

Vulnérabilité des espèces de *maçaranduba* face à l'exploitation en Amazonie brésilienne : nouvelles normes d'exploitation à définir

Marc GAYOT¹
Plínio SIST²

¹ 12c, rue Fin de Banlieue
67400 Illkirch-Graffenstaden
France

² Cirad-forêt
Convênio Embrapa-Cirad
Projeto Ecosilva, Embrapa
Travessa Dr. Eneas Pinheiro
66095-100 Belém-PA
Brésil

En forêt amazonienne,

où les espèces de bois d'œuvre regroupées sous l'appellation commerciale de *maçaranduba* (la plus exportée du Brésil) présentent diverses capacités de régénération, une exploitation sélective, fondée sur un diamètre minimal de coupe et une rotation adaptée, pourrait mieux répondre aux impératifs de la gestion durable.



Route secondaire ouverte dans la *fazenda* Rio Capim, dans la zone exploitée en 2001.
Secondary road opened up in the fazenda Rio Capim, in the area logged in 2001.
Photo P. Sist, 2003.

RÉSUMÉ

VULNÉRABILITÉ DES ESPÈCES DE MAÇARANDUBA FACE À L'EXPLOITATION EN AMAZONIE BRÉSILIENNE : NOUVELLES NORMES D'EXPLOITATION À DÉFINIR

L'impact de l'exploitation sur les populations de trois espèces majeures de bois d'œuvre d'Amazonie (*Manilkara huberi*, *M. bidentata*, *M. paraensis*, regroupées sous l'appellation commerciale de *maçaranduba*) a été analysé dans une propriété forestière (État du Pará). Un modèle dynamique a permis de simuler les différents taux de reconstitution de ces espèces en fonction des paramètres essentiels : structure diamétrique, croissance et mortalité. Dans la zone d'étude, *maçaranduba* est l'essence la plus abondante et la plus exploitée. Des trois espèces, seule *M. huberi* atteint fréquemment 80 cm de diamètre ; cette espèce est, donc, la plus récoltée. Cependant, pour cette zone et dans le cadre d'un cycle de 30 ans, *M. huberi* a des taux de reconstitution nettement plus faibles que ceux de *M. paraensis* et de *M. bidentata*. Une exploitation sélective, fondée sur un diamètre minimal d'exploitation (Dme) de 55 cm et une durée de cycle de 30 ans, ne permet pas de maintenir durablement certaines populations à des densités économiquement intéressantes. En forêt amazonienne, où les nombreuses espèces commerciales présentent diverses capacités de régénération, une exploitation sélective, fondée sur un Dme et une durée de rotation adaptée à différents groupes d'espèces, pourrait mieux répondre aux critères de gestion durable. Ces groupes seraient définis par les facteurs tels que la structure diamétrique, la croissance et la mortalité. Étant donné la multiplicité des combinaisons structure-croissance-mortalité, une étude spécifique sur l'élaboration d'une telle typologie et son utilisation mérite d'être entreprise.

Mots-clés : *maçaranduba*, *maparajuba*, *Manilkara*, structure diamétrique, modélisation, exploitation à faible impact, Brésil, Amazonie.

ABSTRACT

VULNERABILITY OF MAÇARANDUBA SPECIES TO LOGGING IN THE BRAZILIAN AMAZON: THE NEED FOR NEW LOGGING STANDARDS

The impact of logging on the populations of the main Amazonian timber tree species (*Manilkara huberi*, *M. bidentata*, *M. paraensis*, all marketed under the collective name of *maçaranduba*) was assessed in a property in the State of Pará. A dynamic model was used to estimate the different recovery rates of these species on the basis of three essential parameters: diametric structure, growth and mortality. In the study area, the *maçaranduba* group of species is the most abundant and the most heavily logged. Within the group, only *M. huberi* reach frequently a diameter over 80 cm, and are therefore the most frequently harvested. However, in this zone and over a 30-year rotation, regeneration rates for *M. huberi* are significantly lower than for *M. paraensis* and *M. bidentata*. Selective logging, based on a minimum diameter cutting (MDE) of 55 cm and a 30-year rotation, is not enough to keep certain tree populations at economically viable densities. In the Amazon forest, where regeneration capacities of commercial species are highly variable, selective logging based on a specific MDE and rotation length determined for different species groups would help to meet sustainable management criteria. These groups would be defined according to their diametric structure, growth and mortality. Given the many different possible combinations between these three criteria, a specific study is needed on the development and use of an appropriate typology.

Keywords: *maçaranduba*, *maparajuba*, *Manilkara*, diametric structure, modelling, low-impact logging, Brazil, Amazon.

RESUMEN

VULNERABILIDAD DE LAS ESPECIES DE MAÇARANDUBA FRENTE A LA EXPLOTACIÓN DE LA AMAZONIA BRASILEÑA: BÚSQUEDA DE NUEVAS FORMAS DE EXPLOTACIÓN

Se analizó en una propiedad forestal, en el Estado de Pará, el impacto de la explotación en las poblaciones de especies mayores de madera de construcción amazónicas (*Manilkara huberi*, *M. bidentata*, *M. paraensis*, agrupadas bajo la denominación comercial de *maçaranduba*). Mediante un modelo dinámico se pudieron simular las diferentes tasas de regeneración de estas especies en función de los parámetros esenciales: estructura diamétrica, crecimiento y mortalidad. En la zona de estudio, la *maçaranduba* es la especie más abundante y explotada. Entre las especies, sólo *M. huberi* alcanza frecuentemente 80 cm de diámetro; por eso esta especie es la que más se explota. Sin embargo, para esta zona y en el marco de un ciclo de 30 años, *M. huberi* presenta tasas de regeneración mucho más bajas que las de *M. Paraensis* y *M. Bidentata*. Una explotación selectiva, basada en un diámetro mínimo de explotación (DME) de 55 cm y una duración de ciclo de 30 años, no permite el mantenimiento sostenible de poblaciones con densidades económicamente viables. En la selva amazónica, donde las numerosas especies comerciales presentan distintas capacidades de reconstitución, una explotación selectiva, basada en el DME y en una duración de rotación adaptada a los distintos grupos de especies, podría responder mejor a los criterios de manejo sostenible. Dichos grupos serían definidos por los factores de estructura diamétrica, crecimiento y mortalidad. Dada la multiplicidad de combinaciones estructura-crecimiento-mortalidad, sería interesante realizar un estudio específico sobre la elaboración de esta tipología y su utilización.

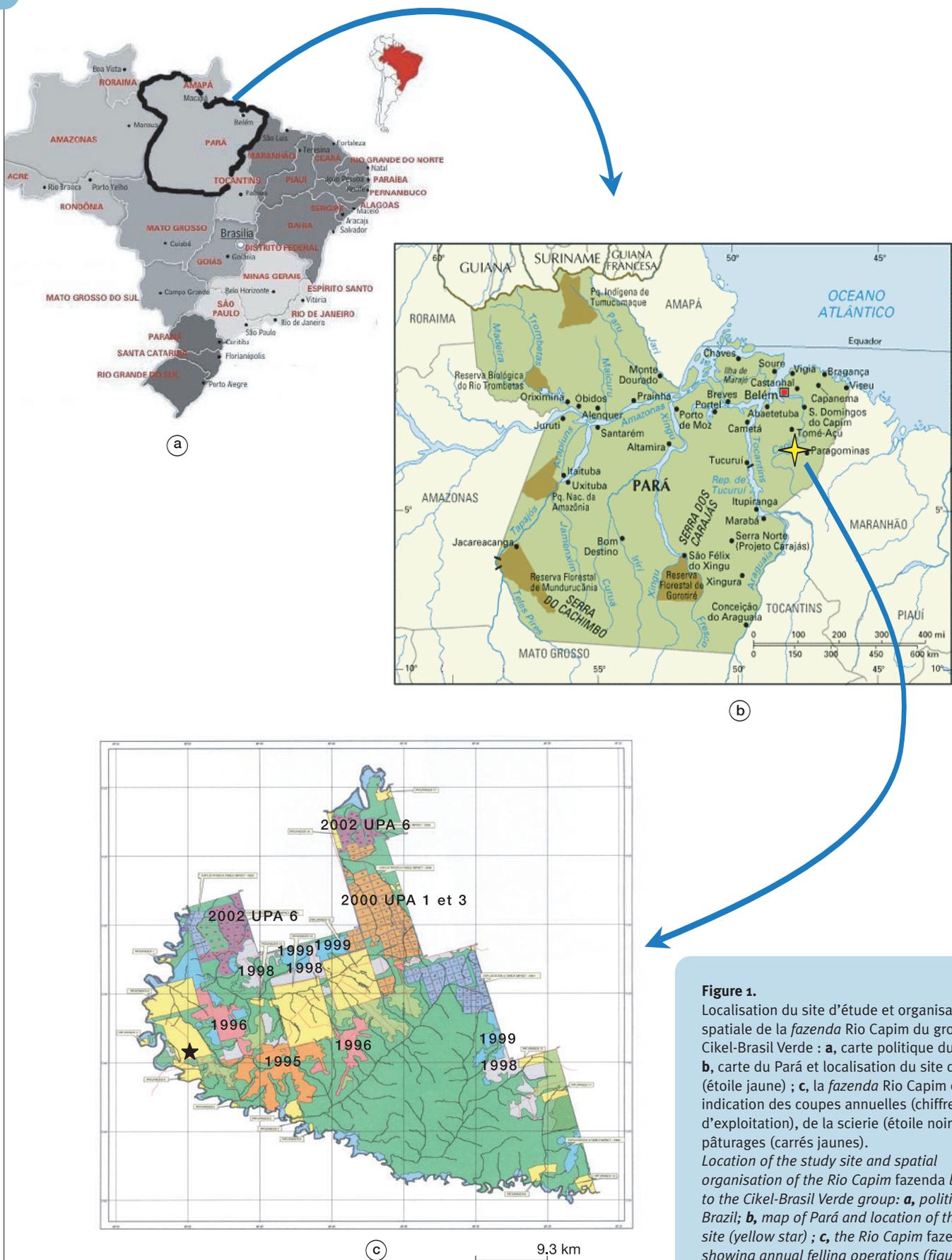
Palabras clave: *maçaranduba*, *maparajuba*, *Manilkara*, estructura diamétrica, modelización, explotación de impacto reducido, Brasil, Amazonia.

Introduction

Dans la plupart des listes de noms d'essences d'Amazonie brésilienne, *maçaranduba* correspond à l'espèce *Manilkara huberi* (Ducke) Chev. Deux espèces proches – *M. bidentata* (A.DC.) spp. (Miq.) Pennington *surinamensis* et *M. paraensis* (Huber) Standley –, regroupées sous le nom de *maparajuba*, sont souvent confondues et identifiées sur le terrain comme *maçaranduba* par les prospecteurs lors des inventaires. *Maçaranduba*, regroupant ici les trois espèces, est la cinquième essence de bois d'œuvre exploitée en Amazonie et la plus exportée du Brésil (encadrés 1 et 2). L'impact de l'exploitation varie considérablement d'une espèce à l'autre selon les propres caractéristiques écologiques de chacune. MARTINI *et al.* (1994) ont établi un coefficient de vulnérabilité pour 305 espèces de bois d'œuvre amazoniennes. Dans ce cadre, *M. huberi* se classait parmi le groupe des espèces qui ne sont ni menacées ni favorisées par l'exploitation. L'approche de MARTINI *et al.* (1994) se fonde sur l'évaluation empirique de sept paramètres biologiques (distance de dispersion, abondance de jeunes arbres, vitesse de croissance, réaction aux coupes et aux dégâts, résistance au feu, extension du domaine géographique et abondance des adultes) et de la pression d'exploitation (faible ou élevée). Certains paramètres importants comme la structure des populations en classe de diamètre et la durée de la rotation ne sont pas considérés. L'étude présentée ici a pour but d'évaluer de façon plus précise la capacité de reconstitution des populations de *maçaranduba*, en se fondant sur des données de terrain et en tenant compte des principales modalités de l'exploitation : un diamètre minimal d'exploitation de 55 cm et un cycle de coupe de trente ans. Cette étude a été menée dans le cadre d'un stage de Dess (GAYOT, 2002), au sein d'une exploitation forestière gérée par le groupe Brasil Cikel Verde (www.cikel.com.br) et située en Amazonie brésilienne, dans l'État du Pará (figure 1).



Pied de *Manilkara huberi*, *maçaranduba*.
Bole of *Manilkara huberi* (*maçaranduba*).
Photo P. Sist.

**Figure 1.**

Localisation du site d'étude et organisation spatiale de la *fazenda* Rio Capim du groupe Cikel-Brasil Verde : **a**, carte politique du Brésil ; **b**, carte du Pará et localisation du site d'étude (étoile jaune) ; **c**, la *fazenda* Rio Capim et indication des coupes annuelles (chiffre : date d'exploitation), de la scierie (étoile noire), des pâturages (carrés jaunes).

Location of the study site and spatial organisation of the Rio Capim fazenda belonging to the Cikel-Brasil Verde group: a, political map of Brazil; *b*, map of Pará and location of the study site (yellow star); *c*, the Rio Capim fazenda showing annual felling operations (figure = logging date), the sawmill (black star) and grazing lands (yellow squares).

Site d'étude et méthodes

Site d'étude

Sur le site de la fazenda Rio Capim (figure 1 a, b), la Cikel a adopté un système d'exploitation planifiée, communément appelé exploitation à faible impact (Efi), intégré à son plan d'aménagement d'environ 150 000 ha

certifié Fsc (Forest Stewardship Council, www.fsc.org). Chaque année, une zone à exploiter appelée unité de production annuelle (Upa) de 3 000-4 000 ha est délimitée puis découpée en unités de travail (UT ; figures 1 c et 2), en général de 100 ha. Dans chaque unité, tous les arbres d'espèces commerciales de diamètre à hauteur de poitrine (Dhp) \geq 45 cm sont identifiés par le nom vernaculaire

et cartographiés. La circonférence, la qualité et la hauteur du fût de chaque arbre sont également notées. Ces données sont ensuite intégrées dans une base de données Sig (système d'information géographique) servant à la construction de cartes de chaque UT, où apparaissent les arbres, leur numéro et leur devenir (« prévu à la coupe » ou « rémanent »).

Encadré 1.

Les trois espèces de *Manilkara*

Le genre *Manilkara* comprend 30 espèces réparties entre le Mexique et le sud du Brésil, en y incluant les Caraïbes. En Afrique et en Asie, on dénombre respectivement 20 et 12 espèces. Les espèces néotropicales sont le plus souvent séparées géographiquement et ont, en cas de sympatrisme, des préférences écologiques spécifiques. Pour l'Amazonie brésilienne, on trouve trois espèces regroupées sous le genre *Manilkara* (cf. planche), d'après PENNINGTON (1990).

Manilkara huberi (Ducke) Chevalier

Noms locaux. *Black balata* (Guyane), *balata* (Guyane), *maparajuba*, *maçaranduba* (Brésil : Pará), *maçaranduba-da-terra-firme*, *maçaranduba-mansa* (Brésil : Amazonas).

Synonymes. *Mimusops huberi* (Ducke).

Description. Arbre émergent atteignant plus de 50 m de haut et 2-3 m de diamètre. Sa section est bien cylindrique avec parfois de gros contreforts raides, simples ou digités. L'écorce est profondément fissurée verticalement, et légèrement craquelée (en grille), grise ou marron-noir. Une entaille dans l'écorce montre une partie vive rose, veinée de blanc et un latex blanc, abondant et collant (et épais, cf. PAROTTA *et al.*, 1995). Les feuilles oblongues-elliptiques dépassent 15 cm de long. Leur face inférieure jaune pâle (blanche argentée chez les jeunes individus) distingue très nettement *M. huberi* des autres espèces de ce genre (cf. planche). Les fleurs, parfaites, d'un blanc verdâtre à jaune, se regroupent, comme les feuilles, à l'extrémité des rameaux. Le fruit mûr est une baie verte à jaune-vert, ovoïde (2,5 à 3 cm de diamètre) ne contenant qu'une graine, compressée et carénée.

Distribution et habitat (cf. planche). Venezuela, Guyanes, Brésil (Amapá, Amazonas, Pará, Roraima, Maranhão, Mato Grosso, Rondônia, Bahia et São Paulo) ; en forêt humide de terre ferme jusqu'à 700 m d'altitude (WEAVER, 1990 ; PENNINGTON, 1990 ; PIRES O'BRIEN, 1997) ; parfois dans les *varzeas* le long des rivières.

Manilkara bidentata ssp. *surinamensis* (Miq.) T.D. Penn.

Noms locaux. *Balata*, *bastard boletrie* (Surinam), *black balata* (Guyane), *balata franc* (Guyane française), *maparajuba*, *maçaranduba*, *maçaranduba balata*, *maçaranduba-folha-verde*, *maçaranduba-da-terra-firme* (Brésil).

Synonymes. *Manilkara amazonica* (Huber) est encore très répandu au Pará.

Description botanique. En forêt humide, les arbres atteignent plus de 40 m de hauteur et ont souvent des contreforts lorsqu'ils sont très âgés. Le diamètre des arbres dominants est de 60-100 cm. L'écorce est gris-brun et profondément fissurée. Les feuilles (7 à 21 cm de long) à pétiole court (< 2,5 cm) sont oblongues ou oblancéolées, très coriaces, avec un limbe vert dessus et brun dessous (ONF, 2001), sans veine submarginale mais une nervure centrale proéminente (cf. planche). Plus les feuilles sont situées bas dans la couronne et à l'ombre, plus elles sont grandes et plates, tandis que les feuilles de la cime sont nettement plus petites, à bords retournés vers la face intérieure (GAYOT, 2002). Les fleurs, odorantes, se regroupent comme les feuilles au bout des

rameaux. Le fruit est une baie globuleuse de 1 à 3 cm de diamètre à pulpe pourpre ou noire ne contenant qu'une graine très compressée, carénée et noire. *Manilkara bidentata* ssp. *surinamensis* se distingue de la sous-espèce *bidentata* par des feuilles plus courtes et oblongues, moins elliptiques, à l'apex plus souvent arrondi que pointu.

Distribution et habitat (cf. planche). Distribution géographique large allant des Antilles à tous les pays d'Amazonie (au Brésil : Amapá, Amazonas, Pará et Roraima). *Manilkara bidentata* ssp. *surinamensis* se développe toujours mieux en forêt humide de plaine et préfère les sols humides (ONF, 2001). Au contraire, la sous-espèce *bidentata* colonise les sols secs et se rencontre davantage en forêt d'altitude moyenne (PENNINGTON, 1990 ; jusqu'à 1 500 m d'altitude ; WEAVER, 1990).

Manilkara paraensis (Huber) Standley

Noms locaux (tous au Brésil). *Maparajuba*, *maçaranduba*, *maçarandubinha*.

Synonymes. *Mimusops paraensis* Huber ; *Mimusops paraensis* var. *densiflora* ; *Mimusops paraensis* var. *discolor* Huber.

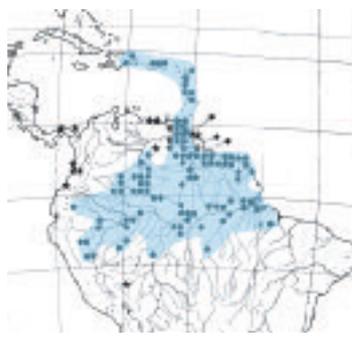
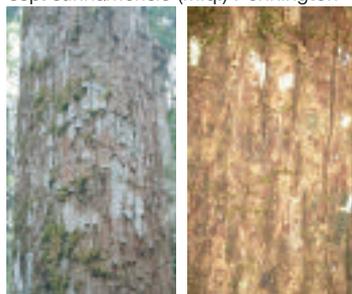
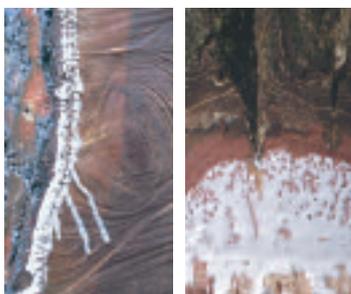
Description botanique. Arbre sans contreforts faisant au maximum 40 m de haut et 80 cm de diamètre. L'écorce gris-brun est profondément fissurée (semblable au liège, PAROTTA *et al.*, 1995). Son entaille est rougeâtre et exhale un latex abondant blanc et collant (pour PAROTTA *et al.*, 1995, ce latex n'est pas abondant). Les feuilles, petites et fines (< 9 cm de long), sont oblancéolées, souples à légèrement coriaces, avec une nervure médiane un peu protubérante sur la face supérieure. Comme *M. huberi*, leur face inférieure est jaune pâle (cf. planche). Les fleurs sont d'un blanc verdâtre. Les fruits mûrs, ellipsoïdes ou subsphériques, sont d'un vert jaunâtre pâle et contiennent une petite graine avec une face dorsale bombée et sans carénage longitudinal. Très proche de *M. bidentata*, *M. paraensis* diffère de *M. bidentata* dans la persistance d'un indument appressé sous le limbe donnant une couleur jaune caractéristique.

Distribution et habitat (cf. planche). Brésil (Maranhão, Mato Grosso et Pará), Venezuela et Guyanes ; en forêt de terre ferme de plaine jusqu'à 450 m d'altitude.

Classification lucn (2002). Sur liste rouge, car rare et au territoire majoritairement détérioré par la déforestation à grande échelle.

Clés d'identification de terrain (GAYOT, 2002). D'après les observations faites dans la fazenda Rio Capim, trois critères sont apparus fiables pour distinguer rapidement et certainement les trois espèces (si les fruits ne sont pas disponibles) :

1. Les feuilles de *M. huberi* sont plus grandes que celles de *M. paraensis*.
 2. Le latex de *M. huberi* est nettement plus épais que celui des deux autres espèces.
 3. La face inférieure des feuilles de *M. bidentata* est verte, tandis qu'elle est blanche à jaune-or pour les deux autres espèces.
- L'écorce (aspect externe et entaille) ne semble pas être un critère d'identification fiable au niveau spécifique.

Manilkara huberi (Ducke) Chev.*Manilkara bidentata* (A.DC.) Chev.
ssp. *surinamensis* (Miq.) Pennington*Manilkara paraensis* (Huber)
Standley**Planche 1.**

Principales caractéristiques morphologiques et distribution géographique des trois espèces de *Manilkara* (pour plus de détails, cf. encadré 1).

Main morphological characteristics and geographical distribution of the three Manilkara species (for further details, see Box 1).

Source : Lilian Costa Procópio (Sapeca, projet Dendrogene).

Méthodologie

Les inventaires préexploitation effectués par la Cikel en 2001 ont permis d'évaluer l'importance de l'essence sur une surface de plus de 3 000 ha. Un inventaire en forêt primaire des trois espèces de *Manilkara* sur une surface de 18 ha (deux transects de 900 x 100 m ; GAYOT, 2002) a également permis d'analyser la structure des populations en considérant les faibles classes de diamètre. L'impact de l'exploitation (coupes et dégâts) sur la structure de ces populations a été estimé dans une unité de travail de 88 ha exploitée en 2002.

Dans cette unité, tous les *maçarandubas* de Dhp ≥ 10 cm ont été identifiés et inventoriés avant et après exploitation. À partir des distributions en classe de diamètre après récolte, nous avons calculé les taux de reconstitution de chaque espèce après trente ans (effectif d'arbres de Dhp ≥ 55 cm à $t = 30$ ans/effectif d'arbres de Dhp ≥ 55 cm avant exploitation). Le modèle utilisé pour ce calcul (encadré 3) est basé sur deux paramètres : mortalité et croissance. S'agissant d'une étude ponctuelle, il n'a pas été possible de mesurer ces deux facteurs très variables dans le temps et selon les sites. Les simula-

tions ont donc été réalisées à partir des valeurs extrêmes et médianes citées dans la littérature pour ces deux paramètres (encadré 3). D'après les différentes combinaisons des taux d'accroissement et de mortalité (encadré 3, tableau II), différentes reconstitutions des effectifs sur trente ans ont été modélisées, de manière à représenter plusieurs scénarios allant d'une vision optimiste à pessimiste de la dynamique du peuplement de *Manilkara*. Les scénarios les plus probables sont *a priori* ceux fondés sur les valeurs médianes (généralement les plus fréquentes).

Encadré 2.

Utilisations de l'essence *maçaranduba*

Les trois espèces, du point de vue de leur bois, possèdent des caractéristiques très similaires et des applications identiques (CIKEL 2001 ; PWAMAZON, 2000 ; MADEIRA TOTAL, 2001). Elles comptent parmi les meilleurs bois d'Amazonie et des Guyanes. D'une façon générale, au Brésil, c'est, par défaut, quasiment toujours *M. huberi* qui est citée dans les listes d'usages, dans les inventaires forestiers et dans les essences commerciales, bien qu'en fait cette espèce soit le plus souvent exploitée avec *M. bidentata* ssp. *surinamensis*, *M. paraensis* sous le même nom générique de l'essence (« *maçaranduba* »). Les caractéristiques et les usages cités ici pour le bois sont valables pour les trois espèces.

Caractéristiques et utilisations du bois (sources : ALTMAN, 1956 ; CHIGNOUD *et al.*, 1993 ; PAROTTA *et al.*, 1995 ; RICHTER, DALLWITZ, 2000 ; MADEIRA TOTAL, 2001)

Ton : bois sombre brun à rouge, aubier beige-rose. **Texture** fine, homogène, sans motif. **Fil droit**. **Grain fin**. **Densité** très élevée (parmi les bois les plus denses : 0,95-1-1,1 g/cm³ en poids sec à 12 %). **Propriétés mécaniques** : bois très dur, résistant, rigide, difficile à sécher, modérément facile à travailler en dépit de sa grande densité, mais donne d'excellents résultats dans toutes ses applications. **Durabilité naturelle** très bonne (résiste bien aux champignons et aux insectes). **Usages** : bon pour sciage, déroulage, bois de placages sciés, contreplaqués. **Gros œuvre** : ponts, constructions navales, ouvrages hydrauliques. **Usage courant** : parquet, mobilier, escaliers, charpenterie, lambris, listons, planches, portes, fenêtres. **Artisanat** : tournages, sculptures, instruments de musique, queues de billard, coutellerie, etc.

Latex et fruits

Les quatre espèces donnent un latex qui, séché, fournit la gomme « *balata* ». Celle-ci est tirée de deux sous-espèces de *M. bidentata* dont les latex de qualité différente induisent des usages différents (ONF, 2001). L'exploitation des trois autres espèces pour leur latex fut et reste occasionnelle – et est parfois simultanée avec l'exploitation forestière (EMPERAIRE, LESCURE, 1994 in PUIG, 2001 pour *M. huberi* ; HALL, JOHNSTON, 2001 et CHUDNOFF, 1984 pour ssp. *surinamensis*). La *balata* était surtout utilisée pour faire des caoutchoucs industriels non élastiques (courroies). Aujourd'hui remplacé par des substances synthétiques, son exploitation n'est quasiment plus qu'à vocation artisanale (fabrication de contenants étanches, sculptures). Enfin, le latex de *M. huberi* fut aussi traditionnellement utilisé comme remède contre les affections pulmonaires (dont la tuberculose, car contient du cinnamate d'amyrid) et en parfumerie (ALTMAN, 1956), tandis que celui de *M. bidentata* l'est contre la dysenterie (ONF, 2001). *M. bidentata* ssp. *surinamensis* et *M. huberi* donnent des fruits comestibles à la pulpe blanche qui rappellent la poire. Ceux de *M. huberi* sont commercialisés sur le marché de Belém.

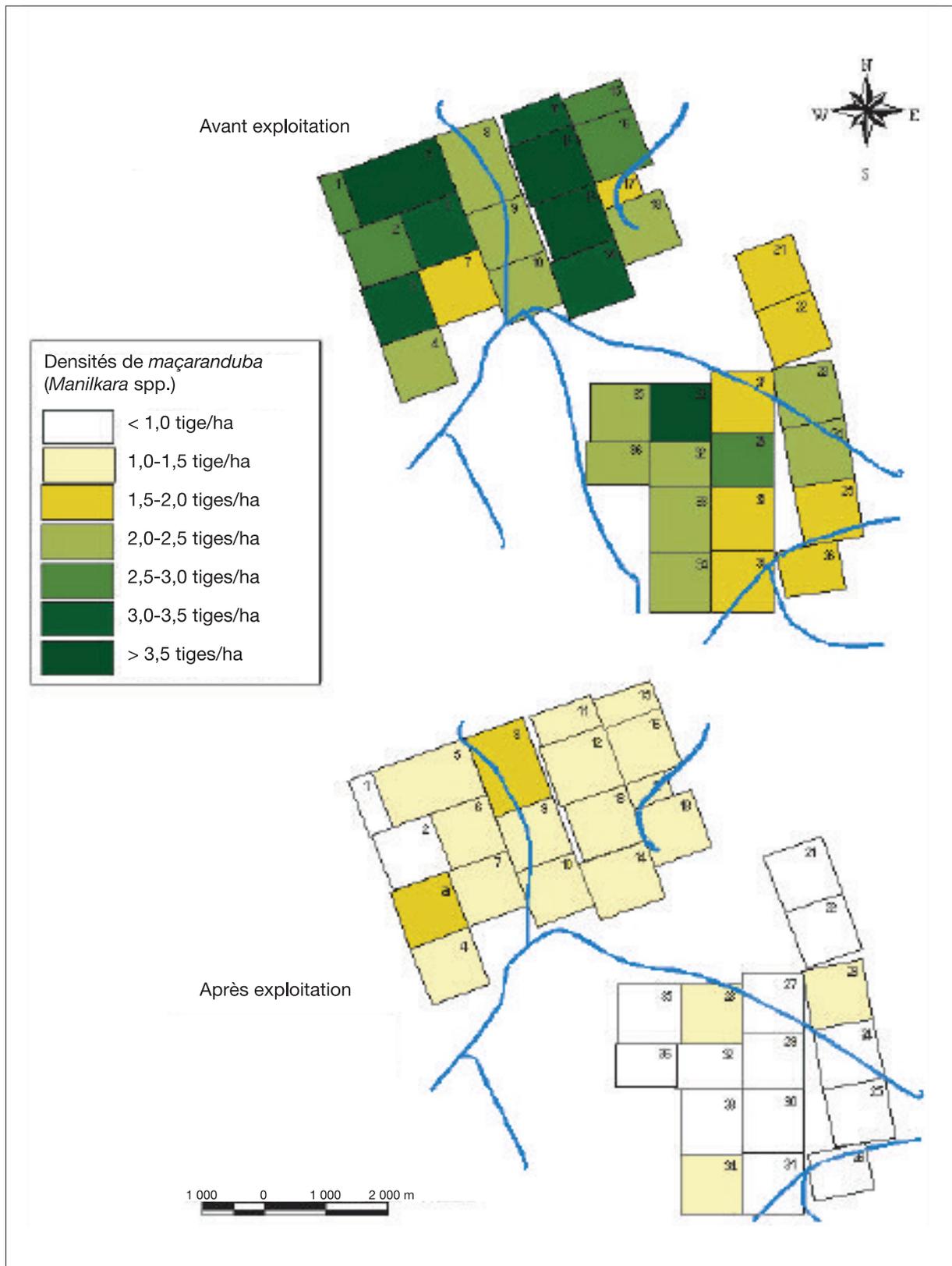
Importance commerciale

Aujourd'hui, l'essence est exclusivement exploitée pour son bois d'œuvre et constitue une des principales espèces commerciales sur le marché brésilien et international. *Maçaranduba* est la cinquième essence exploitée pour le bois d'œuvre au Pará (AIMEX, 1998). L'exploitation de cette essence ne s'est réellement développée que lors de cette dernière décennie, pendant laquelle la production en volume a été multipliée par 20 (tableau I).

Tableau I.
Estimation des volumes (V en milliers de m³) de produits au Pará, sur sept ans, pour les cinq premières espèces commerciales de bois d'œuvre d'Amazonie.

| | 1991 | | 1992 | | 1993 | | 1994 | | 1995 | | 1996 | | 1997 | |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | V | % | V | % | V | % | V | % | V | % | V | % | V | % |
| <i>Tauari</i> (<i>Couratari</i> spp.) | 22,1 | 5,1 | 30,3 | 5,2 | 29,0 | 4,4 | 72,7 | 7,9 | 69,8 | 7,3 | 46,0 | 5,6 | 84,1 | 11,8 |
| <i>Jatoba</i> (<i>Hymenaea courbaril</i>) | 40,5 | 9,4 | 43,9 | 7,5 | 39,5 | 5,9 | 51,1 | 5,5 | 63,4 | 6,7 | 64,0 | 7,8 | 46,4 | 6,5 |
| <i>Mogno</i> (<i>Swietenia macrophylla</i>) | 94,5 | 22,0 | 104,2 | 18,0 | 94,6 | 14,0 | 70,4 | 7,6 | 62,9 | 6,6 | 42,1 | 5,1 | 45,5 | 6,4 |
| <i>Curupixa</i> (<i>Micropholis venulosa</i>) | 6,4 | 1,5 | 22,3 | 3,8 | 38,3 | 5,8 | 71,7 | 7,8 | 50,6 | 5,3 | 19,9 | 2,4 | 34,1 | 4,7 |
| <i>Maçaranduba</i> (<i>M. huberi</i>) | 1,0 | 0,2 | 1,3 | 0,2 | 6,7 | 1,0 | 13,0 | 1,4 | 24,1 | 2,5 | 24,2 | 3,0 | 23,6 | 3,3 |
| Total (ensemble des espèces) | 429,5 | 100 | 586,4 | 100 | 665,7 | 100 | 922,4 | 100 | 949,7 | 100 | 821,0 | 100 | 712,2 | 100 |

Source : AIMEX, 1998.

**Figure 2.**

Variation de la densité de *maçaranduba* dans l'unité de production UP 5, exploitée en 2001, avant (en haut) et après exploitation (en bas).

Variation in *maçaranduba* density in production unit 5 logged in 2001, before felling (top) and after felling (bottom).

Résultats

Structure des populations de *Manilkara* spp. avant exploitation

Les inventaires réalisés par la Cikel dans les différentes zones exploitées montrent que cette essence représente environ 30 % des tiges exploitables inventoriées et qu'elle est de loin l'essence commerciale la plus abondante (tableau III). Dans la zone exploitée en 2001 (Upa 5), les densités de *maçaranduba* varient néanmoins de façon considérable, de moins d'une

tige par hectare à plus de 3,5 tiges par hectare (figure 2). Dans les zones étudiées (UT 57, forêt primaire), trois espèces de *maçaranduba* ont été identifiées dans les zones étudiées : *M. bidentata* ssp. *surinamensis*, *M. huberi* et *M. paraensis*.

Avant exploitation, la forme des structures diamétriques dans l'UT 57 varie selon les espèces : en plateau pour *M. huberi*, sans importantes variations d'effectifs d'une classe à l'autre jusqu'à la classe de diamètre 100-109 cm ; en cloche tronquée à gauche pour *M. bidentata* ; en cloche pour *M. paraensis* (figure 3 a, b, c).

Ces formes de structure varient aussi en fonction du site. Ainsi, l'inventaire réalisé en forêt primaire (18 ha) à proximité de la zone exploitée en 2001 montrait des populations de *M. huberi* et *M. paraensis* avec des structures diamétriques de type « J renversé à faible pente » très différentes de celles inventoriées dans l'UT 57 (figure 3 d).

Avant exploitation, parmi les trois espèces de *Manilkara* coexistant dans l'UT 57 (88 ha), *M. bidentata* se montre majoritaire (2,1 tiges/ha) suivie de *M. huberi* (1,8 tige/ha) et *M. paraensis* (0,6 tige/ha ; figure 4 a).

Encadré 3.

Méthode de simulation de reconstitution des effectifs d'arbres exploitables

Le taux de reconstitution des arbres exploitables en fonction du temps est obtenu à partir de deux paramètres : la croissance et la mortalité. Il est calculé en simulant l'évolution du peuplement résiduel après exploitation et se base sur l'équation suivante :

$$TR = (N_{t+1}(1 - m)^t) / N_0 \times 100,$$

avec TR = taux de reconstitution de N_0 , N_0 = effectif d'arbres exploitables à $t = 0$, t = temps, N_t = tous les arbres dont le Dhp sera supérieur au Dme au temps t , m = mortalité annuelle.

Ce modèle prend en compte le constat fait par GOURLET-FLEURY (2000), à Paracou, en Guyane française, selon lequel la croissance de *M. bidentata*, comme celle de beaucoup d'autres espèces, varie suivant le diamètre. Étant donné que l'éventail des valeurs de croissance trouvées par GOURLET-FLEURY (2000) pour *M. bidentata* recouvre totalement, sans s'en éloigner, ceux donnés par d'autres auteurs pour *M. huberi* et *M. bidentata* (ADLER, SILVA, 2000 ; WEAVER, 1990 ; aucune donnée n'est disponible pour *M. paraensis*), il a été choisi de se baser sur les valeurs de Gourlet-Fleury qui sont les seules permettant de lier croissance et classes diamétriques. Les arbres sont classés en cinq classes de Dhp (10-19,9 ; 20-29,9 ; 30-39,9 ; 40-49,9 ; ≥ 50 cm). Quatre valeurs de croissance propres à chaque classe ont été utilisées : de C₁ (faible) à

C₄ (forte), soit au total 20 valeurs de croissance (tableau II). Les quatre valeurs d'une classe de diamètre donnée correspondent aux deux extrêmes trouvés à Paracou pour cette classe et à deux valeurs médianes divisant équitablement l'écart entre ces extrêmes. Exemple : dans le cas du scénario le plus optimiste, un arbre mesurant, au temps $t = 0$, 34 cm de diamètre aura une croissance de 0,72 cm/an jusqu'à atteindre 40 cm, au bout de 7 ans. Une fois passé dans la classe 40-49 cm, la croissance sera de 0,69 cm/an jusqu'à atteindre 50 cm – au bout de 14 nouvelles années – et ensuite de 0,63 cm/an jusqu'à sa mort. Selon ce scénario, cet arbre atteindra le diamètre exploitable de 55 cm au bout de 30 ans.

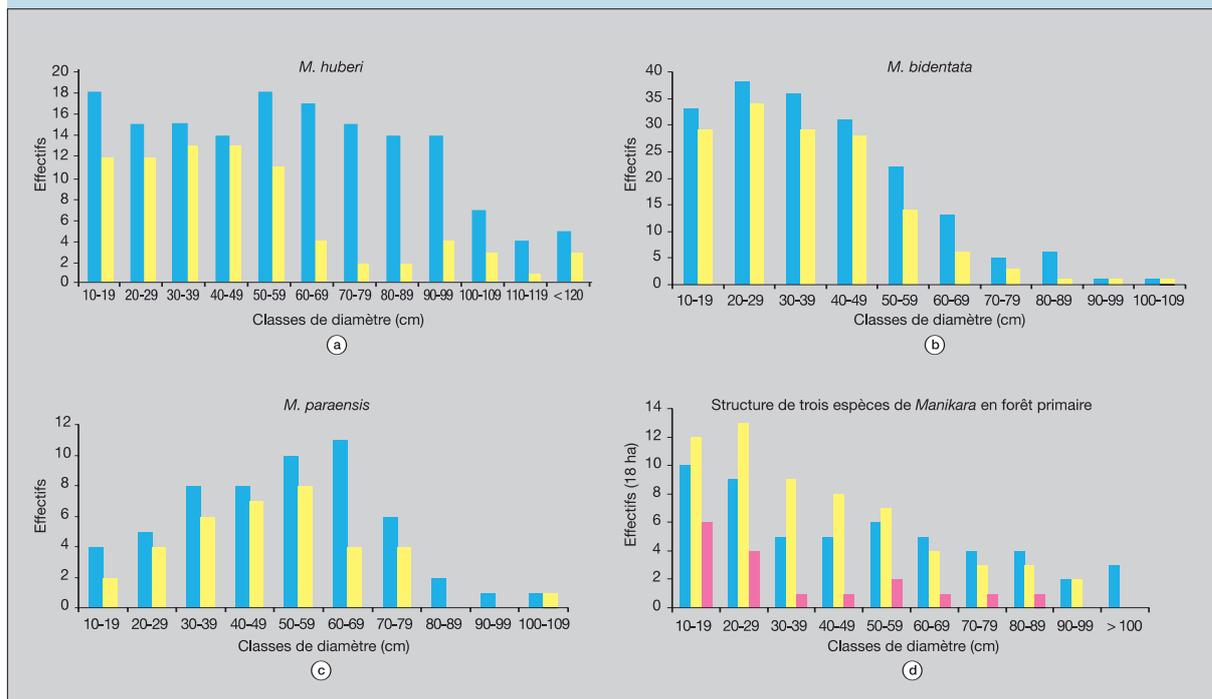
La mortalité, faute d'informations fiables, est ici considérée comme indépendante du diamètre. Cinq valeurs de mortalité annuelle ont été utilisées ($m_1 = 2,4\%$; $m_2 = 1,9\%$; $m_3 = 1,4\%$; $m_4 = 0,9\%$; $m_5 = 0,4\%$), qui représentent fidèlement l'éventail des valeurs citées dans la littérature par WEAVER (1990), ADLER et SILVA (2000) et GOURLET-FLEURY (2000).

Remarque. Si la croissance est trop forte et la mortalité trop faible, quelques arbres peuvent atteindre au bout de 30 ans des diamètres excessivement rares dans la nature. Une correction empirique de ce risque consiste à fixer un diamètre que les arbres ne peuvent dépasser (ce diamètre, tiré des observations des structures réelles, est de 150 cm pour *M. huberi* et 100 cm pour *M. bidentata* et *M. paraensis*). Cette correction n'influe en fait ici que très peu (au maximum de 4 points), ce qui suggère un réalisme certain des relations mortalité-croissance testées.

Tableau II.
Croissances par classe de diamètre, suivant différents scénarios.

| | C1, croissance minimale, basée sur le minimum observé à Paracou | C2, croissance plutôt faible $C_2 = C_1 + (C_4 - C_1)/3$ | C3, croissance plutôt forte $C_3 = C_1 + 2(C_4 - C_1)/3$ | C4, croissance maximale, basée sur le maximum observé à Paracou |
|-------------|---|---|---|---|
| Classe (cm) | | | | |
| 10-19 | 0,07 | 0,20 | 0,34 | 0,47 |
| 20-29 | 0,13 | 0,30 | 0,47 | 0,64 |
| 30-39 | 0,20 | 0,37 | 0,55 | 0,72 |
| 40-49 | 0,27 | 0,41 | 0,55 | 0,69 |
| > 50* | 0,17 | 0,32 | 0,48 | 0,63 |

* Fondée sur la croissance moyenne pour l'ensemble des quatre autres classes.

**Figure 3.**Distributions diamétriques des *Manilkara*.**a, b et c.** Distribution des trois espèces, avant et après exploitation, dans l'unité de travail 57 de 88 ha ;**d.** Distribution des trois populations en forêt primaire non exploitée (inventaire sur 18 ha ; GAYOT, 2002).*Distribution of Manilkara by diameter.***a, b et c.** Distribution of the three species before and after logging in logging unit 57 (88 ha) ;**d.** Distribution of the three populations in primary undisturbed forest (18 ha inventory ; GAYOT, 2002).

Des différences dans les effectifs potentiels exploitables et les impacts de l'exploitation

Dans l'aire exploitée en 2001 (Upa 5, 3 320 ha), *maçaranduba* est de loin l'essence commerciale la plus abondante (32 % des arbres exploitables) et la plus récoltée (43 % des arbres coupés, toutes essences confondues). Dans l'UT 57, exploitée en 2002, *M. huberi* subit le taux d'exploitation (nombre d'arbres abattus/nombre d'arbres exploitables) le plus élevé : 69 % contre seulement 54 % pour les deux autres espèces. L'exploitation affecte également l'ensemble des populations de *Manilkara* (Dhp \geq 10 cm) dont les effectifs sont réduits de 48 % pour *M. huberi*, de 22 % pour *M. bidentata* et 36 % pour *M. paraensis*. Après exploitation, dans l'UT 57, la proportion de *M. huberi* dans le peuplement total baisse considérablement, surtout au profit de *M. bidentata* qui devient très majoritaire (figure 4 b).

Des prévisions contrastées suivant les espèces

Sur la base des populations inventoriées dans l'UT 57, au mieux, 52 % du potentiel exploitable de *M. huberi* en 2002 seraient reconstitués en trente ans (croissance en diamètre : 0,63 cm/an ; mortalité : 0,4 %/an ; tableau IV). En considérant les valeurs médianes, les taux de reconstitution baissent considérablement et varient entre 26 et 42 % seulement (tableau IV). Pour *M. bidentata*, le taux de reconstitution prévu à partir des valeurs médianes de mortalité et de croissance varie entre 63 et 109 % et est donc nettement plus élevé que celui de *M. huberi*. Pour *M. paraensis*, la croissance et la mortalité sont inconnues ; cependant, l'application des valeurs médianes utilisées pour les deux autres espèces donne des taux de reconstitution variant entre 40 et 70 % (tableau IV).

Les éventails des données de croissance et de mortalité tirés de la littérature pour *M. huberi* et *M. bidentata* sont similaires. Les écarts des prévisions de leur stock futur tiennent donc à la structure diamétrique et au taux d'exploitation à la première coupe. La structure diamétrique de *M. bidentata* montre un effectif de jeunes arbres très supérieur à l'effectif exploitable, ce qui entraîne naturellement un taux de reconstitution relativement performant, quel que soit le taux d'exploitation, lequel d'ailleurs est relativement faible compte tenu de la faible densité d'arbres de taille exploitable dans la population (figure 3 b). Au contraire, la population de *M. huberi* montre non seulement un effectif d'arbres de Dhp > 55 cm supérieur à celui des arbres d'avenir (Dhp < 55 cm ; figure 3 a), mais connaît aussi le taux d'exploitation le plus élevé. Dans ces conditions, le taux de reconstitution de cette espèce reste faible, dans le cadre d'une exploitation basée sur un Dme de 55 cm et un cycle de trente ans.

Tableau III.
Densité et proportion de trois espèces de *Manilkara* dans l'ensemble du peuplement forestier dans les différentes coupes annuelles (années d'exploitation : Upa 1 et 3, 2000 ; Upa 2, 4 et 5, 2001 ; Upa 6, 2002).

| | Upa 1 et 3 | Upa 2, 4, 5 | Upa 6* |
|---|------------|-------------|------------|
| Nombre d'UT | 70 | 51 | 25 |
| Surface totale et surface moyenne des UT (ha) | 5 835 (83) | 4 463 (87) | 2 272 (91) |
| Densité (tiges/ha, toutes espèces, D > 55 cm) | 9,2 | 8,3 | 8,3 |
| Densité de <i>Manilkara</i> spp., D > 55 cm (tiges/ha) | 2,6 ± 0,8 | 2,5 ± 0,7 | 1,8 ± 0,7 |
| Surface terrière (m ² /ha, <i>Manilkara</i> spp., D > 55 cm) | 1,30 | 1,35 | 0,77 |
| % <i>Manilkara</i> spp./ensemble du peuplement | 27,9 | 30,1 | 23,0 |
| Rang <i>Manilkara</i> spp. suivant les densités de chaque espèce | 1 | 1 | 2** |

* Nombre total d'UT = 61.

** L'essence la plus abondante est *Matamata* (*Eschweilera* spp., *Lecythidaceae*), non inventoriée dans les autres Upa.



Écorce de *Manilkara huberi*.
Bark of *Manilkara huberi*.
Photo P. Sist.

Tableau IV.
Taux de reconstitution des effectifs exploitables (% des effectifs initiaux) des trois espèces de *Manilkara* en fonction de différents taux de croissance (C) et de mortalité (M).

| Espèce | M \ C | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|-------|------------------|-----------|-----------|------------|
| | | <i>M. huberi</i> | 1 | 17 | 22 |
| | 2 | 20 | 26 | 31 | 33 |
| | 3 | 23 | 30 | 36 | 38 |
| | 4 | 27 | 35 | 42 | 45 |
| | 5 | 32 | 41 | 49 | 52 |
| <i>M. bidentata</i> spp. <i>surinamensis</i> | 1 | 30 | 54 | 69 | 80 |
| | 2 | 35 | 63 | 81 | 94 |
| | 3 | 40 | 74 | 94 | 109 |
| | 4 | 47 | 86 | 109 | 127 |
| | 5 | 55 | 100 | 127 | 148 |
| <i>M. paraensis</i> | 1 | 30 | 40 | 44 | 52 |
| | 2 | 35 | 47 | 52 | 61 |
| | 3 | 41 | 55 | 60 | 71 |
| | 4 | 48 | 64 | 70 | 83 |
| | 5 | 55 | 74 | 81 | 96 |
| <i>Manilkara</i> spp. | 1 | 22 | 32 | 39 | 45 |
| | 2 | 25 | 38 | 46 | 52 |
| | 3 | 39 | 44 | 53 | 61 |
| | 4 | 34 | 51 | 62 | 71 |
| | 5 | 40 | 60 | 72 | 82 |

En caractères gras, les taux de reconstitution minimaux et maximaux rencontrés pour les valeurs extrêmes de C et M.

Sur fond jaune vif, les taux obtenus à partir des valeurs médianes de croissance et de mortalité. Sur fond rosé, les taux de reconstitution les plus probables (cf. encadré 3 pour la description du modèle).



Route forestière secondaire à la fazenda Rio Capim (Cikel-Brasil Verde).
Secondary forest road in the Rio Capim fazenda (Cikel-Brasil Verde).
Photo H. Chevallier.

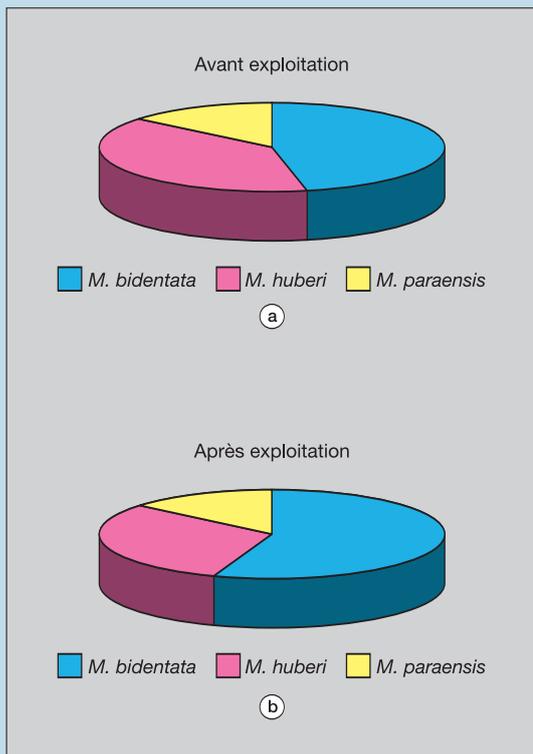


Figure 4. Proportion des trois espèces de *maçaranduba* dans l'UT 57.
a. Proportion avant exploitation. *M. bidentata* 47 %, *M. huberi* 39 % et *M. paraensis* 14 % ;
b. proportion après exploitation. *M. bidentata* 55 %, *M. huberi* 31 % et *M. paraensis* 14 %.
Proportions of the three *maçaranduba* species in logging unit 57.
a. Proportions before logging. *M. bidentata* 47 %, *M. huberi* 39 % and *M. paraensis* 14 % ;
b. Proportions after logging. *M. bidentata* 55 %, *M. huberi* 31 % and *M. paraensis* 14 %.

Discussion

L'essence *maçaranduba* exploitée par la Cikel comme étant *M. huberi* correspond en fait à trois espèces : *M. huberi*, *M. bidentata* ssp. *surinamensis* et *M. paraensis*. De nombreuses autres espèces sont regroupées sous un même nom, en raison simplement de grandes ressemblances morphologiques. Or, comme dans le cas de *maçaranduba* présenté dans cette étude, ce regroupement peut masquer d'importantes différences quant à l'impact de l'exploitation sur les espèces prises individuellement. Il apparaît donc indispensable, dans l'optique d'une gestion durable, de parvenir à une identification fiable des espèces exploitées (MARTINS DA SILVA, 2002 ; MARTINS DA SILVA *et al.*, 2003).

Cette étude, fondée sur le calcul de taux de reconstitution, suggère qu'une exploitation sélective reposant sur un Dme unique de 55 cm et une durée de cycle de trente ans ne permet pas d'assurer à long terme le maintien de certaines populations à des niveaux économiquement intéressants. C'est en particulier le cas de *M. huberi*, dont le taux de reconstitution est au mieux de 52 % seulement en trente ans. Notre étude pondère donc les conclusions de MARTINI *et al.* (1994), classant *M. huberi* parmi les espèces peu menacées d'extinction, en raison notamment de son abondance. Or, si *M. huberi* reste en effet une espèce relativement abondante après exploitation, la durée de rotation de trente ans ne permet pas de maintenir les populations à un niveau exploitable suffisant. À plus long terme, la succession de cycles d'exploitation tous les trente ans, avec des taux d'extraction relativement élevés de 70 % pour cette espèce, risque sans doute de compromettre l'avenir de ces populations. Les espèces abondantes sont généralement considérées comme peu menacées par l'exploitation, mais, le plus souvent, elles subissent aussi des taux d'extraction supérieurs aux autres espèces.



Pied de *Manilkara bidentata* ssp. *surinamensis*, *maparajuba*.
Bole of *Manilkara bidentata* ssp. *surinamensis*, *maparajuba*.
Photo P. Sist.



Écorce de *maparajuba*.
Bark of *maparajuba*.
Photo P. Sist.

Manilkara huberi ne pouvant atteindre un taux de reconstitution acceptable (50 % au mieux dans les scénarios les plus optimistes), il est nécessaire soit de rallonger le cycle de rotation à au moins soixante ans (GAYOT, 2002), soit de réduire dès le premier cycle les taux d'exploitation de cette espèce. Une solution pour conserver des cycles de rotation de trente ans serait d'augmenter le Dme de *M. huberi* pour concentrer l'exploitation sur deux ou trois classes de diamètre. Cela limiterait les classes à recruter et réduirait aussi l'exploitation des plus petits arbres exploitables, susceptibles d'atteindre un diamètre commercial à la rotation suivante. Pour les espèces comme *M. bidentata*, n'atteignant pas de gros diamètres, le Dme pourrait au contraire être abaissé à 45 cm, comme le prévoit d'ailleurs la législation et comme semble le permettre un diamètre minimal de fructification avoisinant 15-20 cm (observation personnelle). Cette mesure permettrait sans doute d'élargir le spectre de classes exploitables et d'optimiser les capacités de reconstitution de l'espèce. Cela pourrait donc en partie compenser la baisse d'exploitation de *M. huberi*. Dans le cas de *M. paraensis*, par contre, l'absence de données fiables sur la croissance et la mortalité, conjuguée avec sa faible densité, devrait conduire à plus de prudence pour son exploitation, afin de ne pas mettre en péril une espèce déjà classée sur la liste rouge de l'UICN (1997).

La forêt amazonienne se distingue des autres forêts tropicales principalement par une grande diversité d'espèces exploitables. Chacune présente des caractéristiques écologiques plus ou moins différentes qui détermineront sa capacité à se régénérer après exploitation. Une exploitation basée sur un Dme et une durée de rotation fixes ne peut certainement pas assurer le maintien de chacune de ces espèces. Au contraire, une exploitation sélective fondée sur un Dme et une durée de rotation adaptée à différents groupes d'espèces pourrait sans doute mieux



Pied de *tauari* (*Couratari* spp.), autre essence importante sur le site de la Cikel.
Bole of tauari (Couratari spp.), another important species in the Cikel site.
Photo P. Sist.



Piste de débardage ouverte en 2001.
Skidding road opened up in 2001.
Photo P. Sist, 2003.



Scierie de la Cikel sur le site de la fazenda Rio Capim.
The Cikel sawmill on the Rio Capim fazenda.
Photo P. Sist.



Grume du parc à bois à la fazenda Rio Capim.
Log in the timber yard at the Rio Capim fazenda.
Photo H. Chevallier.



Sciage de grume à la scierie de la fazenda Rio Capim.
Sawing a log in the sawmill on the Rio Capim fazenda.
Photo H. Chevallier.



Palettes de bois certifiée Fsc à la sortie de la Cikel.
Palettes made of FSC-certified wood at the Cikel exit.
Photo H. Chevallier.

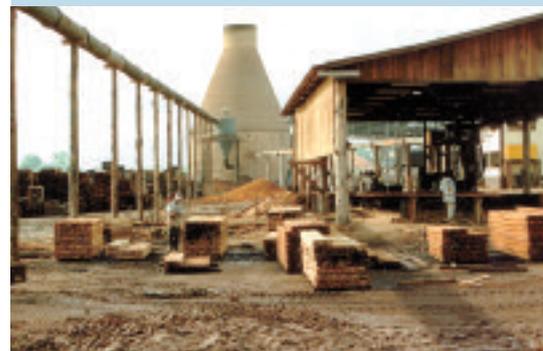
répondre aux critères de gestion durable. Ces groupes seraient définis en fonction des caractéristiques rencontrées dans chaque aire exploitée annuellement et selon trois facteurs essentiels : structure diamétrique, croissance et mortalité.

Cependant, les inventaires actuellement réalisés à partir de 45 cm de diamètre ne permettent ni de caractériser la structure diamétrique des populations, ni d'évaluer leur variabilité selon les sites. Étant donné les taux de croissance relativement faibles de la plupart des espèces de bois d'œuvre amazoniennes (0,30 cm en moyenne ; SILVA *et al.*, 1995), des inventaires à partir de 30 cm de Dhp permettraient de prendre en compte 100 % des futurs arbres exploitables de la plupart des espèces dans la durée du cycle prévue par la législation forestière brésilienne (30 ans). Les données de croissance et mortalité peuvent être en partie tirées de la littérature ou mesurées à partir des parcelles permanentes établies dans les plans d'aménagement certifiés Fsc. À partir de ces données, il serait possible, pour les espèces les plus communes, d'élaborer un regroupement des espèces en fonction des trois critères « structure-croissance-mortalité », pour lesquels des Dme et des cycles de rotation spécifiques à chaque groupe pourraient être définis.

Le modèle de cette étude présente des limites importantes, notamment en ce qui concerne les simulations à long terme. En effet, les taux de recrutement dans la classe 10-19 cm n'étant pas considérés, la simulation ne peut dépasser le premier cycle. Une autre faiblesse du modèle est qu'il s'appuie sur des relevés de croissance et de mortalité d'autres régions et d'autres peuplements. Or c'est au sein même de son peuplement, au sein même de l'aire où l'espèce est exploitée, que doivent être calculés ces paramètres.

Remerciements

Cette étude a été réalisée dans le cadre du stage du Dess « Gestion de systèmes agro-sylvopastoraux en zones tropicales » de l'université de Paris XII-Créteil, financé par l'ambassade de France, au sein du projet Ecosilva mené conjointement par le département forêt du Cirad et l'Embrapa Amazonia Oriental (Empresa Brasileira para a Pesquisa Agroflorestal). Le travail a été exécuté grâce à la collaboration du projet Dendrogene et de la Sapeco pour l'identification des espèces, de l'entreprise forestière Cikel et de son personnel pour le soutien logistique sur le terrain. Nous tenons à remercier tout particulièrement José do Carmo Alves Lopes et Regina Célia Viana Martins da Silva du projet Dendrogene, Graciálda Costa Ferreira, Juan Soler et Lilian Costa Procopio, botanistes de la Sapeco, ainsi que Josué Evandro Ribeiro Ferreira, Sandra Dezuite Balieiro et Emerson de Jesus Santana, de la Cikel, enfin Sébastien Muneret, du projet Ecosilva.



Scierie de la Cikel.
The Cikel sawmill.
Photo H. Chevallier.



Palette de bois certifiée Fsc
à la sortie de la Cikel.
*Palette made of FSC-certified wood
at the Cikel exit.*
Photo H. Chevallier.



Déroutage.
Rotary cutting.
Photo H. Chevallier.

Références bibliographiques

- ADLER D., SILVA J. N. M., 2000. An empirical cohort model for management of terra firme in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 130 : 141-157.
- AIMEX, 1998. <http://www.aimex.com.br>
- ALTMAN R. F. A., 1956. Analise do leite de « macaranduba ». In : Estudos químicos de plantas amazônicas, Hilkiás Bernardo de Souza. Ian, Boletim Tecnico, 031 : 81-95.
- CIKEL BRASIL VERDE, 2000. Plano do Manejo Florestal. Belém, Brésil, Cikel, 65 p.
- CHIGNOUD M., DEON G., DETIENNE P., PARANT B., VANTOMME P., 1993. Atlas des bois tropicaux d'Amérique latine. Yokohama, Japon, Oibt/Cirad-forêt, 218 p.
- CHUDNOFF M., 1984. Tropical timbers of the world. Washington, États-Unis, Usda Forest Service, Agriculture Handbook n° 607, 464 p.
- GAYOT M., 2002. Évaluation de la vulnérabilité des populations de trois espèces de bois d'œuvre (*Manilkara* spp.), face à l'exploitation forestière sélective en Amazonie. Mémoire de Dess, université Paris XII, France, 56 p.
- GOURLET-FLEURY S., 2000. Dispositif sylvicole expérimental de Paracou (Guyane Française) : aperçu sur l'état de la dynamique des peuplements 13 ans après exploitation. Kourou (Guyane), France, Silvolab, 242 p.
- HALL L., JOHNSTON M., 2001. Balata (*Manilkara bidentata*) latex. A brief history, a study on the impacts of harvesting, and potentials for the future. In : Building bridges with traditional knowledge summit meeting II, 42nd annual meeting of the Society for Economic Botany and the International Society for Ethnopharmacology, Hawaii.
- IUCN, 1997. IUCN Red List of Threatened Species. Gland, Suisse, Cambridge, Royaume-Uni, Iucn, xviii + 61p. (<http://www.tapirback.com/tapirgal/iucn-ssc/tsg/action97/cover.htm>).
- MADEIRA TOTAL, 2001. <http://maderiratotal.com.br>.
- MARTINI A., ROSA N., UHL C., 1994. An attempt to predict which amazonian tree species may be threatened by logging activities. *Environmental Conservation*, 21 (2) : 152-162.
- MARTINS DA SILVA R. C. V., 2002. Coleta e Identificação de Espécimes Botânicos. Belém, Brésil, Embrapa Amazonia Oriental, Documento 143, 40 p.
- MARTINS DA SILVA R. C. V., HOPKINS M. J. G., THOMPSON I. S., 2003. Identificação botânica na Amazonia : situação atual e perspectivas. Belém, Brésil, Embrapa Amazonia Oriental, Documento 168, 81 p.
- ONF, 2001. Guide de reconnaissance des arbres de Guyane. Onf-Silvolab. Matoury (Guyane), France, Ccpr, 324 p.
- PAROTTA J. A., RANCIS J. K., DE ALMEIDA R. R., 1995. Trees of the Tapajós. A photographic field guide. Rio Pedras, Puerto Rico, US Department of Agriculture, International Institute of Tropical Forestry, General technical report Uf-1.
- PENNINGTON T. D., 1990. Sapotaceae. Flora Neotropica, Monograph 52. New York, États-Unis, The New York Botanical Garden, 770 p.
- PIRES O'BRIEN J., 1997. *Manilkara paraensis*. In : 2003 IUCN Red List of Threatened Species (www.redlist.org).
- PUIG H., 2001. La forêt tropicale humide. Paris, France, Belin, 448 p.
- PWAMAZON, 2000. <http://www.pwamazon.com.br/listesp.htm#mass>
- RICHTER H. G., DALLWITZ M. J., 2000. Commercial timbers : descriptions, illustrations, identification, and information retrieval (<http://biodiversity.uno.edu/delta/>).
- SILVA J. N. M., DE CARVALHO J. O. P., LOPES J. C. A., DE ALMEIDA B. F., COSTA D. H. M., OLIVEIRA L. C., VANCLAY J. K., SKOVSGAARD J. P., 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management*, 71 : 267-274.
- SIST P., NOLAN T., BERTAULT J.-G., DYKSTRA D., 1998. Harvesting intensity versus sustainability in Indonesia. *Forest Ecology and Management*, 108 : 251-260.
- SIST P., SHEIL D., KARTAWINATA K., PRIYADI H., 2003. Reduced-impact logging and high extraction rates in mixed dipterocarps forests of Borneo : The Need of New Silvicultural Prescriptions. *Forest Ecology and Management*, 179 : 415-427.
- SIST P., FIMBEL R., NAIS R., SHEIL D., CHEVALLIER M.-H., 2003. Towards sustainable management of mixed dipterocarp forests of South East Asia : moving beyond minimum diameter cutting limits. *Environmental Conservation*.
- WEAVER P. L., 1990. *Manilkara bidentata* (A. DC.) Chev. Ausubo, balata. In : Silvics of North America : 2. Burns R. M., Honkala B. H. (éd.). Washington, États-Unis, Usda Forest Service, Agriculture Handbook n° 654, p. 455-460.

Sinopse

VULNERABILIDADE DAS ESPÉCIES DE MAÇARANDUBA FACE À EXPLORAÇÃO NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: NOVAS NORMAS DE EXPLORAÇÃO A DEFINIR

MARC GAYOT, PLINIO SIST

A exploração seletiva em zona de floresta tropical é baseada na regra do diâmetro mínimo de exploração (DME), aplicada a todas as espécies comerciais. Definido essencialmente em função das exigências do mercado e da capacidade técnica das indústrias de transformação da madeira, o DME não corresponde a nenhum critério ecológico ou de Silvicultura. Entretanto, as florestas tropicais, particularmente a floresta amazônica abrigam um grande número de espécies comerciais com características e exigências ecológicas próprias. Assim sendo, parece difícil assegurar uma exploração seletiva durável baseada somente no DME. (SIST *et al.*, 1998, 2003 a, b). A fim de encontrarmos algumas respostas, decidimos analisar uma das essências mais abundantes e exploradas da Amazônia: a maçaranduba (*Manilkara* spp.). O objetivo deste estudo, realizado no seio de uma exploração florestal do grupo CIKEL, no estado do Pará (Brasil, Figura 1) tinha como meta, estimar a capacidade de reconstituição das populações de *maçaranduba*, baseando-se nos dados levantados *in loco* e levando em conta as principais modalidades de exploração: um DME de 55 cm e um ciclo de corte de 30 anos.

O estudo do impacto das explorações sobre a estrutura destas populações foi realizado numa faixa de 88 ha, explorada em 2002, onde todas as *maçarandubas* de diâmetro à altura do peito (DAP) ≥ 10 cm foram identificadas e inventariadas, antes e depois da exploração. A partir de distribuições por classe de diâmetro após colheita, calculamos a taxa de reconstituição de cada espécie após 30 ans (n° de árvores de DAP ≥ 55 cm à $t = 30$ anos/ n° de árvores de DAP ≥ 55 cm antes da exploração). O modelo simula a dinâmica das populações, após exploração, em função de dois parâmetros: mortalidade e crescimento (conf. quadro) cujos valores variam de modo a representar vários cenários, indo de uma visão otimista à pessimista.

Resultados

Na zona de estudo, a *maçaranduba* representa aproximadamente 30% dos indivíduos utilizáveis e, é de longe, a essência comercial mais abundante (Tabela III). No entanto, as densidades variam consideravelmente, de menos de um indivíduo/ha a mais de 3,5 indivíduos/ha (Figura 2). Na faixa selecionada (88 ha), três espécies coexistem: *M. bidentata* ssp. *surinamensis* (2,1 indivíduos/ha), *M. huberi* (1,8 indivíduo/ha) e *M. paraensis* (0,8 indivíduo/ha).

Previsões contrastantes em função das espécies

Baseando-se nas populações inventariadas após exploração da zona de 88 ha, 52% do potencial explorável da *M. huberi* seria reconstituído em 30 anos, no melhor dos casos (crescimento em diâmetro 0,63 cm/ano, mortalidade 0,4 % /ano; Tabela IV). Ao considerarmos os valores medianos, a taxa de reconstituição baixa consideravelmente e varia entre 26 e 42% (Tabela IV). Para a *M. bidentata*, a taxa de reconstituição prevista varia entre 63 e 109%. Para a *M. paraensis*, o crescimento e a mortalidade são desconhecidos, entretanto ao aplicarmos os valores medianos utilizados para as duas outras espécies, a taxa de reconstituição indicada varia entre 40 e 70% (Tabela IV).

Os dados de crescimento e de mortalidade extraídos da literatura para *M. huberi* e *M. bidentata* são muito similares. As diferenças nas previsões de seu estoque futuro correspondem assim, à estrutura diamétrica (Figura 3) e à taxa de exploração do primeiro corte. A estrutura diamétrica da *M. bidentata* mostra um número de árvores jovens muito superior ao número explorável, o que acarreta naturalmente uma taxa de reconstituição relativamente boa, seja qual for a taxa de exploração (Figura 3b). Por outro lado, a população de *M. huberi* tem, não somente, um número de árvores de DAP > 55 cm, superior ao das árvores com futuro, (DAP < 55 cm) (Figura 3a) mas também tem a taxa de exploração mais elevada.

Conclusão

Este estudo confirma que a exploração seletiva baseada num DME de 55 cm e num ciclo de 30 anos não permite assegurar, em logo prazo, a manutenção de certas populações em níveis economicamente interessantes, particularmente no caso da *M. huberi*. Devido ao fato desta espécie não poder atingir uma taxa de reconstituição aceitável, uma solução para conservar os ciclos de rotação de 30 anos seria aumentar o DME, concentrando a extração em duas ou três classes de diâmetro. Para espécies como a *M. bidentata*, não atingindo grandes diâmetros, o DME poderia, ao contrário, baixar à 45 cm, como prevê aliás, a legislação. Para a *M. paraensis*, a falta de dados fiáveis sobre seu crescimento e mortalidade, conjugada à sua fraca densidade exige prudência quanto sua exploração, para não colocar em perigo uma espécie que já faz parte da lista vermelha do IUCN - The World Conservation Union (1997). Os inventários atualmente realizados a partir de 45 cm de diâmetro, não permitem caracterizar a estrutura diamétrica das populações. No entanto, inventários a partir de 30 cm de DAP possibilitariam simulações de reconstituição por espécie ou grupos de espécies dividindo características de estrutura, crescimento e mortalidade vizinhas. O modelo deste estudo apresenta limites importantes, notadamente, no que diz respeito à impossibilidade realizar simulações além do primeiro ciclo.