



Guyane. Vue aérienne de la forêt naturelle.

**GESTION DE L'ÉCOSYSTÈME
FORESTIER GUYANAIS**
**Étude de la croissance
et de la régénération naturelle**
Dispositif de Paracou

par L. SCHMITT (1) et M. BARITEAU (2)

(1) Ingénieur au Centre Technique Forestier Tropical.
(2) Ingénieur à l'Institut National de la Recherche Agronomique.

SUMMARY

MANAGEMENT OF THE GUIANESE FOREST ECOSYSTEM : STUDY OF GROWTH AND NATURAL REGENERATION (Paracou programme)

A new direction in terms of the silviculture of tropical dense forests has been taken, since 1982, by the Centre Technique Forestier Tropical, in French Guiana, for Paracou experimental programme. It demonstrates the realism which is expected in this fields : three simple and inexpensive operations were carried out on a large scale at the level of the overstorey, without trying to induce the natural regeneration of precious species, whose evolution is observed by the 'Institut de la Recherche Agronomique'. In view of the first results, obtained over a two-year-observation period only, after intervention, the reaction of the stand composed of valuable young trees is highly positive because of their increase in diameter growth.

RESUMEN

GESTION DEL CRECIMIENTO Y DE LA REGENERACION NATURAL (DISPOSITIVO DE PARACOU)

Se ha puesto de manifiesto una nueva tendencia en el aspecto de la silvicultura de los bosques denso tropicales a partir de 1982, aplicada por el Centre Technique Forestier Tropical en la Guyana Francesa, en el dispositivo experimental de Paracou. Con ello se dan sendas pruebas del realismo deseado en este sector : se han practicado a gran escala tres intervenciones sencillas y poco costosas pero a gran escala a nivel de la copa superior. Y ello sin tratar de inducir la regeneración natural de especies valiosas, cuya evolución se ha observado por parte del Instituto de Investigaciones Agronómicas. Considerando los resultados preliminares conseguidos durante un período de observaciones de tan sólo dos años, después de iniciada la intervención, la reacción de la población formada por jóvenes árboles de valor se puede considerar favorablemente positiva habida cuenta de la amplificación de su crecimiento diámetro.

LA SITUATION

On ne reviendra que pour mémoire sur cet état de fait bien connu de tous et certes alarmant : la disparition progressive des forêts tropicales humides du Monde.

En 1980, la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture) et le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) établissent un diagnostic précis de la situation. Ils en définissent les causes et le rythme d'évolution : 7,5 millions d'hectares disparaissent en moyenne chaque année, soit une régression brute de 0,62 % du potentiel. Il s'agit là de la conséquence directe des pressions anthropiques, souvent fortes mais néanmoins vitales, exercées sur le milieu : agriculture itinérante, surpâturage, coupes abusives pour le bois de feu... Par contre, l'exploitation commerciale des bois d'œuvre telle qu'est pratiquée dans la plupart des pays producteurs (récolte des plus beaux individus de quelques essences bien ciblées) n'intervient que très peu dans le processus. Toutefois, par le biais de son infrastructure routière, elle favorise la course aux terres agricoles : problème sans fin !

Dans ces conditions, l'appauvrissement des forêts humides paraît inévitable, que ce soit en qualité si l'écrémage des seules essences nobles perdure ou en quantité puisque l'on ne peut que constater la nécessité d'atteindre des zones d'exploitation de plus en plus reculées.

Bien entendu, il ne s'agit pas d'une nouvelle catastrophe affligeant les Tropiques. Très tôt, différents organismes internationaux de recherche forestière ont été sollicités pour proposer des solutions originales à l'époque, auxquelles on opposera bien vite certains griefs.

Les principales faiblesses invoquées sont :

- l'ordre dispersé dans lequel ont été menées les recherches,
- l'absence d'une doctrine ou d'un modèle commun,
- le manque de possibilités pratiques de dépouillement des données,
- les aléas de financement qui entravent la continuité souhaitable.

De plus, les coûts se sont toujours révélés réducteurs pour des résultats peu probants surtout à grande échelle.

Comment sortir rapidement du piège où les exigences et les malades de l'Homme ont placé la forêt tropicale ?

Quelles sont les possibilités de reconstitution du potentiel sur pied après exploitation et quelles seront les mesures réalistes à mettre en œuvre pour assurer une évolution convenable comme une production soutenue de la ressource ? Telles sont aujourd'hui les seules questions qui vaillent.

C'est pour y répondre que le CTFT (Centre Technique Forestier Tropical) s'efforce depuis une dizaine d'années de mettre en place un réseau d'études de la dynamique et de la production de peuplements naturels de forêt dense soumis à une sylviculture simple et réaliste. A son initiative, plusieurs expérimentations ont ainsi vu le jour, tant sur le continent africain (Côte-d'Ivoire - 1977, Centrafrique - 1981) qu'américain (Guyane française - 1982, Brésil - 1985).

L'objet de cet article est de présenter le principe et les premiers résultats de cette recherche appliquée à une petite parcelle du massif amazonien : la Guyane. Si pour l'instant on ne peut parler de situation critique dans ce département français d'Outre-Mer : 10.000 ha environ de forêts annuellement pour un total de presque 8 millions d'hectares boisés, par contre les pays avoisinants font l'objet d'une réduction préoccupante de leur couverture forestière. Le taux de déforestation en Amérique

du Sud s'accroît en moyenne de 1 % chaque année alors qu'il plafonne en valeur absolue sur les autres continents. Les retombées guyanaises, en dépassant le cadre départemental, pourraient s'étendre à l'ensemble du bassin amazonien, au sens large, et constitueraient également un acquis important pour la forêt africaine.

Des atouts solides pour l'élaboration d'une stratégie globale.

BREF APERÇU DE L'HISTOIRE FORESTIÈRE GUYANAISE

Jusqu'aux années 50, le massif forestier guyanais ne bénéficie pas d'une connaissance bien approfondie. Du fait de sa superficie, il a longtemps été considéré comme une source intarissable de produits précieux pouvant concurrencer les bois africains ou asiatiques.

La réalité est toute autre. Le BAFOG (Bureau Agricole et Forestier Guyanais) souligne déjà à cette époque le peu de volume exploitable à l'hectare, surtout dans la région de St Laurent du Maroni, si le sciage ne représente que le seul débouché. On en prendra réellement conscience lorsque seront connus les résultats de différentes études ayant trait aux propriétés technologiques des essences ou à l'inventaire forestier régional réalisé par le CTFT et l'ONF (Office National des Forêts). Ces données nouvelles permettront d'expliquer la défaillance de nombreuses entreprises forestières attirées par le libéralisme de l'exploitation. Elles se sont heurtées à de grandes difficultés tenant principalement au fait qu'il n'existe guère, au sein de cette forêt d'une extrême hétérogénéité floristique, d'espèces suffisamment fréquentes ni de « géants » pour jouer le rôle d'entraînement qui fut, par exemple, celui de l'Okoumé au Gabon. De plus, l'existence d'un relief ingrat rendant la pénétration difficile, le coût élevé de la main-d'œuvre ont largement contribué à leur échec.

Seules se maintiennent de petites entreprises artisanales et l'économie forestière se cantonne à l'exploitation, pour le bois d'œuvre, d'un nombre restreint d'espèces. Celles-ci ne représentent qu'une faible part du potentiel ligneux, soit un volume de l'ordre de 20 m³ à l'hectare (pour un total pouvant atteindre 400 m³) dont 5 à 15 m³ sont effectivement commercialisés. La production

annuelle de grumes reste, avec des hauts et des bas, à un niveau très modeste.

En apparence, une telle exploitation extensive ne doit présenter aucun risque pour l'écosystème forestier guyanais. Cependant on peut craindre que son caractère trop sélectif et la non intervention sylvicole sur les peuplements exploités en compromettent très certainement la pérennité. L'alerte est donnée. Le problème commun à la plupart des peuplements de forêt dense finit par toucher la Guyane.

Faute de tradition forestière, ce n'est qu'en 1975 que l'ONF entreprend un vaste programme d'expérimentations sylvicoles dans la région de Saint Laurent du Maroni et à proximité de Cayenne. L'accent est mis sur la protection et la régénération de la forêt naturelle. Le protocole de recherche s'articule en fonction :

- **du type de coupe à réaliser,**

- coupe bois d'œuvre ne prélevant qu'une faible partie du peuplement,

- coupe rase récoltant la totalité, ou presque, du peuplement ;

- **des interventions complémentaires :** essentiellement la conduite de la régénération naturelle mais aussi l'enrichissement en essences précieuses.

Pour les raisons évoquées au paragraphe précédent, cette nouvelle tentative d'homogénéisation de la forêt ne pourra démontrer son efficacité technique et économique, ne faisant que confirmer les résultats obtenus par ailleurs en ce domaine. L'effort entrepris se ralentit et on donnera la préférence aux plantations artificielles qui, après une période d'engouement, marqueront très vite le pas.

RELANCE DE LA RECHERCHE EN FORÊT NATURELLE

Une impulsion nouvelle est donnée à la production forestière qui passe de 30.000 m³ en 1976 à plus de 100.000 m³ en 1981. Les Autorités locales prévoient à moyen terme une extraction de 200.000 m³ par an ! Ce chiffre ambitieux relèvera toujours de l'utopie tant que la situation qui prévaut alors ne s'améliorera pour :

- rentabiliser de lourds investissements en tirant le meilleur profit de la forêt : élargissement de l'éventail des espèces commercialisables,

- permettre des rotations plus courtes, sur la frange littorale, et éviter ainsi d'avoir à s'enfoncer plus profondément vers l'intérieur.

Début des années 80. Reste à trouver l'issue. La seule voie possible est incontestablement celle d'engager la tendance innovatrice, acquise d'une expérimentation menée en Malaisie Péninsulaire par la FAO (1974) et développée depuis 1976 par le CTFT en Afrique.

L'approche scientifique et technique repose sur plusieurs principes fondamentaux :

— s'intéresser uniquement à l'étage dominant ; la régénération naturelle d'essences précieuses, difficile à maîtriser, sera constatée plutôt qu'induite, et observer comment les arbres de diamètre supérieur à une certaine valeur réagissent à des interventions simples, peu coûteuses et applicables à grande échelle, telles des coupes dirigées, renforcées ou non d'une éclaircie du peuplement (élimination d'espèces sans valeur),

— tester ces interventions sur des parcelles unitaires de grande taille avec le plus grand nombre possible de répétitions, en mesurant des paramètres simples comme le diamètre, la position des arbres et en se donnant les moyens de stockage et d'interprétation des données récoltées : informatisation...

C'est dans cet esprit et en tenant compte de l'expérience acquise des travaux de l'ONF qu'est conçue, en 1982, l'opération intitulée : « **Recherches sylvicoles sur les peuplements forestiers naturels guyanais** ».

Les principaux thèmes de cette étude sont les suivants :

— Mise au point des méthodes d'élimination des

espèces sans valeur (incidence sur le peuplement, effet sur les lianes et le recrû).

— Etude par espèce de la croissance des arbres en fonction de traitements sylvicoles.

— Etude de l'évolution des peuplements en fonction de ces traitements (mortalité induite ; recrutement...).

— Bilan sur le comportement et les exigences des principales essences.

— Etude de l'effet sur la production. Estimation des coûts et des gains.

— Possibilité de mise en œuvre à plus grande échelle des meilleurs traitements (organisation et méthodologie).

Par ailleurs, ce programme prévoit autour d'un dispositif central : le « DISPOSITIF DE PARACOU », mis en œuvre par le CTFT, la participation d'autres organismes scientifiques pour l'appréhension de l'incidence des interventions sylvicoles au niveau des principaux facteurs de l'écosystème : effet sur la régénération au sol, sur la litière, sur l'environnement architectural...

Cette participation, aujourd'hui, se limite essentiellement à l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) qui suit l'évolution de la régénération naturelle sur le dispositif et étudie l'écophysiologie des jeunes semis d'essences précieuses en conditions contrôlées.

Pour s'assurer du bon déroulement des recherches, le principe du suivi par un « COMITÉ LOCAL DE COORDINATION » prend effet dès 1982, sous la présidence du Directeur Régional de l'ONF.

DESCRIPTION DU DISPOSITIF DE PARACOU

Localisation

Le dispositif se situe au sein de la concession CIRAD de Paracou-Sinnamary, à une quarantaine de kilomètres de la ville de Kourou.

Ce sont, à l'origine, 108 ha de forêt primaire sempervirente soit 12 parcelles carrées de grande taille : 9 ha chacune, implantées suite à la prospection fine d'un secteur de plus de 450 ha : reconnaissance pédologique effectuée par l'ORSTOM (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération) et comptage en plein des arbres d'espèces commerciales.

Les priorités fixées pour la localisation du site ont été :

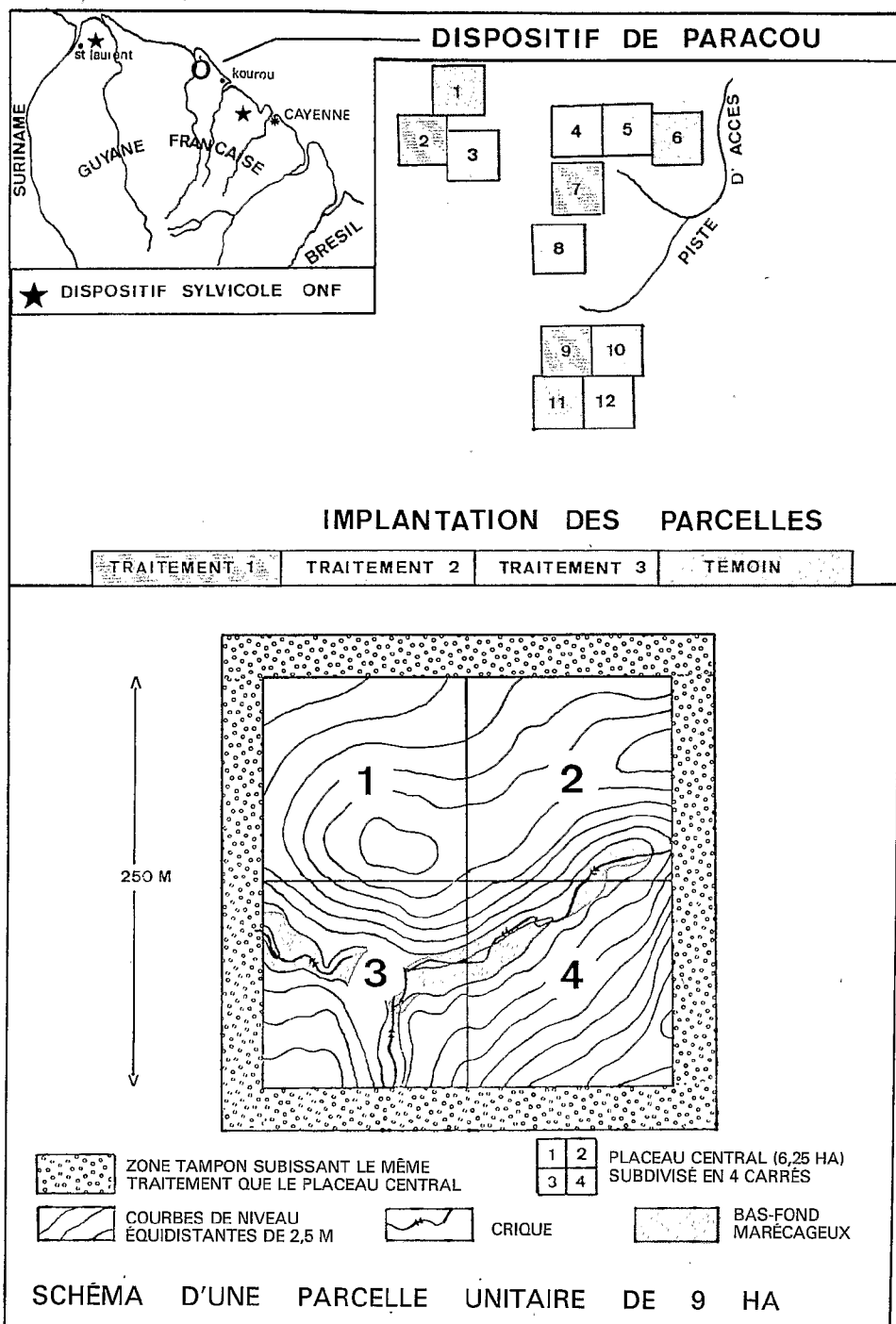
— la possibilité de mesurer et d'exploiter : présence suffisante d'espèces de valeur de toutes tailles,

— la représentativité au niveau sol : sur socle à drainage principalement superficiel car il s'agit de la couverture de presque 80 % des terres guyanaises.

Mesures permanentes

Au terme de la matérialisation sur le terrain, en 1984, les tiges du peuplement supérieur, constitué de tous les arbres de diamètre de référence ≥ 10 cm, sont parfaitement individualisées par parcelle, sur un plateau central de 6,25 ha (carré de 250 m de côté).

Chaque individu est numéroté (on en répertoria environ 46.000 !), identifié et positionné suivant le système des coordonnées rectangulaires.



L'identification botanique des arbres porte sur 62 espèces :

— 58 appelées « PRINCIPALES » constituant le groupe d'essences de bois d'œuvre prioritaires, actuellement commercialisées (*) ou encore peu connues mais technologiquement valables.

(*) Une vingtaine d'essences sont actuellement commercialisées dont l'ANGÉLIQUE, *Dicorynia guianensis*, qui représente généralement 1/3 du volume total prélevé, autant pour le GONFOLO, *Qualea rosea* et le GRIGNON, *Ocotea rubra* réunis, soit les 2/3 de la production de grumes pour simplement 3 espèces.

On les classe en trois catégories selon leur utilisation : ébénisterie-tranchage (17) ; menuiserie (25) ; déroulage (16).

— 4 espèces significatives de forêt de terre ferme (**)
et qui, associées aux autres confondues, forment le groupe des « SECONDAIRES ». Elles ne peuvent être valorisées que par combustion, carbonisation, gazéification... et produisent de ce fait ce que l'on appellera : le bois énergie.

Signalons également qu'un fond topographique, relevé sur chaque plateau central, précise les courbes de niveau, le tracé des criques et la localisation des bas-fonds marécageux.

Mesures périodiques

Depuis 1984 a lieu chaque année l'inventaire général du peuplement supérieur, sur les 75 ha matérialisés. Les données recueillies concernent uniquement la circonférence de référence de tous les arbres (diamètre ≥ 10 cm) mesurés manuellement à 1,30 m du sol ou au-dessus des contreforts (précision : 0,5 cm). De plus, un échantillon d'arbres d'une dizaine d'espèces principales de croissance et de comportement différents est suivi par rubans dendromètres permanents. La précision de mesure, bien meilleure, permet de réduire la périodicité de lecture à 6 mois.

Toutes ces mesures vont donc permettre de suivre entre deux campagnes d'inventaire, quelles qu'elles soient :

- l'accroissement individuel et général du diamètre, de la surface terrière,
- le recrutement des jeunes tiges ayant atteint 10 cm de diamètre,
- la mortalité, qu'elle soit naturelle ou induite des actions sylvicoles.

Traitements sylvicoles

Pour répondre au souci de réalisme et d'économie, seuls deux types d'interventions ont été envisagés sur le peuplement constitué (rappelons que la régénération naturelle au sol sera constatée plutôt qu'induite) à savoir :

— L'abattage et le débardage :

- production de bois d'œuvre :

(**) Il s'agit des GAULETTES *Picania et Parinari sp.pl.*, MAHOT, *Eschweilera sp.pl.*, KIMBOTO, *Pouteria cochlearia*, constituant 30 % de l'effectif total, à l'hectare, des arbres de diamètre ≥ 10 cm.

exploitation contrôlée des essences principales, de valeur commerciale et dépassant un diamètre requis d'exploitabilité variable selon l'espèce.

- production de bois énergie :

exploitation pour partie des essences secondaires et principales déclassées, inaptées à une production de qualité.

— L'éclaircie

élimination d'essences secondaires ou principales déclassées par dévitalisation sur pied.

Le Conseil Local de Coordination retient, en septembre 1986, 4 traitements sylvicoles représentant délibérément des situations très contrastées en extraction, en ouverture du couvert :

TRAITEMENT 1 :



$\varnothing \geq 50$ ou 60 cm

TRAITEMENT 2 :



$\varnothing \geq 50$ ou 60 cm



$\varnothing \geq 40$ cm

TRAITEMENT 3 :



$\varnothing \geq 50$ ou 60 cm $40 \leq \varnothing$ (cm) < 50 $\varnothing \geq 50$ cm

TRAITEMENT 4 : la non intervention constitue bien évidemment le quatrième traitement. La forêt reste intouchée et joue le rôle de « témoin » pour connaître l'évolution normale des peuplements et quantifier l'impact des traitements effectifs. Elle pourrait, si besoin, subir un traitement tardif pour la fiabilité des résultats obtenus.

L'application des traitements s'est faite après deux années complètes d'observations et de mesures du milieu naturel soit après le troisième inventaire du dispositif. Ce principe du « différé » est la meilleure méthode pour mettre en évidence l'effet traitement : chaque parcelle, chaque arbre devient ainsi son propre témoin avant et après traitement d'où la fiabilité des résultats. Chaque traitement a été répété trois fois (4 traitements × 3 répétitions : 12 parcelles) et sur l'ensemble de la parcelle de 9 ha.

Les opérations ont démarré par l'exploitation forestière confiée à un exploitant privé. A quelques exceptions près, tous les arbres concernés ont été abattus et les fûts (bois d'œuvre comme bois énergie) débardés au skidder. Une attention toute particulière fût portée aux problèmes liés à une telle action :

— conséquences immédiates sur le milieu : dégâts occasionnés au peuplement, impact au sol...

— mobilisation de la ressource : classification des grumes, étude de récolement après cubage en forêt et sur parc.

L'éclaircie, par dévitalisation d'arbres sur pied, a été réalisée en deux mois suivant la technique bien connue d'entailles malaises avec injection d'arboricide : mélange de 2,4-D et de piclorame, en solution dans l'eau.

Cette intervention n'a pu être menée de pair avec la précédente, vu la mobilisation en personnel qu'a nécessité cette dernière sur le plan du recueil des données, ni coïncider avec son achèvement. En effet, en 1983 et pour répondre au premier thème de l'étude, trois essais de dévitalisation effectués à différentes saisons climatiques de l'année ont permis d'observer que la durée nécessaire à l'obtention du résultat voulu peut varier, en moyenne, de 7 à 30 mois et de conclure ainsi que la période la plus efficace est celle se situant en fin d'année au moment de la reprise des pluies. Ce qui explique le décalage dans le temps entre les deux interventions.

CHRONOLOGIE DES OPÉRATIONS DE TERRAIN :		1984		1985		1986		1987		1988																				
Année	Mois	a	s	o	n	d	J	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d	J	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
Inventaire général	*****	*****				*****				*****				*****				*****												
Intervention	Campagne 1	Campagne 2				Campagne 3				Campagne 4				Campagne 5																
						*****				*****																				
						Exploitation forestière				Eclaircie																				

PREMIERS RÉSULTATS

Le stockage et le traitement des informations récoltées sont intégralement informatisés, cela va de soi compte tenu de l'importance des données accumulées : plus de 500.000 au total. Différents fichiers sont constitués et mis à jour régulièrement, des programmes de traitement ont été élaborés selon le type de sortie voulu : statique (description, cartographie...) ou dynamique (évolution...).

Il est encore tôt pour avancer des conclusions définitives sur cette étude. Un recul dans le temps d'au moins une dizaine d'années est nécessaire pour fournir des **résultats définitifs** quant à l'évolution du peuplement selon le traitement sylvicole qu'il a subi : effets sur la croissance, le recrutement, la mortalité, sur la productivité... Cependant il est d'ores et déjà possible d'établir

un premier bilan sur les principaux phénomènes ou réactions immédiats constatés. On se référera pour cela aux deux présentations des données numériques : tableaux I et II.

Impact immédiat des traitements sylvicoles

Le point d'impact immédiat est double : il s'agit du sol ou des régénérations naturelles en place et du peuplement constitué qui, tous deux, ont subi brusquement une dégradation dont l'importance est à chiffrer pour la justification des traitements appliqués.

TABLEAU 1

ÉVOLUTION DES PEUPEMENTS (EFFECTIF ET SURFACE TERRIÈRE/HA)
DEPUIS L'APPLICATION DES TRAITEMENTS

Parcelles témoins : 1 - 6 - 11			
Essences	EP	ES	Toutes
Peuplement Campagne 3	183,8 13,75	429,9 16,88	613,7 30,63
Peuplement Campagne 5	181,9 13,68	424,2 16,67	606,1 30,35

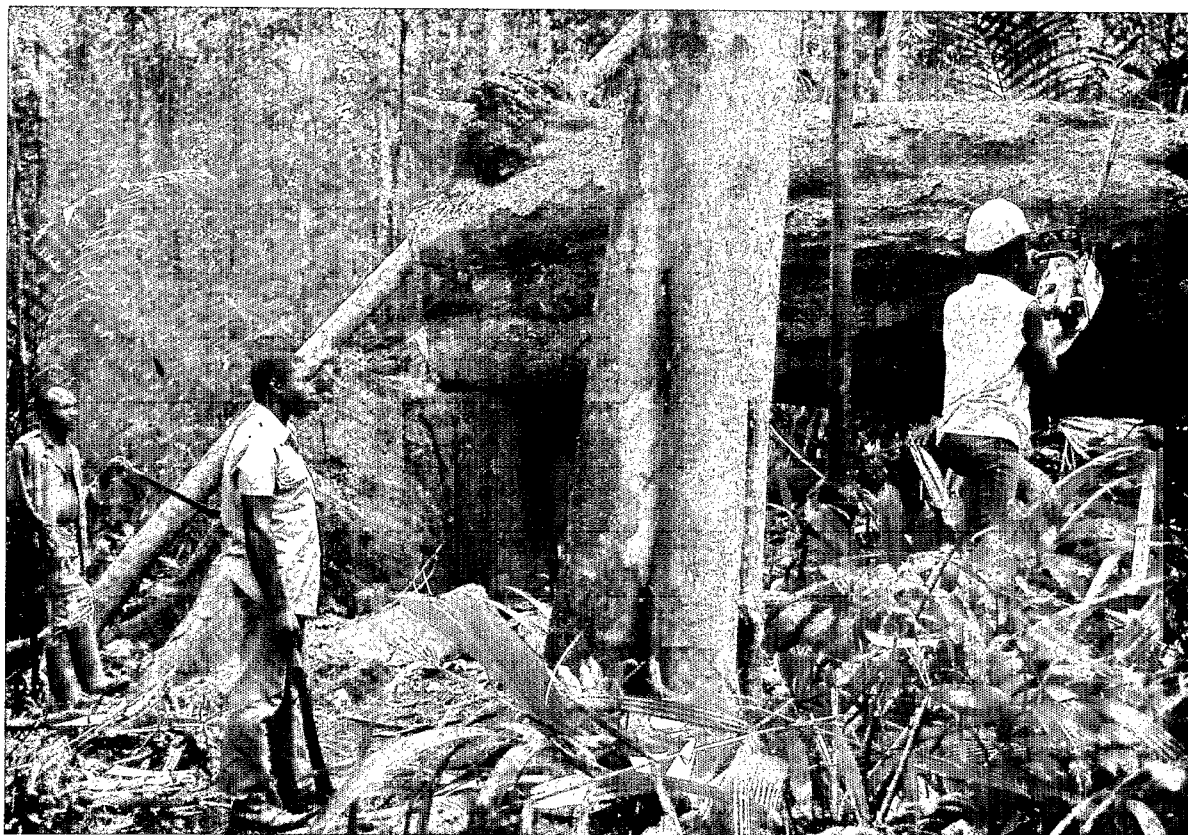
XXX.X
YY.YY

XXX.X : Effectif
YY.YY : Surface terrière

Traitement	Traitement 1 Parcelles 2 - 7 - 9			Traitement 2 Parcelles 3 - 5 - 10			Traitement 3 Parcelles 4 - 8 - 12		
	EP	ES	Toutes	EP	ES	Toutes	EP	ES	Toutes
Peuplement avant traitement	172,1 13,46	422,9 17,00	595,1 30,46	172,9 13,63	439,8 18,09	612,7 31,72	164,6 13,64	448,6 18,16	613,3 31,80
Arbres exploités	10,1 3,25	0,0 0,00	10,1 3,25	10,9 3,81	0,0 0,00	10,9 3,81	14,7 4,13	14,2 2,17	28,9 6,30
Arbres cassés	17,1 0,64	52,3 1,30	69,4 1,94	17,5 0,75	57,0 1,44	74,5 2,19	28,9 1,05	104,6 2,57	133,5 3,62
Arbres dévitalisés	0,0 0,00	0,0 0,00	0,0 0,00	4,4 1,40	24,4 6,01	28,8 7,41	5,1 1,84	9,9 3,19	15,0 5,03
Total « supprimé »	27,2 3,89	52,3 1,30	79,5 5,19	32,8 5,96	81,4 7,45	114,2 13,41	48,7 7,02	128,6 7,93	177,4 14,95
Peuplement après traitement	144,9 9,57	370,6 15,70	515,5 25,27	140,1 7,67	358,4 10,64	498,5 18,31	115,9 6,62	320,0 10,23	435,9 16,85
dont arbres intacts	128,7 8,53	325,3 13,99	454,0 22,52	122,5 6,69	317,0 9,39	439,5 16,08	93,6 5,44	250,1 7,82	343,7 13,26
dont arbres endommagés	16,2 1,04	45,3 1,71	61,5 2,75	17,6 0,98	41,4 1,25	59,0 2,23	22,3 1,18	69,9 2,41	92,2 3,59
Peuplement campagne 5	139,6 9,32	356,3 15,32	495,9 24,64	135,6 7,72	347,8 12,21	453,4 19,93	111,9 6,50	303,3 10,53	415,2 17,33
dont arbres intacts	124,0 8,46	312,6 13,83	436,6 22,29	118,1 6,71	301,6 9,18	419,7 15,89	90,0 5,40	237,6 7,86	327,6 13,26
dont arbres endommagés	12,1 0,83	36,2 1,42	48,3 2,25	13,7 0,83	31,6 0,94	45,3 1,77	17,9 0,90	53,0 1,74	70,9 2,64
dont arbres ceinturés vivants	0,0 0,00	0,0 0,00	0,0 0,00	0,5 0,15	6,5 2,02	7,0 2,17	0,6 0,17	3,6 1,15	4,2 1,32

Visuellement, au contraire de l'éclaircie, l'exploitation forestière a eu des conséquences immédiates spectaculaires. En parcourant les parcelles qui viennent d'être traitées, on ressent inmanquablement une impression de « saccage » désordonné. Le regard se pose sur ce qu'il y a de plus saisissant : vastes trouées où ne subsistent que quelques chandelles fantômatiques, arbres mis à terre ou

écorcés, ornières profondes... Par contre, on porte peu d'attention aux zones laissées indemnes dont on évaluerait la surface, à l'échelle de la parcelle, à quelques centaines de mètres carrés tout au plus. En fait leur importance est très nettement sous-estimée. Une étude précise d'évaluation a pu être menée d'après le relevé systématique des perturbations au sol occasionnées par l'abattage



Abattage d'un Grignon.

TABLEAU 2
DYNAMIQUE DES ARBRES D'AVENIR

Traitement	Traitement 1 Parcelles 2 - 7 - 9		Traitement 2 Parcelles 3 - 5 - 10		Traitement 3 Parcelles 4 - 8 - 12		Témoïn Parcelles 1 - 6 - 11	
Accroissement	Effectif observé	Delta Ø (cm/an)	Effectif observé	Delta Ø (cm/an)	Effectif observé	Delta Ø (cm/an)	Effectif observé	Delta Ø (cm/an)
Classe de diamètre								
10,0 < Ø ≤ 12,5	360	0,25	354	0,28	286	0,28	502	0,12
12,5 < Ø ≤ 15,0	309	0,27	304	0,27	203	0,32	388	0,16
15,0 < Ø ≤ 17,5	221	0,29	207	0,33	198	0,33	272	0,14
17,5 < Ø ≤ 20,0	193	0,29	217	0,31	163	0,38	262	0,20
20,0 < Ø ≤ 25,0	345	0,32	346	0,32	303	0,33	400	0,22
25,0 < Ø ≤ 30,0	219	0,32	244	0,33	238	0,34	271	0,21
30,0 < Ø ≤ 35,0	192	0,35	198	0,33	205	0,35	216	0,24
35,0 < Ø ≤ 40,0	141	0,30	155	0,30	152	0,32	190	0,22
40,0 < Ø ≤ 50,0	184	0,34	166	0,32	134	0,36	251	0,20
50,0 < Ø ≤ 60,0	76	0,36	28	0,33	45	0,41	148	0,24
60,0 < Ø ≤ 70,0	24	0,19	—	—	5	0,06	79	0,18
70,0 < Ø ≤ 100,0	10	0,30	—	—	1	0,08	41	0,31
Ø ≥ 100,0	—	—	—	—	—	—	1	0,48
Mortalité	- 6,1 %		- 5,9 %		- 7,2 %		- 1,8 %	
Recrutement	+ 2,4 %		+ 2,4 %		+ 2,9 %		+ 1,2 %	

lors de l'écrasement des houppiers et par l'ouverture du réseau de pistes de débardage.

Les résultats obtenus, rapportés à l'hectare, permettent d'établir d'excellentes corrélations entre :

— le nombre d'arbres abattus : NA/ha ou débardés : ND/ha et le pourcentage de surface totale restant intacte : SI,

— ND/ha et le pourcentage de surface endommagée par les opérations de débardage : SED.

Par contre, aucune relation n'est statistiquement positive entre NA/ha et le pourcentage de surface endommagée par l'abattage.

Les régressions obtenues ont pour équation :

$$SI (\%) = 76,1542 - 1,0282 NA/ha. SI (\%) = 75,1036 - 1,0792 ND/ha. SED (\%) = 10,0375 + 0,5239 ND/ha.$$

Finalement, on s'aperçoit (voir fig. 2) que l'ambiance forestière initiale est préservée sur les 2/3 de la surface dans le cas d'une exploitation bois d'œuvre comme pratiquée sur le dispositif : à raison d'un prélèvement moyen de 10 pieds/ha, contre à peine la moitié pour l'autre niveau d'exploitation réalisant 2 fois plus de pieds en bois énergie soit une trentaine d'arbres au total. Ces résultats s'accordent par ailleurs avec ceux obtenus par l'INRA sur les dégâts causés à la régénération naturelle (cf. chapitre sur ce sujet).

En ce qui concerne l'effet de l'exploitation sur le peuplement, pour cela se reporter au tableau 1, les dommages provoqués par la chute des arbres et le passage des engins ont été répertoriés de la même manière lors d'un inventaire de toutes les tiges mises à terre ou brisées : la casse et celles ayant subi des blessures.

La figure 2 récapitule les principales conclusions. Il apparaît que les dégâts d'exploitation chiffrés en termes de surface affectée sont plus impressionnants que ceux exprimés en surface terrière. Les pistes de débardage, les houppiers au sol sont concentrés sur des zones où il y a en réalité peu d'arbres de taille importante : le skidder pousse et met à terre essentiellement des petites tiges ; un arbre abattu, lors de sa chute, en fait autant après avoir endommagé des individus de plus gros diamètre, plus difficilement déracinables, et ce en heurtant leur houppier et en glissant le long de leur fût.

A titre de vérification, valeurs attribuées à l'arbre de surface terrière moyenne :

— soit cassé : 0,028 m² — soit endommagé : 0,044 m².

On retiendra que, tout compte fait, l'exploitation de 50 m³ fût de bois d'œuvre n'est pas aussi percutante que ce que l'on aurait pu craindre au départ. Elle ne supprime définitivement, en tout et pour tout, qu'environ 1/6 de la surface terrière initiale du peuplement. Par contre une exploitation combinant le bois d'œuvre et le bois énergie en élimine le 1/3. La part du peuplement initial qui restera sur pied est parfaitement corrélée à l'intensité de l'exploitation : $Stsp (\%) = 98,6025 - 1,4954 STex$, si $STsp (\%)$ représente le pourcentage en surface terrière des arbres restant sur pied et $STex$ le pourcentage de surface terrière exploitée.

Les arbres dévitalisés pour l'éclaircie complémentaire sont en bonne voie de dépérissement. Lors d'un premier sondage, quatre mois après l'opération, on observait un taux de mortalité de 50 %. La réussite de l'opération est indéniable. Au dernier inventaire général du dispositif, les 3/4 des arbres ceinturés sont morts en à peine un an. On constate également la vulnérabilité des GAULETTE et MAHOT, 28 % de l'effectif traité : moins de 3 % des arbres traités sont encore vivants.

Réaction des arbres aux traitements sylvicoles

La finalité de la sylviculture pratiquée sur le dispositif de PARACOU est, rappelons-le, de libérer préférentiellement les contraintes qui entravent l'essor du peuplement d'avenir constitué des arbres d'essences principales subsistant après traitement. Quelle que soit l'intervention pratiquée, ce peuplement, composé à 90 % de jeunes tiges soit :

— petites : $\varnothing < 25$ cm,

— moyennes : $25 \leq \varnothing$ (cm) < 40 (distinction valable pour les essences secondaires par la suite), représente un peu plus du 1/4 (27 %) de l'effectif total restant sur pied (moyennes établies pour chaque groupe de 3 parcelles ayant subi le même traitement). Les travaux ont contribué, par l'exploitation, la dévitalisation à « délivrer » certains de ces arbres, bien situés sur le terrain, d'une pression ou concurrence exercée sur eux par les individus, de dimensions plus importantes, éliminés dans leur environnement immédiat.

Ce phénomène est illustré par le graphique de la p. 14 mettant en évidence la « libération » du peuplement d'avenir dans l'hypothèse où la pression de gros arbres serait ressentie sur une distance de 10 m. La figure 3 présente donc l'évolution de l'effectif des jeunes tiges d'avenir (ordonnée) ayant autour d'elles, dans un rayon de 10 m : aucun arbre de diamètre ≥ 40 cm, un seul, deux, etc... (abscisse). Les valeurs chiffrées, exemple pris pour le Traitement 2, sont rapportées à l'hectare. N'ont été pris en compte que les arbres de valeur situés à au moins 10 m des limites du plateau central de chacune des 3 parcelles. Surface considérée : 15,87 ha.

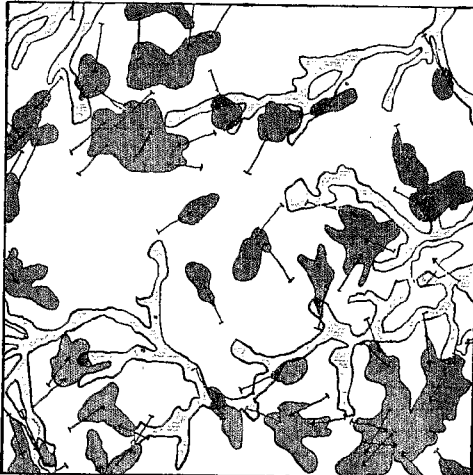
La réaction de ces arbres (toutes essences principales confondues) est représentée, par type de traitement, au tableau 2 qui donne les principaux résultats obtenus depuis la troisième campagne d'inventaire (date de démarrage des actions sylvicoles) ; à savoir :

— sous forme de moyennes annuelles, l'évolution du diamètre, pour différentes catégories de taille, des tiges initialement présentes (campagne 3) et toujours sur pied au bout de deux années (campagne 5),

IMPACT IMMÉDIAT DE L'EXPLOITATION FORESTIÈRE

1 - SUR LE TERRAIN : % SURFACE AFFECTÉE

PARCELLE 9



EXPLOITATION DE BOIS D'OEUVRE: 50 M³/HA

21% 13% TOTAL 33%

PARCELLE 4



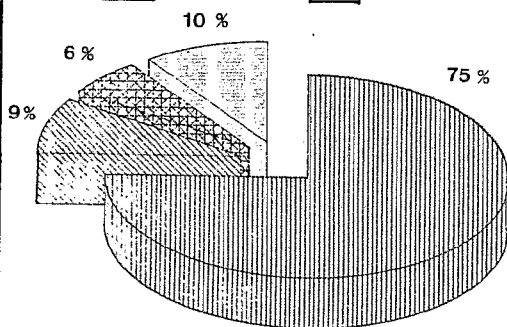
EXPLOITATION DE BOIS D'OEUVRE ET ENERGIE: 85 M³/HA

37% 24% TOTAL 54%

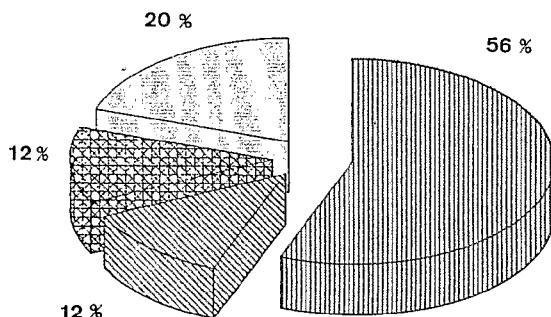
ABATTAGE
DÉBARDAGE

2 - SUR LE PEUPLEMENT : % SURFACE TERRIÈRE INITIALE

INTACTE EXPLOITEE CASSEE ENDOMMAGEE



EXPLOITATION DE BOIS D'OEUVRE



EXPLOITATION DE BOIS D'OEUVRE ET ENERGIE

FIG. 2.

— la mortalité des arbres présents au 3^e inventaire et disparus avant le dernier : soit naturellement morts sur pied, soit à la suite de chûlis,

— le recrutement ou passage à la futaie de jeunes individus, venus s'intégrer entre-temps à la première classe de diamètre.

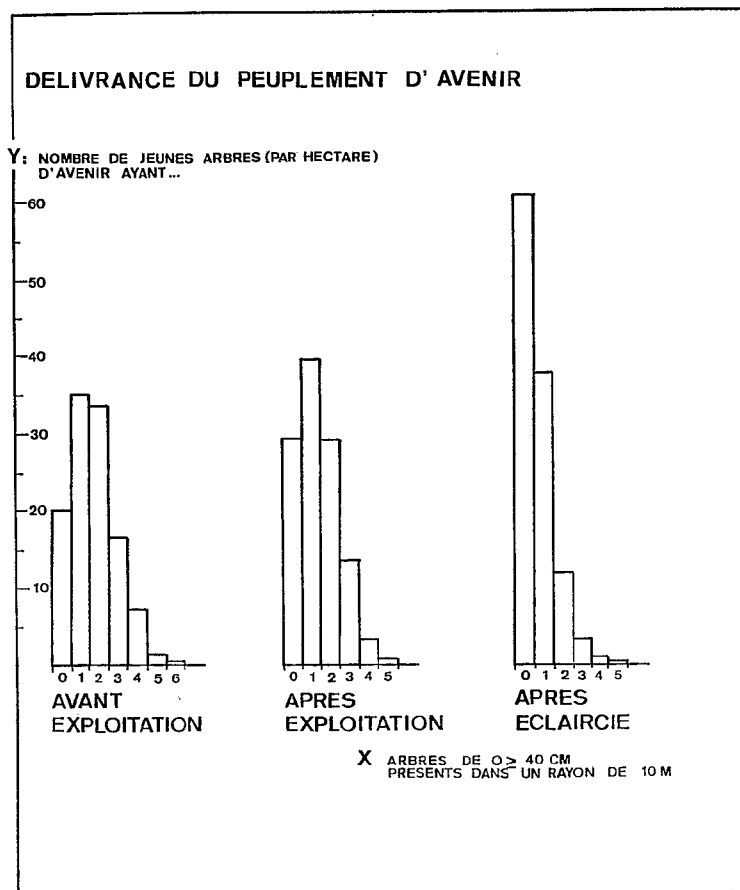


FIG. 3. — Réaction des essences de valeur

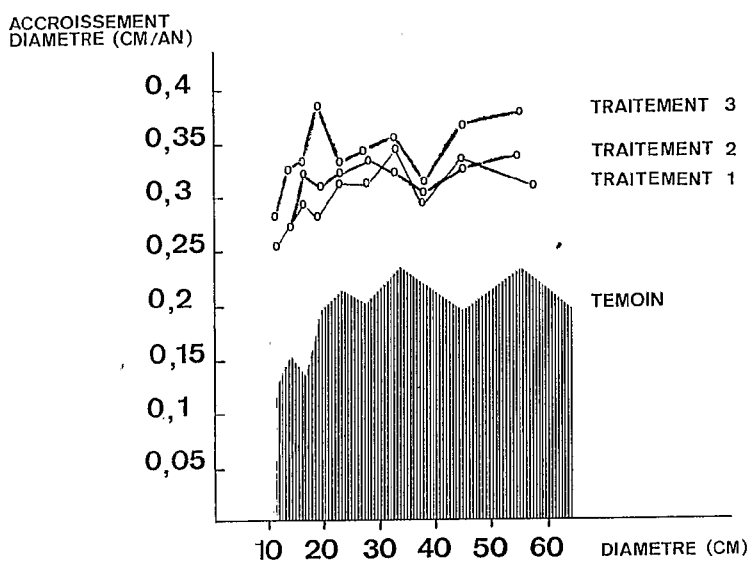


FIG. 4. — Evolution en diamètre sur une période de 2 ans

Ces deux dernières données sont exprimées en pourcentage de l'effectif subsistant après traitement.

La figure 4 permet une bonne visualisation de l'impact des interventions sur la croissance des arbres d'avenir. Les quatre courbes tracées correspondent à l'accroissement moyen annuel en diamètre (de la troisième à la dernière campagne d'inventaire) pour chaque classe de diamètre et selon le traitement.

La réaction est nettement perceptible vu l'écart entre la courbe des parcelles « témoin » et les trois autres. La comparaison aurait pu s'établir avec le comportement de chacun des trois peuplements traités durant les deux premières années d'observation mais leur évolution respective est comparable de 1984 à 1986 comme avec celle des parcelles témoins de 1986 à 1988. Il est toutefois certainement prématuré de vouloir départager les différentes modalités d'action sylvicole, de par le chevauchement des courbes, mais la réaction positive des essences de valeur est sans conteste puisque le gain de croissance est d'un peu plus de 75 % pour les petits arbres et se chiffre à 50 % pour les individus moyens.

Quant aux tiges d'essences secondaires, 3 fois plus importantes en nombre, leur réponse est comparée à celle des espèces principales (cf. tableau ci-contre).

La croissance, indépendamment du traitement sylvicole appliqué et du groupe d'essences pour considéré, est toujours supérieure pour les tiges moyennes, à l'avantage du peuplement d'avenir. Mais si l'on considère l'accroissement relatif : $\Delta \varnothing / \varnothing$ (%), celui-ci est généralement meilleur pour les petites tiges et a fortiori pour celles d'essences principales ; comme l'écart de croissance, absolu ou relatif, entre « témoin » et tous traitements confondus.

Ceci tend déjà à démontrer que les traitements sylvicoles favorisent préférentiellement l'essor du peuplement d'avenir. Il en est de même pour le « passage à la futaie ». Proportionnellement au nombre d'arbres restant sur pied pour chacune des deux catégories d'espèces, le recrutement est plus fort en essences précieuses dès qu'a lieu une intervention sylvicole. En ce qui concerne la mortalité, celle-ci apparaît nettement supérieure au sein des parcelles

TABLEAU 3
ÉVOLUTION, SUR DEUX ANS, DU PEUPEMENT DE PARACOU

Parcelles	« Témoin »				Tous traitements			
	10 - 25		25 - 40		10 - 25		25 - 40	
Classe de diamètre	Absolu	Relatif	Absolu	Relatif	Absolu	Relatif	Absolu	Relatif
Accroissement (absolu en cm/an)								
Essences								
— Principales	0,17	1,1 %	0,22	0,7 %	0,30	1,8 %	0,33	1,0 %
— Secondaires	0,09	0,6 %	0,17	0,6 %	0,19	1,2 %	0,24	0,8 %

traitées durant les deux premières années suivant l'application des traitements. Rien d'extraordinaire à cela puisqu'un peu plus de 10 % des arbres endommagés par l'exploitation forestière, qu'ils soient d'essences principales ou secondaires, vont dépérir dans ce laps de temps alors que la mort sur pied d'arbres indemnes affecte autant d'individus : 1,5 %, que le peuplement ait subi un traitement ou non. La propension aux châblis apparaît d'autant plus marquée que l'ouverture du couvert est forte : 0,7 % des arbres sont supprimés de la sorte

sur les parcelles « témoin » contre 2,5 à 3,3 % selon la nature de l'exploitation, sans oublier qu'un châblis entraîne avec lui en moyenne 0,9 arbre.

RÉGÉNÉRATION NATURELLE

Elle est traitée à la suite de cette première partie de l'article par M. BARITEAU.

CONCLUSION

Ce premier bilan fortement prometteur, dans la mesure où la mainmise sur la forêt a contribué favorablement et en si peu de temps à son dynamisme, n'en est pas moins provisoire et doit être considéré avec toute la prudence nécessaire. Ce n'est qu'au fil des ans, grâce aux observations à venir sur les peuplements et les régénérations naturelles, qu'il sera possible de confirmer ou d'infirmier le bien-fondé des traitements retenus. Pour cela, les données actuellement disponibles, aussi précieuses soient-elles, sont incomplètes. Elles ne permettent pas encore de quantifier l'effet sur la production. Le CTFT procède actuellement à l'élaboration de tarifs de cubage afin de fournir le principal élément manquant : l'évaluation de la productivité (gain ou perte de volume sur pied), qu'il restera à relativiser par rapport au coût d'application des opérations sylvicoles.

Le dispositif de PARACOU ouvre incontestablement de nombreuses perspectives de recherches et d'enrichissement sur un milieu à peine effleuré. L'existence de cette base considérable de données informatisées, communes au CTFT et à l'INRA, donne accès à des domaines d'étude très vastes et souhaités par les forestiers gestionnaires comme, par exemple, la répartition spatiale des arbres, l'association d'espèces, les rapports entre semis et arbres adultes pour mieux cerner les mécanismes de concurrence inter-spécifiques et l'évolution de la régénération au sol. D'une manière générale, ces phénomènes seront rapprochés des connaissances apportées par d'autres disciplines (botanique, zoologie) et en particulier par l'écophysiologie (travail de R. HUC au sein de la Station de Recherches Forestières de l'INRA - Kourou).

ÉTUDE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE AU SEIN DU DISPOSITIF DE PARACOU

Différentes méthodes sylvicoles basées sur la régénération naturelle en forêt tropicale humide peuvent être répertoriées :

— celles dont le but principal est d'assister la régénération naturelle après étude des préexistants (MALAYAN UNIFORM SYSTEM en Malaisie, par exemple),

— celles qui provoquent la régénération naturelle par intervention sur le couvert (TROPICAL SHELTERWOOD SYSTEM, par exemple).

Ces dernières méthodes peuvent être subdivisées en deux groupes : les variantes intensives qui réclament des interventions directes sur la régénération (enrichisse-

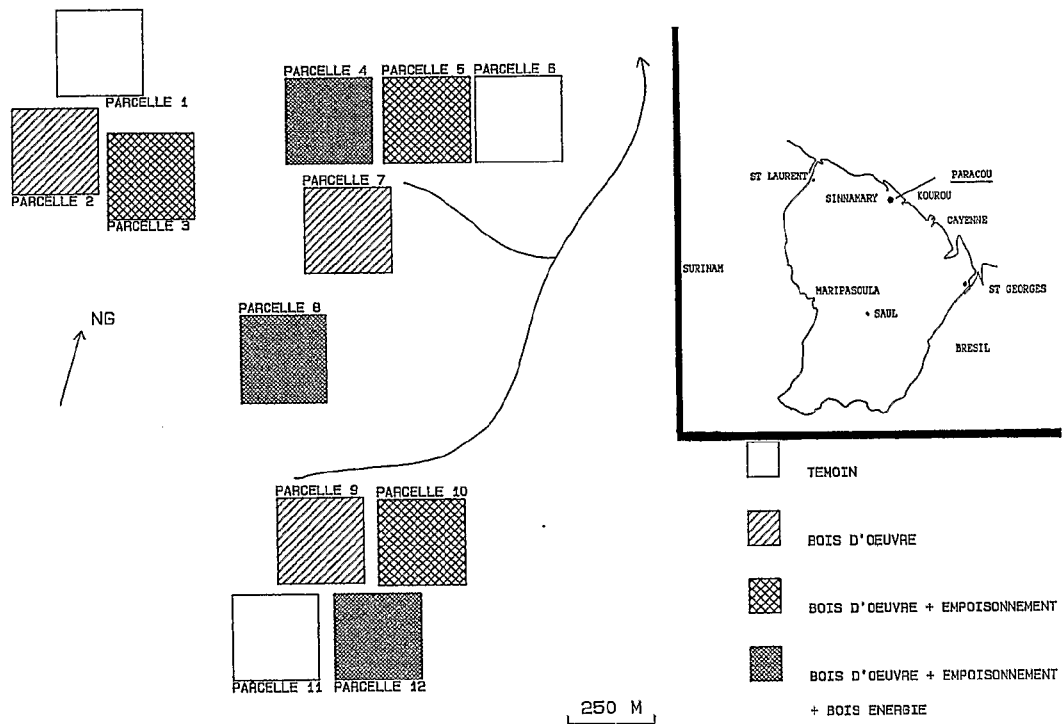
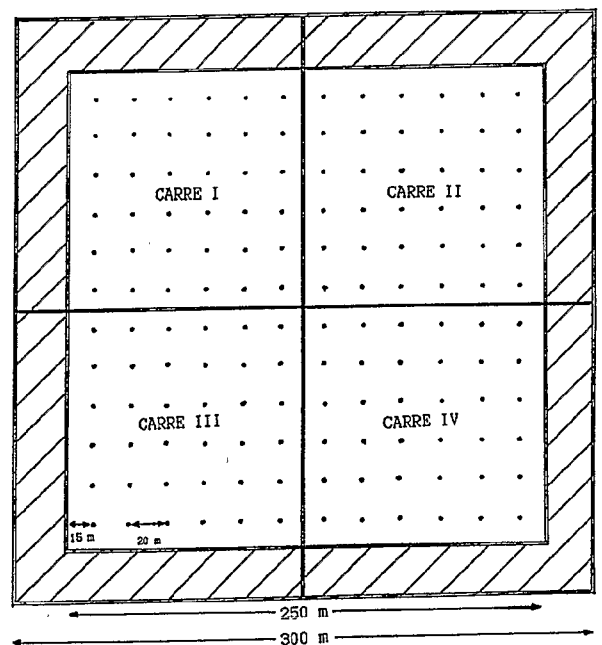
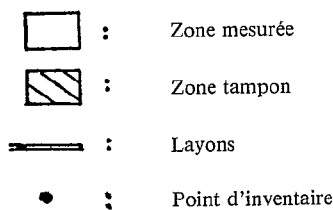


FIG. 1. — Localisation des parcelles à PARACOU.

ments, dégagements, délianages) et les variantes extensives utilisant des interventions indirectes (simple ouverture du couvert) : dans ce dernier cas, la régénération naturelle est simplement induite par des traitements sylvicoles qui visent en premier lieu le peuplement adulte.

La régénération naturelle recouvre un double concept : d'une part, au sens statique, l'ensemble des semis et petites tiges existant dans un peuplement, d'autre part, au sens dynamique, l'ensemble des processus par lesquels la forêt dense se reproduit naturellement (ROLLET, 1969).

FIG. 2.



Le rôle de la régénération naturelle dans le cadre d'une sylviculture bien menée doit être de pérenniser les espèces précieuses, voire d'augmenter leur pourcentage au sein des peuplements par élimination progressive des semenciers indésirables. La diversité floristique des forêts tropicales est cependant le fruit de nécessités écologiques et il n'est pas souhaitable de vouloir trop simplifier ce milieu. L'objectif visé par les méthodes modernes d'aménagement naturel est de pouvoir exploiter la forêt aussi souvent que possible sans trop modifier sa composition et sa structure à long terme. Le bénéfice envisagé peut être énorme puisque les infrastructures d'exploitation (accès routiers, etc.) pourraient être limitées aux seules zones aménagées et ne serviraient plus, comme actuellement, après abandon, comme voie de pénétration pour les défrichements agricoles sauvages ou planifiés.

Au sein du dispositif de PARACOU, la régénération est inventoriée statistiquement par l'INRA, les points d'inventaire étant répartis selon une maille carrée de 20 m (le Muséum d'Histoire Naturelle a également testé des méthodes d'inventaire en plein sur des surfaces plus réduites et un nombre limité d'espèces). Chaque point

d'inventaire est matérialisé par un piquet métallique (fer à béton), les lignes de piquets étant orientées selon un axe Nord-Sud.

L'inventaire est effectué en plein à chaque point de maillage, sur un plateau circulaire déterminé par rayonnement autour du piquet métallique avec une baguette de 1,175 m.

Ce rayon est fixé par le taux de sondage qui a été choisi en fonction d'essais préliminaires, soit 1 % : c'est en effet le taux qui présente le meilleur rapport précision/temps d'exécution pour caractériser la répartition des essences précieuses fréquentes ou suffisamment bien dispersées.

Les essences inventoriées sont au nombre de 33 (voir liste au tableau 1). Ce sont : soit des essences précieuses, soit des essences fréquentes ne présentant pas nécessairement un intérêt économique particulier. La reconnaissance botanique est parfois difficile et plusieurs espèces peuvent être relevées sous le même nom vernaculaire (cas du Yayamadou, par exemple).

On détermine le nombre exact de semis présents sur la placette pour chacune d'entre elles, en tenant compte

TABLEAU I

LISTE DES ESPÈCES INVENTORIÉES À PARACOU

Nom Usuel	Nom Vernaculaire	Nom Scientifique	Famille
Amarante	Dachitan	<i>Peltogyne pubescens</i>	Cesalpiniacées
Amarante	Papaati	<i>Peltogyne venosa</i>	Cesalpiniacées
Angélique	Singapetou	<i>Dicorynia guianensis</i>	Cesalpiniacées
Bagasse	Kaw Oudou	<i>Bagassa tiliaefolia</i>	Moracées
Boco	Aie Oudou	<i>Bocoa prouacensis</i>	Cesalpiniacées
Carapa	Carapa	<i>Carapa guianensis</i>	Meliacées
Chawari	Agougagui	<i>Caryocar glabrum</i>	Caryocaracées
Cœur Dehors	Baaka Kiabici	<i>Diptotropis purpurea</i>	Cesalpiniacées
Diaguidia	Diaguidia	<i>Sclerolobium melinonii</i>	Cesalpiniacées
Bois St Jean	Tobitoutou	<i>Didymopanax morototoni</i>	Araliacées
Bois St Jean	Tobitoutou	<i>Schefflera paraensis</i>	Araliacées
Ebène Verte	Guinaati	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniacées
Wapa	Bioudou	<i>Eperua falcata</i>	Cesalpiniacées
Wapa	Bioudou	<i>Eperua grandiflora</i>	Cesalpiniacées
Wapa	Bioudou	<i>Eperua rubiginosa</i>	Cesalpiniacées
Gaulette	Koko	<i>Licania sp. pl.</i>	Chrysobalanacées
Gaulette	Koko	<i>Parinari sp. pl.</i>	Chrysobalanacées
Gonfolo	Gonfolo Kouali	<i>Qualea rosea</i>	Vochysiacees
Gonfolo	Gonfolo Kouali	<i>Ruizteriana albiflora</i>	Vochysiacees
Goupi	Kopi	<i>Goupia glabra</i>	Goupiacées
Grignon	Wana	<i>Ocotea rubra</i>	Lauracées
Jacaranda	Yachi Mambo	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniacées
Kimboto	Kimboto	<i>Pradosia spp.</i>	Sapotacées
Mahot Cochon	Kobe	<i>Sterculia pruriens</i>	Sterculiacées
Mahot Coton	Coton Oudou	<i>Bombax globosum</i>	Bombacacées
Mahot Noir	Baikaaki	<i>Eschweilera odora</i>	Lecythidiacées
Manil Montagne	Mataaki	<i>Monorobea coccinea</i>	Clusiacees
Manil Marécage	Sabana Mataaki	<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiacees
Parcouri	Mongo Mataaki	<i>Platonia insignis</i>	Clusiacees
St Martin Jaune	Gueli Kiabici	<i>Vatairea guianensis</i>	Fabacées
St Martin Rouge	Lebi Kiabici	<i>Andira coriacea</i>	Fabacées
Simarouba	Asoumaripa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubacées
Tossopassa	Tossopassa	<i>Iryanthera sagotiana</i>	Myristicacées
Wacapou	Bounaati	<i>Vouacapoua americana</i>	Cesalpiniacées
Yayamadou	Moulomba	<i>Virola sp. pl.</i>	Myristicacées

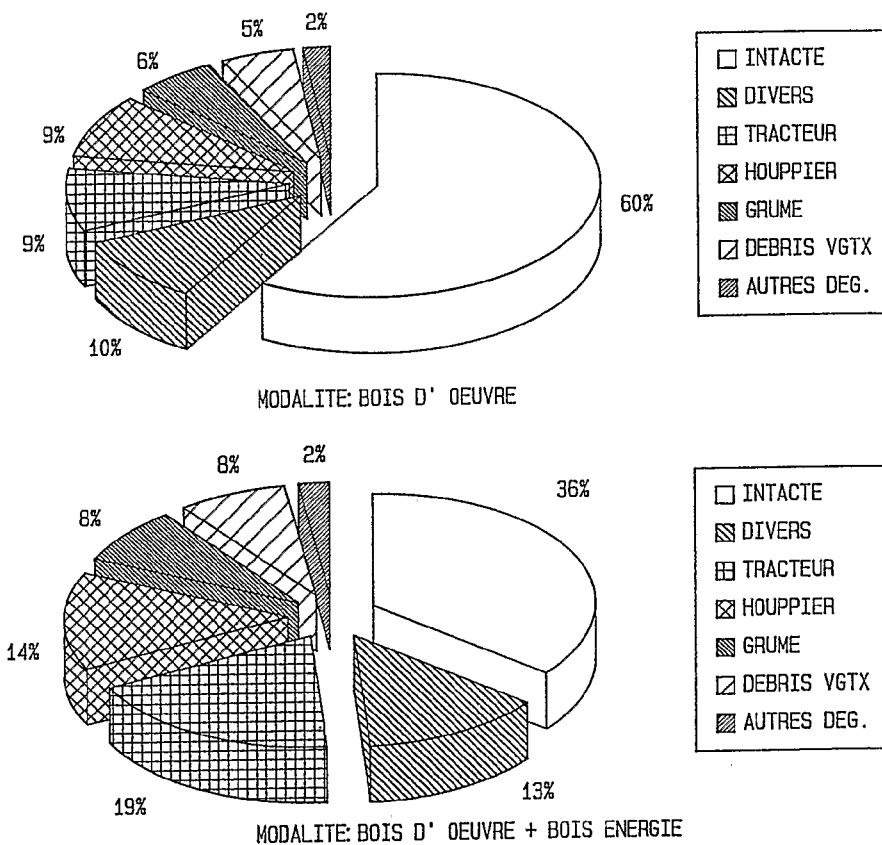


FIG. 3. — Effets de l'exploitation sur la régénération naturelle préexistante à PARACOU.

des individus d'une hauteur comprise entre 5 cm et 150 cm.

Seuls les semis dont le pied est inclus dans la placette sont comptés afin d'éviter une surestimation de la densité.

Les semis d'une hauteur supérieure à 150 cm (et d'un diamètre maximal de 10 cm qui est le diamètre de pré-comptage choisi par le CTFT) sont inventoriés à un taux de sondage plus élevé, 2,3 %, soit dans un cercle de 1,784 m de rayon (surface de 10 m²) déterminé par rayonnement par la même méthode que précédemment.

A chaque inventaire, et dans le but d'établir une relation entre les traitements pratiqués et les croissances, on mesure la hauteur d'espèces fréquentes en régénération et qui sont parmi les plus exploitées localement pour la production de bois d'œuvre (9 espèces : Angélique, Carapa, *Eperua falcata*, *Eperua grandiflora*, Gonfolo, Grignon, Manil marécage, Manil montagne, Yayamadou).

Dans la mesure du possible, on choisit 2 individus pour toute espèce représentée au point d'inventaire, dans la zone qui correspond au grand cercle ($R = 1,784$ m) et un peu au-delà le cas échéant. La hauteur est prise, au cm près, du collet au bourgeon terminal.

Les semis mesurés sont étiquetés et cartographiés suffisamment précisément pour être retrouvés à l'inventaire suivant, et éviter ainsi des pertes d'information. Un individu mort est remplacé par un semis de taille comparable.

La saisie est entièrement informatisée, en raison de la quantité très importante de données, à l'aide d'un appareil de saisie portable HUSKY HUNTER. Les données sont ensuite transférées sur un micro-ordinateur GOUPIL G4 et traitées par des programmes spécifiques écrits en BASIC. Des sorties cartographiques automatisées sont effectuées sur un traceur HP7475A. A chaque étape de la chaîne de saisie, transfert et traitement des données, la cohérence des enregistrements est vérifiée automatiquement ce qui élimine presque toute erreur de la base de données finale.

Trois inventaires successifs ont déjà eu lieu à PARACOU en 1986, 1987 et 1988.

L'inventaire de 1987 n'a pas été réalisé suivant le protocole décrit ci-dessus mais il a pris en compte un relevé systématique des dégâts occasionnés par l'exploitation forestière sur les régénérations naturelles (LEGEAY, 1987). La figure n° 3 résume les principales conclusions.

Finalement, dans le cas d'une exploitation traditionnelle de type « bois d'œuvre », c'est moins du tiers de la régénération naturelle qui est affecté par l'exploitation. Dans les situations plus agressives du type « bois d'œuvre » plus bois énergie », c'est plus de la moitié de la surface en régénération (préexistants) qui est touchée.

Les inventaires de 1986 et 1988 ont permis de faire le point sur la méthodologie et de mettre en évidence quelques résultats.

Différentes grandeurs mathématiques peuvent être tirées de la base de données constituée : densité de semis à l'hectare, pourcentage de placettes vides, indice de dispersion...

La densité D des semis à l'hectare pour une espèce est établie à partir de la moyenne des comptages. L'indice de dispersion est le rapport de la variance à la moyenne des comptages. Il implique le type de répartition spatiale des unités comptées, c'est-à-dire une dispersion régulière (cas des plantations) pour une valeur significativement inférieure à 1, aléatoire (conforme à la loi de POISSON) pour un indice égal ou proche de 1, agrégative dans les autres cas.

L'estimation des densités par la moyenne des comptages doit être assortie d'un calcul de précision. Elle est définie de façon classique comme l'écart type de la distribution d'échantillonnage, ou erreur standard. Soit M la moyenne des N comptages et S l'écart type correspondant. La précision est égale à $P = S/\sqrt{N}$ et la précision relative à $Pr = S/M\sqrt{N}$.

Le tableau 3 fait état des densités de semis préexistants pour *Eperua falcata* ainsi que de la précision relative, de l'indice de dispersion et du pourcentage de placettes vides dans chaque cas. L'intervalle de confiance de sécurité 0,95 correspond à M où D est $M \pm 1,96 \times Pr \times M$ ou $D \pm 1,96 \times Pr \times D$. L'augmentation du pourcentage de placettes vides entre 1986 et 1988 correspond, d'une part aux dégâts d'exploitation, d'autre part, à la mortalité naturelle non compensée par réensemencement. Le tableau 4 fait état des densités moyennes à l'hectare pour les espèces les mieux représentées ainsi que le minimum et le maximum observés sur les 12 parcelles.

L'inventaire sera d'autant plus « précis » que la précision sera faible. La satisfaction du forestier augmente donc proportionnellement à \sqrt{N} et sa fatigue proportionnellement à N . Le nombre de placettes par unité de surface échantillonnée est finalement un compromis entre la précision souhaitée et le coût des opérations. Par exemple, l'inventaire complet des 12 parcelles de PARACOU représente 7 mois de travail pour 2 personnes. Pour diminuer d'un facteur 2 l'intervalle de confiance obtenu sur l'estimation des densités, il faudrait multiplier le temps d'inventaire ou le nombre des opérateurs par 4. La taille des placettes est petite mais résulte également de contraintes pratiques. Les précisions sont très variables d'une espèce à l'autre. On constate que certaines espèces sont proches d'une répartition aléatoire (Carapa, Grignon) et que d'autres sont très agrégatives (Manil marécage, Kimboto). Ces observations sont à mettre en rapport avec le mode de dissémination des

graines : le Carapa, par exemple, est bien disséminé par les rongeurs (voir FORGET, 1988).

Les résultats concernant les premiers inventaires montrent la difficulté qu'il y a à cerner correctement les densités de semis. Les espèces les mieux représentées et les moins agrégatives sont quantifiables avec plus de précision. Cette méthodologie n'est pas à rejeter pour autant car les traitements sylvicoles ont pour but, entre autres, de provoquer une régénération naturelle nouvelle et abondante. Il est donc nécessaire de connaître le stock de préexistants même avec une marge d'erreur importante. L'apparition ou la disparition de certaines espèces doivent également être signalées comme les conséquences majeures des traitements appliqués. De plus, les densités des essences les mieux régénérées peuvent sans nul doute augmenter bien au-delà des limites des intervalles de confiance des densités actuelles. Enfin, l'analyse paramétrique des données ne prend pas en compte toute l'information disponible. Il existe de nombreuses techniques d'analyse non paramétrique qui permettent de préciser le type de dispersion des unités échantillonnées et même, de façon approximative, la forme des agrégats.

La cartographie apporte un complément indispensable en visualisant les structures spatiales (qui ne peuvent être réduites à un seul indice). La figure n° 4 montre la dispersion très particulière de l'espèce la plus abondante dans la forêt côtière guyanaise à savoir *Eperua falcata* (appelée Wapa en Guyane) : il s'agit d'agrégats autour des adultes concentrés dans des zones bien délimitées. Deux phénomènes se conjuguent pour expliquer cette répartition, assez exceptionnelle en forêt tropicale : faible dissémination des graines autour des semenciers (autochorie), existence probable d'un facteur pédologique limitant. En termes mathématiques, cela correspond à une contagion vraie (agrégats) combinée à une contagion fautive (zones) difficiles à mettre en évidence sans avoir recours à la cartographie. La carte présentée figure pour chaque carré de 20 m x 20 m la valeur du comptage effectué en son centre.

La figure n° 5 montre comment utiliser cet outil dans l'étude de la dynamique des régénérations naturelles en prenant un exemple sur le dispositif INRA en forêt naturelle de Guadeloupe (VOISIN, 1988).

L'évolution dans le temps des tâches régénérées est mise en évidence clairement par les cartes isocontours. Elle peut être rapportée par le biais de cartographies aux facteurs explicatifs (présence de semenciers, mise en lumière, relief, sol...).

La dernière composante des inventaires mis en œuvre à PARACOU est l'étude des croissances en hauteur des régénérations naturelles par étiquetage et suivi d'un nombre limité d'individus. Il est encore trop tôt pour exposer des résultats. Cependant le repérage individuel a permis de faire une synthèse sur la mortalité des préexistants sur une période de 22 mois environ (SOP FONKOUA, 1988). Les résultats sont donnés pour 9 espèces dans le tableau 4.

En conclusion, l'existence d'une base de données informatisée sur la régénération à PARACOU ouvre de

TABLEAU 2

RÉGÉNÉRATION NATURELLE D'*EPERUA FALCATA* À PARACOU.
PRINCIPAUX PARAMÈTRES D'ABONDANCE ET DE DISPERSION (INVENTAIRE 1988)

Parcelle	Moyenne par plateau	Moyenne à l'hectare	Indice de dispersion	Précision relative	% Placettes vides 1986	% Placettes vides 1988
1	0	0	—	—	100 %	100 %
2	0,007	16	1	99,6 %	100 %	99,3 %
3	0,090	207	1,86	37,8 %	88,2 %	94,4 %
4	0,444	1.023	3,77	24,3 %	72,9 %	82,6 %
5	0,583	1.343	1,81	14,7 %	61,8 %	68,7 %
6	0,757	1.744	2,22	14,3 %	32,6 %	56,9 %
7	0,556	1.281	1,96	15,6 %	59 %	69,4 %
8	0,340	783	2,19	21,1 %	78,5 %	81,2 %
9	0,139	320	2,17	32,9 %	87,5 %	91,7 %
10	0,174	401	1,87	27,3 %	87,5 %	88,9 %
11	0,451	1.039	3,00	21,5 %	80,5 %	79,2 %
12	0,458	1.055	2,87	20,9 %	72,9 %	79,2 %

TABLEAU 3

DENSITÉ MOYENNE À L'HECTARE, MINIMUM ET MAXIMUM, INDICE DE DISPERSION MOYEN
POUR LES ESPÈCES LES PLUS REPRÉSENTÉES EN RÉGÉNÉRATION À PARACOU

Espèce	Moyenne à l'hectare	Minimum	Maximum	Indice de dispersion moyen
Angélique	407	32	1.103	2,37
Carapa	120	65	223	1,27
<i>Eperua falcata</i>	838	16	1.744	2,25
<i>Eperua grandiflora</i>	1.464	16	3.136	9,9
Gaulette	3.025	1.776	4.912	2,31
Gonfolo	1.147	81	4.129	3,45
Goupi	884	16	2.511	5,30
Grignon	131	16	304	1,57
Kimbotou	4.241	320	9.041	14,04
Mahot Noir	6.392	2.977	10.432	11,99
Manil Marécage	2.534	944	5.103	15,62
Wacapou	1.464	16	3.136	9,90
Yayamadou	567	159	1.087	2,15

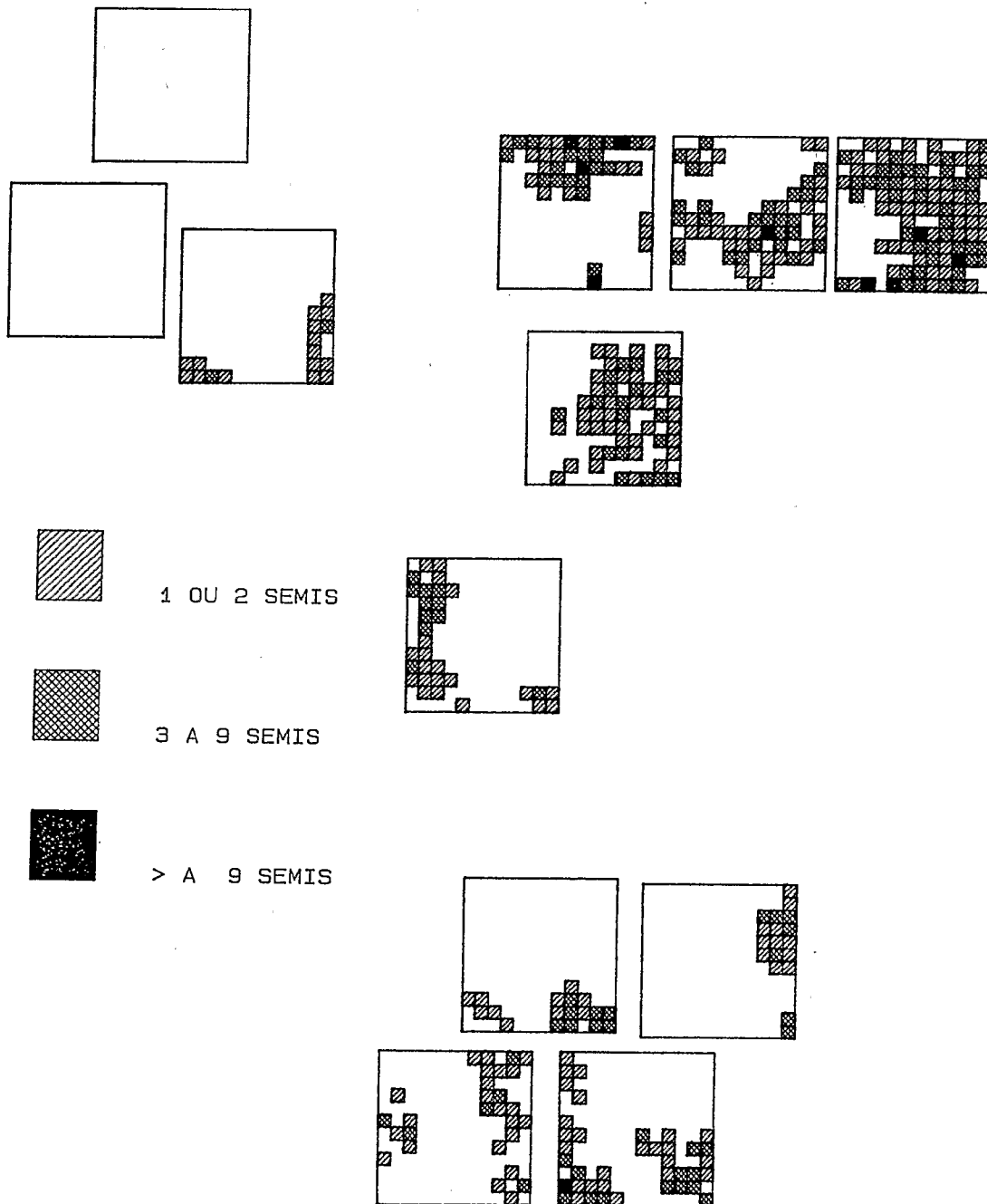


FIG. 4. — Cartographie de la régénération naturelle préexistante à PARACOU pour *Eperua falcata* (Inventaire 1986).

nombreuses perspectives de recherches. Le peuplement lui-même est cartographié intégralement et inventorié tous les ans par le Centre Technique Forestier Tropical. Le rapprochement de ces données avec celles de l'INRA donne accès à des domaines d'étude très vastes et très prometteurs comme, par exemple, celui des rapports

entre semis et arbres adultes de même espèce (voir tableau 4). D'une façon générale, les résultats obtenus seront rapprochés des connaissances apportées par les autres disciplines (botanique, zoologie,...) et en particulier par l'écophysologie (travail de R. HUC au sein de la Station de Recherches Forestières de Kourou).

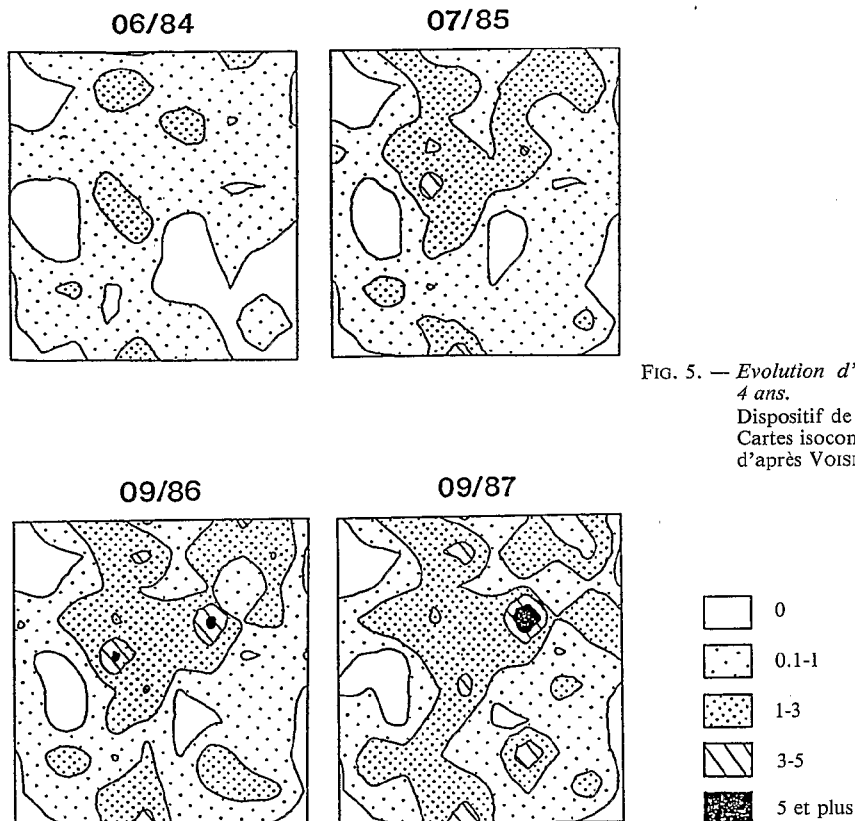


FIG. 5. — Evolution d'une régénération de Bois Rouge sur 4 ans.

Dispositif de Sarcelle (Guadeloupe).

Cartes isocontours (nombre de tiges au mètre carré) d'après VOISIN (1988).

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE (D. Y.), 1982. — Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte-d'Ivoire, *Candollea*, 37, 579-588.
- BENA (P.), 1960. — Essences forestières de Guyane, Bureau Agricole et Forestier Guyanais, 488 p.
- BERGONZINI (J. C.), SCHMITT (L.), 1985. — Recherches sur les peuplements naturels en forêt dense guyanaise : constitution des blocs du dispositif « forêt naturelle », CTFT, Guyane, 38 p.
- BERTAULT (J. G.), 1986. — Etude de l'effet d'interventions sylvicoles sur la régénération naturelle au sein d'un périmètre expérimental d'aménagement en forêt dense humide de Côte-d'Ivoire, Thèse de l'Université de Nancy, 254 p.
- BERTRAND (C.), 1987. — Contribution à l'étude de l'impact des traitements sylvicoles sur la régénération naturelle en Guyane. Mise au point d'une méthodologie d'inventaire et premières observations avant l'exploitation forestière. Mémoire ESAT octobre 1987, 67 p.
- CLARK (D. A.), CLARK (D. B.), 1984. — Spacing dynamics of a tropical rain forest tree : evaluation of the JANZEN-CONNELL model, *The American Naturalist*, 124, 769-788.
- DUCREY (M.), LABBE (P.), 1985. — Etude de la régénération naturelle contrôlée en forêt tropicale humide de Guadeloupe. I : Revue bibliographique, milieu naturel et élaboration d'un protocole expérimental, *Ann. Sci. For.*, 42, 297-322.
- DUCREY (M.), LABBE (P.), 1986. — Etude de la régénération naturelle contrôlée en forêt tropicale humide de Guadeloupe. II : installation et croissance des semis après les coupes d'ensemencement, *Ann. Sci. For.*, 43, 299-326.
- FERRY (O.), 1986. — L'ENGREF en Guyane : mission préparatoire, mémoire ENGREF, 180 p.
- FORGET (P. M.), 1988. — Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt guyanaise. Thèse de l'Université Paris 6, 245 p.
- GEOFFROY (J.), 1988. — Recherches sylvicoles sur les peuplements naturels en forêt dense guyanaise. Installation et croissance des semis d'essences précieuses. Second protocole d'étude. INRA Antilles Guyane, Station de Recherches Forestières, document interne, 19 p.
- LEGEAY (D.), 1987. — Etude des dégâts de l'exploitation forestière sur la régénération naturelle à PARACOU. INRA Antilles Guyane, Station de Recherches Forestières, document interne, 19 p.
- LESLIE (A. J.), 1987. — Aspects économiques de l'aménagement des forêts tropicales. *Unasylva* 155, vol. 39, 1987/1.

TABLEAU 4

MORTALITÉ DES PRÉEXISTANTS (T_m) POUR 9 ESPÈCES À PARACOU
(Période de 22 mois environ)

Espèces	T _m (%)	(1)	(2)	(3)	(4)
		Influence des traitements sylvicoles	Influence de la proximité des semenciers	Influence de la couverture de l'étage dominant	Influence de la topographie
Angélique	72	NS	Augmentation de T _m	NS	NS
Carapa	69	NS	Augmentation de T _m	NS	NS
Gonfolo	23	NS	NS	NS	NS
Grignon	69	NS	NS	NS	NS
Manil Marécage	25	NS	NS	NS	NS
Manil Montage	22	NS	NS	NS	NS
Yayamadou	37	Augmentation de T _m	NS *	NS	NS
<i>Eperua falcata</i>	60	Diminution de T _m	Augmentation de T _m	Augmentation de T _m	NS
<i>Eperua grandiflora</i>	43	NS	NS	NS	Augmentation de T _m

(1) Effet des traitements croissants (témoin, BO, BO + BE).

(2) Effet des proximités croissantes au plus proche adulte de diamètre > 20 cm appartenant à la même espèce.

(3) Effet d'une couverture de l'étage dominant croissante (notations qualitatives de 0 à 4).

(4) Effet d'une hydromorphie croissante (notations qualitatives à 5 niveaux de crête à bas de pente et petits cours d'eau).

* Augmentation de T_m très probable, masquée dans les calculs par la très forte dispersion du Yayamadou.

NS : Effet non significatif (comparaisons de fréquences à l'aide de tests de Khi2 au seuil de confiance de 5 %).

MAÎTRE (H. F.), 1982. — Projet de recherches sylvicoles sur les peuplements naturels en forêt dense guyanaise. CTFT, Nogent-sur-Marne, 65 p.

ROLLET (B.), 1969. — La régénération naturelle en forêt dense humide sempervirente de plaine de la Guyane Vénézuélienne, *Bois et Forêts des Tropiques*, 124, 19-38.

SARRAILH (J. M.), SCHMITT (L.), 1984. — Etat des recherches menées en Guyane Française sur la transformation et l'amélioration des peuplements forestiers naturels, IUFRO, 15 p.

SCHMITT (L.), 1984. — Recherches sylvicoles sur les peuplements naturels en forêt dense guyanaise. Phase préli-

minaire : localisation du dispositif principal, CTFT, Guyane, 38 p.

SCHMITT (L.), 1985. — Recherches sylvicoles sur les peuplements naturels en forêt dense guyanaise. Présentation des résultats issus de la première campagne de mesures, CTFT, Guyane, 43 p.

SOP FONKOUA (D.), 1988. — Contribution à une étude de mortalité des régénérations naturelles en forêt dense guyanaise. Mémoire ESAT 1, 40 p.

VOISIN (L.), 1988. — La régénération naturelle sur le dispositif sylvicole en forêt tropicale humide à la Guadeloupe. Mémoire ENITEF 3^e année, 41 p.

En vente au CTFT

Les filières de formation
dans les domaines de la forêt,
du bois et de la pisciculture

*Format 21 × 29, 7, 68 p.
Editeur Centre Technique Forestier Tropical.
Nogent-sur-Marne-France
Prix : 70 F*

L'organisation de l'enseignement supérieur en France (grandes Ecoles et Universités) n'est pas aisée à comprendre à l'étranger.

En outre, les études dans les domaines de la sylviculture et du matériau bois ne sont conduites que dans quelques établissements spécialisés, les matières s'y rapportant étant traitées dans des filières universitaires très variées.

Cette note est un effort de clarification pour faciliter la compréhension des cursus aboutissant aux diplômes d'Ingénieur et de Docteur d'une part, et pour choisir plus aisément la spécialisation scientifique souhaitée et l'organisme qui la dispense, d'autre part.

Enfin, quelques informations sont données sur les enseignements en Pisciculture, Economie et Biométrie.