

technique et forêt

SYLVICULTURE ET RÉGÉNÉRATION NATURELLE EN FORÊT GUYANAISE

M. BARITEAU - J. GEOFFROY

LA SYLVICULTURE DE LA FORÊT TROPICALE HUMIDE

Il est classique de distinguer deux écoles d'aménagement de la forêt tropicale humide : celle des partisans de la régénération artificielle, et celle qui défend les bienfaits d'une sylviculture basée sur la régénération naturelle. La complexité écologique des peuplements tropicaux a souvent été avancée comme la cause de l'abandon des tentatives d'aménagement naturel (Tropical Shelterwood System, Gestion Sélective, Malayan Uniform System...). Les forestiers se sont alors tournés vers des systèmes de mise en valeur plus simples techniquement, et plus faciles à appréhender sur le plan économique, à savoir les plantations. Ces dernières ont longtemps été considérées comme le seul aménagement forestier financièrement rentable en milieu tropical. Depuis une dizaine d'années, la destruction accélérée des forêts denses réactive le débat. Après analyse, l'échec passé des aménagements dits « naturels » n'est plus seulement imputé à la complexité du milieu mais également à l'insuffisance des moyens techniques, financiers et scientifiques mis en œuvre au moment de leur exécution, voire même à l'inexistence du suivi sur une période suffisante. Un certain manque de pragmatisme a souvent été relevé dans les méthodes très coûteuses mises en place qui, pour autant qu'elles étaient satisfaisantes à l'échelle d'un dispositif expérimental, devenaient prohibitives pour un développement en grandeur réelle. Par ailleurs, force est de constater que les plantations d'essences « exotiques » et même locales sont souvent décevantes, dans les régions tropicales humides, quant à leurs reprises et à leurs productions, et que les investissements consentis pour défricher, préparer le sol, planter et entretenir ont, dans beaucoup de cas, une rentabilité très

aléatoire. Face aux autres formes de mise en valeur, destructrices du milieu naturel, et en particulier au défrichement agricole, il est donc grand temps de proposer aux décideurs des pays concernés des systèmes de gestion sylvicole cumulant les caractéristiques suivantes (Leslie, 1987) :

- être écologiquement et techniquement réalisables ;
- être économiquement réalisables et rentables ;
- être socialement et politiquement acceptables.

L'objectif est une production de bois d'œuvre de qualité, soutenue et pérennisée à l'aide d'interventions sylvicoles peu onéreuses, tout en respectant au maximum les équilibres écologiques (maintien de la fertilité, du microclimat forestier, régulation du régime des eaux, lutte contre l'érosion...).

Enfin, les dispositifs expérimentaux destinés à tester ces sylvicultures doivent répondre à un certain nombre d'impératifs scientifiques tels que ceux mis au point pour le projet FAO de 1974 en Malaisie péninsulaire (cités par Maître, 1982) :

- ne considérer que des parcelles unitaires de grande taille (plusieurs hectares) avec le plus grand nombre possible de répétitions dans l'espace ;
- mesurer avant tout des paramètres simples (diamètre, localisation des arbres, etc...) ;
- se donner les moyens statistiques et informatiques d'interprétation des données.

Ces précautions sont indispensables afin d'obtenir des résultats interprétables et extrapolables, ce qui ne fut pas toujours le cas dans le passé.

Cette nouvelle conception des recherches sylvicoles en forêt dense s'est traduite depuis une quinzaine d'années par des dispositifs tels que ceux, par exemple, de la SODEFOR (Société pour le Développement des Plantations forestières) en Côte-d'Ivoire, de l'INPA près de Manaus au Brésil, et de façon plus récente le dispositif de Paracou en Guyane française que nous allons décrire plus loin en détail.

RÔLE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE DANS LA SYLVICULTURE DES FORÊTS DENSES

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 (enrichissements, dégagements, déliages) 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.

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

L'exploitation d'un massif forestier pose à l'aménagiste le problème de sa reconstitution. Toute sylviculture raisonnée passe donc par la définition d'une méthode de régénération. Certains forestiers considèrent parfois comme inutiles les études visant les tiges de faible diamètre et n'envisagent comme régénération naturelle que les arbres ayant atteint un diamètre minimum de précomptage (par exemple 10 cm ou 15 cm de diamètre) et jusqu'au diamètre d'exploitabilité. C'est une conception qui facilite grandement le travail de terrain mais qui n'offre pas toutes les garanties quant aux méthodes de sylviculture testées, l'évolution à long terme de la forêt aménagée n'étant prévisible que lorsque les mécanismes de régénération, de la graine à l'arbre, sont bien cernés. Le danger le plus important est la substitution d'espèces précieuses par d'autres sans valeur. C'est le cas lorsque les trouées sont de trop grandes dimensions, entraînant une régénération massive d'essences héliophiles indésirables. Le rôle de la régénération naturelle dans le cadre d'une sylviculture bien menée doit être au contraire de pérenniser les espèces précieuses, voire même d'augmenter leur pourcentage au sein des peuplements par élimination progressive des semenciers indésirables. La diversité floristique des forêts tropicales est cependant la conséquence de nécessités écologiques et il n'est pas souhaitable de vouloir trop simplifier ce milieu. Finalement, 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, de voie de pénétration pour les défrichements agricoles sauvages ou planifiés.

ÉTUDE DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE AU SEIN DU DISPOSITIF DE PARACOU

Le projet Paracou en Guyane française est un dispositif expérimental pluridisciplinaire qui a vu le jour en 1982, à l'initiative du Centre technique forestier tropical. Il met en pratique des techniques sylvicoles d'« Amélioration du Peuplement Naturel » (APN).

C'est dans l'optique d'améliorer la richesse des peuplements forestiers en essences exploitables qu'ont débuté les recherches à Paracou. Le programme a été défini selon une double approche, de recherches sur l'écosystème forestier et de recherches sylvicoles (Maître, 1982). L'objectif est d'accélérer la croissance des tiges d'avenir par des opérations sylvicoles simples et peu coûteuses, au sein d'un peuplement forestier déjà installé :

- exploitation dirigée des espèces de valeur dépassant le diamètre requis d'exploitabilité ;
- élimination partielle par empoisonnement des espèces les moins intéressantes.

Le but de la recherche est de définir l'opportunité et l'intensité de ces interventions, en fonction de l'évolution du peuplement, des gains de croissance des arbres, et du type de régénération, qui en résulteront (Ferry, 1986). Il s'agit donc d'un dispositif de type régénération naturelle provoquée, sans interventions directes.

Ce programme de recherche interdisciplinaire réunit les partenaires suivants :

- Office national des Forêts (ONF) - Direction régionale de Guyane : coordinateur des travaux ;
- Centre technique forestier tropical (CTFT) : interventions sylvicoles et suivi du peuplement ;
- Institut national de la Recherche agronomique (INRA) : étude des effets des traitements sylvicoles sur la régénération ;
- Institut français de Recherche scientifique pour le Développement en Coopération (ORS-TOM) : études pédologiques ;

- École nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts (ENGREF) : actions de formation d'étudiants français et étrangers sur le site de Paracou (DEA, thèses, etc...);
- Université de Paris VI, Laboratoire de Botanique de Montpellier (USTL), Muséum d'Histoire naturelle : étude de la régénération naturelle.

Les différentes interventions sur le peuplement sont résumées dans le tableau I.

Tableau I Définition des traitements sylvicoles à Paracou

<p>Traitement 1 : Exploitation de bois d'œuvre : Volume extrait : 33 m³/ha (10,3 % VT) soit 2,60 m²/ha (8,5 % de G). Arbres de choix 1-2-3, diamètre d'exploitabilité minimum 40-50-60 cm selon l'espèce.</p>
<p>Traitement 2 : Exploitation bois d'œuvre et éclaircie : Volume extrait : comme précédemment. Volume empoisonné (éclaircie) : 80 m³/ha soit 7,13 m²/ha (23,3 % de G). Arbres des essences secondaires de diamètre supérieur à 40 cm.</p>
<p>Traitement 3 : Exploitation de bois d'œuvre et de bois énergie + éclaircie Volume de bois d'œuvre extrait : comme précédemment. Volume de bois-énergie extrait : 27 m³/ha soit 2,33 m²/ha (7,6 % de G). Arbres des essences secondaires de diamètre compris entre 40 et 50 cm. Volume empoisonné (éclaircie) : 50 m³/ha soit 4,28 m²/ha (14,0 % de G).</p>
<p>Traitement 4 : Témoin</p>

L'élimination totale de bois selon les traitements, par hectare est la suivante :

T1 = 33 m³ soit une réduction de G de 8,5 %

T2 = 113 m³ (33 + 80) 31,8 %

T3 = 110 m³ (33 + 27 + 50) 30,1 %

Le volume moyen sur pied avant exploitation est de l'ordre de 350 m³/ha et la surface terrière moyenne de l'ordre de 31 m²/ha (tiges de diamètre supérieur à 10 cm).

Photo INRA - Guyane



Un aspect du peuplement sur le dispositif expérimental de Paracou. Parcelle 9.

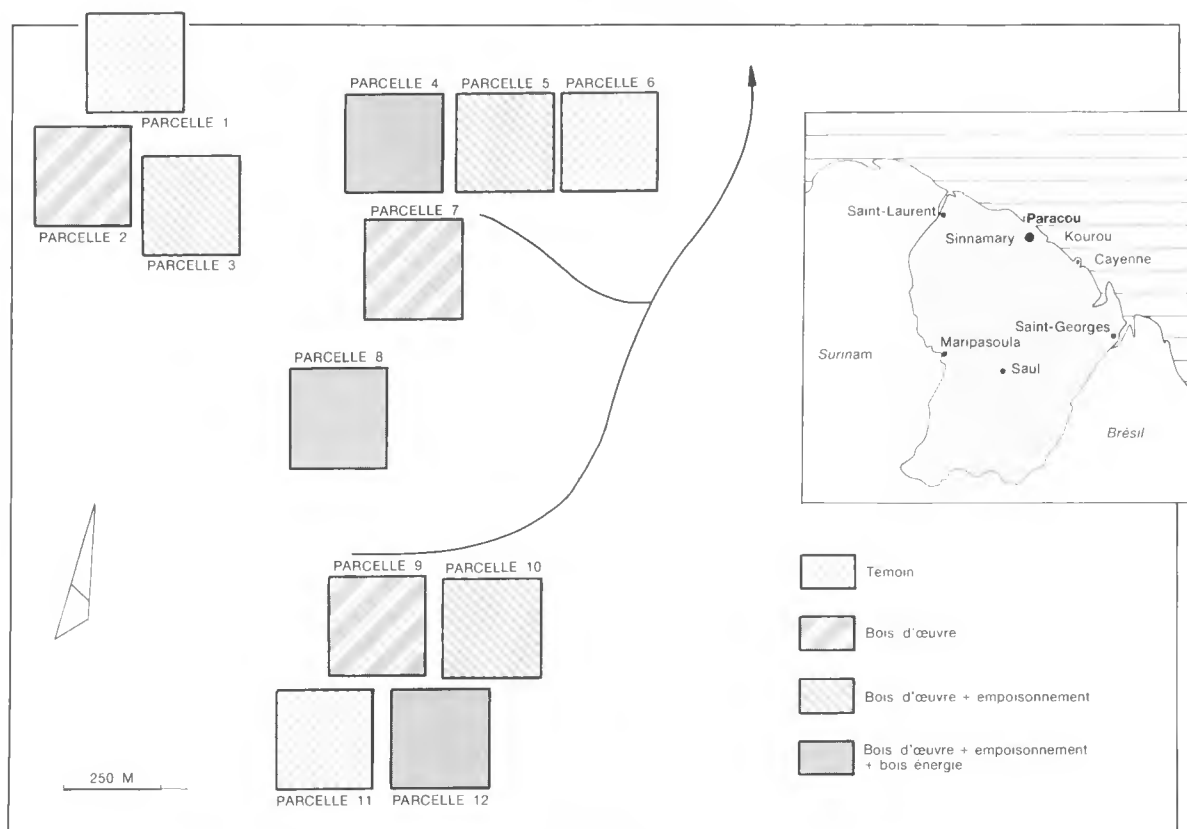


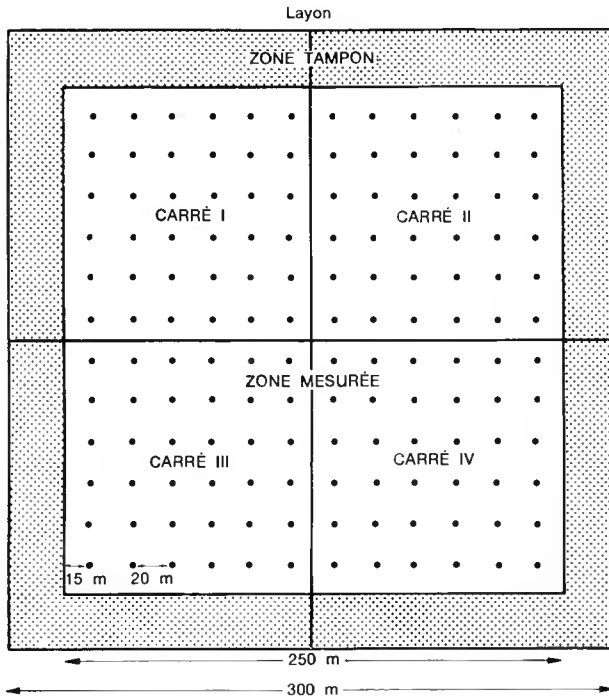
Figure 1 LOCALISATION DES PARCELLES À PARACOU

Le dispositif de Paracou est situé à proximité de la commune de Sinnamary, dans la zone littorale. Les sols ne sont pas ceux de la plaine côtière toute proche (alluvions marines) mais correspondent aux premiers éléments métamorphiques du « Bouclier guyanais » (migmatites et schistes de la série du Bonidoro). Ils sont pauvres chimiquement et sont souvent caractérisés par un mauvais drainage (sols à drainage vertical bloqué). Les altitudes sont de l'ordre de 20 à 40 mètres. La pluviométrie annuelle est de l'ordre de 3 000 mm (3 159 mm en moyenne pour la période 1979-1985 ; sources CTFT). Ce site d'expérimentation a été choisi comme bien représentatif de la forêt actuellement exploitée dans la zone littorale et également à mi-chemin entre les essais de l'ONF déjà existants de Saint-Laurent-du-Maroni et Cayenne-Macouria.

Nous allons maintenant aborder plus précisément les techniques mises en œuvre par l'Institut national de la Recherche agronomique - Station de Recherches forestières de Kourou, pour décrire la régénération naturelle et son évolution.

Le dispositif est composé de 12 parcelles réparties en 3 blocs définis par le CTFT à partir de critères sylvicoles et édaphiques.

Chacun de ces blocs comprend 4 parcelles correspondant aux 4 traitements différents : voir localisation des parcelles, figure 1 ci-dessus.



Les parcelles ont une surface unitaire de 9 ha (300 × 300 m), seuls les 6,25 ha centraux étant mesurés.

Les bordures de 25 m de large font office de zone tampon entre le peuplement naturel et la zone mesurée. Elles subissent le traitement appliqué.

Chaque parcelle est par ailleurs subdivisée en 4 carrés (voir figure 2, ci-contre). Sur le terrain, des layons permettent l'accès aux différentes parcelles et matérialisent les limites de parcelle, de zone tampon, de carré.

Figure 2
SCHÉMA D'UNE PARCELLE À PARACOU

Le peuplement principal (tiges de diamètre supérieur à 10 cm) est suivi et géré par le CTFT. La régénération est inventoriée statistiquement par l'INRA, les points d'inventaire étant répartis selon une maille carrée de 20 m.

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 II, p. 315). 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 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 précomptage 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.

Tableau II

Liste des espèces inventoriées à Paracou

Nom usuel	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille
Amarante	Dachitan	<i>Peltogyne pubescens</i>	Césalpiniacées
Amarante	Papaati	<i>Peltogyne venosa</i>	Césalpiniacées
Angélique	Singapetou	<i>Dicorynia guianensis</i>	Césalpiniacées
Bagasse	Kaw Oudou	<i>Bagassa tiliaefolia</i>	Moracées
Boco	Aie Oudou	<i>Bocoa prouacensis</i>	Césalpiniacées
Carapa	Carapa	<i>Carapa guianensis</i>	Méliacées
Chawari	Agougagui	<i>Caryocar glabrum</i>	Caryocaracées
Cœur dehors	Baaka Kiabici	<i>Diploptropis purpurea</i>	Césalpiniacées
Diaguidia	Diaguidia	<i>Sclerolobium melinonii</i>	Césalpiniacées
Bois-Saint-Jean	Tobitoutou	<i>Didymopanax morototoni</i>	Araliacées
Bois-Saint-Jean	Tobitoutou	<i>Schefflera paraensis</i>	Araliacées
Ébène verte	Guinaati	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniacées
Wapa	Bioudou	<i>Eperua falcata</i>	Césalpiniacées
Wapa	Bioudou	<i>Eperua grandiflora</i>	Césalpiniacées
Wapa	Bioudou	<i>Eperua rubiginosa</i>	Césalpiniacées
Gaulette	Koko	<i>Licania</i> sp. pl	Chrysobalanacées
Gaulette	Koko	<i>Parinari</i> sp. pl	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</i> spp	Sapotacées
Mahot cochon	Kobe	<i>Sterculia pruriens</i>	Sterculiacées
Mahot coton	Caton Oudou	<i>Bombax globosum</i>	Bombacacées
Mahot noir	Baikaaki	<i>Eschweilera odora</i>	Lecythidiacées
Manil montagne	Mataaki	<i>Moronobca coccinea</i>	Clusiacees
Manil marécage	Sabana Mataaki	<i>Symphonia globulifera</i>	Clusiacees
Parcouri	Mongo Mataaki	<i>Platonia irsignis</i>	Clusiacees
Saint-Martin jaune	Gueli Kiabici	<i>Vatairea guianensis</i>	Fabacées
Saint-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>	Césalpiniacées
Yayamadou	Moulomba	<i>Virola</i> sp. pl	Myristicacées

À 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 deux 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 centimètre près, du collet au bourgeon terminal.

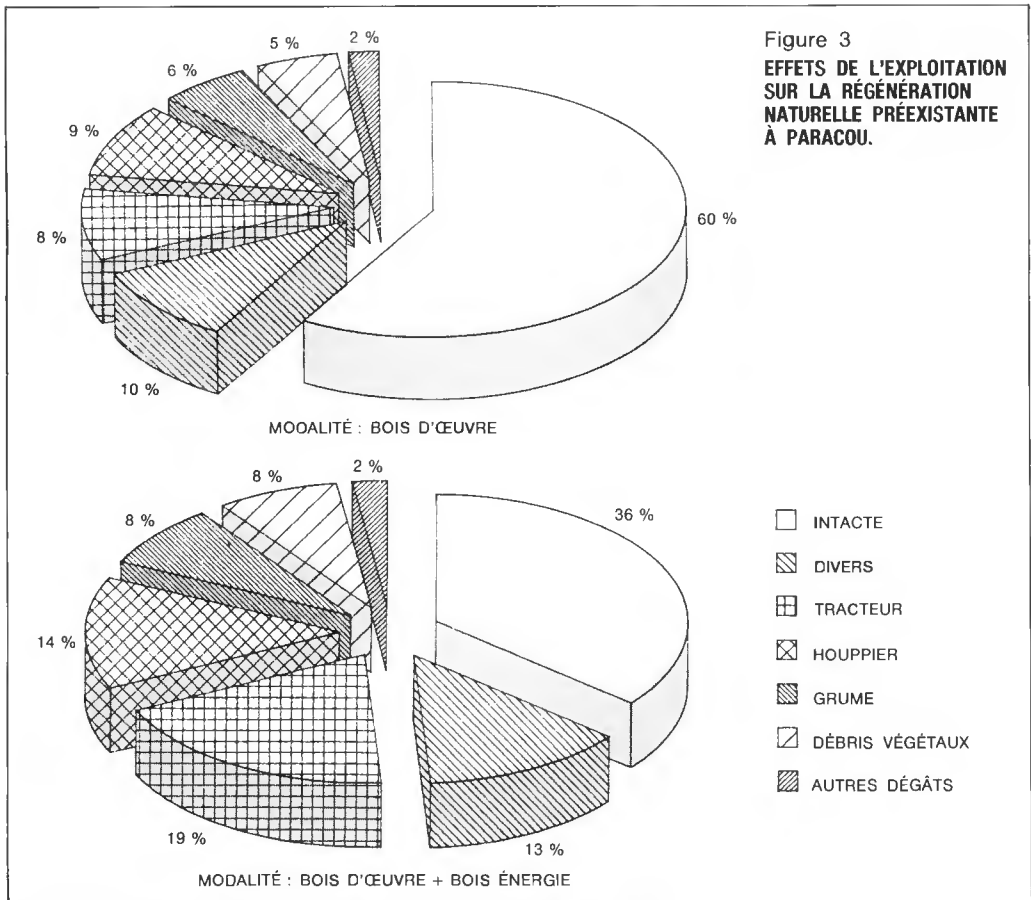
Les semis mesurés sont étiquetés et cartographiés suffisamment précisément pour être retrouvés à l'inventaire suivant, et éviter ainsi des pertes d'information. Un individu mort est remplacé par un semis de taille comparable.

La saisie est entièrement informatisée, étant donné 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. À 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.

PREMIERS RÉSULTATS

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 3 résume les principales conclusions.



Pourcentage de la surface au sol affectée par les différents types de dégâts :

INTACTE : Pas de dégâts. DIVERS : Impact faible (chute de branchages). TRACTEUR : Passage du débardeur (arrachage ou écrasement de la végétation). HOUPPIER : Végétation écrasée sous un houppier (les remanents restent sur place). GRUME : Grume restant sur coupe. DÉBRIS VÉGÉTAUX : Autres débris (lianes, palmiers, etc.). AUTRES DÉGÂTS : Dégâts de débusquage, dégâts indirects, etc.



Tache de régénération naturelle.

Finalement, dans le cas d'une exploitation traditionnelle de type « bois d'œuvre » (traitement 1 ou 2 avant empoisonnement), c'est moins du tiers de la régénération naturelle qui est affectée par l'exploitation. Dans les situations plus agressives du type « bois d'œuvre plus bois énergie » (traitement 3), c'est plus de la moitié de la surface en régénération (préexistants) qui est touchée. De plus, il y a une corrélation significative entre les effectifs prélevés et le pourcentage de surface au sol affecté par l'exploitation. Ce n'est donc pas la dimension des arbres exploités mais le nombre qui détermine l'impact de l'exploitation. Cela doit être attribué à la création des pistes de débardage dont la surface au sol augmente proportionnellement avec le nombre d'arbres à abattre. Ce type de dégâts est un des plus compromettants pour la régénération à venir (décapage, tassement du sol...). De plus, le potentiel lié aux préexistants est loin d'être négligeable comme nous allons le voir maintenant, toutes ces conclusions s'inscrivant dès maintenant en négatif dans le bilan des traitements sylvicoles les plus « dynamiques ».

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 indique 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. Celle-ci 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 $Pr = S/M\sqrt{N}$.

Tableau III

**Régénération naturelle d'*Eperua falcata* à Paracou.
Principaux paramètres d'abondance et de dispersion (inventaire 1988)**

Parcelle	Moyenne par placeau	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 IV

**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



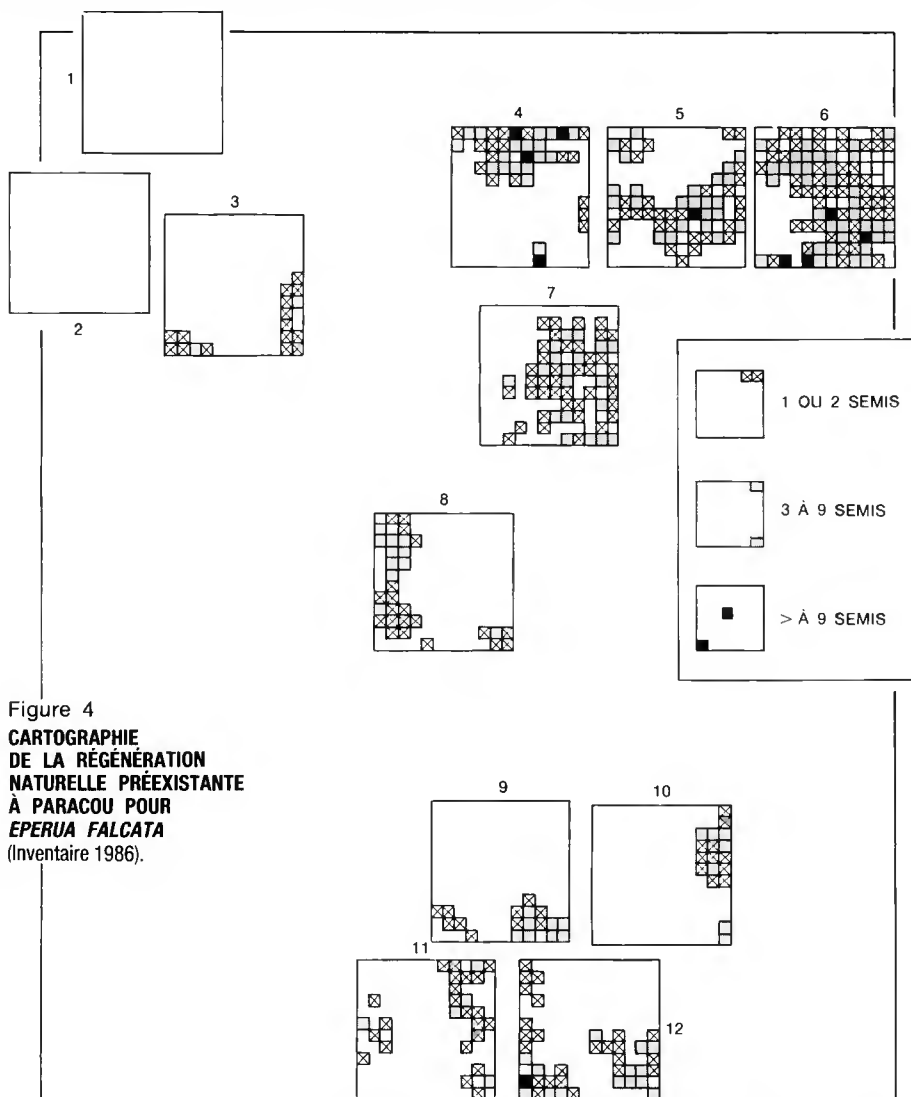
Piste de débardage. Parcelle 8 (traitement Bois d'œuvre + Bois énergie).

Le tableau III (p. 318) fait état des densités de semis préexistants pour *Eperua falcata* ainsi que la précision relative, l'indice de dispersion et le pourcentage de placettes vides dans chaque cas. L'intervalle de confiance de sécurité 0,95 correspondant à M ou 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 IV (p. 318) 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 et dépendent du type de dispersion. On constate que certaines espèces sont proches d'une répartition aléatoire (Carapa, Grignon) et que d'autres sont très agrégatives (Manil marécage, Kimboto).

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 4 ci-dessous montre la dispersion très particulière de l'espèce la plus abondante dans la forêt côtière guyanaise à savoir *Eperua falcata* (appelé 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 fausse (zones), difficiles à mettre en évidence sans avoir recours à la cartographie. La carte présentée figure, pour chaque carré de 20 m × 20 m, la valeur du comptage effectué en son centre.



La figure 5 (p. 321) 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).

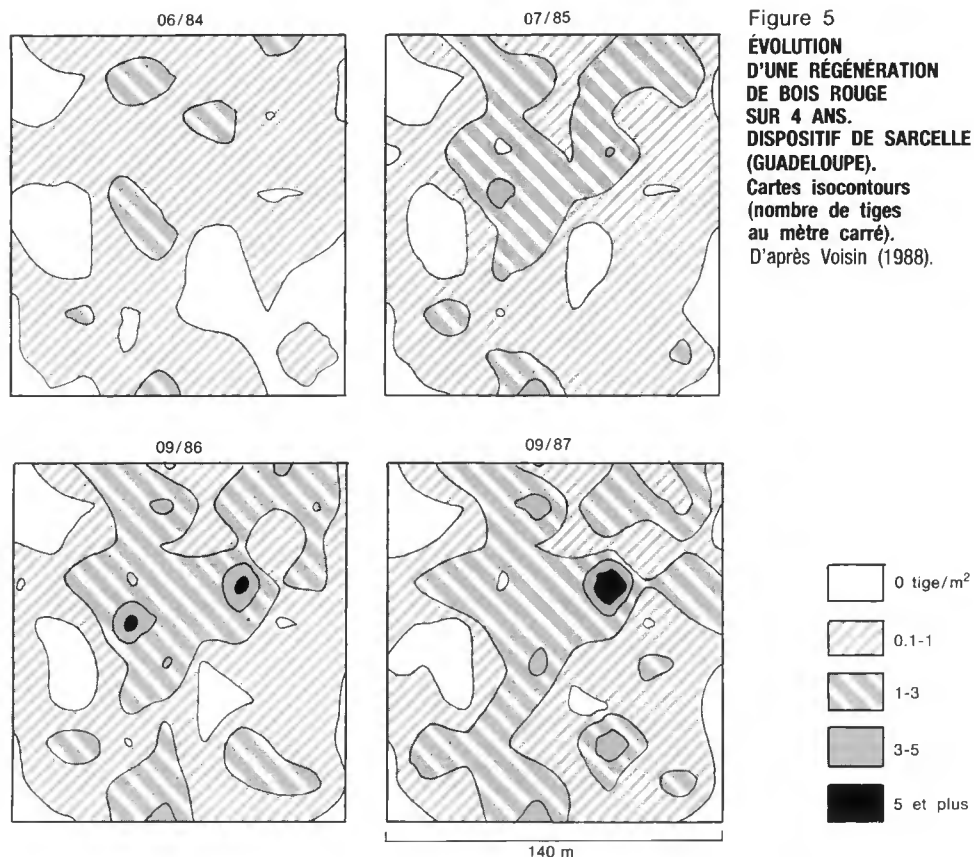


Figure 5
**ÉVOLUTION
 D'UNE RÉGÉNÉRATION
 DE BOIS ROUGE
 SUR 4 ANS.
 DISPOSITIF DE SARCELLE
 (GUADELOUPE).**
 Cartes isocontours
 (nombre de tiges
 au mètre carré).
 D'après Voisin (1988).

L'évolution dans le temps des taches 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 de la mortalité des préexistants sur une période de 22 mois environ (Sop Fonkoua, 1988). Les résultats sont donnés pour 9 espèces dans le tableau V, page 322.

CONCLUSIONS

En conclusion, l'existence d'une base de données informatisée sur la régénération à Paracou ouvre de 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'études très vastes et très prometteurs comme, par exemple, celui des rapports entre semis et arbres adultes de même espèce (voir tableau V, p. 322). D'une façon générale, les résultats obtenus seront rapprochés des connaissances apportées par les autres disciplines (botanique, zoologie,...) et en particulier par l'écophysiologie (travail de R. Huc au sein de la Station de Recherches forestières de Kourou).

Tableau V

Mortalité des préexistants (Tm) pour 9 espèces à Paracou
(Période de 22 mois environ)

Espèces	Tm (%)	Influence des traitements sylvicoles (1)	Influence de la proximité des semenciers (2)	Influence de la couverture de l'étage dominant (3)	Influence de la topographie (4)
Angélique	72	NS	Augmentation de Tm	NS	NS
Carapa	69	NS	Augmentation de Tm	NS	NS
Gonfolo	23	NS	NS	NS	NS
Grignon	63	NS	NS	NS	NS
Manil marécage	25	NS	NS	NS	NS
Manil montagne	22	NS	NS	NS	NS
Yayamadou	37	Augmentation de Tm	NS (*)	NS	NS
<i>Eperua falcata</i>	60	Diminution de Tm	Augmentation de Tm	Augmentation de Tm	NS
<i>Eperua grandiflora</i>	43	NS	NS	NS	Augmentation de Tm

(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 ; 0 = chablis, 4 = couvert très fermé).

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

(*) Augmentation de Tm 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 χ^2 au seuil de confiance de 5 %).

Tm = (Nombre de plants morts après 22 mois/nombre initial de plants) × 100.

Les premiers résultats ont permis de décrire la répartition spatiale d'un certain nombre d'espèces abondantes dans la régénération préexistante. La méthodologie employée (inventaire statistique au taux de 1 %) permet de quantifier les densités moyennes de semis. Les précisions relatives sur les valeurs obtenues sont au mieux de 15 %. Par ailleurs, l'exploitation « traditionnelle » a un faible impact sur les semis en place par rapport aux systèmes plus intensifs qui prélèvent du bois énergie en plus du bois d'œuvre (dans ce dernier cas, plus de la moitié des surfaces est atteinte).

Le dispositif de Paracou en Guyane française ne tente pas de répondre seulement au besoin exprimé localement de rentabiliser l'exploitation forestière tout en gérant correctement la forêt à long terme, mais aussi à une nécessité brûlante sur le plan international. À ce titre, il met en œuvre une sylviculture peu coûteuse et qui pourrait bien, en cas de succès cumulé sur le peuplement et la régénération naturelle, servir d'exemple à caractère général, non seulement en tant qu'« Aménagement naturel » réussi, mais aussi comme type de dispositif expérimental. Bien sûr, il est encore trop tôt pour se réjouir et Paracou ne tiendra ses promesses qu'à condition

d'un suivi rigoureux et complet sur un temps suffisamment long (15 ou 20 ans). Il faudrait également qu'il intègre progressivement un nombre grandissant de partenaires scientifiques, et en particulier des étrangers venant des pays en développement concernés par la sylviculture de la forêt tropicale humide.

Souhaitons que l'« Aménagement naturel » fasse des progrès décisifs... avant que la forêt tropicale ne cesse d'exister.

M. BARITEAU J. GEOFFROY
Station de Recherches forestières de Guyane
INRA - GROUPE RÉGIONAL DE GUYANE
BP 709
97387 KOUROU CÉDEX
GUYANE FRANÇAISE

BIBLIOGRAPHIE

- ALEXANDRE (D.-Y.). — Aspects de la régénération naturelle en forêt dense de Côte-d'Ivoire. — *Candollea*, 37, 1982, pp. 579-588.
- BENA (P.). — Essences forestières de Guyane. — Bureau agricole et forestier guyanais, 1960. — 488 p.
- BERGONZINI (J.-C.), SCHMITT (L.). — Recherches sur les peuplements naturels en forêt dense guyanaise : constitution des blocs du dispositif « forêt naturelle ». — Centre technique forestier tropical-Guyane, 1985. — 38 p.
- BERTAULT (J.-G.). — Étude de l'affet 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, 1986. — 254 p.
- BERTRAND (C.). — 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.). — Spacing dynamics of a tropical rain forest tree : evaluation of the Janzen-Connell model. — *The American Naturalist*, 124, 1984, pp. 769-788.
- DUCREY (M.), LABBÉ (P.). — Étude de la régénération naturelle contrôlée en forêt tropicale humide de Guadeloupe. I : Revue bibliographique, milieu naturel et élaboration d'un protocole expérimental. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 42, n° 3, 1985, pp. 297-322.
- DUCREY (M.), LABBÉ (P.). — Étude de la régénération naturelle contrôlée en forêt tropicale humide de Guadeloupe. II : Installation et croissance des semis après les coupes d'ensemencement. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 43, n° 3, 1986, pp. 299-326.
- FERRY (O.). — L'ENGREF en Guyane : mission préparatoire. — Mémoire ENGREF, 1986. — 180 p.
- FORGET (P.-M.). — Dissémination et régénération naturelle de huit espèces d'arbres en forêt guyanaise. — Thèse de l'Université de Paris VI, 1988. — 245 p.
- GEOFFROY (J.). — 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, 1988. — 19 p. (Document interne).
- LEGEAY (D.). — Étude des dégâts de l'exploitation forestière sur la régénération naturelle à Paracou. — INRA Antilles-Guyane - Station de Recherches forestières, 1987. — 19 p. (Document interne).
- LESLIE (A.-J.). — Aspects économiques de l'aménagement des forêts tropicales. — *Unasyva*, vol. 39, n° 155, 1987/1, pp. 47-57.
- MAÎTRE (H.-F.). — Projet de recherches sylvicoles sur les peuplements naturels en forêt dense guyanaise. — Nogent-sur-Merne : Centre technique forestier tropical, 1982. — 65 p.
- ROLLET (B.). — La Régénération naturelle en forêt dense humide sempervirente de plaine de la Guyane vénézuélienne. — *Bois et Forêts des Tropiques*, 124, 1969, pp. 19-38.
- SARRAILH (J.-M.), SCHMITT (L.). — États des recherches menées en Guyane française sur la transformation et l'amélioration des peuplements forestiers naturels. — IUFRO, 1984. — 15 p.
- SCHMITT (L.). — Recherches sylvicoles sur les peuplements naturels en forêt dense guyanaise. Phase préliminaire : localisation du dispositif principal. — CTFT-Guyane, 1984. — 38 p.
- SCHMITT (L.). — Recherches sylvicoles sur les peuplements naturels en forêt dense guyanaise. Présentation des résultats issus de la première campagne de mesures. — CTFT-Guyane, 1985. — 43 p.
- SOP FONKOUA (D.). — Contribution à une étude de mortalité des régénérations naturelles en forêt dense guyanaise. — Mémoire ESAT 1, 1988. — 40 p.
- VOISIN (L.). — La Régénération naturelle sur le dispositif sylvicole en forêt tropicale humide à la Guadeloupe. — 1988. — 41 p. (Mémoire 3^e année ENITEF).