

# Traitements sylvicoles en forêt tropicale guyanaise : bilan de dix ans d'expérimentations

**Stéphane GUITET<sup>1</sup>**  
**Lilian BLANC<sup>2</sup>**  
**Pierre-Julien TROMBE<sup>1</sup>**  
**Benoît LEHALLIER<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Office national des forêts  
Direction régionale de Guyane  
BP 7002  
97307 Cayenne Cedex  
France

<sup>2</sup> Cirad  
Département Environnements  
et sociétés  
Unité mixte de recherche  
Écologie des forêts de Guyane  
Campus agronomique  
11, avenue de France  
97310 Kourou  
France



Forêt des terres hautes du Nord guyanais vue du ciel : le relief multiconvexe à tendance hydromorphe sur schiste et granitoïde favorise une forêt dense dominée par les Lecythidaceae et Caesalpinaceae. Photo S. Guitet.

## RÉSUMÉ

### TRAITEMENTS SYLVICOLES EN FORÊT TROPICALE GUYANAISE : BILAN DE DIX ANS D'EXPÉRIMENTATIONS

Cet article fait le bilan d'un dispositif expérimental installé en Guyane française pour tester différentes modalités d'éclaircie sélective, mises en œuvre dix à quinze ans après exploitation, en vue d'obtenir une reconstitution rapide du peuplement commercial. Les modalités d'éclaircie testées sont de type mixte. Elles combinent une intervention sélective dans un rayon de dix mètres autour d'arbres d'avenir et une intervention systématique s'appliquant uniformément sur toute la parcelle. Les intensités d'éclaircie obtenues entraînent une réduction de huit à quarante-cinq pourcent de la surface terrière. Si l'accroissement du peuplement commercial restant est fortement dynamisé pour tout diamètre et toutes essences, par contre la surface terrière est peu modifiée du fait d'une forte mortalité et d'un recrutement moins important en essences commerciales. Par ailleurs, le capital commercial sur pied est fortement affecté par les opérations d'éclaircie telles qu'elles ont été définies. De fait, ces types d'éclaircie au profit de tiges d'avenir ne répondent pas aux objectifs de réduction des rotations en forêt tropicale guyanaise exploitée. En revanche, les mesures effectuées sur les peuplements ainsi traités confortent celles obtenues sur le dispositif de recherches de Paracou et confirment la nécessité d'adopter des rotations longues de plus de cinquante ans pour assurer la durabilité des prélèvements d'espèces de valeur dans le contexte d'exploitation actuel en Guyane française.

**Mots-clés :** rotation, éclaircie, dynamique des peuplements, exploitation forestière, Guyane française.

## ABSTRACT

### SILVICULTURAL TREATMENTS IN THE TROPICAL FORESTS OF GUIANA: A REVIEW OF TEN YEARS OF TRIALS

This article reviews an experimental system set up in French Guiana to test different selective thinning methods that started ten to fifteen years after logging in order to reconstitute commercially viable stands within the shortest time. The thinning methods tested involve a combination of selective intervention within a radius of 10 metres around crop trees and systematic intervention applied uniformly to the entire forest parcel. The resulting thinning intensity produces an 8% to 45% reduction in basal area. While the growth of the residual stand is strongly boosted in all species and for all diameters, there is little change in basal area because of high mortality and lower recruitment of commercial species. Standing commercial capital, however, is strongly affected by the thinning operations as defined. In effect, these thinning methods that benefit crop stems do not meet the objective of shorter rotations in Guiana's tropical logging forests. On the other hand, the measurements made in under-treatment stands agree with those obtained at the Paracou experimental station and confirm the need to adopt long cutting cycles of more than fifty years to ensure that the extraction of valuable species is sustainable in the current logging context in French Guiana.

**Keywords:** cutting cycle, thinning, stand dynamics, logging, French Guiana.

## RESUMEN

### TRATAMIENTOS SILVÍCOLAS EN EL BOSQUE TROPICAL GUAYANÉS: BALANCE DE DIEZ AÑOS DE ENSAYOS DE CAMPO

Este artículo establece el balance de un diseño experimental implantado en la Guayana francesa para ensayar distintos métodos de raleos selectivos, implementados diez a quince años después del aprovechamiento, en vista de obtener una reconstitución rápida del rodal comercial. Las modalidades de raleo probadas son de tipo mixto: combinan una intervención selectiva en un radio de diez metros alrededor de los árboles de futuro y una intervención sistemática que se aplica uniformemente en toda la parcela. Las intensidades de raleo obtenidas conllevan una reducción del 8 al 45 % del área basal. Aunque el crecimiento del rodal restante en pie se vió muy dinamizado en todo tipo de diámetros y especies, el área basal apenas experimentó modificaciones debido a una fuerte mortalidad y a una incorporación más baja de especies comerciales. Por otro lado, el volumen comercial en pie se ve muy afectado por las claras llevadas cabo así como se estableció. En realidad, estos tipos de raleo para favorecer los árboles seleccionados no responden a los objetivos de reducción del turno de aprovechamiento en el bosque tropical guayanés explotado. Sin embargo, las medidas efectuadas en los rodales intervenidos corroboran las que se obtuvieron en la estación de investigaciones de Paracou y confirman la necesidad de adoptar largos turnos, de más de cincuenta años, para garantizar la sostenibilidad de la extracción de especies aprovechables en el ámbito de la cosecha forestal actual en Guayana francesa.

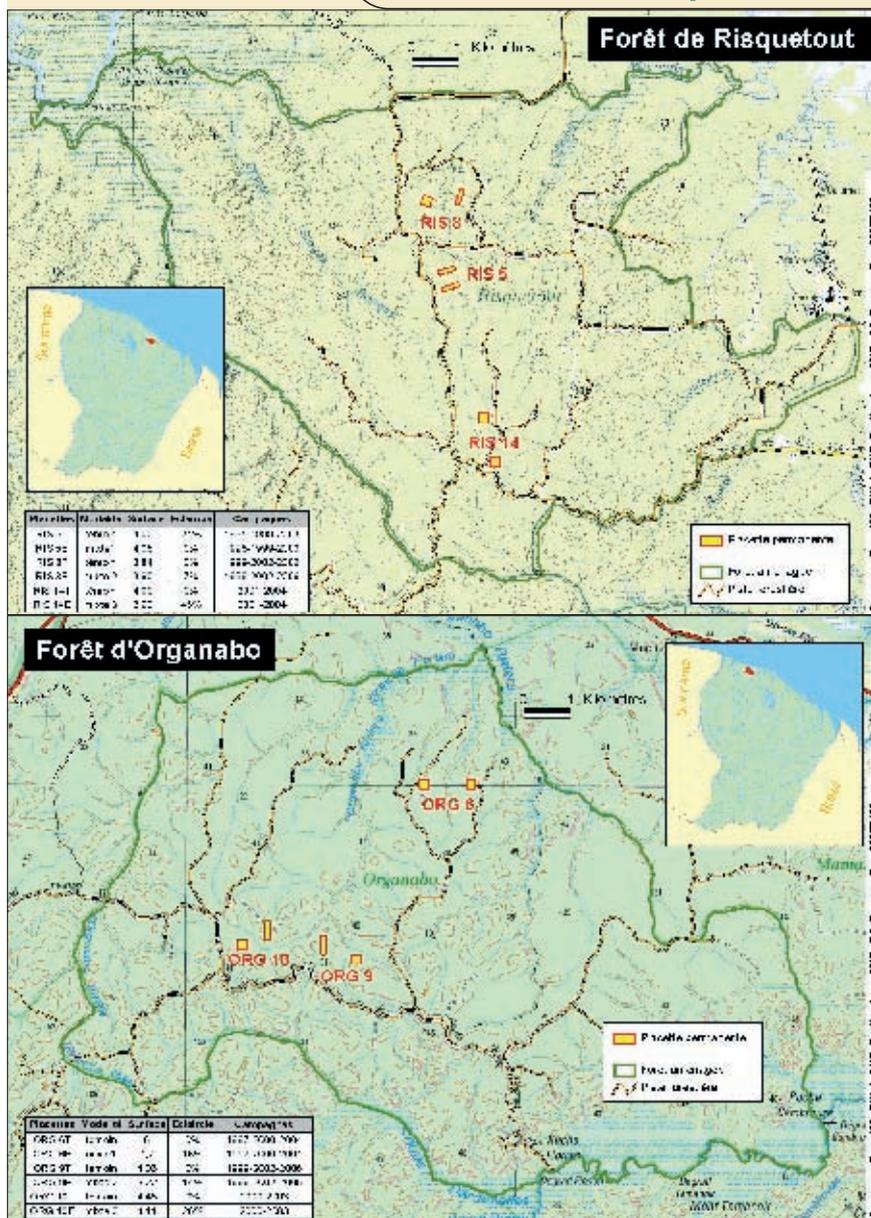
**Palabras clave:** turno de corta, raleos, dinámica de rodales, aprovechamiento forestal, Guayana francesa.

## Introduction

En Guyane française comme pour l'ensemble des forêts néotropicales, la ressource en bois exploitable est rare et disséminée (FAO, 2004). Par ailleurs, l'exploitation se concentre sur un petit nombre d'essences puisque trois essences représentent plus des trois quarts du volume exploité lors des dix dernières années. Le risque d'épuisement de cette ressource est envisageable si les conditions favorables à son renouvellement ne sont pas réunies.

Pour faire face à ce problème, des sylvicultures interventionnistes ont été testées à partir des années 1980. Il était alors question de réaliser des éclaircies au profit d'arbres d'avenir après exploitation (SCHMITT, 1989). La finalité de ces interventions consistait à dynamiser la croissance des arbres d'avenir afin de réduire la durée des rotations pour un passage en coupe plus rapide et une moindre consommation de l'espace forestier.

Rapidement, la rentabilité de ces travaux sylvicoles a cependant été mise en doute et ce type d'intervention a été abandonné pour concentrer les efforts de recherche sur le développement de méthodes d'exploitation à faible impact (Efi), considérant la coupe commerciale comme la seule et unique intervention du forestier sur le peuplement (SIST, 2001). Actuellement, la question de l'éclaircie redevient d'actualité : plusieurs auteurs mettent en avant la rentabilité sur le long terme des sylvicultures volontaristes en considérant les valeurs ajoutées environnementales et l'insuffisance de l'Efi au regard des courtes rotations généralement adoptées par les compagnies forestières (PUTZ, FREDERICKSEN, 2004 ; DEGRAAF *et al.*, 2003 ; SIST, FERREIRA, 2007). Par ailleurs, l'émergence des projets de production d'énergie verte à partir de biomasse permet d'envisager une rentabilisation directe des opérations d'éclaircie, qui pourraient contribuer à l'approvisionnement en bois-énergie dans des conditions restant à préciser.



**Carte 1.**

Localisation et plan expérimental des forêts-pilotes étudiées en Guyane française : forêts d'Organabo et de Risquetout.

Le présent article a pour objectif de faire le bilan d'un dispositif expérimental installé en Guyane française à partir de 1995 par l'Office national des forêts, en collaboration avec le Cirad<sup>1</sup>. Ce dispositif repose sur deux forêts dites « pilotes » qui ont fait l'objet d'essais d'éclaircie sur une superficie de près de 1 000 ha. Le système d'éclaircie testé est axé sur une intervention dix à quinze ans après exploitation, orientée au profit d'arbres d'avenir désignés dans le peuplement d'essences d'intérêt commercial. Cette intervention vise à maintenir la dynamique de croissance

du peuplement en prenant le relais de l'exploitation commerciale dont les effets stimulants semblent s'estomper après une décennie. Plusieurs modalités d'éclaircie ont été testées. Leurs effets sur la dynamique du peuplement d'essences de valeur pour le bois d'œuvre ont été analysés. Plus particulièrement, l'étude s'intéresse aux effets des éclaircies sur la croissance des arbres et sur la dynamique de reconstitution du stock exploitable (arbres de diamètre supérieur à 60 cm). Les résultats sont analysés au regard de l'exploitation actuellement en vigueur en Guyane.

<sup>1</sup> Cirad : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

## Matériels et méthodes

### Sites d'étude

Les deux massifs étudiés font partie des forêts publiques gérées et aménagées par l'Office national des forêts.

La forêt de Risquetout (4°95' N – 52°60' O) a été soumise à trois permis d'exploitation avant la mise en place des aménagements forestiers. Les zones d'étude ont été parcourues en coupe pour la dernière fois entre 1980 et 1983. Les précipitations moyennes annuelles atteignent 3 500 mm, avec une saison sèche peu marquée. Les sols de nature argileuse sont issus de granite ou de schistes formant des petites collines peu marquées autour de 60 m d'altitude.

La forêt d'Organabo (5°55' N – 53°45' O) n'a été exploitée qu'une seule fois, entre 1986 et 1995. Les précipitations moyennes annuelles y sont plus faibles qu'à Risquetout, avec 2 600 mm. Le relief, développé sur migmatites (période Caraïbes), est aussi peu marqué, ne dépassant pas 50 m d'altitude.

### Plan d'expérimentation

En s'inspirant du dispositif de Paracou, installé en Guyane par le Cirad en 1984, plusieurs modalités d'éclaircie ont été mises en œuvre sur plus de 1 000 ha, entre 1995 et 2000.

Les modalités d'éclaircie testées sont de type mixte. Elles mélangent une intervention sélective dans un rayon de 10 m autour d'arbres d'avenir désignés et une intervention systématique s'appliquant uniformément sur toute la parcelle (figure 1). Les essences forestières ont été classées en quatre catégories en fonction de leur intérêt commercial : les catégories IA et IB regroupent les essences les plus précieuses parmi lesquelles des arbres d'avenir sont désignés ; la catégorie 2 concerne les essences commerciales secondaires qui peuvent être dévitalisées sélectivement au profit des arbres

A) arbre d'avenir de catégorie IA ou IB de diamètre  $\geq D_a$  ;

B) arbre de diamètre  $\geq D_a$  et de catégorie inférieure à l'arbre d'avenir, dévitalisé sélectivement dans un rayon de 10 m ;

C) arbre du bourrage de diamètre  $\geq D_s$  systématiquement dévitalisé au-delà du rayon de 10 m ;

D) autre cas non dévitalisés

Modalités	$D_a$	$D_e$	$D_s$	Eclaircie sélective
Mixte 1	12,5 cm	$D_a$	aucun	aucune
Mixte 2	27,5 cm	$D_a - 5\text{cm}$	37,5 cm sur RIS 57,5 cm sur ORG	Toute tige du bourrage sauf <i>Eschweilera</i> sp.
Mixte 3	27,5cm	$D_a - 20\text{cm}$ (17,5cm min)	37,5 cm	Toute tige du bourrage

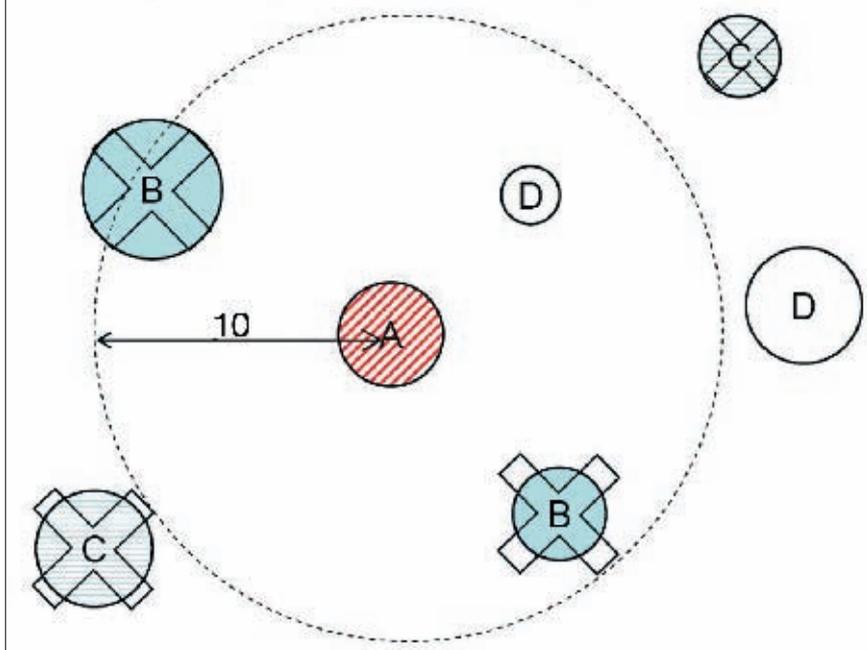


Figure 1.

Schéma de mise en application des modalités d'éclaircie dans les forêts pilotes de Risquetout et Organabo.

d'avenir dans un rayon de 10 m ; la catégorie 3, aussi appelée « bourrage », rassemble toutes les autres essences sans usage commercial qui font l'objet d'une dévitalisation sélective dans un rayon de 10 m (modalité 1, figure 1) ou systématique sur l'ensemble de la parcelle (modalités 2 et 3). L'éclaircie est opérée par annélation puis dévitalisation à l'aide d'un produit chimique (composé de tryclopir et clopyralid). Le diamètre minimum de désignation des arbres d'avenir et le diamètre minimum d'élimination des arbres à dévitaliser diffèrent selon les traitements (figure 1). Les arbres d'avenir n'ont pas été systématiquement distingués sur le terrain mais ont fait l'objet d'une désignation fictive.

Les modalités d'éclaircie ont été mises en œuvre sur des demi-parcelles de 150 ha en moyenne, l'autre moitié étant conservée intouchée en tant que témoin. Dans chacune de ces demi-parcelles, une placette de 4 ha a été matérialisée à partir de 1995 : une placette « témoin » et une placette « éclaircie » (DEMENOIS *et al.*, 2003).

Sur ces placettes permanentes, seuls les arbres des essences commerciales (catégories 1 et 2) de plus de 10 cm de diamètre ont été numérotés et positionnés dans l'espace. Leur circonférence a été régulièrement mesurée à 1,30 m de hauteur ou au-dessus des déformations du tronc ou des contreforts. Leur nature botanique a été déterminée par des forestiers prospecteurs (niveau

**Tableau I.**  
**Caractéristiques principales des placettes du dispositif.**

Essai	Modalité	Placettes	Surface	N	G	Composition du peuplement commercial (essences principales)	Intensité d'éclaircie	Délai entre éclaircie et exploitation	Campagnes de mesure
Mixte 1	Témoin	Ris5	4,05	562	24,5	<i>Inga</i> sp., <i>Lecythis</i> sp., <i>Laetia procera</i> , <i>Dicorynia guianensis</i> , <i>Micropholis</i> sp., <i>Sterculia</i> sp.	0		95-99-03
	Traitée 1	Ris5	4	475	23,7	<i>Inga</i> sp., <i>Lecythis</i> sp., <i>Iryanthera</i> sp., <i>Dicorynia guianensis</i> , <i>Tachigalia</i> sp., <i>Laetia procera</i> , <i>Protium</i> sp., <i>Lauraceae</i> indet.	24	13 ans	95-99-03
	Traitée 1	Org6	4,7	465	26,7	<i>Eperua falcata</i> , <i>Dicorynia guianensis</i> , <i>Iryanthera</i> sp., <i>Virola</i> sp.	15	10 ans	97-00-04
	Témoin	Org6	5	562	27,3	<i>Eperua falcata</i> , <i>Dicorynia guianensis</i> , <i>Iryanthera</i> sp., <i>Sterculia</i> sp., <i>Carapa</i> sp., <i>Virola</i> sp.	0		97-00-04
Mixte 2	Témoin	Ris8	3,84	438	24,06	<i>Goupia glabra</i> , <i>Lecythis</i> sp., <i>Iryanthera</i> sp., <i>Eperua falcata</i> , <i>Symphonia globulifera</i>	0		99-02-06
	Traitée 2	Ris8	3,9	543	22,2	<i>Symphonia globulifera</i> , <i>Inga</i> sp., <i>Iryanthera</i> sp., <i>Goupia glabra</i> , <i>Virola surinamensis</i> , <i>Sterculia</i> sp.	7	15 ans	99-02-06
	Traitée 2	Org9	3,22	494	25,81	<i>Qualea rosea</i> , <i>Dicorynia guianensis</i> , <i>Eperua falcata</i> , <i>Inga</i> sp., <i>Iryanthera</i> sp.	14	7 ans	99-02-06
	Témoin	Org9	4,06	436	24,19	<i>Eperua falcata</i> , <i>Iryanthera</i> sp., <i>Dicorynia guianensis</i> , <i>Inga</i> sp., <i>Sterculia</i> sp., <i>TetragastRissp.</i> , <i>Dendrobagiana boliviana</i>	0		99-02-06
Mixte 3	Témoin	Ris14	4	494	26,7	<i>Eperua falcata</i> , <i>Lecythis</i> sp., <i>Symphonia globulifera</i> , <i>bidentata</i> et <i>huberi</i> , <i>Dicorynia guianensis</i>	0		01-04
	Traitée 3	Ris14	3,9	494	25,6	<i>Eperua falcata</i> , <i>Symphonia globulifera</i> , <i>Manilkara bidentata</i> et <i>huberi</i> , <i>Dicorynia guianensis</i> , <i>Eperua grandiflora</i> , <i>Protium</i> sp.	45	20 ans	01-04
	Traitée 3	Org10	4,11	447	24,9	<i>Symphonia globulifera</i> , <i>Dicorynia guianensis</i> , <i>Lecythis</i> sp., <i>Eperua falcata</i>	26	9 ans	00-03
	Témoin	Org10	4,45	450	23,6	<i>Eperua falcata</i> , <i>Qualea rosea</i> , <i>Dicorynia guianensis</i> , <i>Micropholis</i> sp., <i>Inga</i> sp.	0		00-03

N : nombre d'arbres à l'hectare ; G : surface terrière, en m<sup>2</sup>/ha. L'intensité d'éclaircie est exprimée en % de surface terrière enlevée.

espèce ou genre). Les arbres des essences de catégorie 3 ont fait l'objet d'une mesure de contrôle à l'état initial et n'ont pas été suivis par la suite. Des campagnes de mesure ont été effectuées tous les quatre ans. Trois campagnes (initiale, 4 et 8 ans après) sont disponibles pour toutes les placettes sauf sur Risquetout 14 et Organabo 10 (modalité 3), pour lesquelles on ne dispose que des deux premiers inventaires.

Remarque : pour la suite du texte, les placettes sont désignées par le code de la forêt (Ris pour Risquetout, Org pour Organabo), le numéro de parcelle. Le tableau I présente les placettes et leurs caractéristiques principales.

### Analyses statistiques

Les arbres d'avenir n'ayant pas été spécifiquement distingués des autres arbres, les analyses ont porté sur l'ensemble des arbres d'essences commerciales, désigné comme le peuplement commercial. Parmi eux, les arbres d'un diamètre supérieur au diamètre minimum d'exploitation, généralement 55 cm, et de bonne qualité (bon état sanitaire et conformation) représentent le potentiel exploitable de la parcelle, désigné en tant que stock exploitable.

Les douze placettes analysées dans cette étude regroupent 12 580 arbres d'essences commerciales (catégories 1 et 2), sur lesquels 30

853 mesures ont été effectuées en deux ou trois campagnes de mesure. Les données concernant la circonférence, la précision de la mesure, l'état sanitaire de l'arbre et sa conformation ont été organisées dans une base de données relationnelles. Après apurement, 12 413 arbres et 30 239 mesures ont été conservés pour les analyses de la dynamique. Les taux de recrutement, de mortalité, les bilans de croissance en surface terrière ont été calculés à partir de divers logiciels *ad hoc*.

Par ailleurs, la densité d'arbres dévitalisés sur les différentes placettes étant très variable pour une même modalité, l'intérêt a été centré sur les intensités d'éclaircie plutôt que sur les

Tableau II.

Paramètres dynamiques mesurés sur les placettes au cours de la première période de 4 ans (F)  
– seconde période de 4 à 8 ans (S) – sur les deux périodes de 0 à 8 ans (T).

Forêt	Années	Placette	Modalité	Période	Mortalité	Taux de mortalité	Recrutement	Taux de recrutement	Croissance en diamètre	Bilan de surface terrière	Bilan de biomasse
Risquetout	1995-1999	P05	témoin	F	2,88	1,08	1,56	0,59	0,26	0,15	2,68
Risquetout	1999-2002	P08	témoin	F	1,78	1,09	10,91	6,68	0,24	0,16	1,19
Risquetout	2001-2004	P14	témoin	F	0,81	0,33	10,48	4,22	0,33	0,57	8,41
Organabo	1997-2000	P06	témoin	F	2,05	0,91	6,34	2,80	0,29	0,30	3,56
Organabo	1999-2002	P09	témoin	F	2,75	1,30	10,05	4,76	0,35	0,24	2,66
Organabo	2000-2003	P10	témoin	F	1,71	0,76	7,96	3,52	0,36	0,42	6,12
Risquetout	1995-1999	P05	éclaircie	F	5,22	2,50	3,28	1,57	0,43	0,05	-0,01
Risquetout	1999-2002	P08	éclaircie	F	3,18	1,58	10,31	5,13	0,40	0,18	1,65
Risquetout	2001-2004	P14	éclaircie	F	0,97	0,51	5,36	2,81	0,43	0,35	4,63
Organabo	1997-2000	P06	éclaircie	F	2,37	1,16	8,26	4,05	0,43	0,32	3,49
Organabo	1999-2002	P09	éclaircie	F	3,18	1,56	4,68	2,30	0,47	0,10	0,59
Organabo	2000-2003	P10	éclaircie	F	2,86	1,48	4,69	2,43	0,39	0,17	2,04
Moyennes			témoin	F	2,00	0,91	7,88	3,76	0,31	0,31	4,10
			éclaircie	F	2,96	1,47	6,10	3,05	0,43	0,20	2,06
Risquetout	1999-2003	P05	témoin	S	2,55	0,98	14,29	5,48	0,31	0,37	3,59
Risquetout	2002-2006	P08	témoin	S	1,92	0,98	2,12	1,08	0,25	0,06	0,80
Organabo	2000-2004	P06	témoin	S	0,62	0,26	4,47	1,85	0,31	0,42	6,01
Organabo	2002-2006	P09	témoin	S	3,18	1,35	5,26	2,24	0,26	0,16	2,26
Risquetout	1999-2003	P05	éclaircie	S	4,38	2,18	7,98	3,97	0,46	0,16	1,20
Risquetout	2002-2006	P08	éclaircie	S	1,77	0,78	3,16	1,39	0,35	0,31	4,33
Organabo	2000-2004	P06	éclaircie	S	0,50	0,22	4,14	1,86	0,38	0,41	5,47
Organabo	2002-2006	P09	éclaircie	S	2,23	1,07	6,16	2,96	0,42	0,34	4,60
Moyennes			témoin	S	2,07	0,89	6,53	2,66	0,28	0,25	3,17
			éclaircie	S	2,22	1,06	5,36	2,54	0,40	0,31	3,90
Risquetout	1995-2003	P05	témoin	T	2,68	1,01	7,93	2,98	0,29	0,26	3,14
Risquetout	1999-2006	P08	témoin	T	1,86	1,14	6,19	3,79	0,25	0,10	0,99
Organabo	1997-2004	P06	témoin	T	1,26	0,55	5,30	2,34	0,29	0,37	4,87
Organabo	1999-2006	P09	témoin	T	2,82	1,34	7,25	3,44	0,31	0,20	2,44
Risquetout	1995-2003	P05	éclaircie	T	4,77	2,28	5,61	2,69	0,44	0,11	0,60
Risquetout	1999-2006	P08	éclaircie	T	2,24	1,12	6,37	3,17	0,38	0,25	3,05
Organabo	1997-2004	P06	éclaircie	T	1,34	0,66	5,99	2,94	0,41	0,37	4,58
Organabo	1999-2006	P09	éclaircie	T	2,47	1,21	5,26	2,59	0,45	0,23	2,73
Moyennes			témoin	T	2,15	1,01	6,67	3,14	0,28	0,23	2,86
			éclaircie	T	2,70	1,32	5,81	2,85	0,42	0,24	2,74

Mortalité et recrutement en nombre d'arbres par hectare ; taux en % d'arbres ; croissance diamétrique en cm/an ; bilan de surface terrière en m<sup>2</sup>/ha/an ; bilan de biomasse en t/ha/an.

## Résultats

modalités (tableau I). Les intensités d'éclaircie sont exprimées en pourcentage de surface terrière éliminée lors des opérations d'éclaircie. Ces intensités varient entre 7 et 45 % (tableau I) selon les parcelles. Un modèle linéaire a été utilisé pour étudier la relation entre l'intensité d'éclaircie et la croissance des arbres des essences commerciales. Les effets de différents facteurs indépendants sur la croissance ont été analysés à partir d'une analyse de variance. Les conditions d'homosédasticité et de normalité des résidus sont vérifiées sur tous les tests présentés. Le recrutement et la mortalité n'ont fait l'objet que d'une analyse descriptive et de test-t apparié, la quantité de données étant beaucoup plus restreinte.

Préalablement à ces traitements, des analyses en composante principale (Acp) ont été effectuées sur les variables descriptives de structure et de composition des peuplements initiaux afin de contrôler la variabilité des placettes avant traitement et valider le plan expérimental. Ces analyses suivies d'une classification ascendante hiérarchique (Cah) confortent la proximité des placettes par couple, excepté pour les parcelles Ris14 et Ris8 qui montrent une plus grande variabilité structurale.

### Les éclaircies amènent un gain sur la croissance en diamètre de plus 40 % en moyenne

La croissance diamétrique moyenne des arbres du peuplement commercial est systématiquement supérieure en forêts traitées (de 0,39 à 0,47 cm/an) par rapport aux valeurs enregistrées en forêts témoins au cours des quatre premières années (0,24 à 0,36 cm/an ; tableau II). Les croissances diamétriques mesurées sont significativement corrélées aux intensités d'éclaircie (figure 2) pour les pourcentages d'éclaircie inférieurs à 25 % (modalités 1 et 2) et les régressions linéaires obtenues pour chaque période, de 0 à 4 années après la mise en œuvre des modalités sylvicoles puis de 4 à 8 années, ne sont pas significativement différentes (test F de l'Ancova sur la variable « période » –  $p = 0,70$ ). En intégrant les observations de la modalité 3 en première période, le modèle n'est plus linéaire et la croissance semble ne plus augmenter au-delà d'un pourcentage d'éclaircie de 25 %.

Pour les seize essences les plus abondantes du peuplement commercial, la croissance des arbres diffère entre parcelles traitées et parcelles



Le canari-macaque (*Lecythis zapucao*), un géant de la forêt guyanaise actuellement très peu exploité. Photo S. Guitet.

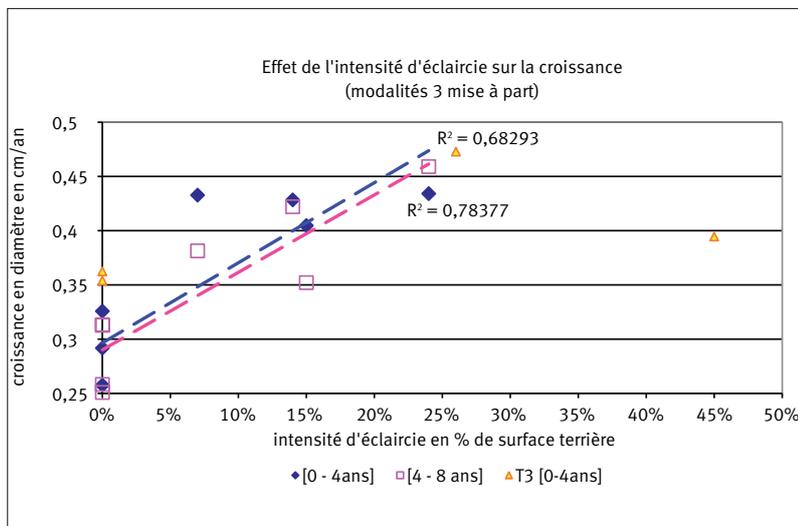
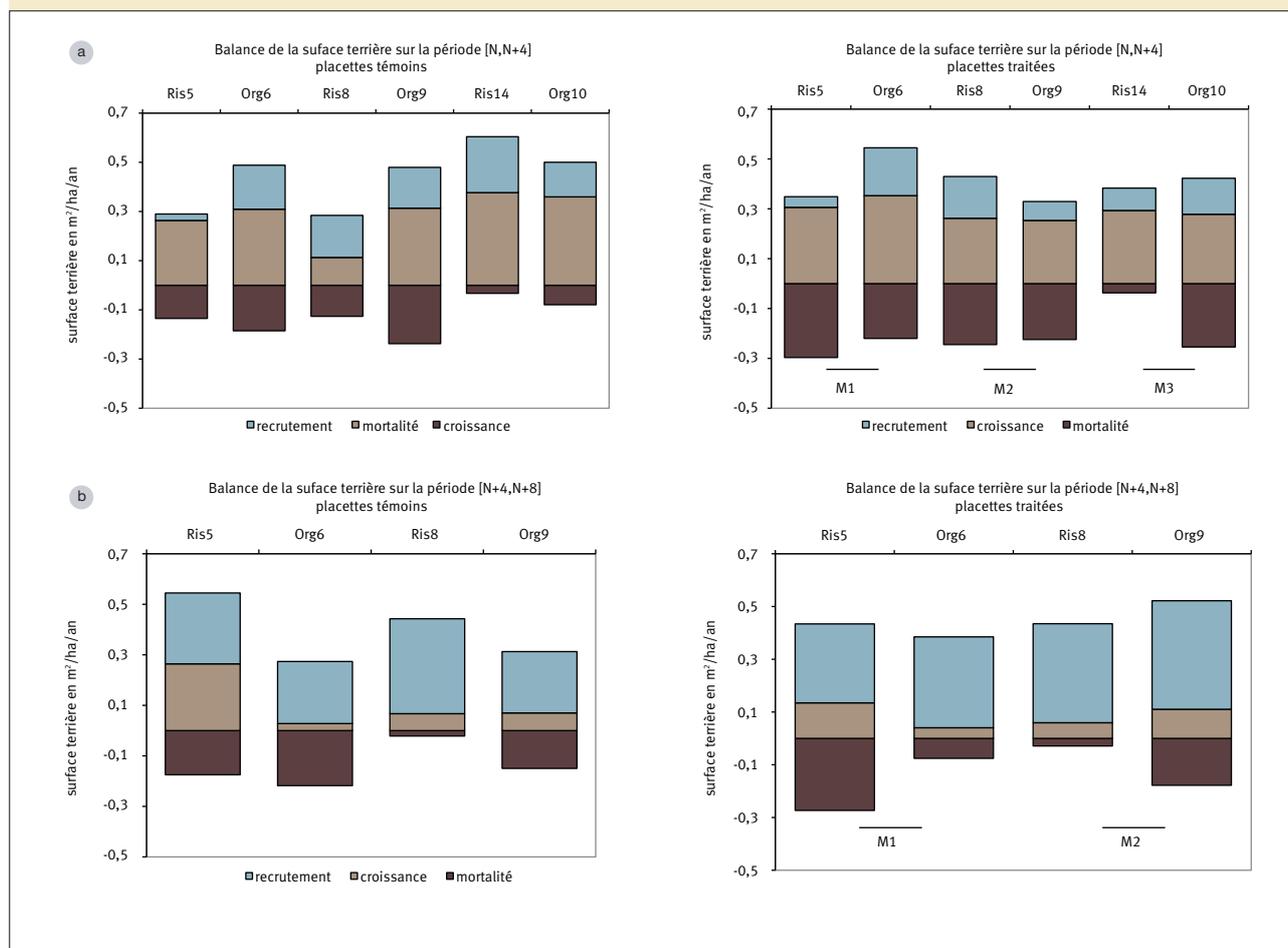


Figure 2.

Effet de l'intensité d'éclaircie sur la croissance moyenne en diamètre toutes modalités confondues, puis sans la modalité mixte 3 ; modèle de régression linéaire en pointillé.

témoins ( $p < 0,001$ ) et selon les espèces ( $p < 0,001$ , Anova 2 facteurs) pour la première période. En moyenne, le gain de croissance est de 40 % (écart moyen 17 %). Les mêmes résultats sont trouvés pour la seconde période. En forêt témoin, la croissance la plus élevée est enregistrée pour les *Inga* sp. (6 mm/an sur les placettes témoins) alors que d'autres essences présentent des croissances très faibles (inférieure à 0,15 cm/an pour les *Bocoa* sp., *Lecythis* sp. et *Iryanthera* sp.).

La variable « classe de diamètre » montre par ailleurs un effet évident et significatif sur la croissance. Tous les diamètres réagissent positivement à l'éclaircie avec un gain de l'ordre de 0,1 cm/an.



Figures 3a et 3b.

Bilan de surface terrière sur la période 0-4 ans et la période 4-8 ans pour les parcelles témoins et les parcelles éclaircies.

### Les éclaircies n'apportent qu'un gain très minime en termes de reconstitution de la surface terrière exploitable

Malgré ces gains sur la croissance, l'effet des éclaircies sur la surface terrière exploitable est nul voire négatif au terme de huit années (tableau II). En effet, au cours des quatre premières années de suivi, une augmentation de surface terrière de  $0,31 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$  ( $s = 0,16$ ) en moyenne est globalement mesurée sur toutes les placettes témoins (tableau II et figure 3 a) alors que le bilan se limite à  $0,20 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$  ( $s = 0,12$ ) en moyenne sur les placettes éclaircies. Seules les placettes Ris08 et Org6 ont un bilan de surface terrière

légèrement supérieur sur les placettes éclaircies. Au cours de la seconde période, les tendances s'inversent avec un accroissement en surface terrière supérieur sur les parcelles traitées ( $0,31 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$  contre  $0,25 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$  pour les témoins). Ces différences ne sont cependant pas statistiquement significatives (figures 3a et b).

Les bilans sont extrêmement variables (figures 3a et b) pour les deux périodes tant en forêt témoin que sur les parcelles éclaircies et sans influence significative avec l'intensité d'éclaircie. Pour la première période, cette grande variabilité est essentiellement due à la mortalité (moyenne  $-0,17 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$  ;  $s = 0,09$ ) et au recrutement (moyenne  $+0,14 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$  ;  $s = 0,06$ ) alors que

l'accroissement de surface terrière dû à la croissance des arbres en place est plus homogène (moyenne  $+0,29 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$  ;  $s = 0,07$ ).

Au final, le bilan exprimé en surface terrière sur huit ans dans les placettes éclaircies ( $0,24 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) est comparable à celui observé dans les placettes témoins ( $0,23 \text{ m}^2/\text{ha}$ ), équivalent d'une biomasse sèche estimée à environ  $2,8 \text{ t}/\text{ha}/\text{an}$ .

Il s'avère que le taux de mortalité est significativement plus élevé sur tous les traitements d'éclaircie par rapport aux témoins, au cours des quatre premières années (test-t apparié -  $p = 0,03$  ; tableau II). Cette mortalité se traduit par une perte de surface terrière de  $0,21 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$  en moyenne contre  $0,13 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$  sur les témoins. Cependant, un retour assez rapide à la normale est observé : les pla-

cettes éclaircies se retrouvent avec les témoins autour d'une même moyenne (0,14 m<sup>2</sup>/ha/an) au cours de la seconde période. Cette tendance doit être nuancée du fait qu'il existe une grande variation interannuelle du phénomène.

Le taux de recrutement est beaucoup plus variable que le taux de mortalité sur les placettes témoins, où il varie de 0,59 à 6,68 %. En absolu, le recrutement moyen observé sur les témoins, toutes périodes confondues, est de 7,3 arbres/ha mais présente une très grande variabilité ( $s = 4,12$ ). Au contraire, le recrutement moyen sur les placettes éclaircies n'est que de 5,8 arbres/ha ( $s = 2,36$ ). La mise en lumière liée aux éclaircies est vraisemblablement plus favorable aux héliophiles du « bourrage » qu'aux essences commerciales majoritairement tolérantes ou semi-tolérantes à l'ombre.

Un autre phénomène explique la faible efficacité des éclaircies (telles qu'elles ont été appliquées dans ces massifs) : l'impact initial de l'intervention sur le stock commercial. En effet, les placettes éclaircies montrent, au terme de huit ans, un stock exploitable bien inférieur aux placettes témoins (figure 4). La densité initiale d'arbres exploitables est systématiquement inférieure sur les placettes éclaircies par rapport aux témoins et, en comparant les placettes deux à deux, la différence de densité des arbres exploitables par couple « témoin-traité » est significativement corrélée à l'intensité de l'éclaircie ( $p = 0,027$  ;  $r = 0,86$ ) : plus l'éclaircie a été forte, plus le nombre d'arbres exploitables est faible. Cette corrélation est encore plus forte en faisant abstraction du couple de placettes Ris8 (correspondant à l'intensité la plus faible), que l'on sait très différentes au départ (figure 4). En fait, la suppression d'arbres d'essences commerciales de catégorie 2 au profit des arbres d'avenir de catégorie 1 a un impact globalement négatif sur le capital exploitable. Si la productivité générale des arbres en place est accrue, le capital commercial apparaît gravement affecté par les opérations d'éclaircie.

## Discussion

### Des choix sylvicoles à réviser

Les expérimentations menées sur ces deux forêts pilotes fournissent des résultats concrets pour des éclaircies effectuées dix à quinze ans après une exploitation conventionnelle et prélevant en moyenne 20 % de la surface terrière :

- les éclaircies entraînent une augmentation nette et significative de la croissance des arbres en place de l'ordre de 40 %, durable tout au long des huit années d'expérimentations et généralisée à toutes les classes de diamètre et toutes les essences commerciales ;
- la productivité du peuplement commercial est cependant pénalisée dans un premier temps par la forte diminution du capital sur pied liée aux règles sylvicoles qui ont dirigé les éclaircies et à la forte mortalité des quatre premières années suivant l'intervention ;
- la mortalité naturelle dans le peuplement commercial (hors arbres dévitalisés) augmente au cours des quatre premières années (de l'ordre de 50 % à 60 %) puis tend à revenir à la normale au bout de huit ans ;
- le recrutement dans le peuplement commercial est pénalisé par une plus forte concurrence des essences héliophiles présentes dans le « bourrage »

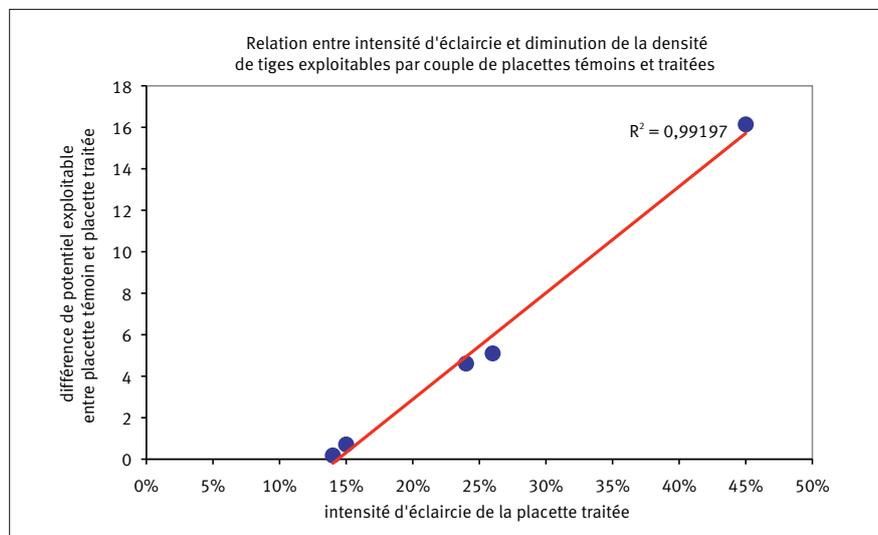
(de l'ordre de - 20 %) ; cependant, cette tendance n'est pas vérifiable au regard de la variabilité spatiale et temporelle observée sur les témoins.

L'intervention sélective dix à quinze années après exploitation telle qu'elle a été mise en œuvre dans ce dispositif, montre donc plusieurs défauts rédhibitoires qui ne permettent pas d'atteindre un objectif de réduction des rotations entre deux coupes.

Un paramètre essentiel est la taille des arbres d'avenir sélectionnés. Lorsque cette taille est faible (12,5 cm pour la modalité mixte 1, voir figure 1), le nombre d'arbres d'avenir au profit desquels il faut intervenir s'avère important. Ces arbres ont très peu de chances d'atteindre le diamètre minimum d'exploitabilité au terme des durées de rotation préétablies en se référant aux accroissements en diamètre mesurés. Par ailleurs, l'éclaircie pour favoriser les arbres d'avenir repose sur les critères de forme, favorisant les petits bois au regard des arbres plus gros mais mal conformés.

En conséquence, la liberté de choix offerte au sylviculteur pour dévitaliser des arbres commercialisables de faible diamètre introduit une réduction trop importante du potentiel commercial global.

La sélection d'arbres d'avenir de faible diamètre entraîne un double désavantage en augmentant considé-



**Figure 4.**

Influence de l'intensité d'éclaircie sur le capital commercial sur pied exprimé en nombre de tiges exploitables (essence et qualité commerciales et diamètre supérieur au minimum d'exploitabilité).

**Tableau III.**  
Moyennes des accroissements courants (en cm/an) par essence et par classe de diamètre sur les placettes témoin et éclaircie pour chaque période de mesure.

	Période F [0-4 ans]		Période S [4-8 ans]	
	Témoin	Éclaircie	Témoin	Éclaircie
Essences forestières				
<i>Bocoa</i> spp.*	nc	nc	0,09	0,17
<i>Lecythis</i> sp.*	0,1	0,21	0,1	0,18
<i>Iryanthera</i> spp.*	0,14	0,24	0,12	0,2
<i>Manilkara</i> spp.	0,33	0,44	nc	nc
<i>Carapa</i> spp.	0,33	0,44	0,34	0,42
<i>Laetia procera</i>	0,23	0,34	0,29	0,37
<i>Sterculia</i> spp.	nc	nc	0,39	0,47
<i>Symphonia globulifera</i>	0,29	0,4	0,39	0,47
<i>Protium</i> sp.	0,3	0,3	0,25	0,33
<i>Dendrobagia boliviana</i>	0,23	0,34	0,17	0,25
<i>Eperua falcata</i>	0,25	0,36	0,2	0,28
<i>Eperua grandiflora</i>	0,32	0,43	nc	nc
<i>Virola michelii</i>	0,35	0,46	0,4	0,48
<i>Dicorynia guianensis</i>	0,37	0,48	0,38	0,46
<i>Qualea rosea</i>	0,44	0,55	0,46	0,54
<i>Inga</i> sp.**	0,67	0,77	0,53	0,61
Classes de diamètre				
[10-20[	0,21	0,31	0,19	0,29
[20-30[	0,31	0,4	0,29	0,38
[30-40[	0,33	0,42	0,31	0,4
[40+]	0,41	0,51	0,39	0,49

\* essence à croissance significativement plus lente (au seuil de 5 %).

\*\* essence à croissance significativement plus rapide (au seuil de 5 %).

ablement l'intensité d'éclaircie, au risque de franchir des seuils de déstabilisation du peuplement mis en évidence sur d'autres dispositifs (DEMENOIS *et al.*, 2003), et aussi en incitant à dévitaliser trop fréquemment des arbres de catégories commerciales inférieures ou de moins bonne conformation qui auraient pu cependant participer à la reconstitution du futur stock exploitable.

À ces deux écueils se rajoutent les incertitudes du devenir et de l'évolution de la qualité de ces arbres de petit diamètre ; il apparaît qu'une désignation des arbres d'avenir de trop faible diamètre n'est pas souhaitable et aussi une restriction aux seuls arbres de plus de 35 cm est-elle préférable.

Ce type d'éclaircie volontariste calqué sur les modalités tempérées (« travail au profit des plus beaux arbres ») apparaît donc relativement contre-productif dans le contexte guyanais dans les conditions précédemment testées. Le capital commercial est durablement diminué lors de l'éclaircie et, même si la croissance est augmentée, le bilan global de surface terrière est à peine équilibré huit ans après intervention par rapport aux placettes témoins. Ainsi, il est préférable de cantonner cette prédésignation aux arbres de plus de 35 cm. D'après DEGROAF, des éclaircies intervenant sur les seuls arbres non commercialisables, telles que celles testées sur les dispositifs CELOS (DEGROAF *et al.*, 1999), seraient

peut-être plus efficaces et permettraient, d'après l'auteur, de viser des rotations plus courtes de l'ordre de vingt à trente ans, avec cependant une réduction du diamètre moyen récoltable (inférieur à 50 cm) dont la pertinence peut être remise en question dans le cadre d'une gestion durable.

### Les résultats de Paracou confortés et généralisables

Le suivi des forêts pilotes vient confirmer les résultats du dispositif mis en place par le Cirad à Paracou (GOURLET-FLEURY *et al.*, 2004).

Les placettes témoins du dispositif forêts pilotes, de par l'intensité et l'ancienneté de l'exploitation qu'elles ont subies, représentent un traitement intermédiaire entre les traitements T0 (peuplement naturel) et T1 (exploitation de 10 arbres par hectare) du dispositif de Paracou. Les flux des arbres observés (mortalité et recrutement) concordent avec les résultats du Cirad. L'accroissement moyen du diamètre de l'ordre de 0,31 cm/an à 0,28 cm/an selon la période se rapproche de celui observé sur les parcelles T1, dix ans après exploitation, qui présentent une croissance moyenne de 0,27 cm/an, bien supérieure aux parcelles de forêt naturelle (0,12 à 0,24 cm/an).

La comparaison des placettes éclaircies avec le T2 de Paracou (exploitation + éclaircie) est un peu moins directe. D'une part l'intervention en éclaircie a été faite immédiatement après exploitation sur Paracou, d'autre part les signes d'intervention étaient très différentes (dévitalisation des seuls arbres non commercialisables de diamètre supérieur à 40 cm). Cependant, l'intensité d'intervention est comparable avec 16,2 % de la surface terrière initiale enlevée en éclaircie (20 % si l'on prend comme référence le peuplement après exploitation). Les références obtenues sur les forêts pilotes convergent avec celles de Paracou en termes de croissance sur le diamètre.

En se basant sur le rythme moyen de reconstitution de la surface terrière du peuplement commercial ici

constaté pour des peuplements exploités sept à vingt-cinq ans auparavant (soit + 0,23 m<sup>2</sup>/ha/an), la perte de surface terrière consécutive aux exploitations conventionnelles les plus fortes observées en Guyane (soit 6 à 5 m<sup>2</sup>/ha) (GUITET, 2005) serait compensée dans un délai de vingt-cinq ans environ. Mais en considérant plus précisément le stock des arbres commercialisables de plus de 60 cm de diamètre, qui ne participent que minoritairement à la croissance basale (0,06 m<sup>2</sup>/ha/an), ce sont quarante-deux à cinquante ans qui seront nécessaires pour retrouver les 2,5 à 3 m<sup>2</sup>/ha prélevés ou détruits par une exploitation forte, pour permettre une seconde récolte dans des conditions économiquement acceptables. Ce second résultat concorde avec les estimations tirées du dispositif de Paracou, fixant à cinquante ans la rotation sur le traitement T1 à partir de différents modèles (GOURLET-FLEURY *et al.*, 2004). La durabilité sur le long terme et sur plusieurs rotations de ce rythme d'exploitation reste cependant à étudier plus en détail.

Si l'adoption d'une rotation plus courte, de l'ordre de trente années, telle que généralement adoptée dans le Bassin amazonien et le Plateau des Guyanes, permet de retrouver une surface terrière commerciale à première vue suffisante, elle n'apparaît pas raisonnable pour la récolte durable de gros bois et pour l'intégrité de la structure des peuplements. Ces conclusions rejoignent celles de P. SIST pour le Brésil, qui recommandent un allongement des rotations légales à plus de quarante ans en comptant cependant sur l'efficacité d'une éclaircie post-exploitation (SIST *et al.*, 2003) ; à l'encontre des conclusions d'autres auteurs qui confortent des rotations de moins de trente ans en se basant sur les seules références d'accroissement moyen sur le diamètre par espèce pour caler des modèles de reconstitution, sans prendre en compte le capital sur pied, ni le diamètre minimum d'exploitabilité (WADSWORTH, ZWEEDE, 2006).



L'angélique (*Dicorynia guianensis* Amsl.) constitue près de la moitié des volumes de bois exploités en Guyane. Cette espèce agrégative est relativement abondante dans le peuplement (2,5 tiges exploitables par hectare en moyenne). Photo S. Guitet.

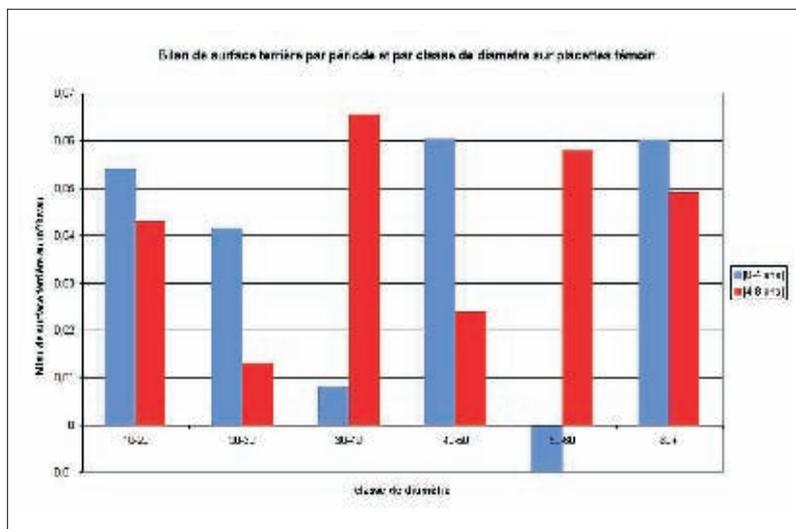


Figure 5. Évolution de la surface terrière par classe de diamètre et par période sur les placettes exploitées témoins.



Les placettes permanentes des forêts pilotes s'intègrent dans un dispositif plus vaste cogéré par l'Onf et le Cirad et couvrant l'ensemble des forêts aménagées de Guyane. Ce réseau, baptisé Guyafor, couvre actuellement 235 ha et comptabilise plus de 150 000 arbres.  
Photo S. Guitet.

## Conclusion

Actuellement, la rotation de soixante-cinq ans adoptée en Guyane par l'Office national des forêts sur l'ensemble des massifs publics paraît donc à même de garantir une récolte soutenue dans les conditions d'exploitation actuellement en vigueur au sein du département, soit en moyenne 2,3 arbres par hectare pour une moyenne de 14 m<sup>3</sup>/ha effectivement exploités. L'adoption généralisée des pratiques à faible impact par les entreprises d'exploitation devrait par ailleurs permettre d'augmenter raisonnablement ce prélèvement tout en maintenant cet équilibre.

Si les interventions en éclaircie ne sont pas actuellement à l'ordre du jour, cette situation peut cependant évoluer du fait d'une demande en



Les balatas (*Manilkara bidentata* et *M. huberi*), bien que très présents en Guyane, ne sont que modestement exploités actuellement. Ils constituent une ressource importante pour la reconstitution du stock exploitable pour les rotations futures.  
Photo S. Guitet.

bois-énergie qui se concrétise. Le prélèvement de bois-énergie en éclaircie, en complément de l'exploitation du bois d'œuvre, est un scénario plausible. Si ce type d'intervention devait se réaliser, on ne devrait donc pas prélever plus de 15 à 20 % en surface terrière au regard des résultats obtenus sur ce dispositif et cela devrait avoir lieu simultanément ou immédiatement après l'exploitation de bois d'œuvre, en s'interdisant tout prélèvement et tout impact sur le peuplement commercial résiduel. Dans ces conditions, il serait possible de garantir un rythme de croissance moyen soutenu dans le peuplement commercial d'avenir, en préservant un maximum du potentiel commercial de départ afin de bénéficier réel-

lement de l'augmentation de croissance des arbres d'avenir. Un objectif de rotation plus court pour la production de bois d'œuvre, de l'ordre de quarante ans, pourrait alors être envisageable ; les effets d'une telle sylviculture restent cependant à préciser par des études complémentaires.

### Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du réseau et du projet Guyafor avec la participation financière de l'Union européenne (PO-Feder). Les auteurs remercient les prospecteurs et techniciens de l'Onf pour le travail d'inventaire mené depuis de nombreuses années sur les dispositifs forestiers de Risquetout et d'Organabo.

## Références bibliographiques

- DEGRAAF N. R., POELS R. L. H., VAN ROMPAEY R. S. A. R., 1999. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods. *Forest Ecology and Management*, 124 (2-3) : 123-135.
- DEGRAAF N. R., FILIUS A. M., HUESCA SANTOS A. R., 2003. Financial analysis of sustained forest management for timber. Perspectives for application of the CELOS management system in Brazilian Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 177 (1) : 287-299.
- FAO, 2004. Reduced-impact logging in tropical forests. Rome, Italie, Fao, Forestry Department, Forest Harvesting and Engineering working paper n° 1, 288 p.
- DEMOIS J., GOURLET-FLEURY S., FUHR M., JOURGET J. M., 2003. Sylviculture en forêt tropicale guyanaise. *Revue Forestière Française*, 55 (numéro spécial) : 273-290.
- GOURLET-FLEURY S., FAVRICHON V., SCHMITT L., PETRONELLI P., 2004. Consequences of silvicultural treatments on stand dynamics at Paracou. *In* : Gourlet-Fleury S. (éd.). *Ecology and management of a neotropical rainforest : lessons drawn from Paracou, a long-term experimental research site in French Guiana*. Paris, France, Elsevier, p. 254-280.
- GUISET S., 2005. Mieux valoriser les ressources en bois et réduire les impacts sur l'environnement : deux objectifs convergents pour une exploitation forestière durable en Guyane française. *Les Rendez-vous Techniques de l'Onf*, 9 : 65-69.
- GUISET S., GOND V., BRUNAUX O., JOUBERT P., 2007. Les satellites au service du forestier guyanais pour améliorer l'organisation et le contrôle de l'exploitation forestière. *Les Rendez-vous Techniques de l'Onf*, 17 : 17-20.
- PUTZ F. E., FREDERICKSEN T. S., 2004. Silvicultural intensification for tropical forest conservation : a response to Sist and Brown. *Biodiversity and Conservation*, 13 (12) : 2387-2390.
- SCHMITT L., 1989. Étude des peuplements naturels en forêt dense guyanaise. *Compte rendu de mise en application des traitements sylvicoles sur le dispositif de Paracou*. Kourou, Guyane, Ctft, 51 p.
- SIST P., 2001. Why RIL won't work by minimum-diameter cutting alone. *ITTO Tropical Forest Update*, 11 (2) : 1-5.
- SIST P., SHEIL D., KARTAWINATA K., PRIYADI H., 2003. Reduced-impact logging in Indonesian Borneo : some results confirming the need for new silvicultural prescriptions. *Forest Ecology and Management*, 179 (1) : 415-427.
- SIST P., FERREIRA F. N., 2007. Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 243 (2-3) : 199-209.
- WADSWORTH F. H., ZWEEDE J. C., 2006. Liberation : Acceptable production of tropical forest timber. *Forest Ecology and Management*, 233 (1) : 45-51.