

SODEFOR

**DISPOSITIFS D'ÉTUDE DE L'ÉVOLUTION
DE LA FORÊT DENSE IVOIRIENNE
SUIVANT DIFFÉRENTES MODALITÉS D'INTERVENTION SYLVICOLE**

**Présentation des principaux résultats
après quatre années d'expérimentation**



REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

SODEFOR

DISPOSITIFS D'ETUDE DE L'EVOLUTION DE LA FORET
DENSE IVOIRIENNE SUIVANT DIFFERENTES
MODALITES D'INTERVENTION SYLVICOLE

PRESENTATION DES PRINCIPAUX RESULTATS
APRES QUATRE ANNEES D'EXPERIMENTATION

Ce rapport a été préparé et rédigé par :

H.F. MAITRE, *Chef de la Division d'Inventaires, CTFT-France*

et

M. HERMELINE, *Ingénieur stagiaire au sein de cette division*

sur la base des travaux d'expérimentation entrepris par Messieurs MIELOT et N'GBECHE de la Direction des Inventaires, puis de l'Aménagement, de la SODEFOR. Ces travaux de recherche, au sein des périmètres forestiers de MOPRI, d'IROBO et de LA TENE, ont été menés à bien grâce à l'appui technique de :

M. BERTAULT de la Division de Sylviculture du CTFT-Côte d'Ivoire

et de

Melle BLANC et M. NARBONI de la Division de Biométrie du CTFT-France.

Avril 1985

SOMMAIRE

	<u>Page</u>
I - Présentation	1
II - Conception du dispositif de recherche	4
1 - OBJECTIFS DE LA RECHERCHE	4
2 - DESCRIPTION DU DISPOSITIF D'ETUDE	5
III - Matérialisation des essais - Suivi du dispositif	12
1 - MATERIALISATION DES TRAITEMENTS	12
2 - MESURES ET STOCKAGE DES DONNEES	17
3 - SUCCESSION DES OPERATIONS DE TERRAIN - INCIDENTS	18
4 - ASPECT DES PEUPLEMENTS SOUMIS AUX TRAITEMENTS	20
5 - PREMIERS DEPOUILLEMENTS ET INTERPRETATION DE DONNEES...	21
IV - Etude, par espèce, de la réaction des arbres (croissance, mortalité ...) aux différents traitements	25
1 - ESPECES ETUDIEES	25
2 - PRESENTATION, VISUALISATION et INTERPRETATION DES DONNEES	26
3 - INTERPRETATION, INDIVIDUALISEE PAR ESPECES, DES PRINCIPAUX PHENOMENES OU REACTIONS CONSTATES ET QUANTIFIES.	29
4 - RECAPITULATION DE L'ETUDE INDIVIDUALISEE PAR ESPECES ..	55
V - Etude de l'évolution des peuplements en volume sur pied ...	62
1 - PREMIERE APPROCHE (PARTIELLE)	62
2 - DEUXIEME APPROCHE (GLOBALE)	68
VI - Principales conclusions de l'étude	73
Bibliographie	
Annexes	

RESUME

La réaction de la forêt dense tropicale à différentes interventions - exploitation et éclaircie - a été testée dans trois massifs forestiers de Côte d'Ivoire. Trois campagnes d'observation, étalées sur quatre ans, ont permis de suivre la croissance en diamètre de plus de 70 espèces d'intérêt commercial, apportant ainsi des renseignements inédits sur les exigences et le tempérament de ces essences. Avec la croissance, la mortalité et la régénération de l'ensemble du peuplement, la production annuelle traduit l'intérêt d'une intervention sylvicole qui entraîne souvent un doublement de cette production tout en favorisant le recrutement des essences les plus intéressantes.

SUMMARY

The response of the tropical rain forests to different interventions - logging and clearing - was tested in three reserved forests of Ivory Coast. Three measurement campaigns, during four years, have been allowed to follow the current annual increment of more than 70 merchantable species, and brings a lot of new information about the exigencies and the temperament of these species. With growth, mortality and regeneration of the whole crop, the annual production gives support to a forest intervention which often induces a double production as well as it promotes the recruitment of the most attractive species.

RESUMEN

La reacción del bosque denso tropical a los tratamientos silvícolas que son la explotación forestal y los aclareos, ha sido comprobada en tres macizos de la floresta de Costa de Marfil. Tres inventarios consecutivos cubriendo cuatro años de crecimiento, han permitido observar y medir mas de 70 especies maderables y conseguido, así, establecer conocimientos inéditos sobre las exigencias y el comportamiento de esas especies. Asi como el crecimiento, la mortalidad y la regeneración del conjunto de cada rodal, la producción anual muestra la importancia e interés de un tratamiento silvícola que puede conducir hasta duplicar esta producción, al mismo tiempo que favorece la aparición de vástagos de especies de valor.

I - PRESENTATION

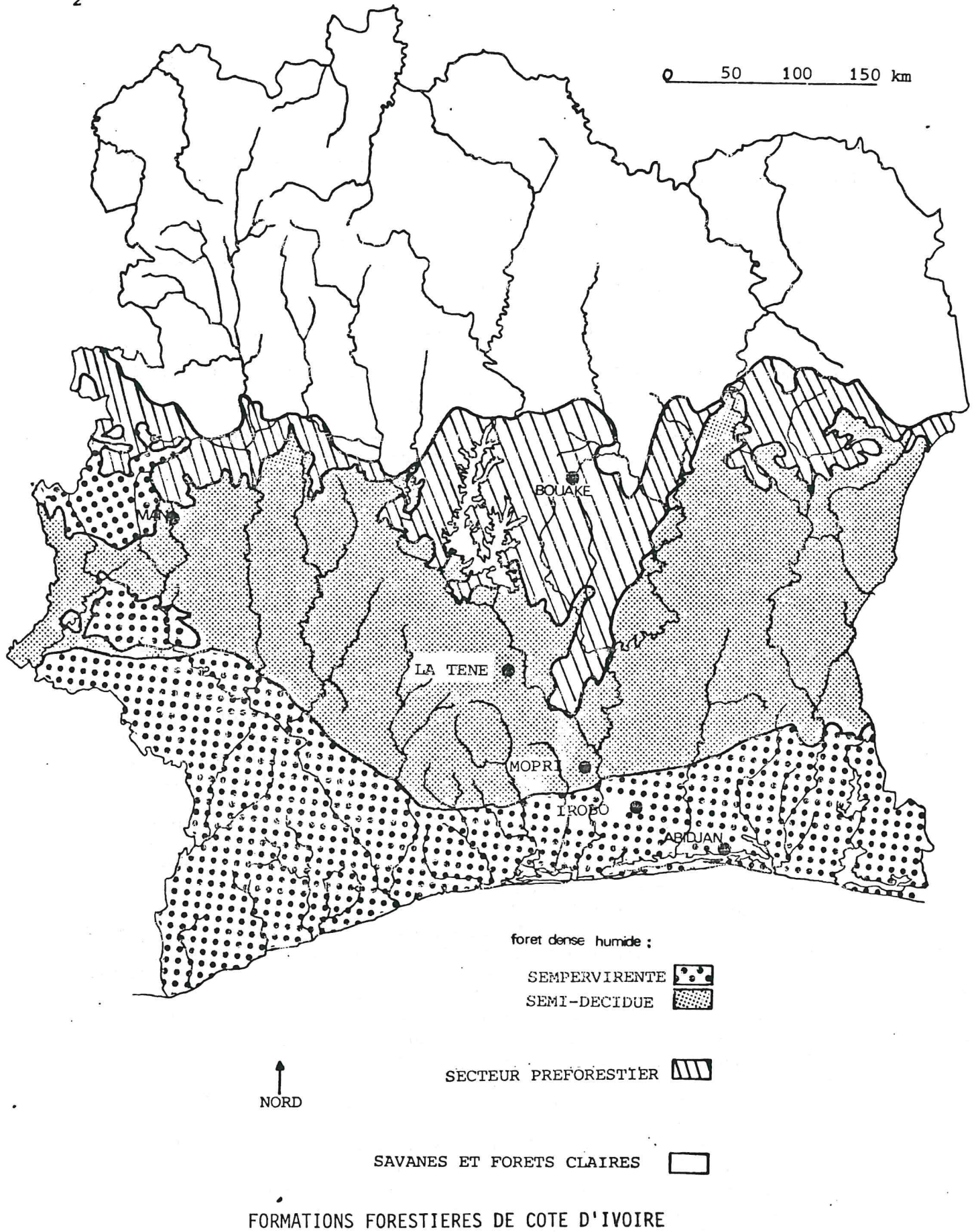
La République de Côte d'Ivoire, qui s'étend sur une superficie de 322 463 km², peut être subdivisée en deux grandes zones phytogéographiques séparées par un secteur intermédiaire :

- Au Nord : la zone des forêts claires et savanes boisées guinéennes.
- Au Sud : la zone de forêt dense humide dans laquelle on peut distinguer deux types écologiques et floristiques :
 - . *La forêt dense humide sempervirente ("rain forest" ou "evergreen forest")*. Elle correspond à des pluies abondantes (plus de 1 600 mm) bien réparties dans l'année et à un degré hygrométrique de l'atmosphère constamment élevé. Elle occupe une bande côtière de largeur variable et remonte à l'ouest le long du fleuve Cavally, jusqu'aux lisières de la savane.
 - . *La forêt dense humide semi-décidue ("deciduous forest")* ainsi dénommée car une partie des grands arbres supérieurs se défeuillent en même temps pendant une courte période en saison sèche. Cette forêt occupe toute la partie centrale et septentrionale de la zone forestière.
- Entre les deux zones précédentes (savanes boisées et forêt dense) s'étend enfin le secteur dit "préforestier" dont la limite nord suit approximativement le 8^e parallèle nord, et dont la limite sud est, bien entendu, la lisière de la forêt dense humide semi-décidue.

La population qui était de 5 100 000 habitants en 1970 est passée à 8 000 000 d'habitants en 1980, avec un taux d'accroissement actuel de 3,8 % par an. Les deux tiers de la population rurale se trouvent en zone de forêt et vivent grâce aux cultures traditionnelles riches (café, cacao, ananas, palmier à huile) et à l'exploitation forestière. De plus, 65 % des travailleurs étrangers habitent et travaillent dans les zones de plantation (zones forestières). De grands mouvements de population ont eu lieu au cours des 15 dernières années dans la zone de forêt. Ces migrations ont essentiellement concerné la région du Centre-Ouest (Daloa - Issia - Gagnoa - Bouaflé) qui est la grande région de culture du café qui connut un grand développement à partir de 1965 et le Sud-Ouest dont la mise en valeur a débuté vers 1970. Les migrants sont venus essentiellement du Centre (Boualés) et de Haute Volta (Mossis). Leur action de défrichement de la forêt a été intense.

Le massif forestier initial qui couvrait, il y a une quarantaine d'années, une superficie de 14,5 millions d'hectares de forêt dense humide est réduit à un ensemble de massifs de taille souvent réduite (sauf dans le Sud-Ouest) dont la surface totale est estimée à 3,5 millions d'hectares en 1983.

Entre 1973 et 1982, les défrichements ont porté sur approximativement 3 millions d'hectares de forêt dense ; soit un rythme de 300 000 ha par an !



Les effets des défrichements considérables intervenus depuis 25 ans sont graves :

- diminution du taux de boisement qui pour des régions entières est descendu au-dessous de 20 %, ce qui peut entraîner de graves conséquences écologiques irréversibles (effets sur la floraison des plantes industrielles par exemple) ;
- destruction au cours de l'action de défrichement (ou immobilisation dans les zones dégradées) d'un volume considérable de bois d'oeuvre (estimation de l'ordre de 250 à 300 millions de m³ pour l'ensemble de la période 1960-1980).

A la suite de la parution de diverses études sur ce sujet, les auteurs du plan quinquennal de développement 1976-1980 arrivèrent à la conclusion qu'il serait difficile de faire respecter le patrimoine forestier si rien n'était fait rapidement pour diminuer la pression du domaine rural sur la forêt. Ils proposèrent en conséquence deux séries d'actions : des actions sur les causes démographiques et des actions sur l'agriculture traditionnelle extensive et dispersée. Enfin, ils préparèrent le décret du 15 mars 1978 définissant le domaine forestier permanent.

Le "domaine forestier permanent" qui "produit du bois et garantit l'équilibre écologique" est composé d'une part, d'un certain nombre de forêts déjà classées (2 404 270 hectares dans la zone forestière) et d'autre part, de "forêts qui présentent encore le caractère de massif forestier et qui seront incorporées ultérieurement dans le domaine permanent par arrêté ministériel". Les défrichements y sont strictement interdits, l'exploitation y sera poursuivie. C'est ce domaine forestier permanent qui doit recevoir de la part de l'administration forestière ivoirienne toute l'attention nécessaire afin non seulement de le protéger contre les défrichements mais également d'en assurer une production soutenue, voire même améliorée, au moyen d'une gestion continue et réaliste, appuyée sur des règles simples d'aménagement.

C'est pour mettre au point ces règles que trois dispositifs d'essais ont été mis en place à partir de 1976 par la SO.DE.FOR. (Société pour le Développement des Plantations Forestières) avec le concours technique du C.T.F.T. (Centre Technique Forestier Tropical).

II - CONCEPTION DU DISPOSITIF DE RECHERCHE

1 - Objectifs de la recherche

La définition des objectifs de recherche et le choix des protocoles d'expérimentation ont bénéficié d'une part de l'expérience acquise par le projet FAO qui a démarré en 1974 dans la forêt dense de Malaisie Péninsulaire et d'autre part, des connaissances issues des travaux d'amélioration des peuplements naturels (APN) entrepris à grande échelle en Côte d'Ivoire de 1947 à 1960. Ces travaux avaient alors pour but principal d'homogénéiser la forêt en intervenant directement au niveau de la régénération naturelle par ouverture plus ou moins brutale du couvert. Cette méthode s'est heurtée, comme partout ailleurs, au problème de prolifération des lianes héliophiles ainsi qu'à celui du coût élevé des interventions trop nombreuses et étalées dans le temps, difficiles à justifier techniquement et économiquement. C'est ainsi que, faute de pouvoir appliquer une doctrine cohérente et peu onéreuse, ces travaux d'amélioration des peuplements naturels ont cédé la place, depuis vingt ans, aux opérations de création de peuplements artificiels (36 000 hectares plantés de 1966 à 1980). Mais ces plantations sont fort coûteuses car elles nécessitent un abattage préalable de la forêt et leur rythme de réalisation est insuffisant pour assurer l'avenir de la production forestière. C'est pourquoi, il est apparu indispensable, de mettre en évidence la productivité de la forêt dense naturelle par une étude précise de l'évolution des arbres d'avenir en fonction de différentes actions sylvicoles dont la réalisation pratique puisse être envisagée à grande échelle.

Cette étude s'est ainsi intéressée, en priorité, au peuplement constitué et en particulier, aux tiges des classes moyennes à partir de 10 centimètres de diamètre ; tout en considérant que la régénération au sol, difficile à maîtriser, sera induite (ou mieux : infléchie) dans un sens favorable ou défavorable en fonction de l'intensité et de la modalité des traitements sylvicoles au niveau de l'étage supérieur.

Cette étude de la dynamique des peuplements naturels a été menée afin d'atteindre, principalement, les objectifs de recherche suivants :

- *Mise au point des techniques d'intervention sylvicole (exploitation et empoisonnement sur pied) et de prélèvement de données dendrométriques ;*
- *Etude (par espèce) de la croissance des arbres en fonction des traitements sylvicoles ;*
- *Etude de l'évolution des peuplements en fonction de ces traitements (mortalité induite, recrutement naturel en jeunes tiges, effet sur les lianes et le recrû) ;*
- *Bilan sur les exigences et le tempérament des principales essences ;*

- Etude de l'effet des différentes intensités d'intervention sur la production. Estimation des coûts et des gains par rapport à la non-intervention ;
- Possibilité de mise en oeuvre des résultats (organisation et réalisation pratique).

2 - Description du dispositif d'étude

a) Espèces étudiées

La forêt dense ivoirienne, extrêmement hétérogène, renferme un nombre considérable d'espèces arborées dont seulement une cinquantaine sont, aujourd'hui, activement exploitées et commercialisées. Toutefois, d'autres essences peu connues sur le marché des bois tropicaux mais technologiquement valables et relativement abondantes (et qui font l'objet d'actions de promotion) ont été intégrées aux premières pour former une liste de 73 espèces principales (1).

Ces 73 espèces destinées à la production de bois d'oeuvre sont certes d'une valeur inégale, toutefois, le principe d'une action sylvicole en vue de les favoriser toutes est parfaitement justifié.

Quant aux autres essences appelées secondaires, celles-ci sont de nature botanique très diversifiée, mais ne sont pas plus abondantes (ou représentées sur le terrain) que les essences principales. Les qualités technologiques de la plupart de ces espèces secondaires, ne les rendent aptes qu'aux utilisations industrielles de trituration pour la pâte à papier ou la production d'énergie, ou aux approvisionnements divers en bois de service ou de chauffe.

Ce moindre intérêt de ces essences, fait que c'est inévitablement à leurs dépens que peuvent être assurées les interventions en éclaircie (par empoisonnement sur pied) jugées nécessaires au sein des peuplements. Ces espèces risquent, en effet, de constituer un frein non seulement pour la croissance, mais encore pour la régénération préférentielle des essences principales.

Ainsi, c'est en priorité sur les espèces principales (de valeur) que doit être porté l'effort de recherche et ce sont elles qui doivent bénéficier de l'action sylvicole sous forme de différents traitements appliqués au sein du dispositif.

b) Choix des emplacements ; types de forêt

Le nombre, la taille et l'emplacement des périmètres ont été dictés par des critères très différents. Le nombre de dispositifs a été limité à 3 pour des raisons essentiellement économiques. Les possibilités d'emplacement étaient en fait, réduites aux massifs forestiers affectés à la SODEFOR pour les opérations de reboisement et ceci, afin de réduire les coûts d'implantation (en bénéficiant des infrastructures déjà existantes) et faciliter les travaux de surveillance devant assurer la pérennité des essais. Finalement, les trois dispositifs ont été matérialisés (après inventaire) sur trois massifs, très différents entre-eux et représentatifs de l'ensemble de la zone forestière de Côte d'Ivoire, à savoir en :

(1) Voir : Liste des espèces principales en annexe 1

- Forêt classée de la Téné : caractéristique de la forêt semi-décidue et riche en essences de valeur.
- Forêt classée d'Irobo : caractéristique de la forêt sempervirente, nettement moins riche que la précédente en espèces principales (voir tableau ci-dessous)
- Forêt classée de Mopri : située à mi-chemin entre les deux précédentes, de type nettement semi-décidu mais constituant une sorte de transition puisqu'elle présente des fréquences d'essences différentes de celles de la Téné ainsi que certaines essences du type sempervirent.

(ceci est bien montré par le tableau d'effectifs pour les trois types de forêt de la page suivante)

TABLEAU DE COMPOSITION DES TROIS FORETS

	LA TENE		IROBO		MOPRI	
	Nombre de tiges à l'ha	Surface terrière m2/ha	Nombre de tiges à l'ha	Surface terrière m2/ha	Nombre tiges à l'ha	Surface terrière m2/ha
Essences principales	208	20,5	106	8,6	169	13,5
Essences secondaires	186	7,4	347	15,9	192	9,1
TOTAUX	394	27,9	453	24,5	361	22,6

Ces trois forêts ont fait l'objet d'exploitation forestière, plus ou moins forte, dans un passé récent ce qui les place dans les "conditions réelles" des surfaces boisées du pays. Toutefois, si les forêts de Mopri et d'Irobo ont subi des passages en coupe successifs ne laissant qu'un petit nombre d'individus actuellement commercialisables, il n'en est pas de même pour celle de la Téné qui malgré son extrême richesse n'a été que très peu touchée par les exploitants avant que le massif ne soit affecté à la SODEFOR. Le nombre très important de gros arbres de valeur présents au sein de ce dernier massif a fait que des traitements par exploitation (exposés plus loin) y aient été pratiqués.

EFFECTIFS (nombre de tiges moyen à l'hectare) D'ESSENCES
PRINCIPALES POUR LES TROIS TYPES DE FORETS ETUDIES

42 espèces principales les mieux représentées		Forêts		
		semi- décidue La Téné	transi- tion Mopri	semper- virente Irobo
Guibourtia ehie	Amazakoue	3,1		
Mansonia altissima	Bété	4,6	+	
Morus mesozygia	Difou	4,0	+	
Terminalia superba	Fraké	2,3	+	
Alstonia boonei	Emien	1,1	+	
Triplochiton scleroxylon	Samba	16,6	2,4	
Nesogordonia papaverifera	Kotibé	21,2	7,3	
Celtis zenkeri	Asan	7,2	1,9	
Sterculia rhinopetala	Lotofa	24,6	13,9	
Celtis adolphi friderici	Lohonfe	12,0	6,6	
Entandrophragma cylindricum	Aboudikro	2,8	1,1	
Gambeya delevoyi	Akatio	12,0	11,1	
Celtis mildbraedii	Ba	60,8	68,4	
Ceiba pentandra	Fromager	1,9	1,1	
Khaya anthotheca	Acajou	2,1	5,0	
Aningeria robusta	Aniegre blanc	2,7	7,6	
Ricinusdendron africanum	Eho	5,5	+	+
Eribroma oblonga	Bi	9,1	2,4	+
Guarea cedrata	Bosse	2,0	9,6	+
Funtumia latifolia	Pouo	8,4	2,4	+
Lannea welwitschii	Loloti	2,0	1,6	+
Piptadeniastrum africanum	Dabema	+	3,8	+
Scottelia sp.pl.	Akossika	7,8	8,5	6,9
Entandrophragma angolense	Tiama	+	2,7	+
Pycnanthus angolensis	Ilomba	+	2,2	+
Trichilia tessmanii	Aribanda	+	1,2	+
Sterculia tragacantha	Pore-Pore	+	1,4	+
Dacryodes klaineana	Adjouaba	+	3,7	31,9
Amphimas pterocarpoides	Lati	+	+	2,3
Daniellia thurifera	Faro	+	+	1,4
Berlinia sp.pl.	Melegba		2,8	+
Petersianthus macrocarpus	Abale		2,7	
Parinari sp.	Sougue		+	1,8
Thieghemella heckelii	Makoré		+	1,4
Gilbertiodendron preussii	Vaa			1,0
Hallea ciliata	Bahia			1,0
Anthonotha fragans	Adomonteu			1,1
Anopyxis klaineana	Bodioa			1,1
Rodognaphalon brevicuspe	Kondroiti			1,4
Parkia bicolor	Lo			3,5
Uapaca sp.	Rikio			15,9
Tarrietia utilis	Niangon			33,2

- Le chiffre de l'effectif est représenté à partir de : 1 tige/ha
- Une croix (+) indique la présence de l'espèce dont la fréquence est comprise entre 1 et 0,1 tige/ha
- Aucune indication pour les fréquences inférieures à : 0,1 tige/ha
- Voir liste complète des 73 espèces principales en annexe 1.

c) Délimitation des parcelles d'étude du dispositif

Tout d'abord, une zone de prospection d'environ 5 000 hectares a été retenue pour chacune des trois forêts choisies.

Après comptage (par sondage) des espèces rencontrées, une cartographie de leur distribution spatiale a été réalisée pour identifier les secteurs plus ou moins riches au sein de chaque zone considérée. Cette reconnaissance a permis de dégager une surface, par forêt, de 400 hectares d'un seul tenant (carré de 2 kilomètres de côté) relativement homogène : ne présentant pas de trouées d'importance et assez riche en espèces principales bien distribuées au sein du périmètre ainsi délimité.

L'assiette du dispositif est donc constituée par trois périmètres d'essais éloignés mais identiques, de même surface et de même nature : carrés de 400 hectares subdivisés en 25 parcelles unitaires de 16 hectares. Ils ont été choisis de grande taille pour récolter le plus grand nombre possible de mesures et d'un seul tenant pour assurer la permanence de l'étude sur de nombreuses années. En effet, l'expérience malaise a mis en évidence que pour obtenir des traitements bien tranchés, éliminer l'effet de bordure et récolter un nombre suffisant de mesures par essence et par classe de circonférence, il faut adopter le principe des parcelles de très grande taille.

Par mesure de protection, une zone tampon de 500 mètres de large a été matérialisée sur le terrain autour de chaque périmètre pour réduire les risques de pénétration et de défrichement frauduleux. L'emprise totale par périmètre est donc de 900 hectares.

Chaque parcelle unitaire devant subir un type de traitement donné et faire l'objet de mesures périodiques, il a été décidé d'effectuer l'intervention sylvicole sur toute sa surface (16 ha) et de ne mesurer que les 4 hectares centraux (plateau central) afin d'éviter les biais induits par les phénomènes de bordure*.

Bien entendu, toutes ces parcelles ont été parfaitement bornées et délimitées par des layons d'accès et de contour régulièrement entretenus (voir : schéma d'implantation d'un périmètre d'essais de la page suivante).

Dans un premier temps, les parcelles de chaque périmètre ont été regroupées en blocs en fonction de caractères définissant approximativement l'état du peuplement, à savoir : la surface terrière et la dispersion plus ou moins régulière des essences de valeur sur le terrain. Puis, les 25 parcelles de chaque périmètre ayant été ainsi réparties en 5 groupes de 5 parcelles semblables pour constituer les blocs, les différents traitements sylvicoles (qui sont présentés plus loin) ont été appliqués par tirage au sort au sein de chaque bloc.

*Remarque importante : Le traitement consistant en une exploitation commerciale a été effectivement réalisé sur les 16 hectares concernés. Par contre, par souci de sécurité, les traitements par empoisonnement d'arbres sur pied n'ont été appliqués que sur 9 hectares centraux (couvrant parfaitement le plateau de mesures de 4 ha).

SCHEMA D'IMPLANTATION D'UN PERIMETRE D'ESSAIS

9

(Système de numérotation identique pour les 3 périmètres)

Surface du périmètre : 400 hectares pour les essais et
900 hectares y compris la zone tampon

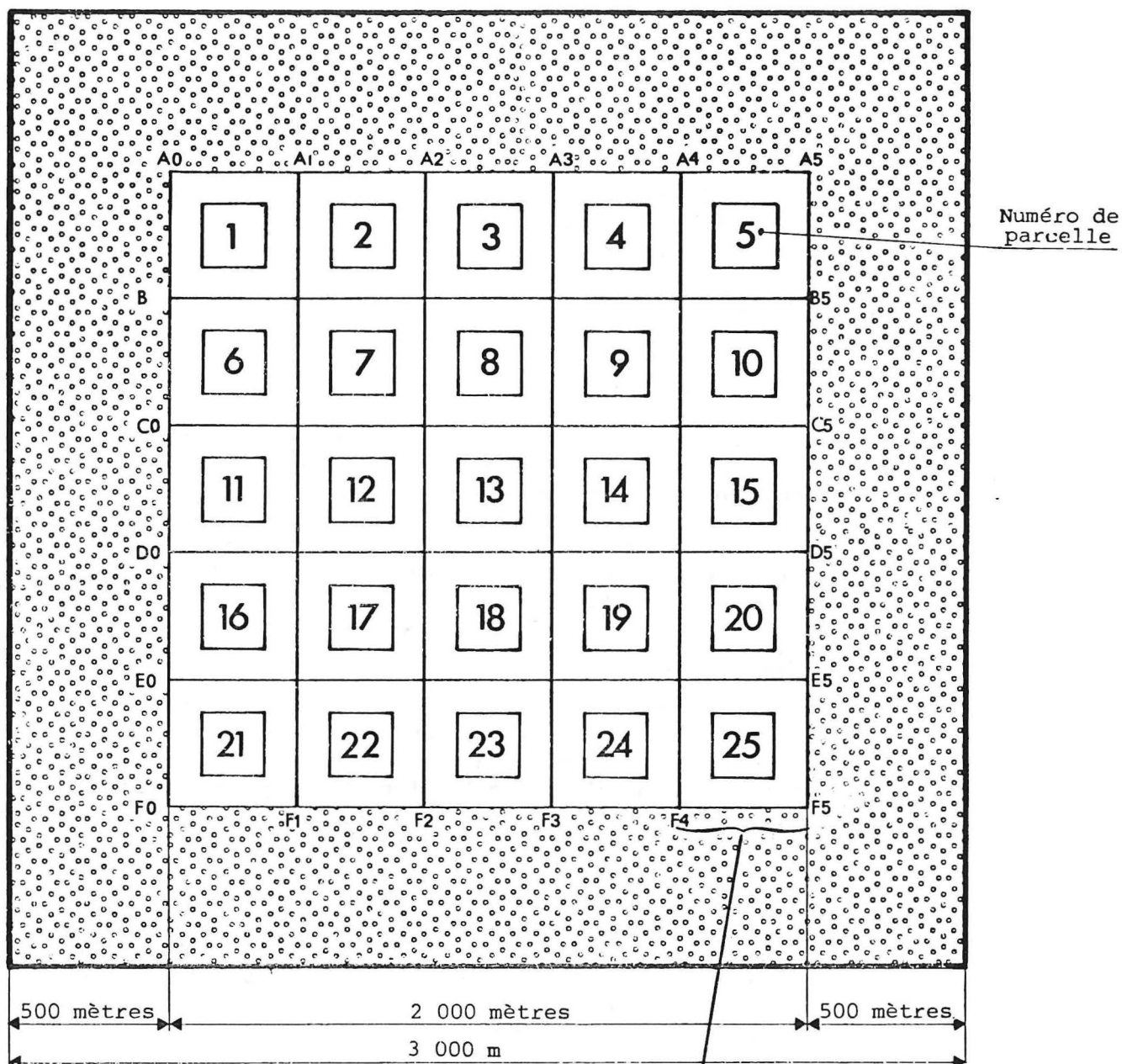
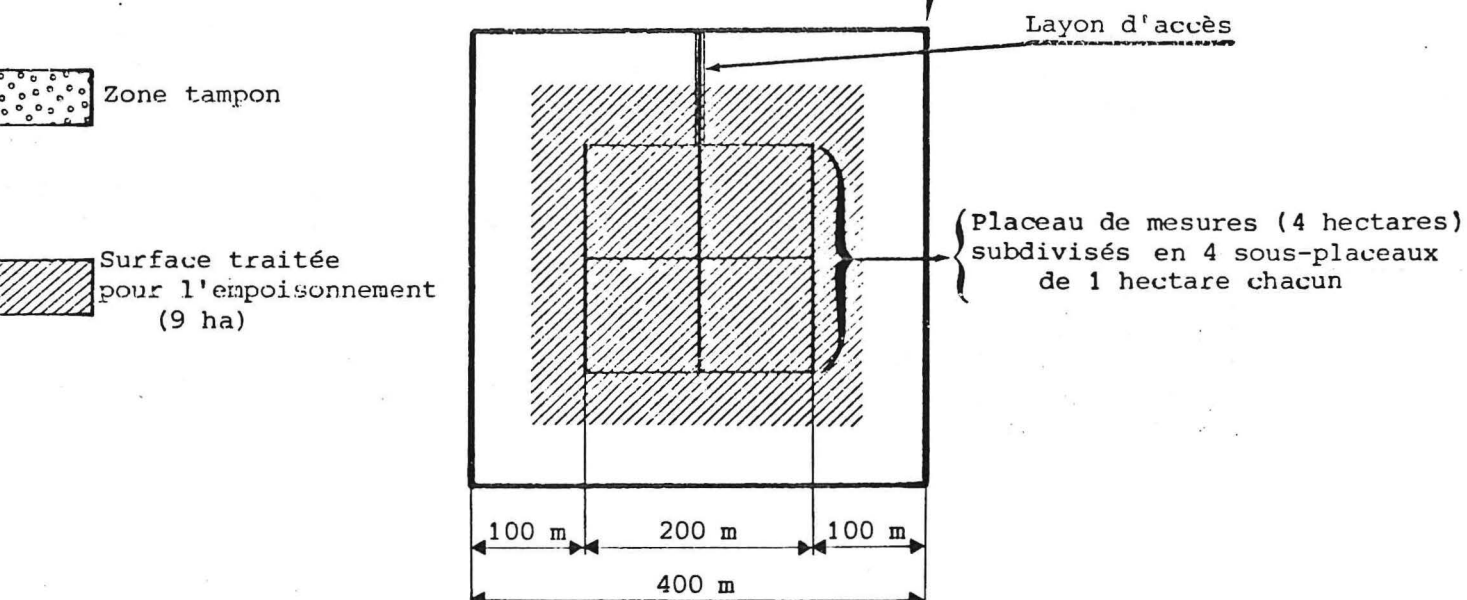


Schéma d'une parcelle unitaire de 16 hectares



Il faut signaler que l'hétérogénéité du milieu est telle que les parcelles d'un même bloc se sont avérées être fort dissemblables en tout point : composition floristique, répartition en classes de grosseur ... C'est pourquoi la notion de bloc (ou répétition) a dû être écartée lors de l'interprétation des données de mesure.

En fait, ce sont les populations d'arbres de même espèce qui ont pu être comparées entre-elles en fonction des traitements subis.

d) Choix des traitements

Etant donné les objectifs précédemment présentés, il n'a été possible d'envisager que deux types d'intervention sylvicole simple et économique : l'exploitation contrôlée d'essences principales de valeur commerciale et l'élimination d'essences secondaires (par catégories de taille) par empoisonnement sur pied. Les traitements cherchant à provoquer directement une régénération naturelle contrôlée ont été écartés du fait de leur coût et de leur efficacité douteuse voire même contestée !

- L'exploitation

L'expérience acquise par le passé et l'examen objectif du contexte technique et administratif dans lequel évoluent les services forestiers conduisent à considérer que l'exploitation forestière pour le bois d'oeuvre constitue l'action sylvicole essentielle dans la plupart des pays tropicaux. La manière dont l'exploitation de la forêt sera conçue et réglementée constitue donc, de fait, le principal moyen d'action du sylviculteur sur l'avenir des grands massifs forestiers.

Les périmètres de Mopri et Irobo ayant été jugés exploités au maximum de leur possibilité commerciale actuelle n'ont pas fait l'objet d'un traitement "exploitation". Par contre, dans le massif de la Téné, le traitement "exploitation" a porté sur la totalité des essences commercialisables de diamètre égal ou supérieur à 80 cm. Les arbres ont été abattus et les fûts débordés sur la totalité de la surface des parcelles (16 hectares) ayant fait l'objet de ce traitement, par une entreprise privée ayant obtenu l'adjudication de l'exploitation.

- L'éclaircie

La méthode d'élimination d'arbres (éclaircie) la plus économique et la moins destructive du milieu est sans aucun doute l'empoisonnement sur pied qui a déjà fait ses preuves en Côte d'Ivoire (les arbres se délitent progressivement sans trop causer de dégâts).

Cette éclaircie par empoisonnement a été menée, avec une bonne réussite, suivant la technique bien connue d'entailles malaises (double ou triple série d'entailles selon la grosseur des arbres) avec pulvérisation d'arboricide : Ester amylique d'acide 2-4-5 trichlorophenoxyacétique.

- La non intervention a, tout naturellement, constitué le troisième type de traitement : elle concerne les parcelles témoin de façon permanente et le traitement différé de façon temporaire :

- . les parcelles témoin permettent de suivre l'évolution des peuplements sans perturbation et constituent ainsi le point de repère et de comparaison indispensable pour quantifier l'effet des interventions sylvicoles ;
- . le traitement différé est en soi un traitement de sécurité : dans un premier temps les parcelles concernées ne font l'objet d'aucune intervention et sont suivies au même titre que des témoins. Elles sont destinées à subir ultérieurement l'intervention sylvicole qui paraîtra la meilleure d'après les résultats des autres traitements, afin d'en confirmer ou infirmer la validité. Chaque arbre et chaque parcelle deviendront ainsi leur propre témoin avant et après intervention.

e) Nature des mesures

Les mesures ont pour but essentiel de déceler l'accroissement en diamètre et du fait de l'hétérogénéité, il a été décidé de faire les observations au niveau individuel (en conservant l'identité de chaque arbre par positionnement définitif) plutôt que de considérer la parcelle en tant que peuplement définissable. Il a été ainsi possible de passer de l'étude individuelle à celle des populations.

En dehors de la nature botanique, les deux principales caractéristiques observées et mesurées sur chaque arbre sont : la circonférence et la position exacte au sein du peuplement.

- La localisation (ou positionnement) des arbres se fait par rapport aux axes de bordure du plateau central de mesures (de 4 hectares) suivant une abscisse et une ordonnée ; le coin sud-ouest du plateau représentant l'origine des axes.

Cette localisation par coordonnées, avec une précision de l'ordre du mètre, est indispensable pour le suivi individuel de chaque arbre et surtout pour étudier les phénomènes de concurrence entre arbres voisins.

- Les mesures de circonférence sont de deux types :

- . Mesures manuelles de la circonférence au moyen de rubans gradués souples et indéformables (à 1,5 m du sol ou à 0,5 m au-dessus des contreforts) pour toutes les tiges à partir de 10 cm de diamètre. Cette mesure, réalisée chaque deux ans, est d'une précision de l'ordre de 0,5 cm.
- . Mesures par rubans dendrométriques permanents directement fixés sur l'arbre. Ces rubans métalliques permettent de détecter des variations de circonférence de l'ordre du millimètre ; leur périodicité de lecture est de 6 mois.

III - MATERIALISATION DES ESSAIS - SUIVI DU DISPOSITIF

1 - Matérialisation des traitements

L'intention de départ était de matérialiser trois intensités différentes d'élimination d'espèces par empoisonnement sur les périmètres de Mopri et d'Irobo (suppression d'un certain pourcentage de la surface terrière des parcelles : 40 %, 30 % et 20 %). Pour diverses raisons pratiques inhérentes aux conditions de terrain et à l'hétérogénéité de la forêt, ces trois intensités théoriques d'intervention n'ont donné lieu qu'à deux traitements effectifs :

- l'intervention forte qui a ramené la surface terrière moyenne des parcelles à :

- 11-14 m²/ha pour Mopri (7 parcelles)
- 15-17 m²/ha pour Irobo (7 parcelles)

- l'intervention moyenne ramenant la surface terrière à :

- 16-18 m²/ha pour Mopri (8 parcelles)
- 17-22 m²/ha pour Irobo (8 parcelles)
- 15-21 m²/ha pour la Téné (5 parcelles)

Ce travail d'empoisonnement a été réalisé systématiquement dans un ordre bien déterminé : en commençant par le peuplement dominant des essences secondaires présentes (et éventuellement des essences principales les moins intéressantes) jusqu'à obtention du pourcentage souhaité.*

C'est le critère de surface terrière après traitement qui a été retenu pour définir l'intensité de l'éclaircie et ceci, pour regrouper des parcelles dont la situation (ouverture du couvert) est similaire au sein d'un même périmètre.

Il faut, toutefois, noter qu'une même intensité d'éclaircie entraîne de fortes disparités dans sa visualisation sur les différents périmètres. Par exemple, à Mopri, l'éclaircie a touché presque tous les arbres appartenant aux essences secondaires jusqu'à 10 cm de diamètre, alors qu'à l'Irobo ce même traitement a principalement concerné les arbres de plus de 25 cm de diamètre. La surface terrière enlevée à l'Irobo étant donc représentée par un plus petit nombre d'arbres, l'ouverture du couvert s'est faite différemment et, en principe, sa fermeture doit se faire plus rapidement qu'à Mopri. Ceci pourra ultérieurement expliquer que l'effet d'une même intervention ne soit pas aussi durable pour tous les peuplements.

Quant à La Téné, en plus de 5 parcelles traitées par empoisonnement moyen, ce sont 10 autres parcelles qui ont fait l'objet d'une exploitation commerciale

Le volume important retiré de ces 10 parcelles (53 m³/ha en moyenne pour 160 ha parcourus) et effectivement commercialisé, ainsi que les dégâts causés par l'abattage et le débardage, ont fait que le traitement d'exploitation s'est

*Rappel : Ces traitements par empoisonnement n'ont été réalisés que sur les 9 hectares centraux de chaque parcelle unitaire concernée et ceci, pour des raisons d'économie et de sécurité.

avéré être aussi intense que l'éclaircie moyenne pratiquée par ailleurs. Ceci a rendu illusoire l'action complémentaire d'élimination d'espèces par empoisonnement qui devait être exécutée sur 5 des parcelles exploitées. C'est pourquoi ces 10 parcelles constituent un seul traitement : "exploitation intensive sans intervention complémentaire".

TABLEAU DE VENTILATION DES 75 PARCELLES DES 3 PERIMETRES EN FONCTION DES TRAITEMENTS

Traitements sylvicoles	Numéros des parcelles des périmètres de			Nbre total de parcel- les par traitement	Surface cor- respondante mesurée
	MOPRI	IROBO	LA TENE		
Témoin et trai- tement différé	3, 4, 5, 7, 10, 11, 17, 18, 21 et 25 (10 parcelles)	2, 6, 7, 8, 9, 11, 14, 17, 22 et 25 (10 parcelles)	2, 3, 5, 8, 13, 14, 15, 17, 23 et 25 (10 parcelles)	30	120 ha
Empoisonnement moyen	6, 9, 12, 14, 15, 22, 23 et 24 (8 parcelles)	3, 4, 10, 12, 13, 15, 16 et 23 (8 parcelles)	1, 9, 11, 19 et 24 (5 parcelles)	21	84 ha
Empoisonnement fort	1, 2, 8, 13 16, 19 et 20 (7 parcelles)	1, 5, 18, 19, 20, 21 et 24 (7 parcelles)	-	14	56 ha
Exploitation commerciale	-	-	4, 6, 7, 10, 12, 16, 18, 20, 21 et 22 (10 parcelles)	10	40 ha
TOTAL				75	300 ha

TABLEAU DE DETAIL DES ACTIONS REALISEES SUR LE PERIMETRE DE MOPRI

N° parcelle	Peuplement avant traitement		Type d'action sylvicole	Arbres enlevés			Peuplement après traitement					
	Nbre tiges/ha	ST à l'ha en m2		Nbre tiges/ha	ST/ha m2	% ST	essences secondaires		essences principales		Total	
							Nbre tiges/ha	ST/ha m2	Nbre tiges/ha	ST/ha m2	Nbre tiges/ha	ST/ha m2
5	336,2	23,8	Témoin				113,0	5,2	223,2	18,6	336,2	23,8
17	320,2	21,2	Témoin				144,0	5,2	176,2	16,0	320,2	21,2
13	441,5	27,0	E. fort	214,7	13,2	48,9	0,8	0,2	226,0	13,6	226,8	13,8
24	462,2	28,2	E. moyen	250,0	10,8	38,3	2,0	0,7	212,2	16,7	214,2	17,4
15	408,7	24,5	E. moyen	181,7	6,6	26,9	2,5	0,5	224,5	17,4	227,0	17,9
25	417,0	23,1	Témoin				312,5	12,4	104,5	10,7	417,0	23,1
7	386,9	24,3	Témoin				210,7	9,7	176,2	14,6	386,9	24,3
23	360,5	25,2	E. moyen	220,5	9,9	39,3	2,5	0,5	137,5	14,8	140,0	15,3
22	386,2	25,3	E. moyen	82,5	9,1	36,0	159,0	2,9	144,7	13,3	303,7	16,2
14	363,0	24,0	E. moyen	78,5	7,3	30,4	109,8	1,9	174,7	14,8	284,5	16,7
18	354,2	22,6	Témoin				150,5	6,6	203,7	16,0	354,2	22,6
3	248,2	20,0	Témoin				116,5	4,9	131,7	15,1	248,2	20,0
16	295,2	20,5	E. fort	170,0	9,2	44,9	5,7	0,2	119,5	11,1	125,3	11,3
9	392,5	24,5	E. moyen	181,5	8,7	35,5	11,7	0,8	199,3	15,0	211,0	15,8
12	355,2	24,2	E. moyen	63,2	6,4	26,4	114,0	2,1	178,0	15,7	292,0	17,8
11	358,2	20,2	Témoin				168,7	8,3	189,5	11,9	358,2	20,2
4	346,2	21,4	Témoin				165,7	7,5	180,5	13,9	346,2	21,4
8	370,5	23,0	E. fort	190,8	11,5	50,0	8,0	0,8	171,7	10,7	179,7	11,5
1	382,7	21,3	E. fort	213,2	8,3	38,9	3,5	0,2	166,0	12,8	169,5	13,0
6	369,7	22,1	E. moyen	69,3	6,4	28,9	121,7	2,3	178,7	13,4	300,4	15,7
10	307,2	20,6	Témoin				126,7	6,7	180,5	13,9	307,2	20,6
21	343,4	19,6	Témoin				204,7	7,9	138,7	11,7	343,4	19,6
2	327,2	19,9	E. fort	205,5	9,3	46,7	7,2	0,4	114,5	10,2	121,7	10,6
20	337,2	19,9	E. fort	70,0	6,8	34,2	133,0	2,7	134,2	10,4	267,2	13,1
19	348,0	19,1	E. fort	68,2	6,0	31,4	107,2	2,8	172,6	10,3	279,8	13,1

E = empoisonnement

TABLEAU DE DETAIL DES ACTIONS REALISEES SUR LE PERIMETRE D'IROBO

N° parcelle	Peuplement avant traitement		Type d'action sylvicole	Arbres enlevés			Peuplement après traitement					
	Nbre tiges/ha	ST à l'ha en m2		Nbre tiges/ha	ST/ha m2	% ST	essences secondaires		essences principales		Total	
							Nbre tiges/ha	ST/ha m2	Nbre tiges/ha	ST/ha m2	Nbre tiges/ha	ST/ha m2
11	412,6	24,2	Témoin				319,3	15,6	99,3	8,6	418,6	24,2
22	437,8	25,2	Témoin				297,8	13,9	140,0	11,3	437,8	25,2
20	459,8	23,1	E. fort	77,0	8,2	35,6	276,3	6,4	106,5	8,5	382,8	14,9
23	456,1	24,2	E. moyen	34,8	6,6	27,2	312,3	9,0	109,0	8,6	421,3	17,6
4	476,1	25,1	E. moyen	25,3	6,4	25,4	347,5	10,5	103,3	8,2	450,8	18,7
2	462,3	25,4	Témoin				340,3	16,8	122,0	8,6	462,3	25,4
8	486,8	23,6	Témoin				374,3	16,0	112,5	7,6	486,8	23,6
1	478,1	25,1	E. fort	79,5	10,1	40,2	294,8	6,4	103,8	8,6	398,6	15,0
13	451,6	25,5	E. moyen	47,8	6,9	27,2	294,5	7,7	109,3	10,9	403,8	18,6
12	439,1	24,9	E. moyen	22,8	5,4	21,7	324,3	10,3	92,0	9,2	416,3	19,5
6	444,3	27,3	Témoin				317,8	17,9	126,5	9,4	444,3	27,3
7	480,6	26,8	Témoin				361,8	16,4	118,8	10,4	480,6	26,8
18	404,9	27,1	E. fort	42,3	10,2	37,6	271,3	8,5	91,3	8,4	362,6	16,9
16	443,9	26,7	E. moyen	27,3	7,2	27,0	312,8	11,3	103,8	8,2	416,6	19,5
15	490,9	25,7	E. moyen	10,3	3,5	13,8	390,8	14,5	89,8	7,7	480,6	22,2
14	480,3	25,1	Témoin				383,5	18,5	96,8	6,6	480,3	25,1
17	437,8	25,5	Témoin				333,5	16,3	104,3	9,2	437,8	25,5
21	444,6	24,9	E. fort	69,3	9,2	37,0	245,5	6,0	129,8	9,7	375,3	15,7
5	484,8	22,1	E. fort	43,5	7,1	32,1	359,3	9,0	82,0	6,0	441,3	15,0
10	546,3	25,2	E. moyen	22,0	4,8	19,1	414,0	12,4	110,3	8,0	524,3	20,4
25	450,3	23,5	Témoin				329,3	13,3	121,0	10,2	450,3	23,5
9	435,3	23,1	Témoin				327,5	14,7	107,8	8,4	435,3	23,1
19	423,3	22,8	E. fort	44,5	7,6	33,4	279,5	7,6	99,3	7,6	378,8	15,2
24	379,3	20,6	E. fort	27,5	5,8	28,0	269,0	7,4	82,8	7,4	351,8	14,8
3	440,8	21,2	E. moyen	17,0	4,0	19,0	303,0	9,2	120,8	8,0	423,8	17,2

E = empoisonnement

TABLEAU DE DETAIL DES ACTIONS REALISEES SUR LE PERIMETRE DE LA TENE

N° par- celle	Peuplement avant traitement		Type d'action sylvicole	Arbres empoi- sonnés ou exploités		Casses	Total éliminé		Peuplement après traitement					
									essences secondaires		essences principales		Total	
	Nbre tiges/ha	ST/ha m2		Nbre tiges/ha	ST/ha m2	ST/ha m2	ST/ha m2	% ST	Nbre tiges/ha	ST/ha m2	Nbre tiges/ha	ST/ha m2	Nbre tiges/ha	ST/ha m2
25	475,8	32,9	Témoin						227,5	7,4	248,3	25,5	475,8	32,9
23	379,3	30,1	Témoin						199,8	7,0	179,5	23,1	379,3	30,1
18	363,7	29,6	Exploita- tion	8,3	8,6	3,0	12,6	42,6	135,5	4,8	173,8	13,2	309,3	18,0
21	431,1	34,6	"	8,8	7,8	4,0	11,8	34,1	166,8	7,0	194,0	15,8	360,8	22,8
19	410,1	32,8	Empoison- nement	180,0	11,7			35,7	3,8	0,1	226,3	21,0	230,1	21,1
15	457,1	29,6	Témoin						235,8	6,2	221,3	23,4	457,1	29,6
13	468,3	27,5	Témoin						221,5	5,8	246,8	21,7	468,3	27,5
10	355,4	27,9	Exploita- tion	7,0	6,1	1,9	8,0	28,7	140,8	4,4	178,3	15,5	319,1	19,9
12	443,7	29,6	"	4,0	3,8	0,9	4,7	15,9	166,3	5,7	259,5	19,2	425,8	24,9
9	421,1	28,0	Empoison- nement	151,0	9,8			35,0	2,3	0,0	267,8	18,2	270,1	18,2
8	456,0	28,1	Témoin						204,0	5,8	252,0	22,3	456,0	28,1
2	415,3	28,2	Témoin						202,5	6,8	212,8	21,4	415,3	28,2
20	258,6	27,8	Exploita- tion	9,0	10,5	1,4	11,9	42,8	115,3	3,9	113,0	12,0	228,3	15,9
6	424,3	28,3	"	5,0	4,2	3,5	7,7	27,2	146,0	4,7	220,0	15,9	366,0	20,6
24	328,8	26,1	Empoison- nement	127,8	8,4			32,2	4,0	0,2	197,0	17,5	201,0	17,7
5	407,8	28,5	Témoin						221,3	6,5	186,5	22,0	407,8	28,5
3	458,3	28,1	Témoin						195,5	6,9	262,8	21,2	458,3	28,1
7	410,0	26,5	Exploita- tion	4,3	4,6	1,0	5,6	21,1	179,5	6,5	209,5	14,4	389,0	20,9
4	415,1	28,1	"	3,5	3,4	1,1	4,5	16,0	152,5	6,2	246,8	17,5	393,3	23,7
1	332,8	24,5	Empoison- nement	117,0	7,0			28,6	2,3	0,4	213,5	17,1	215,8	17,5
17	380,8	24,5	Témoin						189,5	6,3	191,3	18,2	380,8	24,5
14	460,6	26,3	Témoin						235,3	6,9	225,3	19,4	460,6	26,3
22	310,4	23,7	Exploita- tion	5,3	5,1	1,4	6,5	27,4	135,5	4,5	146,8	12,7	282,3	17,2
16	316,9	24,3	"	4,5	3,5	2,9	6,4	26,3	149,5	6,4	115,8	11,5	265,3	17,9
11	270,6	20,8	Empoison- nement	97,5	6,0			28,8	2,8	0,2	170,3	14,6	173,1	14,8

2 - Mesures et stockage des données

a) Mesures

- Le premier inventaire de mesures manuelles de circonférences a été réalisé immédiatement après la délimitation des périmètres d'essais et a été mené de pair avec :

- . la numérotation et la localisation des arbres
- . l'application des traitements sylvicoles
- . la pose des rubans métalliques permanents

Les mesures de circonférence ont porté sur les espèces principales, mais aussi sur toutes essences secondaires maintenues sur pied ou éliminées. Ces dernières ne sont d'ailleurs pas distinguées botaniquement.

- La localisation a été exclusivement réalisée pour les espèces principales et pour les arbres soit exploités, soit empoisonnés sur pied.

Malheureusement, les espèces secondaires présentes sur les parcelles après traitement n'ont pas fait l'objet de localisation précise. Ce dernier point constitue une carence (bien excusable vu le caractère innovateur du dispositif) qui a été à l'origine de difficultés de traitement des données pour les études des phénomènes de concurrence entre arbres voisins.

Par contre, les arbres disparus par empoisonnement ou par exploitation, ont été parfaitement localisés et mesurés au départ.

- La pose des rubans métalliques permanents s'est faite sur 50 arbres par plateau appartenant aux diverses espèces principales présentes, de diamètre compris entre 10 et 60 centimètres. Pour chaque arbre ainsi mesuré, une fiche d'observations a été établie, comprenant la description de la topographie, du sol, de la végétation, de la position de l'arbre au sein du peuplement et de sa forme, ainsi que l'estimation quantitative de son environnement immédiat (présence et taille de voisins sur un cercle de 10 mètres de rayon). Périodicité des mesures : chaque 6 mois.

- Recrutement : à chaque nouvel inventaire général des circonférences (chaque 2 ans), les jeunes tiges ayant atteint 10 cm de diamètre sont incorporées aux inventaires ; cette prise en compte (ou passage au peuplement supérieur) permet de traduire la dynamique du sous-étage issu d'une régénération préexistante (pour les premières années). Il a été décidé de dénommer ce passage : recrutement en jeunes tiges.

- Mortalité : La disparition "naturelle" d'arbres (autrement que par exploitation ou éclaircie) constitue la mortalité. Elle se traduit par la mort sur pied (rare) et surtout par des chablis au niveau de toutes les catégories de taille d'arbres. Cette mortalité représente une "perte sèche" importante quand il s'agit de grosses tiges appartenant aux espèces principales.

Aussi à chaque inventaire les arbres ainsi disparus ont été décomptés (à l'inverse du recrutement).

b) Stockage des données, constitution de fichiers

Compte tenu de la masse très importante d'informations récoltées au sein des trois périmètres, le stockage et le traitement des données se font par informatique.

Chiffres indicatifs du nombre de tiges étudiées : 48 000 dont 3 750 par rubans dendrométriques permanents.

Ces données régulièrement mises à jour sont réparties dans différents fichiers qui sont de deux types : les fichiers permanents et les fichiers périodiques (ceux-ci servant à la mise à jour de ceux-là après chaque campagne de mesures).

- Les fichiers permanents ont été établis dès le départ. Ce sont :

- . Le fichier parcelles qui renferme tous les renseignements initiaux au niveau de la parcelle (n° de périmètre - n° de parcelle - n° de bloc - code, date et méthode de traitement).
- . Le fichier arbres avec ruban dendrométrique et le fichier arbres sans ruban dendrométrique qui renferment tous les renseignements initiaux concernant les arbres d'essences principales (n° de périmètre - n° de parcelle - n° de carré - éventuellement n° de l'arbre et date de pose du ruban - code essence - abscisse - ordonnée).
- . Le fichier arbres enlevés qui renferme tous les renseignements initiaux concernant les arbres enlevés au moment du traitement (n° du périmètre - n° de parcelle - n° de carré - classe de grosseur - taille de la cime - abscisse - ordonnée).

- Les fichiers périodiques renferment, en plus des renseignements servant à l'identification (n° de périmètre, de parcelle, de carré), les renseignements servant à la mise à jour des fichiers permanents : date de la mesure, n° de l'arbre et accroissement sur la circonférence (en mm) pour les arbres avec ruban dendrométrique, et date de la mesure, n° de ligne et circonférence (à 0,5 cm près) pour les arbres sans ruban dendrométrique.

3 - Succession des opérations de terrain - Incidents

a) Démarrage de l'opération en 1976 après inventaire des massifs retenus :

- Layonnage et bornage des 3 périmètres : février 1976 - avril 1977
- Comptage en plein au sein des 3 périmètres : mai 1976 - avril 1977
- Définition de la méthodologie (traitements sylvicoles et constitution des fichiers informatiques) : octobre et novembre 1977

b) Matérialisation des traitements, exécution des inventaires :

	MOPRI	IROBO	LA TENE
Travaux : d'empoisonnement d'exploitation	Déc. 1977-Avr. 1978 -	Avr. 1978-Juin 1978 -	Sept 1978-Oct. 1978 Déc. 1978-Avr. 1979
1er inventaire manuel et pose des rubans	Déc. 1977-Avr. 1978	Avr. 1978-Sept 1978	Sept 1978-Mai 1979
2ème inventaire manuel et 4ème lecture de rubans	Déc. 1979-Avr. 1980	Avr. 1980-Sept 1980	Sept 1980-Avr. 1981
3ème inventaire manuel et 8ème lecture de rubans	Déc. 1981-Avr. 1982	Avr. 1982-Sept 1982	Sept 1982-Mai 1983 30 janvier 1983 : incendie
4ème inventaire manuel et 12ème lecture de rubans	Déc. 1983-Avr. 1984	Avr. 1984-Nov. 1984	-

c) Incendie de la Téné

Le périmètre de la Téné a été parcouru (fin janvier 1983) par les violents incendies qui ont frappé la zone forestière semi-décidue de Côte d'Ivoire. Ces feux ont été la conséquence directe de deux années successives particulièrement sèches, marquées par un déficit hydrique exceptionnel !

Les dégâts ont été variables selon les parcelles, la plupart ont été touchées (du moins partiellement), peu ont été épargnées et certaines entièrement détruites !

L'incendie a coïncidé avec les travaux du troisième inventaire manuel des circonférences ; mais celui-ci a pu être achevé alors que la plupart des arbres atteints étaient encore debout et mesurables (à condition d'adopter une série de précautions de mensuration bien précises, pour tenir compte de l'impact du feu au niveau de chaque arbre brûlé).

Ce troisième inventaire a pu être intégré aux résultats généraux après quatre années d'étude au sein des trois périmètres, qui ont permis d'établir ce rapport.

Actuellement les conséquences de l'incendie masquent totalement l'effet des traitements sylvicoles (exploitation, témoin et empoisonnement) et les objectifs de départ ne peuvent plus être considérés. C'est l'évolution de la forêt, après dégradation par le feu, qui sera suivie dans l'avenir (1).

4 - Aspect des peuplements soumis aux traitements

Quelques mois après l'intervention sylvicole (d'empoisonnement d'espèces secondaires ou d'exploitation d'espèces principales) la vision des peuplements était saisissante du fait des chablis, des arbres morts, ou cassés et des trouées provoquées soit par un prélèvement de 50 m³ de bois commercialisé à l'hectare, soit par une élimination de l'ordre de 40 % de la surface terrière !

Ces trouées en apparence très importantes, étaient moins bien réparties au sein des peuplements dans le cas des parcelles exploitées où les vides occasionnés par l'abattage et le débardage des arbres côtoyaient des bouquets parfaitement indemnes. L'impact de l'exploitation est désordonné par rapport à celui de l'éclaircie par empoisonnement qui est plus homogènement réparti sur l'ensemble du peuplement concerné.

En fait, l'exploitation commerciale laisse certains arbres à l'état quasiment isolé et des groupements d'individus à l'état intouché, proche des parcelles témoin.

Pourtant quatre années après traitement l'aspect de la forêt est redevenu "normal" : les chandelles résultant d'arbres morts sont, pour la plupart, disparues et le peuplement est constitué d'arbres sains, sans lianes, et ne présentant pas de descentes de cimes. L'étage supérieur est simplement passé à un état plus ouvert avec une abondance manifeste d'espèces de valeur, notamment, pour les traitements par empoisonnement.

En outre, de nombreuses tiges de petit diamètre, mises en lumière par cette ouverture partielle de l'étage dominant se dégagent nettement du sous-étage ; enfin dans les trouées une régénération importante est souvent constatée.

Ces comparaisons sont d'autant plus patentes que les parcelles témoins et traitées se juxtaposent au sein des périmètres d'essais.

(1) Cet infléchissement des objectifs pour le périmètre de la Téné sont présentés en détail (ainsi que les nouvelles dispositions à prendre) dans le : "Compte rendu de la Mission d'Appui Technique du 13 au 20 mars 1984", document n° 16 en bibliographie.

Les premiers effets du passage du feu dans ce périmètre sont présentés dans le document n° 19 en bibliographie.

Aux craintes de départ préjugant une destruction irréversible de l'état en peuplement dense, succède donc rapidement la certitude d'avoir favorablement dynamisé l'évolution de la forêt !

Aussi, le sylviculteur doit s'affranchir de toute hésitation lors de l'application de traitements sylvicoles en surmontant l'embarras ou l'inquiétude immédiatement causé par l'effet visuel spectaculaire de ces traitements.

5 - Premiers dépouillements et interprétations de données

Ce dispositif d'étude de la dynamique des peuplements, sans égal dans le monde tropical au moment de son installation par la SODEFOR, exige un recul dans le temps d'une dizaine d'années pour pouvoir fournir des résultats fiables et définitifs en vue des travaux d'aménagement et de gestion du potentiel forestier ivoirien (et plus particulièrement du Domaine Permanent de l'Etat).

Le présent rapport fait état des résultats acquis : quatre années après la matérialisation des essais ; ce laps de temps intermédiaire entre le démarrage de l'expérimentation et l'obtention de notions et données parfaitement établies au cours d'une décennie, est suffisant pour établir un premier bilan étayé par trois campagnes successives de mesures sur la totalité des essais.

Ce bilan résulte en fait d'une mise au point progressivement établie depuis le démarrage des essais ; il s'appuie sur les travaux antérieurs d'interprétation de données intermédiaires, issues des deux premières campagnes de mesures générales de circonférence et de diverses études partielles. Les résultats chiffrés ou pas qui en découlent ont d'ailleurs permis de tracer une évolution comparée des peuplements, très encourageante, car en cohérence avec les objectifs escomptés de productivité et d'effet bénéfique des traitements. Aussi, ces résultats très prometteurs sont à l'origine du bien fondé du programme d'aménagement pilote (en vraie grandeur) de la forêt classée de Yapo, démarré en fin d'année 1983.

Les connaissances déjà acquises sont issues des études qui suivent.

a) Dépouillement et interprétation des données concernant les arbres suivis au moyen de rubans dendromètres permanents (documents n° 8, 9, 12 et 13 en bibliographie). Ces travaux se sont surtout intéressés aux espèces les mieux représentées, mais aussi à l'ensemble des arbres, ainsi mesurés, des périmètres de Mopri et d'Irobo. Le principal objectif était de détecter les variations de croissance en diamètre des arbres en fonction de l'intensité de l'éclaircie par empoisonnement et ceci, sur de courtes périodes en profitant de la succession rapide des lectures de rubans fixes (deux lectures par année écoulée).

Il en est surtout ressorti que :

- Les espèces principales réagissent immédiatement au traitement, dès la première année, par une augmentation globale de l'accroissement en diamètre ;
- Le gain de croissance qui en résulte au sein des parcelles éclaircies par rapport aux parcelles intouchées (témoins) s'accroît dans le temps (du moins au cours des trois années d'observation).
- Les phénomènes précédents sont identiques quel que soit le type de forêt (semi-décidue ou sempervirente).
- Par contre, l'intensité de la réaction des peuplements ne correspond pas obligatoirement à l'intensité de l'éclaircie.

La réponse d'un peuplement forestier à une intervention sylvicole est donc sans ambiguïté : l'effet traitement existe et il est même important puisqu'il tend à s'accroître au lieu de s'atténuer avec le temps !

b) Etude des phénomènes de concurrence au niveau individuel mettant à profit le positionnement des arbres et des individus constituant leur entourage (documents n° 8 et 18 en bibliographie). Les interprétations ont porté sur le Niangon (*Tarrietia utilis*) d'Irobo pour les arbres positionnés et suivis par rubans fixes et sur le Ba (*Celtis mildbraedii*) pour tous les individus de dix parcelles de Mopri et de La Téné.

Ces études plus "fines" que les précédentes ont confirmé les résultats exposés ci-devant, à savoir que : l'élimination d'arbres trop proches, trop nombreux, ou de grande taille appartenant aux espèces secondaires induit une croissance en diamètre plus forte pour les espèces de valeur restant en place. Cet impact favorable pour la croissance est lié à la taille de l'arbre considéré, mais aussi à la nature des individus constituant son voisinage immédiat et exerçant ainsi une concurrence.

Deux grands types de compétition (ou concurrence) ont été constatés dans le cas des deux essences étudiées :

- celle qu'exercent les arbres de faible diamètre (moins de trente centimètres) qui est surtout ressentie par les arbres de taille similaire ;
- et celle provoquée par les arbres de taille importante qui est surtout sensible sur les arbres de fort diamètre.

Il semblerait donc qu'il y ait correspondance entre la taille des arbres entrant en concurrence mutuelle.

Par contre, il n'a pas été possible d'obtenir une explication de la croissance d'un individu moyen, à partir de la présence et de la taille des arbres composant son voisinage. Autrement dit, les modalités de description du voisinage d'un arbre qui ont été essayées n'ont pas permis d'établir un "indice de compétition" permettant de prévoir la croissance de cet arbre.

c) Dépouillement des données et premiers résultats issus des deux premières campagnes de mesures manuelles des circonférences (document n° 15 en bibliographie) : cette opération faisant intervenir des moyens informatiques importants, a eu pour but principal de préciser et de quantifier la notion de croissance globale de la forêt dense ivoirienne ; ce qui a été fait sous forme de "données brutes", certes provisoires, mais d'autant plus importantes qu'elles détenaient la primauté en matière de productivité des peuplements naturels.

Pour pouvoir mener à bien l'opération, il a été nécessaire d'élaborer des tarifs de cubage pour les principales espèces, ainsi qu'un tarif général toutes espèces confondues, afin de pouvoir fournir des valeurs volumétriques relativement fiables*. Ces tarifs ont été obtenus grâce à un travail laborieux de reprise la plus exhaustive possible des cubages disponibles, soit au C.T.F.T, soit à la SODEFOR, résultant des différents inventaires forestiers qui ont progressivement couvert l'ensemble des surfaces boisées du Pays.

Par ailleurs, l'opération a permis (ou exigé) de mettre au point une série de méthodes simples de préhension et de présentation des données qui ont été essentielles dans le cadre des travaux du bilan actuel.

Résultats : Ce premier dépouillement général des données a permis de constater que les peuplements laissés à eux-mêmes (sans intervention sylvicole) des parcelles témoins, ont eu tendance à maintenir un potentiel en volume sur pied à peu près constant. En effet, la mortalité naturelle observée sur deux ans, a en grande partie compensé la croissance de l'ensemble du peuplement sur la même période et le bilan de production qui en résulte, est très modeste : Pour un volume total sur pied de l'ordre de 250 à 300 m³ à l'hectare, le gain annuel en volume, toutes espèces confondues, a été de :

5,8 m ³ /ha/an	pour les parcelles témoins	de Mopri
4,3 m ³ /ha/an	"	" d'Irobo
3,5 m ³ /ha/an	"	" de La Téné

Par contre, l'intervention sylvicole qu'est l'éclaircie par empoisonnement, a créé un déséquilibre favorable à la croissance du reste du peuplement et plus particulièrement à celle des essences principales, ce qui est en soi le but recherché !

Au cours de cette période de deux années, la comparaison primordiale est celle qui consiste à confronter les gains de production des espèces principales qui représentent une part importante des peuplements (voir tableau page 6). Ces gains ont été nettement supérieurs pour les parcelles éclaircies par rapport aux parcelles intouchées et ceci pour les trois périmètres d'essais :

De l'ordre de /2 m³/ha/an/ pour les peuplements intouchés

et /3 à 3,5 m³/ha/an/ pour les peuplements éclaircis

*Les différents tarifs, pour 37 espèces principales et pour "toutes espèces", sont présentés en Annexe n° 2.

La différence de production entre peuplements : 1 à 1,5 m³/ha/an, représenterait la part à mettre à l'actif des travaux d'amélioration par éclaircie.

Ces estimations, certes intéressantes, ne sont en fait que des valeurs grossières obtenues au sein de parcelles dont les peuplements sont très hétérogènes et qui ne sont donc comparables qu'à titre indicatif !

C'est l'étude comparative (espèce par espèce) de l'accroissement du diamètre, qui a permis de confirmer sans ambiguïté les résultats précédents car, systématiquement, les populations d'arbres appartenant à une essence donnée ont présenté une accélération de la croissance du diamètre, de moitié plus forte, dans le cas des parcelles traitées par empoisonnement.

Il est à noter qu'il n'a pas été possible de départager les deux intensités d'éclaircie (forte et moyenne) ; celles-ci entraînant des gains de croissance en diamètre et en volume à peu près similaires.

Enfin, en ce qui concerne le traitement par exploitation commerciale réalisé sur dix parcelles de La Téné, la comparaison des résultats de productivité avec les témoins s'est avérée délicate puisque les parcelles intouchées représentent un potentiel en espèces principales d'environ 235 m³ à l'hectare et qu'il n'en reste plus que 155 m³/ha, du fait du prélèvement, dans les parcelles exploitées. Seul le gain de production relative a pu être considéré : celui-ci est proche de 1 % du volume sur pied des espèces principales tant pour les témoins que pour les traitements exploitation .

L'étude d'évolution de croissance par espèces individualisées a, par ailleurs montré que les arbres situés dans les parcelles exploitées présentent en moyenne un accroissement en diamètre compris entre ceux des témoins et ceux des éclaircies par empoisonnement. Pour quelques essences la différence de croissance par rapport aux parcelles intouchées n'a pas été constatée.

En fait, l'exploitation commerciale constitue pour la forêt un traumatisme important : prélèvement et destruction d'un tiers du volume sur pied, sous forme de quelques grandes trouées accompagnées de blessures et de casses sur les arbres voisins. Cette action, très différente de l'éclaircie, est irrémédiablement mal répartie au sein des peuplements et son impact ne peut, de prime abord, être bénéfique que pour un nombre restreint d'arbres occasionnellement bien situés sur le terrain.

Un plus grand recul dans le temps semble donc nécessaire pour pouvoir appréhender l'effet réel de cette intervention qui peut, dans l'avenir, se révéler favorable à d'autres niveaux tels que : la régénération naturelle, le recrutement en jeunes tiges, la mortalité ...

- 0 -

Les différentes études présentées dans ce chapitre ont donc fourni des résultats importants car cohérents entre-eux et ne trahissant pas les objectifs escomptés ; ils ne peuvent toutefois être que provisoires dans le cadre d'un dispositif encore récent. Aussi le rôle du travail, qui s'est appuyé sur le troisième inventaire général et qui est détaillé ci-après, est de préciser ces premières notions sur une période plus longue : quatre années après traitement.

IV - ETUDE, PAR ESPECE, DE LA REACTION DES ARBRES (croissance, mortalité ...) AUX DIFFERENTS TRAITEMENTS

1 - Espèces étudiées

Cette étude individualisant chaque espèce au niveau de sa réaction aux différents traitements sylvicoles a pu être menée pour les essences les mieux représentées au sein des périmètres d'essais. Ce sont principalement pour les espèces principales de grande qualité (catégorie 1) :

- L'Aboudikro, *Entandrophragma cylindricum*, présent à Mopri et à La Téné.
- L'Acajou, *Khaya anthotheca*, présent à Mopri et à La Téné.
- L'Akatio, *Gambeya delevoyi*, fréquent à Mopri et à La Téné.
- L'Akossika, *Scotellia chevalieri* et *S. coriacea* très fréquents dans les trois périmètres.
- L'Amazakoué, *Guibourtia ehie*, exclusivement présent à La Téné.
- L'Aniégré blanc, *Aningueria robusta*, fréquent à Mopri et à La Téné.
- Le Bété, *Mansonia altissima*, exclusivement représenté à La Téné.
- Le Bosse, *Guarea cedrata*, fréquent à Mopri et à La Téné.
- Le Difou, *Morus mesozygia*, présent seulement à La Téné.
- Le Fraké, *Terminalia superba*, faiblement représenté à La Téné.
- Le Kondroti, *Rodognaphalon brevicuspe*, faiblement représenté à l'Irobo.
- Le Kotibé, *Nesogordonia papaverifera*, abondant à Mopri et à La Téné.
- Le Makoré, *Thiaghemella keckelii*, exclusivement représenté par des arbres de petite taille à l'Irobo.
- Le Niangon, *Tarrietia utilis*, espèce la mieux représentée dans le périmètre d'Irobo.
- Le Samba, *Triplochiton scleroxylon*, abondant à Mopri et à La Téné.
- et le Tiama, *Entandrophragma angolense*, surtout représenté par des arbres de petite taille à Mopri.

Pour les espèces principales de qualité moindre (catégories 2 et 3) ont été retenues les essences les mieux représentées :

- Le Ba, *Celtis mildbraedii*, qui est l'espèce la mieux représentée tant à Mopri qu'à La Téné.
- Le Lotofa, *Sterculia rhinopetala*, très abondant à Mopri et à La Téné.
- Le Pouo, *Funtumia latifolia*, fréquent à la Téné.
- L'Adjouaba, *Dacryodes klaineana*, fréquent à Mopri et surtout à l'Irobo.

Rappel : Les fréquences moyennes à l'hectare sont consignées dans le tableau d'effectifs de la page 7.

2 - Présentation, visualisation et interprétation des données

a) Saisie et présentation des données brutes numériques

C'est principalement deux types de saisies de données qui ont été réalisés pour l'étude individuelle de chaque espèce en fonction des traitements.

Chaque saisie a été présentée directement sous forme de tableaux grâce aux possibilités informatiques.

Les deux principaux tableaux de données ont concerné :

- L'évolution des circonférences dans le temps pour l'espèce choisie en fonction de 20 catégories de taille, par type de traitement et par périmètre.

- Et l'évolution des effectifs du recrutement en jeunes tiges et de la mortalité entre les campagnes générales de mesure.

Ces deux possibilités de sorties chiffrées, présentées suivant des tableaux, sont détaillées en annexes 3 et 4 et illustrées par l'exemple réel du Niangon (*Tarrietia utilis*) du périmètre d'Irobo.

Ces tableaux constituent en fait les documents de base pour la suite de l'étude que sont la représentation graphique et l'interprétation des données.

b) Visualisation des données en vue de leur interprétation

Pour chaque espèce étudiée, diverses représentations graphiques ont été établies pour mieux appréhender le comportement et la croissance :

- Une figure représentant les accroissements annuels en diamètre (moyenne sur 4 ans) pour chaque classe de diamètre. Trois courbes sont représentées : l'accroissement des arbres des parcelles témoins et, suivant les cas, l'accroissement des arbres des parcelles traitées soit par empoisonnement (fort ou moyen), soit par exploitation. Sur une même représentation, sont donc comparés le témoin et chacun des deux traitements effectués.

Chaque point de ces courbes a été établi à partir de mesures sur au moins 25 arbres pour obtenir une valeur fiable. Ceci a souvent conduit à des regroupements entre classes de diamètre pour réunir les effectifs nécessaires, en particulier pour les diamètres élevés. Parfois même, il a été nécessaire de fusionner les populations (toujours de la même espèce) de deux périmètres pour obtenir un nombre de tiges suffisant.

- Un graphique représentant toujours les accroissements annuels en diamètre pour chaque classe de diamètre mais décomposés sur les deux périodes de deux années qui séparent les inventaires.

Sur un même dessin sont regroupés le témoin et un traitement ce qui permet de suivre l'évolution des accroissements du témoin seul, du traitement seul, ou de comparer les gains ou les pertes du traitement par rapport au témoin au cours des quatre années.

- et un schéma, en trois dimensions, visualisant la dynamique de l'espèce avec indication des volumes annuels par hectare (moyenne sur les 4 ans) :

- . *du recrutement* : jeunes tiges nouvellement apparues au cours des quatre années dans la première classe de diamètre observée. Autrement dit, ayant atteint ou dépassé un diamètre de 10 cm pendant la période de quatre années d'observation après traitement sylvicole ;
- . *de la mortalité* : arbres présents au premier inventaire et disparus avant le dernier ; c'est-à-dire : naturellement morts sur pied ou ayant fait l'objet de chablis au cours des quatre années d'observation et de mesures ;
- . *de la croissance* : accroissement en volume des arbres initialement présents et indemnes au bout de quatre ans ; ce qui exclut, bien entendu, les individus morts sur pied et les chablis ainsi que les tiges de recrutement ;
- *et de la différence de volume* : gain ou perte de volume sur pied (c'est-à-dire : la productivité) en sachant que :

Différence de volume = Volume de croissance + Volume de recrutement - Volume de mortalité

Ces trois représentations sont illustrées par l'exemple du Niangon (*Tarrietia utilis*) présenté ci-après en pages 31 et 33.

Cette espèce n'est d'ailleurs présente qu'au sein du périmètre d'Irobo car elle fait partie des essences caractéristiques de forêt sempervirente.

Son abondance et sa valeur constituent l'atout majeur du massif d'Irobo.

Remarque : Pour des raisons de graphisme les chiffres de volume sont présentés en $\text{dm}^3/\text{ha}/\text{an}$ ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$).

c) Précautions d'interprétation

Les distinctions entre témoin et traitements doivent être faites avec précaution :

- La comparaison entre individus d'une même classe de diamètre, appartenant à des peuplements différents est justifiée, notamment pour l'accroissement moyen en diamètre.

- Par contre, la comparaison de volumes à l'hectare pour le recrutement, la mortalité ou la croissance, entre deux peuplements ayant des structures différentes n'est pas réalisable. Or l'égalité des structures est rarement constatée et le cas de l'Akossika, dont les courbes de structure sont identiques pour le témoin et pour l'éclaircie moyenne, reste exceptionnel (voir page 40).

Un peuplement traité qui posséderait, par exemple, deux fois plus de tiges à l'hectare d'une espèce donnée que le peuplement témoin, présenterait à coup sûr une croissance, un recrutement et une mortalité très supérieurs, en dehors de tout effet traitement !

Pour effectuer une comparaison valable entre témoin et traitement, il convient donc d'homogénéiser au préalable les données. Trois méthodes sont envisageables :

- Ramener les peuplements au même nombre de tiges par ha (N)
- Ramener les peuplements au même volume par ha (V)
- Combiner les deux critères précédents et ramener le peuplement au même volume moyen individuel $\frac{V}{N}$.

Aucune de ces pondérations n'est entièrement satisfaisante car si elles rétablissent une homogénéité quantitative (nombre de tiges, volume ...), elles n'assurent pas une homogénéité qualitative (répartition des tiges par catégories de diamètre).

Tout compte fait, ce n'est pas par le truchement d'une simple pondération mathématique que des structures très différentes des populations comparées peuvent être ramenées à un seul et même modèle. Les trois opérations précédentes permettent, chacune, d'améliorer la comparaison par rapport aux chiffres bruts ; mais elles ne permettent qu'une approche globale : de faibles différences de volume ne sont pas significatives et seules les grandes tendances sont à retenir.

Les trois pondérations ont été testées sur les dix essences principales les plus fréquentes de Mopri et c'est celle qui fait intervenir le nombre de tiges à l'hectare qui a été retenue pour la présentation des données par espèce, car elle a fourni les résultats les plus cohérents.

Pour les représentations qui suivent, l'indication des volumes à l'hectare de recrutement, de mortalité, de croissance ainsi que la différence de volume sur pied est parfois présentée pour les deux traitements empoisonnement confondus. En effet, les différences observées entre ceux-ci sont souvent non significatives compte tenu des imprécisions de comparaison. Il est donc apparu préférable de les fusionner pour les comparer utilement avec le témoin. La comparaison fine et objective entre les traitements est de toute façon réalisée grâce aux accroissements annuels en diamètre.

3 - Interprétation, individualisée par espèces, des principaux phénomènes ou réactions constatés et quantifiés

L'étude a donc été menée exhaustivement pour la vingtaine d'espèces retenue, mais afin de ne pas alourdir le texte et d'éviter les répétitions seules huit essences ont fait l'objet d'une présentation détaillée dans ce qui suit, étant donné que ces huit exemples "type" sont représentatifs des différents cas rencontrés.

Par ailleurs, une présentation synthétisée, mettant en parallèle les principales notions de comportement de ces vingt espèces, constitue (dans le chapitre suivant) la récapitulation indispensable pour la conclusion de cette étude espèce par espèce.

a) Le Niangon, *Tarrietia utilis*.*

Cette espèce, qui a précédemment été prise comme exemple des sorties de données numériques (en annexes 3 et 4) est ici traitée en tant qu'exemple complet des trois possibilités de représentation graphique des résultats qui ont été systématiquement effectués pour chaque espèce étudiée.

Ce choix du Niangon ne s'est pas fait au hasard, et ceci pour diverses raisons :

- D'une part, le Niangon est une des espèces principales de première catégorie les mieux représentées en effectif et plus particulièrement, l'espèce la plus fréquente du périmètre d'Irobo.
- D'autre part, le Niangon présente une réaction "classique" vis-à-vis des traitements sylvicoles, autrement dit, il représente globalement la dynamique en peuplement la plus couramment observée et constitue donc un exemple "type" de comportement.
- En outre, le Niangon est une espèce bien connue en plantation qui a fait l'objet d'études préalables en peuplement naturel (document n° 8 en bibliographie) et dont la présence exclusivement cantonnée au périmètre d'Irobo n'impose, en tant que 1er exemple, qu'une seule série de trois schémas à commenter.

* Pour certains botanistes = *Heritiera utilis*.

Pour d'autres, la synonymie des genres *Heritiera* et *Tarrietia* n'est pas à retenir et il est préférable de conserver *Tarrietia* pour les espèces concernées d'Afrique.

La première représentation de l'évolution de l'accroissement du diamètre met bien en évidence que le Niangon réagit très favorablement aux éclaircies par empoisonnement des espèces secondaires situées dans son voisinage. En effet, les deux courbes correspondant à la croissance du diamètre pour les arbres ayant bénéficié de l'éclaircie se trouvent nettement au-dessus de celle des arbres en parcelles intouchées (témoins).

Par contre, (et ceci est souvent constaté pour la plupart des espèces) il n'est pas possible de départager les deux intensités d'éclaircie : les deux courbes se chevauchant l'une l'autre.

Les accroissements moyens annuels sur le diamètre pour une période de quatre années successives sont pour les parcelles témoins de :

0,3 cm/an pour les tiges de 10 à 25 cm de diamètre
et 0,6 cm/an pour les tiges de plus de 25 cm de diamètre

et pour l'ensemble des parcelles éclaircies de :

0,6 cm/an pour les tiges de 10 à 25 cm de diamètre
et 0,9 cm/an pour les tiges de plus de 25 cm de diamètre.

Ce gain de croissance de 100 % pour les petits arbres et de 50 % pour les individus moyens ou gros, est d'autant plus important qu'il se maintient dans le temps, ainsi qu'il est possible de le constater grâce à la deuxième représentation de l'évolution de l'accroissement du diamètre qui décompose la période de 4 ans d'observations en deux : une première campagne couvrant les deux premières années suivant l'application des traitements sylvicoles et une deuxième campagne couvrant les deux années suivantes (3e et 4e).

Les deux graphiques de cette deuxième représentation décomposée montrent bien que l'écart de croissance entre :

témoin et éclaircie moyenne
ou témoin et éclaircie forte

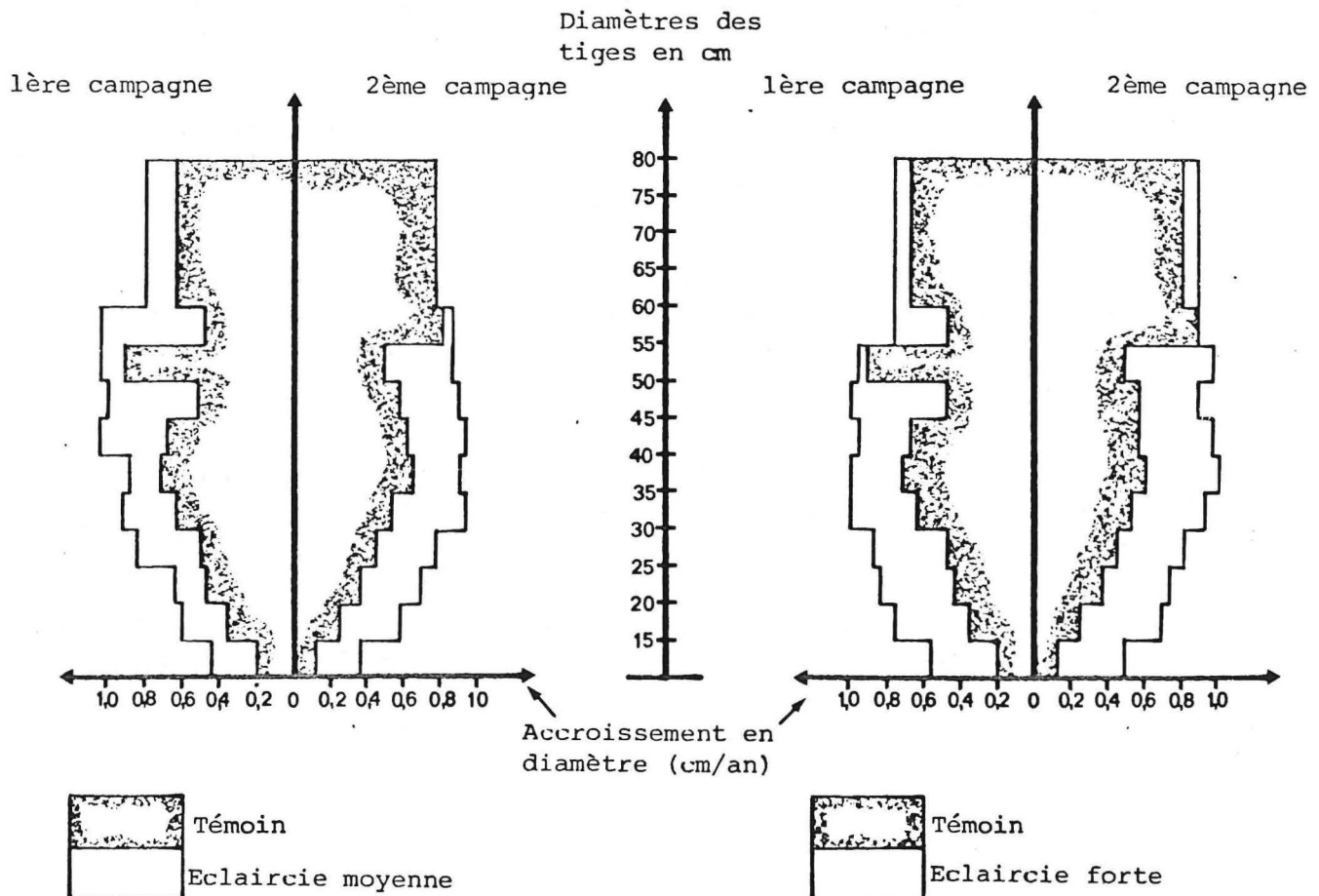
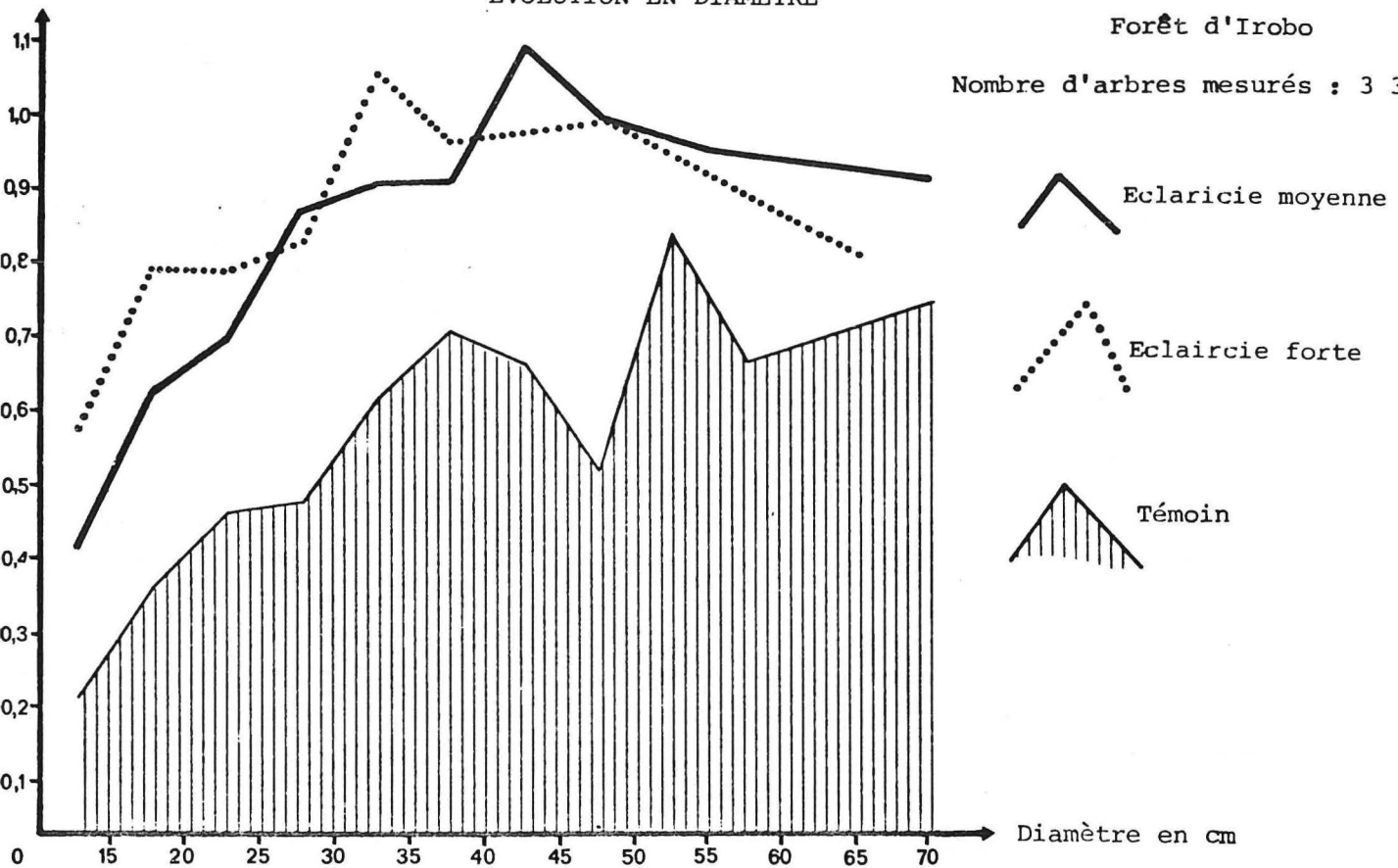
se maintient, voire même augmente, entre la première et deuxième campagne.

Ceci vient d'ailleurs confirmer ce qui avait été déjà constaté grâce aux arbres suivis par rubans dendromètres métalliques permanents à une cadence de mesures semestrielles (cf. document n° 13).

EVOLUTION EN DIAMETRE

Forêt d'Irobo

Nombre d'arbres mesurés : 3 319



Quant à la troisième représentation (page suivante), celle-ci est peut-être la plus spectaculaire des trois : elle représente, en trois dimensions fictives, l'évolution du volume comparé entre parcelles témoin et parcelles traitées (avec une légère pondération corrective tenant compte du nombre moyen de tiges de Niangon à l'hectare).

Cette représentation mérite quelques précisions pour en faciliter la compréhension : le schéma supérieur fait figurer, au-dessus du plan O, les valeurs positives en volume acquis par accroissement du peuplement moyen de Niangon à l'hectare (pointillé noir) et en volume annuel de recrutement ou volume des petites tiges ayant atteint 10 cm de diamètre au cours d'une année (en grisé). Cette dernière valeur se rajoutant par dessus la première sur le schéma.

Au-dessous du plan O : ce sont les valeurs négatives du volume qui figurent sur ce schéma (pointillé clair) elles correspondent au volume de mortalité ou volume d'arbres "naturellement" disparus (chablis et morts sur pied) au cours d'une année.

Le schéma inférieur représente le gain effectif en volume qui est le cumul de valeurs (positives ou négatives) précédentes et qui constitue le vrai bilan de croissance en volume à l'hectare du Niangon pour une année ; et ceci, pour les trois traitements.

Il faut remarquer qu'il suffit qu'un seul Niangon de taille moyenne disparaisse annuellement sur une surface d'une dizaine d'hectares pour qu'un volume important soit perdu ; c'est l'ensemble du volume de l'arbre qui est ainsi défalqué au bilan de croissance.

A titre d'exemple : 1 Niangon de 41 cm de diamètre déraciné ou mort sur pied au sein d'un peuplement couvrant dix hectares, représente une perte sèche de 1,66 m³/10 ha, soit 166 dm³/ha. Ce qui correspond au volume de mortalité annuelle des parcelles témoin.

Dans le même ordre d'idées, il faut qu'au moins une tige à l'hectare atteigne 10 à 11 cm de diamètre pour obtenir un acquis en volume recrutement d'environ 88 dm³/ha/an correspondant au volume moyen atteint par le traitement éclaircie forte.

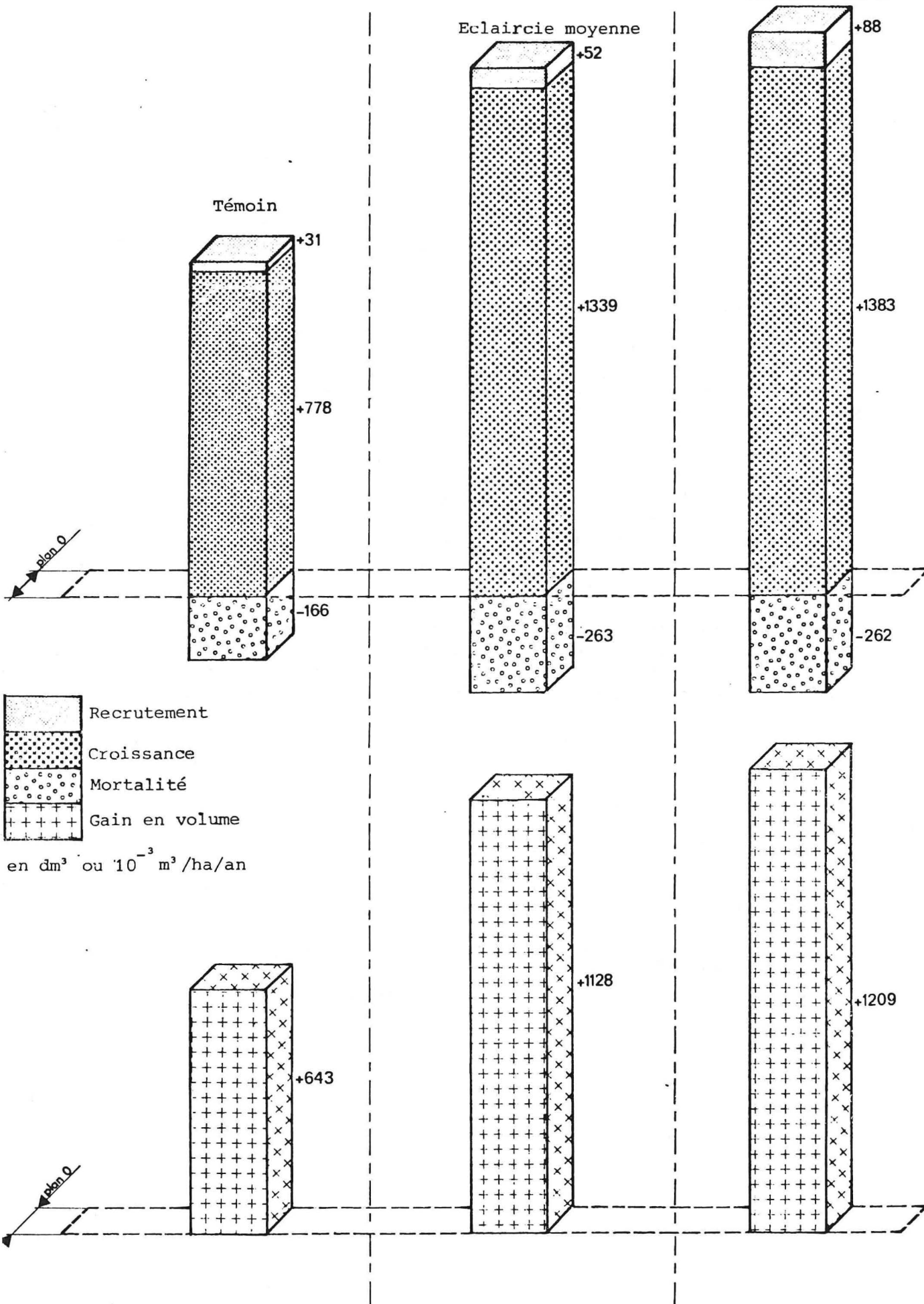
Enfin, toujours à titre d'exemple, un volume de croissance annuelle de l'ordre de 1,339 m³/ha/an ou 1 339 dm³/ha/an qui est celui constaté pour le traitement éclaircie moyenne, correspond à l'augmentation de volume de 18 arbres à l'hectare de 41 cm de diamètre dont la croissance annuelle moyenne en diamètre serait proche de 0,9 cm.

Il apparaît ainsi, que la disparition d'un seul Niangon de 41 cm de diamètre contrebalance largement le volume produit annuellement par une vingtaine d'individus de même nature.

Forêt d'Irobo

EVOLUTION EN VOLUME (à 1'hectare)

Eclaircie forte



Commentaires sur les résultats d'évolution comparée des volumes :

- Le recrutement est, sans conteste, fortement stimulé par l'ouverture du peuplement par éclaircie. En effet, le nombre (et le volume) de petites tiges accédant à l'étage supérieur du peuplement est plus important au sein des parcelles traitées. Ce phénomène est d'autant plus marqué que l'intensité de l'éclaircie est prononcée (phénomène qui est vérifié, par ailleurs, pour la plupart des espèces) :

Parcelles moyennement éclaircies	: 52 dm ³ /ha/an
Parcelles fortement éclaircies	: 88 dm ³ /ha/an
Parcelles intouchées (témoins)	: 30 dm ³ /ha/an

soit une augmentation moyenne de 6 % des effectifs du peuplement initial de Niangon des parcelles éclaircies et une augmentation de 3 % pour les témoins (cf. tableau page

- En ce qui concerne la mortalité, celle-ci apparaît supérieure au sein des parcelles éclaircies par rapport aux témoins. Toutefois, par comparaison avec les résultats obtenus pour d'autres espèces, il s'agit d'une constatation ponctuelle peu généralisable. La mortalité ne présente pas de lien direct avec les traitements et encore moins avec l'intensité de ceux-ci et varie très fortement avec l'espèce considérée.

- La croissance en volume est nettement supérieure pour les traitements par éclaircie (75 % plus forte que pour les témoins). Mais cette croissance reste identique pour les deux intensités d'intervention (ce fait est, lui aussi, souvent constaté pour la plupart des essences étudiées).

- Tout compte fait, le bilan de production final se traduit par un doublement de la productivité en faveur des parcelles éclaircies :

Témoins	: 0,64 m ³ /ha/an
Eclaircie moyenne	: 1,13 m ³ /ha/an
Eclaircie forte	: 1,21 m ³ /ha/an

Le volume réellement induit par l'intervention en éclaircie est donc compris entre 0,5 et 0,6 m³/ha/an pour le cas du périmètre d'Irobo.

Remarque : Dans le cadre d'un massif forestier aménagé, une récupération, du moins partielle, des arbres récemment tombés ou sur le point de mourir sur pied serait envisageable et augmenterait sensiblement le bilan global de production.

b) Le Ba (*Celtis mildbraedii*)

Cette espèce principale de seconde catégorie a fait, à l'instar du Niangon, l'objet d'études préalables précises notamment sur l'effet de la concurrence des arbres voisins (cf. Documents n° 9, 12 et 18).

La réponse du Ba à l'intensité des traitements est très nette et permet d'établir une bonne gradation de ceux-ci. C'est la principale raison du choix de cette espèce en tant que second exemple caractéristique.

En outre, le Ba est l'espèce la mieux représentée non seulement sur le périmètre de Mopri (68 tiges/ha) mais encore sur celui de la Téné (61 tiges/ha), ce qui confère une grande fiabilité aux résultats de croissance et permet une bonne comparaison de comportement d'une même espèce sur deux sites différents, avec la possibilité de prendre en compte le traitement par exploitation.

- A Mopri, les schémas de croissance du diamètre montrent un étagement parfait des traitements : l'éclaircie moyenne étant supérieure au témoin et elle-même inférieure à l'éclaircie forte. Les accroissements annuels en diamètre varient de 0,2 à 0,45 cm/an pour le témoin et de 0,45 à 0,75 pour les deux éclaircies.

La comparaison des croissances dans le temps pour les deux campagnes de mesures, mettent en évidence une évolution homogène et stable de ce phénomène. (Il en est de même pour La Téné).

- A La Téné, les traitements sont eux aussi nettement distincts en notant bien que l'exploitation induit un gain de croissance (+ 50 %) non négligeable même s'il est inférieur à celui de l'éclaircie moyenne (+ 100 %).

Les accroissements annuels en diamètre sont de 0,15 à 0,40 cm/an pour le témoin, de 0,40 à 0,75 cm/an pour l'éclaircie moyenne et de 0,25 à 0,60 cm/an pour l'exploitation. Ces valeurs sont comparables à celles constatées à Mopri.

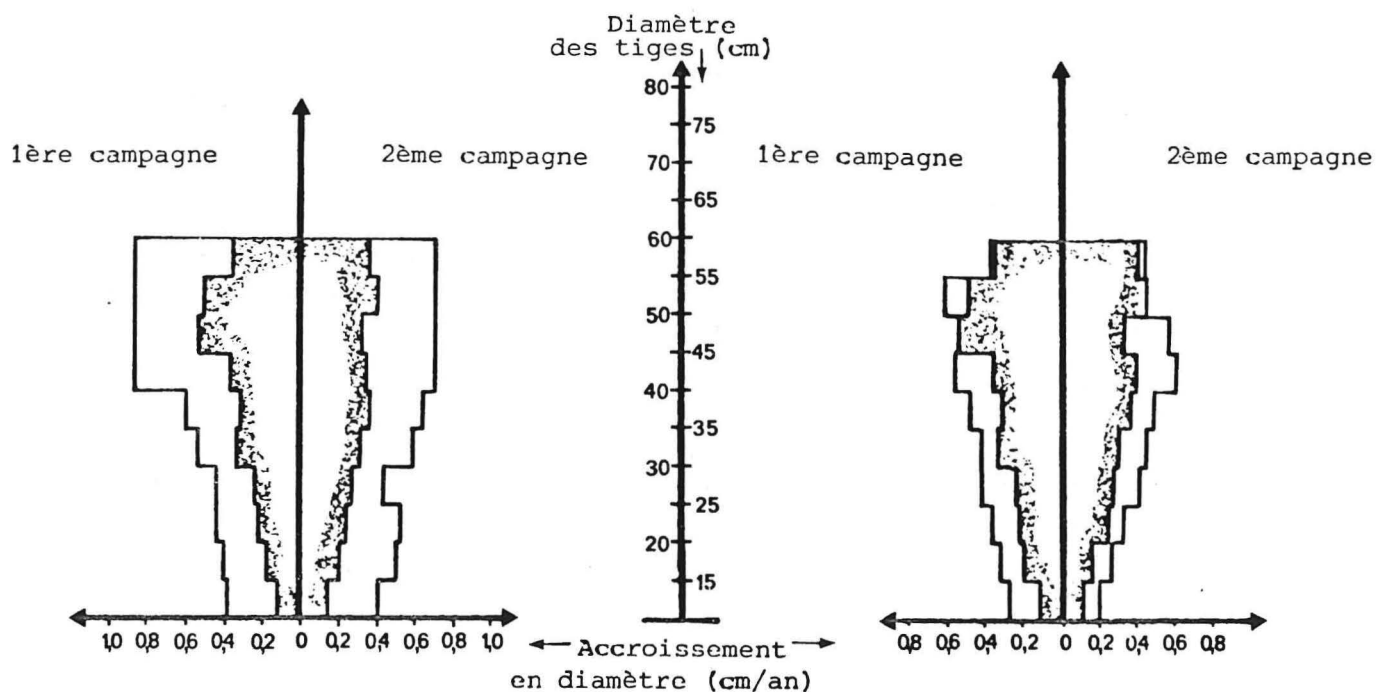
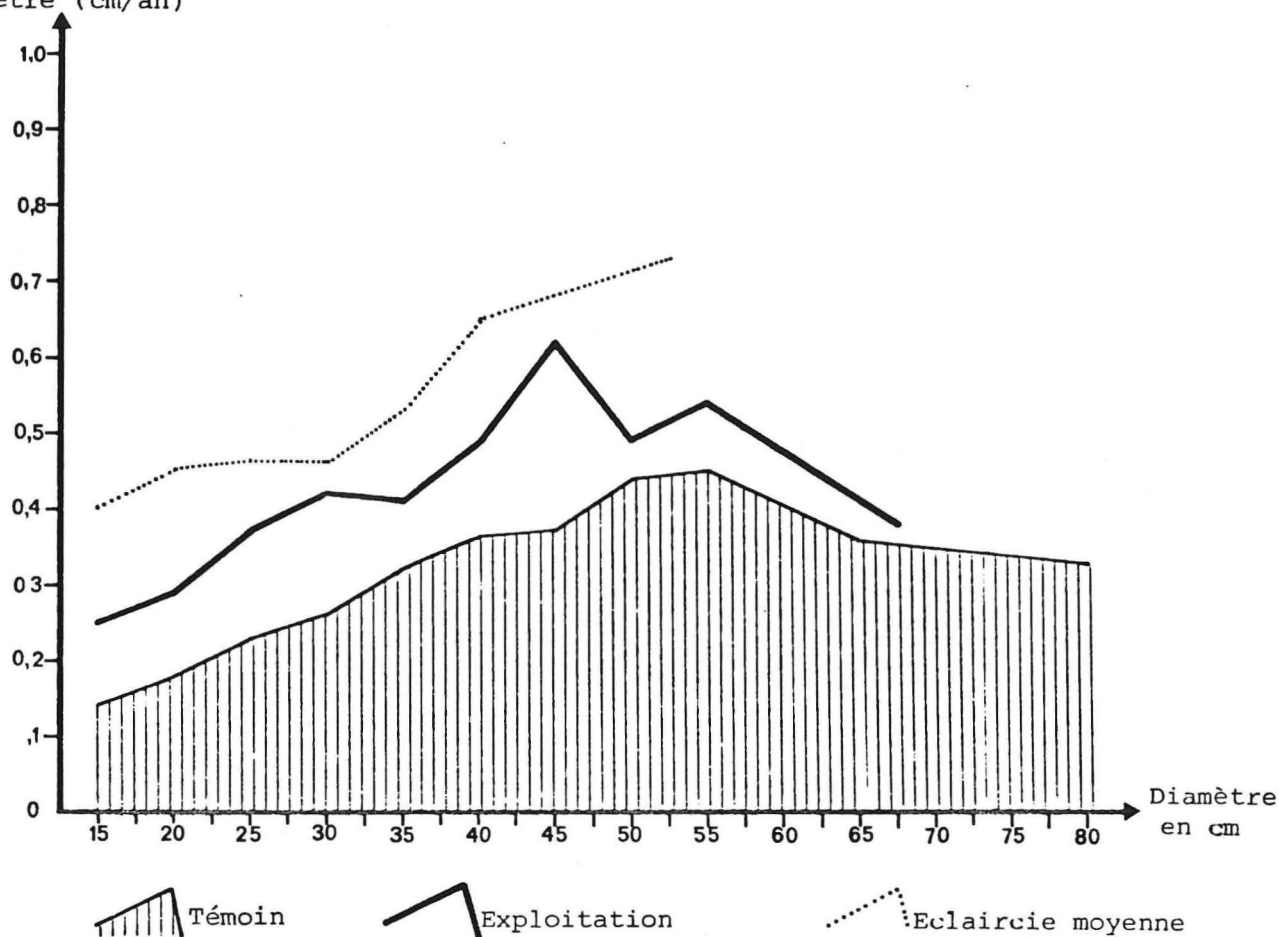
Il est ainsi possible de classer les traitements par ordre décroissant d'importance de réaction à l'ouverture du couvert : En premier, l'éclaircie forte puis l'éclaircie moyenne, ensuite l'exploitation et enfin le témoin. Cette gradation est presque toujours observée même si parfois les traitements effectifs se chevauchent partiellement.

Les données en volume n'ont pas été représentées, mais en se référant au tableau de la page 59 il est possible de constater que le Ba suit une évolution semblable à celle du Niangon : Le recrutement est fortement stimulé par l'éclaircie et la mortalité est à peine supérieure au sein des parcelles sylvicolement touchées.

FORET DE LA TENE
 Nombre d'arbres mesurés : 5 709

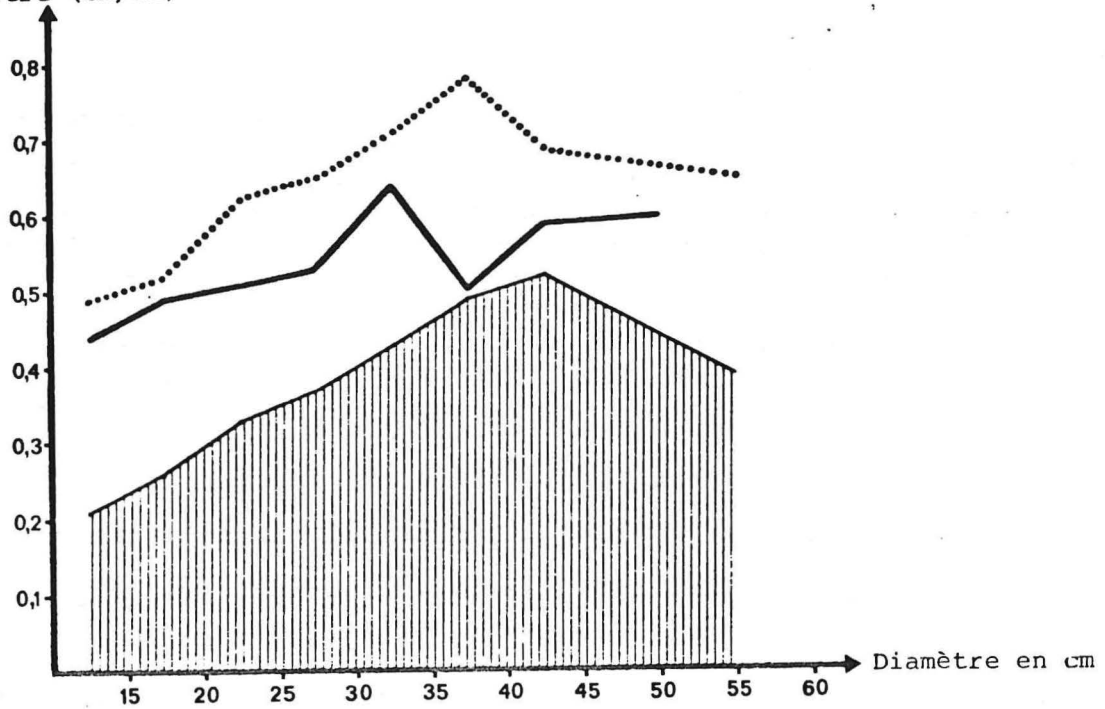
Accroissement du
 diamètre (cm/an)

EVOLUTION EN DIAMETRE



Accroissement
diamètre (cm/an)

EVOLUTION EN DIAMETRE



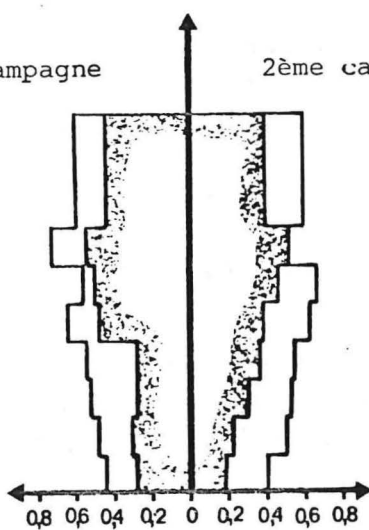
Témoin

Eclaircie
moyenne

Eclaircie
forte

1ère campagne

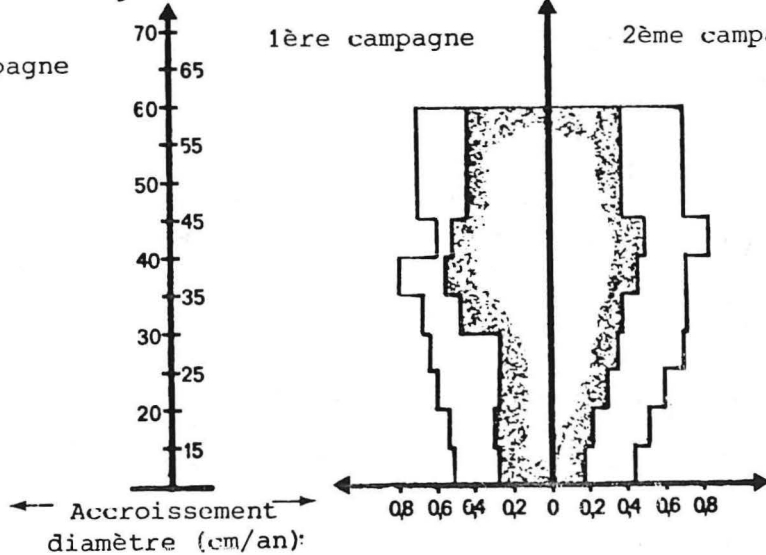
2ème campagne



Diamètre des
tiges en cm

1ère campagne

2ème campagne



Eclaircie moyenne
Témoin

Eclaircie forte
Témoin

c) L'Akossika, *Scotellia* sp.pl.

Sous le nom d'Akossika sont regroupées deux espèces : l'Akossika à grandes feuilles, *Scotellia chevalieri*, et l'Akossika à petites feuilles, *Scotellia coriacea* dont les feuilles sont, bien entendu, plus petites que celles de la première espèce. Il est difficile de distinguer sur pied ces deux espèces qui ont en Côte d'Ivoire des aires de répartition qui se chevauchent et sont souvent au voisinage l'une de l'autre.

"L'aire du *Scotellia chevalieri* semble cependant correspondre surtout aux forêts semi-décidues, tandis que le *Scotellia coriacea* paraît surtout répandu et fréquent dans les forêts à feuilles persistantes"

L'Akossika est ainsi présent sur les trois périmètres (deux espèces confondues) avec une fréquence suffisante pour pouvoir comparer les trois sites ; c'est le seul cas rencontré le permettant.

En outre, il a été constaté que la distribution du nombre de tiges à l'hectare en fonction des classes de diamètre au sein des parcelles témoin est identique à celle des parcelles moyennement éclaircies, en cumulant les fréquences des trois périmètres ; ce qui est bien mis en évidence par le diagramme en bâtonnets de la page 40, usuel pour la représentation de "structures d'espèces".

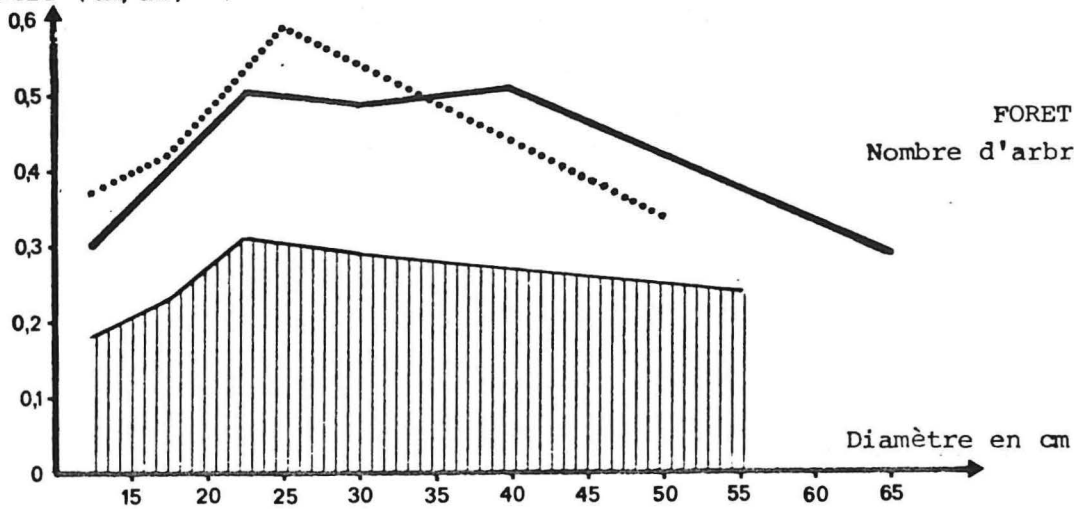
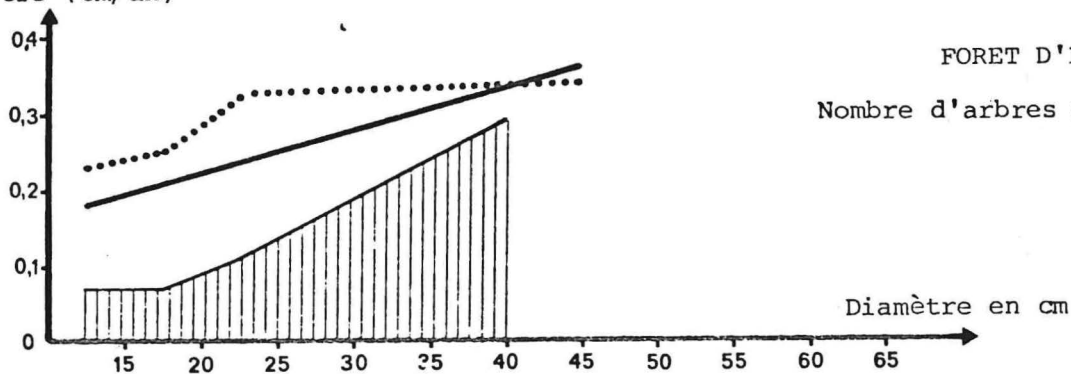
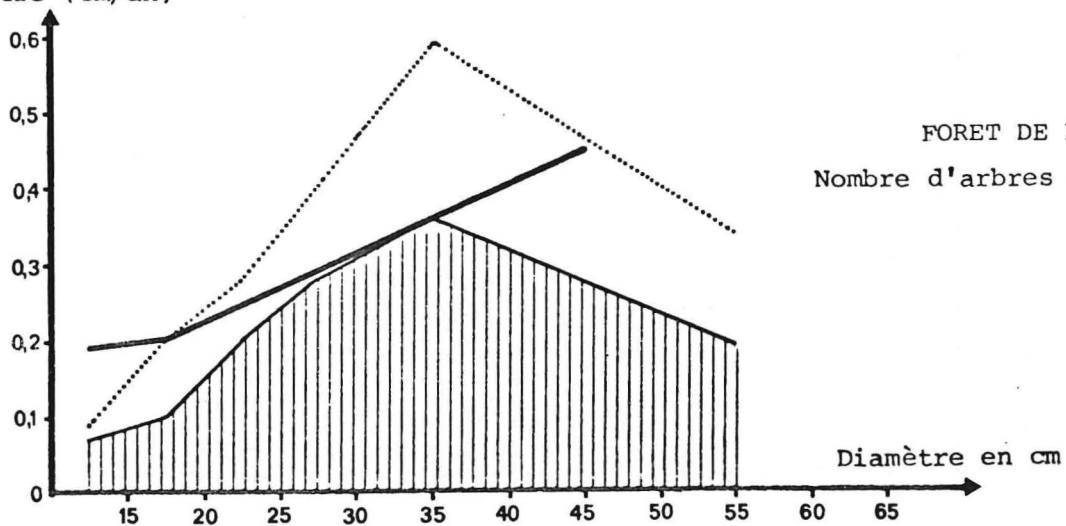
Ce qui précède est important à deux titres :

- la comparaison simple et directe entre témoin et éclaircie moyenne est donc possible sans utiliser la moindre pondération,
- et en plus, est vérifié, le principe souvent avancé, selon lequel la structure d'une espèce en forêt naturelle tend à apparaître et à se stabiliser en multipliant les sites d'observation et en augmentant la surface sondée par site.

Cette structure, ou place ordonnée, qu'occupe une espèce en forêt, existe bien, malgré l'hétérogénéité apparente des peuplements naturels qui n'est en fait que visuelle.

La succession des trois représentations de l'accroissement du diamètre pour chaque périmètre d'essais est en cohérence avec les observations déjà faites soit pour le Niangon, soit pour le Ba, mise à part la supériorité (à la Téné) du traitement exploitation par rapport à l'éclaircie, ce qui constitue une exception.

La comparaison entre périmètres montre que le potentiel de croissance diffère entre sites. Ce fait, généralement constaté, peut, dans le cas présent, être accentué par les disparités entre échantillons d'arbres mesurés et aussi par le regroupement de deux espèces.

Accroissement
diamètre (cm/an)Accroissement
diamètre (cm/an)Accroissement
diamètre (cm/an)

Témoin



Eclaircie moyenne



Exploitation



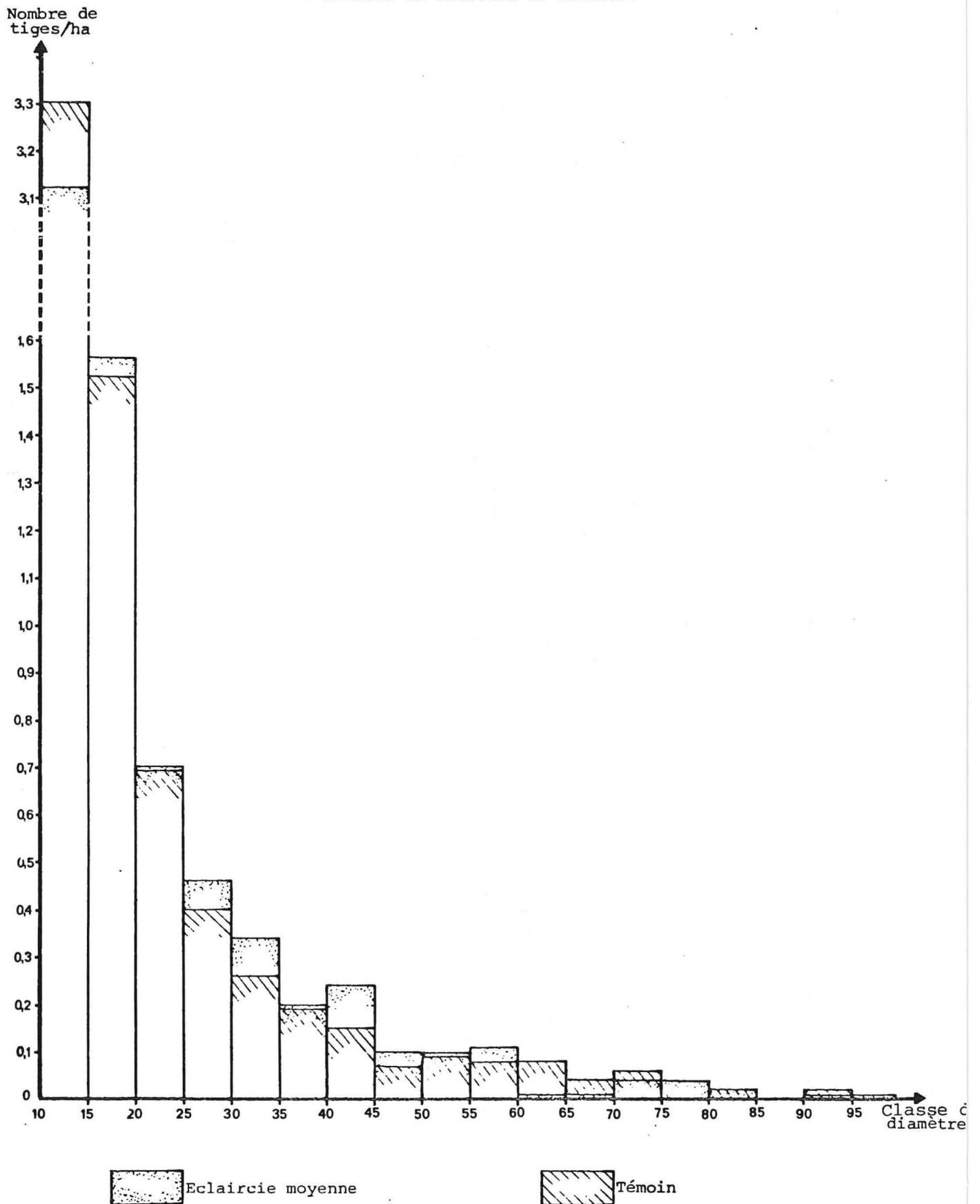
Eclaircie forte

AKOSSIKA (*Scottelia* sp.pl.)

40.

(Mopri + Téné + Irobo)

Distribution du nombre de tiges à l'hectare en fonction du diamètre



La possibilité de comparer deux traitements sylvicoles suivant des échantillons de structure identique est offerte, dans le cas présent, pour le témoin et l'éclaircie moyenne, grâce au cumul des effectifs des trois périmètres. (Cette possibilité de comparaison adéquate est à rechercher systématiquement pour mener à bien l'étude précise et sans trop de biais, de toute espèce d'importance).

La représentation graphique de l'évolution comparée du volume a été directement faite à partir de valeurs absolues (à l'hectare) et il apparaît que :

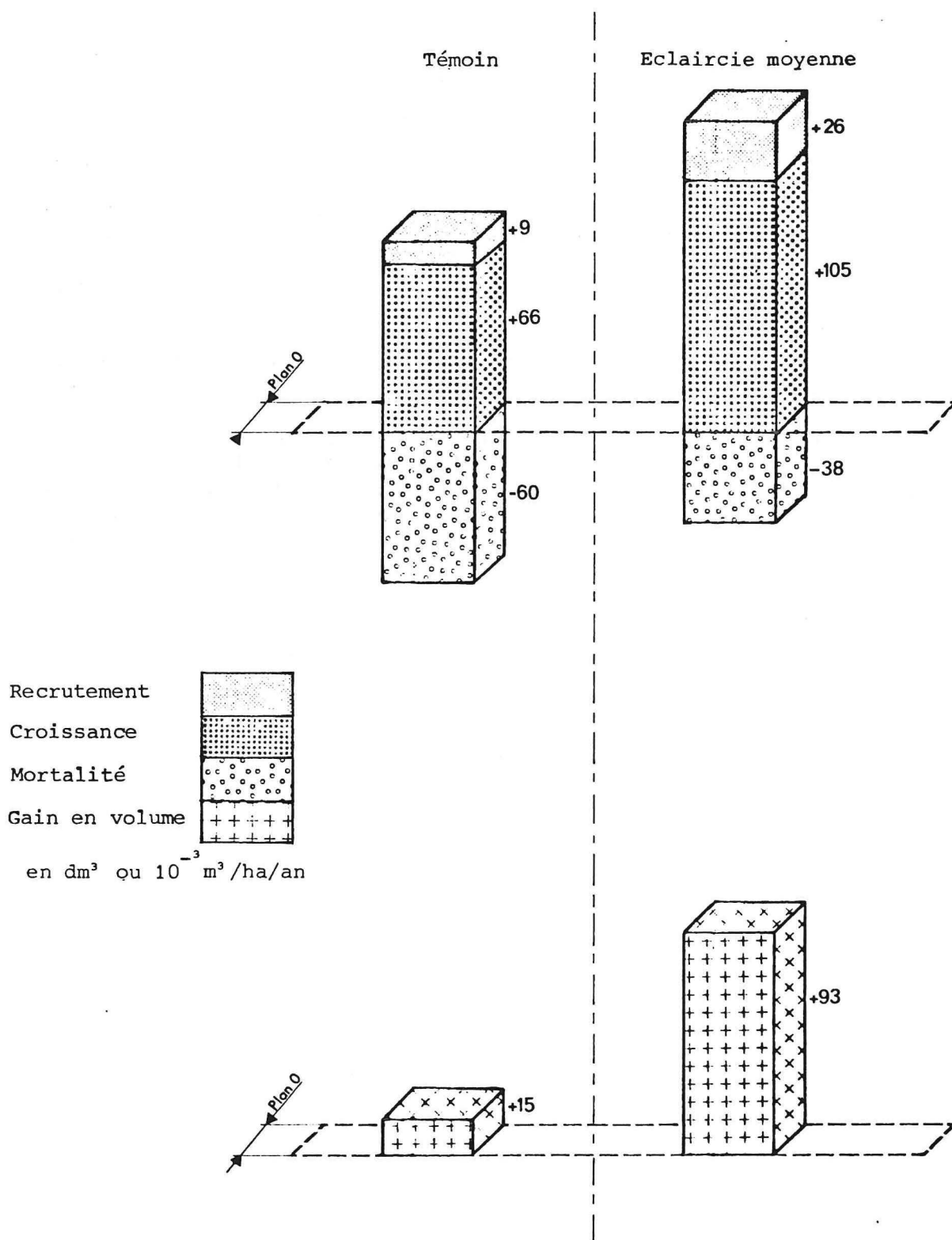
- Le volume de recrutement est triplé et celui d'accroissement est presque doublé par l'éclaircie !
- La mortalité est supérieure pour le témoin, mais ceci tient davantage du hasard de quelques chablis !

L'importance du volume perdu par mortalité est, par contre, significative d'espèces dont la propension à faire des chablis est parfois alarmante (cas de l'Akatio en page 50). La mortalité fréquente d'arbres de taille importante peut réduire à néant l'acquis annuel en volume ; phénomène flagrant pour les parcelles intouchées dont le gain en volume n'est que de 15 dm³/ha/an, six fois inférieur à celui des parcelles moyennement éclaircies.

AKOSSIKA (*Scottelia* sp. pl.)

(Mopri , Téné , Irobo)

EVOLUTION EN VOLUME (à 1'hectare)



d) Le Kotibé, *Nesogordonia papaverifera*

Le Kotibé dont le comportement s'avère être "classique" (cf. tableau page 59) pour des accroissements en diamètre assez faibles, a été retenue en tant qu'exemple caractéristique d'irrégularité de croissance.

En effet, il suffit de considérer les schémas d'évolution de la croissance du diamètre dans le temps pour constater des différences notables de croissance au sein des parcelles témoin ou éclaircies entre périmètres et entre arbres petits et gros (notamment à La Téné).

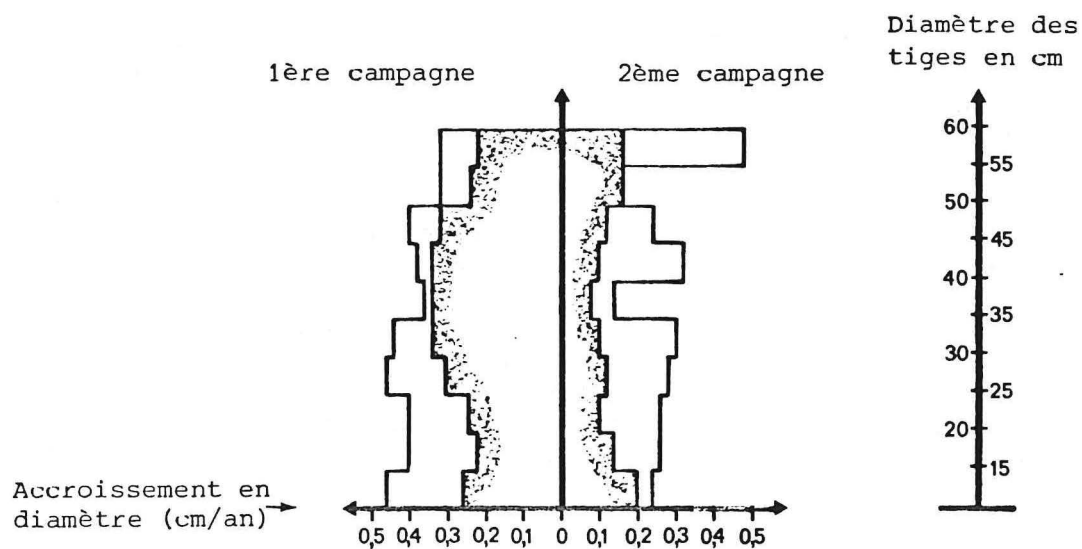
De surcroît, il est aisé de déceler une chute de croissance au cours de la deuxième campagne (3e et 4e année) aussi bien pour le témoin que pour l'éclaircie moyenne, de façon nette à Mopri et spectaculaire à La Téné.

Ce ralentissement de croissance, vérifié par ailleurs pour d'autres essences, correspond aux années 1981 et 1982 particulièrement sèches. Ce phénomène climatique qui pourrait expliquer une moindre croissance pour le Kotibé, a été tellement prononcé qu'il a été la cause première des feux intenses qui ont partiellement détruit le massif de La Téné en janvier 1983.

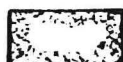
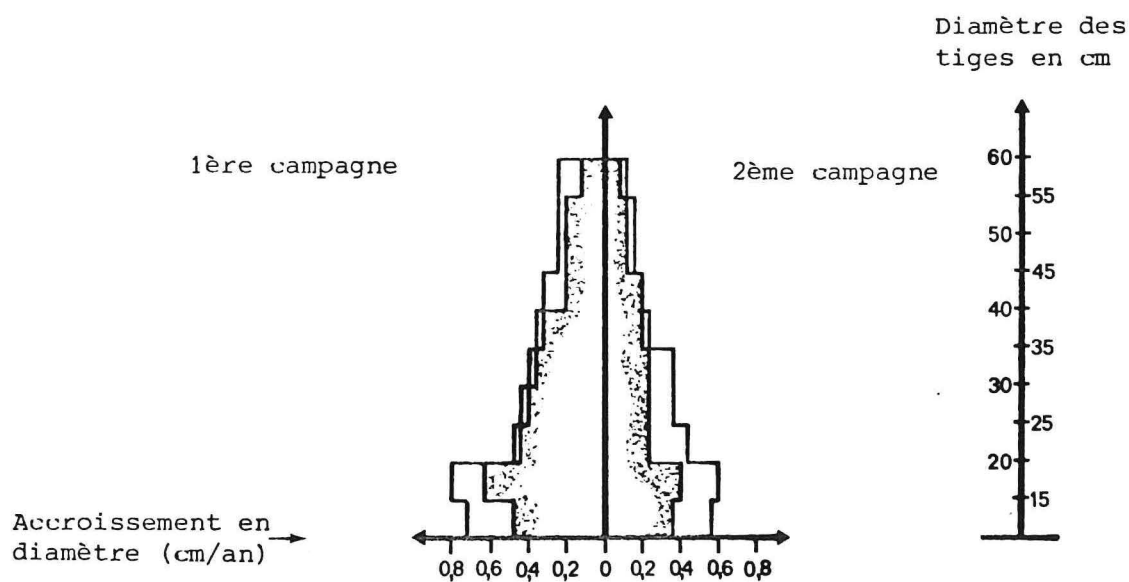
KOTIBÉ
(*Nesogordonia papaverifera*)

EVOLUTION DU DIAMETRE

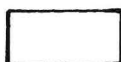
En forêt de la Téné
(1978 arbres mesurés)



En forêt de MOPRI
(699 arbres mesurés)



Témoin



Eclaircies moyennes

- e) Le Bossé, *Guarea cedrata*. Le Lotofa, *Sterculia rhinopetala*.
L'Aniégré blanc, *Aningueria robusta*.

Ces trois espèces bien connues sont présentées pour servir d'exemple répétitif étayant les observations faites précédemment. Seule l'évolution comparée des volumes est proposée car elle constitue un condensé facile à appréhender et suffisamment explicite du comportement.

Dans tous les cas les valeurs dévolues au recrutement ou à la croissance du peuplement sur pied sont systématiquement supérieures pour les traitements effectifs (éclaircie ou exploitation).

La distinction entre intensités d'éclaircie n'est pas évidente. Le degré plus ou moins fort d'empoisonnement d'espèces secondaires n'induit pas obligatoirement une accélération de la production en accord avec ce degré d'intervention (l'avantage étant parfois enregistré pour l'éclaircie moyenne).

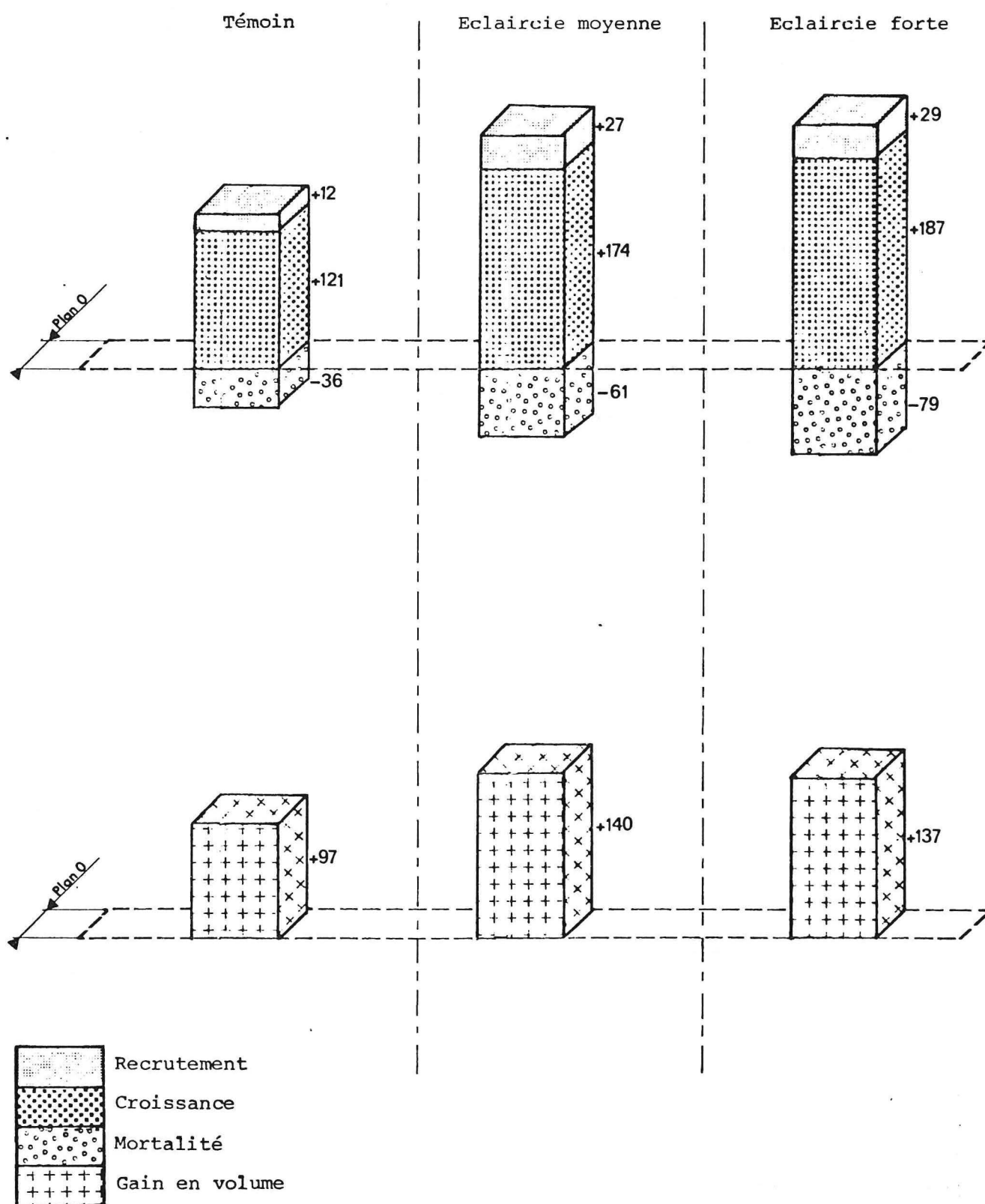
La mortalité n'est pas systématiquement moindre dans les parcelles intouchées, mais elle s'avère décisive pour le bilan final de gain en volume. A remarquer, l'importance de la perte par mortalité pour l'Aniégré blanc.

BOSSÉ (*Guarea cedrata*)

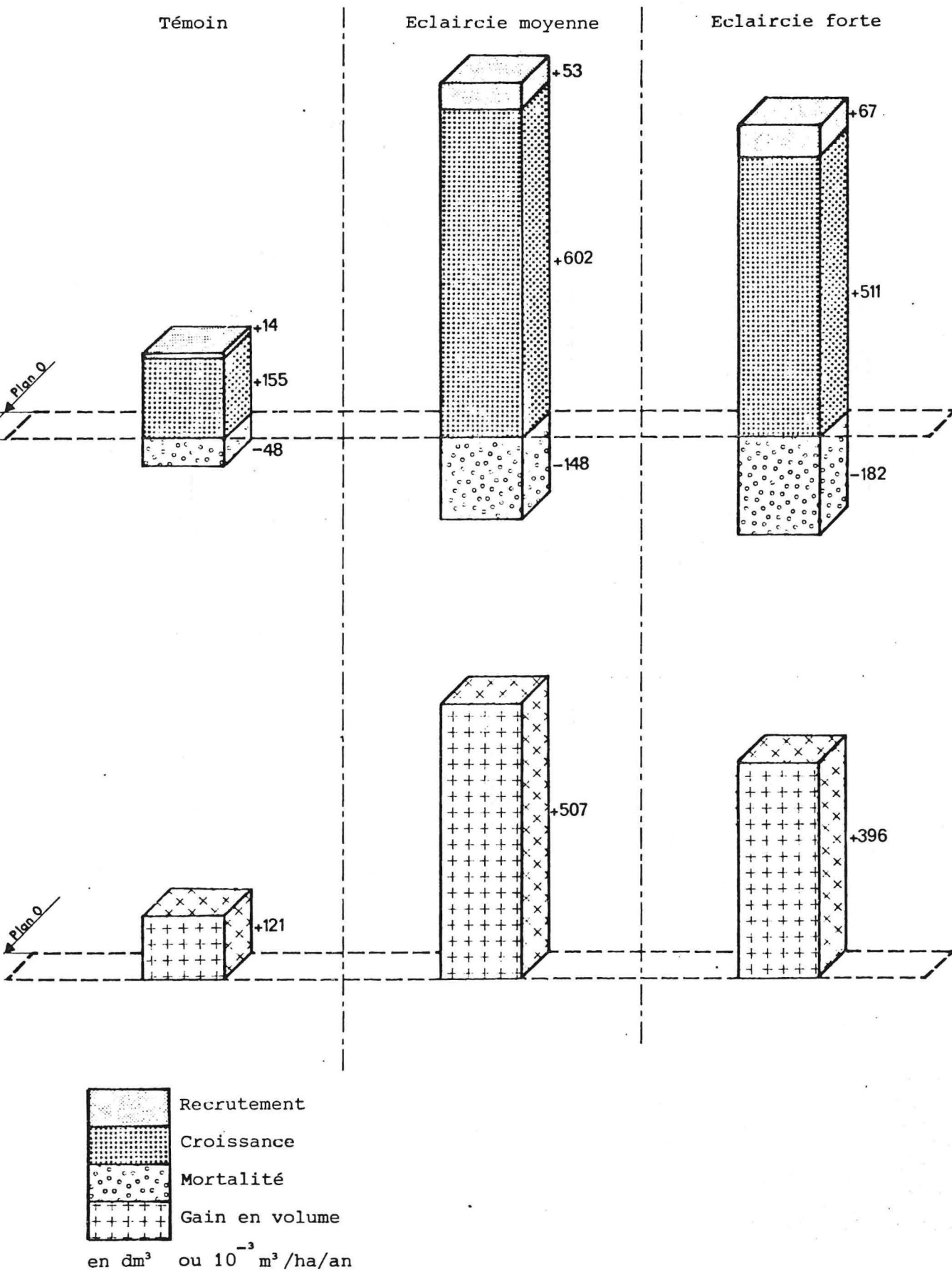
FORET DE MOPRI

Nombre d'arbres mesurés : 768

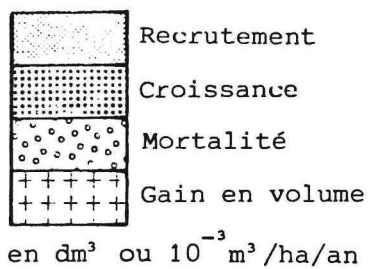
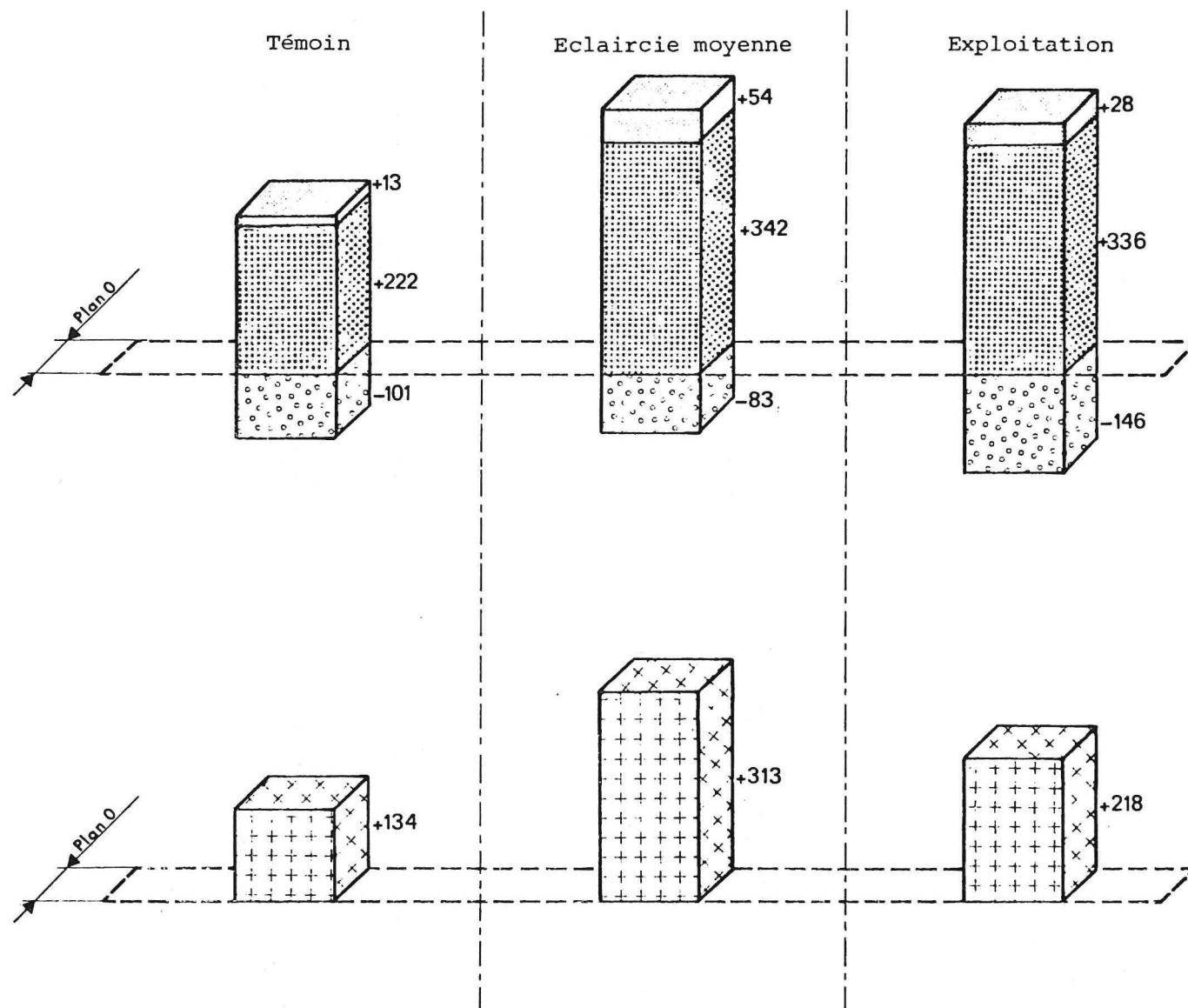
EVOLUTION EN VOLUME (à 1'hectare)

en dm^3 ou $10^{-3} \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$

EVOLUTION EN VOLUME (à 1'hectare)



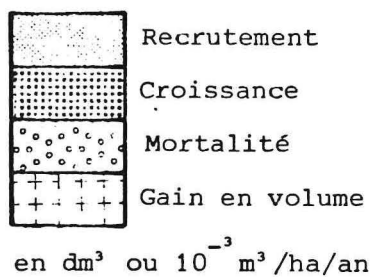
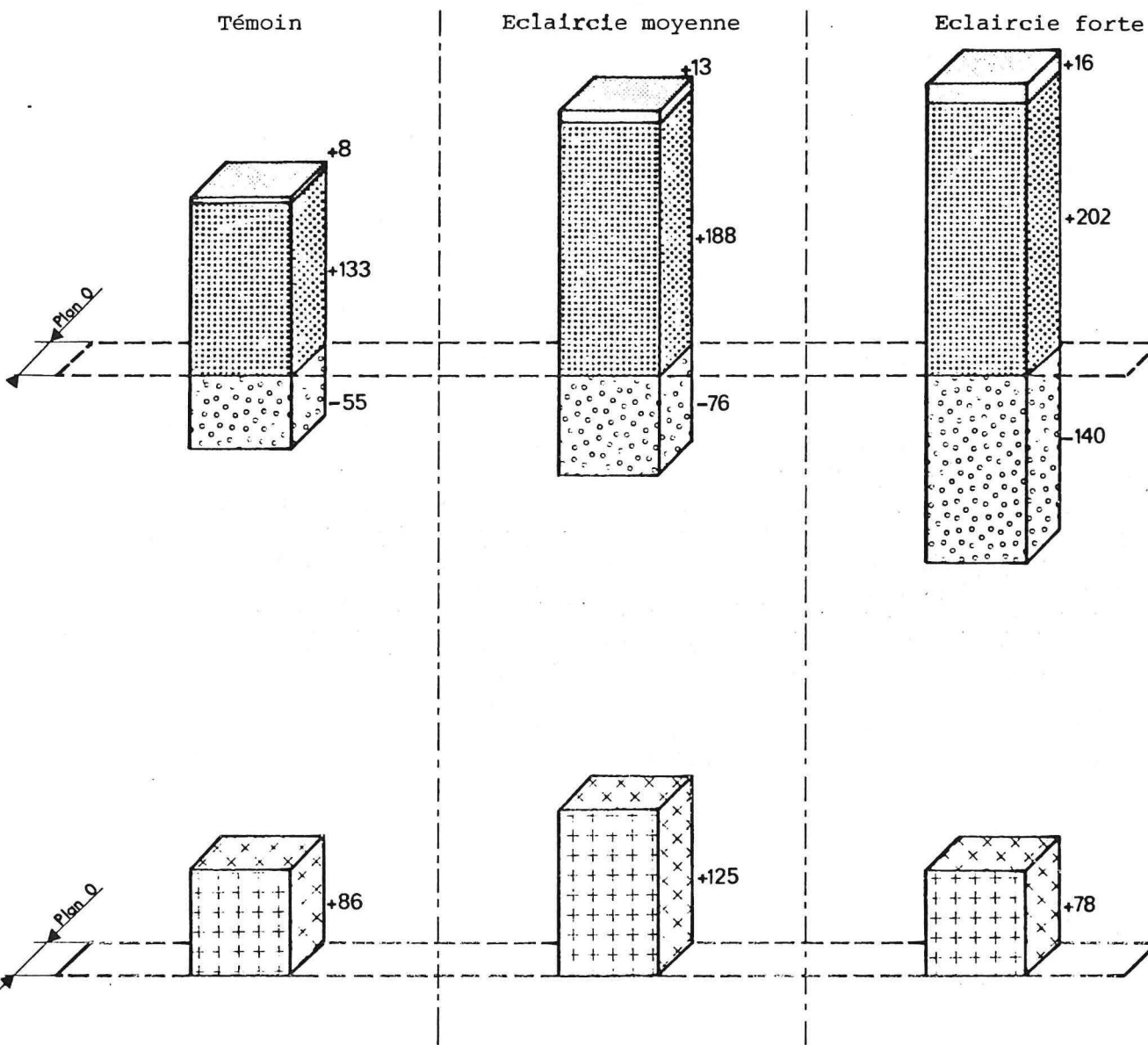
EVOLUTION EN VOLUME (à 1'hectare)



FORET DE MOPRI

Nombre d'arbres mesurés : 654

EVOLUTION DU VOLUME (à 1'hectare)



f) L'Akatio, Gambeya delevoyi

Cette espèce a été retenue en tant que dernier exemple car elle est représentative des espèces présentant une propension importante à faire l'objet de chablis. Ce phénomène est d'autant plus spectaculaire qu'il touche préférentiellement les plus gros individus et qu'il entraîne ainsi des pertes considérables en volume sur pied.

A l'instar du Niangon, l'Akatio réagit aux éclaircies sans distinction nette entre intensités d'intervention et avec un gain de croissance en diamètre de l'ordre de 50 % à Mopri (voir schéma) et proche de 100 % à La Téné :

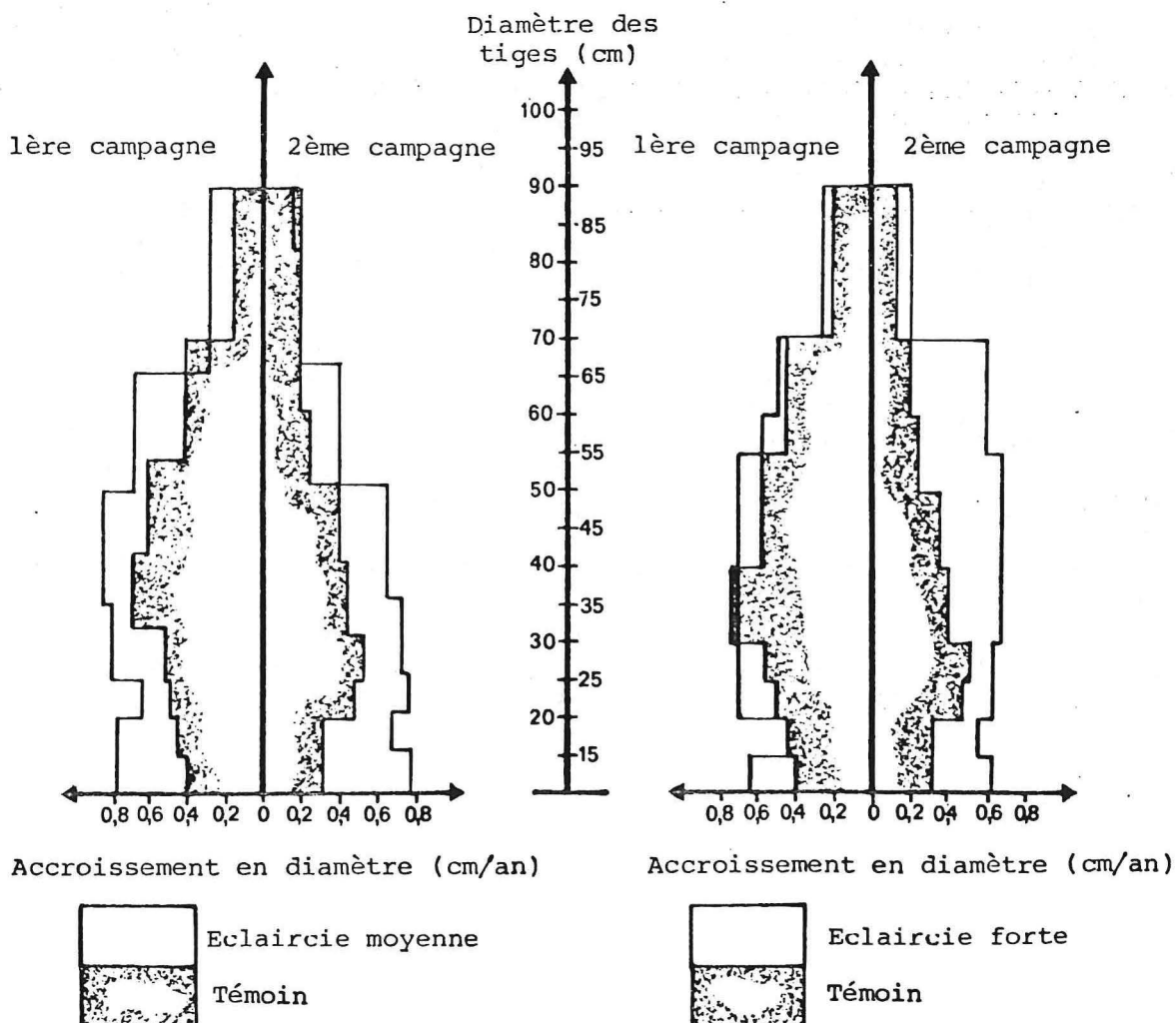
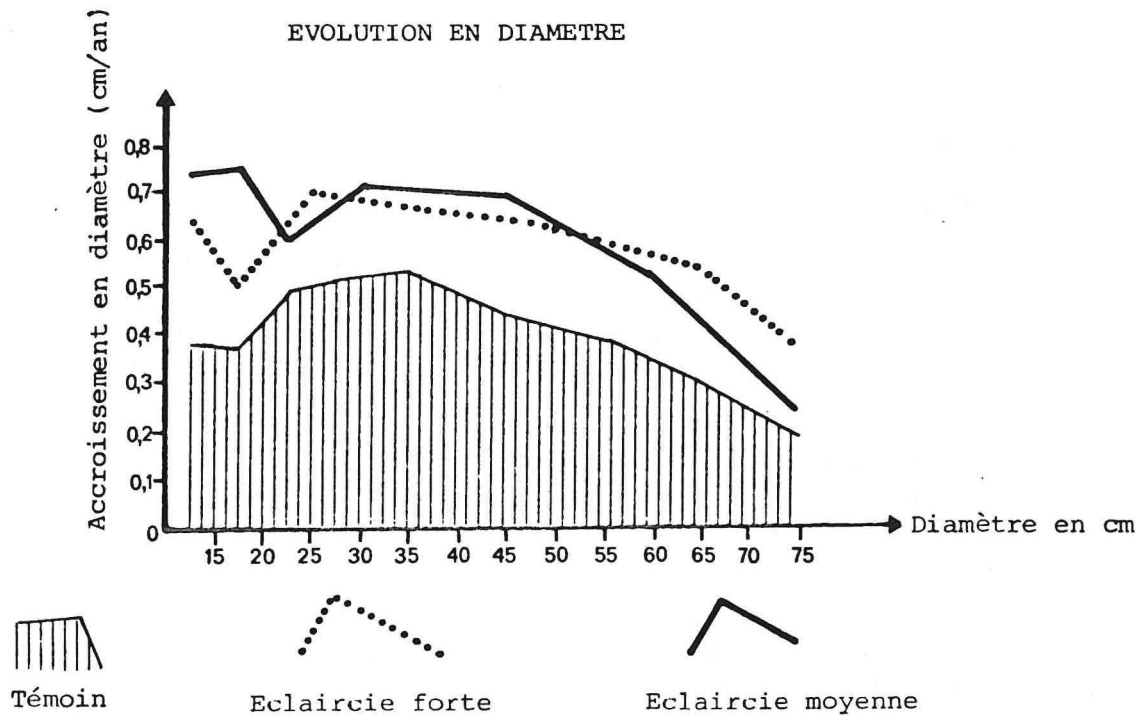
- Mopri parcelles témoin : 0,30 à 0,50 cm/an sur le diamètre
 parcelles éclaircies : 0,50 à 0,75 cm/an sur le diamètre
- La Téné parcelles témoin : 0,15 à 0,30 cm/an sur le diamètre
 parcelles éclaircies : 0,35 à 0,50 cm/an " "
 parcelles exploitées : 0,15 à 0,50 cm/an " "

Le traitement exploitation n'induit un gain de croissance que pour les plus grosses tiges.

Est à remarquer que la croissance est en valeur absolue plus forte pour les tiges moyennes d'Akatio alors que ce sont les plus grosses qui présentent la plus forte croissance dans le cas du Niangon ou du Ba. Chaque espèce présente donc sa propre modalité de croissance.

De même que pour le Kotibé (présenté ci-devant), la chute globale de croissance au cours de la deuxième campagne est bien patente notamment pour les parcelles intouchées de Mopri (voir schéma). Cette chute de croissance a également été constatée à La Téné, surtout pour le témoin et de manière moins marquée pour les deux traitements d'éclaircie et d'exploitation.

FORET DE MOPRI Nombre d'arbres mesurés : 940



Evolution du volume (mortalité)

Le recrutement en "jeunes" tiges a plus que doublé par l'action des traitements (éclaircie ou exploitation) tant à Mopri qu'à La Téné. Quant à la croissance en volume des peuplements, celle-ci est légèrement favorisée par les traitements sans pouvoir déceler la moindre tendance entre intensités d'intervention.

Le fait essentiel caractérisant l'espèce est, sans conteste, l'importance de la mortalité : La mortalité qui est, déjà, apparue importante pour l'Aniégré blanc, acquiert des proportions spectaculaires en ce qui concerne l'Akatio.

Le pourcentage d'arbres morts s'avère être "normale" (par comparaison aux autres espèces) pour les nombreuses petites tiges : 4 à 5 % des arbres compris entre 10 et 25 cm de diamètre.

Par contre, la mortalité dite "naturelle" touche un Akatio sur dix (10 %) de plus de 25 cm de diamètre et ceci, au sein de toutes les parcelles traitées ou intouchées des deux périmètres !

La mortalité habituellement observée pour la plupart des espèces est comprise entre 0 et 5 % à partir de 25 cm de diamètre.

Par ailleurs, est à signaler le fait que cette mortalité spectaculaire est apparue dès la première campagne (au cours des deux premières années). Aussi, ce phénomène n'est donc provoqué (ou accéléré) ni par les variations climatiques, ni par les interventions sylvicoles.

La représentation de l'évolution du volume de l'Akatio à Mopri met bien en évidence que la mortalité domine la croissance intrinsèque du peuplement et le bilan se solde non pas par un gain, mais par une perte considérable en volume : -0,25 m³/ha/an pour les parcelles témoin et - 0,7 m³/ha/an pour l'éclaircie forte !

Cette perte sèche est due à la mort de quelques individus de fort diamètre, qui représentent rapidement un volume important : Le volume d'un seul Akatio de 60 cm de diamètre tombé en chablis est supérieur à 3 m³ et équivaut à la croissance annuelle du peuplement moyen composé de 110 à 120 arbres (de toutes catégories de taille) de même espèce sur une surface de 10 hectares.

La très forte propension (double ou triple) de l'Akatio à faire des chablis n'explique pas à elle seule l'ampleur de perte de volume. En réalité, à cette propension vient se rajouter le fait que cette espèce est fortement représentée au niveau des catégories de tailles comprises entre 40 cm et 80 cm de diamètre et ceci, malgré une fréquence globale qui n'est que moyenne : 11 à 12 tiges à l'hectare.

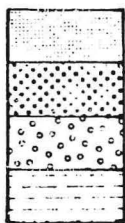
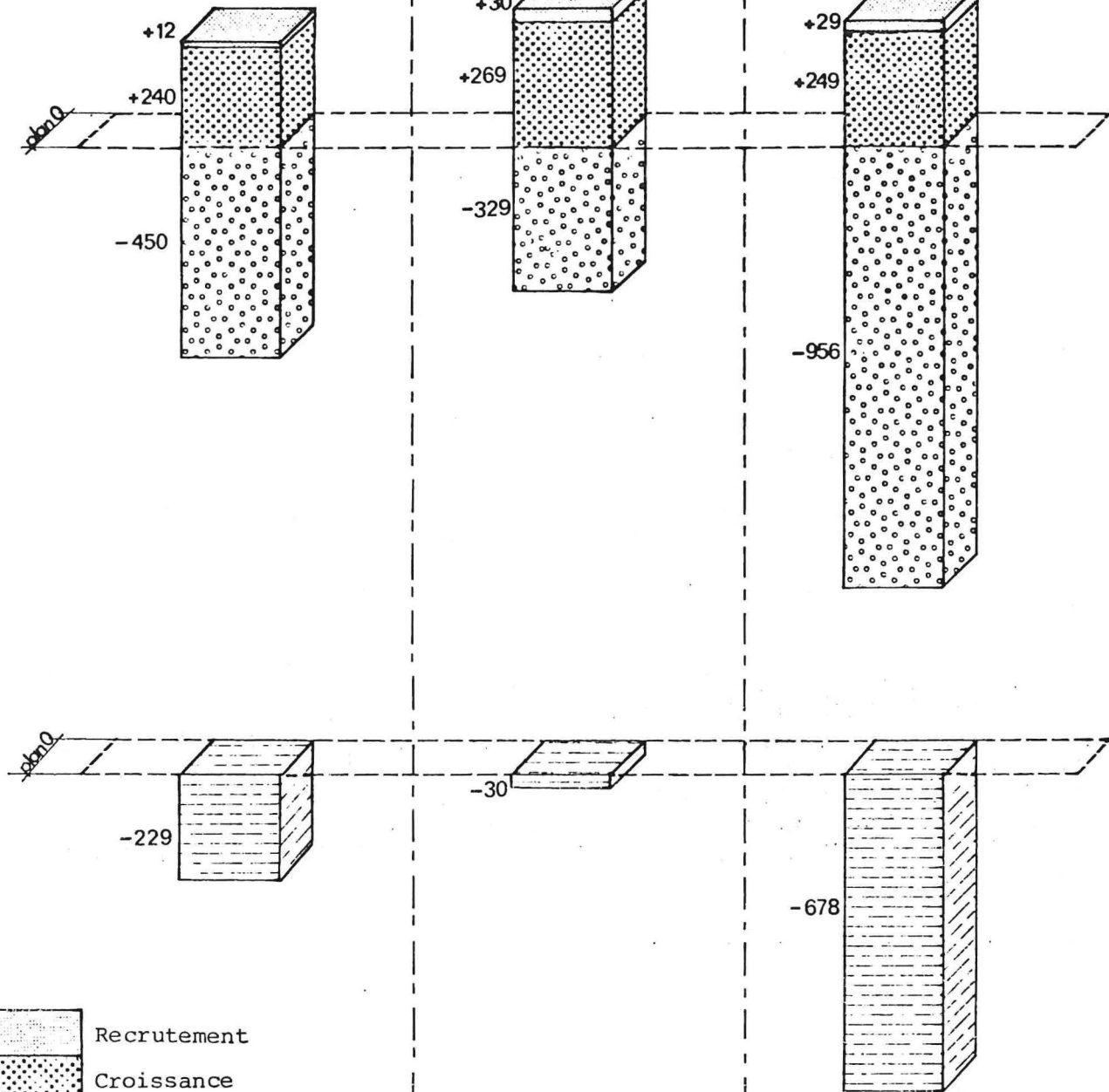
EVOLUTION EN VOLUME (à l'hectare)

Forêt de MOPRI

Témoin

Eclaircie moyenne

Eclaircie forte



Recrutement

Croissance

Mortalité

Perte en volume

en dm^3 ou $10^{-3} \text{ m}^3/\text{ha}/\text{an}$

Ainsi, l'Akatio qui se trouve parmi les cinq espèces principales représentant le plus fort volume sur pied (10 à 23 m³/ha, selon les parcelles, pour l'Akatio, à Mopri et à La Téné) est en outre (après le Samba, Triplochiton scleroxylon) l'espèce qui constitue le volume le plus important au niveau des arbres de taille moyenne et forte.

A titre d'exemples : Le diamètre moyen des arbres de cette espèce varie de 40 à 45 cm en fonction des parcelles et des périmètres. Plus particulièrement, dans la parcelle n° 5 du périmètre de Mopri la moitié des arbres d'espèces principales compris entre 45 et 60 cm de diamètre, s'avèrent appartenir à cette espèce !

La concomitance pour l'Akatio, d'une mortalité naturelle importante des tiges de grande taille et d'une forte proportion de ces dernières dans les peuplements étudiés, entraîne par voie de conséquence une perte considérable en volume bois d'oeuvre et un manque à gagner non négligeable qui ne peut être réduit que par une exploitation rapide à partir d'un diamètre d'exploitabilité commerciale le plus faible possible (compte tenu des contraintes technologiques).

4 - Récapitulation de l'étude individualisée par espèces

La présentation exhaustive de résultats, d'une espèce après l'autre, aurait entraîné trop de répétitions et c'est donc une sélection de huit exemples caractéristiques qui lui a été préférée.

Ces huit exemples, détaillés ci-devant, ont permis de décrire les différentes réactions observées pour les vingt essences principales étudiées.

Ces réactions ont été définies par rapport aux traitements sylvicoles (exploitation, éclaircies, témoin), mais aussi par rapport aux trois périmètres et à l'effet dans le temps suivant deux périodes successives de croissance.

L'extension des observations ponctuelles aux vingt espèces, qui fait l'objet de cette récapitulation, a été surtout faite en fonction des interventions sylvicoles. Toutefois, la comparaison de croissance des espèces, dans le temps et dans des sites différents, permet d'avancer tout d'abord deux considérations générales d'importance :

- La première est que la station de Mopri semble présenter une dynamique plus favorable pour l'ensemble des sous-populations d'espèces constituant le peuplement. En effet, la valeur de l'accroissement en diamètre pour une essence ubiquiste est presque systématiquement plus forte à Mopri qu'à la Téné ou à l'Irobo.

C'est le cas des exemples présentés : Ba, Akossika, Lotofa, Kotibé mais surtout pour les espèces à forte croissance diamétrale telles que le Samba : l'accroissement le plus fort atteignant 1,5 cm/an à La Téné et dépassant 2 cm/an à Mopri !

La station (ou milieu) joue un rôle indéniable au niveau de l'essor des espèces.

- La deuxième, à trait au facteur temps et consiste dans le fait que pour la plupart des espèces des trois périmètres une baisse notable de croissance a été enregistrée, au cours des deux dernières années, au niveau des parcelles intouchées (ou témoins).

Cette baisse s'avère être plus nette à La Téné et à l'Irobo qu'à Mopri : le Kotibé et l'Akatio présentent de fortes chutes de croissance mais aussi l'Akossika, l'Aniégré blarou l'Adjouaba.

Toutefois, le Ba ne marque pas cette baisse (ni à Mopri ni à La Téné) et il en est de même pour le Niangon (à Irobo) mais aussi pour d'autres espèces : l'Acajou et le Samba (tous deux présents à Mopri et à La Téné).

Le témoin a même amélioré sa croissance au cours des deux dernières années dans le cas du Samba.

Enfin, cette baisse de croissance lors de la deuxième campagne se constate aussi, mais de manière atténuée, pour l'éclaircie moyenne et l'exploitation dans le cas de l'Aniégré, du Kotibé, de l'Akatio et du Lotofa.

En fait, au cours de ces deux années une augmentation de l'écart de croissance a été enregistré entre témoins et interventions ; mais ce gain supplémentaire en faveur des opérations sylvicoles résulte davantage de la forte baisse de croissance des peuplements intouchés que d'une accélération encore plus prononcée au sein des peuplements traités. Globalement l'évolution de ces derniers est stable (à l'exception du Samba toujours plus vigoureux).

Cette modification de croissance aux dépens de la plupart des espèces, au sein des parcelles maintenues en l'état de départ, semble devoir s'expliquer par le déficit de pluviosité (exceptionnel) des deux dernières années. L'éclaircie (et à moindre degré l'exploitation) réduisant la concurrence interspécifique (et intraspécifique) compenserait l'effet d'un milieu momentanément moins favorable.

Face à cette situation trois possibilités sont constatées pour les espèces étudiées :

- . des espèces indifférentes aux nouvelles conditions : le Ba, le Niangon, l'Acajou, le Bossé, le Samba, le Kondroti et le Makoré ;

- . des espèces sensibles aux nouvelles conditions qui sont compensées par les traitements sylvicoles : l'Aboudikro, le Fraké, le Bété, l'Adjouaba, l'Akosika et l'Aniégré blanc ;

- . et enfin, des espèces très sensibles aux nouvelles conditions pour lesquelles les traitements s'avèrent inefficaces : le Kotibé, le Difou, le Tiama, l'Amazakoué et le Pouo.

Remarque : Quant au Lotofa et à l'Akatio, ces deux espèces se classent dans le dernier groupe pour les arbres de La Téné et dans l'avant-dernier pour ceux de Mopri.

Ces deux considérations ayant été faites, une comparaison entre espèces a été menée en fonction de leur réaction vis-à-vis des traitements. C'est à partir d'un tableau récapitulatif (pages suivantes), faisant état des données essentielles, que s'appuie cette comparaison :

- Les résultats de croissance, de mortalité ou de recrutement, sont présentés pour chacune des vingt espèces en regroupant les données des différents paramètres et des deux intensités d'éclaircie (ces dernières entraînant souvent un effet similaire).

La croissance moyenne annuelle en diamètre a été scindée suivant deux catégories de taille des arbres : les petites tiges de 10 à 25 cm de diamètre et celles plus importantes (moyennes et grosses) comprises entre 25 et 65 cm ; et ceci, afin de ne pas masquer la variation des accroissements au sein d'une même espèce.

- L'estimation du recrutement (ou proportion de tiges ayant atteint 10 cm de diamètre) au cours des quatre années après l'application des traitements, est présentée en pourcentage de l'effectif de départ : une valeur de 2 % correspondrait au recrutement de deux tiges en quatre ans s'il en existait cent au départ.

- L'estimation de la mortalité (ou proportion de tiges disparues "naturellement") au cours de ces quatre années est présentée suivant le même principe de pourcentage mais en scindant la population de départ en deux groupes les tiges comprises entre 10 et 25 cm de diamètre et toutes celles qui dépassent 25 cm.

Remarque : Faute d'effectifs suffisants pour les catégories de plus de 25 cm, les valeurs chiffrées correspondantes n'ont pas été présentées pour le Fraké, le Kondroti, le Makoré et le Tiama.

TABLEAU RECAPITULATIF

Espèces principales Catégorie 1	Parcelles	Nombre d'arbres mesurés	Accroissement moyen annuel du diamètre des tiges comprises entre :		% tiges ayant atteint 10 cm (recrutement)	% de mortalité de tiges de diamètre :	
			10 cm et 25 cm	25 cm et 65 cm		10 à 25 cm	Supérieur à 25 cm
ABOUDIKRO (Sapelli) (Entandrophragma cylindricum) <i>Mopri et La Téné</i>	Témoin	151	0,13 cm	0,46 cm	+ 1,2 %	- 1,7 %	- 4,7 %
	Eclaircie	132	0,33	0,75	+ 8,9	- 4,1	0,0
	Exploitation	84	0,17	0,61	+ 2,4	- 3,3	0,0
ACAJOU (Khaya anthotheca) <i>Mopri et La Téné</i>	Témoin	198	0,20 cm	0,61 cm	+ 6,0 %	- 4,1 %	- 2,3 %
	Eclaircie	308	0,37	0,97	+10,4	- 5,4	- 1,4
	Exploitation	104	0,22	-	+ 2,3	- 2,8	-
AKATIO (Gambeya delevoiyi) <i>Mopri et La Téné</i>	Témoin	741	0,29 cm	0,32 cm	+ 3,5 %	- 4,4 %	-12,2 %
	Eclaircie	637	0,59	0,64	+10,4	- 5,1	- 8,3
	Exploitation	253	0,21	0,38	+ 2,4	- 4,8	-11,2
AKOSSIKA (Scottelia chevalieri et coriacea) <i>Irobo, Mopri et La Téné</i>	Témoin	812	0,12 cm	0,28 cm	+ 3,1 %	- 4,1 %	- 4,4 %
	Eclaircie	910	0,29	0,42	+ 3,2	- 4,1	- 6,0
	Exploitation	240	0,16	0,42	+ 3,5	- 4,5	- 3,7
AMAZAKOUE (Guibourtia ehie) <i>La Téné</i>	Témoin	107	0,14 cm	0,39 cm	+ 3,5 %	-10,4 %	-11,1 %
	Eclaircie	51	0,31	0,55	+12,3	- 9,3	-15,4
	Exploitation	75	0,25	0,32	+ 1,3	- 8,1	-13,6
ANIEGRE BLANC (Aningeria robusta) <i>Mopri et La Téné</i>	Témoin	341	0,20 cm	0,41 cm	+ 4,5 %	- 3,9 %	- 3,1 %
	Eclaircie	371	0,39	0,58	+ 9,9	- 4,2	- 5,3
BETE (Mansonia altissima) <i>La Téné</i>	Témoin	175	0,38 cm	0,22 cm	+ 2,8 %	- 2,9 %	- 4,7 %
	Eclaircie	95	0,47	0,34	+ 2,0	- 8,0	- 8,6
	Exploitation	149	0,37	0,20	+ 2,0	- 6,7	- 7,9
BOSSE (Guarea cedrata) <i>Mopri et La Téné</i>	Témoin	325	0,25 cm	0,31 cm	+ 7,0 %	- 5,5 %	- 3,1 %
	Eclaircie	566	0,47	0,53	+16,5	- 8,3	- 6,7
DIFOU (Morus mesozygia) <i>La Téné</i>	Témoin	155	0,10 cm	0,19 cm	+ 1,3 %	- 1,4 %	0,0 %
	Eclaircie	95	0,27	0,46	+ 7,8	-10,0	- 6,7
	Exploitation	137	0,18	0,34	+ 3,5	- 3,2	- 5,9
FRAKE (LIMBA) (Terminalia superba) <i>La Téné</i>	Témoin	55	0,82 cm	0,32 cm	+19,0 %	-	-
	Exploitation	66	0,94	0,75	+34,0	-	-
KONDROTI (Rodognaphalon breviauspe) <i>Irobo</i>	Témoin	56	0,13 cm	0,42 cm	+ 3,4 %	-	-
	Eclaircie	85	0,37	0,58	+ 3,2	-	-

TABLEAU RECAPITULATIF (suite)

Espèces principales	Parcelles	Nombre d'arbres mesurés	Accroissement moyen annuel du diamètre des tiges comprises entre :		% tiges ayant atteint 10 cm (recrutement)	% de mortalité de tiges de diamètre :	
			10 cm et 25 cm	25 cm et 65 cm		10 à 25 cm	Supérieur à 25 cm
Catégorie 1 (suite)							
KOTIBE (Nesogordonia papaverifera) Mopri et La Téné	Témoin	1 082	0,27 cm	0,23 cm	+ 5,5 %	- 2,0 %	- 1,8 %
	Eclaircie	790	0,51	0,32	+12,5	- 3,2	- 2,2
	Exploitation	644	0,25	0,19	+ 2,6	- 3,7	- 1,9
MAKORE (Thieghemella heckelii) Irobo	Témoin	53	0,19 cm	-	+ 8,3 %	-	-
	Eclaircie	62	0,30	-	+16,5	-	-
NIANGON (Tarrietia utilis) Irobo	Témoin	1 280	0,28 cm	0,57 cm	+ 2,9 %	- 2,8 %	- 2,6 %
	Eclaircie	1 942	0,58	0,91	+ 6,0	- 3,9	- 3,3
SAMBA (Triplochiton scleroxylon) Mopri et La Téné	Témoin	640	0,60 cm	0,79 cm	+ 5,7 %	- 2,8 %	- 1,4 %
	Eclaircie	359	1,53	1,48	+15,6	- 2,5	- 1,4
	Exploitation	511	0,87	1,13	+ 7,2	- 5,7	- 2,8
TIAMA (Entandrophragma angolense) Mopri	Témoin	61	0,22 cm	-	+ 1,4 %	-	-
	Eclaircie	124	0,30	-	+11,0	-	-
Catégorie 2							
BA (Celtis mildbraedii) Mopri et La Téné	Témoin	4 822	0,22 cm	0,35 cm	+ 3,6 %	- 1,3 %	- 1,9 %
	Eclaircie	5 289	0,48	0,60	+ 8,9	- 2,8	- 3,4
	Exploitation	1 918	0,29	0,46	+ 1,9	- 2,2	- 2,7
LOTOFA (Sterculia rhinopetala) Mopri et La Téné	Témoin	1 252	0,23 cm	0,29 cm	+ 3,1 %	- 4,0 %	- 2,3 %
	Eclaircie	973	0,57	0,50	+16,7	- 5,4	- 5,5
	Exploitation	769	0,26	0,41	+ 5,0	- 5,9	- 4,1
POUO (Funtumia latifolia) La Téné	Témoin	246	0,13 cm	0,11 cm	+ 4,3 %	-24,5 %	-38,7 %
	Eclaircie	160	0,33	0,22	+ 5,9	- 8,9	-11,9
	Exploitation	177	0,21	0,15	+ 6,8	-18,6	-29,8
Catégorie 3							
ADJOUABA (Dacryodes klaineana) Mopri et Irobo	Témoin	1 380	0,13 cm	0,19 cm	+ 1,9 %	- 1,0 %	- 0,8 %
	Eclaircie	1 758	0,30	0,40	+ 4,4	- 1,6	- 0,3

Les commentaires que suscite d'emblée la lecture de ce tableau sont les suivants :

- Des vingt espèces considérées il est remarquable de constater que ce sont bien les quatre espèces de plantation : le Samba, le Fraké, le Niangon et l'Acajou qui sont les seules à présenter de forts accroissements en diamètre de l'ordre du centimètre annuel !

- La mortalité est, certes, très importante pour l'Akatio en touchant 1 gros sur 10 en quatre ans ; mais elle est du même ordre de grandeur pour le Bété ou pour l'Amazakoué et touche, en outre, toutes les catégories de taille. Elle devient enfin difficile à concevoir en ce qui concerne le Pouo : 9 à 39 % !!

(Remarque : le Bété, l'Amazakoué et le Pouo présentent rarement des individus de très grosse taille ; ce qui est cohérent avec cette forte mortalité).

- Le traitement par éclaircie d'espèces secondaires entraîne une réaction très nette de la part de toutes les espèces, sans exception. Cette réaction se traduit par une accélération systématique de la croissance en diamètre et par une augmentation sensible du recrutement en jeunes tiges.

a) Croissance en diamètre : Au sein d'une même espèce la croissance est, en règle générale, supérieure pour les tiges de plus de 25 cm de diamètre et seuls le Bété, le Fraké, le Kotibé et le Pouo y font exception.

Par contre, en considérant l'accroissement (Ad) par rapport au diamètre (D), à savoir : l'accroissement relatif = Ad/D , il est aisé de constater que celui-ci est toujours supérieur pour les petites tiges de 10 à 25 cm de diamètre.

Quant à l'écart de croissance (Ed) entre témoin et éclaircies, celui-ci est souvent supérieur pour les petites tiges et, a fortiori, pour l'écart de croissance relatif (Ed/D).

Par exemple pour l'Akatio les écarts de croissance absolus sont identiques entre petites et grosses tiges, mais différents pour les écarts relatifs :

Tiges 10 à 25 cm : $Ed = 0,59 - 0,29 = \underline{0,30 \text{ cm}}$ et $Ed/D \% = \frac{0,3 \times 100}{18} = \underline{1,7 \%}$

Tiges 25 à 65 cm : $Ed = 0,58 - 0,42 = \underline{0,16 \text{ cm}}$ et $Ed/D \% = \frac{0,16 \times 100}{45} = \underline{0,35 \%}$

L'éclaircie avantage surtout l'essor des arbres de taille modeste.

L'éclaircie par empoisonnement des espèces secondaires environnantes entraîne toujours un accroissement très supérieur à celui du témoin. Il est augmenté au minimum de moitié (50 %) et très souvent doublé (100 %).

Pour l'exploitation, les résultats de croissance sont moindres car dans certains cas, ceux-ci sont semblables à ceux du témoin (Beté, Akatio, Amazakoué) voir même plus faibles (Kotibé). Les gains de croissance sont systématiquement inférieurs à ceux obtenus par éclaircie ; seule exception : l'Akossika à La Téné (voir page 39).

Le traitement exploitation entraîne un fort prélèvement en surface terrière, du même ordre de grandeur que l'éclaircie moyenne, mais de façon hétérogène et sans privilégier les espèces principales par rapport aux secondaires. Ceci explique son impact relativement modeste au niveau de la croissance d'espèces de valeur.

b) Recrutement : Les données de recrutement présentées en pourcentage (ou % de tiges ayant atteint 10 cm en quatre années) confirment les conclusions partielles issues des valeurs en volume.

Le recrutement est d'autant plus fort qu'il s'agit de parcelles éclaircies et seuls, l'Akossika, le Bété et le Kondroti, semblent échapper à cette règle !

Par ailleurs, le recrutement provoqué par le traitement exploitation est rarement identique à celui de l'éclaircie (cas de l'Akossika et du Bété) ou supérieur (cas du Pouo).

Par contre, ce recrutement après exploitation est plutôt du même ordre de grandeur que celui du témoin.

Tout ceci tend à démontrer que la dynamique des petites tiges de valeur est fortement favorisée par l'ouverture partielle et homogène du couvert forestier qui doit constituer une "pompe aspirante" pour la régénération naturelle.

Ces résultats prometteurs quant à l'avenir de la régénération, sont néanmoins à vérifier grâce à l'étude approfondie qui est actuellement menée depuis les jeunes brins de régénération jusqu'aux tailles de 10 centimètres de diamètre et dont les résultats seront certainement publiés en 1986.

c) Mortalité : Les valeurs obtenues ne concernent bien entendu que les chablis et les dépérissements naturels des espèces principales qui n'ont pas fait l'objet d'empoisonnement.

Les comparaisons de mortalité en fonction des traitements ne sont pas aussi aisées que pour le recrutement.

En effet, les taux de mortalité en fonction des traitements sont inversés d'une espèce à l'autre et varient en outre, en fonction de la taille des arbres au sein d'une même espèce. Toutefois, une tendance se dégage dans le sens d'une augmentation du taux de mortalité pour les éclaircies : environ, une fois sur deux, le taux est augmenté et une fois sur quatre, soit diminué soit identique).

En ce qui concerne la comparaison témoin-exploitation, il n'est pas possible d'aboutir à la moindre différence si ce n'est une identification globale des résultats.

En fait, une liaison franche et directe entre l'ouverture du peuplement et un accroissement de la mortalité reste sujette à caution.

La notion importante à retenir est celle qui a été longuement développée dans ce qui précède à savoir : l'importance des pertes en volume que peut causer la mortalité et le bilan de production nul, voire même négatif qui peut s'ensuivre pour des peuplements entiers.

V - ETUDE DE L'EVOLUTION DES PEUPELEMENTS EN VOLUME SUR PIED

1 - Première approche (partielle)

Les espèces précédemment étudiées représentent une part importante du potentiel de bois d'oeuvre, sur pied, au niveau des trois périmètres d'essais :

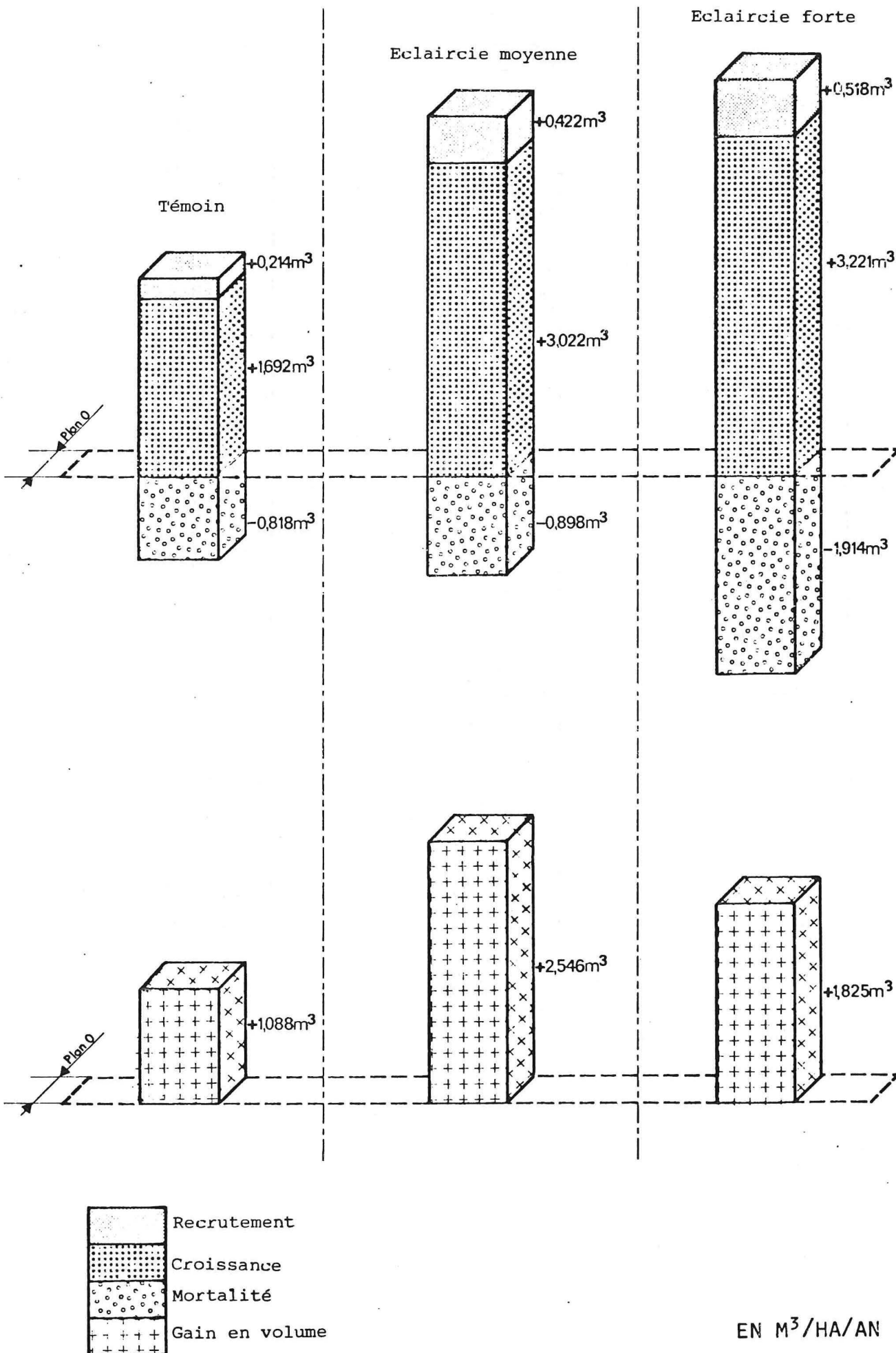
- A MOPRI : L'Acajou, l'Akatio, l'Akossika, l'Aniégré blanc, le Ba, le Bossé, le Kotibé, le Lotofa et le Samba représentent, tous groupés : 125 tiges à l'hectare (à partir de 10 cm de diamètre) et 85 m³/ha de bois de qualité ; ce qui correspond à 60 % du potentiel total, en volume, des espèces principales présentes dans ce périmètre.

- A LA TENE : Ces mêmes espèces (au nombre de neuf) représentent : 150 tiges/ha et 166 m³/ha de bois de qualité, soit 76 % du potentiel en volume des espèces principales du périmètre.

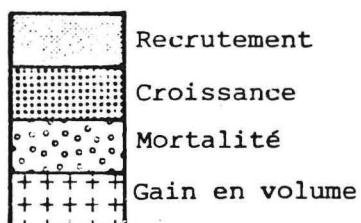
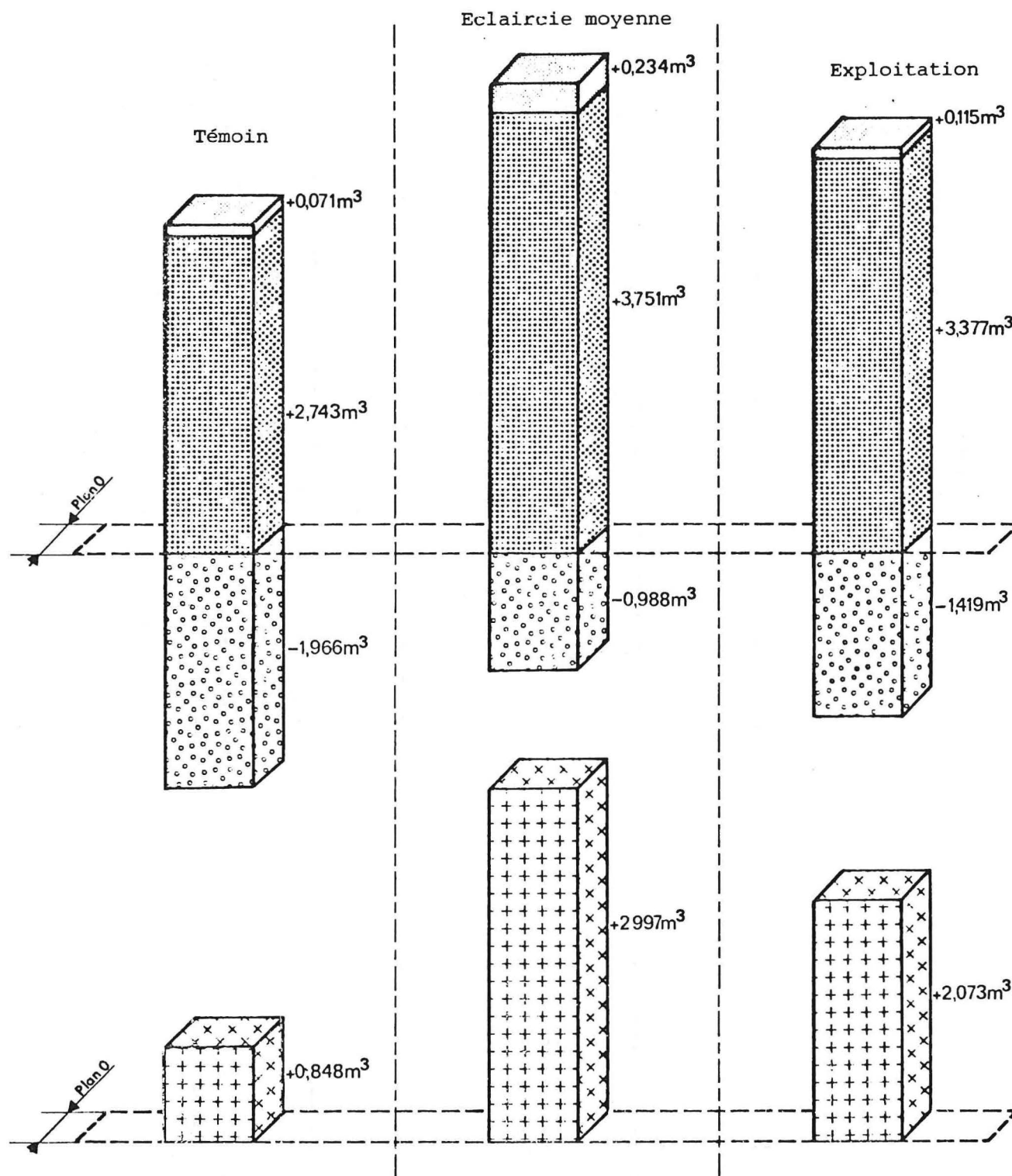
- A L'IROBO : Trois espèces, le Niangon, l'Akossika et l'Adjouaba (*Dacryodes klaineana*) représentent à eux seuls : 70 tiges/ha et 36 m³/ha de bois sur pied soit, 40 % du potentiel total en espèces principales du périmètre.

Du fait de l'importance de la part du volume d'avenir que représente ce nombre restreint d'espèces bien connues, il est apparu essentiel de mener une première approche de l'évolution du volume et de la production des peuplements par : cumul des valeurs obtenues par espèce, en fonction des traitements, pour chaque périmètre. Une succession de schémas (semblables à ceux d'évolution du volume proposés pour l'étude individuelle par espèces) sont présentés pour chacun des trois massifs forestiers.

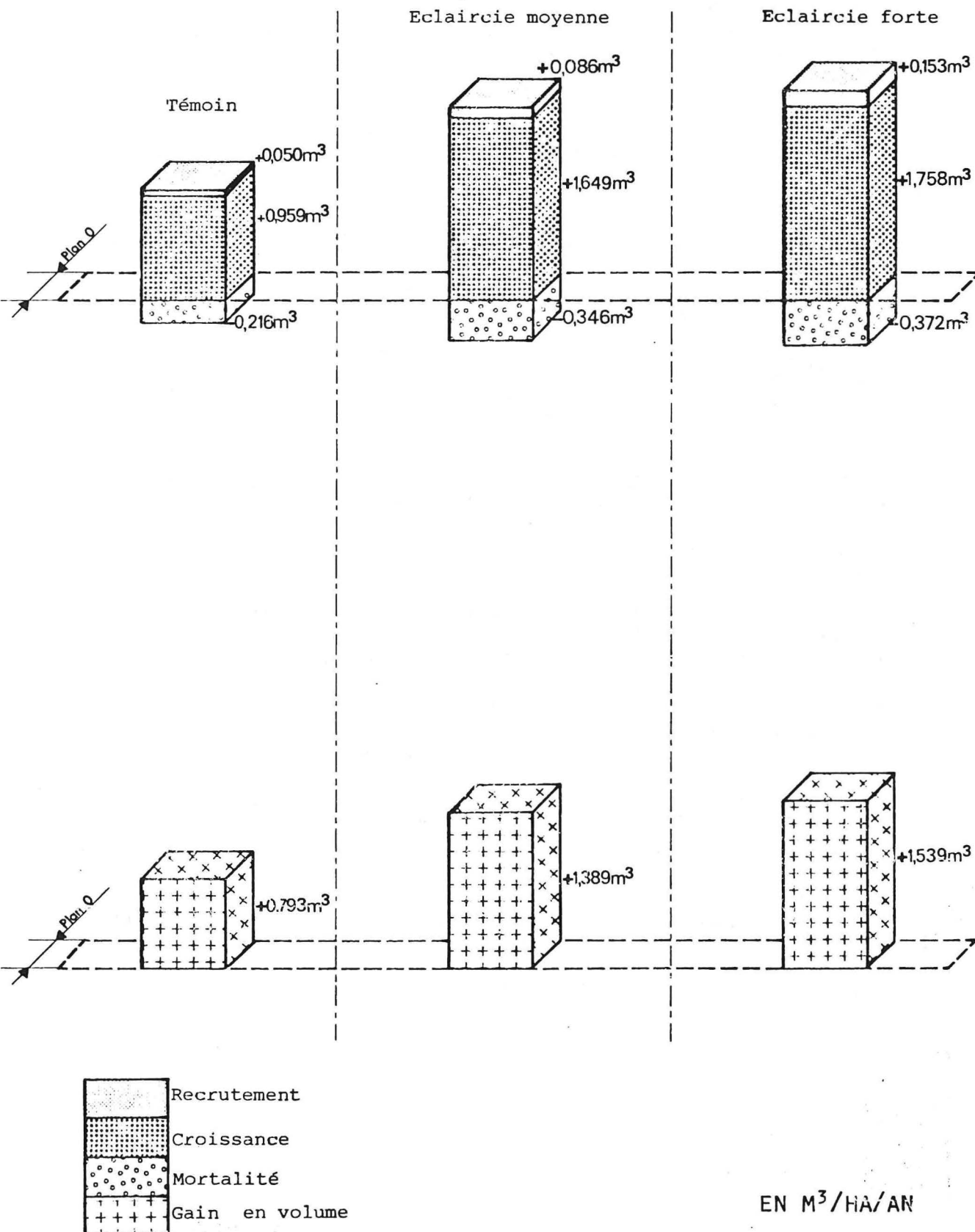
Remarques : Le cumul des volumes, par périmètre et par traitement, a été effectué à partir des valeurs légèrement pondérées par rapport à la densité moyenne de tiges à l'hectare. Les données volumétriques sont présentées en mètres cubes par hectare et par an (m³/ha/an).



EVOLUTION MOYENNE DU VOLUME A L'HECTARE/AN
DES PRINCIPALES ESSENCES DE VALEUR EN
FORET DE LA TENE



EN $M^3/HA/AN$



Les représentations qui précèdent permettent d'établir un bilan de l'effet des traitements sylvicoles :

a) Au niveau de la croissance en volume, il est ainsi possible de quantifier la réaction d'une fraction importante du peuplement composé d'essences principales. L'éclaircie induit une augmentation sensible de la productivité des populations d'arbres de valeur et ceci, sans que la différence d'intensité d'éclaircie ait grande influence.

A Mopri, les arbres de parcelles témoin ont produit 1,7 m³/ha/an/ et ceux des parcelles éclaircies 3,1 m³/ha/an/ ; le volume directement produit par l'intervention sylvicole est donc : 1,4 m³/ha/an et représente quasiment un doublement de la production.

A l'Irobo, les productions correspondent à 1 m³/ha/an/ pour le témoin et 1,7 m³/ha/an/ pour les parcelles éclaircies ; le gain sylvicole est de 0,7 m³/ha/an et représente une augmentation de la production de 70 %, un peu moindre que celle de Mopri.

A La Téné, les productions sont de 2,7 m³/ha/an/ pour les témoins, 3,8 m³/ha/an/ pour l'éclaircie et 3,4 m³/ha/an/ pour l'exploitation, soit un gain respectif de 1,1 m³ et 0,7 m³/ha/an, et des augmentations de production de 40 % et 25 %.

b) Au niveau du recrutement en petites tiges, celui-ci est deux fois plus important dès qu'une intervention en éclaircie a lieu.

Le volume acquis par apparition de ces jeunes tiges est annuellement de l'ordre de :

0,4 à 2,5 %	du volume sur pied des parcelles témoin
1,4 à 5,5 %	" " " " " éclaircies
et de 0,7 %, seulement, pour les parcelles exploitées.	

c) Au niveau de la mortalité, celle-ci est manifestement indépendante du traitement et de son ampleur dépend le bilan de production. En moyenne, la perte de volume pour chaque périmètre est annuellement d'environ :

1,2 m ³ /ha/an, soit 1,4 %	du volume sur pied pour les peuplements de Mopri
0,25 m ³ /ha/an, soit 0,7 %	" " " " " d'Irobo
1,5 m ³ /ha/an, soit 0,9 %	" " " " " de La Téné

d) Quant au bilan de production, celui-ci est surtout tributaire de la mortalité, mais, l'augmentation annuelle de volume (croissance + recrutement) étant de : 4,2 % (Mopri), 5,1 % (Irobo) et 2,4 % (La Téné) pour les éclaircies et de 2,1 % pour l'exploitation, il s'ensuit un bilan positif de production, et d'un gain par rapport aux témoins d'importance (voir tableau en page suivante) :

	Bilan de production ou Accroissement annuel en volume		
	Mopri (85 m3/ha) absolu-relatif	Irobo (36 m3/ha) absolu-relatif	La Téné (166 m3/ha) Absolu-relatif
Témoins	1,1 m3 ; 1,3 %	0,8 m3 ; 2,2 %	0,8 m3 ; 0,5 %
Eclaircies	2,2 m3 ; 2,6 %	1,5 m3 ; 4,2 %	3,0 m3 ; 1,8 %
Exploitation	- -	- -	2,1 m3 ; 1,3 %

Le bilan de production est ainsi doublé (sinon triplé) par les interventions sylvicoles.

L'effet bénéfique de l'exploitation serait, en fait, à conjuguer avec celui des éclaircies et dès à présent, il est possible de préconiser la combinaison : exploitation et éclaircie au sein des parcelles encore intouchées du traitement différé.

2 - Deuxième approche (globale)

L'approche précédente s'est faite à partir des valeurs pondérées afin de mieux effectuer les comparaisons en masquant les biais provoqués par les variations de structure ; en outre elle n'est que partielle. Aussi, il est indispensable de considérer les valeurs brutes pour l'ensemble des arbres composant chaque peuplement traité ou intouché. Il s'agit de fournir des données globales et objectives et les tableaux ci-après (pages 69, 70 et 71) permettent de suivre, pour chaque périmètre, l'évolution des principaux paramètres que sont : le nombre de tiges, la surface terrière et le volume à l'hectare. Ces valeurs sont présentées séparément pour les essences principales et pour les essences secondaires, mais aussi pour l'ensemble du peuplement, en fonction des traitements et pour les trois inventaires successifs.

L'année 0 présente les paramètres de peuplement juste après l'application des traitements*; l'année 2 et l'année 4 présentant ces mêmes paramètres 2 ans et 4 ans après traitement.

Les chiffres indiqués correspondent à des valeurs pures "photographiant" les peuplements à un instant donné. Ces valeurs sont issues de tableaux exhaustifs obtenus par cumul systématique de toutes les données (exercice inenvisageable sans l'outil informatique).

-
- * Rappels : - La composition globale des trois massifs est résumée par le tableau de la page 6.
- L'intensité d'intervention (ou niveau de prélèvement) est détaillée dans les tableaux des pages 14, 15 et 16.

EVOLUTION SUR QUATRE ANNEES DU PEUPEMENT DE MOPRI

		Nombre de tiges/hectare			Surface terrière:m2/ha			Volume en : m3/ha			Accroissement moyen annuel en volume m3/ha/an	Accroissement relatif en %
		Année 0	Année 2	Année 4	Année 0	Année 2	Année 4	Année 0	Année 2	Année 4		
Espèces principales	Témoin	167	173	178	14,2	14,5	14,8	149,3	152,5	155,8	1,6	1,0
	Eclaircie moyenne	181	191	202	15,1	15,7	16,4	159,0	164,8	171,8	3,2	2,0
	Eclaircie forte	158	169	176	11,3	11,9	12,2	115,9	121,8	124,8	2,2	2,0
Espèces secondaires	Témoin	171	190	178	7,5	8,2	7,6	70,8	78,0	72,4	0,4	-
	Eclaircie moyenne	65	83	86	1,5	1,8	1,6	12,8	15,7	13,6	0,2	-
	Eclaircie forte	38	56	59	1,1	1,4	1,0	9,4	11,9	8,5	(- 0,2)	-
Totaux	Témoin	338	363	356	21,7	22,7	22,4	220,1	230,5	228,2	2,0	1,0
	Eclaircie moyenne	246	274	288	16,6	17,5	18,0	171,8	180,5	185,4	3,4	2,0
	Eclaircie forte	196	225	235	12,4	13,3	13,2	125,3	133,7	133,2	2,0	1,5

EVOLUTION SUR QUATRE ANNEES DU PEUPLEMENT D'IROBO

		Nombre de tiges/hectare			Surface terrière:m2/ha			Volume en : m3/ha			Accroissement moyen annuel en volume m3/ha/an	Accroissement relatif en %
		Année 0	Année 2	Année 4	Année 0	Année 2	Année 4	Année 0	Année 2	Année 4		
Espèces principales	Témoin	115	115	115	9,1	9,3	9,7	94,4	97,2	101,5	1,8	2,0
	Eclaircie moyenne	104	106	106	8,6	9,0	9,6	90,2	95,1	101,6	2,9	3,0
	Eclaircie forte	99	103	106	8,0	8,4	9,0	83,7	88,3	95,3	2,9	3,5
Espèces secondaires	Témoin	338	345	332	15,9	16,4	15,9	153,2	157,7	152,9	(- 0,1)	-
	Eclaircie moyenne	337	338	326	10,6	11,0	10,5	95,8	99,6	94,9	(- 0,3)	-
	Eclaircie forte	285	288	282	7,3	7,5	7,3	64,6	66,5	64,3	(- 0,1)	-
Totaux	Témoin	453	460	447	25,0	25,7	25,6	247,6	254,9	254,4	1,7	0,5
	Eclaircie moyenne	441	444	432	19,2	20,0	20,1	186,0	194,7	196,5	2,6	1,5
	Eclaircie forte	384	391	388	15,3	15,9	16,3	148,3	154,8	159,6	2,8	2,0

EVOLUTION SUR QUATRE ANNEES DU PEUPLEMENT DE LA TENE

		Nombre de tiges/hectare			Surface terrière:m2/ha			Volume en : m3/ha			Accroissement moyen annuel en volume m3/ha/an	Accroissement relatif en %
		Année 0	Année 2	Année 4	Année 0	Année 2	Année 4	Année 0	Année 2	Année 4		
Espèces principales	Témoin	223	224	220	21,8	22,2	22,0	234,7	239,0	237,5	0,7	0,5
	Eclaircie moyenne	215	222	227	17,7	18,3	19,0	185,2	191,9	199,4	3,6	2,0
	Exploitation	186	188	189	14,8	15,1	15,6	154,0	157,5	163,8	2,5	1,5
Espèces secondaires	Témoin	213	221	202	6,6	6,9	6,4	59,0	61,8	57,6	(- 0,3)	-
	Eclaircie moyenne	3	20	25	0,2	0,4	0,4	1,8	3,5	3,0	0,3	-
	Exploitation	149	156	145	5,4	5,5	5,0	50,1	50,8	45,4	(- 1,2)	-
Totaux	Témoin	436	445	422	28,4	29,1	28,4	293,7	300,8	295,1	0,4	0,0
	Eclaircie moyenne	218	242	252	17,9	18,7	19,4	187,0	195,4	202,4	3,9	2,0
	Exploitation	335	344	334	20,2	20,6	20,6	204,1	208,3	209,2	1,3	0,5

Le premier fait constaté est que les espèces secondaires qui sont de taille moyenne plus modeste que les principales, ont un accroissement pour ainsi dire nul en volume : une augmentation de celui-ci est observée au cours des deux premières années, suivi d'une chute de croissance lors des deux dernières ; l'ensemble se soldant par un bilan légèrement positif ou négatif.

En mettant en parallèle surface terrière et nombre de tiges, il est aisé de constater une baisse de la circonférence moyenne des espèces secondaires, d'où la disparition indubitable par mortalité de grosses tiges et une perte de volume à peine compensée par l'apparition de nouvelles tiges et par l'accroissement d'une majorité de survivants.

En ce qui concerne les espèces principales, les valeurs d'accroissement absolu ou relatif sont semblables à celles obtenues par l'approche partielle précédente dont les notions sont ainsi étayées par les résultats de cette approche plus objective :

"Quel que soit le périmètre d'essais, l'éclaircie en faveur des espèces principales entraîne au minimum un doublement de la productivité et plus particulièrement un gain de production compris entre : 0,6 et 2,9 m³/ha/an. Par ailleurs, l'exploitation des arbres commercialisables peut aussi provoquer une accélération de la productivité et entraîner un gain de : 1,8 m³/ha/an".

VI - PRINCIPALES CONCLUSIONS DE L'ETUDE

Ce rapport fait état des résultats acquis quatre années après la mise en place par la SODEFOR du triple dispositif de recherche sur la dynamique des peuplements forestiers de Côte d'Ivoire.

Il constitue un premier bilan fournissant des données précises sur la forêt naturelle qui étaient auparavant mal connues et souvent intuitées ou déduites à partir d'observations trop ponctuelles. Ces données aussi précises soient-elles, n'en restent pas moins provisoires et ce n'est qu'avec un recul dans le temps suffisant (et des mesures complémentaires) qu'elles pourront acquérir le degré de fiabilité indispensable permettant une connaissance approfondie des peuplements de forêt dense.

Les résultats chiffrés obtenus au cours de cette étude (et des études partielles qui l'ont précédée) ont surtout permis d'établir une évolution comparée des peuplements en fonction de traitements sylvicoles simples dont l'effet bénéfique sur la croissance des espèces de valeur s'avère être très encourageant.

Les objectifs de recherche assignés lors de la conception des essais, ont été atteints pour la plupart et notamment l'objectif essentiel qu'est la mise en évidence quantifiée de la productivité des populations d'arbres (pour les différentes espèces de valeur ou pour l'ensemble du peuplement sur pied).

L'aspect pragmatique des interventions sylvicoles que sont l'éclaircie et l'exploitation et le gain de production qu'elles induisent sont actuellement bien établis et ont permis à la SODEFOR de démarrer un programme pratique d'Aménagement Forestier Pilote au sein du massif de Yapo. Seuls restent à préciser l'effet direct des traitements sur la régénération (qui fait l'objet d'une étude particulière), le coût des opérations (et leur rentabilité économique) et la possibilité de réalisation à très grande échelle. Ces deux derniers domaines sont, d'ailleurs, deux des principaux objectifs de l'Aménagement de Yapo.

Les résultats les plus marquants sont les suivants :

- Toutes les espèces principales répondent favorablement à l'éclaircie (faite aux dépens des espèces secondaires) par une augmentation notable de la croissance en diamètre de 50 à 100 %. En outre, l'ouverture du couvert favorise l'accès des jeunes brins à l'étage supérieur ce qui sous-entend un effet certainement bénéfique au niveau de la régénération.

- Par contre, l'ampleur de la réaction de croissance n'est que faiblement influencée par l'intensité des éclaircies (dont le prélèvement varie entre 30 et 50 % de la surface terrière).

- Chaque espèce présente sa propre structure (répartition des tiges au sein des peuplements), son propre comportement et une dynamique bien définie : La croissance en diamètre d'une même espèce peut varier en fonction de la taille, de la station et des modifications successives du climat. Plus particulièrement, certaines espèces manifestent une très forte propension à faire des chablis et

des déperissements sur pied et ceci, indépendamment des traitements sylvicoles. Ce phénomène est d'autant plus grave qu'il peut concerner des arbres de taille importante et les pertes en volume sur pied qui s'ensuivent peuvent annihiler la production globale du peuplement environnant. Aussi, une exploitation commerciale dirigée, tenant compte du comportement de chaque espèce est à préconiser pour atténuer les pertes potentielles de bois d'oeuvre. Un choix judicieux du diamètre d'exploitabilité pour chaque essence est ainsi essentiel pour la bonne conduite des peuplements.

- Le traitement par exploitation (exclusivement réalisé à La Téné) entraîne lui aussi une accélération de croissance des arbres par rapport à ceux des parcelles intouchées. Cette accélération est néanmoins inférieure à celle provoquée par l'éclaircie (malgré un prélèvement de même importance) ; ceci s'explique par le fait que l'impact de l'exploitation est très hétérogène, qu'il entraîne de grandes trouées mal réparties sur le terrain et que seuls les arbres occasionnellement bien positionnés (et sans blessures d'abattage) peuvent bénéficier de l'intervention. Cette irrégularité du traitement n'induit pas, d'ailleurs, un essor plus vigoureux des jeunes brins issus des récentes régénérations

- L'ouverture du couvert entraîne surtout une meilleure dynamique des petites et moyennes tiges sur lesquelles les phénomènes de concurrence s'exercent intensément.

- La production ligneuse est négligeable en ce qui concerne les espèces secondaires aussi bien dans les parcelles témoin que dans les parcelles traitées ; alors qu'elle est stable et relativement importante pour les espèces principales dont le taux de productivité annuelle est compris entre 0,5 et 2 % du volume sur pied pour les parcelles intouchées, atteint 1,5 % pour les parcelles exploitées et varie entre 2 et 3,5 % pour les parcelles éclaircies. Ceci se traduit par les accroissements en volume annuels suivants :

/0,7 à 1,8 m³/ha/an/ pour les peuplements intouchés

/environ 2,5 m³/ha/an/ pour les peuplements exploités

et /2,2 à 3,6 m³/ha/an/ pour les peuplements éclaircis.

Ces valeurs, mettant en évidence un doublement de la production, correspondent approximativement à la production d'un peuplement d'environ 270 m³ sur pied à l'hectare dont la part du volume en espèces principales de valeur serait de l'ordre de 100 à 150 m³/ha.

La production des peuplements naturels améliorés par intervention sylvicole supporte parfaitement la comparaison avec celle des peuplements artificiels d'essences de bois d'oeuvre :

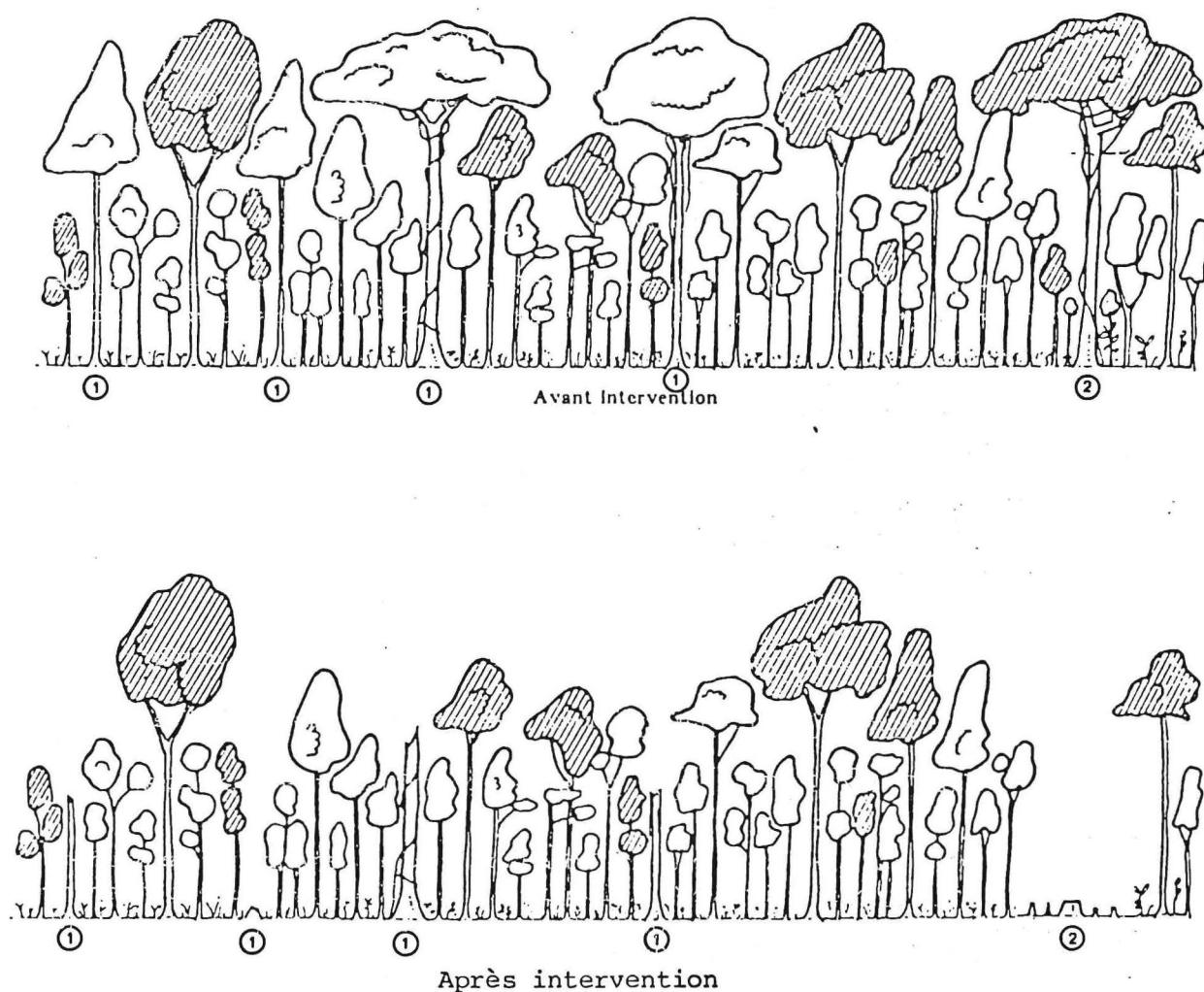
4 à 5 m³/ha/an pour le Teck (*Tectona grandis*)

7 à 8 m³/ha/an pour le Framiré (*Terminalia ivorensis*)

Paradoxalement, l'hétérogénéité de la forêt dense peut aussi constituer un atout : car la multiplicité des espèces de bois d'oeuvre est à même d'assurer un large éventail de produits de commercialisation.

- C'est par la combinaison de l'exploitation et de l'éclaircie que seront atteintes les meilleures possibilités de production des peuplements naturels. Une telle intervention sylvicole est à prévoir pour le traitement différé dès la huitième année d'expérimentation après un second bilan général où l'intensité d'ouverture du couvert sera modulée par les résultats de régénération.

Ce traitement combinant exploitation et empoisonnement sur pied est visualisé par le schéma ci-dessous où les houppiers des espèces principales sont en hachuré.



- ① Espèces secondaires de grande taille empoisonnées dont il subsiste des "chandelles" après intervention.
- ② Espèce principale abattue et débardée provoquant une trouée.

En guise de conclusion, il est possible d'avancer que la forêt dense présente une dynamique permanente et vigoureuse qu'il faut savoir infléchir dans le sens d'une meilleure production afin de justifier la protection de cet écosystème si fragile et d'en faire une source permanente de biens de consommation.

BIBLIOGRAPHIE

Document n° :

- 1 CAILLIEZ F., janvier 1974 : Report on consultancy on experimental design for growth and yield experiments in Malaysia - CTFT/FAO
- 2 MIELOT J., juin 1977 : Note fixant les objectifs généraux de l'expérimentation dans les trois périmètres de Mopri, Téné et Irobo - SODEFOR.
- 3 MAITRE H.F., septembre 1977 : Note sur les possibilités d'aménagement de la forêt en Côte d'Ivoire - C.T.F.T.
- 4 GOUDET J.P., octobre 1977 : Compte rendu de mission en Côte d'Ivoire dans le cadre du Projet d'Aménagement expérimental de la forêt dense - C.T.F.T.
- 5 CAILLIEZ F., MIELOT J., novembre 1977 : Aménagement expérimental : méthodologie - SODEFOR
- 6 CLEMENT J., juillet 1978 : Note concernant l'aménagement des forêts naturelles tropicales - C.T.F.T.
- 7 MAITRE H.F., novembre 1978 : Note sur les possibilités de traitement des données d'aménagement de la forêt de Côte d'Ivoire - C.T.F.T.
- 8 MAITRE H.F., PITY E. Ballé, août 1979 : Etude provisoire de l'environnement du Niangon (*Tarrietia utilis*) - C.T.F.T.
- 9 MAITRE H.F., décembre 1979 : Interprétation des données d'aménagement pour quatre essences en périmètre de Mopri - C.T.F.T.
- 10 MIELOT J., BERTAULT J.G., janvier 1980 : Etude dynamique en vue de l'aménagement de la forêt dense de Côte d'Ivoire. Buts et description des travaux réalisés - SODEFOR
- 11 CLEMENT J., MAITRE H.F., décembre 1980 : Dispositifs d'étude de l'évolution de la forêt dense ivoirienne suivant différents types d'intervention (SODEFOR-IUFRO)
- 12 BERTAULT J.G., février 1982 : Evolution de la surface terrière et de la circonférence pour quatre essences du dispositif SODEFOR de Mopri
- 13 BERTAULT J.G., avril 1982 : Evolution de la surface terrière du périmètre d'Irobo et comparaison avec le périmètre de Mopri
- 14 MAITRE H.F., BERTAULT J.G., avril 1982 : Avant-projet d'aménagement pilote d'un massif de 10 000 hectares dans la forêt classée de Yapo.

Document n° :

- 15 MAITRE H.F., ROZENBERG Ph., septembre 1982 : Dispositifs d'étude de l'évolution de la forêt dense ivoirienne suivant différents types d'intervention (Rapport provisoire des résultats issus de la 2ème campagne de mesures)
- 16 MIELOT J., BERGONZINI J.C., MAITRE H.F., mars 1984 : Projet d'aménagement pilote de la forêt classée de Yapo. Compte rendu de la mission d'appui technique à la SODEFOR.
- 17 MAITRE H.F., BERTAULT J.G., mai 1984 : Recherches en cours et expériences concrètes en aménagement de la forêt dense tropicale (CTFT - IUFRO)
- 18 BESSE F., décembre 1984 : Contribution à l'étude de l'influence des voisins sur la croissance du BA (*Celtis mildbraedii*) en forêt de Côte d'Ivoire.
- 19 BERTAULT J.G., mars 1985 : Le feu et la forêt. Premiers effets du feu après deux années d'observations dans le périmètre SODEFOR de La Téné.

LISTE DES ESSENCES PRINCIPALES

Les essences principales ont été réparties en trois classes, selon leur intérêt commercial :

- Catégorie 1 : Essences de grande qualité
- Catégorie 2 : Essences de qualité moyenne
- Catégorie 3 : Essences de moindre qualité

Catégorie 1

Aboudikro	<i>Entandrophragma cylindricum</i>
Acajou	<i>Khaya ivorensis</i> , <i>K. anthotheca</i>
Aiélé	<i>Canarium sweinfurthii</i>
Akatio	<i>Gambeya delevoiyi</i>
Ako	<i>Antiaris toxicaria</i>
Akossika	<i>Scottellia</i> sp. pl.
Amazakoué	<i>Guibourtia ehie</i>
Aniegré blanc	<i>Aningueria robusta</i>
Aniegré rouge	<i>Gambeyobotrys gigantea</i>
Asaméla	<i>Pericopsis elata</i>
Avodiré	<i>Turraeanthus africana</i>
Azobé	<i>Lophira alata</i>
Azodau	<i>Afzelia bella</i>
Badi	<i>Nauclea diderrichii</i>
Bahia	<i>Hallea ciliata</i>
Bété	<i>Mansonia altissima</i>
Bossé	<i>Guarea cedrata</i>
Dibétou	<i>Lovoa trichilioïdes</i>
Difou	<i>Morus mesozygia</i>
Faro	<i>Daniellia thurifera</i>
Fraké	<i>Terminalia superba</i>
Framiré	<i>Terminalia ivorensis</i>
Fromager	<i>Ceiba pentandra</i>
Ilomba	<i>Pycnanthus angolensis</i>
Iroko	<i>Chlorophora regia</i> , <i>C. excelsa</i>
Kondroti	<i>Rodognaphalon brevicuspe</i>
Kosipo	<i>Entandrophragma candollei</i>
Kotibé	<i>Nesogordonia papaverifera</i>
Koto	<i>Pterygota macrocarpa</i>
Lingué	<i>Afzelia africana</i>
Makoré	<i>Thieghemella heckelii</i>
Movingui	<i>Distemonanthus benthamianus</i>
Niangon	<i>Tarrietia utilis</i>
Samba	<i>Triplochiton scleroxylon</i>
Sipo	<i>Entandrophragma utile</i>
Tali	<i>Erythrophleum ivorense</i>
Tiama	<i>Entandrophragma angolense</i>

Catégorie 2

Abalé	<i>Petersianthus macrocarpus</i>
Ba	<i>Celtis mildbraedii</i>
Bahé	<i>Fagara macrophylla</i>
Bi	<i>Eribroma oblonga</i>
Bodioa	<i>Anopyxis klaineana</i>
Dabéma	<i>Piptadeniastrum africanum</i>
Eho	<i>Riciodendron africanum</i>
Emien	<i>Alstonia boonei</i>
Etimocé	<i>Copaifera salikounda</i>
Iatandza	<i>Albizzia ferruginea</i>
Kroma	<i>Klainedoxa gabonensis</i>
Lohonfé	<i>Celtis adolphi friderici</i>
Lotofa	<i>Sterculia rhinopetala</i>
Melegba	<i>Berlinia</i> sp. pl.
Oba	<i>Bombax buonopozense</i>
Pouo	<i>Funtumia latifolia</i>
Vaa	<i>Gilbertiodendron preussii</i>

Catégorie 3

Adjouaba	<i>Dacryodes klaineana</i>
Adomonteu	<i>Anthonotha fragans</i>
Aribanda	<i>Trichilia tessmanii</i>
Asan	<i>Celtis zenkeri</i>
Bodo	<i>Detarium senegalense</i>
Dabé	<i>Erythroxylum manii</i>
Kékélé	<i>Holoptelea grandis</i>
Kodabéma	<i>Aubrevillea kerstingii</i>
Koframiré	<i>Ptereopsis hylocladon</i>
Lati	<i>Amphimas pterocarpoides</i>
Lo	<i>Parkia bicolor</i>
Loloti	<i>Lannea welwitschii</i>
Ouochi	<i>Albizzia zygia</i>
Pocouli	<i>Berlinia occidentalis</i>
Poré-Poré	<i>Sterculia tragacantha</i>
Rikio	<i>Vapaca</i> sp.
Sougué	<i>Parinari</i> sp.
Tchébuessain	<i>Xylocarpus evansii</i>
Zaïzou	<i>Gymnostemon zaïzou</i>

Toutes les autres essences constituent le groupe des essences secondaires.

TARIFS DE CUBAGE POUR 37 ESPECES PRINCIPALES
ET TARIF GENERAL "TOUTES ESSENCES"

V = Volume fût (en m³)

D = Diamètre à 1,30 m ou au-dessus des
 contreforts en mètres

Espèce	Nombre de tiges cubées	Formule du tarif retenu
ABOUDIKRO	120	$V = 12,3 D^2 + 0,04$
ACAJOU	121	$V = 12,91 D^2 - 3,07 D + 0,27$
AIELE Canarium sweinfurthii	101	$V = 10,98 D^2$
AKATIO	193	$V = 13,3 D^2 - 3,2 D + 0,27$
AKOSSIKA	87	$V = 11,25 D^2 - 0,08$
AKO Antiaris toxicaria	103	$V = 12,81 D^2 - 3,31 D + 0,35$
AMAZAKOUE	82	$V = 10,9 D^2 - 0,9 D + 0,07$
ANIEGRE BLANC	193	$V = 13,3 D^2 - 3,2 D + 0,27$
ANIEGRE ROUGE Gambeyobotrys gigantea	"	" "
ASAMELA Pericopsis elata	90	$V = 9,51 D^2 + 0,02$
AVODIRE Turraeanthus africana	156	$V = 6,67 D^2 + 0,07$
AZOBE Lophira alata	196	$V = 13 D^2 - 0,7 D$
AZODAU Afzelia bella	85	$V = 10,3 D^2 - 0,5 D$
BADI Nauclea diderrichii	254	$V = 13,43 D^2 - 1,55 D + 0,06$
BAHIA Hallea ciliata	82	$V = 14,03 D^2 - 3,6 D + 0,34$
BETE	122	$V = 11,62 D^2 - 0,05$
BOSSE	129	$V = 13,7 D^2 - 2 D + 0,1$

(suite Annexe N° 2)

Espèce	Nombre de tiges cubées	Formule du tarif retenu
DIBETOU <i>Lovoa trichilioides</i>	73	$V = 12,16 D^2 - 0,01$
DIFOU	88	$V = 10 D^2 - 2 D + 0,17$
FARO	159	$V = 9,3 D^2 + 5,3 D - 0,6$
FRAKE	135	$V = 12 D^2 - 0,09$
FRAMIRE <i>Terminalia ivorensis</i>	462	$V = 10,4 D^2 - 0,05$
FROMAGER	164	$V = 12,5 D^2 - 2,9 D + 0,28$
ILOMBA	101	$V = 10 D^2 - 0,25 D - 0,05$
IROKO <i>Chlorophora excelsa</i>	123	$V = 9,7 D^2 - D + 0,11$
KONDROTI	116	$V = 12 D^2 - 0,05$
KOSIPO <i>Entandrophragma candollei</i>	64	$V = 10 D^2 - 0,07$
KOTIBE	122	$V = 13,9 D^2 - 2,2 D + 0,16$
KOTO <i>Pterygota macrocarpa</i>	85	$V = 17 D^2 - 3,4 D + 0,3$
LINGUE <i>Afzelia africana</i>	85	$V = 10,3 D^2 - 0,5 D$
MAKORE <i>Thieghemella heckelii</i>	79	$V = 10,14 D^2 - 0,02$
MOVINGUI <i>Distemonanthus benthamianus</i>	90	$V = 9,06 D^2 - 0,02$
NIANGON	132	$V = 9,93 D^2 - 0,03$
SAMBA	116	$V = 15,15 D^2 - 3,12 D + 0,24$
SIPO <i>Entandrophragma utile</i>	144	$V = 10,01 D^2 - 0,06$
TALI	110	$V = 7,8 D^2 - 0,6 D$
TIAMA	113	$V = 10,25 D^2$
TARIF GENERAL Espèces principales et secondaires	2 878	$V = 11,6 D^2 - 1,4 D + 0,1$

ANNEXE N° 3

TABLEAU D'EVOLUTION DES CIRCONFERENCES

Essence : Niangon

Périmètre : Irobo

Traitement: Eclaircie moyenne

Classe	Diamètre compris entre	N	C' MOYEN		ACCROISSEMENT		SURFACES TERRIERES		
		EFFECTIF	(CM)	(CM)	(CM)	C.V.	(DM2)		
			CAMP 1	CAMP 3	MOY.		CAMP 1	CAMP 3	DIFF.
1	10 - 15 cm	295	38.6*	43.4*	4.9	88.3	353.9*	453.3*	99.4*
2	15 - 20 cm	208	54.5*	61.9*	7.4	74.1	495.4*	643.9*	148.5*
3	20 - 25 cm	179	70.4*	78.9*	8.4	67.1	710.1*	894.8*	184.7*
4	25 - 30 cm	142	86.2*	96.9*	10.6	65.6	842.5*	1068.3*	225.8*
5	30 - 35 cm	89	101.5*	112.5*	11.0	52.8	730.3*	899.5*	169.2*
6	35 - 40 cm	77	116.6*	127.7*	11.1	61.4	834.6*	1002.4*	167.9*
7	40 - 45 cm	55	132.3*	145.6*	13.3	54.6	767.1*	931.5*	164.4*
8	45 - 50 cm	41	147.9*	160.1*	12.2	50.9	714.2*	837.9*	123.7*
9	50 - 55 cm	27	164.9*	176.9*	12.1	58.6	584.4*	674.6*	90.2*
10	55 - 60 cm	20	180.8*	191.9*	11.1	57.8	520.5*	586.9*	66.4*
11	60 - 65 cm	9	193.8*	204.8*	11.1	62.3	269.0*	300.9*	31.9*
12	65 - 70 cm	6	207.5*	218.1*	10.6	38.5	205.6*	227.2*	21.6*
13	70 - 75 cm	5	226.4*	237.6*	11.2	66.1	204.1*	224.9*	20.8*
14	75 - 80 cm	0	0.0*	0.0*	0.0	0.0	0.0*	0.0*	0.0*
15	80 - 85 cm	2	258.5*	271.5*	13.0	42.3	106.4*	117.4*	11.1*
16	85 - 90 cm	0	0.0*	0.0*	0.0	0.0	0.0*	0.0*	0.0*
17	90 - 95 cm	1	284.5*	298.0*	13.5	0.0	64.4*	70.7*	6.3*
18	95 - 100cm	0	0.0*	0.0*	0.0	0.0	0.0*	0.0*	0.0*
19	100 - 105cm	0	0.0*	0.0*	0.0	0.0	0.0*	0.0*	0.0*
20	105 et +	0	0.0*	0.0*	0.0	0.0	0.0*	0.0*	0.0*
Total ..		1 156							

N = Nombre d'arbres de la classe

C = Circonférence moyenne des arbres

DIFF = Variation de la surface terrière entre campagnes de mesure

CV = Coefficient de variation des accroissements

Seuls sont suivis les arbres de la campagne 1 toujours présents à la campagne 3 (à l'exception donc, des arbres morts pendant la période correspondante de 4 ans).

ANNEXE N° 4

TABLEAU CROISE D'EVOLUTION DES EFFECTIFS

Classe 0 : correspond aux recrutements entre 1978 et 1982

MRT : correspond aux arbres morts entre 1978 et 1982

Classe 1 : correspond aux arbres de 10 à 15 cm de diamètre

• • • • •

Classe 10: correspond aux arbres de 55 à 60 cm de diamètre

• • • • •

Classe 20: correspond aux arbres de plus de 105 cm de diamètre

S O D E F O R

PERIMETRE : IROBO

ESSENCE : Niangon

TRAITEMENT : Eclaircie moyenne

TRAITEMENT : Eclaircie moyenne		EFFECTIFS																					
CAMPAGNE 1*		CAMPAGNE 3										Inventaire 1982											
Inv. 1978*	CLASSE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	MRT	TOTAL
0	•	55	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		57
1	•	212	80	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	308
2	•		113	90	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	216
3	•			93	80	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	186
4	•				59	74	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	147
5	•					31	55	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	90
6	•						33	41	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	78
7	•							16	34	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	56
8	•								12	28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	43
9	•									7	18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	28
10	•										7	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22
11	•											5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	11
12	•												4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	6
13	•													3	1	1	0	0	0	0	0	0	5
14	•														0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	•															1	1	0	0	0	0	0	2
16	•																0	0	0	0	0	0	0
17	•																	1	0	0	0	0	1
18	•																		0	0	0	0	0
19	•																			0	0	0	0
20	•																				0	0	0
TOTAL	•	267	195	186	142	111	97	59	49	40	26	20	8	5	1	2	1	1	0	0	0		1210

Remarque : 1199 (arbres camp. 1) - 43 (arbres morts) = 1156 (arbres suivis entre les deux campagnes)

