



Sylviculture pour la production de bois d'œuvre des forêts du Nord de la Guyane

« *Etat des connaissances et recommandations* »



Année de rédaction : 2014

Rédaction : Stéphane GUITET, Olivier BRUNAUX et Stéphane TRAISSAC

Préambule

La mise en place de la gestion forestière en Guyane est très récente : ce n'est qu'à partir de 1990 et de la prise de conscience consécutive à la conférence de Rio qu'une véritable politique de gestion et de valorisation de la forêt guyanaise est entreprise par l'ONF sous la commande de l'Etat. Depuis ses débuts, cet effort porté par les gestionnaires forestiers publics a été accompagné par toute la communauté scientifique guyanaise sous l'égide d'un groupement d'intérêt scientifique focalisé sur le milieu forestier : le GIS SILVOLAB, aujourd'hui élargi aux autres disciplines sous le nom d'IRISTA. Les développements méthodologiques réalisés depuis 1994 avec la communauté scientifique ont déjà permis la rédaction d'un guide pratique d'aménagement spécifique à la Guyane (ONF mars 2009).

Après plus de 20 ans de recherche (ce qui à l'échelle du pas de temps forestier est très peu), il demeure un manque de connaissances sur le fonctionnement de la forêt dense tropicale humide et plus particulièrement sur les effets du milieu sur la distribution des espèces et la dynamique du peuplement. En attendant que la recherche apporte des réponses aux questions qui restent posées, ce sont aujourd'hui les connaissances acquises en écologie des communautés et des populations avec nos partenaires de l'UMR Ecofog (regroupement d'AgroParisTech, de l'INRA, du CIRAD, du CNRS et l'Université des Antilles et de la Guyane) qui permettent la rédaction de ce premier guide sylvicole applicable aux forêts guyanaises.

Le programme BGF « Biodiversité et Gestion Forestière » financé par le Ministère chargé de l'Environnement sur l'appel à projet ECOFOR (2006) a particulièrement contribué à la réflexion engagée pour ce document, de même que les travaux de fonds engagés depuis de nombreuses années par le CIRAD sur le site de Paracou et par l'ONF sur les forêts pilotes de Risquetout et d'Organabo (réseau de placettes permanentes GUYAFOR). Le programme DYGEPOP, financé plus récemment par l'Union Européenne (PO-FEDER) a permis de compléter et synthétiser ces résultats pour aboutir à la rédaction de ce guide.

Le présent guide de sylviculture a pour objectif de synthétiser l'ensemble des connaissances scientifiques acquises au cours de ces dernières années concernant l'écologie des forêts guyanaises et leurs applications en termes de règles sylvicoles. Le guide s'accompagne d'annexes donnant des descriptifs précis des dispositifs scientifiques dont sont tirés ces résultats, ainsi qu'une revue bibliographique exhaustive des études exploitées pour asseoir ces premières bases sylvicoles qui restent évidemment largement améliorables.

En complément de ce guide, sera rédigée, une note d'application régionale qui constituera une déclinaison opérationnelle des actions à mettre en œuvre qui viendra compléter ou modifier les différents processus.

Nous tenons à préciser ici que ce document ne **concerne que la sylviculture pour le bois d'œuvre**. L'exploitation de bois énergie constitue en soi un changement d'objectif qui amène des préconisations différentes notamment dans le choix des tiges et dans le niveau de prélèvements et fera l'objet en temps et en heure d'un document spécifique.

Remerciement des principaux contributeurs.

Ce guide a été enrichi des réflexions d'un groupe de travail que nous avons animé et dont nous tenons ici à remercier l'ensemble des membres : Gérald GONDREE (US Nature), Sébastien LEMEL (UT St Laurent du Maroni), Nathalie TETEFORT (responsable Aménagement-DR), Thomas ABEL (UT Cayenne).

Nous tenons à remercier plus particulièrement nos partenaires de la recherche en Guyane, dont les travaux ainsi que nos collaborations ont fortement contribué à l'élaboration de ce guide :

Sylvie GOURLET FLEURY et Lilian BLANC (chercheurs au CIRAD), dont les travaux, plus particulièrement sur le dispositif de Paracou sont des plus précieux.

Christopher BARALOTO (INRA), notamment pour les travaux réalisés dans le cadre du programme BGF (Biodiversité et Gestion Forestière).

Nos remerciements vont également aux personnes extérieures au groupe de travail et qui nous ont fait part de leurs remarques lors de la relecture du document et plus particulièrement Bruno HERAULT (Cirad – UMR Ecofog) et David BINET (Directeur Régional Adjoint de l'ONF Guyane).

Un remerciement particulier à nos collègues de l'ONF Guyane, Vincent BEZARD et Jean-pierre SIMONNET qui participent depuis de nombreuses années à nos travaux de recherche.

Stéphane GUITET

Ingénieur forestier – Dr. En écologie
(Responsable du Pôle Recherche
et Développement de Cayenne entre 2002
et 2012)

Olivier BRUNAUX

Responsable de l'Unité Territoriale de Cayenne
(Chargé de recherche Sylviculture
Pôle Recherche et Développement de Cayenne
entre 2010 et 2014)

Stéphane TRAISSAC

Enseignant-chercheur
AgroParisTech Kourou

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| Préambule | 2 |
| Remerciement des principaux contributeurs..... | 3 |
| Sommaire..... | 4 |
| 1 Présentation des forêts tropicales guyanaises | 7 |
| 1.1. Domaine d’application du guide | 7 |
| 1.1.1. Domaine Forestier Permanent | 7 |
| 1.1.2. Zones biogéographiques et régions naturelles..... | 8 |
| 1.1.3. Habitats concernés | 9 |
| 1.2. Caractéristiques et fonctionnement des peuplements forestiers | 11 |
| 1.2.1. Les données de référence | 11 |
| 1.2.2. Composition floristique..... | 13 |
| 1.2.3. Structure diamétrique | 16 |
| 1.2.4. Ressource en bois d’œuvre..... | 17 |
| 1.2.5. Dynamique des peuplements..... | 22 |
| 1.3. Autécologie des principales espèces commerciales | 27 |
| 1.3.1. Données générales..... | 27 |
| 1.3.2. Régénération et perturbation | 29 |
| 1.3.3. Croissance et perturbation..... | 30 |
| 1.3.4. Démographies spatiales des principales essences commerciales | 32 |
| 1.4. Carbone et changement climatique | 42 |
| 2 Objectifs de production et choix de gestion | 43 |
| 2.1. Produire du bois pour la filière locale | 44 |
| 2.1.1. Valoriser la ressource en bois d’œuvre de façon rentable | 44 |
| 2.1.2. Garantir la reconstitution de la ressource en bois d’œuvre..... | 44 |
| 2.2. Préserver un patrimoine naturel exceptionnel | 45 |
| 2.2.1. Préserver la biodiversité et la stabilité des peuplements | 45 |
| 2.2.2. Préserver le sol pour une gestion durable sur le très long terme | 45 |
| 2.3. Assurer l’intégrité de la forêt et de ses multiples fonctions et usages | 46 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3 | Conduite générale des peuplements – fixation des paramètres sylvicoles..... | 47 |
| 3.1. | Intensité de prélèvement..... | 47 |
| 3.1.1. | Relation entre intensité de prélèvement et équilibre économique de l'exploitation..... | 49 |
| 3.1.2. | Effet de l'intensité de prélèvement sur les dégâts au peuplement..... | 51 |
| 3.1.3. | Effet de l'intensité de prélèvement sur la qualité du peuplement commercial..... | 53 |
| 3.1.4. | Effet de l'intensité de prélèvement sur l'ouverture de la canopée..... | 56 |
| 3.1.5. | Effet de l'intensité de prélèvement sur la biodiversité végétale..... | 57 |
| 3.1.6. | Effet de l'intensité de prélèvement sur la biodiversité animale..... | 59 |
| 3.2. | Durée de rotation..... | 60 |
| 3.2.1. | Durée de reconstitution des stocks..... | 60 |
| 3.2.2. | Précision concernant l'effet des éclaircies sur la durée de reconstitution..... | 62 |
| 3.2.3. | Durée de rotation et fonctions écologiques des forêts..... | 64 |
| 3.3. | Modalités de prélèvement..... | 65 |
| 3.3.1. | Les marquages en réserve..... | 65 |
| 3.3.2. | Critères de choix entre les espèces..... | 68 |
| 3.3.3. | Critères de choix entre tiges d'une même espèce..... | 70 |
| 3.3.4. | Répartition spatiale des prélèvements..... | 73 |
| 3.4. | Récapitulatif des recommandations concernant les trois principaux paramètres sylvicoles..... | 76 |
| 4 | Gestion spécifique aux essences commerciales majeures principales et aux espèces rares..... | 77 |
| 4.1. | Gestion des populations d'Angélique..... | 77 |
| 4.1.1. | Diamètres seuils..... | 77 |
| 4.1.2. | Critères de choix des arbres à récolter..... | 79 |
| 4.1.3. | Rotation..... | 79 |
| 4.2. | Gestion des populations de Wacapou..... | 81 |
| 4.2.1. | Diamètres seuils..... | 81 |
| 4.2.2. | Critères de choix des arbres à récolter..... | 83 |
| 4.2.3. | Rotation..... | 85 |
| 4.3. | Gestion des populations de Gonfolo rose..... | 85 |
| 4.4. | Cas des essences rares..... | 85 |
| 4.5. | Cas des espèces protégées..... | 88 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5 | Récapitulatif des consignes sylvicoles préconisées..... | 89 |
| 6 | Conclusion et perspectives | 92 |
| 7 | Bibliographie..... | 93 |
| 8 | Glossaire..... | 98 |
| 9 | Liste des Tableaux..... | 99 |
| 10 | Liste des Figures..... | 100 |
| 11 | Liste des Annexes..... | 102 |

1- Présentation des forêts tropicales guyanaises

1.1- Domaine d'application du guide

1.1.1- Domaine Forestier Permanent

C'est sur le « Domaine Forestier Permanent » (DFP dans le texte) défini par le Décret n°2008-667 du 2 juillet 2008 que s'appliquent les principes du guide de sylviculture de Guyane. Le DFP s'étend sur une bande côtière d'environ 100 km de profondeur couvrant 2 425 000 ha (Figure 1). Il exclut les zones urbaines et agricoles du littoral, ainsi que leur périmètre d'extension déjà défini dans les différents documents stratégiques et schémas régionaux d'aménagement du territoire, représentant une bande côtière de 760 000 ha.

Les forêts du DFP relèvent du régime forestier. Ainsi, sur ces terrains s'exerce pleinement la gestion forestière prévue par le code forestier, dont la première étape consiste en la mise en place d'aménagements forestiers préalables à la mise en valeur des massifs. Le DFP est bordé au Sud par un massif intérieur à vocation encore indéterminée (2 100 000 ha) qui le sépare du Parc Amazonien de Guyane (PAG) couvrant la partie Sud de la Guyane sur 3 300 000 ha (dont 2 millions de zone cœur et 1,3 millions de zone de libre adhésion restant sous gestion de l'ONF).

Au sein du DFP, ce guide n'aborde que la sylviculture de bois d'œuvre. L'exploitation du bois énergie et des connexes du bois d'œuvre feront l'objet d'itinéraires spécifiques qui seront détaillés dans un guide complémentaire.

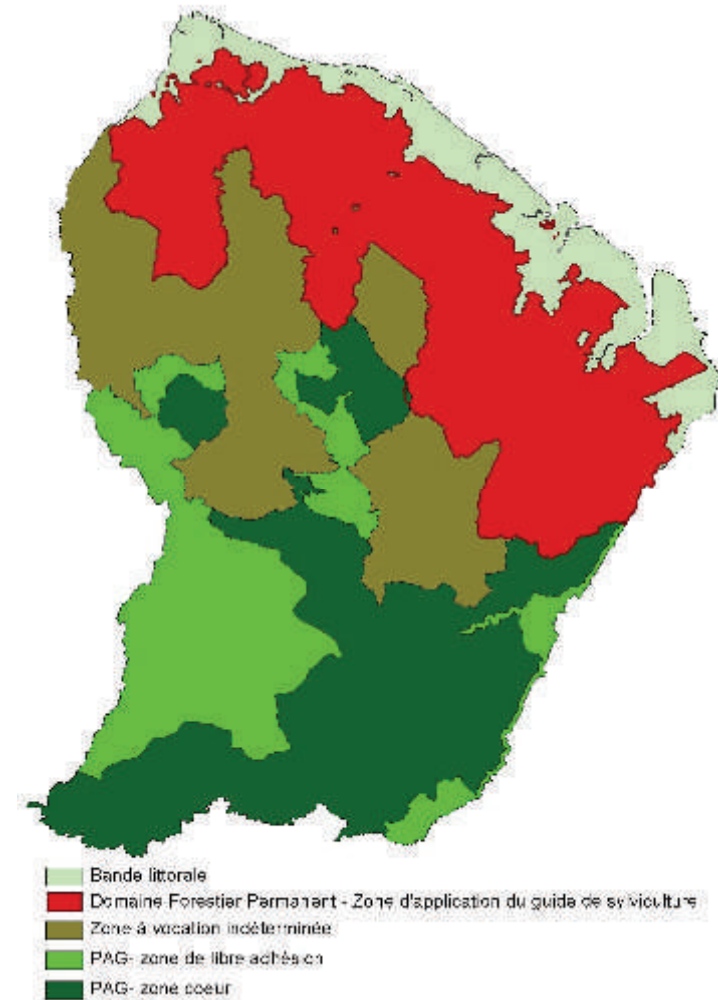


Figure 1 : Carte du Domaine Forestier Permanent défini par le Code Forestier adapté à la Guyane.

1.1.2- Zones biogéographiques et régions naturelles

Le DFP se situe dans la partie Nord de la Guyane. Il s'étend sur 3 zones biogéographiques différentes, définies par Paget [1], comme des parties du territoire relativement homogènes d'un point de vue climatique et présentant une certaine unité géologique (Tableau 1).

Au sein des zones biogéographiques du DFP on distingue 10 régions naturelles, elles-mêmes découpées en 45 sous-régions et précisées par l'ONF dans le cadre du projet "Caractérisation des habitats forestiers de Guyane" ; définies comme des unités de paysage homogènes, c'est-à-dire présentant un type de relief dominant particulier (haut reliefs, plateaux plus ou moins incisées, collines des paysages multi-convexes, dépressions des paysages multi-concaves...).

La carte des zones biogéographiques, des régions et sous-régions naturelles figure en **Annexe 1**.

Tableau 1 : Répartition des zones biogéographiques et des régions naturelles sur le DFP.

| Zones biogéographiques - Régions naturelles | Surface (ha) | % sur DFP | % régions | % région sur DFP |
|---|------------------|-------------|------------|------------------|
| A - Les terres basses ou plaines côtières sédimentaires | 113 823 | 4,7 | 100 | 4,7 |
| A1 - Région côtière ouest de Saint Laurent - Mana | 55 600 | | 48,9 | 2,3 |
| A2 - Région côtière centrale de Cayenne - Iracoubo | 19 286 | | 16,9 | 0,8 |
| A3 - Région côtière est du Mahury-Oyapock | 16 906 | | 14,9 | 0,7 |
| A4 - Vallée alluviale sédimentaire | 22 031 | | 19,3 | 0,9 |
| B - La chaîne septentrionale ou synclinorium du nord | 1 169 016 | 48,2 | 100 | 48,2 |
| B1 - Région de la série Armina et des granitoïdes | 591 215 | | 50,5 | 24,4 |
| B2 - Région de l'ensemble détritique supérieur et du Paramaca de la bordure méridionale | 303 260 | | 26,0 | 12,5 |
| B3 - Région de l'est sédimentaire et volcanique | 274 541 | | 23,5 | 11,3 |
| C - Le massif central ou domaine granito-gneissique central | 1 142 161 | 47,1 | 100 | 47,1 |
| C1 - Région ouest de la haute Mana et de Grand Santi | 22 662 | | 2,0 | 0,9 |
| C2 - Région des collines centrales | 121 000 | | 10,6 | 5,0 |
| C3 - Région du massif centre-est | 998 499 | | 87,4 | 41,2 |
| Total général | 2 425 000 | | | |

Le tableau complet avec les sous régions naturelles figure en **Annexe 2**.

Ces régions naturelles se distinguent par des types de reliefs caractéristiques qui se classent en 12 grandes catégories (paysages) dont 10 sont représentées au sein du DFP. Carte en **Annexe 3**. Ces catégories se répartissent en 5 grands groupes : plateaux, montagnes, multi-convexes et vallées, plaine côtière et dépressions intérieures. A l'Est et Sud-est, les paysages de plateaux et montagnes dominent, alors qu'à l'Ouest les paysages multi-convexes et de plaines sont plus présents. Le Centre présente des caractéristiques intermédiaires se rapprochant toute de même plus de la zone Ouest. Au regard des données de différents inventaires forestiers à large échelle menés dans les années 70-90 (inventaires papetiers et à 5%) il est coutume de distinguer 3 grandes zones forestières qui coupent le Nord de la Guyane d'Est en Ouest (Figure 2, Tableau 2).

1.1.3- Habitats concernés

Le présent guide de sylviculture ne **s'applique qu'aux habitats de type « forêt haute de terre ferme »** - c'est-à-dire aux formations forestières de plus de 30m de hauteur moyenne développées **sur stations non hydromorphes**. On ne s'intéressera par ailleurs qu'aux seules stations situées dans des conditions techniquement exploitables, c'est-à-dire **sur pentes inférieures à 40%**. La description des différents habitats de forêts de terre ferme figure en **Annexe 4**. Les forêts basses de moins de 20-25m de hauteur moyenne, contraintes par des conditions géologiques et/ou pédologiques extrêmes ne sont pas considérées comme exploitables mais recèlent une haute valeur patrimoniale. Sont donc exclus de ce guide les habitats suivants :

- forêts marécageuses et ripicoles,
- forêts à tendance sub-montagnarde (> 500m),
- forêts des anciens cordons sableux littoraux et fourrés des savanes côtières,
- forêts basses sur sables blancs,
- forêts basses d'inselberg et de savanes roches,
- forêts sur cuirasse latéritique ou latérito-bauxitiques,
- forêts basses sur saprolite superficielle.

Les forêts **sur stations marécageuses** pourront néanmoins être citées dans la suite du document à titre de comparaison.

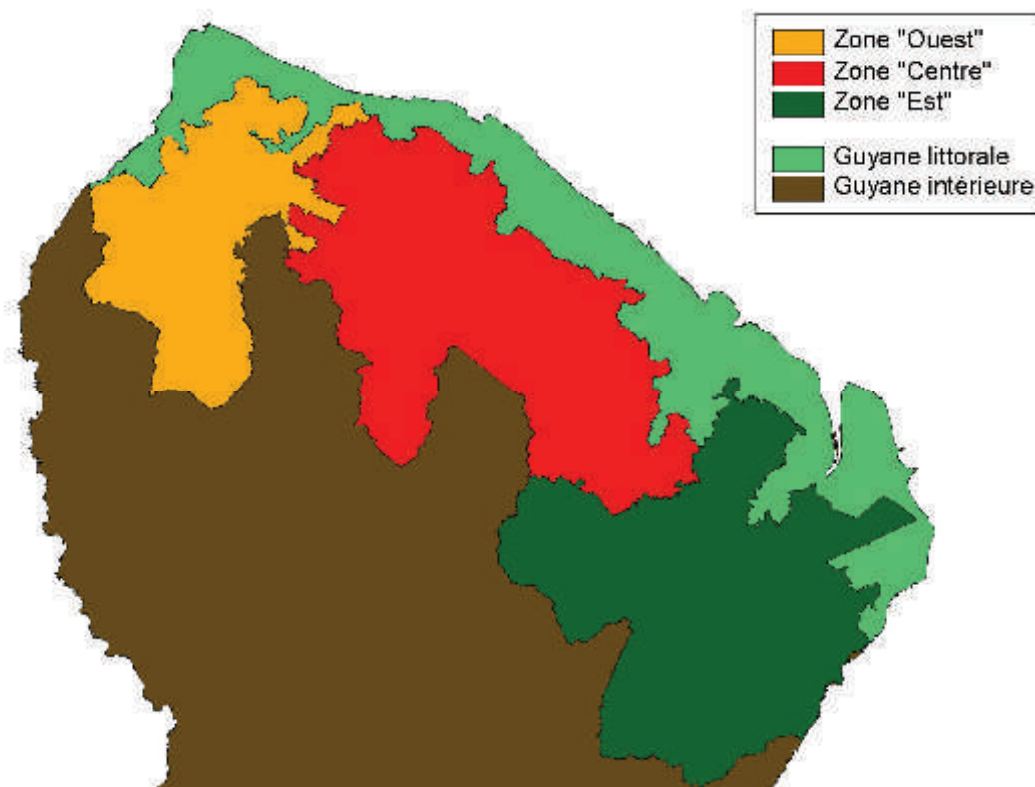


Figure 2 : Cartographie des 3 grandes zones forestières Ouest, Centre et Est

Tableau 2 : Principales caractéristiques physiques des trois grandes zones forestières

| Caractéristiques | Zone Ouest | Zone Centre | Zone Est |
|---|--|--|---|
| Surface | 501 840 ha 21% du DFP | 1 092 820 ha 45% du DFP | 830 340 ha 34% du DFP |
| Pluviométrie | <2 500 mm/an | 2 500 à 3 500 mm/an | 3 000 à 4 500 mm/an |
| Géologie dominante | Formations volcaniques et terrains métamorphiques anciens (pélites, grès et quartzites, grauwaques...) formations plutoniques (granites et pegmatites). Autour de St Laurent : Dépôts récents (sables blancs, série de Coswine...) | Au Nord de Petit Saut : formations volcaniques et terrains métamorphiques anciens (pélites, grès et quartzites, grauwaques...). Au Sud de Petit Saut : formations plutoniques (granodiorites, trondhjémites...) | Ouest de l'Approuague et Nord de la crique Ouanary : formations volcano-sédimentaires et inclusion de leucogranites. Sud de la Ouanary et Est Approuague : Formations plutoniques (monzogranites et granodiorites) |
| Reliefs dominants | Collines et plateaux multiconvexes assez bas – plus hauts et découpés sur la Sparouine et Haute Portale. Terres basses autour de St Laurent-Mana. | Plateaux complexes et collines hautes dominant- les reliefs s'adoucissent en se rapprochant du littoral. Reliefs plus accidentés encadrant Petit Saut en partant du haut Iracoubo jusqu'à Montagne Bagot | Reliefs montagneux et plateaux complexes au Nord. A l'Ouest, plateaux de faible dénivelé. Au Sud, relief plus découpés avec des formes allongées entre les deux zones. |
| Sols | Hétérogènes – mauvais drainages fréquents. | Hétérogènes et amincis – mauvais drainages fréquents. | Bien drainés et très homogènes. |
| Caractéristiques forestières principales | Caesalpinioideae > 40 tiges/ha [Wapa (<i>Eperua falcata</i>) > 20 tiges/ha et Angélique (<i>Dicorynia guianensis</i>) > 8 tiges/ha] Lecythidaceae 40-50 tiges/ha. Faible diamètre moyen et peuplements peu riches d'un point de vue commercial Stock de biomasse plus faible. | Lecythidaceae 40-60 tiges/ha [principalement du genre <i>Eschweilera</i> > 20 tiges/ha] Caesalpinioideae > 40 tiges/ ha [essentiellement du Wapa (<i>E. falcata</i>) 20-40 tiges/ha]. Peuplements intermédiaires en richesse commerciale et stock de biomasse. | Burseraceae 10 à 30 tiges/ha Lecythidaceae < 40 tiges/ha Caesalpinioideae < 40 tiges/ ha [absence du Wapa (<i>E. falcata</i>)]. Peuplements très riches d'un point de vue commercial : forte densité en Angélique (<i>Dicorynia guianensis</i>) supérieur à 5 tiges/ha, interfluve Approuague /Oyapock, et en Gonfolo rose (<i>Qualea rosea</i>), interfluve Orapu/Approuague, et plus généralement en gros bois. Stock de biomasse plus important. |

Contrairement aux idées reçues, il a été démontré que la géologie n'influence que marginalement la composition forestière qui répond principalement à l'effet des paysages géomorphologiques (ONF, en cours). Les habitats forestiers des forêts hautes de terre ferme sont donc directement définis sur la base des paysages sur lesquels ils se développent : forêts des paysages de plateaux [modérés, ondulés ou disséqués], forêts de montagne, forêts des paysages multiconvexes [complexes, réguliers, aplanis], forêts des vallées jointives, forêts de plaines [plates ou à reliefs résiduels]. Ces habitats se distinguent par ailleurs par des caractéristiques pédologiques très spécifiques : ferralsols profonds et bien drainés ultra-dominants sur les paysages de plateaux ; ferralsols à drainage ralenti, chargés en éléments grossiers sur les zones de montagnes accompagnés de sols cuirassés (plinthosols) ; sols plus diversifiés (acrisols, arénosols, podzols...) et souvent mal drainés dans les paysages multiconvexes. Il résulte de cette diversité pédologique des différences de richesse et de fertilité notables entre habitats (en cours d'étude).

On trouvera en **Annexe 5** la typologie provisoire des différents habitats de terre ferme déjà caractérisés. L'état actuel des **connaissances sur l'écologie** des forêts guyanaises et la variabilité de leur fonctionnement, **ne nous permet pas** de proposer de **sylviculture propre** à chacun de ces habitats qui seront **considérées** dans le présent guide de **façon globale**. Cependant la plus grande proportion de plateaux dans l'Est de la Guyane, associés à des sols peu contraints, justifie la considération d'une zone « Est » visiblement plus riche et favorable à l'exploitation que les zones « Centre » et « Ouest » dominées par les paysages multi-convexes aux sols moins bien drainés, moins fertiles et plus contraignant pour l'exploitation (Tableau 2).

Enfin, les **forêts secondaires** (décrites dans le chapitre suivant, §1.2.5.4) **ne sont pas concernées par ce guide**.

1.2- Caractéristiques et fonctionnement des peuplements forestiers

1.2.1- Les données de référence

Plusieurs inventaires forestiers stratégiques ont été réalisés au cours des 50 dernières années. Ces inventaires fournissent des informations précieuses, quant à la structure dendrométrique et la composition floristique des peuplements forestiers guyanais, ainsi que sur leur variabilité spatiale. Leur extension est donnée sur la Figure 3. Ce sont :

- **L'inventaire au 1/1000^{ème}** (1962-1970) réalisé par l'ONF sur une bonne partie du DFP excepté l'Est (massif de Régina-St Georges), avec relevé de l'ensemble des arbres (nom vernaculaire) à partir de 20 cm de diamètre selon une liste de 27 essences ou groupes d'essences et des données scindées par substrat géologique.
- **Les inventaires papetiers** (1972-1976) réalisés par l'ONF et le CTFT sur 472 500 ha répartis sur plusieurs blocs du Maroni à l'Orapu, avec relevé de l'ensemble des arbres (nom vernaculaire) à partir de 15 cm de diamètre et une différenciation entre les forêts de terre ferme et les forêts marécageuses.
- **Les inventaires à 5%** (1993-1997) réalisés par l'ONF sur 172 parcelles soit 49 045 ha, avec un inventaire de l'ensemble des arbres (nom vernaculaire) à partir de 20 cm de diamètre. Les données sont regroupées par layons sans distinction possible entre les différents types de forêts.

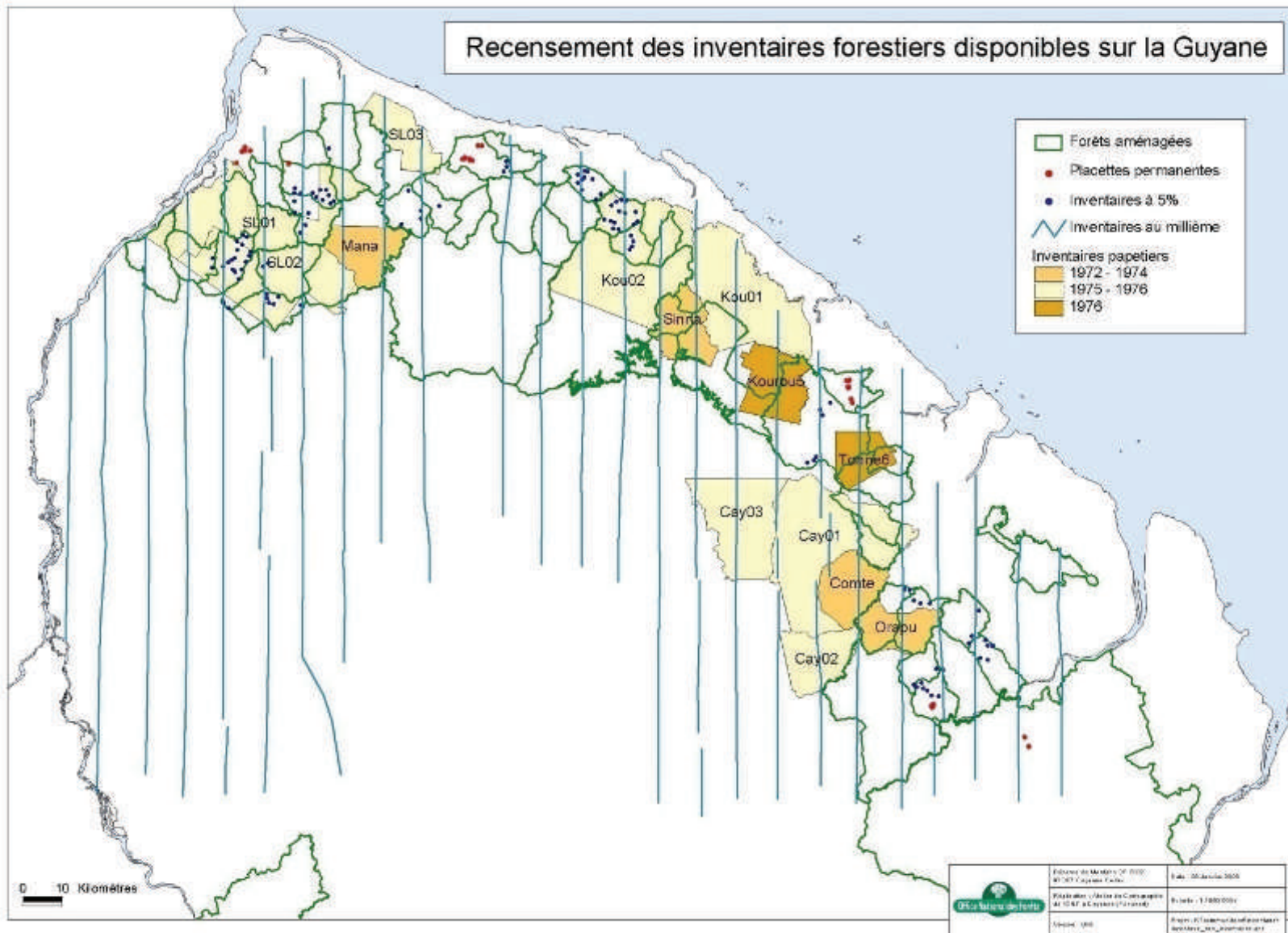


Figure 3 : Carte de localisation des placettes d'inventaires forestiers disponibles pour le DFP.

Un réseau de placettes permanentes réalisé par l'ONF, le CIRAD, l'INRA et le CNRS – nommé **GUYAFOR** – complète ces données en fournissant des relevés de dynamique forestière sur 15 sites répartis sur l'ensemble du DFP. Ces placettes de 4 à 25 ha recensent les arbres à partir de 10 cm de diamètre de DHP¹. Le réseau regroupe à la fois des placettes de forêts naturelles, de forêts exploitées, ainsi que des peuplements soumis à différents traitements sylvicoles (éclaircies, coupes blanches) :

- Les forêts naturelles représentent plus de 100 ha réparties entre les sites du BAFOG, de l'Acarouany (à l'Ouest), de Paracou, de Montagne Plomb (au Centre), de Tibourou, Nouragues, Montagne Tortue et Saut Lavilette (à l'Est).
- Les forêts exploitées couvrent 75 ha répartis entre les sites du BAFOG et Organabo (à l'Ouest), Paracou et Risquetout (au Centre), Montagne Tortue et Manaré (à l'Est).
- Les forêts ayant subi un traitement sylvicole² couvrent 60 ha situés sur les sites d'Organabo (Ouest), de Paracou, Arboce et Risquetout (au Centre) et aucun dispositif sur l'Est.

Ces différents inventaires et dispositifs sont présentés en détail en **Annexe 6, Annexe 6bis, Annexe 6ter, Annexe 7 et Annexe 8**. A l'échelle du DFP, ce sont les inventaires papetiers, dont les données sont scindées par grands types de peuplement, que nous utiliserons le plus fréquemment pour les analyses de structure et de composition des forêts de terre ferme. Ces données sont complétées sur l'Est de l'Approuague par des inventaires complémentaires réalisés dans le cadre de description d'habitats.

1.2.2- Composition floristique

On recense à ce jour en Guyane 1581 espèces d'arbres, dont le fût atteint 10 cm de DHP, réparties dans près de 70 familles. L'ensemble des inventaires forestiers disponibles permet d'approcher la composition globale de la forêt du Nord de la Guyane. Ils confirment la description donnée par Sabatier [2] d'une forêt de terre ferme dominée par 5 principales familles (ou sous familles) : Fabaceae sous famille Caesalpinioideae et Lecythidaceae en premier lieu ; Chrysobalanaceae, Sapotaceae et Fabaceae sous famille Mimosoideae en second lieu (Tableau 3).

On trouvera en Tableau 4 et **Annexe 9**, le tableau de répartition par blocs d'inventaire des principales familles et essences commerciales (en pourcentage du nombre de tiges et du volume), issu de l'analyse des inventaires papetiers.

On note en moyenne **150 à 200 espèces** différentes sur **un hectare** de forêt naturelle pour **450 à 650 tiges de plus de 10 cm DHP** par hectare [3]. Si chaque espèce représente rarement plus de 1 à 2% du nombre total de tiges dans l'absolu, la répartition agrégative de bon nombre d'entre elles peut être à l'origine de concentration localement plus importante : il est ainsi fréquent qu'une espèce dépasse localement 5 à 10% du nombre de tiges sur des agrégats de quelques hectares ou des plaques de plusieurs hectares [4]. C'est notamment le cas pour l'Angélique, le Wacapou, le Gonfolo rose, mais aussi le Goupi et le Wapa. Plus rarement, certaines espèces peuvent constituer des peuplements mono-dominants, c'est-à-dire représentent plus de 50% des tiges ou de la surface terrière du peuplement global. C'est le cas par exemple du *Spirotropis longifolia* [5].

¹ le DHP correspond au diamètre à hauteur de poitrine soit une hauteur communément admise de 1,30 m.

² le traitement sylvicole correspond à une exploitation + éclaircie dans le cas de Paracou, Organabo et Risquetout et à une coupe rase dans le cas d'Arboce.

Tableau 3 : Composition en principales familles des forêts de terre ferme

| Familles | Nombre d'espèces | % en tiges | % en volume |
|----------------------------|------------------|------------|-------------|
| Fabaceae -Caesalpinioideae | 67 | 19 à 33 | 22 à 36 |
| Lecythidaceae | 41 | 15 à 25 | 13 à 20 |
| Chrysobalanaceae | 85 | 7 à 15 | 6 à 13 |
| Sapotaceae | 97 | 7 à 13 | 7 à 14 |
| Fabaceae - Mimosoideae | 93 | 2 à 9 | 2 à 10 |
| Fabaceae - faboideae | 62 | 1 à 4 | 2 à 4 |
| Lauraceae | 105 | 1 à 4 | 1 à 5 |
| Clusiaceae | 32 | 1 à 3 | 0,5 à 3 |
| Vochysiaceae | 21 | 0,4 à 3 | 1 à 4 |
| Myristicaceae | 12 | 1 à 3 | 1 à 3 |
| Celastraceae | 7 | 0,4 à 2 | 1 à 3 |
| Burseraceae | 44 | 1 à 4 | 0,5 à 3 |
| Apocynaceae | 36 | 1 à 2 | 1 à 2 |

Source : inventaires papetiers

Tableau 4 : Composition en espèces les plus courantes des principales essences des forêts de terre ferme

| Essences | Espèces les plus courantes | % nb tige | % volume |
|----------------------|--|----------------|----------------|
| Wapa | <i>Eperua falcata</i> | 11 à 23 | 12 à 25 |
| Maho noir | <i>Eschweilera spp</i> | 9 à 14 | 7 à 11 |
| Gaulettes | <i>Licania spp & Parinari spp</i> | 7 à 13 | 5 à 12 |
| Maho rouge | <i>Lecythis spp.</i> | 4 à 11 | 3 à 9 |
| Niamboka | <i>Pouteria spp</i> | 3 à 5 | 3 à 4 |
| Angélique | <i>Dicorynia guianensis</i> | 2 à 6 | 3 à 7 |
| Balata blanc | <i>Micropholis spp.</i> | 1 à 4 | 0,4 à 4 |
| Oueko | <i>Inga spp.</i> | 1 à 4 | 1 à 3 |
| Balata pomme | <i>Chrysophyllum sanguinolentum</i> | 0,2 à 3 | 0,3 à 3 |
| Moni | <i>Protium spp.</i> | 0,3 à 3 | 0,2 à 2 |
| Wacapou | <i>Vouacapoua americana</i> | 1 à 2 | 1 à 3 |
| Goupi | <i>Goupia glabra</i> | 0,4 à 2 | 1 à 3 |
| Balata franc | <i>Manilkara bidentata & huberi</i> | 0,3 à 2 | 0,4 à 4 |
| Tossopassa | <i>Iryanthera sagotiana & hostmannii</i> | 0,3 à 2 | 0,2 à 1 |
| Manil marécage | <i>Symphonia globulifera</i> | 0,3 à 2 | 0,3 à 2 |
| Gonfolo rose | <i>Qualea rosea</i> | 0,2 à 2 | 0,3 à 3 |
| Kobe | <i>Sterculia spp</i> | 0,4 à 2 | 0,4 à 2 |
| Boco | <i>Bocoa prouacencis</i> | 0,4 à 1 | 0,3 à 1 |
| Topi | <i>Mouriri spp.</i> | 0,3 à 1 | 0,3 à 1 |
| Bougou bougou | <i>Swartzia polyphylla & remiger</i> | 0,2 à 2 | 0,2 à 1 |
| Amarante | <i>Peltogyne venosa & paniculata</i> | 0,1 à 1 | 0,1 à 2 |
| Maho cigare | <i>Couratari spp</i> | 0,5 à 1 | 0,3 à 1 |
| Grignon franc | <i>Sextonia rubra</i> | 0,3 à 1 | 1 à 2 |
| Gonfolo gris | <i>Ruizterania albiflora</i> | 0,01 | 0,01 |

Essences commerciales principales en gras. Source : inventaires papetiers

Ces nombreuses espèces n'occupent pas toute la même place dans les strates forestières. On distingue ainsi différents groupes fonctionnels en fonction des besoins de chaque espèce en lumière, de son architecture, de sa vitesse de développement, etc... Une classification couramment utilisée pour décrire le comportement des espèces guyanaises est celle basée sur les travaux de Favrichon [6], Tableau 5.

Tableau 5 : Définition des groupes fonctionnels (d'après Favrichon [6])

| Groupe | Caractéristiques | Exemples |
|--|--|---|
| Taxons tolérants (à l'ombre) de strate inférieure à moyenne | Espèces de petite taille (Diamètre ³ moyen 17 cm) à croissance lente (0,08 cm/an ⁴) restant sous la canopée (bois lourd – grosses graines) | Boco (<i>Bocoa sp.</i>), Tossopassa (<i>Iryanthera sp.</i>), nombreuses gaulettes (<i>Licania spp.</i>) et maho noir (<i>Eschweilera spp.</i>)... |
| Taxons tolérants (à l'ombre) de la voûte | Espèces de la canopée à croissance lente (0,13 cm/an) atteignant des diamètres plus importants (Diamètre moyen 26 cm) | Wacapou (<i>Vouacapoua americana</i>), Balata franc (<i>Manilkara bidentata</i>), Kimboto (<i>Pradosia cochlearia</i>), Koumanti oudou (<i>Aspidosperma album</i>)... |
| Taxons semi-tolérants émergents | Espèces pouvant se développer après une phase d'attente, bénéficiant d'une croissance rapide lors de leur mise en lumière (0,24 à 0,41 cm/an) et atteignant de fort diamètres (Diamètre moyen 38 cm) | Angélique (<i>Dicorynia guianensis</i>), Gonfolo rose (<i>Qualea rosea</i>), St Martin rouge (<i>Andira coriacea</i>), Manil marécage (<i>Symphonia globulifera</i>), Amarante (<i>Peltogyne venosa</i>)... |
| Taxons héliophiles de la voûte | Espèces héliophiles longévives à croissance rapide (0,27 à 0,53 cm/an) pouvant atteindre de gros diamètres (Diamètre moyen 28 cm) | Goupi (<i>Goupia glabra</i>), Jacaranda (<i>Jacaranda copaia</i>), Kobé (<i>Sterculia spp.</i>), Dodomissinga (<i>Parkia spp.</i>)... |
| Taxons héliophiles de la strate inférieure | Espèces héliophiles (souvent pionnières) de courte durée de vie et de faibles dimensions (Diamètre moyen 19 cm) | Bois canon (<i>Cecropia spp.</i>), Peigne-macaque (<i>Apeiba petoumo</i>) nombreux Poix sucrés (<i>Inga spp.</i>) |

De fait, pour un même peuplement il existe des modifications importantes de composition en famille et en espèce en fonction des classes de diamètre étudiées. On note un changement dans les abondances relatives des différentes espèces entre la population d'arbres inférieur ou égal à 55 cm de diamètre : certaines familles riches en taxons tolérants sont très abondantes voire dominantes dans les plus petits diamètres (<55 cm) (Chrysobalanaceae, Lecythidaceae, Burseraceae) alors que dans les plus gros diamètres (> 75 cm), certains taxons émergents prennent le dessus (Vochysiaceae, Caesalpinioideae) alors que d'autres ne sont presque plus représentés (Myristicaceae, Burseraceae).

³ Par défaut, les mesures de diamètre dans l'ensemble du guide de sylviculture font référence au diamètre à 1,30 de hauteur.

⁴ Les accroissements sont exprimés en cm/an sur le diamètre.

1.2.3- Structure diamétrique

La structure diamétrique des peuplements, toutes essences confondues, suit une loi exponentielle décroissante (Figure 4). Les petites tiges constituent la majorité du peuplement, cependant près de 45% du volume bois fort est constitué par les tiges de 50 cm de diamètre et plus.

Les références dendrométriques moyennes issues des grandes campagnes d'inventaires forestiers montrent cependant des évolutions de la structure forestière d'Est en Ouest (Tableau 6). Les densités de tiges des peuplements diminuent d'Ouest en Est alors que les volumes d'arbre moyens augmentent à l'inverse. Il en résulte une biomasse aérienne plus forte dans les forêts de l'Est que dans celle de l'Ouest.

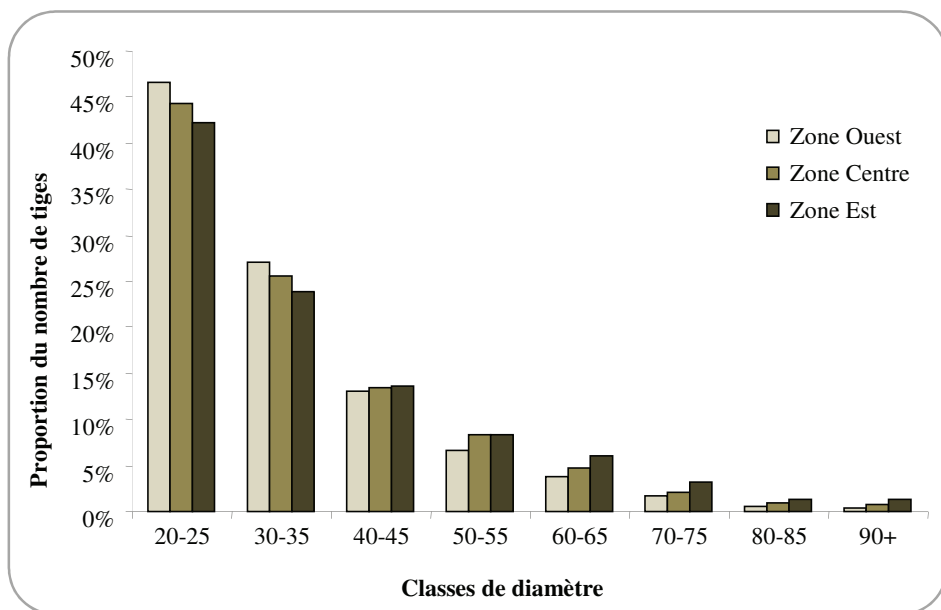


Figure 4 : Structure diamétrique des peuplements, par zone forestière.

Toutes essences confondues et toutes formations forestières confondues. Source : inventaire à 5%.

Tableau 6 : Principales caractéristiques structurales des peuplements – référence inventaires papetiers

| Type de peuplements | Densité tiges à l'hectare | Volume arbre moyen (m ³ grume) | Volume moyen (m ³ grume/ha) | Biomasse (T/ha) * |
|--|---------------------------|---|--|-------------------|
| Peuplement de terre ferme | 175 à 275 | 1,10 à 1,53 | 230 à 370 | 350± 25 |
| Ouest | 190 à 270 | 1,10 à 1,19 | 250 à 315 | 320± 70 |
| Centre-ouest | 200 à 260 | 1,22 à 1,34 | 275 à 315 | 340± 45 |
| Centre-est | 220 à 275 | 1,24 à 1,46 | 275 à 370 | 380± 40 |
| Est | 175 à 240 | 1,26 à 1,53 | 230 à 370 | 380± 40 |
| Peuplement de forêt marécageuse | 115 à 250 | 1,10 à 1,90 | 180 à 340 | 290± 30 |
| Ouest | 160 à 190 | 1,10 à 1,33 | 175 à 250 | 240± 55 |
| Centre-ouest | 175 à 210 | 1,16 à 1,36 | 205 à 255 | 270± 50 |
| Centre-est | 135 à 250 | 1,36 à 1,62 | 220 à 340 | 315± 55 |
| Est | 115 à 165 | 1,55 à 1,90 | 180 à 310 | 315± 55 |

Densités et volumes calculés pour des arbres de Ø>20cm. Volume : valeur exprimé tonne grume à 12%H, Biomasse calculée pour des arbres de Ø>10cm. Biomasse des 10-20 cm est calculée sur un sous échantillonnage. Moyenne ± intervalle de confiance à 95%.

Ces évolutions de structure diamétrique s'accompagnent d'une évolution de la hauteur moyenne des arbres constatée lors des mesures sur pied effectuées (A « âge » égal, les arbres sont globalement plus hauts et plus gros à l'Est qu'à l'Ouest) lors des différents inventaires stratégiques dans le but de constituer des tarifs de cubage. Il en résulte des volumes moyens différenciés en fonction des zones forestières (Tableau 7).

Tableau 7 : Tarifs de cubage toutes essences constitués à partir de mesure sur pied.

| Zone forestière | Tarifs employés $V = a + b D^2$ | Coefficients | | Classes de diamètre | | | | | | |
|-----------------|------------------------------------|--------------|-----------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | a | b | [10-20[| [20-30[| [30-40[| [40-50[| [50-60[| [60-70[| [70-80[|
| Est | Cayenne | -0,084516 | 10,461316 | 0,18 | 0,60 | 1,22 | 2,06 | 3,12 | 4,36 | 5,83 |
| Centre | Kourou | -0,035829 | 8,7634 | 0,18 | 0,53 | 1,06 | 1,76 | 2,64 | 3,69 | 4,92 |
| Ouest | St Laurent | -0,061776 | 8,8358 | 0,16 | 0,51 | 1,04 | 1,75 | 2,63 | 3,69 | 4,93 |
| Guyane | Papetier | -0,04155 | 8,9129 | 0,18 | 0,54 | 1,07 | 1,79 | 2,68 | 3,75 | 5,00 |

Source : inventaires papetiers

Les volumes calculés à partir de ces tarifs de cubage sont des volumes utiles sur écorce, c'est-à-dire ne prenant en compte que la longueur de fut jusqu'à la première grosse branche ou jusqu'au premier défaut important [7].

Le tarif Papetier a été obtenu par le cubage d'arbres abattus. Il s'agit là aussi d'un volume utile sur écorce. Il est donné ici à titre d'indication. C'était jusqu'à présent le tarif unique utilisé pour le calcul des volumes toutes forêts confondues.

1.2.4- Ressource en bois d'œuvre

Le peuplement commercial, susceptible de produire du bois d'œuvre, se définit en fonction de la qualité technologique des bois propre à l'espèce mais aussi en fonction de la qualité intrinsèque de chaque tige, qui elle-même dépend fortement de la dimension de l'arbre. Le peuplement commercial est défini ci-après. Malgré un **volume bois fort important** et une relative concentration de ce volume dans des bois de forte dimension, la **ressource en bois d'œuvre** reste relativement **limitée**. Elle représente en **moyenne pour les 89 essences commerciales** (cf § 1.2.4.4) **44 m³ grume/ha pour 11,2 tiges** [8] en ne considérant que les tiges supérieures ou égales au diamètre d'exploitabilité.

1.2.4.1- Essences commerciales

Sur les 1600 espèces arborescentes, 90 essences (espèces ou groupes d'espèces) sont considérés comme technologiquement utilisables et donc de valeur commerciale potentielle. Cette liste (**Annexe 10**) découle des travaux du CIRAD sur la valorisation technologique des bois de Guyane. Ces espèces ou groupes d'espèces se répartissent en fonction de leur intensité de prélèvement en quatre classes :

- les **Essences Commerciales Majeures Principales** (ECMp) qui sont systématiquement prélevées lorsqu'elles sont rencontrées sur les parcelles exploitées. Depuis 25 ans, elles constituent les "essences objectifs" principales (Tableau 8). Il s'agit de l'Angélique, du Gonfolo rose, du Gonfolo gris, du Grignon franc, de l'Amarante, du Balata franc, du Wacapou et du Goupi, **soit 8 essences**. Ces essences représentent actuellement à elles seules 81 % du volume exploité - dont 72,4% pour les quatre principales Angélique, Gonfolo rose, Gonfolo gris et Grignon franc ;

- les **Autres Essences Commerciales Majeures** (ECMa) : Au nombre de 29, ces essences représentent seulement 13 % du volume exploité ;
- les **Autres Essences Commerciales** (AEC) : Elles sont au nombre de 44 et sont actuellement peu ou pas exploitées (5,7 % du volume exploité) malgré leurs qualités technologiques reconnues.
- Les **bois précieux** (BP) : Ces 10 essences sont très peu exploitées par la filière bois et ne représentent que 0,3% du volume exploité.

Au regard des nombreux inventaires disponibles, les **essences commerciales** représentent en moyenne un peu **plus de 50% des tiges** (à partir de 20 cm de diamètre) du peuplement en tenant compte des 44 AEC actuellement non valorisées. Parmi les essences commerciales majeures principales, l'Angélique est généralement la mieux représentée sur l'ensemble de la bande côtière. La forte diversité spécifique induit cependant un faible nombre de tiges mobilisables par essence. Les inventaires forestiers réalisés plus récemment à l'Est de l'Approuague montrent des peuplements forestiers encore plus capitalisés en Angélique, qui peut représenter jusqu'à 15% du volume global (à partir de 20 cm de diamètre). Wacapou et Balata franc atteignent eux aussi de fortes densités sur ce même secteur.

Tableau 8 : Richesse en ressource commerciale majeure principale en proportion du volume bois fort toutes espèces confondues

| Essence | Espèces correspondantes | Zone Ouest en % | Zone Centre en % | Zone Est en % |
|---------------|---|-----------------|------------------|---------------|
| Angélique | <i>Dicorynia guianensis</i> | 5 à 6 | 4 à 5 | 5 à 15 |
| Gonfolo | <i>Ruizterania albiflora & Qualea rosea</i> | 0 à 1 | 1 à 3 | 0 à 2 |
| Wacapou | <i>Vouacapoua americana</i> | 0 à 2 | 1 à 2 | 1 à 3 |
| Goupi | <i>Goupia glabra</i> | 0 à 1 | 1 à 2 | 1 à 2 |
| Balata franc | <i>Manilkara bidentata & huberi</i> | 0 à 2 | 0 à 1 | 2 à 4 |
| Grignon franc | <i>Sextonia rubra</i> | 0 à 1 | 1 à 2 | 1 à 2 |
| Amarante | <i>Peltogyne sp.</i> | 0 à 2 | 0 à 1 | 0 |

L'essence « Gonfolo » regroupe les appellations Gonfolo rose et Gonfolo gris

Sources : inventaires papetiers à 5% et inventaire habitats

1.2.4.2- Diamètre Minimum d'Exploitabilité

Le Diamètre Minimum d'Exploitabilité (DME) définit le diamètre à partir duquel une tige est considérée comme exploitable. Ce critère prend en compte différents facteurs économiques et écologiques.

Le DME se rapproche de la notion de **diamètre optimal d'exploitabilité**⁵, déterminé de façon à optimiser la production de bois d'œuvre en valeur, en fonction de l'accroissement moyen annuel, de la qualité et de la valeur du bois. Pour les essences guyanaises, le maximum d'accroissement en diamètre est généralement rencontré entre 20 et 50 cm [9] pour un prix constant quelle que soit la grosseur du bois (Figure 5).

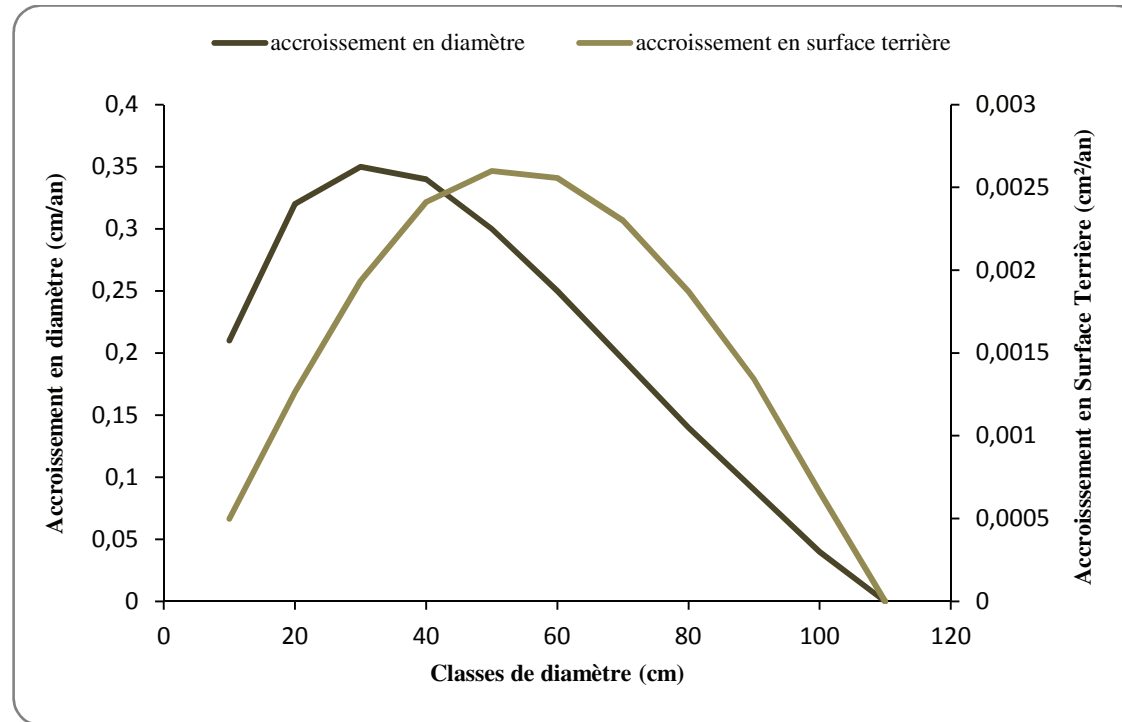


Figure 5 : Croissance en diamètre et en surface terrière par classe de diamètre

Adapté de Gourlet-Fleury et Picard [9].

⁵ Voir Manuel d'Aménagement Forestier, Dubourdiou J. (1999) [99]

Dans la notion de DME entre aussi en compte le **diamètre minimal de fructification** (20 à 30 cm pour la plupart des essences). L'exploitation doit permettre à chaque individu d'atteindre son stade de reproduction et doit éviter un taux de prélèvement trop fort dans la population adulte de manière à préserver un potentiel de régénération satisfaisant.

Le DME doit aussi s'adapter à une forêt naturelle irrégulière jamais exploitée auparavant et présentant donc un important stock de gros bois. De fait, l'exploitation doit se concentrer sur les bois présentant **les rendements de sciages les plus forts**, combinant une proportion d'aubier réduite (éliminant les petits diamètres) mais aussi une qualité de bois parfait la moins altérée (éliminant certains très gros diamètres dans les essences sensibles aux pourritures).

Le DME est donc fonction de l'espèce considérée (dont dépendent les rythmes de fructification et de développement) ainsi que de la zone forestière (dont dépend la structure globale du peuplement). Le DME est en règle générale fixé à 55 cm de diamètre – **ce qui correspond en moyenne à un taux de pression sur la population adulte⁶ de l'ordre de 20 à 25%**. Il est réduit à 45 cm pour les espèces, non émergentes, dépassant rarement les 70 cm de diamètre (bois précieux et wacapou).

1.2.4.3- Qualité commerciale de la ressource

La ressource en bois de Guyane se caractérise essentiellement par la dureté de ces bois (densité moyenne à 12% de 0,83 – soit 0,73 en densité anhydre) mais aussi par leur extrême durabilité (nombreuses espèces en classe 4 ou 5 d'utilisation). Malgré ces caractéristiques favorables, les arbres d'essences commerciales présentent une certaine sensibilité au « cœur creux » dû aux pourritures, notamment pour les plus gros bois. En moyenne, près de **20% des tiges** rentrant dans les critères commerciaux (en espèce et en diamètre) **présentent** ainsi des **défauts rédhibitoires**. Ces défauts sont généralement bien visibles, les critères principaux de déclassement étant :

- la présence d'un trou ou d'une pourriture sur le tronc ou au pied ;
- la casse d'une branche maîtresse mal cicatrisée ;
- un bruit de creux lorsque le bois est cogné.

L'apparition de ces défauts est en partie corrélée avec le stade de développement de l'arbre : ils sont rares chez les pré-adultes ; peu fréquents chez les arbres du présent, caractérisés par un houppier complètement réitéré ou en cours de réitération ; ils sont plus nombreux chez les arbres du passé marquant les premiers signes de dépérissement ou présentant des accidents de parcours visibles à travers la perte d'une partie du houppier (Figure 6 et **Annexe 17**). La fréquence des défauts semble par ailleurs corrélée à des facteurs locaux – en effet, des groupes de bois creux sont fréquemment rencontrés et on observe sur le dispositif de Paracou, des différences significatives de qualité en fonction des blocs de parcelles [10]. Ce phénomène pourrait être lié à la présence de champignons pathogènes dans les sols, ou aux traces d'évènements locaux fragilisant le peuplement (coup de vent, gros chablis...).

Par ailleurs, il faut noter que les conditions de croissance de ces tiges sous fortes concurrences leur confèrent une grande « nervosité ». Certaines espèces comme le Wapa ou le Balata franc sont ainsi particulièrement sujettes à l'éclatement lors de l'abattage.

⁶ La population adulte correspond aux arbres reproducteurs (supérieur 20 à 25 cm de diamètre).

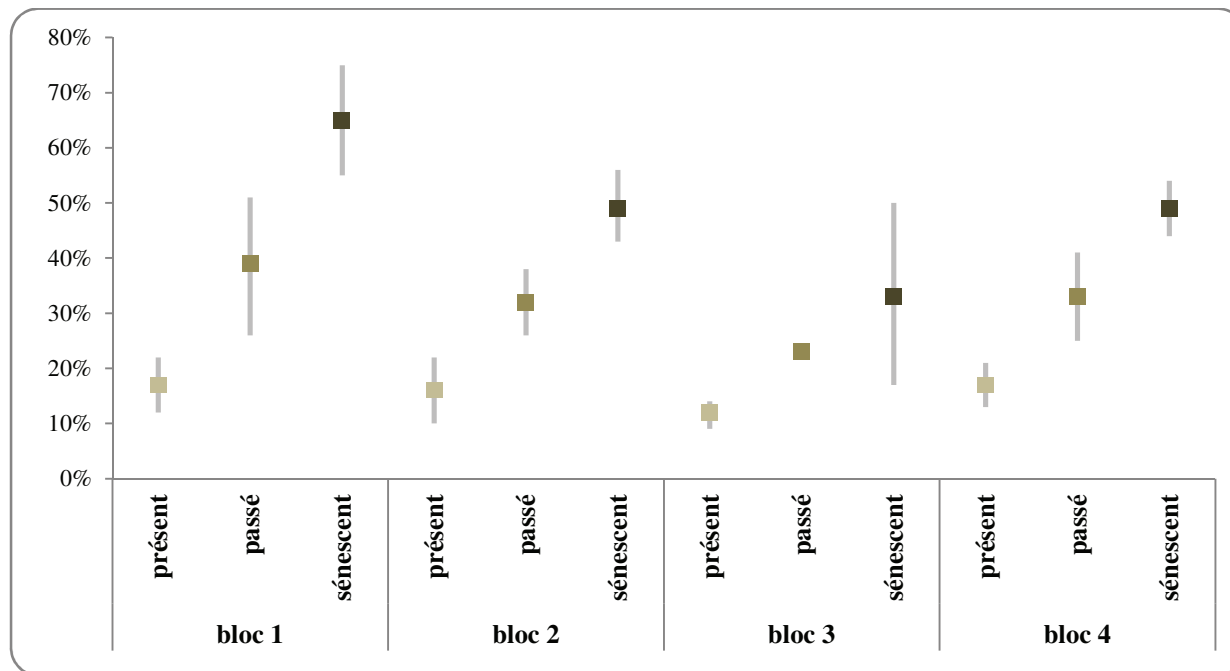


Figure 6 : Proportion de tiges avec défauts en fonction du stade de développement

Moyenne et écartype des pourcentage par blocs de parcelles (regroupement spatial de 3 ou 4 parcelles). Données pour toute essence et tout diamètre. Source : données Paracou

1.2.4.4- Richesse en tiges commerciales et typologie des peuplements

Une analyse effectuée sur plus de 20 000 ha d'inventaires d'exploitation réalisés entre 2001 et 2005 permet de définir une typologie des peuplements en fonction de la richesse de la ressource exploitable [8] et d'évaluer plus précisément l'intérêt commercial des peuplements en fonction des grandes zones forestières.

Ainsi sur les 11,2 tiges/ha exploitables on dénombre en moyenne 5,5 tiges d'ECMp, 1,7 tiges d'ECMa et 4 tiges d'autres essences. A l'échelle des unités de prospection (partie de parcelle de 30 à 50 ha en moyenne), la **densité de tiges exploitables** atteint au **maximum 35 tiges/ha** mais **90%** des valeurs sont comprises **entre 5,2 et 18 tiges/ha**. Cette forte variabilité permet de classer les peuplements par quartile en fonction de leur richesse commerciale sur la base de plusieurs critères concordants.

Tableau 9 : Classification des peuplements en fonction de la richesse en ressource commerciale tirée de Ingrassia *et al* [8]

| Richesse / Critères | Volume toutes essences commerciales (m ³ grume/ha) | Nombre de tiges des 8 ECMP (tiges/ha) | Volume des ECMP (m ³ grume/ha) |
|---------------------|---|---------------------------------------|---|
| Pauvre | $V_{total} \leq 30$ | $N \leq 3$ | $V_{ecmp} \leq 13$ |
| Moyennement pauvre | $30 < V_{total} \leq 42$ | $3 < N \leq 5$ | $13 < V_{ecmp} \leq 20$ |
| Moyennement riche | $42 < V_{total} \leq 55$ | $3 < N \leq 7$ | $20 < V_{ecmp} \leq 29$ |
| Riche | $V_{total} > 55$ | $N > 7$ | $V_{ecmp} > 29$ |

Le classement des inventaires effectués dans les différents massifs forestiers (Tableau 9) met en évidence une richesse moyenne à forte dans la plupart des parcelles des massifs de l'Est (forêts de Bélizon et de Régina-St Georges) alors que les parcelles de l'Ouest sont toutes pauvres à très pauvres (secteurs de Crique serpent ouest et Génipa notamment). Dans les massifs du Centre-Ouest, Counami se trouve dans la classe moyennement pauvre, alors que Tamanoir se classe dans les moyennement riche à riche.

Au-delà de cette analyse, les inventaires précédents (inventaires à 5% notamment) mettent en évidence des hétérogénéités de densité entre certains secteurs forestiers d'une même zone forestière. Ainsi, dans le Centre-Est, les secteurs de Coralie et Nancibo n'offrent pas les mêmes richesses que les massifs de l'Est.

Dans les massifs de l'Ouest, même si certaines parcelles peuvent montrer des densités un peu plus fortes que la moyenne, l'ensemble des inventaires passés (y compris les inventaires papetiers) mettent en évidence des forêts globalement pauvres.

1.2.5- Dynamique des peuplements

En forêt tropicale humide, les trouées naturelles créées par la chute des arbres (chablis) ou la mortalité sur pied d'un arbre dominant sont connues comme l'un des facteurs essentiels de la dynamique sylvigénétique. Ces ouvertures de 40 m² à 1500 m² (300 m² en moyenne) sont à l'origine d'un renouvellement graduel du peuplement (1% des tiges par an en moyenne [11]). Le chablis et la mortalité en général participent au renouvellement et à l'hétérogénéité locale du peuplement qui s'apparente à une mosaïque d'éco-unités [12]. Les modifications lumineuses induites influencent la composition spécifique locale et participent au maintien de la diversité selon le modèle de la « perturbation intermédiaire » [13, 14] : le maintien permanent de petites ouvertures liées à l'apparition récurrente de chablis permet de diversifier les niches écologiques (gamme d'éclaircissement, niveau de concurrence, etc.). La fréquence et la distribution des ouvertures influent globalement sur le rythme de renouvellement du peuplement et son évolution structurale et floristique [15].

Les inventaires successifs réalisés sur le réseau de placettes permanentes GUYAFOR et plus particulièrement depuis plus de 20 ans sur le dispositif de Paracou (voir **Annexe 6**) nous renseignent sur les **trois processus** qui définissent le rythme suivi par la **dynamique forestière**.

Ces trois processus sont : (1) **le recrutement**, (2) **la croissance** et (3) **la mortalité** des populations d'arbres. Les différents traitements testés sur ce réseau nous renseignent par ailleurs sur la réponse de la dynamique forestière à des perturbations de différentes intensités. La régénération stricto sensu n'est pas incluse dans ce suivi, une tige étant considérée comme recrutée à partir du moment où elle atteint et dépasse 10 cm de DHP. De nombreuses interrogations subsistent quant à l'évolution naturelle de la composition forestière ainsi que l'effet à long terme des perturbations sur la régénération, le pas de temps entre régénération et recrutement étant en moyenne long de plusieurs dizaines d'année. Pour mémoire, on considère qu'une Angélique en forêt naturelle met en moyenne 70 ans avant d'atteindre le stade de recrutement, soit seulement 10 cm de DHP [16].

1.2.5.1- Dynamique en forêt naturelle

Le dispositif de Paracou fournit des données précises sur la dynamique du peuplement global, mais aussi pour les principales espèces ou groupes d'espèces rassemblées en groupes fonctionnels.

Les groupes fonctionnels se définissent comme un groupement d'espèces jouant un rôle identique dans les processus écologiques au sein des communautés [17]. La conjonction de traits biologiques semblables et de réponses similaires aux facteurs écologiques sert de base à ces classifications, indépendantes de la taxonomie. (voir 1.2.2).

Ces groupes peuvent être constitués en fonction :

- de la position de l'espèce dans la canopée (espèces émergentes, de la canopée ou du sous-bois),
- des exigences en lumière de l'espèce (pionnières, héliophiles, tolérantes à l'ombre),
- de son ontogénie⁷ (arbres de plus ou moins gros diamètre à croissance continue ou variable au cours de son développement),

Le **recrutement** et la **mortalité** sont des événements épisodiques et disséminés, difficiles à prédire, qui sont globalisés pour l'ensemble du peuplement : **en forêt naturelle**, ces deux phénomènes **s'équilibrent autour de 0,7 à 1,4% des tiges** (soit un renouvellement annuel de **4 à 8 tiges/ha**).

La vitesse de croissance peut quant à elle être détaillée en fonction des groupes d'espèces mais aussi des classes de diamètre ou plus précisément du stade de développement de l'arbre.

Le taux de renouvellement du peuplement et la croissance des tiges en forêt guyanaise sont donc très faibles.

En Amazonie, **l'âge des gros bois** dominant de la canopée est estimé par Laurance *et al* [18] à partir de mesures de croissance sur 93 espèces différentes à **366 ans**. Si l'on se réfère à la vitesse de croissance des espèces émergentes (Figure 5 et Tableau 10), l'âge des **arbres dominants** de la forêt guyanaise de **plus de 70 cm** de diamètre pourrait dépasser les **350 à 400 ans**.

⁷ L'ontogénie décrit le développement progressif d'un individu depuis sa naissance jusqu'à sa mort.

Tableau 10 : Croissances moyennes annuelles sur le diamètre en cm/an par groupes d'espèces et classe de diamètre

| Classe de diamètre (DHP en cm) | Toute espèce | Toute essence commerciale | Essence commerciale majeure | Angélique |
|--------------------------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|
| 10-20 | 0.11 | 0.11 | 0.19 | 0.16 |
| 20-30 | 0.14 | 0.16 | 0.27 | 0.31 |
| 30-40 | 0.18 | 0.17 | 0.31 | 0.35 |
| 40-50 | 0.17 | 0.19 | 0.29 | 0.35 |
| 50-60 | 0.20 | 0.16 | 0.27 | 0.33 |
| 60 + | 0.15 | 0.16 | 0.20 | 0.23 |

Données mesurées sur Paracou, d'après Gourlet Fleury *et al* [19] et [95])

1.2.5.2- Dynamique après exploitation

Les différents traitements sylvicoles testés sur les dispositifs de Paracou et des forêts pilotes d'Organabo et Risquetout, permettent d'observer la dynamique forestière sur une large gamme d'intensité de perturbation (Tableau 11) :

- T0 Paracou : Pas d'exploitation ;
- M0 Risquetout et Organabo : exploitation de moins de 10 tiges/ha ;
- T1 Paracou : exploitation de 10 tiges/ha de bois d'œuvre ;
- T2 Paracou : exploitation de 10 tiges/ha de bois d'œuvre et éclaircie simultanée de 30 tiges/ha ;
- T3 Paracou : exploitation de 10 tiges/ha de bois d'œuvre, plus exploitation de bois énergie de 15 tiges/ha et éclaircie simultanée de 20 tiges/ha ;
- M1, M2 et M3 Risquetout et Organabo : exploitation de moins de 10 tiges/ha et éclaircie de 50 à 250 tiges/ha (en fonction des modalités) de 7 à 20 ans après exploitation.

Ces dispositifs mettent en évidence plusieurs conséquences de l'exploitation sur la dynamique de peuplement. Les modalités qui y ont été appliqués sont précisées dans les **Annexe 6, Annexe 6bis, Annexe 6ter** :

On note :

- une **augmentation** importante de la **mortalité** qui se prolonge sur les 8 années qui suivent la perturbation, du fait d'un changement brutal d'environnement et des blessures les plus graves subies par le peuplement résiduel ;

- une **augmentation** de la **croissance moyenne** des tiges qui perdure au moins 10 ans après perturbation – ainsi, suite à l’exploitation la croissance moyenne double quasiment notamment pour le peuplement commercial - les éclaircies amènent encore 40% de gain de croissance supplémentaire par rapport à une exploitation seule (la croissance est triplée) ;
- une **augmentation** très conséquente du **recrutement** qui tend cependant à profiter principalement aux espèces pionnières et héliophiles au détriment des espèces commerciales – particulièrement dans les exploitations suivies d’une éclaircie forte (T2 et T3 de Paracou et forêts pilotes).

Tableau 11 : Comparaison des dynamiques naturelles et des dynamiques perturbées

| Essences | Perturbation | Délai après perturbation | Placette de référence | Mortalité en % | Recrutement en % | Croissance moyenne des diamètres en cm/an |
|---------------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|----------------|------------------|---|
| Toutes | Aucune | | Paracou T0 | 0.7 à 1.4 | 0.7 à 1.3 | 0.08 - 0.16 |
| | Exploitation | 0-5 ans | Paracou T1 | 1 à 2.5 | 0.7 à 1.4 | 0.31 |
| | | 5-10 ans | | 1.2 à 1.6 | 1.4 à 2.8 | 0.27 |
| | Exploitation et éclaircie | 0-5 ans | Paracou T2+T3 | 1.7 à 3.4 | 0.7 à 2 | 0.40 |
| | | 5-10 ans | | 1.3 à 2.4 | 2 à 5.5 | 0.36 |
| | Commerciales | Exploitation | 10-15 ans | Organabo | 0.9 à 1.3 | 2.3 à 3.5 |
| 15-20 ans | | | Risquetout | 0.3 à 1.1 | 3 à 4.2 | 0.28 |
| Exploitation et éclaircie | | 0-5 ans | F Pilotes | 0.5 à 2.5 | 1.6 à 5.1 | 0.43 |
| | | 5-10 ans | F Pilotes | 0.2 à 2.1 | 1.4 à 4.0 | 0.40 |

Source : [19-21]

Les intensités d’exploitation de 2 à 3 tiges/ha constatées dans la gestion courante sont bien inférieures au traitement 1 de Paracou (10 tiges / ha). Elles peuvent cependant localement atteindre 8 à 10 tiges/ha dans certaines unités de prospection (partie de parcelle d’une surface de 30 à 50 ha en moyenne). Par ailleurs, la différence de prélèvement en volume entre l’exploitation courante et le traitement T1 de Paracou est beaucoup moins importante (14 à 20 m³grume/ha vs 30 m³grume/ha). Aussi, les conséquences de l’exploitation en termes d’impact global (exploitation + dégâts) sur le peuplement sont très similaires à celles du T1 (20% de la surface terrière en moyenne – 18.2% sur le T1 de Paracou) du fait d’un volume unitaire des bois abattus beaucoup plus faible sur Paracou. Les **paramètres de dynamiques déterminés sur Paracou** sont donc extrapolables aux peuplements exploités de Guyane et sont aussi confirmés par les mesures effectuées sur les dispositifs de **Risquetout** et **d’Organabo**. Ils peuvent donc être **considérés** comme **utilisables** a minima pour les **forêts de l’Ouest et du Centre** de la Guyane sur des substrats de type granitoïdes ou schistes.

Le dispositif de Montagne Tortue, situé sur **l’Est** de la Guyane sur des substrats de type volcano-sédimentaires, bénéficiant d’une pluviométrie plus forte et de sols plus profonds, montre sur les 5 premières années d’observations une **dynamique naturelle plus rapide** : une mortalité de 0.7 à 2.3%, un recrutement de 1.9 à 2.5% et une

croissance moyenne forte de 0.23 à 0.26 cm/an. L'exploitation des données des derniers sites GUYAFOR installés dans l'Est de la Guyane devrait confirmer la différence entre forêts de l'Ouest et forêts de l'Est mais les données concernant la dynamique après exploitation sont encore trop récentes pour conclure définitivement.

Le tableau des paramètres dynamiques sur les dispositifs de Risquetout et d'Organabo figure en **Annexe 11**.

1.2.5.3- Productivité des forêts

De cette dynamique relativement lente et de ce capital commercial sur pied assez faible découle une productivité forestière très limitée. Les mesures effectuées sur les différents dispositifs permanents de GUYAFOR aboutissent à des **bilans moyens annuels net** (comprenant mortalité et recrutement des arbres de diamètre ≥ 10 cm toutes essences confondues) qui ne dépassent guère les **1 m³ grume /ha/an en forêt naturelle**. En **forêt exploitée**, on estime généralement la production nette à **3 m³ grume /ha/an**.

Les relevés effectués sur les forêts pilotes de Risquetout et Organabo, 8 ans après exploitation confirment ces chiffres [21] : les 2,8 t/ha/an de production de matière sèche pour le seul peuplement commercial équivalent à environ 4 m³ grume /ha/an pour l'ensemble du peuplement. Les données issues des placeaux du BAFOG, exploités il y a plus longtemps dans les années 1950, aboutissent quant à eux à des productions nettes moyennes plus variables (environ 50 ans après perturbations et calculé sur une période de 10 ans) allant de 1,8 m³ grume /ha/an sur le plateau IV (le moins perturbé) à 5 m³ grume /ha/an sur le plateau II (le plus perturbé). Sur Montagne Tortue dans la zone Est, les productivités des peuplements exploités sont encore plus hétérogènes variant de -1 m³ grume/ha/an à +6 m³ grume/ha/an, quelques années après perturbation, en fonction de l'intensité et de la qualité de l'exploitation menée localement. Sur des peuplements totalement secondarisés issus de coupe rase (dispositif Arbocel) on mesure une productivité nette de 3 m³ grume/ha/an sur une période de 15 à 25 ans après coupe.

On retiendra de ces chiffres une **production moyenne nette, toutes essences confondues pour les tiges ≥ 10 cm de diamètre, de 3 m³ grume/ha/an dans les peuplements exploités**, pouvant énormément varier de 0 à 6 m³ grume/ha/an en fonction de :

- (1) la fertilité locale des sols – en général plus favorable à l'Est qu'à l'Ouest - qui influe sur la croissance ;
- (2) l'intensité de prélèvement qui influe sur l'ouverture du peuplement et la stimulation de la croissance ;
- (3) l'ancienneté des perturbations et du stade sylvigénétique atteint - les peuplements fortement impactés, dominés par les espèces héliophiles, pouvant présenter des productivités très fortes au cours des 15 premières années suivant la perturbation du fait d'un recrutement important, pour ensuite voir leur productivité s'effondrer du fait d'une mortalité brutale de la cohorte.

On notera qu'en règle générale, la moitié de cette production se capitalise dans le peuplement commercial. Cette proportion tend à baisser pour les intensités de perturbation les plus fortes.

1.2.5.4- Processus de secondarisation des peuplements

Le terme de forêt secondaire s'applique généralement à toutes formations (successions) végétales issues d'une repousse spontanée après coupe rase de la forêt d'origine pour le développement d'activités humaines [22]. De même, des phénomènes de tornades peuvent provoquer des perturbations importantes du peuplement forestier enclenchant un processus de succession secondaire. La forêt secondaire se définit de façon plus générale comme une formation boisée occupant un espace qui n'a pas été continuellement sous couvert forestier et où les effets de cette rupture sont encore visibles d'un point de vue floristique et structural [23].

Les caractéristiques principales des formations forestières secondaires déjà âgées, comparativement aux forêts dites « primaires », sont :

- une forte densité de petites tiges, pour une faible surface terrière et une hauteur de canopée relativement basse ;
- une biomasse épigée généralement plus faible que dans les forêts primaires ;

- une composition floristique souvent peu diversifiée (avec souvent beaucoup de lianes), qui peut approcher une richesse spécifique équivalente à certaines forêts primaires pour les formations les plus âgées, mais qui reste dominée par les espèces à large dispersion et très pauvre en espèces de la canopée.

On parle de processus de secondarisation, dans le cas d'une dégradation progressive de la formation primaire entraînant une transformation de la composition et de la structure forestière vers des caractéristiques de forêt secondaire et une dynamique favorable au développement des espèces héliophiles au détriment des espèces tolérantes. Ce **processus de secondarisation serait déclenché sur les forêts de Paracou à partir d'une diminution brutale de surface terrière de plus d'1/3** (passant d'environ 30 à 20 m²/ha) [24].

1.3- Autécologie des principales espèces commerciales

1.3.1- Données générales

Malgré des manques évidents, nous disposons actuellement d'un certain nombre d'informations sur l'autécologie des principales espèces commerciales. Ces données sont consultables dans la base Mariwenn de l'UMR Ecofog [25]. Elles concernent les préférences édaphiques, les modes de reproduction, les besoins en lumière et au-delà, les groupes fonctionnels et caractéristiques physiologiques de certaines espèces. Les préférences stationnelles indiquées pour certaines espèces doivent cependant être considérées avec circonspection, ces résultats souvent basés sur l'observation d'un seul site d'étude étant parfois en contradiction avec les observations de terrain plus générales, c'est pourquoi nous ne développerons pas cet aspect dans le guide.

Ces données, complétées par les informations existantes dans le reste de la bibliographie scientifique sont résumées dans le Tableau 12 pour les huit espèces les plus exploitées actuellement en Guyane (statistiques ONF 1995-2012). Ce tableau est un résumé des informations collectées lors d'une recherche bibliographique dont les principaux résultats, ainsi que les références bibliographiques utilisées, sont présentés en **Annexe 12**.

De nombreuses essences commerciales, y compris certaines essences principales, n'ont pas de correspondance stricte avec un seul taxon mais recouvrent plusieurs espèces, parfois même des genres différents. Il va sans dire que ces espèces n'ont pas forcément la même autécologie ni la même réponse à l'exploitation, ni la même abondance. Si parfois, ces différentes espèces sont distinguées dans la tradition des prospecteurs forestiers en tant que « qualités » différentes (Amarante), elles sont parfois ignorées (Balata franc) voire difficilement distinguables sans l'aide de botanistes spécialisés (Gonfolo rose).

Tableau 12 : Caractéristiques écologiques et comportementales des principales espèces commercialisables de Guyane

| Espèce principale (la plus fréquente) | Essence | Aire de répartition | Mode de dissémination | Tempérament des semis | Capacité de dormance des graines |
|---------------------------------------|----------------------|---|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| <i>Peltogyne venosa</i> | Amarante | GF, G, S, Nord Br | An (10-25m) | Héliophile | - |
| <i>Dicorynia guianensis</i> | Angélique | GF, S, G, Am, Para | An | Hémi- tolérant | BG |
| <i>Manilkara bidentata</i> | Balata franc | GF, S, G, V, C, P, Pa, E, Car, Amaz, Am, Para | Z (+100 m) | Tolérant à l'ombre | Délai |
| <i>Ruizterania albiflora</i> | Gonfolo gris | GF, S, G, Amaz | An | Tolérant | - |
| <i>Qualea rosea</i> | Gonfolo rose | GF, S | An | Hémi- tolérant | Délai |
| <i>Goupia glabra</i> | Goupi | GF, S, G, C, V, P, B, Amaz, | Z | Héliophile à tolérant | BG |
| <i>Sextonia rubra</i> | Grignon franc | GF, S, G, Amaz, Tr | Z | Héliophile à Tolérant | BG |
| <i>Vouacapoua americana</i> | Wacapou | GF, S, Para, Am | B | Tolérant à l'ombre | Non |

Sources : Julliot *et al* [26]

Aire de répartition : **GF** : Guyane française, **S** : Surinam, **G** : Guyana, **Amap** : territoire de l'Amapa (Brésil), **Para** : territoire du Para (Brésil), **Amaz** : bassin amazonien (Brésil), **Br** : Brésil, **V** : Vénézuéla, **C** : Colombie, **P** : Pérou, **Pa** : Panama, **E** : Équateur, **Car** : Caraïbes, **Tr** : Trinidad ;

Mode de dissémination : **B** : barochore, **An** : anémochore, **Z** : zoochore ;

Dormance : Non (germination immédiate), Délai (germination après un délai de 6 mois à 1 an), BG (dormance photolabile – les graines de l'espèce considérée entrent dans la banque de graines du sol).

C'est habituellement l'espèce la plus fréquente qui est considérée dans la nomenclature forestière. Cependant, la fréquence d'une espèce parmi les tiges d'une même essence peut être très variable d'un site à un autre du fait par exemple des influences biogéographiques.

Le Tableau 13 donne la liste des espèces possibles pour les essences principales.

Pour une gestion fine de la ressource et de la biodiversité, il est nécessaire qu'une distinction soit faite, dès que possible, lors de l'inventaire pré-exploitation et lors du cubage sur parc, entre les espèces botaniques d'une même essence, tout du moins pour les essences les plus exploitées. Les critères distinctifs entre ces espèces sont donnés en **Annexe 13**.

Tableau 13 : Liste des taxons correspondant aux principales essences commerciales

| Noms vernaculaires | Espèce principale (la plus fréquente) | Espèces secondaires (moins fréquente) | Observations |
|-------------------------------|--|--|--|
| Amarante (Bois violet) | <i>Peltogyne venosa</i> (Vahl) Benth. | <i>Peltogyne paniculata</i> Benth. <i>Peltogyne lecontei</i> Ducke | Synonyme : Papaati Synonyme : Dachitan Synonyme Dachitan papaati |
| Angélique | <i>Dicorynia guianensis</i> Amsh. | | |
| Balata franc | <i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) Chevalier | <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier <i>Manilkara paraensis</i> (Huber) Standl. | Très présent dans l'Est Rare, dans le Sud |
| Gonfolo gris | <i>Ruizterania albiflora</i> (Warm.) Marcano-Berti | | |
| Gonfolo rose | <i>Qualea rosea</i> Aubl. | <i>Qualea acuminata</i> Spruce <i>Qualea amapaensis</i> Balslev-A.Mori <i>Qualea caerulea</i> Aublet <i>Qualea dinizii</i> Ducke <i>Qualea mori-boomii</i> Marcano-Berti <i>Qualea polychroma</i> Staf. <i>Qualea tricolor</i> Benoist | Très rare Rare Ripicole Rare Rare Très rare (Nouragues) Très présent sur Bélizon |
| Goupi | <i>Goupia glabra</i> Aubl. | | |
| Grignon franc | <i>Sextonia rubra</i> (Mez) van der Werff | | |
| Wacapou | <i>Vouacapoua americana</i> Aubl. | | |

1.3.2- Régénération et perturbation

Les essences commerciales principales sont essentiellement des espèces tolérantes à l'ombre au stade juvénile, ou hémi-tolérantes c'est-à-dire supportant le couvert dans les jeunes stades tout en réagissant fortement à une mise en lumière. Cependant, les données bibliographiques concernant leur comportement vis-à-vis de la lumière, et donc vis-à-vis des perturbations, sont quelques fois divergentes voire contradictoires en fonction des auteurs (voir Tableau 5 et Tableau 12).

En règle générale, on considère que la mise en lumière consécutive à l'exploitation devrait bénéficier à la régénération des espèces dont les juvéniles ont des caractères héliophiles marqués (comme l'Amarante), voire hémi-héliophiles (comme l'Angélique, le Goupi et le Grignon franc). On s'attend à une augmentation de la densité de juvéniles, de leur croissance et de leur taux de survie. Cet effet positif sur la densité, devrait par ailleurs être accentué pour les espèces dont les diaspores peuvent se conserver dans la banque de graine du sol.

Cependant, cette règle n'est pas toujours confirmée par les observations effectuées sur Paracou. En effet, on note par exemple que le Gonfolo rose, espèce considérée dans la littérature comme hémi-tolérante, est plutôt favorisée par l'exploitation au stade juvénile alors que la régénération de l'Angélique, serait quant à elle indifférente à la perturbation malgré son caractère hémi-héliophile [27]. Ce manque de précision et de cohérence dans les données, peut avoir plusieurs origines :

- (1) un manque de répétition dans les observations pour certaines espèces peu fréquentes ;
- (2) des effets d'interactions entre mise en lumière et conditions édaphiques, notamment les conditions d'approvisionnement en eau (drainage) ;
- (3) la plus ou moins grande plasticité des espèces à ces conditions ;
- (4) des stratégies d'allocation de croissance différentes entre les espèces (certaines privilégiant la croissance en hauteur à la croissance en diamètre).

Malgré les efforts de recherche entrepris au cours des 20 dernières années en termes de suivi de la régénération in situ ou en conditions contrôlées, **l'effet de l'exploitation** sur le **renouvellement** des populations des **essences commerciales majeures** reste donc **encore mal connu** et devrait être étudié en priorité dans les années à venir. On retiendra cependant que les deux principales essences commerciales (Gonfolo rose et Angélique) tendent à être stimulées par la mise en lumière sur les sols non hydromorphes [27].

Tableau 14 : Définition de groupe d'espèces selon leur croissance en diamètre après exploitation.

1.3.3- Croissance et perturbation

Au stade adulte, l'effet des perturbations sur les essences commerciales principales est a priori plus facile à décrypter. Cependant, plusieurs classes de comportement ont été mises en évidence dont certaines semblent mieux prédisposer à réagir aux effets de l'exploitation (Tableau 14 et Figure 7) en fonction des stades de maturité définis par le rapport entre le diamètre et le diamètre maximum pour l'espèce [28].

| Comportement | Espèce modèle (espèces principales soulignées) | Effet de l'exploitation |
|---|---|--|
| a- Croissance constante | <u>Wacapou</u> (<i>Vouacapoua americana</i>) – <u>Goupi</u> (<i>Goupia glabra</i>) | Aucun |
| b- Croissance favorisée par la lumière | <u>Balata franc</u> (<i>Manilkara bidentata</i>) | Positif : effet favorable des ouvertures sur toute la population |
| c- Croissance augmentant avec la maturité | <u>Grignon franc</u> (<i>Sextonia rubra</i>) – <u>Gonfolo rose</u> (<i>Qualea rosea</i>) | Aucun |
| d- Croissance faiblissant avec la maturité | <u>Wacapou guittin</u> (<i>Recordoxylon speciosum</i>) | Aucun |
| e- Croissance faiblissant avec la maturité mais favorisée par la lumière | <u>Maho rouge</u> (<i>Lecythis spp</i>) – <u>Wapa</u> (<i>Eperua falcata</i>) | Positif : effet favorable des ouvertures sur la croissance des arbres d'avenir |
| f- Croissance favorisée par la lumière uniquement au stade mature | <u>Yayamadou montagne</u> (<i>Virola mickelii</i>) – <u>Manil montagne</u> (<i>Monorobea coccinea</i>) | Faible : Les bois bénéficiant de l'effet éclaircie sont normalement exploités |
| g- Croissance favorisée par la lumière uniquement au jeune stade | <u>Kimbotou</u> (<i>Pradosia spp</i>) – <u>Angélique</u> (<i>Dicorynia guianensis</i>) – <u>Boco</u> (<i>Bocoa prouacensis</i>) | Positif : effet favorable des ouvertures sur la croissance des arbres d'avenir |

Prise en compte du stade de maturité de l'individu et de l'intensité de la perturbation.

Sources : données du site de Paracou (d'après Héroult *et al* [28])

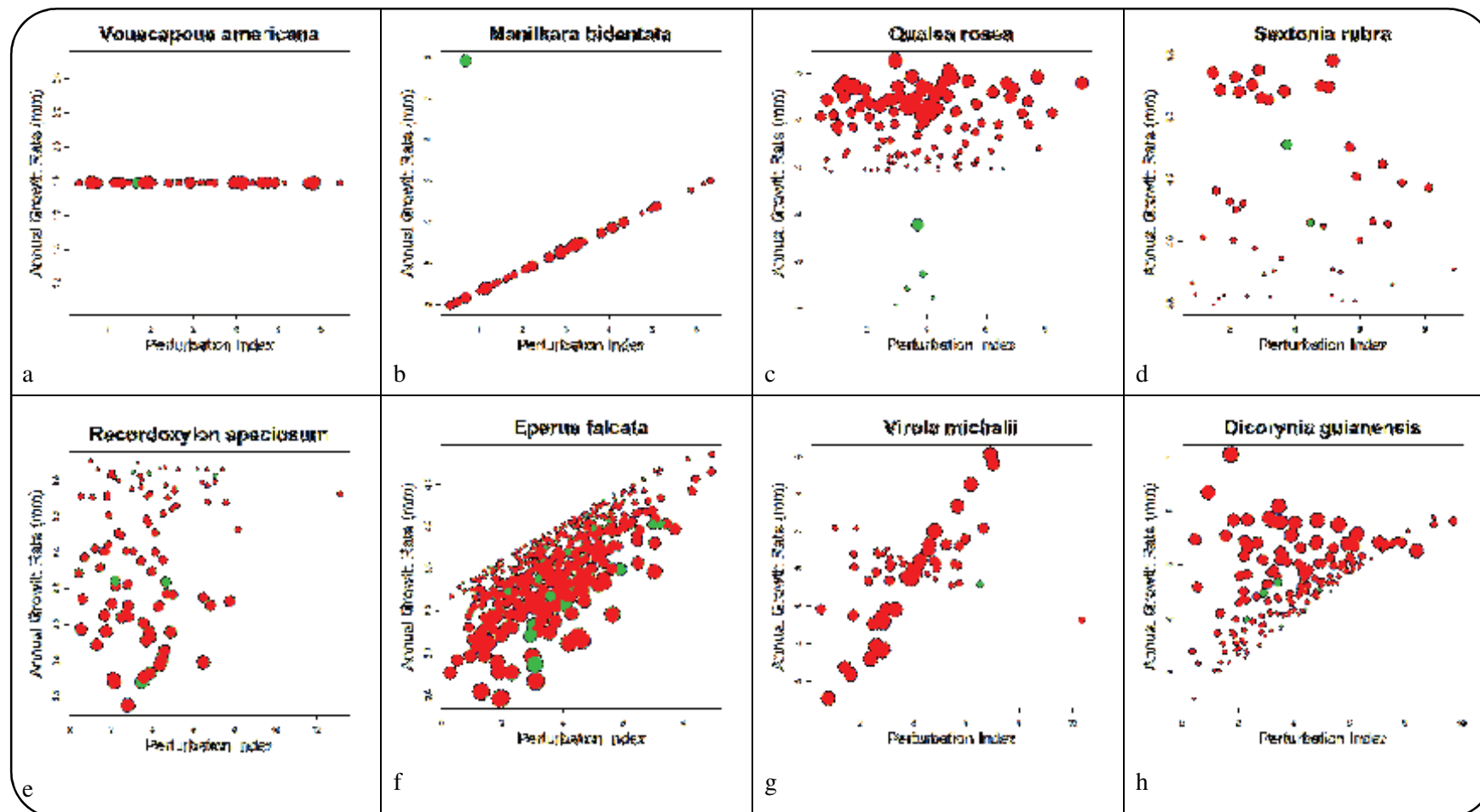


Figure 7 : Modèles d'accroissement relatifs sur le diamètre en fonction de la lumière et du diamètre de la tige [28]

« Perturbation index » : mesure de la lumière, dépend de la distance et de la taille de l'ouverture la plus proche.

« Annual growth rate » : accroissement annuel du diamètre prédit par le modèle. La taille des points dépend du diamètre initial (arbres DHP ≥ 10 cm)

Points rouges : zones de terre ferme. Points verts : zones de bas-fonds.

1.3.4- Démographies spatiales des principales essences commerciales

La répartition agrégative des individus est une caractéristique de beaucoup d'espèces d'arbres tropicaux que ce soit en Guyane [4] ou plus généralement en forêt tropicale [29]. Chez les espèces agrégatives, les individus ne sont pas répartis de façon régulière mais forment des agrégats de plusieurs centaines de mètres carrés, voire des plaques de plusieurs hectares, où leur densité est beaucoup plus forte.

Cette concentration en agrégat permet à la fois de mobiliser plus facilement ces essences et de garantir une standardisation de l'offre du fait de volumes conséquents et concentrés. Sachant que les essences agrégatives (Angélique, Gonfolo rose, Wacapou et Goupi) représentent 2/3 du volume exploité (43 960 m³ grume sur une moyenne de 65570 m³ grume /an - statistiques ONF 2000-2012), cette caractéristique peut être considérée comme un atout pour la gestion. Elle entraîne cependant une répartition hétérogène des prélèvements qui n'est pas sans conséquence sur l'évolution ultérieure des peuplements (taille des trouées, intensité des dégâts).

Dans la littérature, les facteurs proposés pour expliquer ces répartitions agrégées sont la dispersion limitée des graines ou les préférences environnementales (sol et lumière). Mais bon nombre de ces espèces forment des agrégats ou des plaques sans lien évident avec leurs préférences ou la dispersion de leurs graines. C'est notamment le cas de l'Angélique et du Gonfolo rose, mais aussi celui du Wacapou. Les dynamiques spatiales de ces trois espèces ont fait l'objet d'études qui ont abouti à la construction de modèles démographiques spatialisés. Les recherches sur ces modèles spécifiques sont toujours en cours (Dispositif DYGEPOP, présenté en **Annexe 7**). Dans le cas du Gonfolo rose nous ne disposons que de résultats très partiels. Pour l'Angélique et le Wacapou, des hypothèses solides ont pu être émises et sont décrites ci-après.

1.3.4.1- Cas de l'Angélique

Autécologie, dissémination et tempérament.

L'angélique est plus abondante sur les sols bien drainés et se trouve donc généralement sur les plateaux et les hauts de pentes. Cependant, on peut aussi la trouver sur drainage latéral en milieu et bas de pente. Elle évite les sols très hydromorphes et les bas-fonds [30].

La dispersion des graines de l'Angélique est anémochore. Les distances de dispersion dépassent rarement 30 m [16]. Les calculs des distances entre juvéniles et semenciers (Figure 8b), réalisés sur des inventaires exhaustifs, montrent qu'au-delà de 30 m les juvéniles sont beaucoup moins fréquents. Ces résultats montrent également que, même si elles sont rares, des dispersions à longues distances existent jusqu'à 150 m. Les graines d'Angélique ont une dormance très variable. La germination s'échelonne dans le temps, jusqu'à 2 ans après dissémination [16].

L'Angélique est une espèce semi-tolérante à l'ombre qui réagit néanmoins très bien aux apports de lumière. La germination et l'installation des plantules est favorisée par les ouvertures de la canopée [16, 31, 32]. Les trouées de petites tailles sont celles qui favorisent le mieux l'Angélique dans ses premiers stades [31]. Il y a un effet positif de l'exploitation sur la mise en place de la régénération. Cependant cet effet est éphémère, car une dizaine d'années après exploitation le recrutement des juvéniles baisse rapidement et devient inférieur à celui d'une zone non perturbée. Les juvéniles ($d_{hp} \geq 1\text{cm}$) réagissent aux ouvertures par de la croissance en hauteur plutôt que par de la croissance en diamètre ([16] et Vincent G. n.p). Cependant la croissance en hauteur peut être stoppée voir négative (descente de cime) en cas de forte compétition interspécifique. Jéssel [16] conclut que « les trajectoires de croissance de la régénération de *Dicorynia guianensis* apparaissent très discontinues. Ses performances étant rapidement limitées dans les zones de trouées par la compétition avec les espèces plus héliophiles, plusieurs épisodes de croissance dans des ouvertures successives de la canopée sont nécessaires aux juvéniles pour atteindre la canopée ». Ces conclusions sont confirmées par des analyses architecturales détaillées effectuées sur de jeunes individus montrant des épisodes d'arrêt de croissance parfois long dans la mise en place de la tige (Nicolini, n.p.).

Modèle démographique

La **répartition spatiale** de l'Angélique est très variable. Elle peut être sous forme d'**agrégat** de 50 m de rayon en moyenne, comme sur le site de **Paracou** (Figure 8a), ou sous la forme de **plaques** de plusieurs hectares comme sur la parcelle 74, forêt de **Régina St Georges** (Figure 10a). A l'échelle de la parcelle la densité d'Angélique est 4

fois supérieure à Régina St Georges (13.4/ha) qu'à Paracou (3.5/ha). Cependant sur l'ensemble des dispositifs étudiés, la densité maximale calculée localement, sur un rayon de 30 m, est à peu près constante et se situe autour de 30 tiges/ha. Il n'y a donc pas une « densification » de l'Angélique à Régina St Georges, mais bien une meilleure colonisation de l'espace disponible par l'espèce.

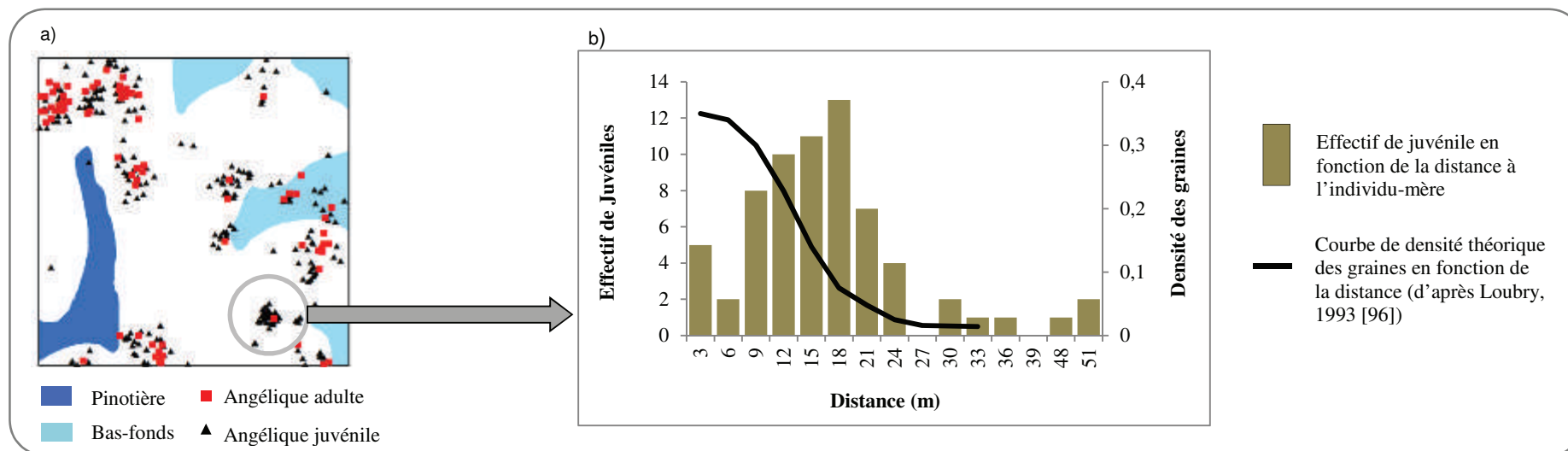


Figure 8 : Répartition de la régénération de l'angélique sur le site de Paracou

a) Carte des Angéliques (Parcelle 16), b) Histogramme de distribution des juvéniles (≥ 1cm au collet) autour d'un arbre isolé illustrant la mortalité densité-dépendante.

Une première étude menée sur le site de Paracou [16], montre que les agrégats d'Angélique se forment à partir de la régénération autour d'un semencier isolé (Figure 9b, stades 1-5). Sur la carte des juvéniles de Paracou (Figure 8a), on peut voir que les **individus adultes isolés** ont, autour d'eux, au moins autant de juvéniles que ceux des agrégats. Bien que relativement peu nombreux, ils jouent un **rôle important dans la dynamique populationnelle**. Sur ce site plus d'un tiers des juvéniles se situent autour d'arbres adultes isolés. Ces arbres sont issus de dispersion à longues distances. Aussi ces événements, même s'ils sont rares (Figure 8b), jouent un rôle important dans la dynamique de l'espèce. Les résultats d'analyse génétique d'une population (Figure 9a) corroborent cette hypothèse. On constate que la plupart des agrégats sont composés d'individus appartenant à la même lignée maternelle.

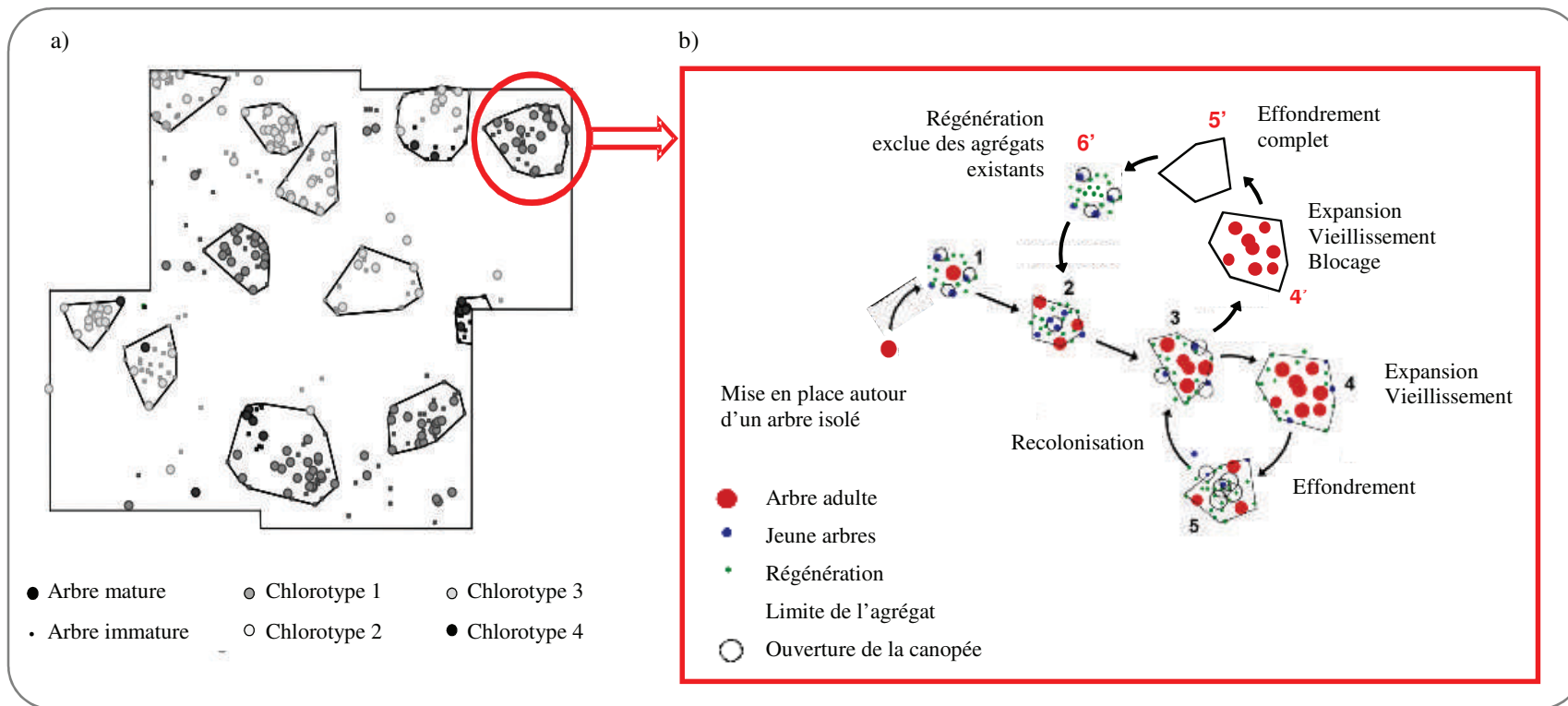


Figure 9 : Dynamique d'un agrégat d'Angélique

(a) Carte de répartition spatiale des lignées maternelles de l'Angélique sur le bloc Sud de Paracou issu de l'analyse de l'ADN chloroplastique ;
 (b) modèle démographique proposé par Jéssel [16] (étape 1 à 5) et adapté par Traissac suite aux résultats du projet DYGEPOP (étape 4' à 6').

Dans le modèle de Paracou, une fois formé, l'agrégat est « conservatif » : il se régénère par sa périphérie, après une phase de mortalité importante des individus adultes au centre (stade 5). En effet, sous le houppier des arbres adultes, une prédation importante sur les graines et les plantules entraîne une absence de juvéniles (c'est le phénomène de mise à distance de Janzen-Connell – voir **Annexe 14**). Sur la Figure 8b, on constate que les effectifs de juvéniles sont plus importants entre 9 et 13 m des arbres semenciers bien que le plus grand nombre de graines soient disséminées entre 0 et 5 mètres. L'agrégat ne peut donc pas se régénérer sous les arbres semenciers déjà en place. Il doit donc passer par une phase de mortalité massive dite « d'effondrement » avant de se renouveler. Sur la carte des juvéniles de Paracou (Figure 8a), on peut ainsi remarquer que la régénération se situe en bordure des agrégats.

Un nouveau modèle, dit « agrégat à effondrement complet » peut être proposé sur la base de récents résultats (Traissac non publié). Ces résultats montrent que les plaques observées sur la forêt de Régina St Georges sont constituées d'une juxtaposition d'agrégats. Les différences de répartitions observées entre ces sites, pourraient être l'expression d'une seule et même dynamique schématisée sur la Figure 11. Lorsque l'Angélique entame la colonisation d'un plateau, les agrégats suivent le cycle de Paracou (Figure 9b, étape 1-5). Au sein des plaques constituées, lorsque les agrégats sont rapprochés, le cycle suivi par les agrégats est modifié (Figure 9, stades 4'-6'). Le phénomène

de blocage de la régénération dans les agrégats d'adultes est plus marqué : il n'y a pas de régénération, même en périphérie des agrégats, du fait de la présence d'autres agrégats à proximité. Au final, la régénération se fait uniquement dans les « trous » de la plaque où la densité d'adultes est faible. Sur le site de Régina Saint Georges (Figure 10), les juvéniles ne sont pas autour des agrégats comme sur le site de Paracou mais dans les zones de faible densité d'adultes.

Suivant les hypothèses du nouveau modèle, dans les agrégats au sein des plaques, le blocage total de la régénération s'accompagne d'un « vieillissement » (Figure 9b, stade 4'). Les agrégats ne sont plus conservatifs et l'effondrement des agrégats est complet (stade 5'). Du fait de l'absence de régénération, les agrégats se régularisent ou, autrement dit, ils constituent des pseudo-cohortes constituées d'individus à un stade de développement similaire. Ainsi au sein de la plaque les arbres sont groupés par taille. Ceci est visible sur la carte des diamètres moyens locaux (Figure 10b) où on observe des groupes d'arbres de taille semblable, ce qui n'est pas le cas sur le site de Paracou.

Nous avons vu que la lumière joue un rôle important pour la mise en place de la régénération. Cela a des effets visibles sur la dynamique spatiale de la population. Sur le site de Régina-St Georges, les groupes de juvéniles se trouvent préférentiellement à proximité de chablis récents. On peut noter que certains agrégats au sein de la plaque de Régina St Georges ont une forme orientée dans le sens des vents dominants, qui pourrait dériver d'épisodes de régénération dans des chablis « domino » (Figure 10b).

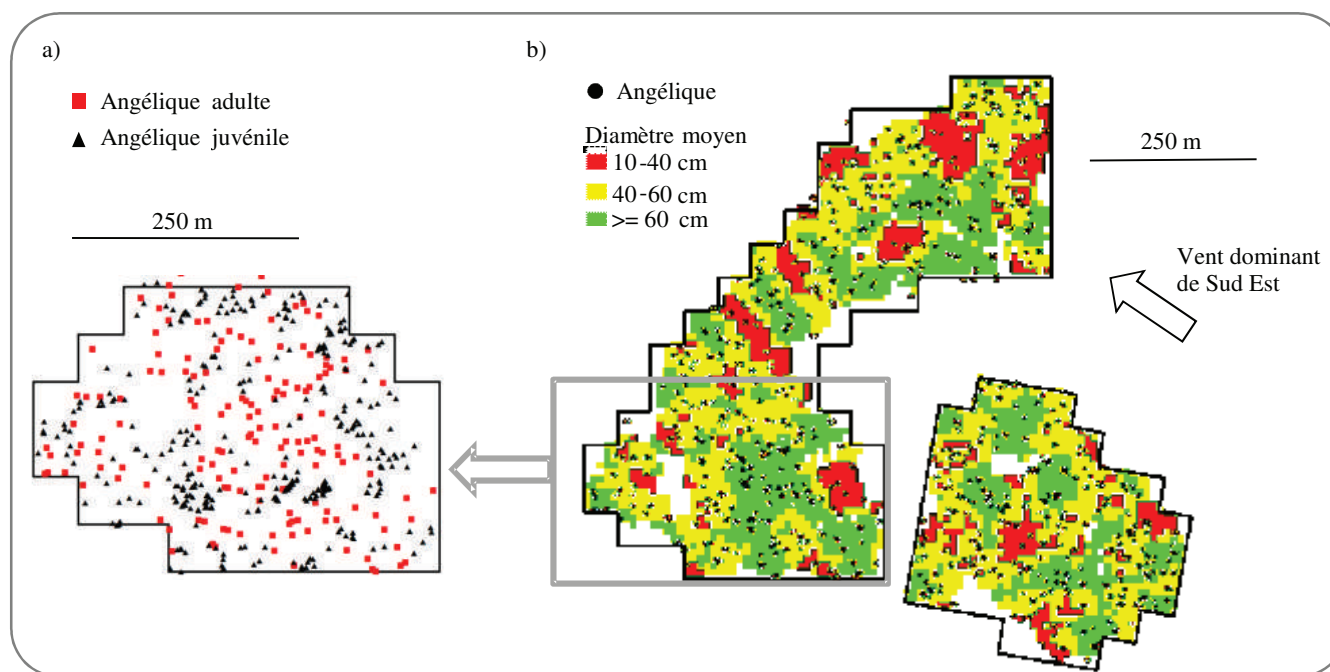


Figure 10 : Carte de répartition spatiale d'une population d'Angéliques, Forêt de Régina St Georges

a) Sous-échantillon du site (arbre adulte ≥ 25 cm, arbre juvénile : arbre entre 1 et 10 cm de DHP)

b) Carte des diamètres moyens des arbres de plus de 10 cm DHP. Diamètre moyen calculés sur un rayon de 30 m autour des cellules d'une grille de 10m x 10 m.

Le basculement d'un modèle « agrégat conservatif » (type Paracou) vers un modèle « agrégat à effondrement complet » (type Régina St Georges) peut s'expliquer par 2 hypothèses non exclusives :

- 1^{ère} hypothèse : le modèle conservatif correspond à une phase d'installation de la population d'angélique (colonisation récente), et le modèle à effondrement complet se met en place plus tardivement lorsque les agrégats fusionnent pour former une plaque (Figure 11).
- 2^{ème} hypothèse : dans des conditions peu favorables (drainage et fertilité médiocre), la mortalité des adultes par dépérissement intervient rapidement de telle sorte que les générations se succèdent au sein même d'agrégats qui présentent une phase d'expansion limitée (modèle agrégat conservatif). Tandis que, dans des conditions très favorables (sols profonds, bien drainés, chimiquement adaptés), les adultes seraient capables de se maintenir beaucoup plus longtemps, permettant à plusieurs générations d'agrégats de fusionner pour former une plaque.

Ces modèles démographiques donnent une explication cohérente avec les différents résultats obtenus sur la dynamique spatiale de l'Angélique en lien avec les caractéristiques écologiques connue de l'espèce. Cependant il repose sur plusieurs hypothèses qui doivent encore être vérifiées : l'âge de maturité et l'espérance de vie moyenne d'un individu en fonction des situations stationnelles. Ce point sera développé dans le paragraphe suivant (1.3.4.2.3).

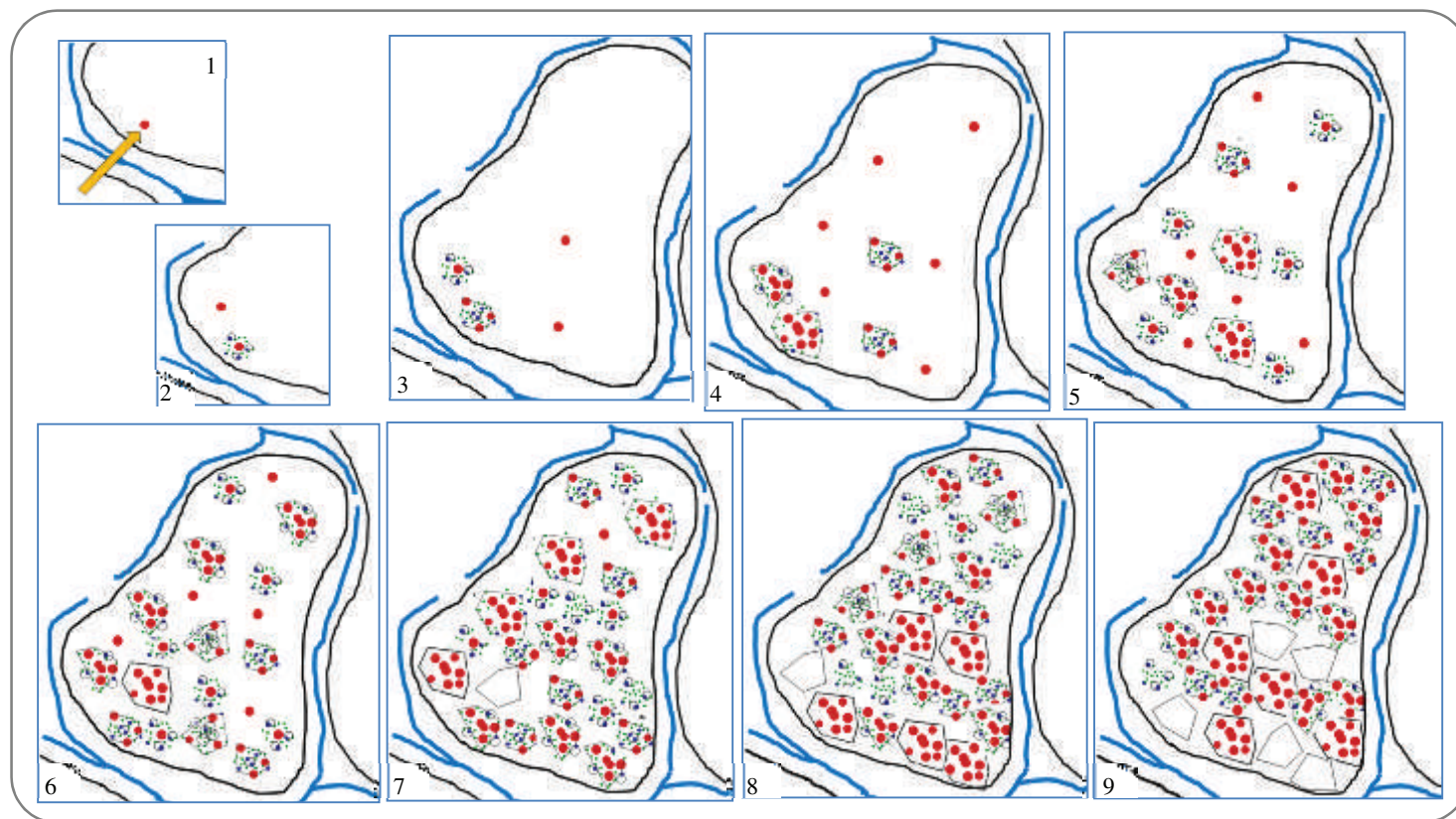


Figure 11 : Schéma de la mise en place d'une plaque d'Angélique.

Etape 1 à 3 les agrégats se forment autour d'arbres isolés et suivent le modèle agrégat conservatif, comme sur le site de Paracou.

Etape 4 à 8, les agrégats ainsi formés, finissent par occuper toute la place disponible et constituent une plaque.

Etape 6 à 9, lorsque le peuplement devient plus dense, les agrégats changent progressivement de cycle. La régénération se fait principalement hors des agrégats (modèle agrégat à effondrement complet).

1.3.4.2- Cas du Wacapou

Autécologie, dissémination et tempérament

Le Wacapou peut se trouver sur un spectre très large de sols [33], cependant il est significativement plus abondant sur les sols non hydromorphes [4]. On le rencontre donc majoritairement sur les hauts de pentes et les plateaux.

La dissémination du Wacapou est tout d'abord barochore [34]. Puis des rongeurs, comme les agoutis et les acouchis, déplacent les graines pour les manger ou les cacher [34, 35]. L'enfouissement des graines est primordial pour la germination, car il soustrait la graine à la prédation (insectes et cochon bois) et crée des conditions humides favorables [35-37]. Des observations directes font état de dispersions à courte distance [35]. Les résultats de cartographie exhaustive de juvéniles autour de semenciers (Figure 12b) montrent que les juvéniles se rencontrent jusqu'à 40 m des semenciers, relativement fréquemment. Des analyses génétiques sur des semenciers et des juvéniles [38] ont révélé que des dispersions rares peuvent atteindre 150 m.

Le Wacapou est une espèce très tolérante à l'ombre [39-41]. La croissance des jeunes stades peut être très lente [39]. Au-delà de 10 cm DHP, sa croissance en diamètre est faible et varie très peu en fonction de la lumière [28]. D'après des études sur l'architecture du Wacapou [42 - 43], les individus ayant atteint l'étage dominant ont une bonne capacité de réaction à la lumière, bien que leur houppier reste de forme étroite et allongée.

Ainsi la survie des Wacapous, y compris dans les jeunes stades, sera **peu influencée** par les gros apports de **lumière**. Les **chablis** auront **peu ou pas d'influence** sur la **dynamique spatiale** de cette espèce.

Modèle démographique

La répartition du Wacapou se fait essentiellement en plaque, mais leur mise en place et leur fonctionnement est différent des plaques d'Angélique, bien que les processus impliqués soient similaires.

Au sein des plaques de Wacapou, les répartitions des adultes et des juvéniles (diamètre au collet ≥ 1 cm) sont « disjointes » : les zones où les adultes sont les plus présents (forte surface terrière), sont les zones où les juvéniles sont les moins présents. Sur la carte du peuplement de Paracou (Figure 12a) on constate une grande différence d'effectifs de juvéniles entre la zone de forte et de faible surface terrière en adultes. Le ratio juvéniles/adultes est le plus important autour de l'arbre isolé au nord de la parcelle. La Figure 13 explicite ce constat : pour deux dispositifs, 80% des juvéniles ont, dans leur voisinage (rayon de 30 m), une surface terrière « adulte » inférieure à 0.75 m². Ainsi la régénération est bloquée au centre des plaques qui se régénèrent à leur périphérie.

De même que pour l'Angélique, l'absence de juvéniles malgré une production de graines et de plantules très importante à proximité des adultes est liée à une mortalité densité-dépendante⁸ sur les premiers stades de vie. La Figure 12b montre que la survie des jeunes individus autour d'un arbre isolé, est cohérente avec les hypothèses de Janzen-Connell. On peut noter que dans un rayon de 9 mètres, autour de l'arbre mère, la survie des graines et des plantules est nulle. On peut facilement observer sur le terrain une coloration rouille des folioles des semis et des plantules due à une attaque de champignons. Cependant le lien entre ce parasitisme et le blocage de la régénération dans les zones de forte surface terrière d'adultes reste à établir.

⁸ La mortalité densité-dépendante est liée à un processus qui est fonction de la densité initiale des individus. Ici, il s'agit d'une mortalité qui augmente avec la densité des graines et des plantules : par exemple, plus le nombre de graines est important, plus le taux de survie est faible. Pour plus de détail voir l'annexe 14.

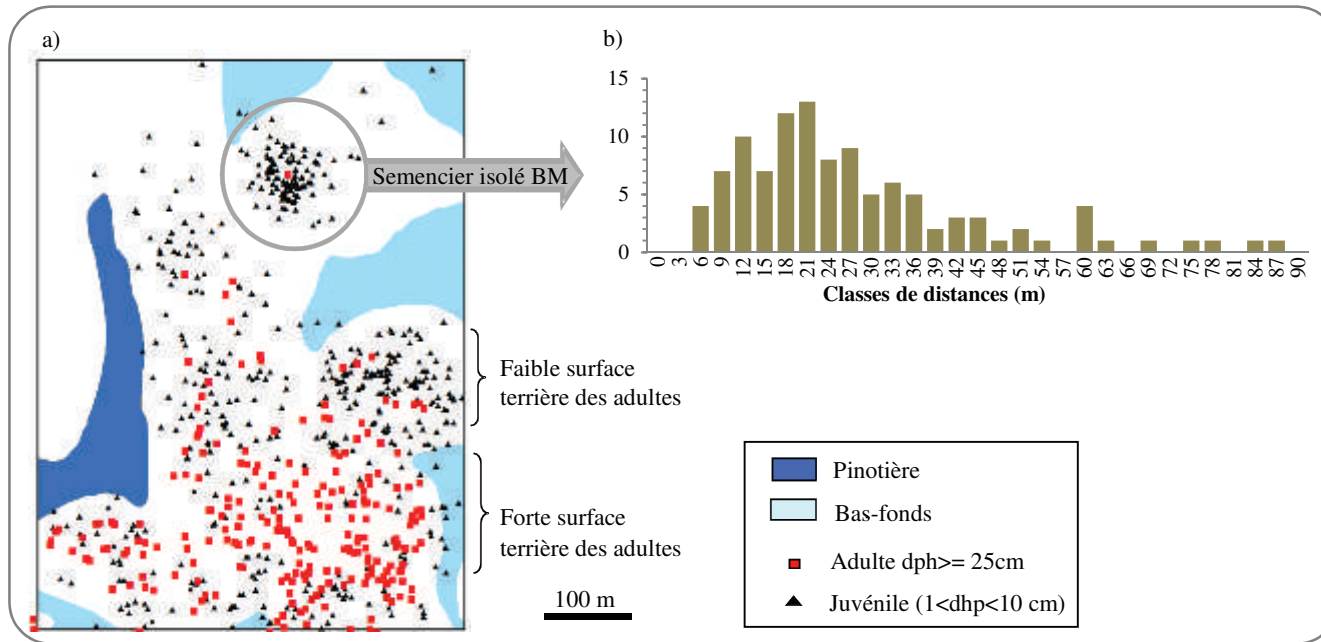


Figure 12 : Carte de répartition spatiale des wacapous sur le site Paracou P16

(a) et histogramme de distribution des juvéniles (≥ 1 cm au collet) autour d'un arbre isolé illustrant la mortalité densité-dépendante (b).

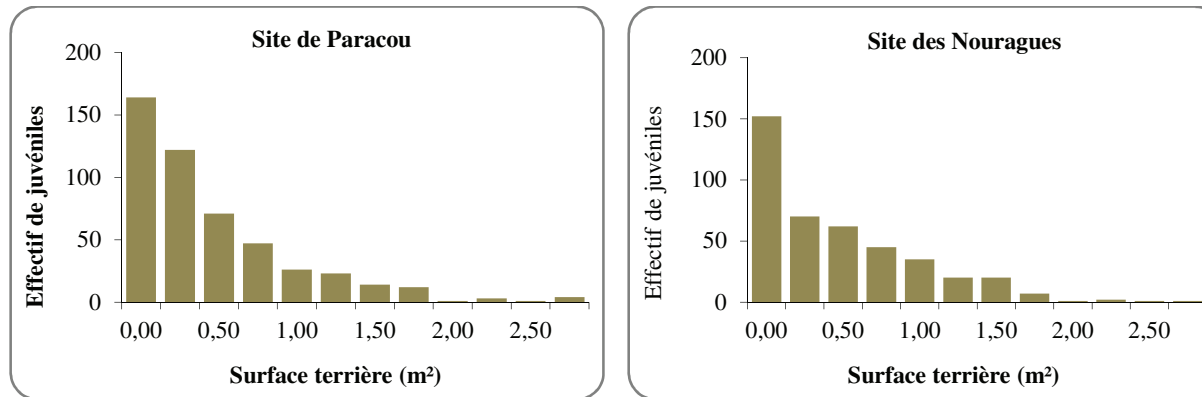


Figure 13 : Effectif de juvéniles de Wacapou en fonction de la surface terrière des adultes

La surface terrière est calculée dans un rayon de 30 m autour de chaque juvénile. Classe de surface terrière tous les 0.25 m². Adapté de Traissac et Pascal [44].

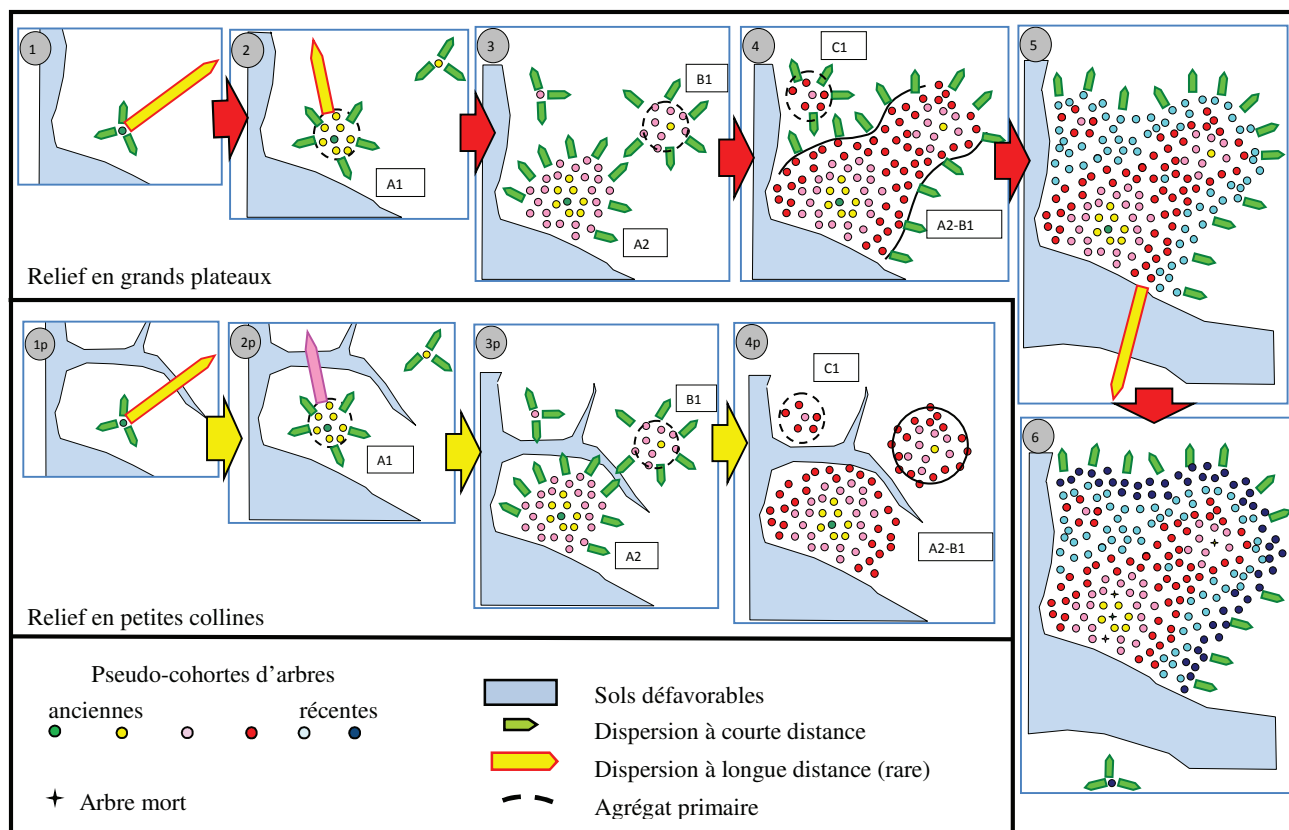


Figure 14 : Schéma de la mise en place de plaques de Wacapou d'après Traissac et Pascal [44].

La Figure 14 présente les différentes étapes de la formation d'une plaque de Wacapou. De même que pour l'Angélique, les **arbres isolés**, issus de dispersions à longues distances, occupent une **place importante** dans la **dynamique de l'espèce**. Ces arbres sont à l'origine de la formation d'agrégats de 30 à 50 mètres de rayons, agrégats dits primaires [44]. Sur la Figure 12a on peut voir que l'arbre BM est entouré d'un nuage de juvéniles qui formeront, à la génération suivante, un agrégat primaire. Le rayon de cet agrégat, entre 40 et 50 m, est lié à des événements de dispersion fréquents à courte distance.

Le recrutement des juvéniles étant bloqué pour les fortes surfaces terrières des adultes, les agrégats primaires ne produisent de la régénération qu'à leur périphérie. Contrairement aux petits agrégats d'Angélique, l'écroulement du centre des agrégats est beaucoup plus long et progressif : le centre des agrégats vieillit et le blocage perdure. Les agrégats sont donc amenés à grossir (Figure 14, étape 3, agrégat A2). Ils sont composés d'individus de générations différentes qui forment des pseudo-cohortes distinctes. Les agrégats peuvent fusionner entre eux pour former une plaque (étapes 4-5). La régénération au sein des plaques étant toujours bloquée, le centre des plaques continue de vieillir et on observe un gradient de diamètre entre le centre des plaques et la périphérie (étape 6). Ce modèle est validé par les mesures effectuées sur le dispositif des

Nouragues : au centre de la plaque on observe une distribution uni-modale des diamètres autour de 65 cm, comme dans le cas d'une cohorte (peuplement équienne), ce qui montre l'absence totale de recrutement - les rares individus entre 10-35 cm DHP, seraient alors des « petits-vieux » ayant eu une croissance très faible.

Suivant le type de relief ce schéma ne peut pas toujours se réaliser complètement. Le Wacapou évite les bas de pentes et les sols hydromorphes. Aussi lorsque le relief est composé de petites collines, comme sur le site de Paracou, les agrégats ne peuvent pas fusionner et s'étendre car ils sont limités par les conditions de sols (étapes 2p-4p, Figure 14). Les plaques qui s'étendent sur des groupes de petites collines sont alors composées d'agrégats plus petits. La régénération étant bloquée au sein des agrégats, ceux-ci vieillissent. Les arbres qui les composent ont alors des diamètres similaires, bien visibles sur la carte de Paracou (Figure 14-4p).

Différences avec l'Angélique

Comme nous l'avons décrit précédemment, les plaques de Wacapou ont une structuration des diamètres beaucoup plus nette et organisée que les plaques d'Angélique.

Deux hypothèses explicatives peuvent être avancées :

Première hypothèse, l'apport de lumière par les chablis a un impact important sur la dynamique de l'Angélique et plus faible sur celle du Wacapou. L'occurrence de chablis plus ou moins aléatoire induit un « désordre » dans la mise en place de la régénération au sein des plaques d'Angélique alors que les structures mises en place par le Wacapou sont peu influencées par les ouvertures. Par ailleurs, il est possible, à l'instar d'autres espèces d'arbres tropicaux héliophiles ou semis héliophiles, qu'un fort apport de lumière puisse augmenter durablement la survie des graines et des plantules, même en forte densité [16, 45]. Les données à notre disposition ne nous permettent pas encore de valider cette hypothèse.

Deuxième hypothèse, le ratio entre l'espérance de vie théorique d'un arbre adulte et l'âge de maturité moyen va déterminer le nombre de générations distinctes auxquelles appartiennent les arbres d'une même plaque. D'après les modèles, 2 générations coexisteraient pour l'Angélique et 5 pour le Wacapou. Ainsi, le blocage de la régénération serait beaucoup plus long pour le Wacapou et les plaques ont plus de temps pour se structurer. Par ailleurs, les premiers résultats obtenus sur la mortalité du Wacapou, semblent montrer que le blocage de la régénération peut perdurer, même lorsque la surface terrière des adultes baisse suite à la mort des plus vieux individus.

1.3.4.3- Démographie du Gonfolo rose

Le Gonfolo rose forme des plaques composées d'agrégats entre 30 et 80 mètres de rayon. La dispersion des graines est anémochore pour des distances inférieures à 50 mètres. Le Gonfolo rose est une espèce semi-tolérante à l'ombre, mais les juvéniles réagissent très bien à la mise en lumière et se trouve sous forme d'agrégats de 30 à 40 mètres de rayon. Les densités de juvéniles (arbre entre 1 et 10 cm DHP) peuvent être très importantes et dépassent très largement les densités observées pour l'Angélique et le Wacapou pour ce même stade (Tableau 15).

Tableau 15 : Densité de juvéniles de Gonfolo rose, d'Angélique et de Wacapou sur les trois dispositifs DYGEPOP

| Espèce | Paracou P16 | Nouragues | RFE 92 |
|--------------|-------------|-----------|--------|
| Angélique | 10 | 11.5 | - |
| Wacapou | 12.2 | 7.3 | 5 |
| Gonfolo rose | 103.4 | 90.7 | 70 |

Les premiers résultats sur la **répartition spatiale** des diamètres au sein des **plaques** et les distances entre juvéniles et semenciers, semblent montrer que les plaques de **Gonfolo rose** ont un **fonctionnement similaire** aux plaques d'**Angélique** : une juxtaposition d'agrégats au sein desquels la régénération serait bloquée. Les premiers résultats sur la cartographie des juvéniles, ont permis de constater un processus de « light-dependent escape » (voir **Annexe 14**) : l'effet des fortes densités d'adultes sur la mise en place de la régénération pourrait être annihilé par des conditions lumineuses propices à l'espèce. Ainsi, à **proximité de chablis**, la **régénération** pourrait se faire **même au sein des agrégats d'adultes**, un exemple est visible sur la Figure 15. La régénération du Gonfolo serait donc largement favorisée par de grands **apports de lumière** qui serait un **facteur clef de la dynamique spatiale** de l'espèce.

Les dispositifs de Paracou comme celui de RFE92 montrent que le Wacapou et les Gonfolo rose ont des répartitions qui s'évitent [4] : le Gonfolo rose est très peu présent dans les plaques de Wacapou et inversement. Les premiers résultats sur la régénération montrent que le Gonfolo rose serait exclu des zones denses en Wacapou. Nous n'avons pas de certitude pour expliquer ce résultat. L'hypothèse la plus vraisemblable est que les deux espèces occupent des niches écologiques bien distinctes, notamment **vis-à-vis de la lumière**, et appartiennent à des cortèges floristiques différents en termes de succession forestière.

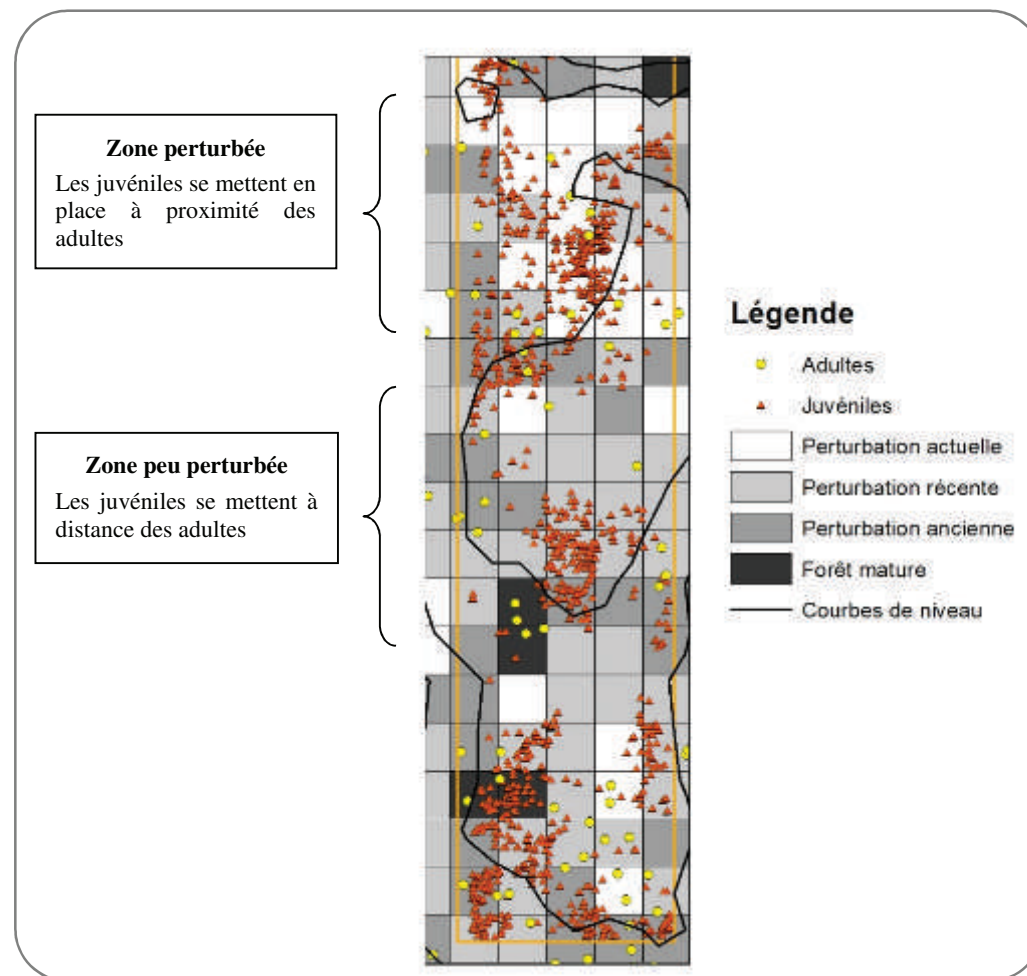


Figure 15 : Cartographie des Gonfolo rose, forêt de Roche Fendée, Parcelle 92.

Conclusion concernant la dynamique naturelle des principales espèces commerciales

On retient de ces analyses que les deux principales espèces exploitées, l'Angélique et le Gonfolo rose, présentent des comportements d'espèces sociales et une réponse à l'exploitation plutôt favorable bénéficiant à la survie et la croissance des juvéniles. Ces constatations portent à croire que **la mise en place d'itinéraires sylvicoles propres à favoriser ces essences est une perspective réaliste.**

1.4- Carbone et changement climatique

La forêt tropicale guyanaise fait partie des écosystèmes les moins menacés par la fragmentation et la dégradation du paysage, mais, est probablement, parmi les plus vulnérables aux changements climatiques.

Les études sur l'impact potentiel du changement climatique des forêts du plateau des Guyanes ne permettent pas de prédire de façon fiable l'évolution des écosystèmes forestiers. Les menaces les plus importantes sembleraient être la baisse et les changements de répartition spatiale et saisonnière des précipitations. Même si des modèles s'emploient à livrer des prédictions, une grande incertitude demeure quant à la nature et à l'importance des changements au niveau des écosystèmes.

Le renforcement de l'analyse des données dendrométriques et biologiques du réseau GUYAFOR permettra, grâce à la mise au point de modèles plus performants, d'améliorer en continu l'évaluation des stocks de carbone des différents grands types forestiers guyanais. L'accumulation sur plusieurs années de ce type de données rendra possible leur extrapolation dans l'espace et dans le temps, à l'échelle de la Guyane, afin de préciser les stocks, de dégager les mécanismes influant sur les flux et de prédire des scénarii de changements climatiques envisagés.

2- Objectifs de production et choix de gestion

La production de bois d'œuvre en Guyane s'inscrit dans un cadre de gestion durable et multifonctionnelle de la forêt. Les choix sylvicoles doivent donc obéir à la poursuite d'objectifs complémentaires et parfois contradictoires. Les choix de gestion doivent donc s'appuyer sur des compromis efficaces et permettant d'assurer une convergence entre ces objectifs, la durabilité et la multifonctionnalité visées.

Aussi les objectifs d'une gestion durable des forêts de production en Guyane sont : la valorisation et la rentabilité, la reconstitution des stocks, la préservation de la biodiversité et des milieux, et le maintien des fonctionnalités des forêts. Le Tableau 16 liste les choix de gestion liés à ces objectifs de production.

Tableau 16 : Objectifs de production et choix gestion pour une gestion durable des forêts en Guyane

| Objectifs de production | Choix de gestion |
|--|--|
| Valorisation et rentabilité | <ul style="list-style-type: none"> 1- Maximisation des prélèvements 2- Minimisation des coûts d'interventions sylvicoles |
| Reconstitution des stocks | <ul style="list-style-type: none"> 1- Minimisation des dégâts d'exploitation 2- Maximisation de la dynamique forestière (faire de l'exploitation forestière l'outil de cette maximisation) 3- Adaptation des rotations 4- Adaptation des diamètres d'exploitation 5- Adaptation des intensités de prélèvement |
| Préservation de la biodiversité et des milieux | <ul style="list-style-type: none"> 1- Conservation de la structure et de la diversité des peuplements floristiques mais aussi faunistiques 2- Conservation des espèces floristiques et faunistiques les plus sensibles 3- Préservation de la qualité physique des sols |
| Maintien des fonctionnalités des forêts | <ul style="list-style-type: none"> 1- Cycle du carbone 2- Changement climatique 3- Rôle hydrobiologique et notamment préservation des eaux de surface 4- Produits forestiers non ligneux 5- Pratiques des usages traditionnels |

2.1- Produire du bois pour la filière locale

2.1.1- Valoriser la ressource en bois d'œuvre de façon rentable

En Guyane, comme dans la plupart des forêts néotropicales, le bois d'œuvre est une ressource dispersée et relativement rare (voir chapitre 1-2-4-1). Sa mobilisation nécessite donc de parcourir des surfaces importantes et d'investir des moyens conséquents en aménagement et en desserte. Chaque année ce sont ainsi près de 4 500 ha exploitables qui sont travaillés soit l'équivalent de 7 à 8 000 ha cadastraux qu'il est nécessaire d'aménager (voir le Programme Régional de Mise en Valeur élaboré chaque année par la Direction Régionale en Guyane).

Il en résulte des coûts de gestion élevés au regard des faibles prix des bois sur pied (21€/ m³ grume en Guyane en 2013 contre un prix moyen de 36€ en métropole) ce qui aboutit à un déficit économique structurel de la gestion forestière en Guyane d'environ un million d'euros par an.

Le déficit constaté sur l'activité de vente de bois en Guyane pourrait être comblé par une augmentation de 15 €/m³ grume (en poursuivant notamment l'amélioration de la productivité et de la qualité des exploitations par une bonne intégration des opérations depuis la désignation, les travaux de desserte jusqu'à la livraison des bois en scierie, pour l'ensemble des exploitants). Il pourrait aussi être diminué par une intensification de l'exploitation aboutissant à une réduction des dépenses en investissement, principalement une réduction des efforts de desserte. Mais cette intensification est parfois en contradiction avec la volonté des scieries industrielles de réduire le nombre d'essences à commercialiser, et d'écarter certains diamètres présentant des rendements matières plus faibles.

C'est probablement une combinaison des deux actions qui doit être recherchée, tout en garantissant le caractère durable de la gestion vis-à-vis des peuplements mis en exploitation.

La sylviculture définie doit donc en premier lieu chercher à garantir l'équilibre financier de l'exploitation, en limitant les coûts de revient du mètre cube sur pied par deux principaux moyens :

- **Optimiser le prélèvement à l'hectare** : Maximiser le prélèvement tout en restant dans un cadre durable permet à surface égale de répartir les coûts d'investissements sur un volume plus important en réduisant ainsi les coûts unitaires. (cf. guide bois énergie).
- **Limiter et optimiser les interventions sylvicoles** : compte tenu des prix de vente actuels des bois sur pied il n'est pas envisageable de programmer des interventions en travaux coûteux.

2.1.2- Garantir la reconstitution de la ressource en bois d'œuvre

Le **stock commercial** est principalement constitué **d'essences forestières semi-tolérantes ou tolérantes**, caractéristiques des forêts peu perturbées (en opposition aux espèces héliophiles dominant les forêts secondaires). Leur croissance est généralement lente et le potentiel de reconstitution assez faible. La durabilité de la production dépend donc essentiellement de la capacité du sylviculteur à **préserver une dynamique de peuplement proche de l'état naturel**, favorable à ces espèces.

Cela implique donc :

- de **limiter les dégâts** engendrés par l'exploitation afin d'éviter la mortalité des adultes reproducteurs du peuplement commercial (semenciers) et préserver au maximum son potentiel de renouvellement (arbres d'avenir) ;
- de **doser l'ouverture de la canopée** afin de maximiser les processus de croissance et de recrutement pour ce même peuplement ;
- **d'adopter une rotation suffisamment longue** pour une reconstitution satisfaisante du stock commercial.

A ce titre, le **contrôle** de l'exploitation forestière est décisif et **primordial** pour la régénération naturelle et la reconstitution du peuplement adulte.

2.2- Préserver un patrimoine naturel exceptionnel

2.2.1- Préserver la biodiversité et la stabilité des peuplements

Une des qualités intrinsèques de la forêt guyanaise consiste en sa remarquable biodiversité, qui fait d'elle un patrimoine exceptionnel au niveau mondial. L'objectif de préservation de la biodiversité reste donc majeur y compris dans les séries de production. Cet objectif de préservation concerne aussi bien la faune que la flore, d'autant plus que les liens d'interdépendance entre ces deux éléments de la biocénose sont particulièrement forts en forêt tropicale guyanaise où plus de 80% des espèces d'arbres sont zoochores.

La sylviculture définie devra donc :

- **conserver une structure irrégulière** par pied d'arbre proche de l'état d'origine, garant de la résilience du système forestier et de la préservation de la diversité des micro-habitats pour la faune et la flore ;
- intégrer une **gestion conservatoire des espèces** floristiques et faunistiques les plus sensibles ;
- rechercher le **maintien d'un haut niveau de richesse spécifique** sans pour autant s'attacher à un fixisme de la composition floristique qu'il serait illusoire de rechercher (cf. chapitre 1-2-6-2 dynamique et réponse aux perturbations)

Ces principes de préservation de la biodiversité sont à même de garantir par ailleurs les objectifs de protection générale des milieux et des paysages attachés aux séries de production en assurant la qualité du couvert forestier en quantité et en qualité.

Les actions menées en faveur de la biodiversité dans le cadre de l'exploitation au sein des parcelles de production viennent compléter les actions plus largement menées dans le cadre de l'aménagement forestier (voir les Directives Régionales d'Aménagement) notamment la mise en place des séries d'intérêt écologique et de protection physique et générale des milieux qui restent les outils majeurs de la gestion de la biodiversité au sein du Domaine Forestier Permanent.

2.2.2- Préserver le sol pour une gestion durable sur le très long terme

La **préservation des qualités physiques des sols est un objectif primordial** à respecter dans le cadre de l'exploitation forestière. C'est un point particulièrement sensible compte tenu du type d'engins lourds classiquement employés pour l'exploitation forestière en Guyane et des conditions climatiques difficiles que connaît le département avec une saison des pluies de plus de 7 mois.

En effet, la résistance d'un sol dépend de plusieurs facteurs pédologiques comme la granulométrie, les types d'argiles et la teneur en limon, le type de structure, la porosité... Autres facteurs clefs, le poids et la portance des engins utilisés influencent aussi fortement l'intensité et les types d'impacts au sol : tassement, fluage, décapage....

Cependant le paramètre principal déterminant le tassement du sol (à charge égale) est la teneur en eau au moment du passage d'engin [46, 47]. Si le débardage par temps sec n'affecte pas la structure du sol [48], en période de pluie, lorsque la teneur en eau augmente, la résistance du sol diminue. Les tassements et décapages qui affectent les sols impactés par l'exploitation sont alors susceptibles de laisser des séquelles structurales et chimiques importantes sur le moyen et long terme comme l'attestent [49, 50].

Le **respect de la saisonnalité** des interventions sylvicoles en forêt est donc un des **paramètres essentiels** de la **gestion durable** des forêts tropicales guyanaises.

Les itinéraires sylvicoles définis devront par ailleurs aller dans le sens d'une **limitation de l'extension des réseaux des pistes de débardage** par volume sorti et devront permettre de maîtriser le niveau d'impact sur ce réseau.

2.3- Assurer l'intégrité de la forêt et de ses multiples fonctions et usages

Le couvert forestier joue un rôle primordial dans de nombreux services environnementaux qui prennent une place de plus en plus importante vis-à-vis des enjeux sociétaux actuels : cycle du carbone et changement climatique, rôle hydro-biologique et préservation des eaux douces de surface, lutte contre l'érosion et la perte de fertilité des sols, réserves de biodiversité spécifique, fonctionnelle, génétique,... Dans les zones de droits d'usage et dans certaines parties des massifs forestiers aménagés (série de production et de protection physique et générale des milieux), ces fonctions incluent la production des produits forestiers non-ligneux traditionnellement consommés ou transformés. Ces services bien que vitaux sont à ce jour mal valorisés et peu rétribués. Pourtant face au développement d'autres usages du sol plus lucratifs à court terme (agriculture intensive, exploitation minière...) la meilleure façon de préserver l'espace forestier est indubitablement de réussir à faire valoir au mieux ses multiples fonctions écologiques et sociétales afin de donner une valeur marchande et financière à la forêt [51, 52]. Les peuplements exploités doivent donc être traités de façon à augmenter leur attractivité pour les fonctions actuellement monétarisées (valorisation maximale des bois d'œuvre – maximisation du stock de carbone). Le maintien des services environnementaux actuellement mal valorisés (notamment la qualité des eaux), passe indirectement par une maximisation de « la valeur forêt » permettant de concurrencer les autres usages du sol.

A ce jour, la valorisation économique la plus importante de la forêt guyanaise reste sans conteste le bois d'œuvre. Malgré l'existence d'un très large éventail d'espèces technologiquement utilisables et de qualité remarquable (90), seul un petit nombre d'essences forestières (15 à 30 avec une concentration sur les 3 principales) sont effectivement valorisées par la filière de transformation du bois d'œuvre en Guyane. Par conséquent, dans les forêts les moins riches en essences principales, particulièrement celles du centre et de l'Ouest guyanais où la pression foncière est forte, il est indispensable de **valoriser au maximum le potentiel commercial** des parcelles mises en production.

Afin de préserver la vocation forestière sur le long terme et ses fonctions associées il paraît donc nécessaire :

- d'augmenter la **diversification des prélèvements** des essences commerciales et/ou **accroître la densité des essences attractives**,
- préserver la qualité des eaux de surface et les fonctionnalités des sols vis-à-vis du cycle de l'eau (apurement, régulation...)
- préserver le stock de carbone global et **maximiser le bilan carbone de l'exploitation**,
- augmenter, si possible, les **effets puits de carbone** par rapport aux forêts naturelles afin de valoriser monétairement cette fonction.

3- Conduite générale des peuplements – fixation des paramètres sylvicoles

En forêt tropicale guyanaise, encore plus qu'ailleurs, la durabilité de la fonction de production dépend essentiellement du respect de l'équilibre entre les prélèvements et une productivité relativement faible.

Trois paramètres sylvicoles interagissent principalement sur cet équilibre :

- **l'intensité de prélèvement** : suffisamment importante pour justifier les investissements financiers consentis par le gestionnaire et les autres financeurs publics, elle ne doit cependant pas provoquer une modification trop brutale du peuplement au risque de déstabiliser l'écosystème forestier et basculer vers une secondarisation des formations.
- **La durée de rotation** : elle doit permettre à la fois une reconstitution du stock commercial et le maintien d'une dynamique favorable au renouvellement des espèces tolérantes, défavorisées par un cycle trop court, synonyme de perturbations fréquentes. Elle peut être théoriquement raccourcie par une intervention en éclaircie concomitante à l'exploitation afin de favoriser les tiges d'avenir (T2 et T3 de Paracou), ou quelques années après exploitation afin de restimuler la croissance (forêts pilotes de Risquetout et d'Organabo).
- **Modalités de prélèvement** : Les dégâts d'exploitation peuvent être très variables en fonction des modalités d'exploitation (répartition des prélèvements - techniques d'abattage, de débusquage et de débardage - organisation). Il est donc nécessaire de respecter des modalités d'exploitation à faible impact, pour le bois d'œuvre et pour le bois énergie, permettant d'éviter une déstabilisation du fonctionnement de la forêt voire d'orienter l'évolution future du peuplement (telle une véritable opération sylvicole) tout en améliorant la productivité économique.

La combinaison de ces trois paramètres doit donc être pesée de façon à garantir la durabilité sur le long terme tout en atteignant les objectifs précédemment fixés.

3.1- Intensité de prélèvement

L'intensité de prélèvement influe logiquement sur plusieurs des objectifs sylvicoles :

- du nombre de tiges prélevées sur un hectare dépend la rentabilité immédiate de l'exploitation (déplacements d'engins notamment) et l'amortissement des investissements consentis par le gestionnaire et les autres financeurs en termes d'aménagement et de desserte (création et entretien).
- pour chaque tige exploitée, les dégâts consécutifs à l'abattage et au débardage se cumulent ; outre les impacts mortels qui peuvent diminuer fortement le potentiel de reconstitution du stock exploitable, les blessures moins importantes peuvent aussi entraîner une perte de qualité conséquente au niveau du peuplement. De l'intensité de prélèvement dépend donc le niveau d'impact sur le peuplement résiduel et sur l'environnement en général (maintien des fonctionnalités).
- Enfin l'ouverture de la canopée dépend en partie de l'intensité de prélèvement. L'apport d'une grande quantité de lumière dans un milieu naturellement très fermé va logiquement favoriser les espèces héliophiles communes au détriment d'espèces d'ombre à croissance plus lente et a priori plus fragiles, avec des conséquences attendues sur la biodiversité : disparition des espèces tolérantes les plus sensibles, modification profonde du cortège floristique et de la faune associée. Elle va aussi stimuler la production du peuplement en augmentant la croissance du fait d'une réduction de la compétition entre individus et d'une mise en lumière des jeunes tiges.

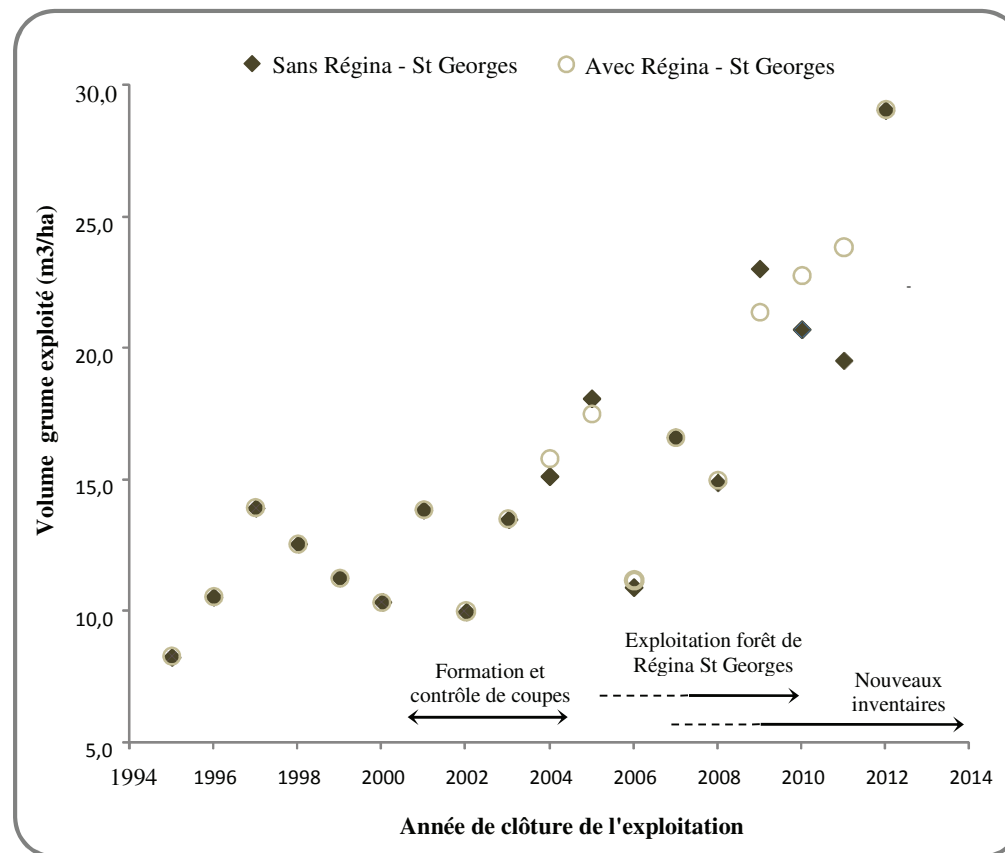


Figure 16 : Evolution des volumes de bois sortis à l'unité de surface entre 1995 et 2012

Pour une année donnée seules les parcelles clôturées dans l'année sont prises en compte.

L'intensité de prélèvement optimale va donc découler de la recherche du meilleur compromis entre ces différents facteurs et impacts attendus. L'intensité moyenne d'exploitation constatée au cours des 15 dernières années, se situe entre 8 et 29 m³grume/ha exploitable. On constate cependant une augmentation progressive du prélèvement (Figure 16) que l'on peut attribuer :

- (1) premièrement à une amélioration de la formation des exploitants et du contrôle des coupes depuis 2003-2005, due à un programme d'accompagnement de la filière (+7 m³grume/ha) ;
- (2) secondairement à l'entrée progressive de l'exploitation à partir de 2004 (ce faisant vraiment sentir qu'à partir de 2009), dans un massif plus riche en ressource (celui de Régina St Georges) (+5 m³grume/ha);
- (3) plus récemment à la mise en place d'une nouvelle méthode d'inventaire, de spatialisation et de marquage de la ressource en forêt à partir de 2007, la désignation (+2 m³grume/ha).

Cette tendance pourrait se poursuivre avec le développement de prélèvement de bois énergie, réduisant les coûts unitaires de prélèvements et offrant un débouché supplémentaire pour les bois, notamment les dégâts d'exploitation de bois d'œuvre.

3.1.1- Relation entre intensité de prélèvement et équilibre économique de l'exploitation

Pour être mobilisée, la ressource bois nécessite au préalable toute une série d'investissements importants, financés essentiellement par des fonds publics, dont le poste principal est la création de pistes forestières. Le **coût moyen à l'hectare exploitable** des investissements et de la gestion (hors gestion du domaine) constatés ces dix dernières années est de **724 €/ha** considérant une surface moyenne de 4 354 ha exploitables par an.

En prenant en compte les subventions et les recettes de ventes de bois (hors concessions), le coût à l'hectare exploitable est ramené à **154 €/ha**⁹.

Les prix de vente des bois sur pied actuellement en cours en Guyane résultent d'un compromis entre le propriétaire public (Etat) unique fournisseur de matière sur le département et la filière-bois, et augmentent mécaniquement de 10% par an. A ce stade, la fonction de production de bois est toujours en déséquilibre malgré les subventions. Une augmentation de l'intensité des prélèvements, notamment par la récolte des dégâts d'exploitation pour le bois énergie, est la principale voie pour atteindre l'équilibre en complément de l'augmentation des prix. Elle permet à la fois de limiter les surfaces à ouvrir, d'optimiser les investissements publics inhérents, et d'augmenter les recettes à l'hectare. Au prix actuel de 21€/m³ grume et avec l'objectif affiché de 80 000 m³ grume par an, un prélèvement de 30 m³ grume par hectare serait théoriquement nécessaire pour atteindre l'équilibre. A 22€ du m³ grume une intensité de 24 m³ grume par hectare serait théoriquement suffisante. Pour pouvoir s'affranchir des subventions, il faudrait en théorie combiner un prix de 30€/m³ grume avec une intensité de prélèvement de 30 m³ grume par hectare et une augmentation du volume annuel à 90 000 m³ (Figure 17).

⁹ source PRMV – moyenne 2002-2011

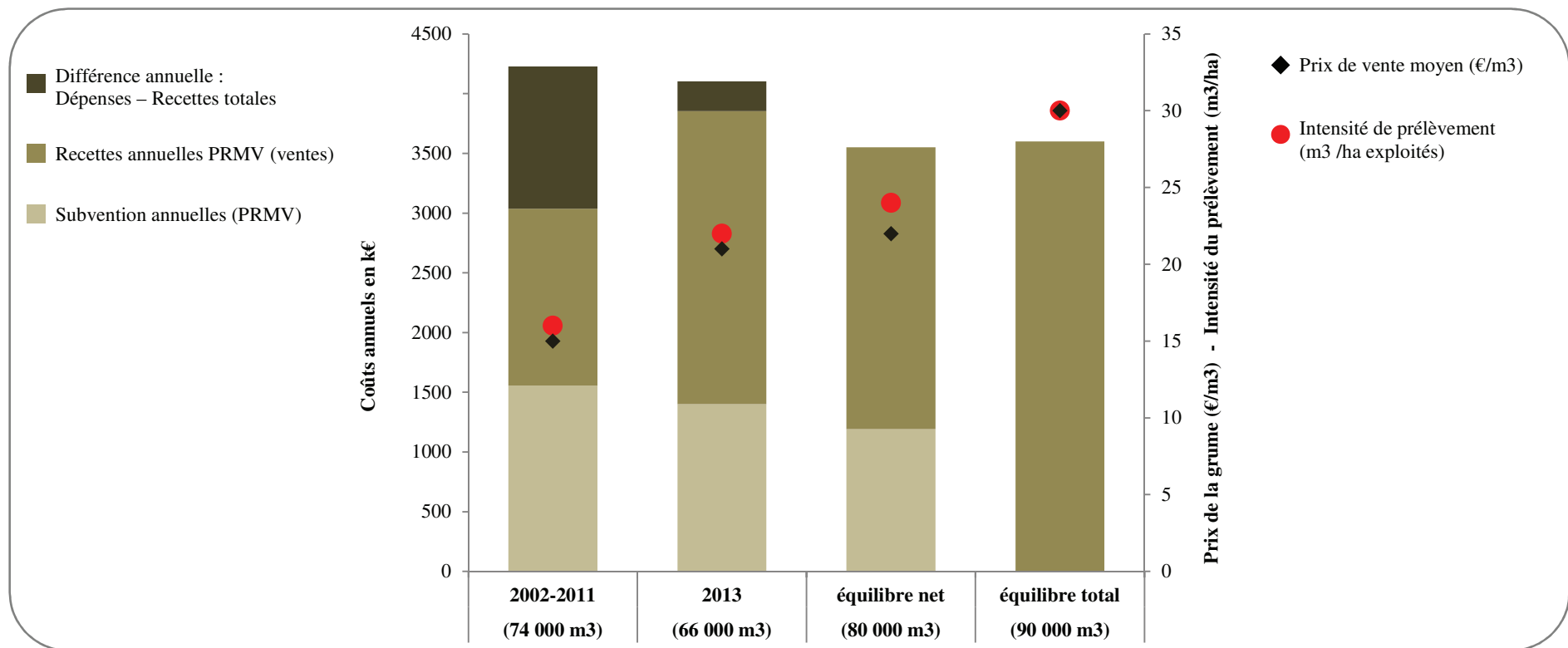


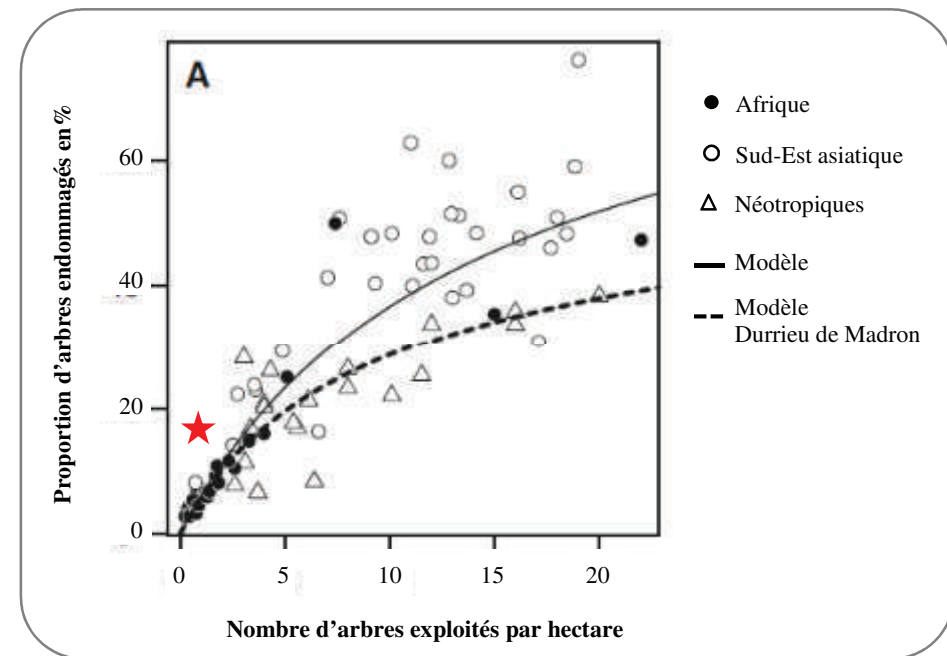
Figure 17 : Bilan financier de l'activité de production de bois, et projections pour un objectif d'équilibre.
 Mise en perspective du bilan financier avec l'intensité de prélèvement et le prix du bois sur pied dont dépendent directement les recettes
 PRMV : Programme Régional de Mise en Valeur.

3.1.2- Effet de l'intensité de prélèvement sur les dégâts au peuplement

L'importance des dégâts d'exploitation est fortement corrélée à l'intensité de prélèvement comme le démontrent toutes les données bibliographiques [53-56] (Figure 18).

Figure 18 : Proportion d'arbres endommagés (détruits ou blessés) en fonction de la densité d'arbres abattus à l'hectare

Tirée de Picard *et al* [55] : Les symboles varient en fonction de l'origine des données publiées. La ligne en pointillée représente la proportion prédite de la zone endommagée selon le modèle de Durrieu de Madron et al (2000), multipliée par un coefficient d'échelonnage de 0.740 qui convertit une partie de la zone endommagée en une proportion d'arbres endommagés. L'étoile rouge est la moyenne pour la Guyane.



L'exploitation guyanaise n'échappe pas à la règle et les relevés effectués sur des exploitations conventionnelles – c'est-à-dire n'adoptant pas les règles d'exploitation à faible impact - entre 2003 et 2007 [57] chiffrent un impact de l'ordre de 10 à 22% du nombre de tiges qui augmente en fonction de l'intensité de prélèvement (en comptabilisant toutes les tiges mortes ou fortement endommagées ≥ 10 cm). En comptabilisant les tiges légèrement blessées, le taux d'impact atteint en moyenne 26% des tiges (maximum 33%) (Figure 19).

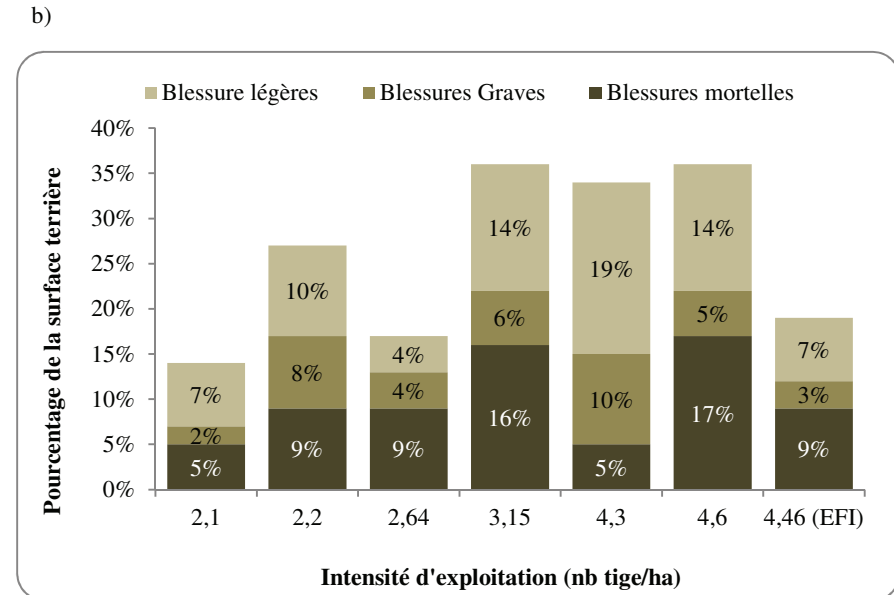
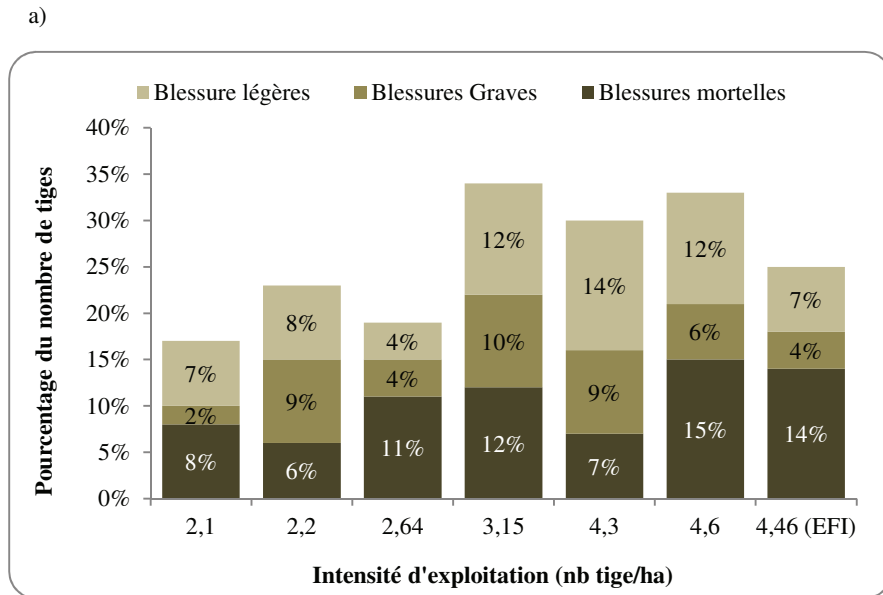


Figure 19 : Dégâts en fonction de l'intensité de l'exploitation en Guyane

a) Dégâts en nombre de tiges, (b) Dégâts sur la surface terrière. Pourcentage exprimé hors tiges abattues. Sources : données relevées sur des chantiers conventionnels et à faible impact en Guyane entre 2004 et 2009 [57-59]

Les **dégâts d'exploitation** sont en règle générale **pour moitié** liés aux **trouées d'abattage** et pour moitié consécutifs au **débardage** dans des conditions d'exploitation conventionnelle. Ils concernent en premier lieu l'aplomb de l'arbre (42% d'arbres entraînés lors de la chute de l'arbre abattu ou poussés par les engins de débardage), les casses de houppiers arrivent en seconde position (23% des dégâts en moyenne) et sont d'autant plus importants que l'intensité de prélèvement est forte. Les frottements de troncs et les dégâts multiples sont moins importants (19% et 15%). Aucune différence significative d'impact n'est relevée entre les catégories d'essences (commerciales et non commerciales), et entre les catégories d'arbres (arbres d'avenir et les autres) si ce n'est que les arbres mortellement blessés sont proportionnellement moins nombreux parmi les tiges de 60 cm et plus de diamètre que dans les autres classes de diamètre.

La comparaison de ces valeurs avec les références bibliographiques disponibles amène les remarques suivantes :

- A intensité égale, les dégâts d'exploitation conventionnelle en Guyane française (Figure 20) sont supérieurs à ceux relevés sur des exploitations à faible impact au Brésil et ont tendance à augmenter plus rapidement avec l'intensité de prélèvement ;
- Les dégâts relevés en Guyane sont fortement comparables à **intensité égale** à ceux relevés à Bornéo [56] et en Malaisie [60] sur des exploitations à faible impact et conventionnelles sur des reliefs assez similaires ;
- pour les intensités d'exploitation rencontrées en Guyane, soit entre 2 et 5 tiges/ha, les dégâts les plus forts ne dépassent pas 22 % du total des tiges (idem en surface terrière).

Cette situation résulte pour partie des difficultés d'exploitation inhérentes à la topographie et pour partie à la qualité des méthodes d'exploitation mises en œuvre. Le relief guyanais relativement marqué est en effet moins montagneux que le massif indonésien mais beaucoup plus contraignant que le bassin amazonien où les dégâts sont par conséquent moins importants. Cette **influence du relief sur l'impact des exploitations** est aussi clairement mise en évidence entre les différents paysages guyanais (voir 3.1.4). Par ailleurs, le cheminement des exploitations guyanaises vers des méthodes à faible impact est en cours mais reste à parfaire ce qui explique aussi une partie des différences entre Guyane et Bassin Amazonien. L'analyse en 2012 (qui reste à affiner), des premières exploitations à faible impact, qui mettent en œuvre de nouvelles techniques, montre un meilleur rendement matière qui amène une diminution des dégâts proportionnellement au volume sorti. Mais c'est surtout au niveau de l'impact au sol que l'apport de ces nouvelles techniques se fait particulièrement sentir.

En conclusion, une **intensité de prélèvement de 25 m³grume/ha exploité**, soit de l'ordre de **4 à 5 tiges par hectare exploité**, correspond à un **taux d'impact de l'ordre de 16-17% en moyenne**, tout à fait acceptable d'un point de vue environnemental et a priori améliorable par l'application des méthodes EFI¹⁰.

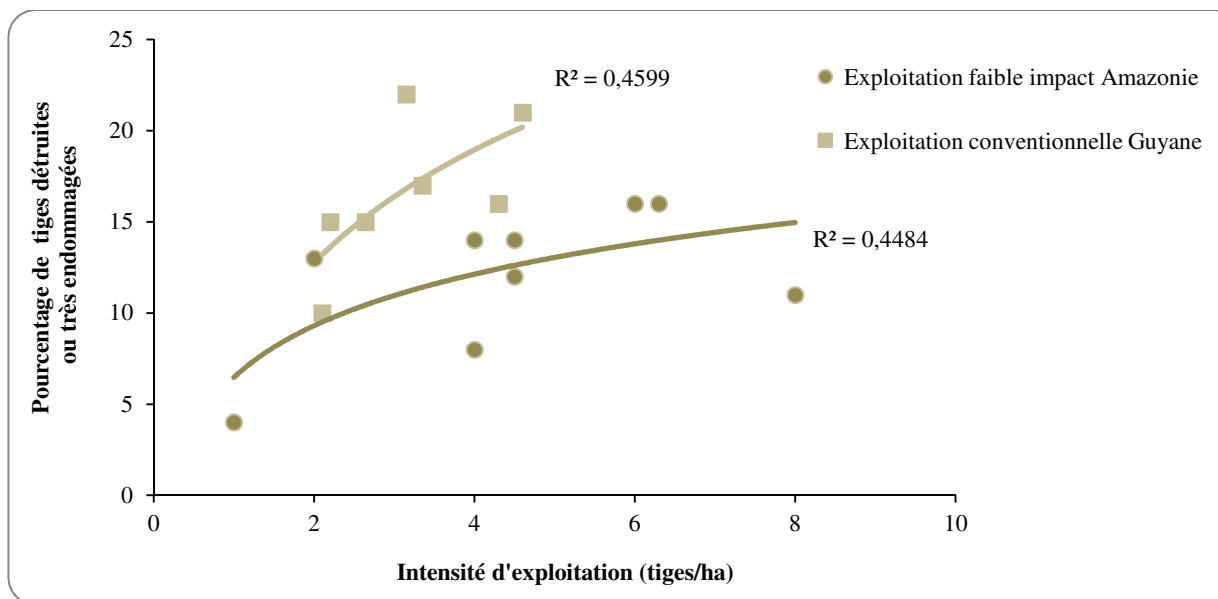


Figure 20 : Impacts de l'exploitation selon son intensité

Source : Guyane, relevés effectués entre 2004 et 2009 sur des chantiers conventionnels, Brésil, données bibliographiques concernant l'EFI au Brésil (d'après Sist et Ferreira [61]).

3.1.3- Effet de l'intensité de prélèvement sur la qualité du peuplement commercial

De façon très homogène entre les coupes, 40% des blessures restent légères mais les frottements, casses de branches et autres traumatismes consécutifs à l'exploitation sont autant de portes d'entrée pour les pourritures et autres parasites de l'arbre. Si les dégâts les plus forts (pertes d'une partie du houppier et déracinements prononcés) n'ont pas

¹⁰ Exploitation à Faible Impact : opération d'exploitation forestière intensément planifiée, précautionneusement mise en œuvre et contrôlée, afin de minimiser son impact sur le peuplement et les sols forestiers.

toujours des conséquences létales sur l'arbre, ils entraînent potentiellement de graves dysfonctionnements physiologiques pouvant aussi dégrader la qualité commerciale de la tige (déformation, perte de croissance, développement de bois de contrainte...).

La réalisation d'une opération d'éclaircie après exploitation peut permettre d'éliminer les tiges les plus abîmées et de favoriser les arbres d'avenir les plus prometteurs. C'est ce qui a été testé entre 1984 et 2000 sur les dispositifs de Paracou (par exploitation et dévitalisation) et sur les forêts pilotes de Risquetout et Organabo (par dévitalisation).

Sur le dispositif de Paracou, un diagnostic complet de l'état sanitaire et de la forme de toutes les tiges d'essence commerciale et de diamètre supérieur à 35cm (c'est-à-dire incluant les tiges d'avenir) a été effectué sur les parcelles exploitées et éclaircies 20 ans après intervention afin d'évaluer l'impact des différentes interventions sylvicoles sur la qualité du peuplement commercial (Tableau 17).

Tableau 17 : Fréquences des défauts relevés sur les arbres de diamètre supérieur à 35 cm sur le dispositif de Paracou

Les tiges présentant un gros défaut ou cumulant plusieurs défauts sont jugées de qualité non commerciale. Les tiges présentant aucuns défauts ou des défauts mineurs sont jugées commerciales.

Source : d'après Guitet et Brunaux [10]

| Défauts notés | Qualité jugée non commerciale | Qualité jugée commerciale |
|--|-------------------------------|---------------------------|
| Trou ou pourriture au pied | 16 % | 2 % |
| Sonne creux | 52 % | 1 % |
| Forte conicité de la bille de pied | 15 % | 1 % |
| Forte courbure de la bille de pied | 14 % | 3 % |
| Fortement penché | 3 % | 1 % |
| Bie de pied très déformée | 24 % | 1 % |
| Nombreux chancres | 9 % | 3 % |
| Nombreux champignons | 1 % | 0 % |
| Termitières importantes | 3 % | 2 % |
| Trou sur la bille | 15 % | 1 % |
| Aucun défaut | 6 % | 87 % |
| Nombre de tiges totalement renseignées | 905 | 3630 |

La fréquence des défauts observés sur les tiges est indépendante de l'intensité d'exploitation subie par les peuplements [10] : **aucune baisse de qualité** globale des tiges n'est observée dans les **parcelles exploitées** par rapport aux parcelles naturelles gardées en témoin et aucune amélioration de la qualité globale du peuplement n'est constatée suite aux éclaircies.

La **qualité des tiges** est fortement **liée au stade de développement** (arbres du présent, du passé et sénescents – les arbres d'avenir généralement < 35 cm de diamètre ne sont pas compris dans cette analyse, Figure 21) diagnostiqué par une lecture du houppier (cf § 3.3.2.1) [62]. La proportion d'arbres de qualité non commerciale augmente avec le stade de développement – ce sont principalement les arbres creux, pourris, troués ou à la bille de pied très déformée. Il existe donc une forte dégradation de la qualité des bois avec le stade de développement et **l'état du houppier** en est un **bon élément de diagnostic**, ce qui confirme les conclusions de la CCAUB (1999). Dans le cas de l'angélique, à 60 cm de diamètre il y a 15% de chance de tomber sur un arbre taré, à partir de 80 cm ce risque augmente fortement pour atteindre 80% à 110 cm de diamètre. Les tares sont donc très fréquentes chez les gros angéliques (> 80 cm) et affecte en moyenne ¼ du diamètre du fût.

Il est donc **nécessaire de récolter les arbres du passé de fort diamètre lors de l'opération d'exploitation**, tant qu'ils restent de qualité commerciale, les probabilités de passage de la qualité commerciale à la qualité non commerciale entre deux coupes étant fortes pour ces tiges une fois arrivées au stade de sénescence.

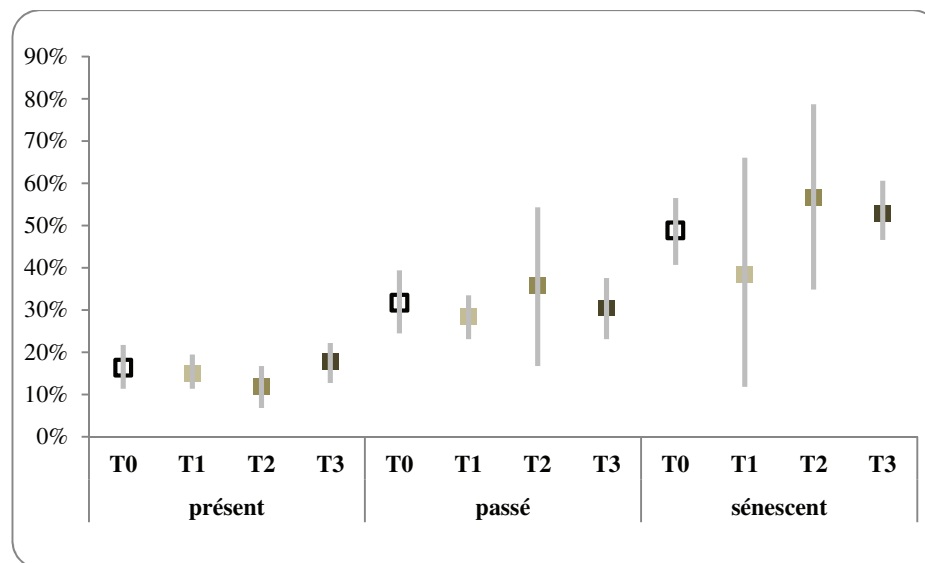


Figure 21 : Proportion de tiges de mauvaise qualité en fonction de l'intensité d'exploitation

Pourcentage des tiges du peuplement commercial de Paracou. Données relevées 20 ans après exploitation, par groupe de 3 ou 4 parcelles ayant subi le même traitement et par stade de développement des tiges (d'après Guitet et Brunaux [10]). T0 parcelles témoins sans exploitation, T1 à T3 intensité croissante d'exploitation.

Un **taux moyen de 20%** de tiges de mauvaise qualité peut être généralement utilisé pour pondérer le nombre de tiges réellement exploitables parmi le peuplement commercial. On observe cependant une certaine agrégation des tiges de mauvaise qualité commerciale : ainsi à Paracou, les trois parcelles du bloc Nord-Ouest montrent un taux de défauts plus important que les autres blocs à stade de développement égal. Par ailleurs, il n'est pas rare d'observer lors des exploitations des zones de plusieurs hectares concentrant un grand nombre d'arbres creux.

Au terme d'une vingtaine d'années de reconstitution, l'exploitation n'affecte significativement ni la qualité du peuplement d'avenir (plutôt liée à un effet local), ni sa densité, ni son diamètre moyen même pour un prélèvement relativement fort de 25 m³grume/ha [10].

En conclusion, même pour de fortes intensités d'exploitation (10 tiges/ha), il n'y a pas de baisse de la qualité des bois. **L'objectif d'exploitation de 25 m³grume/ha exploité peut être visé sans remise en cause de la qualité commerciale du peuplement résiduel.**

3.1.4- Effet de l'intensité de prélèvement sur l'ouverture de la canopée

Les études s'intéressant au lien entre intensité de prélèvement et ouverture de la canopée en forêt tropicale humide sont peu nombreuses et souvent centrées sur le seul impact de l'abattage ([54, 61, 63-65]. Elles sont aussi difficiles à comparer entre elles. En effet, l'ouverture est parfois évaluée à partir de la réduction de surface terrière [66] ou de mesure au sol par LAI [63] ou par un relevé des surfaces projetées au sol [54, 61]. Les approches menées par télédétection peuvent être une solution pour standardiser les mesures d'ouverture et récolter rapidement un grand nombre de données objectives. C'est celle qui a été choisie en Guyane française.

Les ouvertures de canopée consécutives à l'exploitation ont été cartographiées, pendant et immédiatement après exploitation, à partir d'images satellites à moyenne résolution (SPOT5) sur un échantillon de 14 parcelles localisées sur deux massifs de reliefs différents, totalisant plus de 3 300 ha [67, 68]. Ces cartographies cumulent l'ensemble des impacts sur la canopée sur la totalité de la période d'exploitation. **L'ouverture unitaire par tige exploitée est de 592 m²**, intégrant les trouées d'abattage et les ouvertures dues aux emprises des routes et pistes nécessaires à la sortie des bois. Au niveau des parcelles le **pourcentage de surface ouverte** est relativement stable **autour de 19%** dans la fourchette des intensités d'exploitation pratiquées (2 à 5 tiges/ha). Par contre à l'échelle locale, des relations significatives et concordantes sont mises en évidence entre le pourcentage de surface ouverte, le type de relief, l'intensité de prélèvement et leur interaction. Une intensité maximale locale de 4 tiges/ha suffit à provoquer une ouverture de 33% sur des reliefs montagneux (type forêt de Bélizon) alors qu'il faut plus de 8 tiges/ha sur des plateaux (type Régina) pour atteindre cette valeur (Figure 22).

Ce fait peut s'expliquer par la combinaison de quatre facteurs :

- (1) la taille des bois abattus est en moyenne plus importante dans les zones de reliefs (volume arbre moyen ≈ 6 m³grume) que sur les zones de plateaux (≈ 5 m³grume) et les trouées d'abattage sont en conséquence plus grande ;
- (2) les contraintes de terrain entraînent l'ouverture d'un réseau de pistes plus important sur les reliefs par rapport aux plateaux ;
- (3) l'agrégation de la ressource sur les plateaux de l'Est est plus marquée et permet de limiter les pistes à ouvrir par rapport aux zones de montagne où la ressource est plus dispersée.
- (4) les reliefs montagneux rendent l'exploitation plus difficile et génèrent plus de dégâts aux peuplements

De fait l'intensité moyenne optimale doit être modulée en fonction du type de relief, et des contraintes d'exploitation inhérentes : ainsi sur les **zones de fort relief** où l'exploitation entraîne **plus d'ouverture**, l'objectif moyen devrait être **limité à 4 tiges/ha exploité** mais pourrait être plus importante sur les zones de plateaux. En **zone montagneuse** c'est à une **échelle inférieure** à celle de la **parcelle** que cette **intensité moyenne** doit être **appliquée** afin de limiter la multiplication des secteurs trop fortement ouverts et perturbés : l'unité de prospection (en moyenne 30 à 50 ha) pourrait être l'échelle adéquate. Par ailleurs, sur les secteurs à fort relief, une ouverture trop importante peut générer un effet domino favorisé par la pente et par de forts coups de vents plus fréquents sur les reliefs, comme ceux observés sur le secteur de Roche-Fendée en 2006.

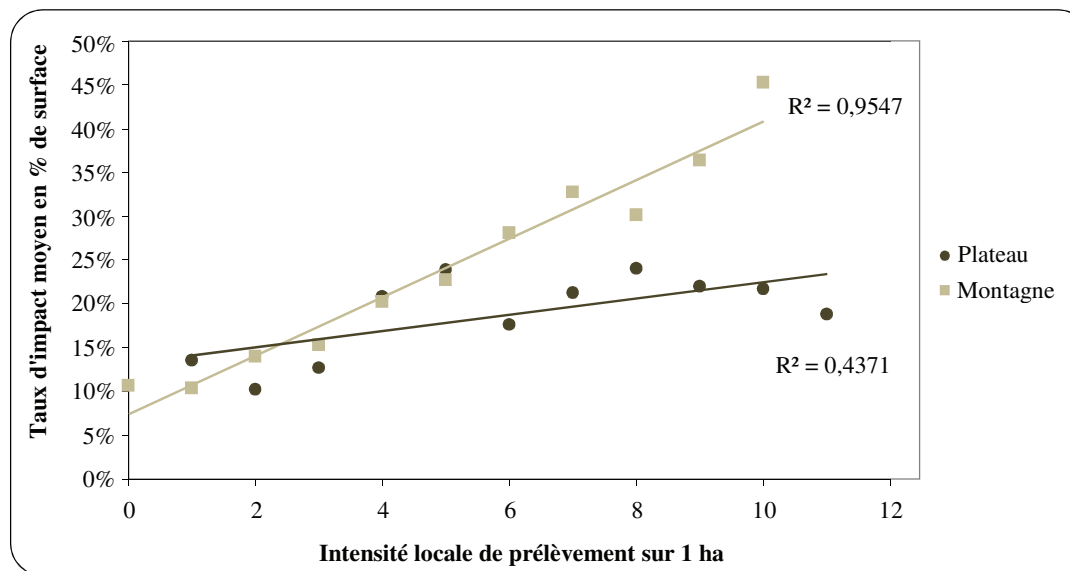


Figure 22 : Influence de l'intensité de prélèvement et du type de relief sur l'impact sur la canopée
Taux d'impact moyen mesurés par télédétection sur des pixels de 1 ha sur 4 parcelles exploitées en EFI. La régression linéaire est effectuée sur les moyennes par intensité de prélèvement. Source : adapté de Guitet *et al* [67].

Compte tenu de la mise en œuvre de techniques d'exploitation à faible impact qui diminuent fortement les dégâts sur le peuplement, on pourra sur les zones de plateaux, sans dépasser un prélèvement global de 30% de la surface terrière (bois d'œuvre + dégâts), augmenter les prélèvements autour de 5 à 6 tiges/ha.

3.1.5- Effet de l'intensité de prélèvement sur la biodiversité végétale

Les dégâts d'exploitation et l'ouverture de canopée consécutifs à l'exploitation peuvent avoir un impact sur la biodiversité du fait d'une mortalité sélective (plus grande fragilité de certaines espèces aux perturbations) mais aussi du fait d'une croissance et d'une régénération elles aussi sélectives (favorisation de la régénération des espèces héliophiles – réaction différentielle des espèces à la perturbation – voir chapitre 1.2).

Toutefois, les mesures de richesse spécifique effectuées à Paracou dans différents types d'habitats (trouées d'exploitation / bordure de trouées / forêt non perturbée) indiquent que l'impact de l'exploitation n'implique **pas de perte de diversité sur le moyen terme** (20 ans après perturbation). Elle entraînerait même dans un premier temps, une légère augmentation de la richesse spécifique due à l'apparition d'espèces héliophiles strictes [15].

Avec environ 30% d'arbres appartenant à des espèces héliophiles présents dans la régénération du peuplement 10 ans après coupe, le niveau de diversité observé est maximal dans les parcelles ayant été exploitées, comparativement aux parcelles témoin et aux parcelles plus fortement perturbées. Le niveau de perturbation observé sur les peuplements parcourus par l'exploitation forestière est conforme à ce que prédit la théorie de la perturbation dite « intermédiaire » (Figure 23), où la diversité est maximale du fait de la création d'une plus grande variété de niches écologiques, les unes favorables aux héliophiles, les autres aux tolérantes à l'ombre.

A titre indicatif, les pourcentages d'essences pionnières relevées sur les placettes exploitées des forêts pilotes d'Organabo et Risquetout parmi les arbres de 10 cm de diamètre et plus, se situent entre 13 et 20%, 10 à 20 ans après la coupe. Ce pourcentage n'atteint 35% que sur la parcelle 5 de Risquetout qui a subi plusieurs exploitations successives en moins de 25 ans.

Par ailleurs, le large éventail de traitements testés par le CIRAD sur le dispositif de Paracou a permis de mettre en avant un **seuil de réduction de la surface terrière de 33% au-dessus duquel la dynamique du peuplement est fortement perturbée et au-delà duquel on observe une modification significative de la composition et de la richesse spécifique du peuplement**. Si on se réfère aux données précédentes ce seuil n'est pas franchi sur les exploitations guyanaises à l'échelle des parcelles. Localement, par contre, il peut être dépassé (voir 3.3.3) notamment dans les zones montagneuses si l'intensité de prélèvement n'est pas bien maîtrisée.

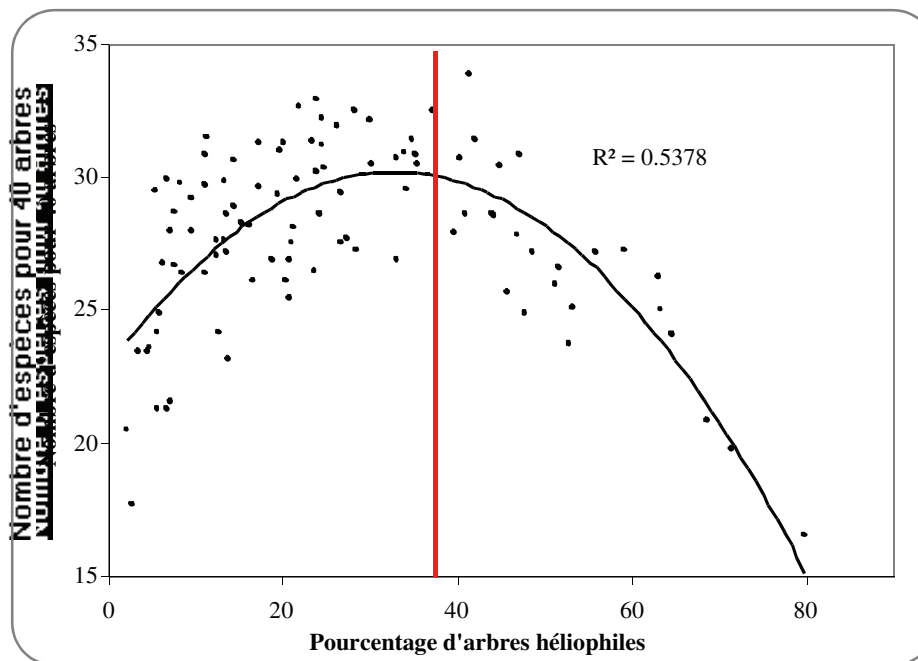


Figure 23: Richesse spécifique des arbres en fonction du niveau de perturbation

Source : adapté de [14]. Données de 99 quadrats de 400 m² du dispositif de Paracou. Richesse spécifique des arbres de 2 à 10 cm de DHP calculée par la méthode de raréfaction de Hurlbert [98] pour un effectif standard de 40 arbres. Perturbation estimée par le pourcentage d'individus héliophiles. La barre rouge correspond au maximum de diversité.

Une étude réalisée au Brésil (11 à 12 ans après l'application de différentes modalités d'exploitation) [69] va dans le même sens, puisqu'elle montre que dans le cas d'une exploitation forestière ayant prélevé 30% de la surface terrière (soit proche du traitement 3 de Paracou) la diversité des tiges de plus de 15 cm de diamètre reste comparable au témoin non exploité.

Les objectifs de production et de protection de la biodiversité sur une même zone ne sont donc pas incompatibles, ce qui conforte le modèle de séries multifonctionnelles, appliqué par l'ONF dans les forêts aménagées.

- A la suite d'une exploitation, la régénération dans les trouées présente autant de diversité spécifique que celle hors trouées (en sachant que les espèces sont en partie différentes) ;
- Les perturbations « intermédiaires » créées par l'exploitation peuvent maintenir un niveau de biodiversité élevé (notamment à l'échelle du paysage) ;
- Localement (à l'échelle de l'hectare), l'ouverture de canopée et/ou la diminution de surface terrière doit être contenue en dessous du seuil de 33%, évitant ainsi un trop fort recrutement des espèces pionnières sans intérêt commercial.

Ces résultats doivent cependant être considérés avec précaution à une échelle plus large : les dispositifs étudiés peuvent bénéficier dans une certaine mesure de possibles effets puits/source qui se retrouveraient amoindris dans le cas d'exploitation sur de très grandes surfaces. Il est donc évident que la préservation de la biodiversité doit aussi s'appuyer sur la mise en place de séries d'intérêt écologique, intégrées aux massifs exploités, qui seules garantissent une conservation efficace de la diversité des espèces tolérantes mais aussi de la diversité des habitats naturels.

En conclusion, dans l'état actuel de nos connaissances, une intensité de prélèvement de l'ordre de **4 à 5 tiges/ha exploité** paraît donc tout à fait **compatible** avec une **préservation** effective de la **diversité spécifique** des arbres car elle entraîne une perturbation modérée n'affectant pas la richesse spécifique à court terme. Il est important de noter que la **composition floristique spécifique du peuplement exploité en deuxième rotation sera cependant inévitablement différente de celle du peuplement initialement exploité.**

3.1.6- Effet de l'intensité de prélèvement sur la biodiversité animale

Les études sur les effets de l'exploitation sur la biodiversité animale sont beaucoup moins nombreuses et peu conclusives, pour le moment.

En Guyane, les premiers résultats en cours de publication concernant les inventaires de grands mammifères tendent à montrer que la mise en exploitation entraîne une modification du cortège faunistique (en favorisant par exemple certains petits singes – saïmiris, tamarins...- et les petits ongulés – daguets, biches...- au détriment des espèces les plus grosses – atèles, tapirs...). Mais il reste très difficile de faire la part entre impact de l'exploitation, impact de la chasse consécutive à l'ouverture des pistes d'exploitation et effet du paysage, les zones exploitées étant souvent comparées à des zones de réserves situées sur des secteurs plus montagneux [70]. Un seul suivi effectué sur le long terme permet une comparaison avant et après exploitation. Il concerne les secteurs de COUNAMI et de Régina-St Georges sur lesquels les inventaires se poursuivent. Il semble qu'aucun effet direct de l'exploitation ne soit mis en évidence sur les communautés de singes mais que c'est bien la chasse consécutive à l'ouverture des massifs qui affecte ces populations [71-73].

Dans le bassin amazonien, les études sur la biodiversité animale en forêt exploitée ne sont pas nombreuses, tout juste une dizaine et concernent essentiellement les chauves-souris et les oiseaux, plus rarement les mammifères. Une méta-analyse rassemblant 138 études concernant l'ensemble de la zone tropicale, a permis de comparer la biodiversité des forêts non perturbées avec celles des autres milieux plus ou moins dégradés [74]. Malgré son titre accrocheur ("*Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity*"), cette méta-analyse ne note aucune dégradation significative des mesures de biodiversité pour les forêts exploitées en comparaison avec les forêts non perturbées. Ils mettent par ailleurs en évidence que les mammifères sont peu sensibles, notamment les chauves-souris qui sont plutôt favorisées par la diversification des niches, alors que les oiseaux et insectes seraient beaucoup plus sensibles aux perturbations du milieu. En comparaison, les forêts secondaires, plantations et zones agroforestières montrent une diminution beaucoup plus importante et significative de la biodiversité en générale, par rapport aux forêts exploitées [75].

Pour le moment, l'état des connaissances nous permet donc de dire que le principal effet négatif de l'exploitation sur la diversité animale est un effet indirect inhérent au développement de l'activité de chasse dans des secteurs auparavant non dérangés. Cet effet secondaire, ne peut se régler qu'avec une adaptation de la législation et des aménagements forestiers. Dans cette attente, l'application d'un principe simple consiste en la mise en place de barrières réglementant la circulation sur les pistes forestières. Le suivi de la grande faune sur les sites de COUNAMI et Régina-St Georges pendant plus de 10 ans, tend à montrer la compatibilité d'une exploitation forestière bien gérée

(exploitation à faible impact) avec la préservation d'un niveau de biodiversité acceptable pour la continuité des équilibres écologiques. Cette étude corrobore l'importance d'un accès réellement restrictif des pistes afin de contrôler les effets indirects induits par la Chasse [73].

Par ailleurs, on retiendra que si les effets globaux de l'exploitation sur la diversité animale restent minimes par rapport à ceux engendrés par les autres usages anthropiques rencontrés dans la zone tropicale, on doit tenir compte que plus de 80% des espèces d'arbres forestiers de Guyane dépendent de la faune pour leur pollinisation et/ou la dissémination de leurs diaspores. Par conséquent, tout doit être entrepris pour maintenir un haut niveau de population et de diversité animale dans les forêts exploitées pour le maintien de leur fonctionnement sur le long terme.

La préservation de ressources suffisantes pour la faune et le maintien d'une continuité entre zones exploitées et séries de protection devront donc être des objectifs intégrés aux modalités de prélèvement mais en tout état de cause aucune relation entre intensité de prélèvement et diversité de la faune ne peut être établie.

3.2- Durée de rotation

3.2.1- Durée de reconstitution des stocks

La **rotation** est généralement calculée de manière à permettre une **reconstitution suffisante** du **capital sur pied**, encore appelé stock, permettant d'**assurer** à moyen et long terme une **production de bois d'œuvre soutenue**.

Elle peut être étudiée à partir de modèles plus ou moins sophistiqués permettant de projeter la dynamique forestière sur un ou plusieurs cycles :

- modèles simples « matriciels » calculant les temps de passage d'une classe de diamètre à l'autre et les effectifs de chaque catégorie (toutes tiges, tiges d'avenir, tiges commerciales) ;
- modèles complexes « individus centrés » calculant les probabilités d'évolution de chaque individu en considérant son appartenance à une catégorie (espèce, stade de développement...) et l'influence de son environnement (compétition, ouverture,...) ;

La rotation peut-être définie de multiple façon :

- durée moyenne de passage des arbres d'avenir à un diamètre exploitable [76],
- durée nécessaire à la reconstitution d'un pourcentage déterminé du stock de bois exploitable initial [24, 77],
- ou encore durée permettant une production stable d'une coupe à l'autre sans considération du niveau de stock initial [61, 78, 79]. Cette troisième notion considère la première coupe comme une coupe exceptionnelle bénéficiant d'une surcapitalisation initiale qui ne peut être intégralement retrouvée.

Tableau 18 : Durées de rotations théoriques calculées sur Paracou à partir d'un modèle simple

| Critère de reconstitution pris en compte pour le calcul de rotation | Rotation après exploitation moyenne ~ 30 m ³ grume/ha (T1) | Rotation après exploitation moyenne et éclaircie ~ 80 m ³ grume/ha (T2) | Rotation après exploitation forte et éclaircie ~ 120 m ³ grume/ha (T3) |
|---|--|---|--|
| Avec hypothèse haute d'un taux de croissance constant | | | |
| surface terrière totale | 29,6 | 39,8 | 33,5 |
| stock d'essences commerciales (en surface terrière) | 43,7 | 44,6 | 50,9 |
| stock exploitable (essences commerciales > 50 cm DHP – en surface terrière) | 39,6 | 61,1 | 99,2 |
| stock exploitable pour les 10 essences commerciales principales (en surface terrière) | 44,8 | 121,5 | 85,0 |
| Hypothèse basse d'une diminution de la croissance 10 ans après exploitation | | | |
| stock exploitable pour les 20 principales essences commerciales (en nombre de tiges) | 85,0 | nc | nc |
| stock exploitable pour l'Angélique (en nombre de tiges) | 61,0 | nc | nc |

Modèle de type type STOMAT, modèle matriciel stochastique paramétré à partir des relevés effectués en 1988 et 1997 (d'après Gourlet Fleury *et al* [19] p270)

Les modèles élaborés sur Paracou fournissent plusieurs sorties plus ou moins optimistes et plus ou moins précises (Tableau 18). Ces données ont le mérite d'indiquer qu'**en Guyane les éclaircies ne permettent pas de réduire les temps de reconstitution** contrairement à ce qui est obtenu dans d'autres régions tropicales [61, 80]. Par ailleurs, elles mettent en évidence que des rotations courtes de l'ordre de 30 ans telles que pratiquées dans des pays voisins ne sont pas viables en Guyane, mais que des rotations plus longues doivent être adoptées si l'on veut garantir une reconstitution du stock exploitable dans les essences commerciales principales (notamment l'Angélique). Elles montrent par ailleurs qu'un certain nombre d'essences ne pourront jamais retrouver leur niveau de stock initial (32% dans le meilleur des cas pour le Grignon franc – 69% pour les Gonfolos), tandis que d'autres au contraire peuvent voir leurs effectifs augmenter (Carapa, Goupi, Balata franc...).

Trois choses doivent cependant nous amener à modérer ces résultats :

- (1) la forêt de Paracou montre une dynamique relativement lente, très différente des autres références (brésiliennes ou surinamaises par exemple) et certainement plus faible que celles attendues pour les forêts de l'Est de la Guyane qui constituent la majeure partie des massifs en exploitation ;

- (2) la forêt de Paracou est relativement pauvre en essences commerciales principales - les angéliques exploitables y représentent moins d'une tige par hectare contre 2,5 tiges/ha en moyenne sur les forêts exploitées et jusqu'à 5 tiges et + par hectare en forêt de Régina-St Georges (donc, des populations au fonctionnement différent - cf § 1.3.4.1.2);
- (3) les suivis d'inventaires effectués au cours des 10 dernières années sur Paracou atteignent des valeurs d'accroissement plus hautes que celles prévues dans les modèles testés.

A la lumière de ces informations, **la durée de rotation a été fixée provisoirement à 65 ans**, pas de temps intermédiaire entre les 85 ans (hypothèse pessimiste) et les 45 ans (hypothèse optimiste) avancés pour la reconstitution du stock exploitable des principales essences commerciales. Les travaux entrepris dans le cadre du réseau GUYAFOR permettront d'envisager, lorsque la variabilité de la dynamique forestière sera mieux connue, l'application de durées de rotation différenciées selon les régions forestières.

3.2.2- Précision concernant l'effet des éclaircies sur la durée de reconstitution

Les données précédentes issues des modèles de Paracou montrent de façon évidente que les éclaircies pratiquées après exploitation, ne permettent pas de raccourcir les rotations mais au contraire alourdissent considérablement le temps de repos. Sur Paracou, 20 ans après l'intervention, on observe toujours un diamètre moyen des tiges d'avenir significativement plus faible sur les parcelles éclaircies (43,5 cm pour le T2) que sur les peuplements seulement exploités (47 cm pour le T1) et ce pour une même densité de tiges commerciales d'avenir [10].

Ces données sont confortées par les essais d'éclaircies (très fortes) effectuées 10 à 15 ans après une exploitation conventionnelle sur les deux forêts-pilotes ONF d'Organabo et de Risquetout [21] (Figure 24):

- on constate une augmentation de la mortalité du peuplement commercial au cours des 4 premières années (de l'ordre de +50% à +60%, du à la chute des arbres dévitalisés et au stress subit par le peuplement) qui tend à revenir à la normal au bout de 8 ans;
- on note une perte de recrutement dans les essences commerciales compte tenu d'une plus forte concurrence avec les héliophiles du bourrage (de l'ordre de - 20%) - cette tendance n'est cependant pas significative au regard de la variabilité spatiale et temporelle du recrutement observé sur les parcelles témoins ;
- les éclaircies entraînent une dynamisation de la croissance des tiges en place de l'ordre de +40%, durable tout au long des 8 années d'expérimentation 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 à l'éclaircie et à la forte mortalité des 4 premières années suivant l'intervention.

Globalement, la dynamisation de la croissance n'a pas permis de compenser les prélèvements et la mortalité indirecte. On pouvait s'attendre à un passage plus rapide des classes de petits bois [10-30 cm] vers celles des gros bois et bois moyens [35 cm et +] mais de fait, les **éclaircies telles que menées sur Paracou et sur les forêts pilotes n'aboutissent pas au raccourcissement de rotation escompté.**

Au final la productivité des placettes éclaircies sur 8 ans est comparable à celle des placettes exploitées (sans éclaircies), soit autour de + 0,25 m³/ha/an (soit environ 3 m³ grume/ha/an -arbres d'essences commerciales de diamètre >10 cm).

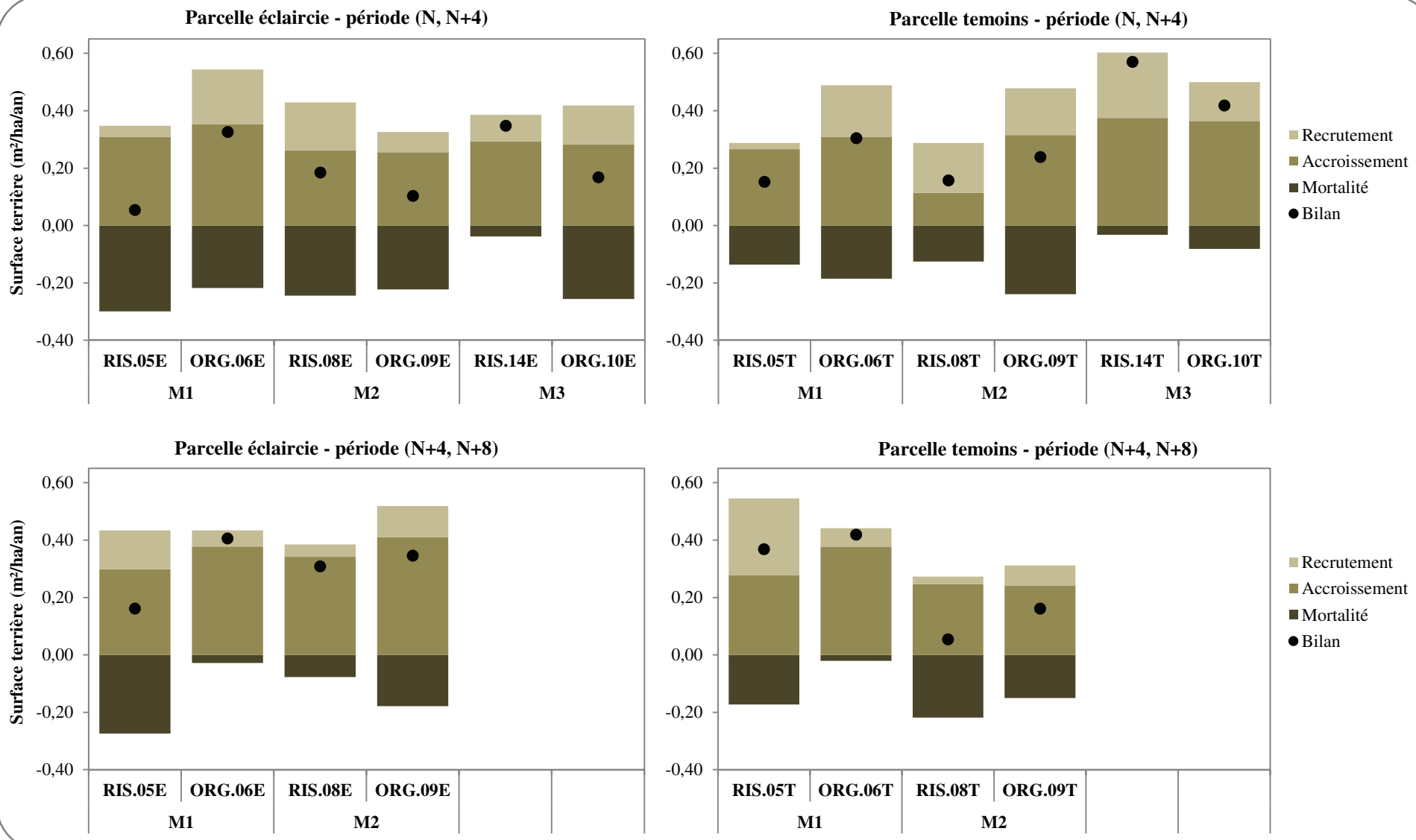


Figure 24 : Bilan de l'accroissement de la surface terrière sur des placettes exploitées et éclaircies et sur des placettes témoins (sans éclaircie)

Sources : données des forêts pilotes de Risquetout et Organabo sur des périodes de 4 ans et 8 ans après interventions. Modalités d'intensité croissante de M1 à M3. La balance de la surface terrière (rond noir) correspond à la somme des gains de surface terrière dus à la croissance et au recrutement dont on déduit les pertes dues à la mortalité.

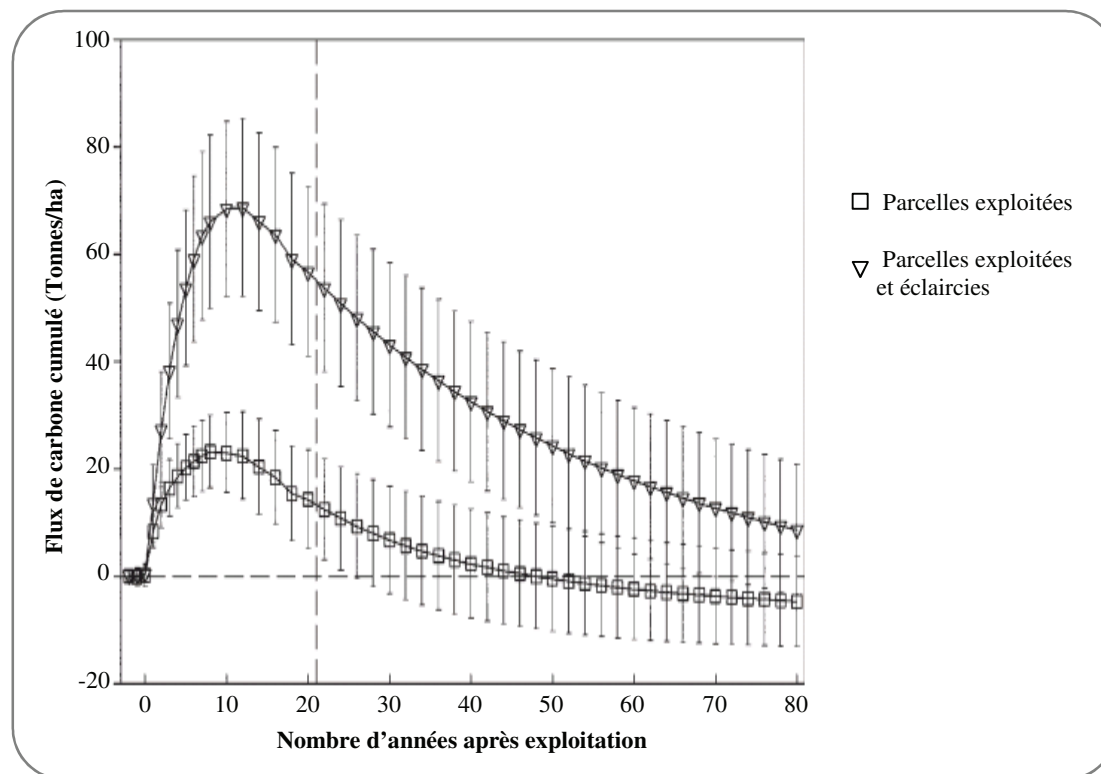
Pour compléter cette revue concernant les éclaircies, bien que cela n'affecte pas directement la durée de rotation, il est à noter que les éclaircies ne semblent pas avoir d'effet ni sur la qualité globale du peuplement de remplacement, ni sur l'état de développement des houppiers [10]. On aurait pu s'attendre à une amélioration de la qualité globale du peuplement et à une augmentation de la proportion des arbres d'avenir et du présent dans le peuplement éclairci compte-tenu d'une sélection des tiges laissant plus d'espace aux développements des couronnes d'arbres en place, mais ce n'est pas le cas. Cela marque sans doute une trop faible réactivité des tiges d'avenir ou une trop forte concurrence des essences non commerciales.

3.2.3- Durée de rotation et fonctions écologiques des forêts

Les durées de rotation généralement adoptées en zone néotropicale et notamment au Brésil sont de l'ordre de 30 ans. Des rotations aussi courtes paraissent cependant incompatibles avec la notion de multifonctionnalité en Guyane française. En effet, le modèle développé sur Paracou montre que le **stock de carbone forestier** n'est **reconstitué après exploitation** qu'au bout d'une **cinquantaine d'années** de repos (plus de 80 ans dans le cas de parcelles éclaircies) [81], (Figure 25). Une **rotation de 30 ans ne permettrait donc de reconstituer ni le stock exploitable, ni la biomasse** et risquerait par perturbation répétée de faire glisser la dynamique forestière vers la secondarisation.

Figure 25 : Modélisation du flux de carbone cumulé après exploitation

Le flux cumulé est la différence entre le stock initial et le stock reconstitué après exploitation sur le site de Paracou (d'après Blanc *et al* [81])



Une autre approche concernant le calcul de la durée de rotation peut être faite par une approche surfacique en se basant sur l'ouverture de canopée et les taux d'impacts (arbres morts ou très fortement endommagés) mesurés après exploitation. Les pourcentages d'impact mesurés dans les massifs guyanais exploités, sont de l'ordre de 15 à 20% (tant en surface de canopée qu'en surface terrière) ce qui correspond donc en moyenne à un **renouvellement complet du peuplement à l'issue de 6 à 5 rotations, en admettant qu'à chaque passage en coupe les zones précédemment exploitées ne subissent pas de nouveaux prélèvements et donc peu d'impact**. Une rotation courte de 30 ans conduirait donc à un renouvellement complet des populations d'arbres sur une durée de 150 à 180 ans alors qu'une rotation de 65 ans équivaut à un renouvellement intégral des arbres de la canopée au bout de 325 à 390 ans [67]. Cette durée est beaucoup plus proche de l'âge moyen des arbres dominants estimé à 366 ans pour 93 espèces amazoniennes étudiées par Laurance *et al* [18]. En Guyane, on estime l'âge moyen d'une Angélique de 70 cm de diamètre à environ 280 ans [16].

Par conséquent, il est démontré que seule une rotation supérieure à 50 ans permet de reconstituer les stocks de carbone. Par ailleurs, nous considérons et que l'adoption d'une **rotation longue de l'ordre de 65 ans** permet d'envisager le **maintien d'une structure et d'une composition proche de celle de la forêt naturelle** et donc de préserver le fonctionnement écologique propre à cet écosystème.

3.3- Modalités de prélèvement

A ce jour, **l'exploitation forestière est l'unique intervention sylvicole et le seul moyen de stimuler la dynamique des peuplements**. Elle stimule la croissance en diamètre des tiges et modifie la composition floristique. Les peuplements forestiers lorsqu'ils sont ouverts peuvent donc produire plus de bois à la condition de réduire autant que possible les dégâts d'exploitation qui entraînent une surmortalité et de gérer le dosage des essences autant que faire se peut. A ce titre, le dirigisme et le contrôle de la qualité de l'exploitation forestière est décisif pour la régénération naturelle et la reconstitution du peuplement adulte, notamment dans les peuplements les plus riches où les risques de surexploitation ne sont pas négligeables.

Il est donc fondamental, dans le cadre d'une gestion durable, de mettre en œuvre une Exploitation à Faible Impact (Guide d'exploitation à faible impact en **Annexe 15**) dont la première étape consiste en la réalisation d'un inventaire spatialisé de la ressource et du peuplement d'avenir, « **la désignation** ». La procédure générale de la Désignation fait l'objet d'une note de service d'application diffusée par ailleurs.

La désignation indique par un **marquage en abandon** un potentiel exploitable souvent bien supérieur à l'intensité de prélèvement objectif, aussi bien à l'échelle de la parcelle qu'à l'échelle locale. La deuxième étape nécessaire à la **maîtrise de l'exploitation** consiste donc à faire des **choix sylvicoles** entre les **tiges désignées** afin de **contrôler l'intensité maximale d'exploitation**, la **spatialisation des prélèvements** et la **pression sur les populations adultes**.

Le **marquage en réserve** doit accompagner le marquage en abandon afin de **garantir le maintien des essences les plus exploitées** (en préservant des semenciers et un peuplement de remplacement suffisant), le **maintien de la faune** (arbres ressources-clés) et la préservation d'arbres remarquables.

Ces marquages impliquent de réaliser des choix qui s'appuient sur l'analyse de différents critères : l'essence, le diamètre de l'arbre, les critères architecturaux renseignant sur le stade de développement, le positionnement relatif par rapport aux autres tiges exploitables à proximité. Ces critères peuvent s'appliquer sur le terrain mais aussi lors d'une analyse a posteriori des données recueillies lors de la désignation.

3.3.1- Les marquages en réserve

3.3.1.1- Le marquage en réserve des arbres d'avenir

Les connaissances actuelles en matière de régénération et de dynamique forestière après exploitation ne permettent pas de déterminer un nombre minimal de semenciers à conserver pour assurer une régénération durable de la ressource ligneuse. Les directives de la FAO en matière de conservation de la diversité génétique [82] fixent malgré tout un nombre minimal de 10 arbres reproducteurs par espèce pour 100 ha.

Malgré le manque de connaissance sur les diamètres à partir desquels les espèces exploitées produisent des graines, il est généralement estimé pour les espèces d'arbres de forêt néotropicale que le diamètre de production de graines est voisin de 30 cm DHP [83]. Pour les espèces exploitées en Guyane, la littérature existante ne fournit que peu de données sur les diamètres de reproduction. Seul un petit nombre d'espèces ont été particulièrement bien étudiées comme l'Angélique (diamètre de reproduction > 32 cm d'après Caron *et al*, 1998.) ou le wacapou (20 cm d'après [84]). Ces études indiquent par ailleurs que les arbres de diamètre compris entre 30 et 50 cm ont une production de graines parfois supérieure à celle des arbres de plus grand diamètre et pourraient donc jouer un meilleur rôle de semenciers que ces derniers.

Le marquage en réserve consiste principalement à **préserver les arbres d'avenir** (ayant également un rôle de semenciers) **des essences les plus exploitées** (Essences Commerciales Majeurs Principales). Ce marquage vise aussi, à l'issue de la première rotation, à ce que les arbres qui constitueront les bois exploitables de la prochaine rotation ne soient pas abîmés lors des phases d'abattage et de débardage en attirant l'attention des exploitants sur ces bois et en pénalisant financièrement toute atteinte physique à ces tiges d'avenir (clauses pénales civiles).

Bien qu'il n'existe aucune donnée sur l'héritabilité des « caractères » (comme la conformation du fût et/ou le port de l'arbre, la présence de tronc creux...), et sur la relation entre ces « caractères » et la valeur de semencier des arbres (quantité et/ou qualité des graines et des plantules) pour les espèces rencontrées en Guyane, il semble cependant judicieux de **sélectionner les arbres les mieux conformés comme semenciers** (appliquer ici le principe de précaution).

Les arbres marqués devront être répartis de la façon la plus homogène possible sur l'ensemble de la parcelle pour chaque essence, le marquage se faisant aussi en fonction de leur vulnérabilité au moment de l'exploitation forestière (éviter la proximité avec un arbre exploitable si la direction naturelle de chute de l'arbre ne permet pas d'éviter la tige d'avenir), mais également au moment de la création des pistes forestières (pas de marquage en réserve sur l'axe des futures pistes).

Pour chaque arbre marqué en abandon dans les tiges d'essences commerciales majeures, il est recommandé de marquer en réserve un arbre d'avenir sur le terrain afin de garantir un renouvellement de la ressource. Néanmoins, **ce marquage en réserve ne pourra pas dépasser un seuil maximal de 4 à 5 arbres/ha toutes essences confondues** en tenant compte des arbres ressources clés et des arbres remarquables, pour ne pas imposer de contraintes trop fortes à l'exploitant forestier.

A l'expérience, il serait nécessaire d'augmenter le nombre d'arbres mit en réserve jusqu'à présent, avec l'atteinte d'un optimal de 3 à 4 tiges/ha et à minima de 1 à 2 tiges/ha afin de sensibiliser les exploitants forestiers.

3.3.1.2- Le marquage en réserve des ressources-clés

En forêt tropicale, 83% des espèces végétales ligneuses sont zoochores (voir [85] pour une revue de différents milieux) ; c'est-à-dire qu'elles dépendent des animaux frugivores pour la dissémination de leurs graines. La conservation des animaux frugivores disséminateurs de graines est donc nécessaire pour assurer une bonne régénération de ces espèces végétales et le maintien de la dynamique forestière. Certaines espèces végétales, dites **ressources-clés**, sont par ailleurs essentielles au maintien sur place des animaux frugivores car elles leur assurent des ressources alimentaires indispensables pendant la période de faible disponibilité en fruits (entre juin et octobre).

Il est difficile de déterminer *a priori* une liste d'espèces ressources-clés applicable à l'ensemble des forêts de la région Nord Guyane. En effet, celle-ci va dépendre de la structure et de la composition du peuplement forestier (richesse et diversité spécifique). Toutefois certaines essences commercialisables, comme le **goupi** (*Goupia glabra*) ou la **bagasse** (*Bagassa guianensis*), dont les périodes de fructification se situent en dehors du pic saisonnier (février à avril [86]), sont connues pour être très consommées par un grand nombre d'animaux frugivores [87-89]. Il serait souhaitable qu'un nombre représentatif d'arbres producteurs soit conservé au sein des parcelles exploitées, principalement pour les essences dont les densités sont généralement très faibles et dont le peuplement de grands arbres producteurs risque d'être exploité dans sa totalité (comme c'est généralement le cas pour la Bagasse).

Une liste d'espèces végétales importantes en tant que ressources-clés peut être définie parmi les essences commercialisables en fonction de leur type de fruit, de leur période de fructification (la période de pénurie alimentaire se situe entre les mois de juin et octobre, avec une pénurie plus marquée en juin et juillet [86]) et de la guildes des animaux consommateurs de fruits qui les exploitent (Tableau 19).

Tableau 19 : liste des principales espèces ressources -clés pour la Guyane

| Nom commercial | Nom scientifique (famille) | Période de fructification en Guyane | Consommateurs |
|---------------------------|--|---|---------------------|
| Bagasse | <i>Bagassa guianensis</i> (Moraceae) | entre septembre et février, irrégulière | Généraliste |
| Goupi | <i>Goupia glabra</i> (Goupiaceae) | septembre à décembre, annuelle | Généraliste |
| Yayamadou marécage | <i>Virola surinamensis</i> (Myristicaceae) | juillet à octobre, annuelle | Oiseaux et primates |
| Assao | <i>Balizia pedicellaris</i> (Mimosoideae) | juin à août | Oiseaux |

Généraliste : espèce dont les fruits sont exploités par plusieurs guildes d’animaux frugivores (oiseaux, primates, ongulés...).
Ce tableau est issu d’une recherche bibliographique pour l’ensemble des espèces exploitées de Guyane.

Certaines espèces, comme le Yayamadou marécage, sont principalement représentées en forêt marécageuse des vallées alluviales constituant des zones qui ne sont pas soumises à exploitation forestière. Cette formation n’occupe que rarement de grandes superficies mais se retrouve fréquemment entre les zones de relief où elle forme des couloirs plus ou moins étroits. Il est donc fort probable que la majorité des arbres de ces espèces ne sera pas soumise à exploitation (de par leur inaccessibilité). On peut donc considérer qu’un nombre suffisant d’arbres reproducteurs sera maintenu au niveau des zones marécageuses pour assurer le rôle de ressources-clés de ces espèces pour la faune frugivore, un marquage en réserve ne s’avérant alors pas nécessaire.

Les fruits légèrement pulpeux de l’Assao sont consommés par les oiseaux frugivores ; toutefois, la faible diversité des consommateurs potentiels n’en fait pas une espèce déterminante comme ressources-clés.

Le goupi quant à lui est une espèce abondante dont les prélèvements sont loin de remettre en question l’avenir de cette espèce, d’autant plus que l’essentiel des gros diamètres ne sont jamais exploités en raison de leur mauvaise qualité (bois creux). Dans ces conditions, le marquage réalisé pour le Goupi en tant qu’essence commerciale majeure principale semble suffisant pour une prise en compte optimale de cette espèce.

En conclusion, l’espèce forestière commercialisable la plus sensible en tant que ressources-clés est la **Bagasse**. Cette espèce (avec le Goupi) présente de plus l’intérêt d’être exploitée par un grand nombre d’animaux frugivores.

Le marquage en réserve en tant que ressources-clés consiste à marquer, lors de l’inventaire pré-exploitation, tous les arbres du peuplement d’avenir, et un arbre sur deux pour le peuplement exploitable (DHP ≥ DME).

Tout comme pour les peuplements de semenciers, il est important, en l’absence de connaissance sur les diamètres de production de fruits et leur capacité de production, de conserver préférentiellement des individus vigoureux.

3.3.2- Critères de choix entre les espèces

3.3.2.1- Cas général

Le choix des tiges à abattre au sein du peuplement commercial dépend aussi de façon importante de la sélection des essences opérée par la demande du marché. Cette sélection reste à l'initiative de l'acheteur, parcelle par parcelle, afin de s'adapter au mieux aux contraintes du moment. Malgré quelques variations conjoncturelles du marché et quelques diversités structurelles entre transformateurs, les priorités entre essences restent relativement constantes et prévisibles.

L'attractivité d'une essence, n'est pas directement liée à son importance en terme de volume exploité mais peut être mesurée objectivement en fonction de deux variables : sa fréquence d'exploitation (nombre de fois où l'essence est prélevée lorsqu'elle est présente) et son taux de prélèvement (nombre de tiges exploitées sur nombre de tiges totales de l'espèce lorsqu'elle est exploitée) (Figure 26). Ces variables sont calculées par unité de prospection (sous parcelles). Selon cette clé d'entrée les essences les plus appréciées sont assez logiquement :

- (1) Les trois essences principales Angélique (AG), Gonfolos (GFL) et Grignon franc (GF) mais aussi la Bagasse (BAG) et dans une moindre mesure le Maho coton (MCO), exploités quasi-systématiquement avec des taux de prélèvement supérieurs à 2 tiges sur 3 ;
- (2) Deux autres essences principales Wacapou (WAC) et Amarante (VIOP) accompagnées d'essences commerciales majeures (cercles orange de la Figure 26) tels les cèdres gris (CDI), les Saint Martin jaune et rouge (SMJ et SMR), les Kwalis (WK et MK) et le Jaboty (JAB) (substituts possibles aux Gonfolos), les Ebènes verte et rose (EBV et EBR), mais aussi des bois précieux tels que le Satiné rubané (SAT) ;
- (3) Enfin certaines essences dites majeures principales du fait des volumes représentés ne présentent qu'une attractivité très faible : c'est le cas du Goupi (GP) mais aussi du Balata franc (BAF).
- (4) Les essences exploitées de façon très épisodique sont (cercle rouge), le Chawari (CHW), le Parcouri (PAR), le Moutende kwali (MK), le Yayamadou kwatae (YAK), le Gaïac de Cayenne (GAI), l'Acacia franc (ACF) et le Wandékolé (WDK).
- (5) Les essences quasiment jamais exploitées sont (cercle bleu), le Wapa (WAP), l'Anangossi (ANA), le Yayamadou montagne (YAM), le Carapa (CAR), le Dodomissinga (DODO), l'Alimiao (ALI) et le Maho noir (MN).

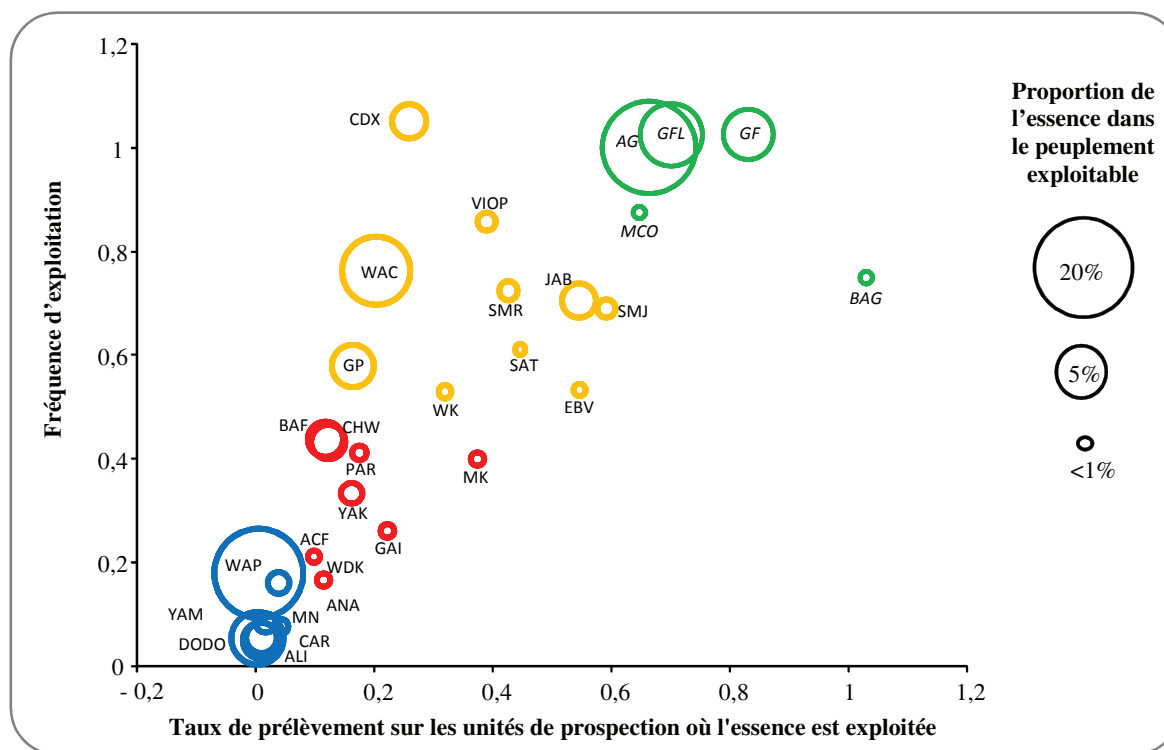


Figure 26 : Attractivité des essences exploitées

La fréquence d'exploitation est nombre d'unités de prospection où elles sont exploitées sur le nombre d'unités de prospection où elles sont présentes. Le taux de prélèvement sur une unité de prospection est le nombre de tiges exploitées sur nombre de tiges inventoriées pour chaque essence considérée. Couleur des cercles et signification des abréviations, cf §3.3.2. Source : ONF, programme PO-Feder DPE, non publié.

Par conséquent **dans le cas de peuplements riches**, il est indispensable que les **mesures de sélection intra-spécifique** au sein des 4 essences les plus attractives (relèvement des DME, DMC¹¹, sélection spatialisée), soient **maîtrisées par le gestionnaire et effectuées au préalable** avant la sélection interspécifique opérée par les acheteurs, sans quoi le choix se portera systématiquement sur une concentration du prélèvement sur les seules essences attractives au détriment d'une diversification indispensable à l'évolution du marché et à la durabilité des populations les plus intensément exploitées.

¹¹ DMC : Diamètre Maximal de Coupe.

3.3.2.2- Cas spécifique des bois précieux

Plusieurs critères plaident en faveur d'une prise en compte particulière des bois précieux. En effet, ce sont des essences qui à la fois :

- (1) présentent des densités très faibles inférieures à 0,5 tige/ha,
- (2) sont taxonomiquement mal cernées et peuvent donc englober des espèces rares voire menacées mal connues,
- (3) subissent un niveau de prélèvement très faible voir anecdotique avec moins de 0,5% du volume mobilisé en moyenne sur les 20 dernières années mais pourraient potentiellement être mieux valorisées sur des marchés de niche.

Dans ces conditions, les **bois précieux** (hors satiné rubané qui fait partie des essences très recherchées –Figure 26) ne devraient **plus être marqués lors des inventaires avant exploitation**. Toutefois, il reste **intéressant de les inventorier et de les positionner afin de se garder la possibilité d'effectuer des prélèvements à la demande** de l'acheteur pour des commandes particulières et contrôlées.

L'analyse du nombre et de la répartition des effectifs au sein de la parcelle, permettra d'orienter les prélèvements afin de ne pas exploiter tous les individus matures d'une même espèce dans un périmètre donné.

3.3.3- Critères de choix entre tiges d'une même espèce

3.3.3.1- L'architecture – critère de choix sur le terrain

L'**état du houppier** est un **bon indice de la vigueur et de l'état de santé des arbres**, qui permet de faire la part entre, d'une part, les tiges d'avenir et du présent dont le houppier en cours de formation ou de réitération est complet, et d'autre part, les tiges du passé qui présentent des signes de dégradation [90, 91]. Les **critères architecturaux** les plus **déterminants** concernent la **mortalité des charpentières** liée à des traumatismes et la **transparence du houppier** liée au dépérissement et à la perte de branches secondaires (Figure 27, Figure 28 et **Annexe 17**). Il existe aussi un lien fort entre la morphologie du houppier et la croissance d'un arbre. A dimension de houppier égale et éclaircissement semblable, la croissance est nettement plus faible pour un individu présentant des marques de mortalité (branches cassées et dépérissement...).

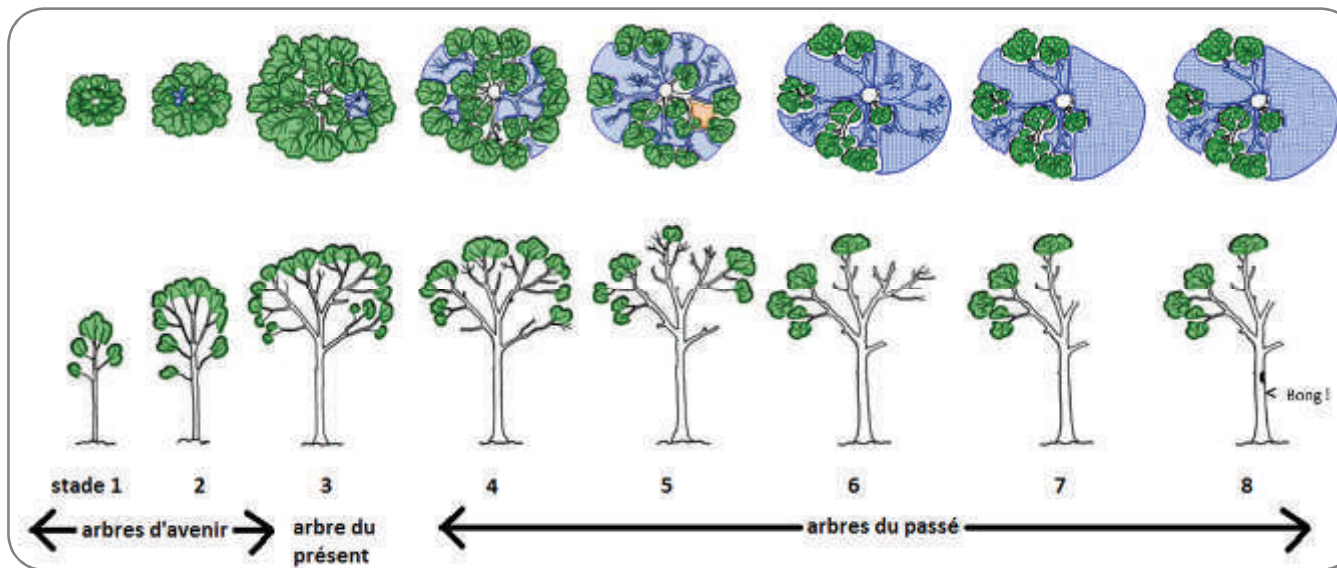


Figure 27 : Diagnostic architectural du stade de développement de l'arbre

Adapté de Eric Nicolini (comm pers): en vert les zones feuillées, en bleu les zones défeuillées (transparence du houppier).

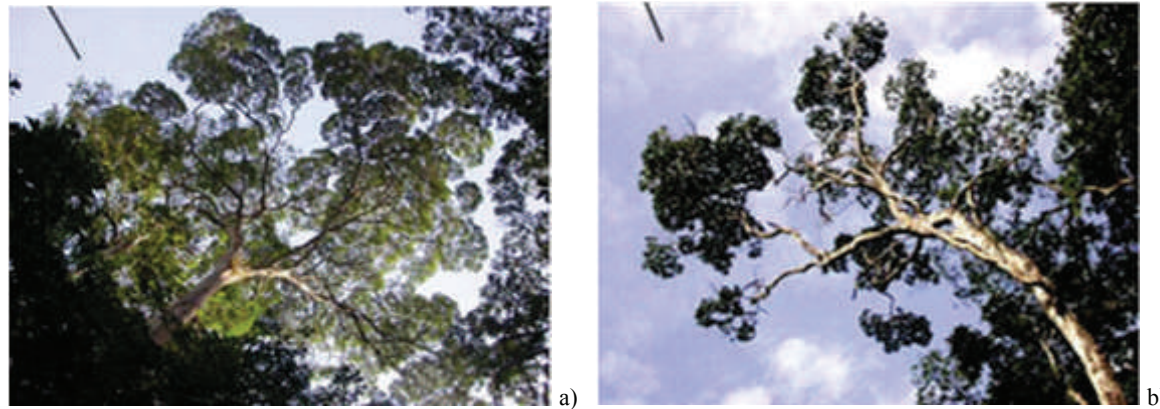


Figure 28 : Photos de couronnes d'Angélique illustratives des diagnostics architecturaux

Source : Eric Nicolini (comm. pers). Photo a : arbre du présent au houppier complet – Photo b : arbre du passé présentant une forte transparence du houppier due à des dépérissements sur des axes secondaires

Un diagnostic architectural appliqué lors de la désignation permet d'effectuer un choix motivé et de mieux caractériser la qualité globale des arbres à abattre (Tableau 20). Les **Annexe 16** et **Annexe 17** décrivent la méthodologie à suivre pour définir le stade de développement d'un arbre. Ces critères architecturaux donnent aussi des indications sur l'évaluation de la qualité des bois sur pied : les arbres présentant des branches maîtresses cassées sont en effet plus souvent susceptibles de développer des pourritures et cœur creux que les arbres aux houppiers complets.

Tableau 20 : Critères de décision de marquage en réserve ou en abandon en fonction du diagnostic architectural

| Critères | Classement | Décision pour les arbres \geq DME | Décision pour les arbres < DME |
|---|------------------------------|--|--|
| Houppier intact (état 1 à 3) | Arbre d'avenir et du présent | Exploitable | A réserver si essence commerciale principale |
| Houppier déperissant (état 4 à 6) | Arbre du passé | A exploiter impérativement | Ne pas réserver sauf arbre ressource-clé |
| Houppier très déperissant ou ayant perdu des charpentières (état > 6) <ul style="list-style-type: none"> - Pas de pourritures, trous ou cœur creux (7) - Indices de pourritures, trous ou cœur creux (8) | Arbre du passé | <ul style="list-style-type: none"> - A exploiter impérativement - Ne pas exploiter | Ne pas réserver sauf arbre ressource-clé |

Les autres critères qui sont très corrélés à la présence de tares sont les chancres (5 et plus sur le tronc) et les trous apparents sur le fût avec huit fois sur dix la présence d'une cheminée.

3.3.3.2- Le diamètre d'exploitabilité – critère de sélection après inventaire

Dans des **parcelles très capitalisées**, il peut s'avérer judicieux de **rehausser le diamètre minimum d'exploitabilité**, en gardant sur pied des arbres de plus petite dimension et de bonne qualité (généralement des arbres du présent), afin de ne pas dépasser les intensités de prélèvement maximales fixées précédemment et de ne pas diminuer trop fortement la population reproductrice des espèces prélevées (Figure 29).

Une autre manière de limiter l'intensité de prélèvement peut consister à ne pas exploiter les très gros diamètres qui se révèlent plus fréquemment creux après abattage (arbres du passé de très grosses dimensions). De ce fait, il peut être opportun de définir un **diamètre maximal d'exploitabilité** (Figure 29), à la fois pour des raisons technologiques mais également pour préserver des semenciers adaptés à la station et limiter la taille des trouées d'abattage (privilégier des trouées de taille petite à moyenne par rapport à des grandes trouées pour une régénération optimale de la forêt –voir §1.2.5).

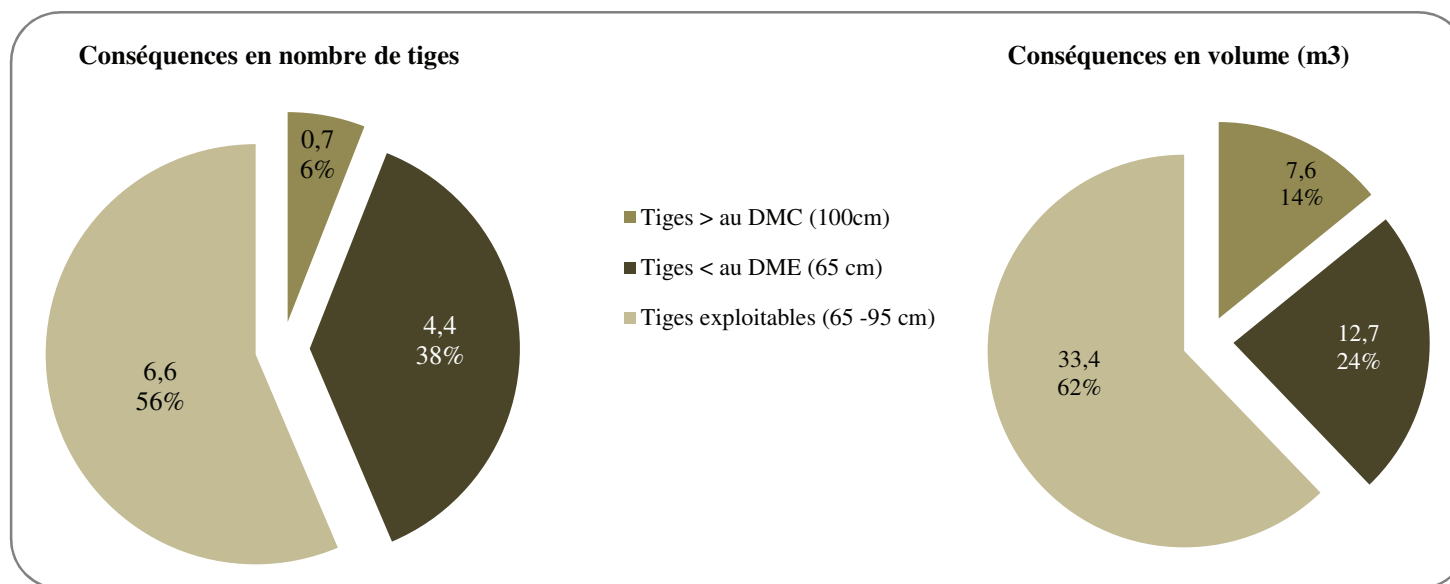


Figure 29 : Exemple de proposition de modification des diamètres d'exploitation et conséquences sur le prélèvement à l'hectare
 DMC fixé à 100 cm et DME relevé à 65 cm. Source : données ONF onf parcelle REG74, forêt de Régina St George

Ainsi dans les **forêts de l'Est** de la Guyane où la ressource en essence commerciale majeure est globalement très importante et dépasse largement l'intensité objectif avec les seules essences principales, il est préconisé de réaliser une **sélection au diamètre a posteriori** sur la base des données de désignation.

L'utilisation d'un diamètre maximal de coupe - DMC (exemple : exploitation uniquement des tiges inférieures à 100 cm de diamètre) et d'un DME rehaussé (exemple : passage de 55 à 65 cm de diamètre) doivent aussi être réfléchis en fonction de la structure diamétrique des populations afin d'éviter des pressions d'exploitation trop forte sur les reproducteurs. De plus cette sélection entre tiges d'essences principales est généralement insuffisante pour respecter le seuil maximal d'intensité de prélèvement. Une sélection entre essences est aussi nécessaire.

Il est proposé de retirer en priorité de la liste des tiges exploitables :

1. les très gros bois des essences commerciales majeures les plus représentées afin d'assurer leur renouvellement : fixation d'un diamètre maximum de coupe (DMC) ;
2. les bois a priori les plus jeunes et les plus vigoureux, de plus faible diamètre, parmi les essences commerciales majeures les plus représentées (relèvement du DME) ;
3. les tiges parmi les essences les plus rares et les moins représentées sur la parcelle (voir chapitre 3.3.3).

3.3.4- Répartition spatiale des prélèvements

3.3.4.1- Cas général

Le suivi de l'évolution des arbres de Paracou en fonction de la distance aux trouées d'exploitation les plus proches (de 1 à 50 m) et de la surface de ces ouvertures (de 10 à 2000 m²), fait apparaître clairement que c'est la **distance** aux trouées qui définit la réponse des individus, que ce soit en termes de croissance, de recrutement ou de mortalité

induite [28, 92]. La surface des trouées les plus proches n'influence que secondairement et dans une moindre mesure le phénomène de croissance. L'ouverture créée par les trouées d'abattage ou les pistes de débardage **augmente** efficacement la **croissance** moyenne des tiges jusqu'à une **distance de 20 à 25 m** de l'ouverture ainsi créée (Figure 30). Cet indice d'espacement appliqué à des ouvertures moyennes d'exploitation de l'ordre de 600 m² correspond à une densité de l'ordre de 4 à 5 trouées par hectare en fonction de la forme utilisée pour modéliser les trouées.

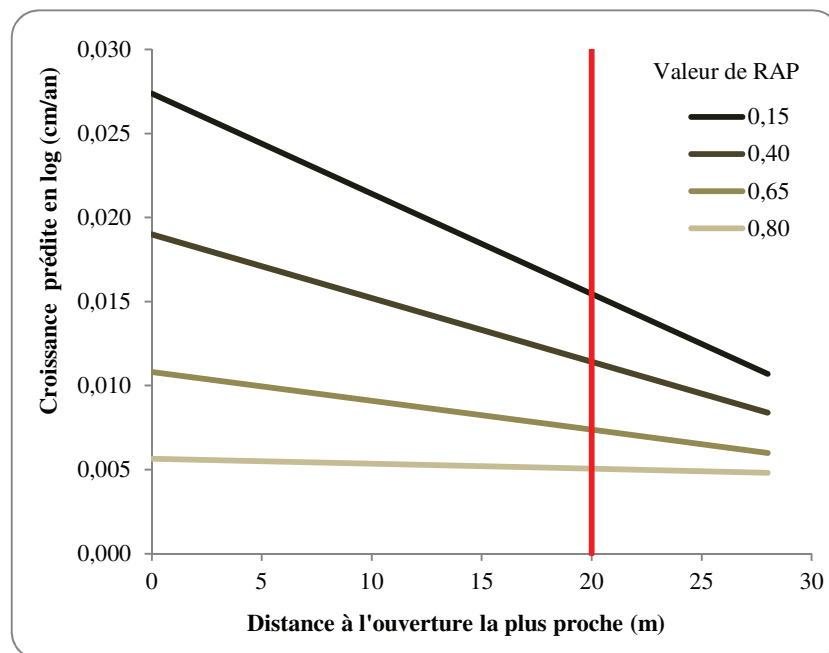


Figure 30 : Croissance des arbres en fonction de la distance à l'ouverture d'exploitation la plus proche et en fonction de son stade ontogénique

Le stade ontogénétique est indiqué par le RAP : rapport entre le DHP et le DHPmax connu pour une essence donnée. Adapté de Hérault *et al* [92].

De fait, des petites trouées bien réparties sur la surface de la coupe sont plus profitables à la dynamique du peuplement forestier et il sera donc préférable pour augmenter la croissance du peuplement résiduel d'éviter une exploitation trop concentrée et préférer une intensité de 4 à 5 tiges bien disséminées quand le choix se présente. On peut constater sur la Figure 30 que l'effet des ouvertures sur les arbres est inversement proportionnel à leur diamètre, les plus petits diamètres profitant pleinement de l'ouverture alors que le gain de croissance est très faible voir nul sur les plus gros diamètres quel que soit la distance à la trouée.

Cette notion de densité locale n'est pas aisée à apprécier lors de la désignation sur le terrain. Cependant, une règle applicable pour tendre vers une **meilleure répartition des prélèvements** peut être, lorsque la **densité en ECMp est forte, d'éviter de marquer en abandon les tiges des autres essences commerciales et de limiter leur marquage aux seules parties de parcelles où la ressource est moins abondante.**

3.3.4.2- Cas des essences agrégatives (Angélique, Gonfolo rose, Wacapou, Goupi)

Dans le cas des espèces agrégatives, la répartition du prélèvement en petites trouées dispersées n'est pas évidente à appliquer sur le terrain du fait de la concentration naturelle de ces espèces (cf. 1.3.4). La proximité des tiges exploitables, groupées en petit agrégat ou en large plaque, entraîne fréquemment des ouvertures assez larges dues à la concentration des dégâts d'exploitation sur les zones d'abattage multiple. Par ailleurs, si la dispersion des ouvertures en petites trouées est plus favorable à la croissance du peuplement résiduel, elle n'est pas forcément optimale pour le renouvellement des principales essences agrégatives commerciales qui peuvent avoir des tendances héliophiles dans leur jeune stade comme le Gonfolo rose ou l'Angélique (cf. 1.3).

Le scénario optimum de prélèvement dans le cas des essences agrégatives n'est donc pas totalement arrêté et reste en cours de test (programme DYGEPOP). Plusieurs possibilités sont cependant proposées dans le chapitre 4 ciblant ces espèces et un itinéraire provisoire est conseillé en s'assurant du respect du principe de précaution dans l'attente des résultats définitifs des essais d'ici quelques années.

3.4- Récapitulatif des recommandations concernant les trois principaux paramètres sylvicoles

Tableau 21 : Récapitulatif des paramètres sylvicole recommandé pour la Guyane

| Paramètres sylvicoles appliqués aux forêts tropicales guyanaises. | | | | |
|---|-------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| L'Intensité de prélèvement | Plateau | | Montagne | |
| | nombre tige/ha exploité | volume/ha exploité | nombre tige/ha exploité | volume/ha exploité |
| | 5 | 20 à 25 m ³ grume | 4 | 20 à 25 m ³ grume |
| Objectifs : | | | | |
| 1 - limiter les impacts au peuplement résiduel à moins de 25% en nombre de tiges et en surface terrière. | | | | |
| 2- pas de dégradation de la qualité globale du peuplement de remplacement | | | | |
| 3- sans ouverture excessive de la canopée (en montagne, cet objectif doit aussi être contrôlé à l'échelle locale, a minima sur l'unité de prospection) | | | | |
| 4- préserver une haute biodiversité | | | | |
| 5- assurer un équilibre global entre investissements et recettes | | | | |
| La rotation | | | | |
| durée fixée à 65 ans | | | | |
| Objectifs : | | | | |
| 1- garantir la reconstitution des stocks d'essences commerciales principales | | | | |
| 2- assurer le retour au stock de carbone forestier initial | | | | |
| 3- aboutir à une révolution de l'ordre de 325 à 390 ans proche du cycle naturel de la forêt | | | | |
| 4- prendre une marge de sécurité de 15 à 20 ans par rapport aux recommandations issues de Paracou -ECOFOR (elle pourra être révisée en fonction des nouvelles données issues des placettes permanentes du réseau GUYAFOR) | | | | |
| 5- pas d'interventions en éclaircie, coûteuses et peu efficaces | | | | |
| Modalités de prélèvement | | | | |
| Objectifs du marquage en désignation : | | | | |
| 1- pour chaque tige marquée en abandon une tige doit être mise en réserve afin d'assurer le renouvellement du stock, soit théoriquement 4 à 5 tiges/ha comprenant arbres d'avenir et ressources-clés – cette densité objectif peut être pratiquement ramenée à 3-4 tiges dans le cas où les arbres de remplacement seraient peu abondants | | | | |
| 2- la sélection des tiges sur le terrain doit se baser en premier lieu sur une observation de l'architecture des individus (tant pour les arbres réservés que pour les arbres à exploiter) | | | | |
| 3- dans les peuplements fortement capitalisés en essences commerciales majeures principales le diamètre minimum d'exploitabilité (DME) doit être rehaussé et un diamètre maximum de coupe (DMC) peut être fixé sur la base de l'analyse de la désignation afin de limiter la pression sur les populations reproductrices | | | | |
| 4- le rehaussement du DME et la fixation d'un DMC sont généralisés à toutes les parcelles pour le Wacapou à hauteur respective de 50 et 70 cm | | | | |
| 5- les bois précieux seront inventoriés mais ne seront marqués en abandon que sur demande explicite de l'acheteur et sur la base de l'analyse de l'inventaire | | | | |
| 6- les tiges d'essences commerciales non principales ne seront pas marquées en abandon dans les zones où la densité en ECMP est déjà forte (supérieure à 5 tiges/ha) | | | | |

4- Gestion spécifique aux essences commerciales majeures principales et aux espèces rares

Parmi les essences commerciales majeures (§ 1.2.3), l'Angélique, le Gonfolo rose et le Wacapou peuvent former localement des populations très denses. Cette capacité est directement liée à la répartition agrégée de ces espèces qui forment des plaques et/ou des agrégats (§ 1.3.4.). Cette concentration d'une part importante de la ressource permet à la fois de la mobiliser plus facilement et de garantir une standardisation de l'offre grâce à des volumes conséquents. Elle peut cependant aussi entraîner des problèmes de surexploitation locale et de concentration des impacts d'exploitation.

Seules l'Angélique et le Wacapou ont fait l'objet d'études suffisamment approfondies pour permettre de proposer une gestion spécifique. Le Gonfolo rose bien que moins connu car plus récemment étudié sera toutefois abordé (en tant que deuxième essence exploitée) et quelques propositions générales fondées sur les premiers résultats obtenus seront données.

A l'opposé de ces espèces assez communes, le cas des espèces rares et des espèces protégées pose aussi des questions spécifiques quant à leur vulnérabilité vis-à-vis de l'exploitation. Le manque de connaissance sur l'écologie de ces espèces mal cernées et sur le fonctionnement de ces populations impose un certain nombre de précautions.

4.1- Gestion des populations d'Angélique

4.1.1- Diamètres seuils

Les caractéristiques des peuplements d'angéliques sont très variables à l'échelle régionale (Tableau 22). Les peuplements de l'Ouest et du Centre sont globalement moins capitalisés que ceux de l'Est avec notamment un diamètre moyen plus faible à l'Ouest et un rapport petit bois – gros bois très différent entre Est et Ouest. Une adaptation du DME et du DMC serait donc nécessaire entre ces sous régions.

Tableau 22 : Caractéristiques moyennes des peuplements d'Angéliques par zones forestières

| Parcelles | Densité des Angéliques ≥ 10 cm | Densité des Angéliques ≥ 30 cm | Diamètre quadratique moyen (cm) | Rapport PB / GB | Pourcentage des adultes exploitables |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| Zone Ouest | | | | | |
| Bloc St Laurent 1 | 6 | 3,4 | 37 | 5.9 | 19% |
| Bloc St Laurent 2 | 7.2 | 4.1 | 36 | 6.7 | 15% |
| Bloc St Laurent 3 | 5.9 | 3.6 | 36 | 6.6 | 14% |
| Zone Centre | | | | | |
| Bloc Tonnégrande 6 | 4.3 | 2.1 | 38 | 4.1 | 25% |
| Bloc Kourou 5 | 4.1 | 2.6 | 36 | 5.7 | 21% |
| <i>Paracou P16 *</i> | 5.7 | 3.1 | 38 | 3.9 | 15% |
| Zone Est | | | | | |
| Bloc Cayenne 2 | 2.8 | 2.1 | 40 | 3.2 | 33% |
| <i>Nouragues</i> | 8.1 | 4.7 | 46 | 1.2 | 30% |
| <i>Régina P74</i> | 17.5 | 13 | 54 | 0.5 | 34% |

Source : données des blocs d'inventaires papetiers et de deux placettes DYGEPOP (en italique)

Rapport PB/GB : rapport de densité entre PB (arbres entre 10 et 30 cm DHP) et GB (arbre ≥60 cm DHP)

Pourcentage des adultes exploitables : arbres ≥60 cm DHP en % de la population reproductrice totale ≥30 cm DHP

Même si les caractéristiques moyennes des **populations de l'Ouest** se définissent par un **diamètre moyen plus faible**, une **très forte proportion de tiges d'avenir** et une **relative pauvreté en Angélique**, les données disponibles sur la dynamique des peuplements ne nous permettent pas de modifier le diamètre minimum d'exploitation de l'Angélique qui reste fixé comme pour le reste du peuplement à **55 cm**.

Pour les **peuplements forestiers de l'Est** guyanais, qui étaient par le passé très mal connus, tous les inventaires réalisés montrent des densités en Angélique très supérieures avec des diamètres moyens plus élevés et un déficit en petit bois.

Dans ces conditions, le **diamètre minimum d'exploitabilité pourra être relevé de 55 à 60 voire 65 cm** sur la base de l'analyse des données de l'inventaire de chaque **parcelle** (forêt de Régina-St Georges), afin de préserver un potentiel de remplacement suffisant (équilibre entre tiges marquées en abandon et tiges de remplacement marquées en réserve) et éviter que les intensités d'exploitation dépassent localement les seuils optimum fixés. **Dans le cas de parcelles très hétérogènes, cette adaptation pourra être réfléchi à l'échelle de l'unité de prospection.**

Pour les **populations du Centre**, de caractéristiques intermédiaires, il est proposé de maintenir un **DME de 55 cm**.

4.1.2- Critères de choix des arbres à récolter

Comme nous l'avons détaillé au § 1.3.4.1, la dynamique de régénération de l'Angélique est complexe et peut varier suivant qu'elle se présente en agrégats ou en plaques. Cependant les connaissances acquises sur cette espèce nous permettent de proposer des règles générales pour son exploitation.

- 1) **Préserver les semenciers isolés** : ces arbres jouent un rôle essentiel dans la mise en place de la régénération et des futurs agrégats de l'espèce. Ils doivent être conservés même si leur diamètre est supérieur au DME.
- 2) **Maximiser la « pluie » de graines** : La dispersion de l'Angélique se faisant majoritairement à courte distance il faut s'assurer que la plus grande partie des parcelles exploitées soit couverte par la « pluie » de graines d'Angélique. Cette mesure est d'autant plus nécessaire que la mortalité des juvéniles (1 cm au collet à 10 cm de diamètre) et des semis (inférieur à 1 cm de diamètre) est très importante (45 à 60 %).

Pratiquement :

- a. lorsque l'Angélique est en plaque, cela revient à conserver une distance maximale de 60 à 70 m entre deux semenciers ;
 - b. lorsque l'Angélique est en petits agrégats, cela revient à conserver un ou deux semenciers par agrégats, de préférence les semenciers en périphérie d'agrégats.
- 3) **Utilisation de critères architecturaux** : lorsque deux arbres sont équivalents du point de vue des critères de diamètre ou des critères ci-dessus, le choix de l'arbre à prélever doit être fait suivant des critères architecturaux comme décrit dans le § 3.3.2.1.

En forêt de Régina-St Georges, dans des peuplements très capitalisés, où le fonctionnement en plaque implique un vieillissement généralisé des agrégats, une autre option est possible : le « tout ou rien » c'est-à-dire une exploitation complète des agrégats dans lesquels la régénération est absente et un maintien complet des agrégats au diamètre moyen plus faible comprenant des tiges du présent. Cependant, la taille des ouvertures créées sera plus importante et l'impact des grandes trouées d'exploitation sur la dynamique forestière d'une part, et sur la dynamique de l'espèce d'autre part, fait encore l'objet de questionnement. Des essais de traitement de ce type ont été mis en place et font l'objet de suivi, mais les résultats ne seront exploitables que dans quelques années. Dans l'attente de ces résultats et comme expliqué dans le § 3.3.4.1, les **petites ouvertures** semblent être le **moyen le plus efficace** pour **augmenter la croissance** du peuplement résiduel et on **privilégiera une sélection des tiges au diamètre selon les préconisations précédentes**.

Pratiquement lors des désignations, après plus de 100 m de virée sans présence d'angéliques, il est souhaitable que les premières tiges reproductrices (≥ 30 cm) rencontrées par les prospecteurs, correspondant aux individus isolés ou en bordure d'agrégats, soient marquées en réserve même s'ils dépassent le DME. **En pratique, cette analyse sera réalisée a posteriori au bureau sur la base de l'analyse globale de la population d'Angélique.**

Dans les agrégats denses (tiges espacées de moins de 50 m), il est recommandé de désigner en priorité les bois de diamètre intermédiaire (65 à 100 cm) et les arbres du passé (critères de couronne). Les autres tiges pourront être marquées en réserve à concurrence de 4 tiges/ha.

4.1.3- Rotation

Les modèles matriciels calés sur les données de Paracou et testés par le Cirad montrent qu'un système d'exploitation qui serait basé sur une rotation de 45 ans pourrait permettre de reconstituer le stock d'essences commerciales global à l'issue de la rotation mais ne permettrait pas de reconstituer le stock d'Angélique (cf. § 3.2.1). Le modèle SELVA spécifique à l'Angélique précise en effet que la récolte de toutes les angéliques de diamètre supérieur à 55 cm à chaque rotation, entraînerait une baisse très rapide du stock exploitable (Figure 31a) et une disparition progressive de la population totale (Figure 31b). L'adoption d'une rotation de 65 ans et d'une méthode de marquage préservant une partie de la population exploitable permettrait d'améliorer fortement ces tendances en préservant la ressource au moins au cours des trois premiers cycles (Figure 31a et b – en bleu). Ces scénarii se basent cependant sur une dynamique telle que celle observée sur Paracou et ne peuvent s'appliquer à des populations 5 fois plus denses présentant une dynamique démographique très différente, tel qu'il a été observé dans l'Est de la Guyane. Tout porte à croire qu'une exploitation préservant une forte densité absolue de semenciers dans un environnement lumineux favorable aux jeunes angéliques permettra d'aboutir à des évolutions plus favorables.

Un nouveau modèle devra donc être paramétré afin de tester le devenir des populations d'angéliques de l'Est de la Guyane dans les conditions d'exploitation telles que définies dans ce guide. Les données récoltées dans le cadre du programme DYGEPOP et les suivis de croissance débutés sur les parcelles du réseau GUYAFOR dans l'Est guyanais nous permettront de répondre sur ce point d'ici quelques années.

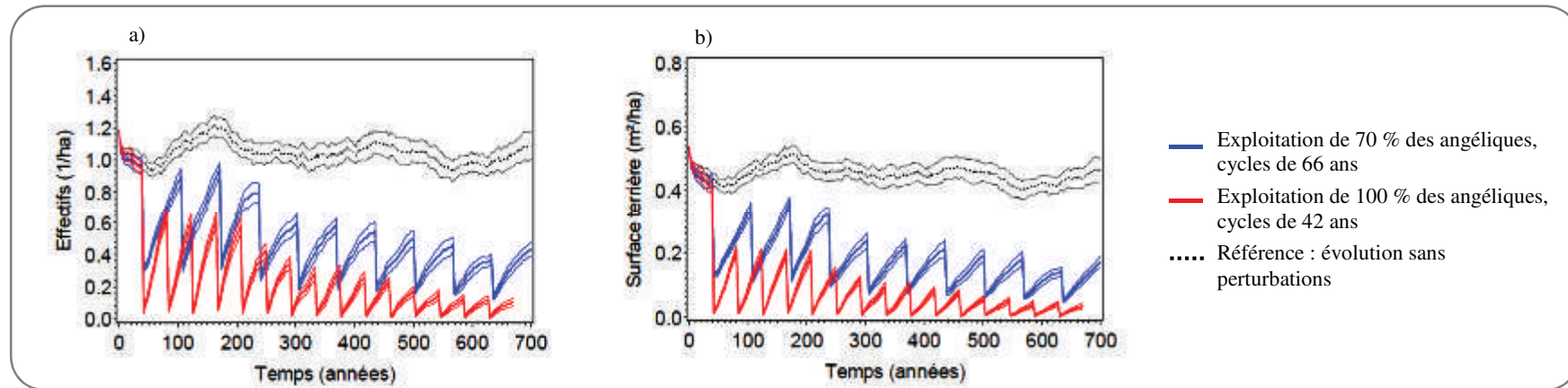


Figure 31 : Réponses du modèle SELVA suivant différents scénarii d'exploitation de l'Angélique, arbres au-dessus du DME
 Evolution du stock des arbres supérieur au DME (fixé à 55cm). a) effectif, b) surface terrière. Moyennes et avec leur limites de confiance supérieure et inférieure à 95 %. Source : CIRAD – S. Goulet-Fleury, comm. pers.

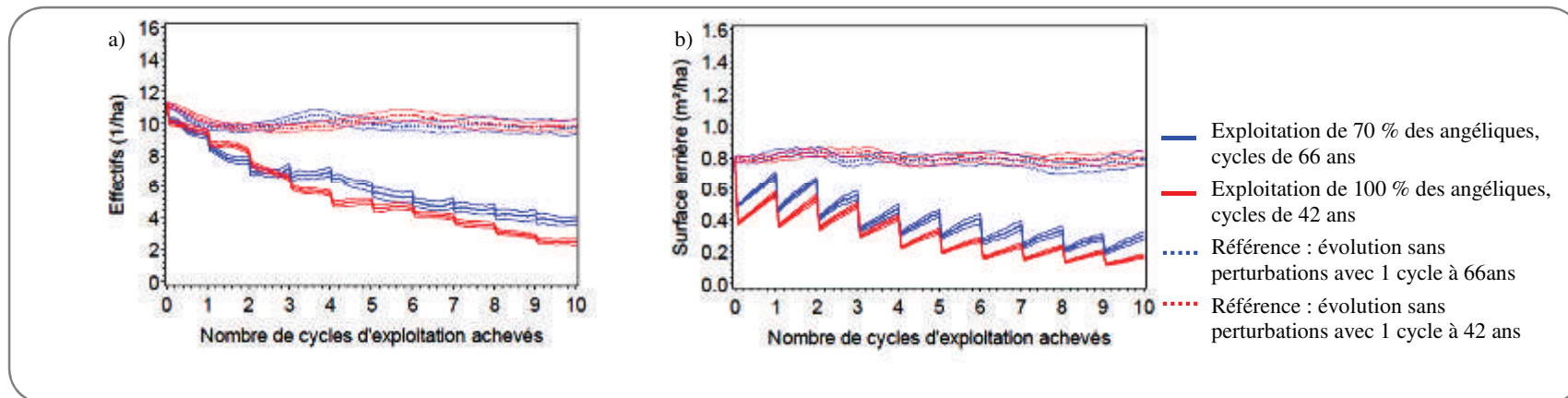


Figure 32 : Réponses du modèle SELVA suivant différents scénarii d'exploitation de l'Angélique, arbres de plus de 10 cm de diamètre
 Evolution du stock des arbres supérieur à 10 cm. DME fixé à 55cm. a) effectif, b) surface terrière. Moyennes et avec leur limites de confiance supérieure et inférieure à 95 %. Abscisse : un cycle d'exploitation démarre avec une exploitation et s'arrête juste avant l'exploitation suivante. Source : CIRAD – S. Goulet-Fleury, comm. pers.

4.2- Gestion des populations de Wacapou

Le Wacapou est une espèce reconnue comme potentiellement menacée par l'IUCN. A ce titre, l'espèce a fait l'objet d'une étude de sensibilité spécifique [93].

Bien que son exploitation reste très limitée en Guyane puisque moins de 20% des individus actuellement récoltables sont coupés, sa préservation dans les forêts exploitées est d'autant plus importante que l'espèce semble très rare voire absente de la zone Sud de la Guyane (Figure 33).

Plusieurs règles sylvicoles propres à l'espèce sont proposées pour assurer cet objectif de conservation.

4.2.1- Diamètres seuils

La mesure la plus efficace et la moins contraignante pour garantir la préservation de l'espèce dans les forêts exploitées, consiste à diminuer le pourcentage de tiges exploitables chez les individus adultes afin de préserver le potentiel de reproduction de l'espèce.

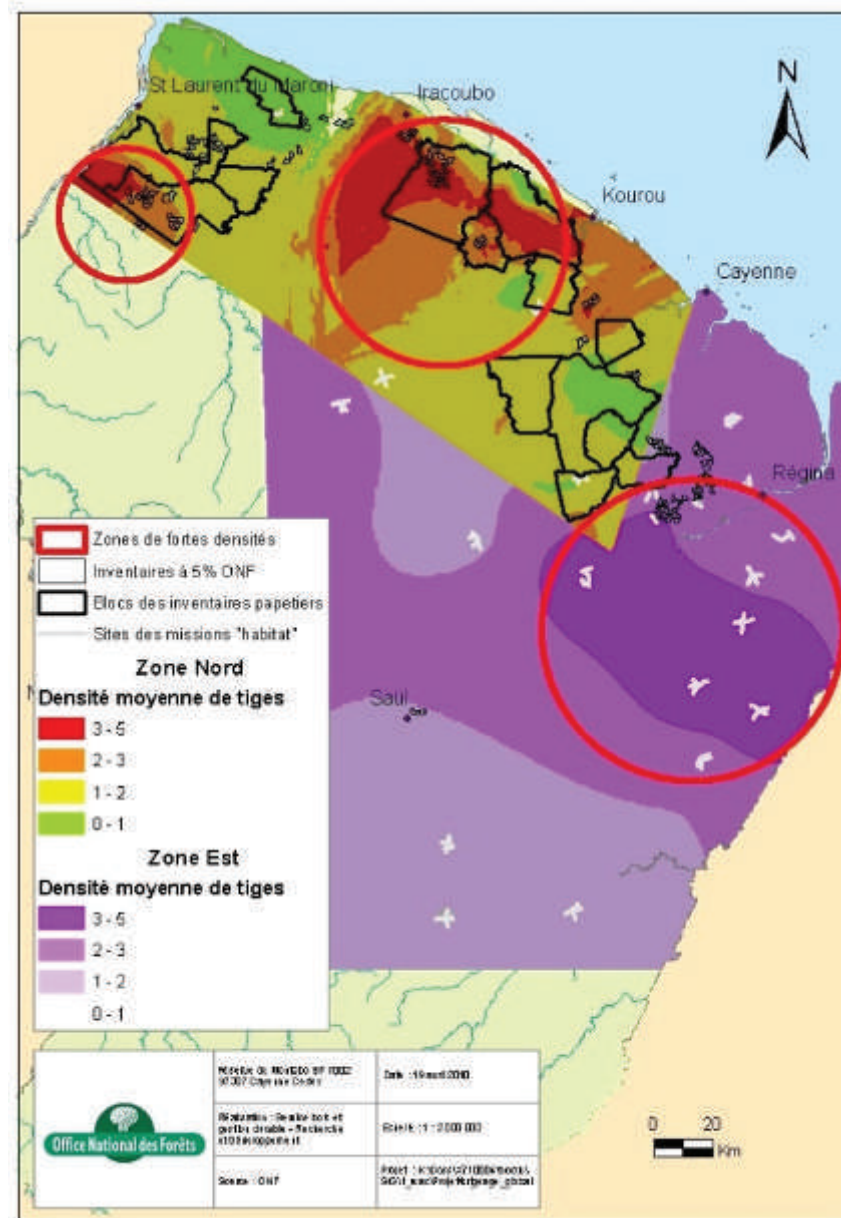
D'après les données des Inventaires papetiers, environ 92 % des tiges de wacapous ont un diamètre inférieur à 50 cm. On passe à 96 % si l'on considère les tiges inférieures à 60 cm (Figure 34).

Actuellement, le diamètre d'exploitabilité du Wacapou est de 45 cm. Les tiges comprises entre 30 et 45 cm de diamètre représentent 58,5 % des tiges adultes d'après la compilation des inventaires disponibles. Cette proportion s'élève à 73,7 % pour les tiges comprises en 30 et 50 cm de diamètre, et à 80,9 % pour celles comprises entre 30 et 55 cm de diamètre.

Seuls 2,35% des wacapous actuellement exploités ont un diamètre inférieur à 45 cm (45cm milieu de grume – soit 50cm à 1m30), 6,95% ont un diamètre inférieur à 50 cm (soit 55cm à 1m30). Les faibles diamètres sont peu ou pas attractifs pour les acheteurs, ces diamètres permettant que de très faibles rendements au sciage.

Figure 33 : Carte de densité du Wacapou à l'échelle régionale

Carte pour de les tiges $\geq 10\text{cm}$ estimée par krigeage à partir des données d'inventaires papetiers (zone Ouest) et d'inventaires HABITAT (zone Sud et Est).



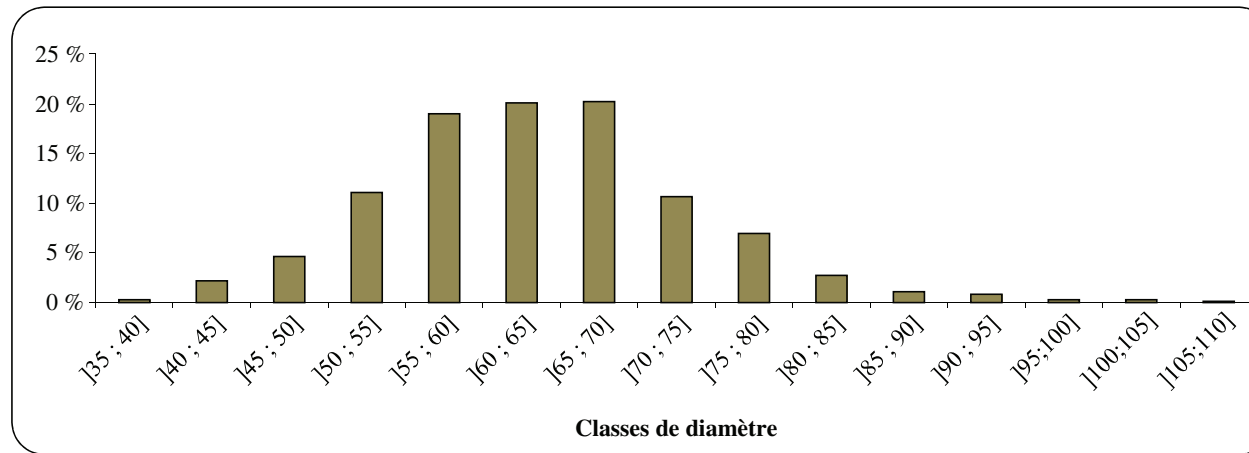


Figure 34 : Répartition des wacapous (exprimée en pourcentage) exploités entre 1995 et 2008, par classes de diamètre.

Une mesure relativement peu contraignante pour le marché consiste donc à **remonter de façon permanente le diamètre minimum d'exploitabilité à 55 cm** (très faible diminution des possibilités de coupes actuelles et possibilité de compenser dans les tiges de 55 à 70 cm de diamètre). L'intérêt principal de cette mesure est de sauvegarder une grande partie des tiges tout en ayant un faible impact sur l'exploitation actuelle du Wacapou.

Dans le même d'ordre d'idée, la mise en place d'un diamètre maximum d'exploitabilité permettra de réduire davantage la part de Wacapou exploitable et de préserver les bois les plus gros. Ces tiges de gros diamètres représentent un potentiel génétique important ayant prouvé de bonnes capacités d'adaptation aux conditions présentes localement. Ce sont de gros reproducteurs souvent inexploitable par la filière car le cœur creux est un défaut très répandu chez les individus de gros diamètres.

Les tiges de plus de 70 cm de diamètre ne représentent que 4,9% des adultes mais plus de 20% des volumes exploités. **La mise en place d'un diamètre maximum de coupe permanent à 70 cm** (inclus) est un effort raisonnable permettant de sauvegarder une part significative des gros Wacapou qui ont un fort intérêt écologique (intérêt des gros bois creux pour la faune notamment), sans représenter un effort considérable pour la filière d'exploitation.

Il demeure néanmoins possible, dans le cas d'une demande exceptionnelle d'équarris, sous réserve d'une analyse pertinente de la population de wacapou des parcelles concernées (analyse des données de la désignation) de ramener le DME à 45 ou 50 cm selon les cas.

4.2.2- Critères de choix des arbres à récolter

L'analyse des paramètres démographiques de cette espèce à l'échelle des blocs d'inventaires papetiers montre l'existence de plusieurs dizaines de milliers d'hectares où la population de Wacapou semble naturellement à un stade de régression, le remplacement des individus sénescents n'étant plus assuré par le recrutement du fait d'une très faible proportion d'arbres de faibles diamètres. On peut aussi remarquer que cette situation de blocage se rencontre avec des densités globales de Wacapou très variables.

Plusieurs hypothèses peuvent être émises :

- ces situations de blocage de la régénération correspondent au modèle démographique décrit précédemment (cf. § 1.3.4.2) dans le cadre d'une « surpopulation » d'adultes
 - cela implique (i) que ce modèle soit valable non seulement au niveau de la plaque mais aussi à plus large échelle ; (ii) que les faibles densités globales correspondant à

ces situations cachent une répartition très hétérogène et concentrée de la population due par exemple à une part importante de terrains hydromorphes qui concentrerait les adultes sur des secteurs plus restreints avec de fortes densités locales.

- ce phénomène est indépendant des paramètres démographiques mais lié à une modification globale des conditions pédologiques et/ou climatiques sur des zones auparavant plus favorables au Wacapou, ce qui impliquerait que les zones de blocage soient relativement semblables du point de vue stationnel - les quatre zones observées présentant un blocage partagent en effet la présence de reliefs bas à forte tendance hydromorphe.

Ces deux hypothèses sont donc plausibles et ne sont pas exclusives l'une de l'autre.

Pour favoriser la régénération de l'espèce, deux critères de sélection doivent être adoptés :

- 1- **Préserver les semenciers isolés** : de même que pour l'Angélique les arbres isolés sont à l'origine de la création de nouveaux agrégats et donc leur rôle dans le processus de régénération est primordial. La conservation de ces arbres est encore plus nécessaire (voire cruciale) pour le Wacapou que pour l'Angélique, car même dans le cas de petits agrégats, la régénération du Wacapou est bloquée, ce qui n'est pas le cas pour l'Angélique.
- 2- **Prélever dans les fortes surfaces terrières d'adultes, au profit des zones de surface terrière faible** : la Figure 35 montre que la plupart des juvéniles se situent dans des zones de faible surface terrière d'adultes - 80% des juvéniles ont, dans un rayon de 30 m, moins de 0.75 m² de surface terrière d'adultes, ce qui équivaut par exemple à 4 arbres de 50 cm ou 2 arbres de 70 cm de diamètre. On pourrait donc préconiser de concentrer les prélèvements de cette espèce dans les secteurs présentant plus de 3 tiges exploitables par hectare.

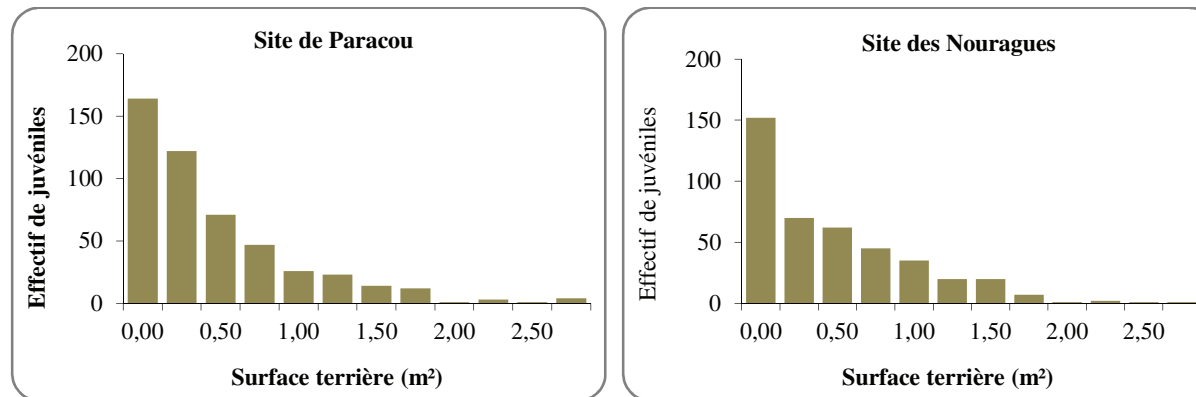


Figure 35 : Effectif de juvéniles Wacapou en fonction de la surface terrière des adultes

La surface terrière est calculée dans un rayon de 30 m autour de chaque juvénile. Adapté de Traissac et Pascal [44].

Pratiquement, comme pour l'Angélique, il est recommandé lors des désignations, de marquer en réserve, même s'ils dépassent le DME, les wacapous rencontrés après plus de 100 m de virée sans présence de Wacapou, les premières tiges reproductrices (≥ 30 cm) rencontrées par les prospecteurs, correspondant aux individus isolés ou en bordure d'agrégats.

Comme il est difficile d'évaluer la densité globale d'une population sur le terrain, **le seuil de densité de 3 tiges/ha sera utilisé a posteriori** suivant les résultats des inventaires pré-exploitation (désignation). Compte-tenu de l'organisation du Wacapou en large plaque, nous proposons **d'utiliser ce seuil à l'échelle des unités de prospection**.

4.2.3- Rotation

Compte tenu de la vitesse de croissance du Wacapou 3 à 5 fois plus lente que celle des autres principales essences commerciales, une durée de rotation plus importante pour cette espèce devrait être logiquement adoptée. Toutefois, compte tenu de la faible pression exercée sur la population de Wacapou, limitée à moins de 20% du potentiel (soit une pression 4 fois moindre que celle subie par l'Angélique) sans qu'aucune restriction n'ait été donnée jusqu'à présent, l'équilibre entre taux de prélèvement, production et rotation paraît cohérent pour le Wacapou dans les parcelles exploitées.

4.3- Gestion des populations de Gonfolo rose

La dynamique démographique du Gonfolo rose n'est pas encore assez bien connue pour proposer une sylviculture propre à cette espèce. Cependant elle présente certaines similitudes avec l'Angélique : bien que moins abondant, le Gonfolo rose peut former localement des plaques tout aussi denses ; la régénération profite bien des ouvertures de la canopée, mais les graines anémochores ont une dispersion limitée à 50 m.

Aussi de même que pour l'Angélique, le choix des arbres à couper doit préserver un « réseau » d'arbres semenciers permettant de maximiser la pluie de graines.

En pratique il faudrait éviter après exploitation, d'avoir plus de 100 m entre deux semenciers de Gonfolo rose en suivant les mêmes principes que pour l'Angélique. S'appliquent également les mêmes difficultés d'évaluation de la densité globale de la population sur le terrain, les seuils seront définis **a posteriori** suivant les résultats des inventaires pré-exploitation (désignation).

Les données de dynamique ne sont pas encore suffisantes pour affiner les diamètres d'exploitation et la durée de rotation. Cependant, à la vue du tempérament de l'espèce et de sa vitesse de croissance, les rotations fixées pour l'Angélique devraient également convenir au Gonfolo rose. Aussi de la même façon, dans les **zones de montagne**, particulièrement favorables à l'espèce, où l'on rencontre les **peuplements les plus stockés** en Gonfolo rose, le **diamètre minimum d'exploitabilité** pourra être **relevé** par parcelle ou unité de prospection, en fonction des résultats d'inventaire obtenu, de façon à ne pas dépasser les seuils maximum d'intensité de prélèvement.

Une attention particulière devra être portée à cette essence par les prospecteurs, lors de l'identification sur le terrain et notamment sur le massif de Bélizon. Des espèces proches de *Qualea rosea* ont en effet été déterminées sur ce massif : semblables au niveau du tronc mais avec des feuilles très petites comme celles du Gonfolo gris, pour le *Qualea tricolor* et avec par contre, des feuilles plus grandes, pour le *Qualea polychroma*. A noter, que le *Qualea mori-boomii* bien que pour l'instant jamais rencontré sur Bélizon est présent dans le RNN des Nouragues toute proche. Ces Gonfolo sont exploités depuis de nombreuses années sur le massif de Bélizon en tant que Gonfolo rose sans qu'aucune différence ne nous ait été signalée au niveau des caractéristiques du bois. A l'avenir et dans la mesure du possible, une distinction devra être faite entre les espèces afin de mieux cerner la proportion relative de ces différents taxons au sein de l'essence.

4.4- Cas des essences rares

Nos connaissances restent encore trop lacunaires pour bon nombre d'espèces exploitées, peu abondantes, pour lesquelles l'écologie est peu connue et la démographie mal cernée faute de données suffisantes. Une étude sur le diagnostic de vulnérabilité vis-à-vis de l'exploitation forestière d'espèces d'arbres rares de Guyane, réalisée par l'ONF à la demande du Ministère en charge de l'écologie [94] a permis de définir une liste d'essences susceptibles d'être fragilisées par l'exploitation forestière en Guyane et pour lesquelles des études approfondies sont nécessaires. La vulnérabilité des espèces a été établie en fonction de plusieurs critères écologiques (densité moyenne des arbres adultes et aire de répartition de l'espèce, mode et distance de dissémination des graines, capacité de dormance, tempérament des semis, réponse à l'exploitation). Elle a ensuite été confrontée aux menaces liées aux risques de surexploitation (abondance et répartition des populations en Guyane, taux de prélèvement) et aux confusions taxonomiques. Les sensibilités ainsi mesurées ont permis de dresser des priorités et de définir ensuite des actions particulières qui doivent être menées (

Tableau 23). Ces essences sensibles font pour la plupart parties du groupe des essences dites précieuses qui font déjà l'objet de mesures spécifiques (§ 3.3.3.2) mais elles comprennent aussi deux essences majeures principales, le Gonfolo gris et l'Amarante, ainsi que des bois dits de couleur dont un très exploité, le St Martin jaune.

Cette première étude a montré plusieurs lacunes en termes de connaissances qu'il est nécessaire de combler afin de mieux évaluer la vulnérabilité et les risques inhérents à chaque espèce. Des programmes de recherche doivent être lancés en ce sens et des fiches de reconnaissance permettant de distinguer les différents taxons doivent être fournies aux prospecteurs afin d'améliorer le niveau de détermination. Dans l'attente de ces données, des principes de précaution peuvent être adoptés dans le cadre des actions sylvicoles afin de limiter les risques de surexploitation et afin d'accroître nos connaissances sur les populations concernées. Ces principes complètent ceux adoptés pour les bois précieux (Tableau 24)

Tableau 23 : Liste des essences rares et priorités d'action vis-à-vis de leur sensibilité

| Essence | Intensité de prélèvement | Taxons concernés | Vulnérabilité des espèces | Vulnérabilité des populations en Guyane | Priorité d'action |
|------------------|--------------------------|--|---------------------------|---|-------------------|
| Satiné rouge | + | <i>Brosimum spp.</i> | +++ | +++ | 1 |
| Acajou de Guyane | Informelle | <i>Cedrela odorata</i> | + | +++ | 1 |
| Gonfolo gris | +++ | <i>Ruizterania albiflora</i> | + | A confirmer | 1 |
| Amarante | ++ | <i>Peltogyne venosa</i> <i>Peltogyne paniculata</i> <i>Peltogyne lecontei</i> | ++ | + | 2 |
| Amourette | Informelle | <i>Brosimum guianense</i> | + | ++ | 2 |
| St-Martin jaune | ++ | <i>Hymenolobium flavum</i> <i>Hymenolobium petraeum</i> | +++ | ++ | 2 |
| Bois grage | 0 | <i>Euplassa pinnata</i> <i>Roupala montana</i> <i>Roupala obtusa</i> <i>Panopsis sessilifolia</i> | +++ | ++ | 2 |
| Ebène rose | ++ | <i>Tabebuia impetiginosa</i> | ++ | A confirmer | 3 |
| Manil montagne | ++ | <i>Moronobea coccinea</i> | ++ | A confirmer | 3 |
| Parcourî | ++ | <i>Platonia insignis</i> | ++ | A confirmer | 3 |
| Bois serpent | + | <i>Zygia racemosa</i> | +++ | + | 4 |
| Cœur dehors | ++ | <i>Diptotropis purpurea</i> | ++ | + | 4 |
| Panacoco | + | <i>Swartzia panacoco</i> | ++ | A confirmer | 4 |
| Boco | + | <i>Bocoa prouaencis</i> <i>Bocoa viridifolia</i> | ++ | 0 | 4 |

Tableau 24 : Premières actions sylvicoles recommandées lors des désignations

| Essence | Classement | Actions sylvicoles recommandées lors des désignations |
|--------------------------------------|---|--|
| Acajou de Guyane et Amourette | Exploitation informelle à mieux maîtriser | 1- Inventaire systématique de toutes les tiges supérieures au DME sans marquage mais avec positionnement au GPS, afin de pouvoir répondre à des demandes d'exploitation ponctuelles et ciblées (comme les autres bois précieux) 2- Marquage en réserve de l'ensemble des arbres d'avenir |
| Amarante | Essence commerciale majeure intégrant plusieurs espèces distinguables | 1- Identifier systématiquement les 3 espèces dans le cadre de la gestion courante 2- Réaliser des fiches de description détaillant les critères taxonomiques permettant de distinguer les 3 espèces 3- Marquage en réserve d'arbres d'avenir déjà prévu dans les procédures de désignation |
| Gonfolo gris | Essence commerciale majeure dont l'écologie est mal connue | 1- Distinction systématique des 2 essences de Gonfolo (Rose et Gris) 2- Mise en réserve systématique de l'ensemble des bois d'avenir de Gonfolo gris |
| St Martin jaune | Essence intégrant différentes espèces (non distinguables pour le moment) et supportant un niveau important de prélèvement | 1- Mise en réserve systématique de l'ensemble des bois d'avenir 2- Réaliser des fiches de description détaillant les critères taxonomiques permettant de distinguer les différentes espèces d'Hymenolobium. |

4.5- Cas des espèces protégées

A ce jour, plusieurs espèces d'arbres ou de palmiers sont protégées par l'arrêté ministériel du 9 avril 2001 (Tableau 25).

Pour les espèces qui peuvent être confondues avec les espèces exploitables du même genre (en gras dans le Tableau 25), un effort de formation devra être porté afin qu'ils puissent être reconnus et prises en compte (mises en réserve) par les équipes d'exploitation et d'inventaire.

Ces espèces qui sont pour la plupart assez rares, feront l'objet de descriptions précises qui seront intégrées dans un guide de reconnaissance à l'intention des prospecteurs forestiers.

Tableau 25 : Liste des arbres et palmiers protégés en Guyane

| Nom vernaculaire | Nom d'espèce | Famille | Type |
|---------------------------|--|------------------|---------|
| Guebi oudou | <i>Himatanthus drasticus</i> (C.F.P. Martius) M. Plumel | Apocynaceae | Arbre |
| Boco | <i>Bocoa viridiflora</i> (Ducke) Cowan | Caesalpinioideae | Arbre |
| Pikin panga | <i>Crudia tomentosa</i> J.B. Aublet | Caesalpinioideae | Arbre |
| Adougoue | <i>Swartzia leblondii</i> R.S. Cowan | Caesalpinioideae | Arbre |
| Nengue oudou | <i>Acioa guianensis</i> J.B. Aublet | Chrysobalanaceae | Arbre |
| | <i>Schistostemon sylvaticum</i> D. Sabatier | Humiriaceae | Arbre |
| Bois de rose | <i>Aniba rosaeodora</i> Ducke | Lauraceae | Arbre |
| Maho noir | <i>Eschweilera squamata</i> S.A. Mori | Lecythidaceae | Arbre |
| Maho marécage | <i>Lecythis pneumatophora</i> S.A. Mori | Lecythidaceae | Arbre |
| Bouchi Cacao | <i>Pachira dolichocalyx</i> A. Robyns | Malvaceae | Arbre |
| Ficus | <i>Ficus cremersii</i> C.C. Berg | Moraceae | Arbre |
| | <i>Esenbeckia cowanii</i> RC. Kaastra | Rutaceae | Arbre |
| Bouchi kananbouli | <i>Simaba moretii</i> C. Feuillet | Simaroubaceae | Arbre |
| Wana kwali | <i>Vochysia sabatieri</i> L. Marcano-Berti | Vochysiaceae | Arbre |
| Palmier | <i>Asterogyne guianensis</i> JJ. de Granville | Arecaceae | Palmier |
| Palmier | <i>Astrocaryum minus</i> J.W.H. Trail | Arecaceae | Palmier |
| Palmier | <i>Bactris nancibensis</i> JJ. de Granville | Arecaceae | Palmier |
| Palmier à huile américain | <i>Elaeis oleifera</i> (Kunth) Cortes | Arecaceae | Palmier |
| Palmier Waï | <i>Geonoma fusca</i> Wessels Boer | Arecaceae | Palmier |

5- Récapitulatif des consignes sylvicoles préconisées

L'ensemble des **préconisations sylvicoles faites dans ce guide peuvent être résumées et déclinées en fonction de la richesse des peuplements rencontrés.**

Il est évidemment difficile d'évaluer a priori la richesse d'une parcelle avant sa désignation. Cependant, les statistiques récoltées lors des inventaires déjà réalisés au cours des années 2000-2008 montrent que la richesse commerciale moyenne des peuplements présente des tendances régionales assez nettes. Ainsi la majorité des peuplements riches (Volume commercial $\geq 55 \text{ m}^3_{\text{grume/ha}}$) sont situés sur le plateau du massif de Régina St Georges et sur les hauts-reliefs de Bélizon ainsi que sur quelques secteurs du massif de Tamanoir. La plupart des parcelles pauvres (Volume commercial $< 30 \text{ m}^3_{\text{grume/ha}}$) sont quant à elles concentrées dans le massif de Paul Isnard dans la région de St Laurent ainsi que sur les reliefs les plus bas proches des grands fleuves (bassin de la Mana, de la Comté, du Kourou et de l'Approuague).

Sur ces différents massifs, **un pré-classement des parcelles avant désignation devra donc être effectué sur la base des Diagnostic d'Aménagement (DiAm)** disponibles à proximité. Un travail est par ailleurs en cours afin de prédire la richesse commerciale des peuplements en fonction des reliefs rencontrés dont l'influence semble très significative.

Dans l'immédiat, chaque parcelle devra être pré-classée (riches, moyennement riches, pauvres) afin que des consignes claires puissent être passées aux équipes d'inventaire. Puis, de façon incontournable, **une analyse des inventaires après désignation sera obligatoirement réalisée** afin de pouvoir adapter les critères sylvicoles, notamment les DME et la sélection des essences exploitées sur chaque parcelle en fonction des intensités de marquage constatées.

Le Tableau 26 synthétise les consignes sylvicoles recommandées en fonction de la richesse en essences commerciales des peuplements inventoriés.

Tableau 26 : Consignes sylvicoles recommandés en fonction de la richesse des peuplements et des zones forestières

| | | Peuplements pauvres Nbre tige/ha cad ECMP ≤ 3 | Peuplements moyennement riche 3 < Nbre tige/ha cad ECMP ≤ 7 | Peuplements riches Nbre tige/ha cad ECMP > 7 |
|--------------------------------|----------------------|---|---|---|
| DME | Angélique et Gonfolo | 55 cm | 55 cm | Rehausser de 55 à 60 voire 65 cm - Soit dès la désignation selon analyses Habitat (pour REG rehausser à 60 cm dès 2014) - Soit dans le doute d'après l'analyse des données de la désignation (désignation réalisée dans ce cas à partir de 55 cm) |
| | Autres essences | 55 cm (y compris Wacapou) | 55 cm (y compris Wacapou) | 55 cm (y compris Wacapou) |
| | Bois précieux | 45 cm | 45 cm | 45 cm |
| DMC | | 70 cm pour le Wacapou | 70 cm pour le Wacapou | 70 cm pour le Wacapou 100 cm pour Angélique et Gonfolo |
| Intensité de prélèvement visée | | 4 tiges/ha exploité (20 m3) | 4 tiges/ha exploité (20 m3) | 5 tiges/ha exploité (25 m3) sur plateau 4 tiges/ha exploité (2 m3) en montagne (gestion par unité de prospection) |

| | Peuplements pauvres Nbre tige/ha cad ECMP ≤ 3 | Peuplements moyennement riche 3 < Nbre tige/ha cad ECMP ≤ 7 | Peuplements riches Nbre tige/ha cad ECMP > 7 |
|--|--|--|--|
| Priorités de marquage en abandon entre essences (Dans le cas des peuplements riches : appliquer à l'échelle de l'UP dans le cadre de parcelles très hétérogènes) | 1- Diversification maximale du prélèvement | 1- Exploitation prioritaire des angéliques et/ou gonfolos non isolés | 1- Marquage des seules angéliques ou gonfolos dans les plaques à fortes densité (les autres essences sont pointées mais non marquées) 2- Marquage des seules essences secondaires (autres que gonfolos et angéliques) dans les agrégats peu denses (gonfolos et angéliques sont pointés mais non marqués) |
| | 2- Marquage de toutes les essences commerciales y compris les bois précieux | 2- Marquage de toutes les essences sauf les bois précieux | 3- Pas de marquage des bois précieux 4- Sur la forêt de Régina-St Georges très capitalisée en Angélique pas de marquage des gonfolos qui sont en limite d'air de répartition |
| Intensité de mise en réserve | 3 à 4 tiges/ha exploité | 4 tiges/ha exploité | 4 à 5 tiges/ha exploité |
| Priorité de mise en réserve | 1- Tous les bois d'avenir des espèces sensibles (Gonfolo gris, Amarante, St Martin jaune, Acajou de Guyane, Amourette – uniquement <i>Brosimum guianense</i> et Grignon) | 1- Tous les bois d'avenir des espèces sensibles (Gonfolo gris, Amarante, St Martin jaune, Acajou de Guyane, Amourette – uniquement <i>Brosimum guianense</i> et Grignon) | 1- Tous les bois d'avenir des espèces sensibles (Gonfolo gris, Amarante, St Martin jaune, Acajou de Guyane, Amourette – uniquement <i>Brosimum guianense</i> et Grignon) |
| | 2- La ressource-clés (Bagasse) | 2- La ressource-clés (Bagasse) | 2- La ressource-clés (Bagasse) 3- Angélique, Gonfolo et Wacapou (arbre du présent) isolés (à + 100 m) même si \geq DME. Cette mise en réserve peut être complétée lors de l'analyse de la désignation. |
| | 3- Un arbre d'avenir d'Angélique, Gonfolo et Wacapou pour chaque tige exploitée de la même espèce | 3- Un arbre d'avenir d'Angélique, Gonfolo et Wacapou pour chaque tige exploitée de la même espèce | 4- un semencier d'Angélique ou Gonfolo (arbre du présent) tous les 100 m dans les plaques denses - Cette mise en réservée peut être complétée lors de l'analyse de la désignation |
| | 4- Tous les arbres et palmiers des espèces protégées | 4- Tous les arbres et palmiers des espèces protégées | 5- Tous les arbres et palmiers des espèces protégées |
| Pointage sans marquage | 1- Tous les arbres des essences commerciales hormis ceux de la catégorie 7. | 1- Tous les arbres des essences commerciales hormis ceux de la catégorie 7. | 1- Tous les arbres des essences commerciales hormis ceux de la catégorie 7. |
| | | 2- Tous les arbres d'avenir d'ECMP non réservés | 2- Tous les arbres d'avenir d'ECMP non réservés |
| | 2- Tous les arbres d'avenir d'ECMP non réservés | 3- Tous les bois précieux \geq DME sauf Satiné rubané. | 3- Tous les bois précieux \geq DME sauf Satiné rubané 4- Tous les angéliques et gonfolos >DMC ou <DME non marqués en réserve ou en abandon 5- Tous les arbres des essences secondaires non marqués en abandon |

| | Peuplements pauvres Nbre tige/ha cad ECMP \leq 3 | Peuplements moyennement riche 3 < Nbre tige/ha cad ECMP \leq 7 | Peuplements riches Nbre tige/ha cad ECMP > 7 |
|---|--|---|--|
| Critères de choix des arbres | 1- Diagnostic architectural systématique de chaque arbre inventorié en abandon et en réserve. | 1- Diagnostic architectural systématique de chaque arbre inventorié en abandon et en réserve. | 1- Diagnostic architectural systématique de chaque arbre inventorié en abandon et en réserve. 2- Angélique en petits agrégats : conserver 1 ou 2 semenciers par agrégats de préférences en périphérie d'agrégats. 3- Angélique en plaques : conserver une distance maximale de 100 m entre 2 semenciers. |
| Contrôle post-désignation (analyses des inventaires) | 1- Les bois précieux marqués sont retirés de la vente si plus de 4 tiges/ha ont été marquées au global | 1- Vérification de l'intensité de marquage et de mise en réserve 2- Application des consignes des peuplements pauvres ou riches si des écarts trop importants sont constatés | 1- Le DME des angéliques ou gonfolos est rehaussé si l'intensité maximale est dépassée et les bois correspondants sont ôtés de la vente. |

Les consignes adaptées aux parcelles riches reprennent l'essentiel des préconisations spécifiques à la gestion des populations d'Angélique et de Gonfolo. Elles peuvent être adoptées pour des parcelles entières ou pour des unités de prospection très riches au sein de parcelles plus ordinaires. Dans ce cas, le contrôle post-désignation est indispensable.

Les consignes adaptées aux parcelles pauvres sont peu différentes des consignes générales appliquées aux autres parcelles. On y préconise contrairement aux autres parcelles un marquage en abandon des bois précieux qui permettra à la fois d'augmenter légèrement l'attractivité de ces parcelles mais aussi d'alimenter le marché artisanal utilisateur de ces bois, ces parcelles pauvres étant généralement localisées aux alentours de St Laurent ou dans les zones basses proches du littoral, c'est-à-dire dans des bassins d'approvisionnement proches des centres de transformation. On préconise également, d'axer au maximum la diversification des prélèvements vers les essences du groupe charpente dont les besoins vont être de plus en plus importants dans les années à venir.

6- Conclusion et perspectives

La sylviculture peut être définie comme l'art et la manière de conduire un peuplement d'arbres vers un objectif prédéfini afin de répondre à une attente sociale exprimée. En Guyane, une des attentes clairement exprimée vis-à-vis de la forêt est la contribution au développement local par la production de bois d'œuvre, nécessaire à la construction de logement (en forte croissance), à la création de richesse locale et au maintien d'emploi sectoriel (1% des actifs de la région). Pour répondre à ce besoin, les massifs forestiers du DFP font l'objet d'aménagements forestiers permettant d'apporter un approvisionnement régulier à la filière tout en garantissant l'intégrité des autres fonctions de la forêt : préservation de la biodiversité, protection des eaux et des sols, maintien des usages traditionnels, accueil touristique. Cependant la forêt guyanaise, comme de nombreuses forêts tropicales, est relativement pauvre en bois commercialisables (8 à 10 tiges par hectare en moyenne) et peu productive. De fait, les 70 000 m³ de bois demandés annuellement par les entreprises de transformation locales nécessitent chaque année le défrèvement de près de 4 500 ha d'où d'importants investissements pour une rentabilité relativement faible. Améliorer cette situation est un des principaux objectifs du gestionnaire forestier en Guyane. Une réponse immédiate pour s'adapter à cette situation est d'assurer une valorisation optimale de la ressource naturelle par la mise en place d'une exploitation raisonnée, efficace et respectueuse du milieu (EFI). Une autre réponse, proposée dans ce guide (visant le moyen et long terme), consiste à faire évoluer les peuplements naturels à vocation de production afin de donner une place plus importante aux espèces commercialement intéressantes et augmenter la productivité de ces peuplements ; autrement dit, la mise au point d'une sylviculture adaptée aux peuplements forestiers guyanais exploités.

Orienter l'exploitation afin d'en faire un véritable outil sylvicole permettant de donner une direction à la dynamique du peuplement forestier, c'est aujourd'hui la voie la plus solide (qui fait l'objet de nombreux travaux de recherches et publications dans le monde forestier tropical) que nous avons choisi de privilégier.

Le développement d'une sylviculture en forêts guyanaises est un objectif ambitieux : l'expérience de la foresterie en Guyane est courte, la composition des peuplements guyanais est extrêmement diversifiée et leur fonctionnement complexe n'est pas encore bien décrypté. Cependant, un certain nombre d'espèces commerciales montrent des comportements agrégatifs, se regroupant en tâches avec des densités d'individus relativement fortes. C'est le cas de l'Angélique (*Dicorynia guianensis*) ou du Gonfalo rose (*Qualea rosea*), qui représentent à elles seules plus de la moitié de la récolte de bois annuellement en Guyane. Par ailleurs la recherche a fait d'énormes progrès ces dernières années dans les méthodes d'analyses permettant d'établir des modèles de croissance et de mieux comprendre le fonctionnement de certaines populations dont l'Angélique et le Wacapou . La définition d'itinéraires sylvicoles permettant de favoriser ces espèces sociales lors de l'exploitation pour évoluer vers des peuplements commercialement plus attractifs et plus productifs paraît donc une voie envisageable et réalisable.

La définition d'une véritable sylviculture en forêt naturelle guyanaise est un objectif fort qui doit permettre (1) d'améliorer à long terme l'approvisionnement de la filière-bois guyanaise, (2) de limiter le coût économique et écologique de la production de bois en Guyane en limitant l'extension des bassins de production, (3) d'assurer une récolte soutenue dans les zones de forêts aménagées et (4) de garantir la durabilité de la gestion des espèces commerciales par une meilleure compréhension de l'écologie de leur population.

Il est clair que 20 années de recherche scientifiques et d'expérimentation, restent très peu à l'échelle du pas de temps forestier : beaucoup de choses restent à préciser ou à découvrir. L'ONF en partenariat avec la communauté scientifique poursuit les travaux et expérimentations qui permettront dans un futur proche d'améliorer les connaissances sur la dynamique et l'écologie des populations, l'autécologie, la démographie et la génétique des principales essences commerciales et ainsi d'affiner la sylviculture mise en œuvre au profit de la gestion durable du massif forestier guyanais.

7- Bibliographie

1. Paget, D., *Etude de la diversité spatiale des écosystèmes forestiers guyanais*, in *ENGREF*. 1999: Nancy. p. 155.
2. Sabatier, D., *Diversité des arbres et du peuplement forestier en Guyane*, in *Gestion de l'écosystème forestier et aménagement de l'espace régional*, SEPANGUY, Editeur. 1990: Cayenne. p. 41-47.
3. Sabatier, D. et M.F. Prévost, *Quelques données sur la composition floristique et la diversité des peuplements forestiers*. Bois Et Forêts Des Tropiques, 1990(219): p. 31-55.
4. Collinet, F., *Essai de regroupements des principales espèces structurantes d'une forêt dense humide d'après l'analyse de leur répartition spatiale (Forêt de Paracou-Guyane)*. 1997, Université de Lyon 1: Villeurbanne. p. 313.
5. Fonty, E., et al., *A new case of neotropical monodominant forest: Spirotropis longifolia (Leguminosae-Papilionoideae) in French Guiana*. Journal of Tropical Ecology, 2011. **27**: p. 641-644.
6. Favrichon, V., *Classification of tree species in forests of French Guiana into functional groups based on a dynamic vegetation community matrix*. Revue d'Ecologie, la Terre et la Vie, 1994. **49**(4): p. 379-403.
7. Gazel, M., *Croissance des arbres et productivité des peuplements en forêt dense équatoriale de Guyane*. 1983, Office national des forêts, Direction régionale de Guyane. p. 302.
8. Ingrassia, F., O. Brunaux, et S. Guitet, *Statistiques descriptives des peuplements forestiers inventoriés en Diagnostic Parcellaire Approfondi (DIPA)*. 2006, Office National des Forêts, Direction régionale de Guyane: Cayenne. p. 32.
9. Gourlet-Fleury, S. and N. Picard, *Growth behaviour of trees and relationship with some descriptors of the environment*, in *Ecology and management of a neotropical rainforest: lessons drawn from Paracou, a long-term experimental research site in French Guiana*, S. Gourlet-Fleury, J.M. Guehl, and O. Laroussinie, Editors. 2004, Elsevier: Paris. p. 229-253.
10. Guitet, S. et O. Brunaux, *Effet des traitements sur la qualité commerciale des peuplements sur le dispositif de Paracou*. 2009, Office National des Forêts, Direction Régionale de Guyane. p. 20.
11. Riera, B., *Chablis et cicatrization en forêt guyanaise*. 1983, Université Paul Sabatier: Toulouse. p. 191.
12. Pascal, J.-P., *Notions sur les structure et dynamique des forêts tropicales humides*. Revue forestière française, 2003. **55**: p. 118-130.
13. Connell, J.H., *Intermediate disturbance hypothesis*. Science, 1979. **204**(4399): p. 1345-1345.
14. Molino, J.-F. and D. Sabatier, *Tree Diversity in Tropical Rain Forests: A Validation of the Intermediate Disturbance Hypothesis*. Science, 2001. **294**(5547): p. 1702-1704.
15. Baraloto, C., et al., *Contrasting taxonomic and functional responses of a tropical tree community to selective logging*. Journal of Applied Ecology, 2012. **49**(4): p. 861-870.
16. Jesel, S., *Ecologie et dynamique de la régénération d'Angélique (Dicorynia guianensis Amsh. Caesalpiniaceae) dans une forêt guyanaise*, in *INA*. 2005: Paris-Grignon.
17. Noble, I.R. and H. Gitay, *A functional classification for predicting the dynamics of landscapes*. Journal of Vegetation Science, 1996. **7**(3): p. 329-336.
18. Laurance, W.F., et al., *Inferred longevity of Amazonian rainforest trees based on a long-term demographic study*. Forest Ecology and Management, 2004. **190**(2-3): p. 131-143.
19. Gourlet-Fleury, S., et al., *Consequences of silvicultural treatments on stand dynamics at Paracou*, in *Ecology and management of a neotropical rainforest*, O. Laroussinie, J.M. Guehl, and S. Gourlet-Fleury, Editors. 2004, Elsevier: Paris. p. 254-280.
20. Demenois, J., et al., *Silvicultural practises in the tropical rain forests of French Guiana*. Revue Forestière Française, 2003. **55**(Numero Special): p. 273-290.
21. Guitet, S., et al., *Silvicultural treatments in the tropical forests of guiana: A review often years of trials*. Bois Et Forêts Des Tropiques, 2009(301): p. 7-19.

22. Guariguata, M.R. and R. Ostertag, *Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics*. Forest Ecology and Management, 2001. **148**(1/3): p. 185-206.
23. Corlett, R., *Tropical secondary forests*. Progress in Physical Geography, 1995. **19**(2): p. 159-172.
24. Fuhr, M., et al., *Conclusion et Perspectives*, in *Ecology and Management of a Neotropical Rainforest*, O. Laroussinie, J.M. Guehl, and S. Gourlet-Fleury, Editors. 2004, Elsevier: Paris. p. 299-305.
25. Ollivier, M., C. Baraloto, and E. Marcon, *A trait database for Guianan rain forest trees permits intra- and inter-specific contrasts*. Annals of Forest Science, 2007. **64**(7): p. 781-786.
26. Julliot, C., et al., *Prise en compte de la biodiversité dans l'aménagement et la gestion forestière en Guyane*, in (*Dossier Forestier non publié*). 2005, Office National des Forêts. p. 66.
27. Vincent, G., et al., *The relative importance of dispersal limitation and habitat preference in shaping spatial distribution of saplings in a tropical moist forest: a case study along a combination of hydromorphic and canopy disturbance gradients*. Annals of Forest Science, 2011. **68**(2): p. 357-370.
28. Herault, B., et al., *Functional traits shape ontogenetic growth trajectories of rain forest tree species*. Journal of Ecology, 2011. **99**(6): p. 1431-1440.
29. Connell, J.H. and P.T. Green, *Seedling dynamics over thirty-two years in a tropical rain forest tree*. Ecology, 2000. **81**(2): p. 568-584.
30. Kokou, K., *Contribution à l'étude du déterminisme écologique de la répartition spatiale de l'Angélique en forêt dense guyanaise*, in *ENGREF*. 1992: Kourou. p. 83.
31. van der Meer, P.J., F.J. Sterck, and F. Bongers, *Tree seedling performance in canopy gaps in a tropical rain forest at Nouragues, French Guiana*. Journal of Tropical Ecology, 1998. **14**: p. 119-137.
32. Baraloto, C., *Tradeoffs between neotropical tree seedlings traits and performance in contrasting environments*. 2001, University of Michigan.
33. Sabatier, D., et al., *The influence of soil cover organization on the floristic and structural heterogeneity of a Guianan rain forest*. Plant Ecology, 1997. **131**(1): p. 81-108.
34. Dubost, G., *Ecology and social life of the red acouchy, Myoprocta exilis; comparisons with the orange-rumped agouti, Dasyprocta leporina*. Journal of Zoology, 1998: p. 107 - 123.
35. Forget, P.M., *Seed-dispersal of Vouacapoua americana (Caesalpinaceae) by caviomorph rodents in French Guiana*. Journal of Tropical Ecology, 1990. **6**(4): p. 459-468.
36. Schulz, J.P., *Ecological studies on rain forest in Northern Suriname*. 1960, Verhandelingen: Amsterdam. p. 268.
37. Morris, D.M. *The behaviour of the green acouchi (Myoproctapratti) with special reference to scatter hoarding*. in *Proceedings of the Zoological Society of London*. 1962. Wiley Online Library.
38. Constantin de Magny, G., *Etude à l'aide de marqueurs micro-satellites de la dynamique spatiale génétique au sein d'une plaque de Wacapou, essence forestière tropicale*. 2001, Claude Bernard: Lyon. p. 25.
39. Forget, P.M., *Effect of microhabitat on seed fate and seedling performance in two rodent-dispersed tree species in rain forest in French Guiana*. Journal of Ecology Oxford, 1997. **85**(5): p. 693-703.
40. Barigah, T.S., P. Imbert, and R. Huc, *Growth and net assimilation rate of seedlings of ten Guianan tree species grown under five light regimes*. Annales Des Sciences Forestieres, 1998. **55**(6): p. 681-706.
41. Rijkers, T., *Leaf function in tropical rain forest canopy trees: the effect of light on leaf morphology and physiology in different-sized trees*, in *Leaf function in tropical rain forest canopy trees. The effect of light on leaf morphology and physiology in different-sized trees*. 2000. p. viii + 120 pp.
42. Halle, F., R.A.A. Oldeman, and P.B. Tomlinson, *Tropical trees and forests: an architectural analysis*, in *Tropical trees and forests: an architectural analysis*. 1978, Springer-Verlag.: Berlin German Federal Republic.
43. Bongers, F. and F.J. Sterck, *Architecture and development of rainforest trees: responses to light variation*, in *Dynamics of tropical communities : the 37th symposium of the British Ecological Society, Cambridge University, 1996*. 1998, Blackwell Science Ltd: Oxford UK. p. 125-162.

44. Traissac, S. and J-P. Pascal, *Birth and life of tree aggregates in tropical forest: hypotheses on population dynamics of an aggregated shade-tolerant species*. Journal of vegetation Science, 2014. **25**: p. 491-502.
45. Hammond, D.S., et al., *Disturbance, phenology and life-history characteristics: factors influencing distance/density-dependent attack on tropical seeds and seedlings*, in *Dynamics of tropical communities : the 37th symposium of the British Ecological Society, Cambridge University, 1996*. 1998, Blackwell Science Ltd: Oxford. p. 51-78.
46. Startsev, A.D. and D.H. McNabb, *Effects of skidding on forest soil infiltration in west-central Alberta*. Canadian Journal of Soil Science, 2000. **80**(4): p. 617-624.
47. Lamandé, M., J. Ranger, and Y. Lefèvre, *Effets de l'exploitation forestière sur la qualité des sols*. Dossiers forestiers, ed. ONF. Vol. 15. 2005, Paris: Office National des Forêts. P. 131.
48. Moehring, D.M. and I.W. Rawls, *Detrimental effects of wet weather logging*. Journal of Forestry, 1970. **68**(3): p. 166-167.
49. Baraloto, C. and D.E. Goldberg, *Microhabitat associations and seedling bank dynamics in a neotropical forest*. Oecologia, 2004. **141**(4): p. 701-712.
50. McNabb, K.L., et al., *Selection harvests in amazonian rainforests - long-term impacts on soil properties*. Forest Ecology and Management, 1997. **93**(1-2): p. 153-160.
51. Guariguata, M.R. and P. Balvanera, *Tropical forest service flows: Improving our understanding of the biophysical dimension of ecosystem services*. Forest Ecology and Management, 2009. **258**(9): p. 1825-1829.
52. Guariguata, M.R., et al., *The compatibility of timber and non-timber forest product extraction and management*. Forest Ecology and Management, 2008. **256**(7): p. 1477-1481.
53. Johns, J.S., P. Barreto, and C. Uhl, *Logging damage during planned and unplanned logging operations in the eastern Amazon*. Forest Ecology and Management, 1996. **89**(1-3): p. 59-77.
54. Jackson, S.M., T.S. Fredericksen, and J.R. Malcolm, *Area disturbed and residual stand damage following logging in a Bolivian tropical forest*. Forest Ecology and Management, 2002. **166**(1-3): p. 271-283.
55. Picard, N., S. Gourlet-Fleury, and E. Forni, *Estimating damage from selective logging and implications for tropical forest management*. Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere, 2012. **42**(3): p. 605-613.
56. Chabbert, J. and H. Priyadi, *Exploitation a faible impact dans une foret a Borneo*. Bois et forêts des tropiques, 2001(269): p. 82-86.
57. Rure, J.F., *Etude technico-économique pour la mise en place d'une exploitation à faible impact en Guyane française*. 2007, Antilles-Guyane: Pointe-à-Pitre. p. 78.
58. Guitet, S., *Evaluation des dégâts d'exploitation sur le peuplement forestier résiduel en forêt aménagée de Guyane française*. 2004, Office National des Forêts, Direction Régionale de Guyane. p. 16.
59. Pithon, S., *Comparaison des dégâts d'exploitation sur un chantier pilote Régina 24*. 2010, Office National des Forêts, Direction Régionale de Guyane. p. 27.
60. Sist, P., et al., *Towards sustainable management of mixed dipterocarp forests of South-east Asia: moving beyond minimum diameter cutting limits*. Environmental Conservation, 2003. **30**(4): p. 364-374.
61. Sist, P. and F.N. Ferreira, *Sustainability of reduced-impact logging in the Eastern Amazon*. Forest Ecology and Management, 2007. **243**(2-3): p. 199-209.
62. Nicolini, E., et al., *Epicormic branches: a growth indicator for the tropical forest tree, Dicorynia guianensis Amshoff (Caesalpinaceae)*. Annals of Botany, 2003. **92**(1): p. 97-105.
63. Pereira, R., et al., *Forest canopy damage and recovery in reduced-impact and conventional selective logging in eastern Para, Brazil*. Forest Ecology and Management, 2002. **168**(1-3): p. 77-89.
64. Vidal, E., et al., *Vine management for reduced-impact logging in eastern Amazonia*. Forest Ecology and Management, 1997. **98**(2): p. 105-114.
65. Verissimo, A., et al., *Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: the case of mahogany*. Forest Ecology and management, 1995. **72**(1): p. 39-60.
66. van der Hout, P., *Reduced impact logging in the tropical rain forest of Guyana: ecological, economic and silvicultural consequences*. 1999: Utrecht University.

67. Guitet, S., et al., *Impacts of logging on the canopy and the consequences for forest management in French Guiana*. Forest Ecology and Management, 2012. **277**: p. 124-131.
68. Pithon, S., et al., *A statistical method for detecting logging-related canopy gaps using high-resolution optical remote sensing*. International Journal of Remote Sensing, 2013. **34**(2): p. 700-711.
69. Parrotta, J.A., J.K. Francis, and O.H. Knowles, *Harvesting intensity affects forest structure and composition in an upland Amazonian forest*. Forest Ecology and Management, 2002. **169**(3): p. 243-255.
70. Richard-Hansen, C., et al., *Biodiversité et paysages et forêt guyanaise - rapport scientifique - programme "Ecosystèmes Tropicaux"*. 2010, Ministère chargé de l'Environnement. p. 47.
71. de Thoisy, B., F. Renoux, and C. Julliot, *Hunting in northern French Guiana and its impact on primate communities*. Oryx, 2005. **39**(2): p. 149-157.
72. de Thoisy, B., et al., *Rapid evaluation of threats to biodiversity: human footprint score and large vertebrate species responses in French Guiana*. Biodiversity and Conservation, 2010. **19**(6): p. 1567-1584.
73. Kwata, A., *Suivi de la grande faune sur les sites de Counami et Régina-St Georges : impact des aménagements forestiers après 10 ans d'activité*. 2010, Association Kwata: Cayenne. p. 13.
74. Gibson, L., et al., *Primary forests are irreplaceable for sustaining tropical biodiversity*. Nature, 2011. **478**(7369): p. 378.
75. Putz, F.E., et al., *Sustaining conservation values in selectively logged tropical forests: the attained and the attainable*. Conservation Letters, 2012. **5**(4): p. 296-303.
76. Wadsworth, F.H. and J.C. Zweede, *Liberation: Acceptable production of tropical forest timber*. Forest Ecology and Management, 2006. **233**(1): p. 45-51.
77. Macpherson, A.J., et al., *A Model for comparing reduced impact logging with conventional logging for an Eastern Amazonian Forest*. Forest Ecology and Management, 2010. **260**(11): p. 2002-2011.
78. Kammesheidt, L., P. Kohler, and A. Huth, *Simulating logging scenarios in secondary forest embedded in a fragmented neotropical landscape*. Forest Ecology and Management, 2002. **170**(1-3): p. 89-105.
79. Sist, P., N. Picard, and S. Gourlet-Fleury, *Sustainable cutting cycle and yields in a lowland mixed dipterocarp forest of Borneo*. Annals of Forest Science, 2003. **60**(8): p. 803-814.
80. Graaf, N.R.d., et al., *Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods*. Forest Ecology and Management, 1999. **124**(2-3): p. 123-135.
81. Blanc, L., et al., *Dynamics of aboveground carbon stocks in a selectively logged tropical forest*. Ecological Applications, 2009. **19**(6): p. 1397-1404.
82. Kemp, R.H., G. Namkoong, and F.H. Wadsworth, *Conservation des ressources genetiques dans l'aménagement des forets tropicales: principes et concepts*. Forêts (FAO), ed. E. FAO. 1994.
83. Pinard, M.A., et al., *Ecological characterization of tree species for guiding forest management decisions in seasonally dry forests in Lomerio, Bolivia*. Forest Ecology and Management, 1999. **113**(2-3): p. 201-213.
84. Caron, H., C. dutech, and E. Bandou, *reproductive phenology and mating system of six tree species in Paracou stands*, in *Ecologie and Management of a Neotropical Rainforest*, O. Laroussinie, J.M. Guehl, and S. Gourlet-Fleury, Editors. 2004, Elsevier: Paris. p. 149-159.
85. Willson, M.F., A.K. Irvine, and N.G. Walsh, *Vertebrate dispersal syndromes in some australian and new-zealand plant-communities, with geographic comparisons*. Biotropica, 1989. **21**(2): p. 133-147.
86. Sabatier, D., *Fruiting periodicity and its determinants in a lowland rain-forest of french-guiana*. Revue D Ecologie-La Terre Et La Vie, 1985. **40**(3): p. 289-320.
87. Julliot, C. and D. Sabatier, *Diet of the red howler monkey (Alouatta seniculus) in French Guiana*. International Journal of Primatology, 1993. **14**(4): p. 527-550.
88. Simmen, B., *Competitive Utilization of Bagassa Fruits by Sympatric Howler and Spider Monkeys*. Folia Primatologica, 1992. **58**(3): p. 155-160.
89. Forget, P.M. and D. Sabatier, *Dynamics of the seedling shadow of a frugivore-dispersed tree species in French Guiana*. Journal of Tropical Ecology, 1997. **13**(5): p. 767-773.

90. Oldeman, R.A.A., *The morphogenetic architecture [structure] of the forest of French Guiana*, in *L'architecture de la forêt guyanaise*. 1972: These doct. sci. natur. Univ. sci. et techn. Languedoc.
91. Rutishauser, E., *Changements à long terme de la structure des forêts tropicales: implications sur les bilans de carbone*, Ecole du Génie Rural des Eaux et des Forêts. 2010, Université de Montpellier 2: Montpellier. p. 110.
92. Herault, B., et al., *Growth responses of neotropical trees to logging gaps*. Journal of applied ecology, 2010. **47**(4): p. 821-831.
93. Grebic, E., F. Bougé, and S. Guitet, *Etude de sensibilité de Vouacapoua americana*. 2010, Office National des Forêts, Direction régionale de Guyane. p. 100.
94. Grebic, E., F. Bougé, and S. Guitet, *Diagnosic de vulnérabilité vis-à-vis de l'exploitation forestière d'espèces d'arbres rares en Guyane*. 2010, Office National des Forêts, Direction régionale de Guyane. p. 33.
95. Gourlet-Fleury, S., G. Cornu, S. Jéssel, H. Dessard, J.-G. Jourget, L. Blanc and N. Picard, *Using models to predict recovery and assess tree species vulnerability in logged tropical forests: a case study from French Guiana*. Forest ecology and management, 2005. **209**(1): p. 69-85.
96. Loubry, D. *Les paradoxes de l'Angélique (Dicorynia guianensis) : dissémination et parasitisme des graines avant dispersion chez un arbre anémochore de forêt Guyanaise*. Revue d'écologie (La Terre et la Vie), 1993. **48**: p. 533-363.
97. Durrieu de Madron, L., B. Fontez, et al. *Logging and skidding damage in relation to logging intensity in dense moist tropical forest in central Africa*. Bois et forêts des Tropiques, 2000. **264**: p. 57-60.
98. Hurlbert, S. H. *The Nonconcept of Species Diversity: A Critique and Alternative Parameters*. Ecology, 1971. **52**(4): p. 577-586.
99. Dubourdiou, J. and Trouvilliez, J. *L'aménagement forestier dans les forêts publiques françaises*. Revue Forestière Française, 1999. **51**. Nancy, FRANCE, ed. ENGREF. p. 360

8- Glossaire

AEC : Autres Essences Commerciales.

BP : Bois Précieux.

CTFT : Centre Technique Forestier Tropical.

DFP : Domaine Forestier Permanent.

DHP : Diamètre à Hauteur de Poitrine (1,30 m).

DMC : Diamètre Maximal de Coupe, qui correspond au diamètre maximal d'exploitabilité.

DME : Diamètre Minimum d'Exploitabilité.

ECMa : autres Essences Commerciales Majeures.

ECMp : Essences Commerciales Majeures principales.

EFI : exploitation à faible Impact

PRMV : Programme Régional de Mise en Valeur

9- Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Répartition des zones biogéographiques et des régions naturelles sur le DFP..... | 8 |
| Tableau 2 : Principales caractéristiques physiques des trois grandes zones forestières | 10 |
| Tableau 3 : Composition en principales familles des forêts de terre ferme..... | 14 |
| Tableau 4 : Composition en espèces les plus courantes des principales essences des forêts de terre ferme | 14 |
| Tableau 5 : Définition des groupes fonctionnels (d’après Favrichon [6])..... | 15 |
| Tableau 6 : Principales caractéristiques structurales des peuplements – référence inventaires papetiers | 16 |
| Tableau 7 : Tarifs de cubage toutes essences constitués à partir de mesure sur pied..... | 17 |
| Tableau 8 : Richesse en ressource commerciale majeure principale en proportion du volume bois fort toutes espèces confondues..... | 18 |
| Tableau 9 : Classification des peuplements en fonction de la richesse en ressource commerciale tirée de Ingrassia <i>et al</i> [8]..... | 22 |
| Tableau 10 : Croissances moyennes annuelles sur le diamètre en cm/an par groupes d’espèces et classe de diamètre | 24 |
| Tableau 11 : Comparaison des dynamiques naturelles et des dynamiques perturbées..... | 25 |
| Tableau 12 : Caractéristiques écologiques et comportementales des principales espèces commercialisables de Guyane..... | 28 |
| Tableau 13 : Liste des taxons correspondant aux principales essences commerciales..... | 29 |
| Tableau 14 : Définition de groupe d’espèces selon leur croissance en diamètre après exploitation..... | 30 |
| Tableau 15 : Densité de juvéniles de Gonfolo rose, d’Angélique et de Wacapou sur les trois dispositifs DYGEPOP | 40 |
| Tableau 16 : Objectifs de production et choix gestion pour une gestion durable des forêts en Guyane | 43 |
| Tableau 17 : Durées de rotation théoriques calculées sur Paracou à partir d’un modèle simple..... | 61 |
| Tableau 18 : Fréquences des défauts relevés sur les arbres de diamètre supérieur à 35 cm sur le dispositif de Paracou..... | 54 |
| Tableau 19 : liste des principales espèces ressources -clés pour la Guyane..... | 67 |
| Tableau 20 : Critères de décision de marquage en réserve ou en abandon en fonction du diagnostic architectural | 72 |
| Tableau 21 : Récapitulatif des paramètres sylvicole recommandé pour la Guyane | 76 |
| Tableau 22 : Caractéristiques moyennes des peuplements d’angéliques par zones forestières..... | 78 |
| Tableau 23 : Liste des essences rares et priorités d’action vis-à-vis de leur sensibilité | 86 |
| Tableau 24 : Premières actions sylvicoles recommandées lors des désignations..... | 87 |
| Tableau 25 : Liste des arbres et palmiers protégés en Guyane..... | 88 |
| Tableau 26 : Consignes sylvicoles recommandés en fonction de la richesse des peuplements et des zones forestières..... | 89 |

10- Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Carte du Domaine Forestier Permanent défini par le Code Forestier adapté à la Guyane..... | 7 |
| Figure 2 : Cartographie des 3 grandes zones forestières Ouest, Centre et Est..... | 9 |
| Figure 3 : Carte de localisation des placettes d’inventaires forestiers disponibles pour le DFP. | 12 |
| Figure 4 : Structure diamétrique des peuplements, par zone forestière..... | 16 |
| Figure 5 : Croissance en diamètre et en surface terrière par classe de diamètre | 19 |
| Figure 6 : Proportion de tiges avec défauts en fonction du stade de développement | 21 |
| Figure 7 : Modèles d’accroissement relatifs sur le diamètre en fonction de la lumière et du diamètre de la tige [28] | 31 |
| Figure 8 : Répartition de la régénération de l’angélique sur le site de Paracou..... | 33 |
| Figure 9 : Dynamique d’un agrégat d’Angélique | 34 |
| Figure 10 : Carte de répartition spatiale d’une population d’Angéliques, Forêt de Régina St Georges..... | 35 |
| Figure 11 : Schéma de la mise en place d’une plaque d’Angélique..... | 36 |
| Figure 12 : Carte de répartition spatiale des wacapous sur le site Paracou P16..... | 38 |
| Figure 13 : Effectif de juvéniles de Wacapou en fonction de la surface terrière des adultes | 38 |
| Figure 14 : Schéma de la mise en place de plaques de Wacapou d’après Traissac et Pascal [44]. | 39 |
| Figure 15 : Cartographie des Gonfolo rose, forêt de Roche Fendée, Parcelle 92..... | 41 |
| Figure 16 : Evolution des volumes de bois sortis à l’unité de surface entre 1995 et 2012..... | 48 |
| Figure 17 : Bilan financier de l’activité de production de bois, et projections pour un objectif d’équilibre..... | 50 |
| Figure 18 : Proportion d’arbres endommagés (détruits ou blessés) en fonction de la densité d’arbres abattus à l’hectare..... | 51 |
| Figure 19 : Dégâts en fonction de l’intensité de l’exploitation en Guyane | 52 |
| Figure 20 : Impacts de l’exploitation selon son intensité | 53 |
| Figure 21 : Proportion de tiges de mauvaise qualité en fonction de l’intensité d’exploitation..... | 55 |
| Figure 22 : Influence de l’intensité de prélèvement et du type de relief sur l’impact sur la canopée..... | 57 |
| Figure 23: Richesse spécifique des arbres en fonction du niveau de perturbation | 58 |
| Figure 24 : Bilan de l’accroissement de la surface terrière sur des placettes exploitées et éclaircies et sur des placettes témoins (sans éclaircie)..... | 63 |

| | |
|--|----|
| Figure 25 : Modélisation du flux de carbone cumulé après exploitation..... | 64 |
| Figure 26 : Attractivité des essences exploitées | 69 |
| Figure 27 : Diagnostic architectural du stade de développement de l'arbre..... | 71 |
| Figure 28 : Photos de couronnes d'Angélique illustratives des diagnostics architecturaux | 71 |
| Figure 29 : Exemple de proposition de modification des diamètres d'exploitation et conséquences sur le prélèvement à l'hectare | 73 |
| Figure 30 : Croissance des arbres en fonction de la distance à l'ouverture d'exploitation la plus proche et en fonction de son stade ontogénique | 74 |
| Figure 31 : Réponses du modèle SELVA suivant différents scénarii d'exploitation de l'Angélique, arbres au-dessus du DME | 80 |
| Figure 32 : Réponses du modèle SELVA suivant différents scénarii d'exploitation de l'Angélique, arbres de plus de 10 cm de diamètre | 80 |
| Figure 33 : Carte de densité du Wacapou à l'échelle régionale..... | 82 |
| Figure 34 : Répartition des wacapous exploités entre 1995 et 2008, par classes de diamètre..... | 83 |
| Figure 35 : Effectif de juvéniles Wacapou en fonction de la surface terrière des adultes | 84 |

11- Liste des Annexes

- Annexe 1 : Carte des zones biogéographiques, des régions et sous régions naturelles.
- Annexe 2 : Tableau des zones biogéographiques et des régions et sous-régions naturelles présentes dans le DFP.
- Annexe 3 : Carte des grandes unités de paysage à l'échelle de la Guyane.
- Annexe 4 : Description des différents habitats de forêts de terre ferme.
- Annexe 5 : Typologie provisoire des différents habitats de forêts de terre ferme de Guyane.
- Annexe 6 : Présentation du dispositif de Paracou.
- Annexe 6bis : Présentation du dispositif ONF de forêts pilotes de Risquetout et d'Organabo.
- Annexe 6ter : Présentation du dispositif GUYAFOR.
- Annexe 7 : Présentation du dispositif DYGEPOP.
- Annexe 8 : Présentation des inventaires au 1/1000ème, papetiers et à 5%.
- Annexe 9 : Tableau de répartition par blocs, des principales familles et essences issues de l'analyse des inventaires papetiers.
- Annexe 10 : Liste des essences commerciales.
- Annexe 11 : Paramètres dynamiques mesurés sur les placettes permanentes de Risquetout et d'Organabo.
- Annexe 12 : Principales caractéristiques autoécologiques des essences commerciales majeures principales de Guyane.
- Annexe 13 : Critères distinctifs entre les espèces d'une même essence pour les principales essences commerciales.
- Annexe 14 : Phénomène de mise à distance de Janzen-Connell.
- Annexe 15 : Guide d'exploitation à faible impact.
- Annexe 16 : Evaluation de la qualité des bois sur pied lors des opérations d'inventaire pré-exploitation.
- Annexe 17 : Diagnostic du stade de développement des arbres de remplacement et exploitables.



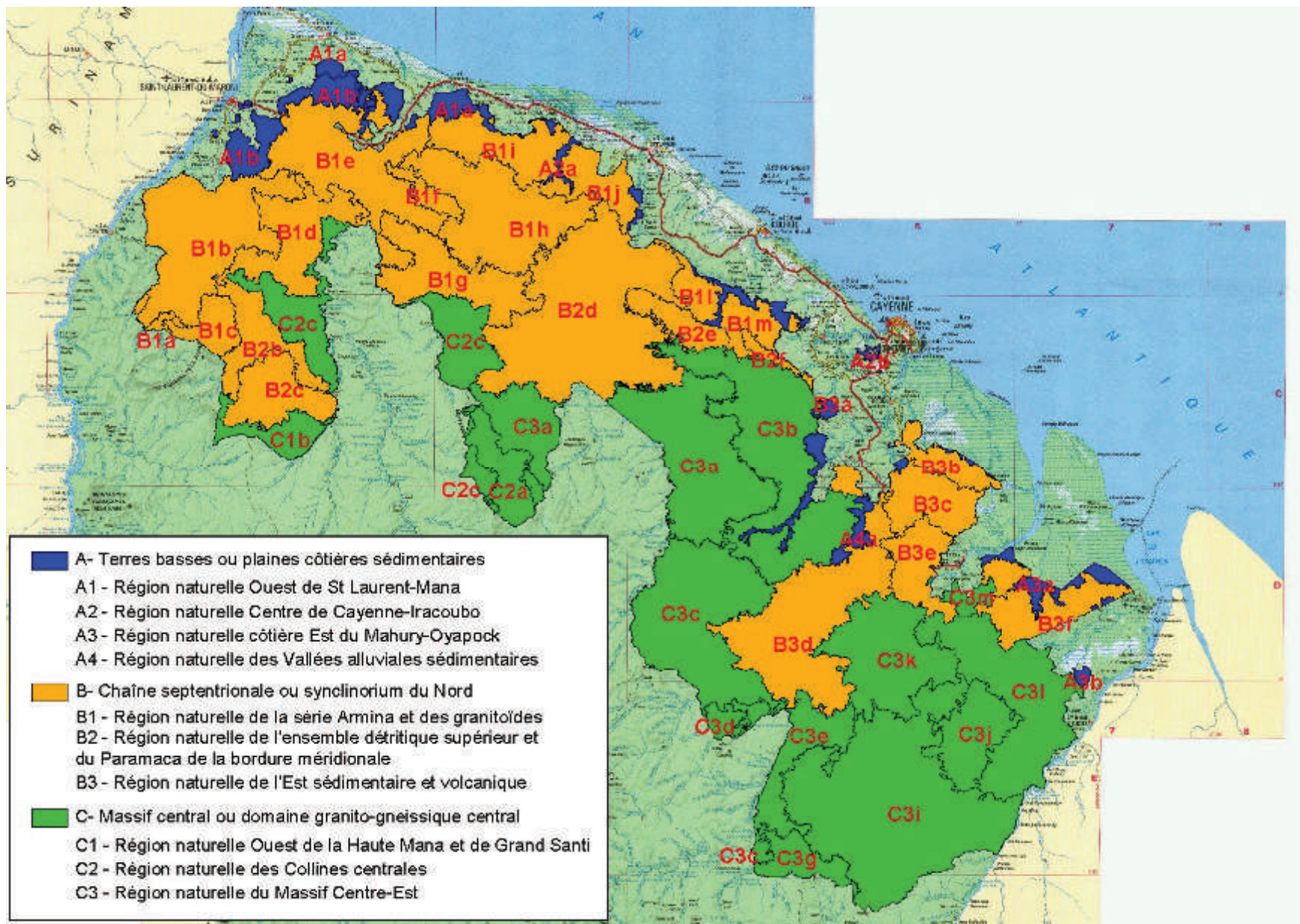
Direction Régionale pour la Guyane
Département Recherche et Développement
Pôle Guyane

Département de Guyane

Guide de Sylviculture
Région Nord Guyane

Annexes

Annexe 1 : Carte des zones biogéographiques et des régions et sous régions naturelles du DFP

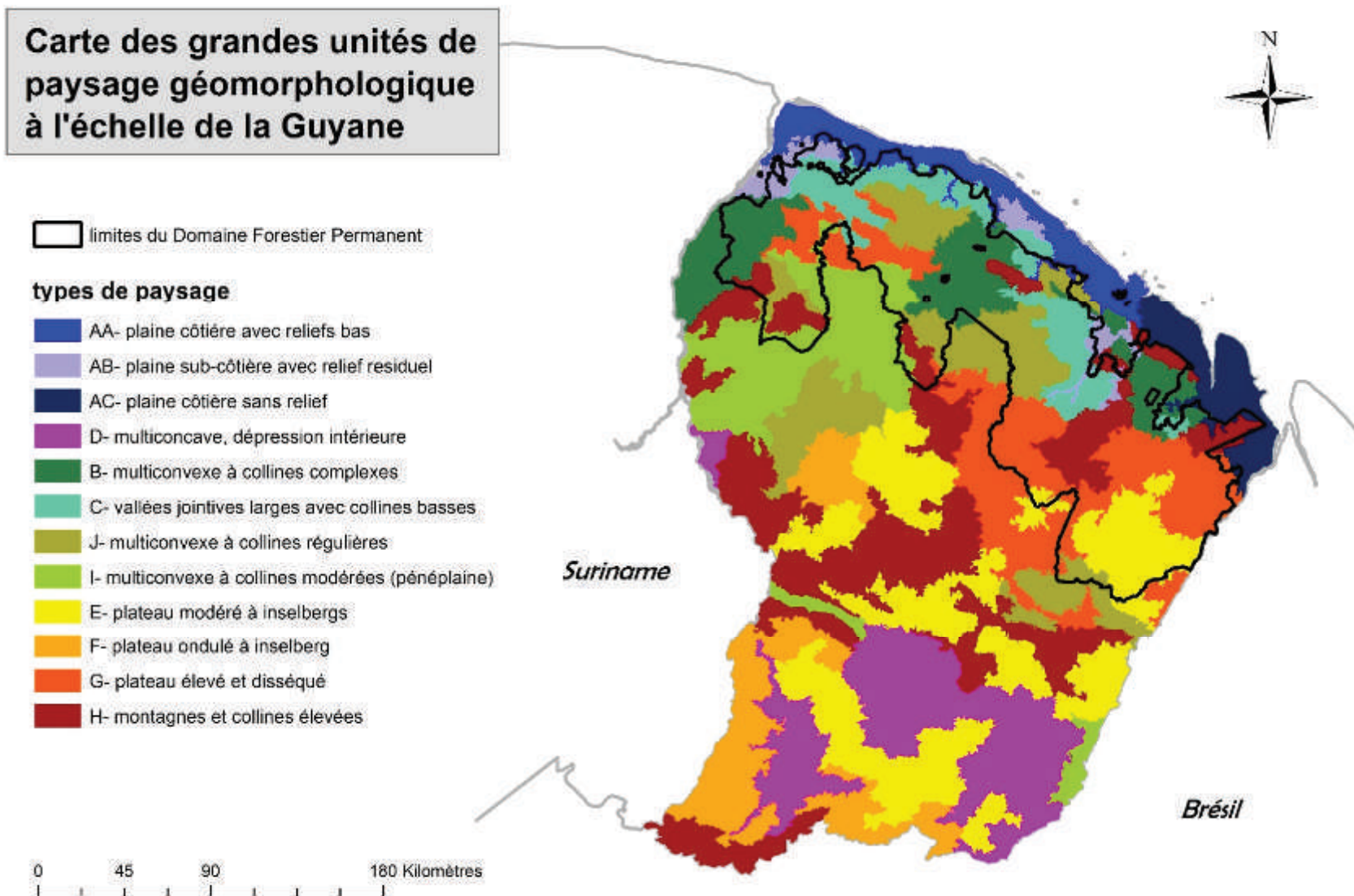


Annexe 2 : Tableau des zones biogéographiques et des régions et sous-régions naturelles présentes dans le DFP.

| Zones biogéographiques - régions et sous régions naturelles | Surface (ha) |
|--|------------------|
| A - Les terres basses ou plaines côtières sédimentaires | 113 956 |
| A1 - Région côtière ouest de Saint Laurent - Mana | 55 681 |
| A1a - Sous-région de Saint Laurent - Mana | 21 940 |
| A1b - Sous-région des criques Saint Anne et Margot | 33 741 |
| A2 - Région côtière centrale de Cayenne - Iracoubo | 19 286 |
| A2a - Sous-région de Kourou - Sinnamary - Iracoubo | 8 514 |
| A2b - Sous-région de Tonate- Montsinéry- Cayenne | 10 772 |
| A3 - Région côtière est du Mahury-Oyapock | 16 958 |
| A3a - Région côtière des Marais de Kaw et de la Pointe Béhague | 14 208 |
| A3b - Région côtière de la Ouanary et du Bas Oyapock | 2 750 |
| A4 - Vallée alluviale sédimentaire | 22 031 |
| A4a - Vallée alluviale et sédimentaire de la Comté et de l'Orapu | 22 031 |
| B - La chaîne septentrionale ou synclinorium du nord | 1 172 016 |
| B1 - Région de la série Armina et des granitoïdes | 592 215 |
| B1a - Sous-région de la crique Mouchounga | 4 432 |
| B1b - Sous-région ouest d'Apatou et de la crique Sparouine | 111 422 |
| B1c - Sous-région des Montagnes de la Sparouine | 19 969 |
| B1d - Sous-région des criques Maurice, Haute Portal et Mirande | 58 534 |
| B1e - Sous-région de la crique Portal, de Laussat et de la basse Kokioko | 108 015 |
| B1f - Sous-région de la Montagne de Fer | 11 516 |
| B1g - Sous-région des criques Servillis, Malise et du Haut Iracoubo | 63 679 |
| B1h - Sous-région de l'Iracoubo et de la Counamama | 103 550 |
| B1i - Sous-région de Tamanoir, Patagaïe et Counami | 45 175 |
| B1j - Sous-région de la crique Yiyi et de la piste de St Elie | 29 231 |
| B1l - Sous-région des criques Eau Claire et Gorigo et de la Montagne des Singes | 15 609 |
| B1m - Sous-région de Risquetout, Tonnégrande et de la crique Balata | 21 082 |
| B2 - Région de l'ensemble détritique supérieur et du Paramaca de la bordure méridionale | 304 260 |
| B2b – Sous-région des criques Lézard et Absinthe | 36 892 |
| B2c – Sous-région de Lucifer Dékou Dékou | 41 797 |
| B2d - Sous-région de St Elie et de Petit Saut | 196 465 |

| Zones biogéographiques - régions et sous régions naturelles | Surface (ha) |
|--|------------------|
| B2e- Sous-région des Montagnes Plomb, Akoupa et de la Montagne St Michel | 22 886 |
| B2f- Sous-région des hautes criques Balata et Tonnégrande | 6 221 |
| B3 - Région de l'est sédimentaire et volcanique | 275 541 |
| B3a - Sous-région de la Montagne des Chevaux | 244 |
| B3b - Sous-région septentrionale de la Montagne de Kaw | 20 737 |
| B3c - Sous-région de la Counana, de la crique Tibourou et de la crique Wapou | 39 400 |
| B3d - Sous-région des Montagnes Cacao, Maripa, Tortue et Balenfois | 133 469 |
| B3e - Sous-région des Monts Inéry, des Petites Montagnes Tortues et de la Montagne Baugé | 43 402 |
| B3f - Sous-région septentrionale des Monts de la Kourouaïe, de la Montagne Trois Pitons et des Monts de l'Observatoire | 38 291 |
| C - Le massif central ou domaine granito-gneissique central | 1 145 716 |
| C1 - Région ouest de la haute Mana et de Grand Santi | 22 662 |
| C1b - Sous-région de la crique Beiman et de la rivière Grand Abounamy | 22 662 |
| C2 - Région des collines centrales | 121 328 |
| C2a - Sous-région des Montagnes de la Trinité et des Monts Baruol | 31 247 |
| C2c - Sous-région des montagnes Trois Roros, de la rivière Arouany et la Mana | 90 081 |
| C3 - Région du massif centre-est | 1 001 725 |
| C3a - Sous-région des criques Leblond, Kourcibo et du Sinnamary intermédiaire | 161 631 |
| C3b - Sous-région de l'Orapu-Comté, de la Montagne Bagot et de Balata-Saut Léodate | 151 856 |
| C3c - Sous-région du Haut Sinnamary et de la crique Arataye | 130 415 |
| C3d - Sous-région du Pic du Croissant et du Mont Chauve | 8 404 |
| C3e - Sous-région de l'Approuague intermédiaire (Sauts Machicou et Kanori) et de la Haute crique Couy | 51 556 |
| C3g - Sous-région de la Sapokaïe et de Sikini | 23 984 |
| C3h - Sous-région de l'Oyapock et de la crique Caïman | 6 |
| C3i - Sous-région des Pitons rocheux de l'Armontabo, du Petit et Grand Croissant et des criques Armontabo et Noussiri | 229 703 |
| C3j - Sous-région de la haute Gabaret et de la crique Fourcadière | 43 778 |
| C3k - Sous-région de l'Approuague, de Grande Crique et de la crique Mataroni | 83 750 |
| C3l - Sous-région de la crique Kapiri, de la Haute Kourouaïe, de la Gabaret et Saut Maripa | 107 760 |
| C3m - Sous-région de la Savane roche Virginie et des criques Fromager et Gros Philippe | 8 883 |
| Total général | 2 431 688 |

Annexe 3 : Carte des grandes unités de paysage à l'échelle de la Guyane.



Annexe 4 : Description des différents habitats de forêts de terre ferme. Référence « Programme Habitat » ONF 2012.

| Grands types de paysage | | Description des paysages et formations forestières – traits principaux | Sols forestiers dominants | Faciès forestiers | Taxa caractéristiques des forêts hautes | Faune caractéristique | | |
|-------------------------|----------------------------|--|--|--|--|---|---|---------------------------|
| Multi-concave | D | Mosaïque de reliefs très plats et inondables et de formes ondulées aux versants doux – Forêt à canopée basse (30m) et ouverte par de petits chablis – Gros bois rares (<25 tiges/ha – G<20m ²) et palmiers peu abondants – peu riches en essences commerciales | Acrisols et arenosols | Burseraceae et Mimosoideae | Sali (<i>Tetragastris spp.</i>), Myristicaceae (<i>Iryanthera et Virola spp.</i>), <i>Carapa spp.</i> | Très diversifiée et favorables aux Saïmiri, Saki, Marails, Tinamou ... | | |
| | | | Acrisols à djougoung-pété | | Malobi (<i>Ecclinusa spp.</i>) Funguti koko (<i>Parinari spp.</i>) et Baaka koko (<i>Licania spp.</i>) | | | |
| Plaine | A | Reliefs plats parsemés de quelques buttes résiduelles sur substrats variés – Mosaïque de forêts inondables, mangroves, savanes, forêt dense de terre ferme (nombreuses petites tiges – rares gros bois) sur substrats variés | Sable blanc | Leguminosae | Nombreux endémiques | Tapir, Capucin brun, Agamis, Saïmiri, Marails ... | | |
| | | | | | | | | |
| Vallées jointives | C | Demi-oranges enserrées dans un réseau hydrographique très dense – Forêt dominée par les Wapa (20 à 100 tige/ha) | Acrisols et Arenosols dominants, Ferralsols plus rares | Lecythidaceae et Caesalpinioideae (principalement <i>Eperua falcata</i>) | Wapa (<i>Eperua falcata</i>) | n.d. | | |
| Multi-convexes | B | Collines arrondies de formes plus ou moins régulières alternant avec des petits plateaux de faibles amplitudes (<40m) – Forêt à couvert fermée (type 19 Gond) moyennement riche en gros bois et en essence commerciale – Quelques forêts basses sur cuirasses et latérites | | | Acrisols et Arenosols dominants, Ferralsols plus rares | Lecythidaceae et Caesalpinioideae (principalement <i>Eperua falcata</i>) | Maho noir (<i>Eschweilera spp.</i>), Amarante (<i>Peltogyne spp.</i>), Sapotaceae variées | Capucins noirs et agoutis |
| | I | | | | | | Manils (<i>Monorobea et Symphonia</i>), Wacapou (<i>Vouacapoua americana</i>) | |
| J | Wapa et diverses Faboideae | | | | | | | |
| Plateaux | E | Plateaux d'amplitude comprise entre 40 et 90m, plus ou moins entaillés par un réseau hydrographique régulier – Forêt à canopée haute et fermée à gros bois (H>35m, G ≅25m ²) et sous-bois encombrés de palmiers (200 à 400/ha) – Très riche en essences commerciales majeures – Quelques forêts basses d'inselbergs et affleurements granitiques | Ferralsols dominants + qqs Plinthosols | Burseraceae, Mimosoideae et Caesalpinioideae (principalement <i>Dicorynia guianensis</i>) | Moni (<i>Protium spp.</i>), Goupi (<i>Goupia glabra</i>), Wacapou, grands palmiers | Biches et Pécaris | | |
| | F | | | | Angélique très abondante (<i>Dicorynia guianensis</i>) et Sali (<i>Tetragastris sp.</i>) | | | |
| | G | | | | Diverses Mimosoideae | | | |
| Montagnes | H | Reliefs abrupts et de forte amplitude (>90m) de forme tabulaire ou collinaires – Forêt à canopée haute et irrégulière à gros bois (H≅40m, G=24m ²) - Très grande diversité spécifique | | Mimosoideae Burseraceae | <500 m - Diverses Vochysiaceae | Hoccos et Atèles | | |
| | | | | | >500 m - Diverses Lauraceae, fougères arborescentes (<i>Cyathea</i>) | | | |

Annexe 5 : Typologie des différents habitats forestiers de Guyane.

| Habitats génériques | Paysages | Habitats principaux | Habitats particuliers | Faciès | |
|---|----------|---|---|-----------------------------|--------------------|
| 41.1 Forêts marécageuses et marécages boisés | tous | 41.11 Forêts ripicoles, de bas-fonds et de talwegs humides | 41.11e Pinotières | forêt haute (>40m) | |
| | | | 41.11f Marécage boisé à palmiers-bâches | | |
| 41.2 Forêts des plaines côtières à Clusiaceae, Caesalpinioideae et Lecythydaceae | A | 41.12 Mangroves | 41.11m Forêt marécageuse à moutouchi | | |
| | | 41.21 Forêts côtières des terres basses à funguti koko et awara | 41.21l forêts des cordons sableux | | |
| | | 41.21 Forêts côtières des terres hautes à goupri et manil marécage | 41.2b Forêts sur sables blancs à mora de St Laurent et bois rouge | | |
| 41.3 Forêts des reliefs multi-concaves à Burseraceae et Mimosoideae | D | 41.31 Forêts de la pénélaine intérieure à sali, moni et tossopassa | 41.22r Forêts littorales sur rochers | | forêt basse (<20m) |
| 41.4 Forêts des reliefs multi-convexes et vallées-jointives à Lecythydaceae et Caesalpinioideae | C | 41.41 Forêts des basses vallées fluviales à wapa et maho rouge | 41.31d Forêts sur djougoung-pété | | à chablis |
| | B | 41.42 Forêts des collines irrégulières à mahos, wapa et amarante | | | |
| | I | 41.43 Forêts des collines régulières élevées à maho noir, wapa et angélique | 41.--c - Forêts sur cuirasse | | dégradé |
| | J | 41.44 Forêts des collines peu élevées à maho noir, angélique et wacapou | | | |
| 41.5 Forêts des plateaux à Caesalpinioideae et Burseraceae | E | 41.51 Forêt des plateaux réguliers à moni, angélique et patawa | 41.--s - Forêts sur saprolite superficielle | secondarisé mono-dominant à | |
| | F | 41.52 Forêts des plateaux irréguliers à angélique, sali et comou | | | |
| | G | 41.53 Forêts des plateaux élevés à angélique, moni et bita tiki | 41.--i - Forêts sur inselberg et savane-roche | de transition (humide) | |
| 41.6 Forêts des « montagnes » à Mimosoideae et Burseraceae | H | 41.61 Forêts des « montagnes » de moyenne altitude à moni et yayamadous | 41.--q - Forêts sur quartzites | forêt à nuage | |
| | | | 41.61a Forêt sub-montagnardes > 500m à ouekos et cèdres | à cambrouses | |

Annexe 6 : Présentation du dispositif expérimental de Paracou

Etude du fonctionnement de l'écosystème forestier amazonien

1 – Présentation générale du dispositif de Paracou

Le dispositif de Paracou, installé à proximité de Sinnamary en Guyane française, est dédié à l'étude du fonctionnement de l'écosystème forestier amazonien. Il a été mis en place suite au lancement en 1982 d'un ambitieux projet de recherche intitulé « Recherche sylvicole sur les peuplements forestiers naturels guyanais ». Le principal objectif de ce projet était d'étudier les effets d'interventions sylvicoles simples et peu coûteuses sur la reconstitution d'un peuplement forestier tropical. Ces connaissances scientifiques produites depuis bientôt 3 décennies ont permis au gestionnaire forestier de définir les modalités d'exploitation de la forêt guyanaise.

Au-delà du contexte local, Paracou constitue dans le monde tropical un des plus importants dispositifs de recherche pour l'étude de l'écosystème forestier naturel et exploité. Plusieurs dizaines de projets de recherche se déroulent sur ce site. Ils visent à mieux comprendre le rôle de la forêt et de ses compartiments (biomasse aérienne, sol) dans le cycle du carbone et l'organisation et la dynamique de la biodiversité (génétique, spécifique, fonctionnelle). En 2009, le dispositif a été associé à un ambitieux programme de mesure de la distribution spatiale de la biomasse forestière à l'échelle de la planète grâce à la technologie du radar.

La principale plate-forme de recherche est constituée de 15 parcelles d'étude de suivi de la dynamique forestière couvrant au total 125 ha. Ces parcelles sont installées dans des forêts non perturbées et des forêts soumises à différentes intensités d'exploitation. Les inventaires réguliers fournissent les données démographiques des arbres (régénération, croissance et mortalité). En 2003, une deuxième plate-forme a été installée sur le dispositif de Paracou pour étudier les flux de matière et d'énergie entre l'écosystème et l'atmosphère. Il s'agit d'une tour de 55 m au long de laquelle des capteurs de haute technologie (anémomètre sonique, analyseurs gazeux, capteurs météorologiques) mesurent les échanges gazeux (CO₂ et H₂O) à l'interface canopée-atmosphère.

Une présentation complète du dispositif et des principales études menées sont disponibles dans l'ouvrage « *Ecology and management of a neotropical rainforest. Lessons drawn from Paracou, a long-term experimental research site in French Guiana* » (Gourlet-Fleury S., Guehl J.M. & Laroussinie J.M., Eds) et dans diverses publications scientifiques.

Ci-dessous des informations plus spécifiques aux parcelles, aux traitements sylvicoles et aux mesures sont présentées.

2 - Localisation et mise en place du dispositif sylvicole

2.1-Protocole d'installation des parcelles

Le dispositif de Paracou est implanté (5°15' N, 52°55' O) sur une concession accordée au CIRAD par le Centre Spatial Guyanais (CSG), sur la commune de Sinnamary (figure 1).

Cette forêt appartient au faciès à Caesalpinioideae (Sabatier et Prévost 1990) dominé par les genres *Eperua*, *Swartzia*, *Dicorynia*, *Vouacapoua*, *Tachigali* etc.). Les familles Lecythidaceae (*Eschweilera sagotiana* et spp, *Lecythis persistens* et spp.) et Chrysobalanaceae (*Licania*, *Couepia*) sont également abondantes. Par le passé, la zone a fait l'objet, comme pour l'ensemble de la Guyane, d'une exploitation très extensive de la gomme de Balata (*Manilkara bidentata*) et du bois de rose (*Aniba rosaeodora*). On suppose qu'il n'y a pas eu d'autre exploitation importante de cette forêt, faute d'indice, malgré la proximité de Sinnamary, commune agricole dynamique au XIXème siècle.

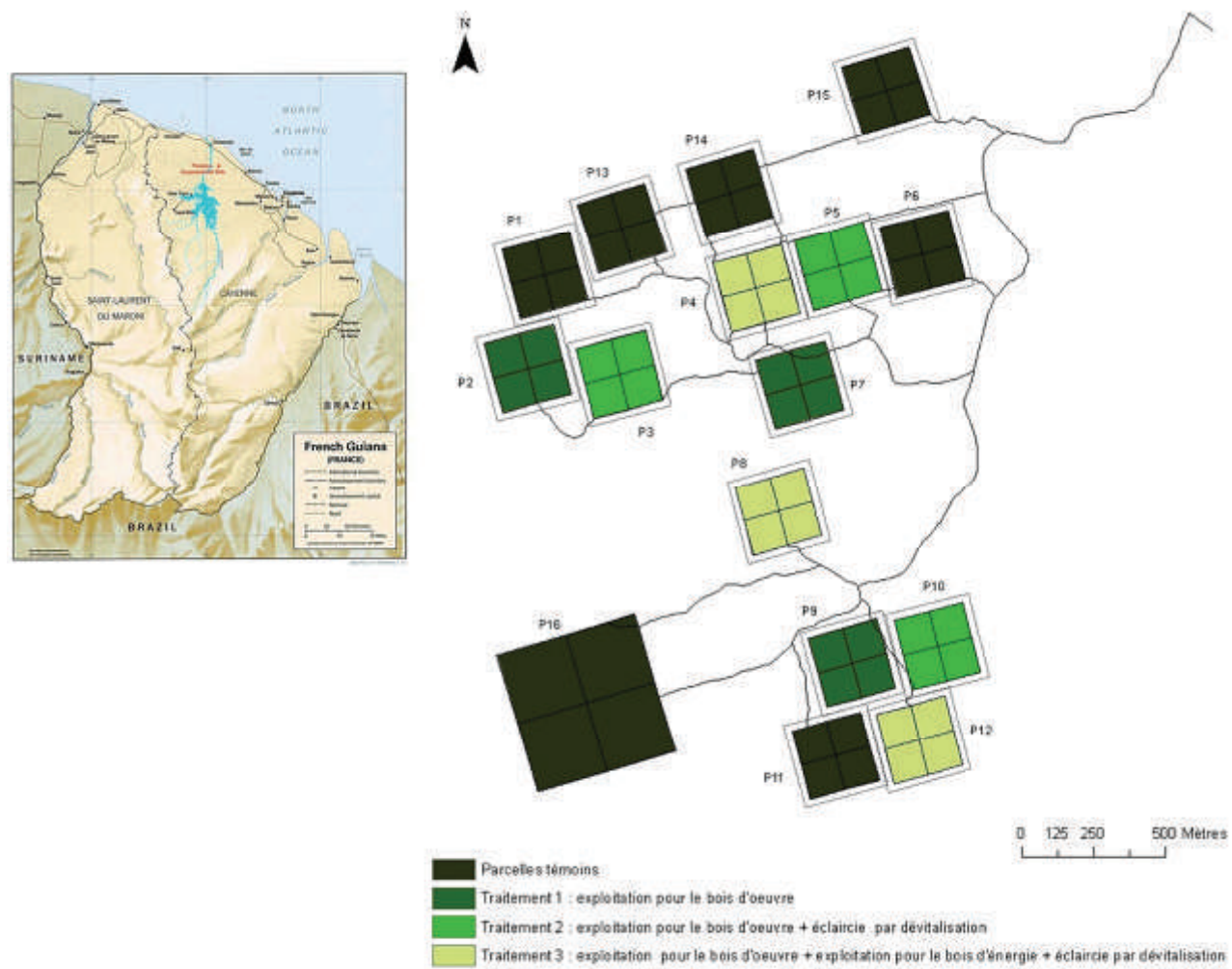
Le projet « Recherches sylvicoles sur les peuplements forestiers naturels guyanais » a débuté, en 1982, avec des inventaires floristiques et des études pédologiques sur environ 500 hectares. Ce travail préliminaire a permis, en 1984, de sélectionner et de mettre en place 12 parcelles d'étude (P1 à P12) couvrant chacune 9 hectares et réparties en 3 blocs de répétition.

Chaque parcelle présente une relative homogénéité du point de vue :

- du substrat pédologique, dominé par des sols à drainage vertical bloqué censés traduire les conditions édaphiques les plus communes en Guyane (Boulet et Brunet, 1983) ; Ces sols sont développés sur un substrat de la série des schistes de Bonidoro et sont argileux à sablo-argileux.
- de la composition floristique (Bergonzini et Schmitt, 1985).

En 1990 trois nouvelles parcelles (P13 à P15), de même superficie que les précédentes, ont été installées et permettent d'apprécier, sur le long terme, la dynamique de peuplements non perturbés dans des conditions de substrat légèrement différentes des précédentes parcelles témoins. De plus en 1991/1992, une parcelle de 25 hectares (P16) a été mise en place dans le même but mais sur une plus grande surface permettant de mieux appréhender certains facteurs tels que la genèse des répartitions spatiales, la phénologie et la génétique des populations.

Chaque parcelle est découpée en 4 carrés délimités par des layons formant un plateau central de 6.25 ha entouré par une zone tampon ayant pour objectif d'éliminer les artefacts liés aux effets de bordure. Les différents traitements sylvicoles ont été mis en œuvre sur la totalité des parcelles et de leur zone tampon. La subdivision en carré facilite la numérotation, la cartographie des arbres et les déplacements au sein des parcelles.



2.2-Les traitements sylvicoles opérés

Globalement, deux types d'intervention sylvicole ont été réalisés :

- Abattage et débardage d'essences de bois d'œuvre et/ou d'énergie, selon des méthodes traditionnelles.
- Eclaircie par dévitalisation chimique, d'essences dépourvues d'intérêt commercial ou présentant des anomalies, faite selon la technique dite des « entailles malaises » par application d'un produit arboricide.

L'intérêt des éclaircies est de favoriser la croissance des essences d'avenir du peuplement, tout en limitant les dégâts causés par l'abattage des arbres les gênant. En effet, la dévitalisation entraîne la mort de l'arbre sur pied, avec démantèlement progressif du houppier avant la chute du tronc ce qui limite fortement le bris des arbres dans le voisinage.

Après trois campagnes d'observations et de mesures du fonctionnement de l'écosystème naturel (1984, 1985 et 1986), les parcelles P1 à P12 ont été soumises entre 1986 et 1988 à 4 traitements sylvicoles d'intensité croissante :

- **Traitement 0** (P1, P6 et P11) : il s'agit de parcelles témoins. La surface terrière moyenne du peuplement est d'environ 30 m²/ha pour 620 tiges/ha.
- **Traitement 1** (P2, P7 et P9) : exploitation du bois d'œuvre pour des bois de dhp \geq 50 ou 60 cm, parmi 58 espèces ou groupes d'espèces, pour environ 10 arbres à l'hectare. Le traitement 1 a prélevé une surface terrière moyenne de 5m²/ha.
- **Traitement 2** (P3, P5 et P10) : exploitation pour le bois d'œuvre idem T1, avec en plus des éclaircies par dévitalisation pour des arbres de DHP \geq 40 cm, soit environ 30 arbres/ha. Le traitement 2 a prélevé une surface terrière moyenne de 12m²/ha.
- **Traitement 3** (P4, P8 et P12) : exploitation pour le bois d'œuvre idem T1, plus exploitation de bois d'énergie pour des arbres de DHP compris entre 40 et 50 cm (environ 15 arbres/ha) et, en plus, éclaircie par dévitalisation (environ 20 arbres/ha). Le traitement 3 a prélevé une surface terrière moyenne de 15m²/ha.

3 - Protocole de mesure

Le peuplement inventorié est celui du placeau central (6,25 ha), pour tous les arbres de plus de 10 cm DHP. Chaque arbre est identifié par un nom vernaculaire et un nom scientifique, par un numéro et par son positionnement au sein des carrés. Depuis 1984, une mesure de la circonférence a été effectuée : tous les ans jusqu'en 1995 (inclus), une fois tous les deux ans depuis.

A chaque inventaire, la mortalité est également mesurée. Le type de mortalité est enregistré : mortalité naturelle (morts sur pied, chablis primaires, arbres entraînés par la chute d'autres arbres) ou mortalité due à l'exploitation (arbres abattus lors de l'exploitation ou morts à la suite des dégâts occasionnés, dévitalisés, etc.). A chaque inventaire également, le recrutement de nouveaux individus (passant le seuil de pré-comptage de 10 cm dhp) est enregistré.

Ces données d'inventaire ont été complétées par une cartographie des dégâts occasionnés par l'exploitation (pistes de débardage) et par des données géographiques à l'échelle du dispositif (routes, pistes, criques ...) et de la parcelle (pédologie, topographie, position des arbres ...). Le tout est intégré dans un Système d'Information Géographique.

Annexe 6bis – Présentation du dispositif ONF de forêts pilotes de Risquetout et d’Organabo.

Le dispositif expérimental de Risquetout et d’Organabo a été installé au début des années 90 par l’Office National des Forêts, en collaboration avec le CIRAD.

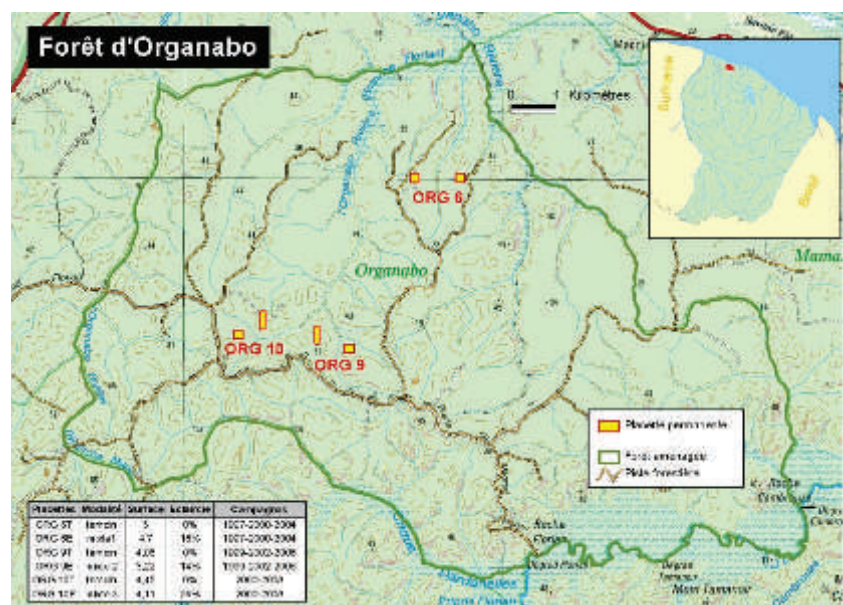
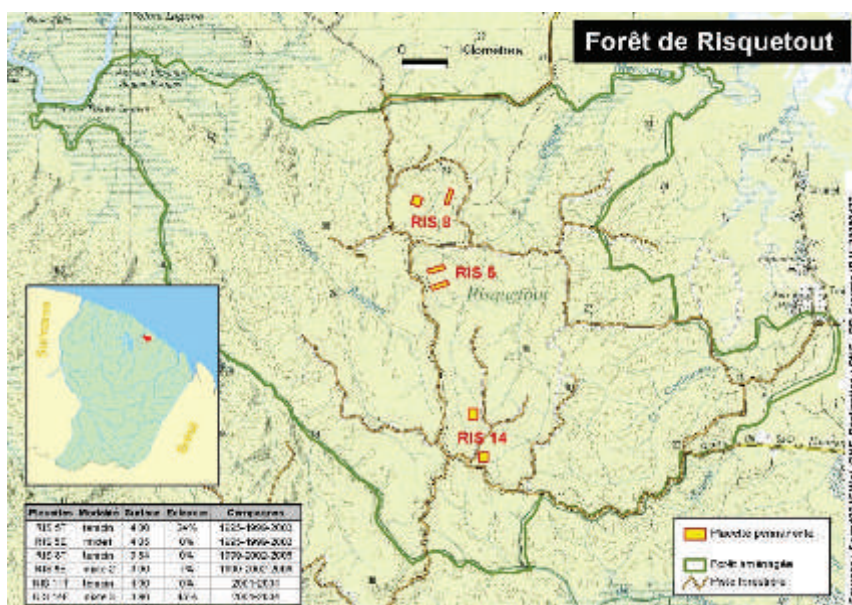
L’objectif était de répondre aux questionnements sur les risques d’épuisement possible de la ressource forestière (l’exploitation forestière se concentrant que sur un petit nombre d’espèces : 3 essences, représentent plus de 75% du volume exploité) si les conditions favorables à son renouvellement ne sont pas réunies.

Pour répondre à cette problématique, des éclaircies ont été réalisées au profit d’arbres d’avenir avec l’objectif de dynamiser la croissance des tiges d’avenir afin de réduire la durée des rotations pour un passage en coupe plus rapide et une moindre consommation de l’espace forestier.

Ce dispositif a été mis en place sur deux forêts dites « pilotes » qui ont fait l’objet d’essai d’éclaircie à grande échelle sur près de 1 000 ha. Plusieurs modalités d’éclaircies ont été testées, axées sur une intervention à « mi-rotation », 10 à 15 ans après exploitation, orientées au profit d’arbres d’avenir désignés dans le peuplement commercial.

Les deux massifs, objets de cette étude, font partie des forêts du DFP, gérées et aménagées par l’Office National des Forêts.

La forêt de Risquetout (4°95’N – 52°60’O), a été soumise à 3 permis d’exploiter avant la mise en place des aménagements forestiers. Les zones d’étude y ont été exploitées pour la dernière fois entre 1980 et 1983. Soumis à un climat équatorial présentant une saison sèche peu marquée, les précipitations moyennes annuelles y atteignent 3 500 mm/an. Les sols de nature argileuse sont issus de Granite (période Galibi) ou de schiste (série d’Armina ou Bonidoro) 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 avec 2 600 mm/an. Le relief, développé sur migmatites (période Caraïbes) est aussi peu marqué, ne dépassant pas 50m d'altitude.

Des placettes permanentes de suivi ont été installées sur les 3 modalités les plus intensives.

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.

Les essences forestières ont été classées en 4 catégories en fonction de leur intérêt commercial :

- les catégories IA et IB regroupent les essences les plus précieuses parmi lesquelles des tiges d'avenir sont désignées ;
- la catégorie 2 concerne les essences commerciales secondaires qui peuvent être dévitalisées sélectivement au profit des arbres d'avenir;
- la catégorie 3, aussi appelée bourrage, rassemble toutes les autres essences sans usage commercial qui font l'objet d'une dévitalisation sélective et/ou systématique (figure 1). L'éclaircie est opérée par annélation puis dévitalisation à l'aide d'un produit chimique de type GARLON (dilué à 10%). Les intensités d'éclaircie obtenues varient de 8% à 45% en surface terrière enlevée.

Les traitements ont été mis en œuvre sur des demi-parcelles de 150 ha en moyenne, l'autre moitié étant conservée comme « témoin ». Pour chaque modalité et chaque forêt, des placettes de suivi de 4 ha ont été installées après éclaircie à partir de 1995 : une placette « témoin » dans la partie antérieurement exploitée puis laissée en repos et une placette « éclaircie » dans la partie qui a fait l'objet du traitement. Sur ces placettes permanentes, seul le peuplement commercial (catégories 1 et 2) est suivi de façon précise et individualisée : les arbres de plus de 10 cm de diamètre sont numérotés, spatialisés, et marqués à la peinture au niveau de leur mesure. Leur essence est déterminée par des forestiers prospecteurs (niveau espèce ou genre). Le bourrage (catégorie 3) fait l'objet d'une mesure de contrôle à l'état initial et n'est pas suivi par la suite. Des campagnes de mesures sont effectuées tous les 4 ans. Trois campagnes (initial, 4 et 8 ans après éclaircie) sont disponibles pour toutes les placettes sauf pour Risquetout 14 et Organabo 10 (modalités 3) pour lesquelles on ne dispose que des deux premiers inventaires.

Annexe 6ter : Présentation du dispositif GUYAFOR (Réseau de dispositifs permanents pour un suivi à long terme des écosystèmes forestiers guyanais)

Le réseau GUYAFOR, est un réseau de dispositifs forestiers guyanais caractérisant l'hétérogénéité spatio-temporelle du fonctionnement des forêts guyanaises.

Depuis 2000, les efforts conjoints du CIRAD et de l'ONF (en particulier avec l'aide financière du 12ème Contrat de Plan Etat-Région) ont abouti à la mise en place de ce réseau de 15 dispositifs forestiers permanents de recherche. Cet outil permet désormais d'aborder des problématiques de recherche à une échelle régionale en tenant compte de la diversité du fonctionnement des forêts.

Cet observatoire est un outil de recherche dont l'objectif est de comprendre à l'échelle régionale, l'organisation et la dynamique de la biodiversité. Au-delà des enjeux liés à la compréhension du fonctionnement des forêts tropicales humides, ce réseau répond également à des enjeux sociétaux liés à la valeur des forêts comme réservoir de biodiversité et à leur rôle dans le cycle du carbone lié au réchauffement climatique.

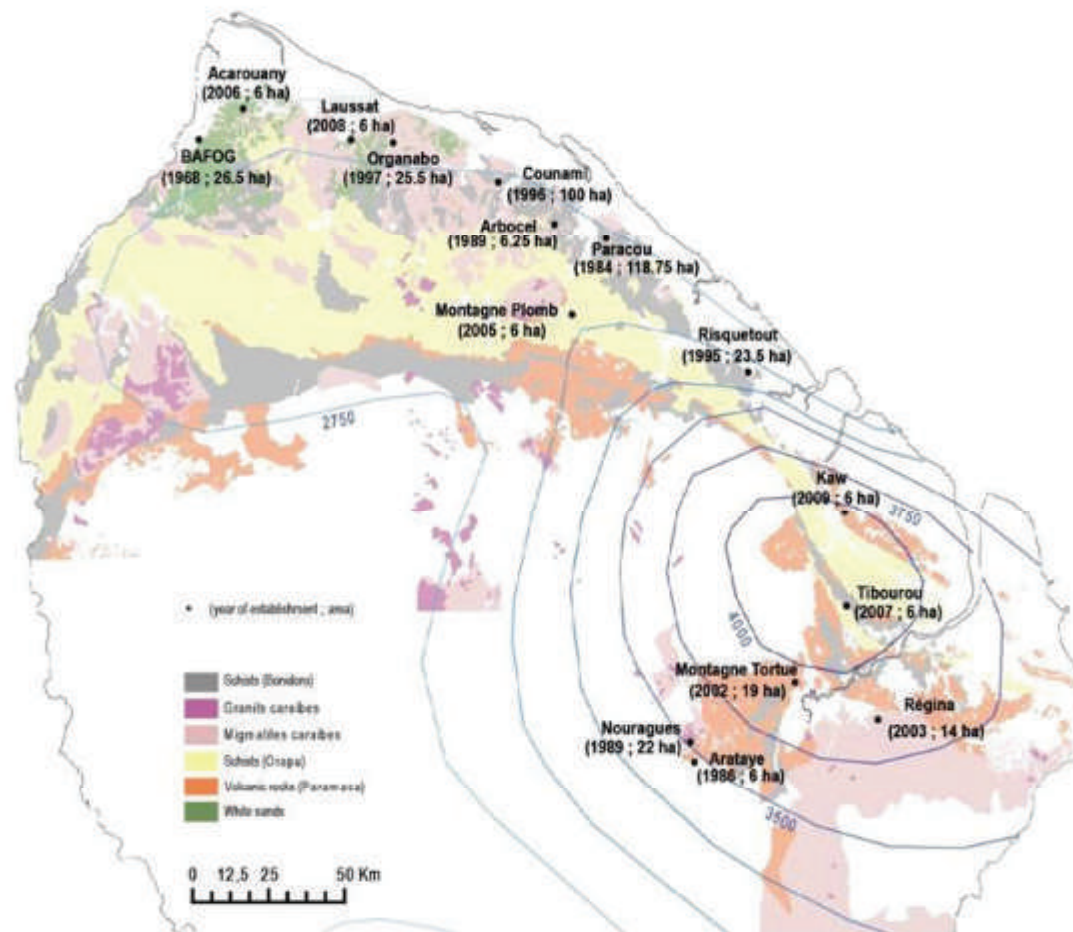
Il est possible de déterminer à partir de données dendrométriques et biologiques du réseau GUYAFOR et de modèles d'estimation améliorés le stockage de biomasse aérienne ligneuse des grands types forestiers guyanais et d'extrapoler dans l'espace, à l'échelle de la Guyane et dans le temps ces bilans.

Le réseau GUYAFOR a été construit à partir de trois dispositifs emblématiques permanents installés depuis 1968 (ONF Bafog), 1984 (CIRAD Paracou) et 1986 (CNRS Nouragues). A ces dispositifs anciens se sont ajoutés de nouveaux dispositifs depuis 2000 (voir figure 1). Le réseau couvre aujourd'hui plus de 235 hectares de forêt sur 15 dispositifs répartis sur la bande côtière.

Chaque dispositif peut regrouper de une à plusieurs parcelles de forêts naturelles et exploitées couvrant chacune de 4 à 25 hectares.

Sur chacune des parcelles, les données récoltées sont de trois types :

- **Mesure des arbres** : La circonférence des arbres est mesurée à intervalles réguliers (1, 2 ou 4 ans) de même que leur recrutement dans la communauté (à partir de 10 cm à hauteur de poitrine) et leur disparition. Tous les arbres sont numérotés et cartographiés sur chacune des parcelles dont la surface varie entre 4 et 25 ha). A chaque inventaire, l'état des arbres numérotés est noté (arbres vivants ou morts) et codé (arbre mort sur pied, par chablis primaire ou secondaire). Un code est également associé à la mesure de la circonférence et renseigne sur la hauteur et la précision de la mesure.
- **Identification botanique** : un nom vernaculaire est associé à chaque arbre. Sur chacun des dispositifs un travail d'identification botanique est en cours depuis 2003 avec une identification complète pour au minimum 1 hectare sur chaque dispositif.
- **Caractérisation environnementale** : une description des sols (structure physique et chimique) est disponible depuis mi-2009 sur 12 des 15 dispositifs. Les données météorologiques sont obtenues auprès de Météo-France, partenaire du réseau.



15 sites, 49 placettes, 235 ha, 164 470 arbres, 1 258 779 mesures

Localisation des 15 sites, dispositifs forestiers permanents de l'observatoire GUYAFOR (date d'installation et surface totale couverte par les parcelles d'étude).

Annexe 7 : Présentation du dispositif DYGEPOP

Le dispositif DYGEPOP (Dynamique et GEstion de POPulations d'arbres guyanais) a pour objectif de comprendre comment se forment les peuplements d'arbres à forte densité d'espèces commerciales afin d'établir des règles de gestion adaptées permettant de les exploiter durablement.

La compréhension des mécanismes naturels permettant la mise en place d'agrégats par certaines espèces est une étape indispensable pour élaborer les bases d'une sylviculture dont les objectifs sont (1) d'assurer une gestion durable des peuplements forestiers en adaptant le prélèvement de bois au capacité du milieu (2) de maintenir voire améliorer la qualité commerciale des peuplements exploités en favorisant le renouvellement des espèces agrégatives.

Parmi les principales essences commerciales, les trois espèces particulièrement étudiées se développant en agrégats ou en plaques sont l'Angélique (*Dicorynia guianensis*), le Gonfolo rose (*Qualea rosea*) et le Wacapou (*Vouacapoua americana*).

Plusieurs dispositifs ont été mis en place sur lesquels les arbres des espèces étudiées ont été cartographiés à partir de 10 cm de diamètre. Sur une partie de la surface, les juvéniles (à partir de 1 cm de diamètre au collet) ont été cartographiés. Les données de Paracou et des Nouragues servent également à ce dispositif.

Le site Régina-St Georges (PAI074) a vu la mise en œuvre d'une première expérimentation de test de différentes modalités d'exploitation du peuplement d'Angélique.

On ne peut attendre des résultats de ce type de dispositif que sur le moyen long terme. Il reste à poursuivre les études post exploitation et à mettre en place des essais similaires sur HKO069 et RFE092 afin de suivre la productivité globale des populations d'Angélique, de Gonfolo rose et de Wacapou et ainsi valider les choix sylvicoles et les modèles d'évolution sur le long terme.

Les perspectives pour la gestion forestière et la filière bois sont importantes en terme (1) d'approvisionnement en bois en tirant le meilleur parti des peuplements à forte concentration de tiges commerciales sans entamer le capital de renouvellement de ces populations, et même en l'améliorant pour la coupe suivante (2) d'économie, en concentrant la récolte sur des zones à vocation de production où la productivité commerciale des peuplements aura été améliorée permettant de réduire la création de nouvelles pistes forestières, le coût du transport de bois et la pénétration dans les massifs encore non perturbés.

Les sites inclus dans le dispositif DYGEPOP sont :

| Site | Parcelle | Actions réalisées | Surface |
|------------------------|-----------------|---|--|
| Régina-St Georges | PAI074 | <ul style="list-style-type: none"> - Cartographie et inventaire des angéliques et wacapous de 10 cm et plus de DHP. - Cartographie et inventaire des juvéniles d'Angélique (à partir de 1 cm de diamètre au collet et jusqu'à 10 cm). - Description architectural de l'ensemble du peuplement ainsi que de chaque Angélique. - Test de 3 modalités d'exploitation de l'Angélique. - Cartographie des chablis | <p>36,25 ha</p> <p>15 ha</p> <p>36,25 ha</p> <p>36,25 ha divisés par 3</p> <p>36,25 ha</p> |
| Régina-St Georges | HKO069 | <ul style="list-style-type: none"> - Cartographie et inventaire des angéliques et wacapous de 10 cm et plus de DHP. | 36 ha |
| Bélizon – Roche Fendée | RFE092 | <ul style="list-style-type: none"> - Cartographie et inventaire des gonfolos roses et wacapous de 10 cm et plus de DHP. - Cartographie et inventaire des juvéniles de Gonfolo rose (à partir de 1 cm de diamètre au collet et jusqu'à 10 cm). - Description architectural de l'ensemble du peuplement ainsi que de chaque Gonfolo rose. - Cartographie des chablis | <p>32 ha</p> <p>16 ha</p> <p>32 ha</p> <p>32 ha</p> |
| Mana - Bafog | CRI001 | <ul style="list-style-type: none"> - Cartographie et inventaire des gonfolos roses de 10 cm et plus de DHP. - Cartographie et inventaire des juvéniles de Gonfolo rose (à partir de 1 cm de diamètre au collet et jusqu'à 10 cm). | <p>30 ha</p> <p>15 ha</p> |
| Nouragues | | <ul style="list-style-type: none"> - Cartographie et inventaire des angéliques, gonfolos roses et wacapous de 10 cm et plus de DHP. - Cartographie et inventaire des juvéniles de Gonfolo rose, Angélique et Wacapou (à partir de 1 cm de diamètre au collet et jusqu'à 10 cm). | <p>25 ha</p> <p>10 ha</p> |
| Paracou | P16 et bloc sud | <ul style="list-style-type: none"> - Cartographie et inventaire des angéliques, gonfolos roses et wacapous de 10 cm et plus de DHP. - Cartographie et inventaire des juvéniles de Gonfolo rose, Angélique et Wacapou (à partir de 1 cm de diamètre au collet et jusqu'à 10 cm). | <p>55 ha</p> <p>55 ha</p> |



Annexe 8 : Présentation des inventaires au 1/1000ème, papetiers et à 5%.

La connaissance de la ressource forestière potentielle en Guyane (importance relative des essences, structure des peuplements, volume des bois exploitables,...) est récente et reste incomplète.

Bien que les études botaniques forestières remontent au 18ème siècle (Histoire des plantes de la Guyane Française par Fusée - Aublet - 1775), les premiers travaux d'inventaire n'ont réellement débuté qu'après 1950 avec le Bureau Agricole et Forestier Guyanais (BAFOG) puis, à partir de 1962, avec le service des Eaux et Forêts, devenu Office National des Forêts (ONF) en 1964.

1- L'inventaire au millième

Pendant près de 10 années (entre 1962 et 1970), l'ONF a réalisé un vaste pré-inventaire sur près de 3 053 800 ha de forêt de la chaîne septentrionale.

L'objectif était d'avoir des données suffisantes sur la composition en essences de la forêt guyanaise afin d'implanter le plus judicieusement possible les futurs permis forestiers.

Plusieurs équipes de prospecteurs ont tracé 26 layons depuis la zone littorale (RN 1 et début de piste vers Régina), entre St-Laurent-du-Maroni et Régina (la zone de Régina St Georges, inaccessible à l'époque n'a pas été inventoriée, sauf dans sa partie bord Approuague).

Les layons étaient espacés de 10 km (Ouest en Est) et pouvaient s'enfoncer jusqu'à 145 km vers l'intérieur des terres (Nord au Sud).

A une distance de 5 m de part et d'autre du layon, les prospecteurs relevaient et le nom (vernaculaire) des arbres rencontrés (selon une liste de 27 essences ou groupes d'essences) et leur diamètre si celui-ci était supérieur à 20 cm DHP.

Un layon tous les 10 km échantillonné sur une bande de 10 m de large, a conduit à un taux de sondage de 1/1000, d'où le nom donné à cet inventaire.

Tous les kilomètres (soit 1 ha) ou à chaque fois que l'équipe changeait de substrat géologique, une nouvelle fiche d'inventaire était utilisée. La surface concernée par une fiche constitue une placette d'inventaire. Les résultats d'inventaire ont donc été directement stratifiés par la géologie en fonction des cartes existantes de l'époque (Choubert, 1960).

En théorie, chaque placette a donc une superficie inférieure ou égale à 1 ha (10 m de large pour 1 km de long). Cependant, certaines fiches d'inventaire couvrent des longueurs bien supérieures à 1 km et peuvent ainsi parfois concerner plusieurs dizaines d'hectares (24 hectares pour la plus grande placette).

L'origine des regroupements de placettes n'a pas pu être retrouvée dans les archives, on peut simplement dire qu'il a eu lieu au moment du pré-traitement des données, et non sur le terrain.

Le tableau suivant, extrait de ce pré-inventaire, donne une indication très générale de l'abondance des principales essences de bois d'œuvre en Guyane.

Tableau 1 : Volumes moyens à l'hectare, toutes qualités et tous secteurs géologiques confondus pour les essences les plus recherchées.

| Nom scientifique | Essence | volume à l'hectare m ³ /ha | |
|---|---|---------------------------------------|--------------------|
| | | diamètre ≥40 cm | diamètre ≥60 cm |
| <i>Dicorynia guianensis</i> | Angélique | 13,2 | 7,4 |
| <i>Sextonia rubra</i> | Grignon franc | 2,7 | 2,2 |
| <i>Andira coriacea</i> <i>Hymenolobium flavum</i> <i>Diploptropis purpurea</i> | St Martin rouge St Martin jaune Cœur dehors | 2,5 | 1,2 |
| <i>Goupia glabra</i> | Goupi | 3,6 | 2,3 |
| <i>Moronobea coccinea</i> <i>Symphonia globulifera</i> <i>Platonia insignis</i> | Manil montagne Manil marécage Parcouri | 2,7 | 1,4 |
| <i>Vouacapoua americana</i> | Wacapou | 2,9 | 1,2 |
| <i>Hymenaea courbaril</i> | Courbaril | 0,4 | 0,3 |
| <i>Peltogyne sp.</i> | Amarante et Bois précieux | 4,2 | 1,9 |
| <i>Ocotea sp.</i> <i>Nectandra sp.</i> | Cèdres | 2,5 | 1,1 |
| <i>Qualea sp.</i> | Gonfolo | 5,2 | 3,5 |

Aucune espèce, parmi celles qui présentent une valeur commerciale n'est particulièrement abondante. L'Angélique la moins rare, joue malgré tout le rôle de moteur dans la filière bois locale.

2- Les inventaires papetiers.

Les inventaires papetiers ont été réalisés par le CTFT et l'ONF entre 1972 et 1976 afin d'évaluer le potentiel ligneux de trois grands permis forestiers. L'objectif était d'avoir une meilleure connaissance de la ressource forestière sur des zones bien identifiées entre St Laurent, Kourou et l'Orapu (Cayenne), en vue d'implanter une filière de transformation des bois pour le déroulage, le charbon de bois et surtout la pâte à papier. (Projet d'International Paper Compagny, n'ayant d'ailleurs jamais abouti).

Ces inventaires concernent 546 900 ha, découpés en 8 blocs de 20 000 ha environ et 6 blocs de 40 000 à 78 000 ha, répartis sur toute la frange littorale de la Guyane depuis le fleuve Maroni jusqu'à l'Approuague. 1533 km de layons ont été tracés permettant l'inventaire de 2347 placettes totalisant 1143 ha inventoriés. 405 463 tiges ont été recensées, ce qui représente une moyenne de 354 tiges à l'hectare.

Chaque bloc a été inventorié selon un plan de sondage statistique systématique dont le taux varie entre 0,2% et 0,8%. Les placettes échantillons de 0,5 ha (25m x 200m) ont été disposées tous les 200 ou 400 à 600 m, le long de layons rectilignes espacés de 1050, 1550 ou 3100 m.

Le diamètre de pré-comptage est de 10 ou 15 cm selon les blocs. Toutes les tiges y ont été mesurées au ruban à hauteur de poitrine ou estimés à la règle au-dessus des contreforts. Les inventaires ont été réalisés par classes de diamètre de 10 cm (jusqu'à la classe 130) et des tarifs de cubage régionaux ont été élaborés à partir de 534 arbres, de 10 à 80 cm de diamètre, abattus dans la région de St Laurent et à partir de mesures sur pied effectuées sur 3 339 arbres de tous diamètres sur l'ensemble du département. 290 espèces ou groupes d'espèces ont été distingués lors des inventaires (déterminées par des prospecteurs forestiers au nom vernaculaire).

Classes de diamètre pour le pré-comptage :

| Classe | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| | 15-20 | 20-30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 60-70 | 70-80 | 80-90 | 90-100 | 100-110 | 110-120 |

Caractéristiques principales des différents blocs papetiers :

| Blocs | Diamètre de précomptage | Taux de sondage | Tarifs utilisés pour les tiges < 80 cm | Tarifs utilisés pour les tiges > 80 cm |
|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|--|--|
| Saint Laurent (SL) 01-02-03 | 10 cm | 0,2% | V = - 0,061776 + 8,8358 D2 | 6 tarifs spécifiques et 1 tarif toutes essences (bloc IV) |
| Kourou 01-02-03 | 15 cm | 0,2% | V = - 0,035829 + 8,7634 D2 | 6 tarifs spécifiques et 1 tarif toutes essences (bloc III) |
| Cayenne 01-02-03 | 15 cm | 0,2% | V = - 0,084516 + 10,4613 D2 | 6 tarifs spécifiques et 1 tarif toutes essences (blocs I+II) |
| Blocs I (Comté) et Bloc II (Orapu) | 10 cm | ∅>40cm : 0,8% 10 à 40cm : | 12 tarifs spécifiques (Angélique, Manil, Goupi, Balata franc, ...) | Grignon, Carapa, ... |

Les différents types de peuplements rencontrés ont été distingués : forêt de terre ferme, forêt marécageuse, forêt inondée, pinotière, formation non forestière. Sur St Laurent, des forêts secondaires ont aussi été rencontrées et ont été regroupées dans les synthèses avec les forêts de terre ferme.