniastrum africanum*) en zones éclaircies, de l'Eyong (*Eribroma oblonga*) et du Monzounzé (*Gambeya africana*) en zone exploitée. Ces tendances se vérifient, sauf pour le Dabéma et le Monzounzé qui présentent une régénération par traitement beaucoup plus capricieuse sur les inventaires 1994, 1995 et 1996. A noter que l'Eyong, classé par Morel *et al.* (1995) dans un groupe à tendance sciaphile (groupe fonctionnel 5) se régénère mieux dans les parcelles les plus fortement mises en lumière en 1984-1985 (zone exploitée) que dans les parcelles intouchées. Ceci confirme que l'Eyong ne peut être considéré comme une essence sciaphile au même titre que les autres essences du groupe 5.

Deux espèces commerciales de catégorie B présentes à l'état adulte ne sont retrouvées dans aucun des trois inventaires sur les placettes de régénération : l'Angueuk (*Ongokea gore*) et le Tchitola (*Oxystigma oxyphyllum*). Ce dernier ne compte cependant qu'un seul individu adulte en 1995 sur tout le dispositif, et l'Angueuk (*Ongokea gore*) est signalé dans l'inventaire de régénération de 1993.

Tableau 15 : Pourcentage des essences commerciales par rapport aux effectifs totaux de régénération acquise (catégories A et B)

Essences	1994			1995			1996		
	Témoin	Exploit.	Eclaircie	Témoin	Exploit.	Eclaircie	Témoin	Exploit.	Eclaircie
Catégorie A									
Sapelli	6,1	4,2	5,5	5,5	5,2	12,7	8,2	6,3	12,4
Kosipo	4,5	3,5	3,0	3,5	3,1	2,5	0,7	2,0	3,1
Tiama	3,9	1,2	4,7	2,9	2,1	2,7	4,4	2,5	2,3
Dibétou	2,6	1,6	11,4	1,3	0,3	8,4	4,1	1,6	9,9
Padouk	1,9	1,6	1,7	1,6	2,4	2,0	2,7	1,3	1,7
Difou	1,3	1,6	1,0	1,9	1,6	0,5	1,7	1,1	0,6
Bossé	3,2	1,6	1,7	2,9	1,8	2,3	2,0	1,8	1,7
Catégorie B									
Ayous	0,6	0,0	0,2	0,6	0,8	1,1	0,7	0,2	1,1
Limba	0,0	1,6	1,7	0,0	2,1	1,4	0,0	1,8	1,0
Dabéma	2,3	0,5	0,7	2,9	0,5	0,7	2,0	0,9	1,0
Ilomba	1,6	6,1	3,5	1,6	6,5	3,9	1,0	6,5	2,5
Fromager	0,0	1,6	0,5	0,6	1,3	0,5	0,0	1,1	0,4
Essessang	0,0	2,6	0,7	0,3	2,9	2,3	0,0	1,8	1,5
Niové	30,7	20,6	26,1	30,9	12,8	24,5	35,5	21,5	23,7
Aiélé	0,0	0,5	0,7	0,6	0,3	0,7	0,0	1,1	0,6
Emien	0,0	6,8	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,4	0,4
Eyong	16,2	20,8	13,4	18,0	25,4	11,8	8,9	23,3	16,6
Ebène	0,6	0,7	1,5	0,6	0,3	0,7	1,4	0,4	1,0
Kotibé	1,0	1,4	3,0	1,3	1,6	2,5	1,0	0,9	1,7
Olong PF*	0,0	2,8	1,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,4	1,1
Olong GF*	0,0	0,5	0,0	0,0	2,6	1,1	0,0	1,8	0,8
Oboto	1,6	0,0	0,5	0,3	0,8	0,5	0,7	0,2	0,4
Essia	1,0	2,3	2,5	1,9	3,4	2,0	3,1	2,5	2,5
Ako	5,8	2,6	2,5	6,4	4,2	2,5	4,4	3,1	1,7
Hévéa	0,6	2,8	0,7	0,6	3,4	0,7	1,0	1,6	0,8
Colatier	4,5	1,6	0,7	1,6	2,4	2,5	4,4	1,3	3,1
Aniégré blc.	0,6	5,6	2,0	1,6	6,0	1,4	1,7	5,4	1,1
Mbaléké	0,3	0,2	1,7	1,0	0,3	2,0	0,7	0,0	1,9
Monzounzé	7,4	1,9	4,2	7,7	2,4	3,9	8,5	5,2	1,3

* PF = à petites feuilles, GF = à grandes feuilles.

En résumé ...

parcelles exploitées

Les essences de catégorie B (espèces commerciales de deuxième importance) montrent des effectifs de régénération plus forts qu'en témoin, mais la tendance marquante est une augmentation de l'abondance des lianes.

Une meilleure régénération de l'Eyong (*Eribroma oblonga*), de l'Ilomba (*Pycnanthus angolensis*) et de l'Aniégré blanc (*Aningeria altissima*) en zone exploitée est constatée sur la période d'étude.

Aucune différence entre les parcelles exploitées et les parcelles témoins n'est discernable pour les autres espèces de catégorie A.

parcelles exploitées et éclaircies

La régénération des essences commerciales de catégorie A (espèces commerciales les plus recherchées), neuf à onze ans après traitement, apparaît plus abondante en parcelles exploitées et éclaircies qu'en témoin.

Une meilleure régénération du Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) et du Dibétou (*Lovoa trichilioides*) en zone exploitée et éclaircie est constatée sur la période d'étude.

Aucune différence entre les parcelles exploitées puis éclaircies et les parcelles témoins n'est discernable pour les autres espèces de catégories A ou B.

VI - IMPACT DES DIFFERENTS TRAITEMENTS SYLVICOLES

L'impact des différents traitements sylvicoles est abordé en termes de volumes et de densité de tiges commerciales.

VI.1 - Effets des traitements

L'effet des traitements exploitation et exploitation + éclaircie est présenté à court et moyen terme.

VI.1.1 - Bilan en volume

A court terme, sur la période d'observation, le bilan en volume, comprenant les effets de l'accroissement diamétrique des arbres, leur mortalité et le recrutement a été calculé pour les tiges d'essences commerciales des catégories A et B réunies. La moyenne annuelle en m³/ha/an est présentée dans le tableau 16.

Tableau 16 : Bilan en volume entre 1987 et 1995, pour les essences commerciales des catégories A et B, en m³/ha/an

Traitement	Volume en 1987 (m ³ /ha)	Volume en 1995 (m ³ /ha)	Accroissement (m ³ /ha/an)	Accroissement relatif (%)
témoin	148,7	155,8	0,9	0,6
Exploité	71,2	87,5	2,0	2,9
Exploité et éclairci	80,2	102,5	2,8	3,5

VI.1.2 - Modélisation de la reconstitution du peuplement

· A - Méthode

La modélisation permet de prédire l'évolution à moyen terme des peuplements étudiés.

L'infléchissement des accroissements individuels au cours de la première décennie après traitement implique une certaine prudence quant aux hypothèses d'évolution du potentiel en bois d'oeuvre.

Ce potentiel est appelé ici maximum car il ne tient compte que d'une dimension d'exploitabilité et pas de critères de qualité du bois. L'estimation de l'effectif (ou de la surface terrière) exploitable après x années peut être faite de la manière suivante :

exemple trente ans après exploitation :

- 1 - application d'un taux d'accroissement sur le diamètre à la population d'essences commerciales de 1986, par classe de diamètre et groupe de croissance, pendant dix ans,
- 2 - reclassement de la population obtenue en nouvelles classes de diamètre et de nouveau application du taux d'accroissement approprié pendant dix ans,
- 3 - renouvellement des opérations 1 et 2,
- 4 - application d'un taux de mortalité moyen (annuel multiplié par 30) sur toute la population obtenue. En déduire l'effectif et la surface terrière des arbres survivants de diamètre > 60 cm (par exemple).

Les taux d'accroissement et de mortalité appliqués sont ceux calculés en parcelles témoin, en considérant (hypothèse prudente) que l'effet traitement n'existe pratiquement plus en 1995 soit neuf ans après exploitation.

La régénération n'est pas prise en compte mais étant donné que l'on ne considère que les tiges de plus de 60 cm de diamètre, elle ne serait de toute manière pas intervenue.

Testée sur les neuf premières années (1986 à 1995) avec les taux propres à chaque traitement, la méthode retrouve l'effectif et la surface terrière commercialisables (diamètre > 60cm) de 1995 avec une précision nettement supérieure à 95 %.

Les tableaux suivants expriment le pourcentage d'effectifs et de surface terrière retrouvés par rapport aux valeurs de 1984 pour des laps de temps de 20, 30, 40 et 50 ans après traitements.

On distingue les espèces commerciales des catégories A et B, et deux classes de dimensions des tiges : diamètre compris entre 60 et 80 cm et diamètre supérieur à 80 cm. Les valeurs pour des diamètres supérieurs à 80 cm sont obtenues par application d'un taux d'accroissement peu précis ; elles sont données à titre indicatif.

· *B - Résultats*

Tableau 17 : Reconstitution des effectifs d'essences commerciales en fonction des traitements, en % de l'effectif avant exploitation (N 1984)

Catégorie	Diamètres	Traitement	N 1984(tiges/ha)	Pourcentage de reconstitution			
				20 ans	30 ans	40 ans	50 ans
A	60 - 80 cm	Exploitation	1,00	42	42	67	75
		Exp.- éclaircie	1,25	80	85	85	95
	+ de 80 cm	Exploitation	2,75	39	45	45	45
		Exp.- éclaircie	2,00	41	47	59	66
B	60 - 80 cm	Exploitation	3,33	95	95	117	135
		Exp.- éclaircie	3,19	96	112	141	174
	+ de 80 cm	Exploitation	4,33	69	83	94	106
		Exp.- éclaircie	3,56	95	109	125	140

La reconstitution des effectifs n'est toujours pas complète cinquante ans après exploitation pour les essences commerciales de catégorie A de diamètre supérieur à 80 cm. Toutefois, les effectifs entre 60 et 80 cm de diamètre retrouvent 80 % de leur valeur avant traitement en forêt exploitée et éclaircie dès la vingtième année.

Après exploitation seule, cette reconstitution n'est que de 42 % dans le même temps (vingt ans). Enfin, pour les très gros bois (diamètre supérieur à 80 cm), les effectifs ne retrouvent après cinquante ans que 45 % ou 66 % de leur valeur de 1984 (respectivement après exploitation seule ou suivie d'éclaircie).

Pour les essences commerciales de catégorie B, la reconstitution des effectifs entre 60 et 80 cm de diamètre dépasse 100 % trente ans après éclaircie et quarante ans après exploitation seule. La reconstitution des effectifs est pratiquement aussi rapide pour les diamètres supérieurs à 80 cm.

Tableau 18 : Reconstitution de la surface terrière (en m²/ha) en fonction des traitements, en % de la surface terrière avant exploitation (G 1984)

Catégorie	Diamètres	Traitement	G 1984 (m ² /ha)	Pourcentage de reconstitution			
				20 ans	30 ans	40 ans	50 ans
A	60 - 80 cm	Exploitation	0,39	40	30	61	76
		Exp. + éclaircie	0,45	82	90	88	100
	+ de 80 cm	Exploitation	2,95	26	31	34	36
		Exp. + éclaircie	2,62	23	28	36	42
B	60 - 80 cm	Exploitation	1,26	95	96	116	135
		Exp. + éclaircie	1,24	93	107	132	163
	+ de 80 cm	Exploitation	4,15	62	75	87	101
		Exp. + éclaircie	3,73	73	87	102	119

Pour les essences commerciales, le taux de reconstitution des surfaces terrières est du même ordre que celui des effectifs pour la classe de diamètres 60 à 80 cm. Pour les tiges de diamètre supérieur à 80 cm, le taux de reconstitution de la surface terrière au fil du temps reste toujours au moins de 20 % inférieur à celui des effectifs.

VI.2 - Utilité de l'éclaircie et conséquences de l'exploitation

Il est important d'évaluer le gain relatif d'une éclaircie complétant l'exploitation.

VI.2.1 - Limites du dispositif

Les intensités d'exploitation appliquées sur le dispositif de Boukoko - La Lolé ont été beaucoup plus élevées que dans la pratique courante, ce dispositif se prête donc mal à une analyse économique des opérations d'exploitation et d'éclaircie. Les coûts et les rendements des interventions ne sont sans doute pas ceux obtenus actuellement par les exploitants de la région puisque l'exploitation concerne un grand nombre de pieds à l'hectare. Par ailleurs, cette exploitation est très limitée dans l'espace et elle ne concerne que des zones choisies délibérément parmi les plus riches (De Chatelperron et Commerçon 1986).

L'objectif du dispositif est d'évaluer la capacité de réaction des peuplements soumis à différentes interventions. Nous limiterons notre propos à cet objectif.

Par ailleurs, l'exploitation a été d'intensité variable entre les parcelles, ceci en fonction de leur richesse en arbres exploitables. Globalement elle a été plus faible pour le traitement exploitation plus éclaircie. Il n'est donc pas évident de déterminer si les différences entre l'exploitation seule et l'exploitation suivie d'éclaircie s'expliquent plutôt par l'éclaircie ou l'intensité moindre de l'exploitation.

VI.2.2 - Réponses techniques

L'ouverture du couvert par exploitation et/ou éclaircie stimule la dynamique de croissance des peuplements.

● Utilité de l'éclaircie après l'exploitation :

La dynamique des arbres adultes est, par bien des aspects, favorisée par l'exploitation. Le traitement « exploitation plus éclaircie » accentue encore certaines des évolutions favorables.

Le recrutement des essences commerciales de catégorie B est stimulé suite à l'exploitation avec ou sans éclaircie. Celui des essences de catégorie A (Sapelli notamment) et de l'Ayous est nettement plus favorisé dans les parcelles exploitées et éclaircies que dans les parcelles seulement exploitées. Dans les deux cas, les effectifs recrutés augmentent fortement durant les cinq premières années. Ils restent à des niveaux nettement supérieurs au témoin dix ans après traitement.

Les taux de mortalité augmentent aussi de manière durable, avec une certaine stimulation due à l'éclaircie. Toutefois cette augmentation par rapport aux parcelles témoins reste deux fois inférieure à celle des taux de recrutement.

L'accroissement individuel sur le diamètre en parcelles traitées est supérieur à celui mesuré en parcelles témoins pour certaines essences commerciales. Ceci ne concerne que les essences à tendance héliophile ou dominantes à croissance rapide (telles que les *Entandrophragma*) dans le cas de l'exploitation seule. Si l'exploitation est suivie d'une dévitalisation, la stimulation des accroissements est plus importante, et concerne également d'autres essences (à croissance plus lente ou à caractère héliophile, moins marqué).

Le bilan en surface terrière pour les dix années suivant immédiatement l'exploitation est à peine plus favorable en parcelles exploitées qu'en parcelles témoins. Par contre, il est nettement positif lorsqu'une éclaircie complète l'exploitation pour les tiges de diamètre inférieur à 50 cm.

Au niveau de la régénération huit, neuf ou dix ans après exploitation, les essences commerciales de catégorie B et notamment l'Eyong sont nettement plus nombreuses en parcelles exploitées (avec ou sans éclaircie) qu'en témoin. Pour les essences de la catégorie A et surtout le Sapelli, seules les parcelles exploitées et dévitalisées présentent une plus grande abondance de brins que les parcelles témoins. En outre, les parcelles exploitées ayant subi une éclaircie conservent une densité de lianes dans la régénération semblable à celle des parcelles témoins, alors que dans les parcelles exploitées la densité des lianes est multipliée par deux.

L'exploitation seule et, surtout, l'exploitation avec éclaircie augmentent sensiblement les accroissements en diamètre des tiges commerciales ayant atteint 40 à 80 cm de diamètre en 1995.

L'impact positif des traitements est particulièrement évident durant les cinq premières années qui suivent l'exploitation accompagnée ou non d'éclaircie. Pour la période suivante (cinq à dix ans après traitement), les parcelles soumises uniquement à une exploitation ne semblent plus réagir significativement ; toutes les différences d'accroissements diminuent. Ceci peut être dû à une diminution globale des effets dans le temps mais aussi à une diminution de l'accroissement de ces tiges dites d'avenir avec l'augmentation de leur diamètre.

● **Conséquences d'une forte exploitation :**

En parcelles seulement exploitées, la mise en lumière ne profite pas aux essences commerciales de manière sélective par rapport aux essences secondaires. Les accroissements individuels des essences commerciales sont moins forts qu'en parcelles exploitées et éclaircies. En outre, suite aux forts prélèvements, l'accroissement de la surface terrière des essences commerciales est à peine plus fort qu'en parcelles témoins.

Par ailleurs, « l'explosion » des lianes au sein de la régénération est sans doute due pour une grande part à la mise en lumière brutale suite à une forte exploitation. Ce point n'a pas pu être confirmé jusqu'ici, faute d'une mesure de l'éclairement au sol sur les placettes de régénération.

CONCLUSION

Le dispositif de M'Baïki compte quarante espèces considérées comme commercialisables, dont quinze à haute valeur marchande, parmi lesquelles l'essence pilote est le Sapelli (*Entandrophragma cylindricum*).

Le suivi annuel du dispositif depuis quinze ans constitue un ensemble important de données sur la dynamique de peuplements, soumis à une exploitation complétée par une éclaircie systématique dans les espèces secondaires.

Dans cette étude focalisée sur les essences commerciales, le bénéfice d'une éclaircie systématique après exploitation apparaît clairement :

- accroissements en diamètre significativement plus forts dans les parcelles éclaircies qu'en témoin, au moins durant les dix premières années, y compris pour certaines essences à croissance modeste ou à tendance sciaphile (au moins sur cinq ans),
- forte augmentation du recrutement dans les parcelles éclaircies, notamment des espèces commerciales recherchées (catégorie A), compensant largement une hausse plus faible des taux de mortalité,
- régénération des essences à haute valeur commerciale nettement plus abondante dans les parcelles éclaircies.

La reconstitution des volumes en tiges commerciales de fort diamètre, simulée selon une hypothèse relativement pessimiste (effet traitement non prolongé au-delà de dix ans), est nettement plus rapide si l'exploitation s'accompagne d'une éclaircie. Pour des diamètres supérieurs à 80 cm, elle apparaît tout de même lente pour les espèces commerciales de la catégorie A. En revanche les essences commerciales d'importance secondaire actuellement (catégorie B) montrent un renouvellement intéressant en parcelles exploitées et éclaircies : trente ans après exploitation, 107 % et 87 % de la surface terrière seraient reconstitués respectivement pour les tiges de diamètre 60 à 80 cm et de diamètre supérieur à 80 cm.

La maturité du dispositif de recherche établi à M'Baïki ouvre encore beaucoup d'autres perspectives d'études, mettant à profit des atouts qui ont été peu valorisés jusqu'à présent : localisation et identification botanique fiable de toutes les tiges, dispositif poussé d'étude de la régénération (avec l'identification désormais routinière par les prospecteurs des essences commerciales de catégorie A et B jusqu'au stade plantule), suivi phénologique depuis 1994 de 287 arbres appartenant à 19 essences commerciales... Des indices de biodiversité ont déjà été calculés aux stades adulte et régénération (non publiés ici) : jusqu'à présent ils ne semblent pas nettement différents entre parcelles témoins et traitées.

Il est donc nécessaire de poursuivre la mesure des arbres dans ce dispositif dans les années qui viennent pour pouvoir disposer de données à long terme de l'évolution d'un peuplement témoin

et de la réaction à l'exploitation et à l'éclaircie. Ces données permettront entre autre de valider ou d'infirmer les hypothèses qui ont dû être faites pour le modèle d'évolution. De plus elles pourront permettre d'accroître la fiabilité des accroissements, des taux de recrutement et de mortalité par des mesures sur le long terme.

Une ouverture intéressante serait l'étude de la croissance et de la compétition arbre par arbre via un relevé d'indices de compétition de chaque tige parmi certaines essences importantes (ou pour toutes si on dispose du financement nécessaire).

BIBLIOGRAPHIE

Bertault (J.G.) 1988.

Rapport de mission en République Centrafricaine, 19 p.

Brevet (R.) 1990.

Rapport d'activité de la campagne de mesure 1990. FAC / CIRAD. 20 p.

De Chatelperron (G.), Commerçon (R.) 1986.

Mise en exploitation du dispositif de recherche en forêt naturelle dans les forêts de Boukoko et La Lolé en République Centrafricaine Projet F.A.C. A.R.R.F. C.T.F.T. 58 p.

Efron (B.), Tibshirani (R.) 1993.

An introduction to the bootstrap. Chapman & Hall eds. 436 p.

Favrichon (V.) 1991.

Sur quelques relations entre la croissance des arbres et la structure du peuplement en forêt dense semi-décidue (République Centrafricaine) Mémoire de D.E.A. Ecosystèmes Forestiers Tropicaux Université PARIS VI, 40 p.

Favrichon (V.), Maître (H-F.), Tran-Hoang (A.) 1991.

Dispositif d'étude de l'évolution de la forêt dense centrafricaine suivant différentes modalités d'intervention sylvicole - Présentation des principaux résultats après huit années d'expérimentation. FAC / CIRAD. 63 p.

Forni (E.) 1997.

Types de forêts dans l'est du Cameroun et étude de la structure diamétrique de quelques essences. D.E.A. Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux. 68 p.

Freytet (F.), Tandeau De Marsac (G.) 1992.

Rapport d'activité -Travaux de recherche sur l'aménagement des forêts denses humides. M.E.C.P.T.C.E. - Appui à la Recherche Forestière FAC/ARF. 80 p.

Giguet (M.) 1977.

Etudes préalables à l'aménagement de la forêt dense, 6 tomes : 1- sylviculture, 2- études dendrométriques / arbres moyens, 3- études d'accroissement, 4- cubages, / tarifs de cubages / rendements grumes et sciages, 5- inventaire de l'herbier, 6- études de profils / dendrométrie.

Maître (H.F.) 1981.

Proposition pour l'étude des principales essences de valeur en forêt dense centrafricaine. C.T.F.T. 7 p.

Morel (P.J.), Tandeau de Marsac (G.) 1995.

Dispositif de recherches en forêt dense de Boukoko / La Lolé - vers une meilleure connaissance des essences forestières. FAC / CIRAD. 51 p. + annexes.

Obstancias (J.) 1989.

Dispositif de Boukoko/La Lolé - prévision pour les années 90 et suivantes. FAC/CTFT.8 p.

Obstancias (J.), Amat, 1989.

Etude de la régénération au sein du dispositif en forêt dense de Boukoko-La Lolé, rapport provisoire n°2. CTFT. 18 p. + annexes.

Petrucci (Y., Tandeau de Marsac (G.) 1994.

Dispositif de Recherche en forêt dense de Boukoko - La Lolé. Campagne 13. Evolution du peuplement adulte et de la régénération acquise après interventions sylvicoles. FAC / CIRAD 49 p. + annexes.

Schmitt (L.) 1982.

Mise en place d'un dispositif d'étude de la forêt dense Centrafricaine suivant différents types d'intervention. Projet F.A.C. / A.R.R.F. / C.T.F.T. 49 p.

Teysseidier de la Serve (B.), Tandeau de Marsac (G.) 1993.

Rapport d'activités - Campagne 1992. Bilan de 11 années de recherche : connaissances acquises et bibliographie. M.E.F.C.P.T.C.E. - Appui à la recherche forestière FAC/ARF. 63 p.

Tran Hoang (A.), Valiergue (L.), Claude (S.), 1987.

Résultats des techniques de dévitalisation d'arbres au sein du dispositif de recherche en forêt naturelle (BOUKOKO et LA LOLE). FAC / CTFT. 9 p.

ANNEXES

Annexe 1 :

Schéma d'organisation d'une parcelle du dispositif.

Annexe 2 :

Liste des essences commerciales par catégories.

Annexe 3 :

Liste des espèces commerciales (A et B) classées par groupes fonctionnels.

Annexe 4 :

Effectifs, surface terrière et volume à l'hectare des essences en 1982 et 1995.

Annexe 5 :

Méthode du recrutement pondéré.

Annexe 6 :

Accroissements diamétriques en parcelles témoins, par essence.

Annexe 7 :

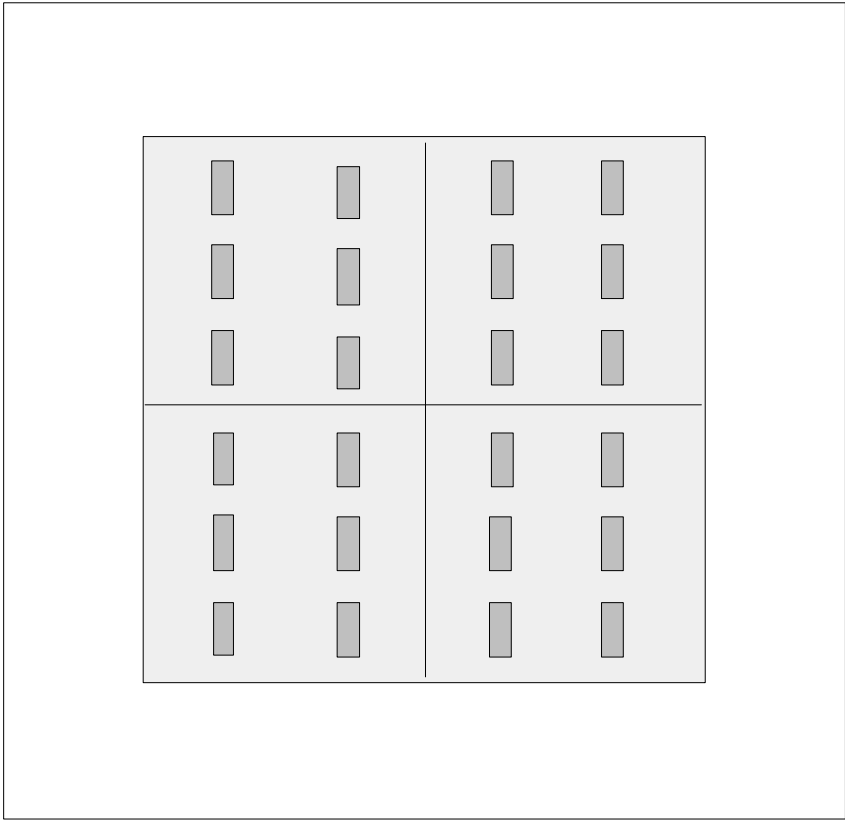
Méthode du remplacement.

Annexe 8 :

Pourcentage des essences commerciales parmi les effectifs de régénération acquise.

ANNEXE 1

Schéma type d'organisation d'une parcelle



← 200 m →

← 50 m →



Zone centrale : inventaire des arbres adultes sur 4 carrés de 1 ha



Placette d'inventaire de la régénération de 1 are (5m sur 20m)

ANNEXE 2

Liste des essences commerciales par catégorie

CATEGORIE A

Nom pilote	Nom scientifique	Code	Famille
Sapelli	<i>Entandrophragma cylindricum</i> Sprague	1	Meliaceae
Sipo	<i>Entandrophragma utile</i> Sprague	2	Meliaceae
Kosipo	<i>Entandrophragma candollei</i> Harms	3	Meliaceae
Tiama	<i>Entandrophragma angolense</i> C. DC.	4	Meliaceae
Doussié	<i>Azelia bipindensis</i> Harms	5	Caesalpinioideae
Acajou	<i>Khaya anthotheca</i> C. DC.	6	Meliaceae
Dibétou	<i>Lovoa trichilioides</i> Harms	7	Meliaceae
Iroko	<i>Milicia excelsa</i> C.C. Berg	8	Moraceae
Padouk	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	9	Papilionoideae
Bilinga	<i>Nauclea diderrichii</i> Merr.	10	Rubiaceae
Mukulungu	<i>Autranella congolensis</i> A. Chev.	11	Sapotaceae
Difou	<i>Morus mesozygia</i> Stapf.	12	Moraceae
Azobé	<i>Lophira alata</i> Banks	13	Ochnaceae
Tali	<i>Erythrophleum ivorense</i> A. Chev.	14	Caesalpinioideae
Bossé clair	<i>Guarea cedrata</i> Pellegr.	15	Meliaceae

CATEGORIE B

Nom pilote	Nom scientifique	Code	Famille
Ayous	<i>Triplochiton scleroxylon</i> K.Schum	16	Sterculiaceae
Limba	<i>Terminalia superba</i> Engl. et Diels	17	Combretaceae
Dabéma	<i>Piptadeniastrum africanum</i> Brenan	18	Mimosoideae
Ilongba	<i>Pycnanthus angolensis</i> Warb.	19	Myristicaceae
Fromager	<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.	20	Bombacaceae
Essessang	<i>Ricinodendron heudelotii</i> Pierre	21	Euphorbiaceae
Niové	<i>Staudtia kamerunensis</i> Warb.	22	Myristicaceae
Aiélé	<i>Canarium schweinfurthii</i> Engl.	23	Burseraceae
Emien	<i>Alstonia boonei</i> De Wild.	24	Apocynaceae
Eyong	<i>Eriobroma oblonga</i> Pierre	25	Sterculiaceae
Ebène	<i>Diospyros crassiflora</i> Hiern	26	Ebenaceae
Tchitola	<i>Oxystigma oxyphyllum</i> J. Léonard	27	Caesalpinioideae
Kotibé	<i>Nesogordonia papaverifera</i> R. Cap.	28	Sterculiaceae
Olong PF et GF	<i>Fagara lemairei</i> De Wild.	29	Rutaceae
Oboto	<i>Mammea africana</i> Sabine	31	Guttifereae
Angueuk	<i>Ongokea gore</i> Pierre	32	Olacaceae
Essia	<i>Petersianthus macrocarpus</i> Liben.	33	Lecythidaceae
Ako	<i>Antiaris toxicaria</i> Lesch.	34	Moraceae
Hévéa	<i>Funtumia elastica</i> Stapf.	35	Apocynaceae
Colatier	<i>Cola nitida</i> Schott et Endl.	36	Sterculiaceae
Aniégré blanc	<i>Aningeria altissima</i> Aubr. et Pellegr.	40	Sapotaceae
Mbaléké	<i>Gambeya boukokoensis</i> Aubr. et Pellegr.	41	Sapotaceae
Mobambou	<i>Gambeya lacourtiana</i> Aubr. et Pellegr.	42	Sapotaceae
Monzounzé	<i>Gambeya africana</i> Pierre	43	Sapotaceae

ANNEXE 3**Liste des espèces commerciales classées par groupes fonctionnels**

Groupe	Nom latin	Nom pilote	Nom vernaculaire
Groupe 1:	- <i>Ricnodendron heudelotii</i>	Essessang	Mboboko
Groupe 2:	- <i>Terminalia superba</i>	Limba	Nganga
	- <i>Ceiba pentandra</i>	Fromager	Bouma
	- <i>Piptadeniastrum africanum</i>	Dabéma	Mokoungou
	- <i>Alstonia boonei</i>	EmienMogouga	
	- <i>Triplochiton scleroxylon</i>	Ayous	Cépa
	- <i>Nesogordonia papaverifera</i>	Kotibé	Molopongoli
Groupe 3:	- <i>Milicia excelsa</i>	Iroko	Mokoko
	- <i>Entandophragma angolense</i>	Tiama	Kanga tiama
	- <i>Entandophragma cylindricum</i>	Sapelli	M'Boyo
	- <i>Erytrophleum ivorense</i>	Tali	Kassa
	- <i>Autranella congolensis</i>	Mukulungu	Bouanga
	- <i>Entandophragma utile</i>	Sipo	
	- <i>Petersianthus macrocarpus</i>	Essia	Mossoba
	- <i>Gambeya lacourtiana</i>	Longhi	Mobambou
	- <i>Entandophragma candollei</i>	Kosipo	Kanga bona
	- <i>Azelia bipindensis</i>	Doussié	Mokala
	- <i>Morus mesozygia</i>	Difou	Bonde
Groupe 4:	- <i>Lovoa trichilioides</i>	Dibétou	Mboyokondi
	- <i>Pterocarpus soyauxii</i>	Padouk	Tola
	- <i>Gambeya boukokoensis</i>	Longhi	Mbaléké
	- <i>Gambeya africana</i>	Aniégré rouge	Monzounzé
	- <i>Khaya anthotheca</i>	Acajou	Déké
Groupe 5:	- <i>Eribroma oblonga</i>	Eyong	Gboyo
	- <i>Antiaris africana</i>	Ako	Mongodou
	- <i>Funtumia elastica</i>	Hévéa	Mondembo
	- <i>Aningeria altissima</i>	Aniégré blanc	Mboulou
	- <i>Ongokea gore</i>	Angueuk	Gbana
Groupe 6:	- <i>Staudia kamerunensis</i>	Niové	Molanga
	- <i>Diospyros crassiflora</i>	Ebène	Bingo
	- <i>Cola nitida</i>	Colatier	Poungai, mako
Groupe 8:	- <i>Fagara lemairi</i>	Olong	Bolongo

Groupe 7 et groupe 9 : pas de représentant dans les catégories A et B.

ANNEXE 4**Effectifs, surface terrière et volume à l'hectare des essences commerciales en 1982 et en 1995**

Essence	Catégorie	N total		Densité (tiges/ha)		Surf. terrière(m ² /ha)		Volume (m ³ /ha)	
		1982	1995	1982	1995	1982	1995	1982	1995
Sapelli	A	273		6,8	5,6	1,95	0,93	24,57	11,87
Sipo	A	12		0,3	0,4	0,37	0,29	4,63	3,56
Kosipo	A	66		1,7	2,2	0,20	0,11	2,50	1,45
Tiama	A	144		3,6	3,8	0,17	0,18	2,25	2,33
Doussié	A	27		0,7	0,7	0,09	0,07	1,01	0,71
Acajou	A	115		2,9	3,1	0,26	0,15	2,81	1,55
Dibétou	A	32		0,8	1,3	0,08	0,07	1,17	0,91
Iroko	A	46		1,2	1,1	0,26	0,15	2,44	1,36
Padouk	A	107		2,7	3,3	0,17	0,22	2,36	2,98
Bilinga	A	16		0,4	0,4	0,05	0,05	0,64	0,64
Mukulungu	A	46		1,2	1,3	0,14	0,11	1,85	1,46
Difou	A	70		1,8	1,7	0,14	0,12	1,24	1,12
Azobé	A	12		0,3	0,3	0,10	0,06	1,46	0,83
Tali	A	76		1,9	2,1	0,37	0,30	3,53	2,75
Bossé	A	19		0,5	0,3	0,02	0,01	0,26	0,17
Ayous	B	153		3,8	3,0	2,36	1,17	34,92	17,18
Limba	B	94		2,4	3,9	0,87	0,80	12,71	11,58
Dabéma	B	35		0,9	0,9	0,16	0,29	1,50	2,75
Ilomba	B	406		10,2	12,1	0,34	0,46	3,19	4,45
Fromager	B	21		0,5	0,6	0,19	0,21	2,12	2,36
Essessang	B	87		2,2	8,1	0,87	0,84	8,28	7,74
Niové	B	1165		29,1	34,5	0,61	0,78	5,26	6,81
Aiélé	B	21		0,5	0,6	0,02	0,03	0,31	0,46
Emien	B	26		0,7	0,6	0,32	0,24	3,13	2,26
Eyong	B	361		9,0	9,7	0,43	0,48	3,80	4,24
Ebène	B	174		4,4	4,1	0,30	0,27	2,71	2,45
Tchitola	B	20		0,5	0,3	0,73	0,34	7,08	3,35
Kotibé	B	99		2,5	2,7	0,13	0,17	1,10	1,54
Olong PF*	B	37		0,9	1,0	0,05	0,05	0,47	0,44
Olong GF*	B	0		0,0	0,3	0,00	0,00	0,00	0,01
Oboto	B	23		0,6	0,7	0,05	0,01	0,42	0,10
Angueuk	B	24		0,6	0,7	0,07	0,06	0,60	0,52
Essia	B	342		8,6	9,2	0,87	0,99	7,96	9,05
Ako	B	117		2,9	3,2	0,16	0,18	1,63	1,79
Hévéa	B	131		3,3	3,3	0,16	0,19	1,41	1,70
Colatier	B	233		5,8	5,7	0,16	0,17	1,33	1,41
Aniégré blc.	B	172		4,3	4,0	0,20	0,20	2,03	1,99
Mbaléké	B	78		1,9	2,6	0,10	0,15	0,83	1,28
Mobambou	B	56		1,4	1,4	0,06	0,08	0,48	0,68
Monzounzé	B	80		2,0	2,7	0,15	0,21	1,32	1,92

* PF = « à petites feuilles » ; GF = « à grandes feuilles ».

ANNEXE 5**Méthode du recrutement pondéré**

L'étude du recrutement par traitement et toutes essences confondues, ne permet pas de comparer des traitements entre eux, même pour une essence donnée. En effet, le recrutement est fonction de deux choses : le nombre d'individus de la classe de diamètre précédant le seuil de recrutement (par exemple ici la classe de moins de 10 cm de diamètre pour un diamètre de recrutement de 10 cm), représentant le potentiel et la vitesse de croissance de ces individus. Le potentiel dépend de la structure diamétrique de l'espèce, elle-même reliée à l'histoire du peuplement et au tempérament de l'essence (*cf.* fig. A).

Aucune donnée complète sur les arbres de moins de 10 cm de diamètre n'est disponible. Cependant, ce potentiel peut être pris en compte en étudiant le recrutement des tiges à un diamètre D supérieur à 10 cm de diamètre, entre les temps T et T_0 par rapport au nombre de tiges vivantes de diamètre de 10 à D cm au temps T_0 .

D'autre part, chaque année des arbres recrutés sont oubliés lors des inventaires de terrain. Cela est visible quand on calcule les recrutements aux diamètres de 10 à 16 cm⁴. En effet, certains petits arbres sont être jugés « à l'oeil » sur le terrain d'un diamètre inférieur à 10 cm sans vérification par une mesure directe sur le tronc. Le recrutement sera donc considéré à partir de 11 cm.

Ainsi, pour pouvoir comparer le recrutement d'une essence donnée ou d'un groupe d'essences donné entre deux traitements, le rapport du nombre de recrutés sur le potentiel sera calculé pour le diamètre 13 cm en fonction du nombre initial d'arbres vivants de 11 à 13 cm. Le recrutement sera étudié au bout de quatre ans après traitement. Cette méthode est appelée le "recrutement pondéré". (*cf.* fig. B).

⁴ Les calculs sont effectués sur la circonférence, car le fait d'arrondir au diamètre entier le plus proche crée un biais pour les effectifs de classes aussi petites.

Figure A : Recrutement en fonction de la structure diamétrique avec l'ancienne méthode de calcul

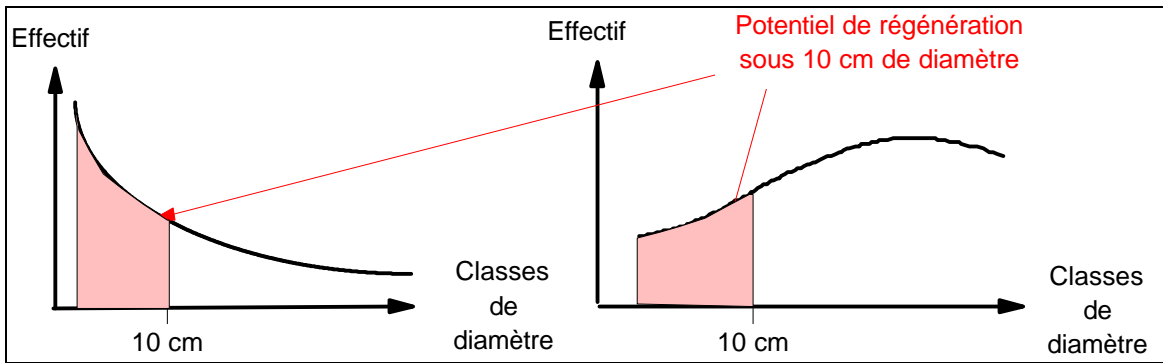
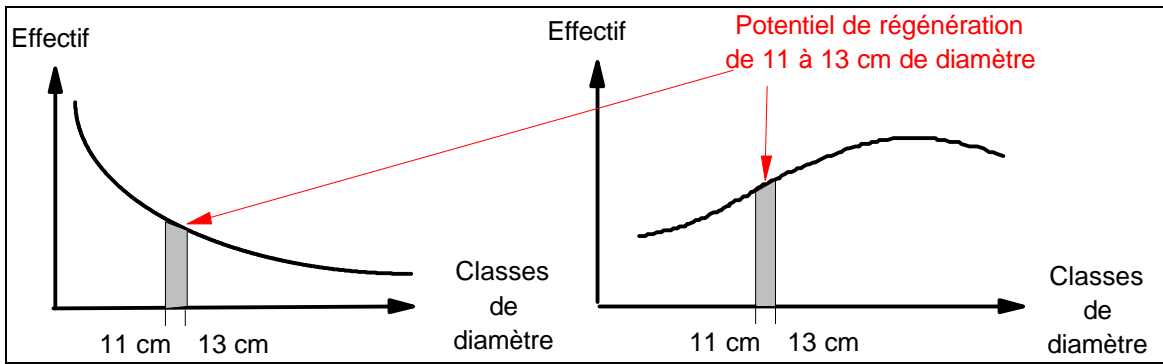


Figure b : Méthode du recrutement pondéré



ANNEXE 6

**Accroissements moyens par essences, en parcelles témoins, de 1987 à 1995,
pour les essences les plus représentées ayant des diamètres de 10 à 70 cm**

Les arbres à accroissements nuls ne sont pas pris en compte.

Essence	Effectif (1987)	Accroissement moyen en cm/an	Ecart type
Acajou	21	0,34	0,40
Aniégré blanc	35	0,32	0,23
Ayous	20	0,48	0,34
Iroko	12	0,31	0,25
Kosipo	11	0,16	0,11
Kotibé	26	0,32	0,30
Longhi	68	0,36	0,28
Niové	217	0,11	0,13
Sapelli	52	0,33	0,31
Tali	16	0,45	0,41
Tiama	33	0,25	0,22

ANNEXE 7

La méthode du remplacement

La comparaison de l'accroissement en surface terrière entre les parcelles témoins et traitées est difficile à interpréter puisque en plus d'une différence potentielle globale, il y a une différence de distribution diamétrique. La comparaison directe rend ces deux effets indiscernables. La méthode du remplacement est une méthode de rééchantillonnage du type bootstrap (Efron et Tibshirani 1993) qui recrée une distribution diamétrique semblable à celle des parcelles traitées mais avec des accroissements semblables à ceux des parcelles témoins. La comparaison est ainsi corrigée de l'effet de la structure diamétrique.

Cela consiste alors à appliquer les accroissements observés pour chaque arbre en parcelles témoins à chaque arbre des parcelles traitées et cela par classe de diamètre et à comparer les valeurs observées aux valeurs simulées. En pratique, on travaille à l'aide des surfaces terrières par hectare.

Les accroissements moyens par arbre en surface terrière, par classe de diamètre et pour une essence donnée (ayant un nombre élevé d'individus) sont calculés pour les parcelles témoins. Ces accroissements sont ensuite appliqués à la population en parcelles traitées par classe de diamètre (G simulée).

Le rapport $\frac{G \text{ observé à la campagne de 1987 en parcelles traitées}}{G \text{ simulée avec les accroissements témoins}}$

peut ainsi être calculé et un gain en pourcentage peut être déterminé.

Cette méthode ne fournit que des valeurs brutes sans variance ni écart-type.

Cette méthode peut se résumer comme suit :

	d_1	d_2	d_3	d_N)	Classes de diamètre
	N_1	N_2	N_3	N_N)	Effectifs à la Campagne de 1987
Parcelles témoins ↓	↓	↓	↓			
	ac_1	ac_2	ac_3	ac_n)	Accroissements moyens par classe de diamètre observés à la Campagne de 1995.
	G_1^t	G_2^t	G_3^t	G_N^t)	Surface terrière à la Campagne de 1987
Parcelles traitées	G_1^t	G_2^t	G_3^t	G_N^t)	Surface terrière à la Campagne de 1995 (G observée)
	G_1^t	G_2^t	G_3^t	G_N^t)	On ajoute les accroissements témoin moyens à la surface terrière en parcelles traitées calculée à la Campagne de 1987, par classe de diamètre, soit
	+	+	+	+		
	ac_1	ac_2	ac_3	ac_N		
		↓	↓	↓		
	G_1^s	G_2^s	G_3^s	G_N^s	=	G simulée

ANNEXE 8

**Pourcentage des essences commerciales
parmi les effectifs de la régénération installée**
(de 0,5 à 9,5 cm de diamètre au collet)

	1994			1995			1996		
	Témoïn	Exploit.	Eclaircie	Témoïn	Exploit.	Eclaircie	Témoïn	Exploit.	Eclaircie
Sapelli	6,1	4,2	5,5	5,5	5,2	12,7	8,2	6,3	12,4
Sipo	0,0	0,0	0,5	0,3	0,5	0,0	0,3	0,0	0,4
Kosipo	4,5	3,5	3,0	3,5	3,1	2,5	0,7	2,0	3,1
Tiama	3,9	1,2	4,7	2,9	2,1	2,7	4,4	2,5	2,3
Doussié	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2	0,2
Acajou	0,3	0,2	0,5	0,6	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2
Dibétou	2,6	1,6	11,4	1,3	0,3	8,4	4,1	1,6	9,9
Iroko	0,0	0,7	0,7	0,0	0,8	0,7	0,0	0,7	0,0
Padouk	1,9	1,6	1,7	1,6	2,4	2,0	2,7	1,3	1,7
Bilinga	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Mukulungu	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2
Difou	1,3	1,6	1,0	1,9	1,6	0,5	1,7	1,1	0,6
Azobé	0,3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	1,0
Tali	0,3	0,2	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0
Bossé	3,2	1,6	1,7	2,9	1,8	2,3	2,0	1,8	1,7
Ayous	0,6	0,0	0,2	0,6	0,8	1,1	0,7	0,2	1,1
Limba	0,0	1,6	1,7	0,0	2,1	1,4	0,0	1,8	1,0
Dabéma	2,3	0,5	0,7	2,9	0,5	0,7	2,0	0,9	1,0
Ilomba	1,6	6,1	3,5	1,6	6,5	3,9	1,0	6,5	2,5
Fromager	0,0	1,6	0,5	0,6	1,3	0,5	0,0	1,1	0,4
Essessang	0,0	2,6	0,7	0,3	2,9	2,3	0,0	1,8	1,5
Niové	30,7	20,6	26,1	30,9	12,8	24,5	35,5	21,5	23,7
Aiélé	0,0	0,5	0,7	0,6	0,3	0,7	0,0	1,1	0,6
Emien	0,0	6,8	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,4	0,4
Eyong	16,2	20,8	13,4	18,0	25,4	11,8	8,9	23,3	16,6
Ebène	0,6	0,7	1,5	0,6	0,3	0,7	1,4	0,4	1,0
Kotibé	1,0	1,4	3,0	1,3	1,6	2,5	1,0	0,9	1,7
Olong PF*	0,0	2,8	1,5	0,0	0,0	0,7	0,0	0,4	1,1
Olong GF*	0,0	0,5	0,0	0,0	2,6	1,1	0,0	1,8	0,8
Oboto	1,6	0,0	0,5	0,3	0,8	0,5	0,7	0,2	0,4
Essia	1,0	2,3	2,5	1,9	3,4	2,0	3,1	2,5	2,5
Ako	5,8	2,6	2,5	6,4	4,2	2,5	4,4	3,1	1,7
Hévéa	0,6	2,8	0,7	0,6	3,4	0,7	1,0	1,6	0,8
Colatier	4,5	1,6	0,7	1,6	2,4	2,5	4,4	1,3	3,1
Aniégré blc.	0,6	5,6	2,0	1,6	6,0	1,4	1,7	5,4	1,1
Mbaléké	0,3	0,2	1,7	1,0	0,3	2,0	0,7	0,0	1,9
Mobambou	0,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2
Monzounzé	7,4	1,9	4,2	7,7	2,4	3,9	8,5	5,2	1,3

* PF = « à petites feuilles » ; GF = « à grandes feuilles »

Série FORAFRI

Document 1.

Dynamique de croissance dans des peuplements exploités et éclaircis de forêt dense africaine. Dispositif de M'Baiki en République Centrafricaine (1982-1995).

1998. Frédéric Bedel, Luc Durrieu de Madron, Bernard Dupuy, Vincent Favrichon, Henri Félix Maître, Avner Bar-Hen, Philippe Narbonni. 72 p.

Document 2.

Croissance et productivité en forêt dense humide : bilan des expérimentations dans le dispositif d'Irobo. Côte d'Ivoire (1978-1990).

1998. Luc Durrieu de Madron, Vincent Favrichon, Bernard Dupuy, Avner Bar-hen, Henri Félix Maître. 69 p.

Document 3.

Croissance et productivité en forêt dense humide : bilan des expérimentations dans le dispositif de Mopri. Côte d'Ivoire (1978-1992).

1998. Luc Durrieu de Madron, Vincent Favrichon, Bernard Dupuy, Avner Bar-Hen, Louis Houde, Henri Félix Maître. 73 p.

Document 4.

Bases pour une sylviculture en forêt dense tropicale humide africaine.

1998. Bernard Dupuy. 328 p.

Document 5.

Quelques méthodes statistiques pour l'analyse des dispositifs forestiers.

1998. Avner Bar-Hen. 110 p.

Document 6.

Aménagement forestier en Guinée.

1998. Nicolas Delorme. 185 p.

Document 7.

Le projet d'aménagement Pilote intégré de Dimako (Cameroun).

1998. Luc Durrieu de Madron, Eric Forni, Alain Karsenty, Eric Loffeier, Jean-Michel Pierre. 158 p.

Document 8.

L'identification des finages villageois en zone forestière. Justification analyse et guide méthodologique.

1998. Alain Pénelon, Luc Mendouga, Alain Karsenty, Jean-Michel Pierre. 30 p.

Document 9.

Estimation de la qualité des arbres sur pied.

1998. Meriem Fournier-Djimbi, Daniel Fouquet. 22 p.

Document 10.

Les G.P.S. De l'acquisition des relevés à leur intégration dans un SIG.

1998. Vincent Freycon, Nicolas Fauvet. 84 p.

Les bibliographies du CIRAD

Gestion des écosystèmes forestiers denses d'Afrique tropicale humide. 1. Gabon

1998. Bernard Dupuy, Catherine Gérard, Henri-Félix Maître, Annie Marti, Robert Nasi. 207 p.

Document 11.

Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains.

1998. Jean Gérard, A. Edi Kouassi, Claude Daigremont, Pierre Détienne, Daniel Fouquet, Michel Vernay. 185 p.

Document 12.

Les cartes, la télédétection et les SIG, des outils pour la gestion et l'aménagement des forêts tropicales d'Afrique Centrale.

1998. Michelle Pain-Orcet, Danny Lo-Seen, Nicolas Fauvet, Jean-François Trébuchon, Barthélémy Dipapoundji. 30 p.

Document 13.

Le SIG, une aide pour tracer un réseau de pistes forestières. Méthodes et résultats.

1998. Vincent Freycon, Etienne Yandji. 70 p.

Document 14.

Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropicale humide. Eléments pour une méthodologie d'analyse de données.

1998. Vincent Favrichon, Sylvie Gourlet-Fleury, Avner Bar-Hen, Hélène Dessard. 67 p.

Document 15.

L'analyse de cernes : applications aux études de croissance de quelques essences en peuplements naturels de forêt dense africaine.

1998. Pierre Détienne, Faustin Oyono, Luc Durrieu de Madron, Benoît Demarquez, Robert Nasi. 40 p.

Document 16.

Dynamique et croissance de l'Okoumé en zone côtière du Gabon.

1998. Marc Fuhr, Marie-Anne Deleigue, Robert Nasi, Jean-Marie Minkoué. 60 p.

Document 17.

Les techniques d'exploitation à faible impact en forêt dense humide camerounaise.

1998. Luc Durrieu de Madron, Eric Forni, M. Mekok. 30 p.

Document 18.

Produits Forestiers Autres que le Bois d'œuvre (PFAB) : place dans l'aménagement durable des forêts denses humides d'Afrique Centrale

1999. Mathurin Tchatat – en collaboration avec Robert Nasi, Ousseynou Ndoye. 95 p.

Document 19.

L'aménagement forestier au Gabon – historique, bilan perspectives

1999. Sébastien Drouineau, Robert Nasi – en collaboration avec Faustin Legault, Michel Cazet. 64 p.

Document 20.

Croissance et productivité en forêt dense humide après incendie

Le dispositif de La Téné – Côte d'Ivoire (1978-1993)

1999. Jean-Guy Bertault, Kouassi Miézan, Bernard Dupuy, Luc Durrieu de Madron, Isabelle Amsallem. 67 p.