

AG171665

BA-RP480

Ministère de l'Agriculture,
des Forêts et de la Pêche
du Royaume du Cambodge
- Phnom Penh -

Caisse Française de Développement
- Paris -

**ETUDE DE LA VALORISATION DES BOIS D'HEVEA
AU CAMBODGE**

ETUDE DE PREFAISABILITE

Décembre 1996



CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
BAILLARGUET

CIRAD-Forêt
Programme Bois
Maison de la Technologie
73 rue Jean François Breton - B.P. 5035
34032 MONTPELLIER CEDEX 11

BA
RP480



RP10100

Ministère de l'Agriculture,
des Forêts et de la Pêche
du Royaume du Cambodge
- Phnom Penh -

Caisse Française de Développement
- Paris -

**ETUDE DE LA VALORISATION DES BOIS D'HEVEA
AU CAMBODGE**

ETUDE DE PREFAISABILITE

Décembre 1996



CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
BAILLARGUET

CIRAD-Forêt
Programme Bois
Maison de la Technologie
73 rue Jean François Breton - B.P. 5035
34032 MONTPELLIER CEDEX 11

Ministère de l'Agriculture,
des Forêts et de la Pêche
du Royaume du Cambodge
- Phnom Penh -

Caisse Française de Développement
- Paris -

**ETUDE DE LA VALORISATION DES BOIS D'HEVEA
AU CAMBODGE**

ETUDE DE PREFAISABILITE

Décembre 1996

RAPPORT PROVISOIRE



CIRAD-Forêt
Programme Bois
Maison de la Technologie
73 rue Jean François Breton - B.P. 5035
34032 MONTPELLIER CEDEX 11

**Ministère de l'Agriculture
des Forêts et de la Pêche
du Royaume du Cambodge
- Phnom Penh -**

**Caisse Française de Développement
- Paris -**

**ETUDE DE LA VALORISATION DES BOIS D'HEVEA
AU CAMBODGE**

ETUDE DE PREFAISABILITE

Décembre 1996

Ce document a été rédigé par

N. FAUVET et J. GERARD

(CIRAD Forêt)

**CIRAD-Forêt
Programme Bois
Maison de la Technologie
73 rue Jean-François Breton - B.P. 5035
34032 MONTPELLIER CEDEX 11**

SYNTHESE ET PRINCIPAUX RESULTATS

L'étude sur la valorisation des bois d'hévéa au Cambodge a nécessité la collecte de données dendrométriques sur les plantations afin d'estimer le volume de la ressource disponible, et de données technico-économiques auprès des différents opérateurs intervenant dans la filière actuelle de transformation pour déterminer les réelles possibilités de valorisation des bois.

Les mesures sur le terrain ont été de trois types :

- cubage des arbres sur pied préalablement sélectionnés afin d'établir un (ou plusieurs) barème(s) de cubage applicable(s) à l'ensemble des plantations de Chup,
- cubage d'arbres abattus afin de valider les mesures sur pied et déterminer la proportion de bois de feu par rapport au bois d'oeuvre disponible (cubage du volume bois d'oeuvre par mesure directe et cubage du volume bois de feu suivant la technique de l'enstérage).

Un tarif de cubage a pu être établi pour chacun des 4 géotypes étudiés (clones PR107 - PB86 - GT1, Illégitimes) ainsi que pour l'ensemble des arbres mesurés.

Il est apparu peu de différence entre les 4 tarifs d'où l'application du tarif général à l'ensemble de la plantation après établissement d'une stratification basée sur l'âge des parcelles.

L'application de ce tarif général aux différentes parcelles a permis de mettre en évidence une disponibilité en bois d'oeuvre comprise entre 90m³ par hectare pour les parcelles âgées de 36 à 45 ans, et 180 m³ par hectare pour les parcelles les plus âgées (plus de 55 ans) ceci moyennant des hypothèses sur la densité des plantations.

La proportion de bois de feu est très variable d'un individu à un autre ; en moyenne, elle est de 30% du volume total de l'arbre, soit 50% du volume de bois d'oeuvre.

La visite des deux exploitations-scieries en fonctionnement à Chup et la collecte de données auprès de leurs responsables a permis de mieux appréhender les mécanismes de fonctionnement de ces structures, d'en déterminer les points forts et les faiblesses.

Ceci a conduit à proposer des recommandations pour améliorer et rationaliser le fonctionnement de ces unités.

Ces recommandations concernent les étapes successives du processus de transformation des bois : exploitation, sciage, pré-traitement des bois frais, séchage.

Elles concernent aussi la possibilité de développer la valorisation du bois d'hévéa en favorisant sa seconde transformation par diversification de l'activité d'entreprises cambodgiennes existantes ou par la création de structures artisanales nouvelles.

Dans un second temps, à partir de l'analyse de données économiques, la structure de prix des produits de première transformation a été étudiée (prise en compte des charges et coûts successifs qui sont à l'origine de la fixation du prix de vente des produits).

Moyennant différentes hypothèses, il a été possible d'estimer la valeur des bois sur pied entre 10 et 15\$US par m³ grume, estimation qui concorde avec celle établie à partir des données fournies par les gestionnaires des plantations et les responsables des exploitations-scieries.

TABLE DES MATIERES

I - CONTEXTE ET OBJECTIFS GENERAUX DE L'ETUDE

II - TERMES DE REFERENCE ET DEROULEMENT DE LA MISSION

III - ESTIMATION EN VOLUME DE LA RESSOURCE ET MISE EN PLACE D'UN TARIF DE CUBAGE

1- METHODOLOGIE GENERALE

2 - DONNEES EXISTANTES CONCERNANT LA ZONE ETUDIEE

2.1 - Supports cartographiques

2.2 - Paramètres caractérisant les plantations

3- DONNEES OBSERVEES SUR LE TERRAIN:

3.1 - Objet des mesures

3.2 - Description des mesures de terrain:

4-STRATIFICATION

5- RESULTATS DES MESURES REALISEES A CHUP

5.1 - comptage

5.2 - Cubage sur pied. Construction des tarifs de cubage

5.3 - Cubage des arbres abattus

6- ESTIMATION DES VOLUMES EXPLOITABLES DISPONIBLE DANS LES PLANTATION DE CHUP

6.1 - Estimation des volumes de bois d'oeuvre

6.2 - Estimation des volumes bois de feu

6.3 - Estimation du volume total par hectare

7- CONCLUSION : RAPPEL DES PRINCIPAUX RESULTATS

IV - QUALITE DES BOIS D'HEVEA, UTILISATIONS ET MARCHES

1 - PRINCIPALES CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES DU BOIS D'HEVEA

1.1 - Anatomie et aspect du bois

1.2 - Caractéristiques de solidité

1.3 - Retraits de séchage, stabilité et sensibilité aux variations d'humidité

1.4 - Durabilité naturelle et imprégnabilité

2 - UTILISATIONS ET MARCHES

2.1 - Les débuts de l'utilisation du bois d'hévéa

2.2 - Créneaux d'utilisation

2.3 - Eléments-clef du marché

V - ETUDE DES VOIES DE VALORISATION DES BOIS D'HÉVÉA APRÈS ABATTAGE

1 - EXPLOITATION-SCIERIE DE CHUP : FICHE TECHNICO-ECONOMIQUE

1.1 - Description de l'unité

1.2 - Eléments d'analyse économique

2 - EXPLOITATION-SCIERIE DE *MEN SARUN* : FICHE TECHNICO-ECONOMIQUE

2.1 - Description de l'unité

2.2 - Eléments d'analyse économique

3 - STRUCTURE DE PRIX DES PRE-DEBITS PRODUITS PAR UNE FILIERE ARTISANALE A SEMI-INDUSTRIELLE

3.1 - Méthode et hypothèses de base

3.2 - Etude technico-économique de la filière d'exploitation-scierie

3.3 - Structure de prix des pré-débits

VI - RECOMMANDATIONS SUR LA VALORISATION DU BOIS D'HEVEA AU CAMBODGE

1 - PROPOSITIONS DE RECOMMANDATIONS CONCERNANT LA FILIERE ACTUELLE DE VALORISATION DU BOIS D'HEVEA

1.1 - Exploitation des bois

1.2 - Sciage

1.3 - Pré-traitement des sciages frais

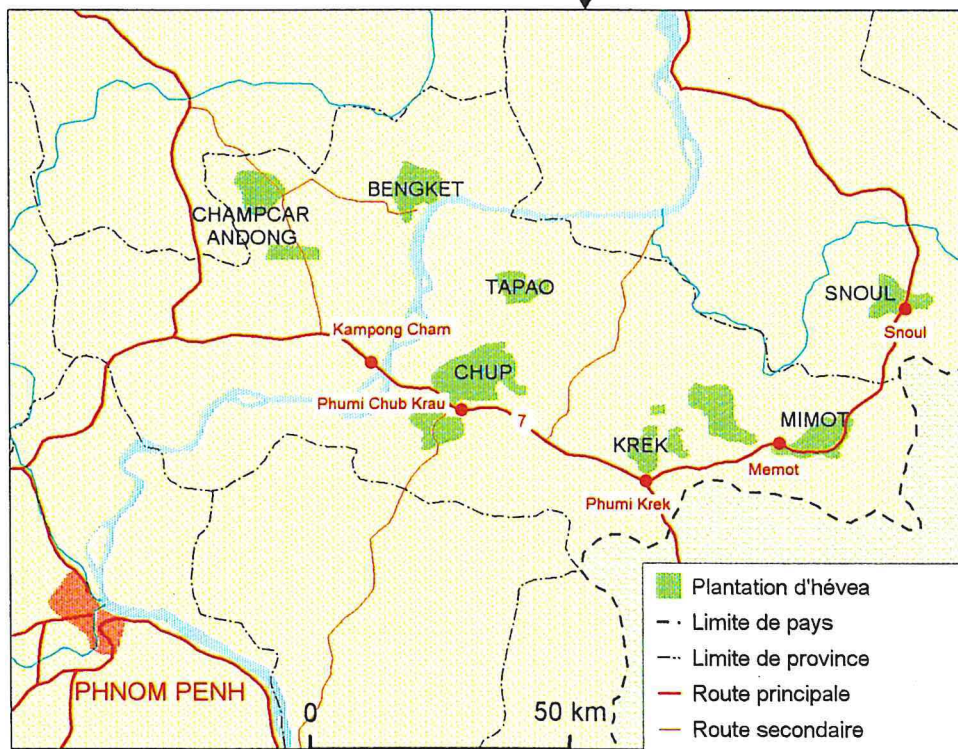
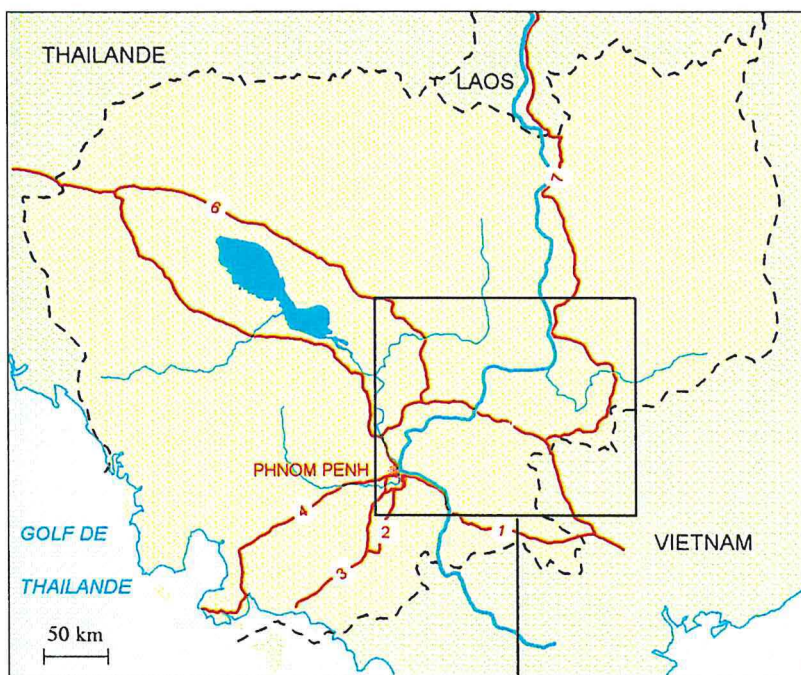
1.4 - Séchage

2 - PROPOSITIONS DE RECOMMANDATIONS POUR DEVELOPPER LA VALORISATION DU BOIS D'HEVEA

2.1 - Bois de feu / bois énergie

2.2 - Première et deuxième transformation

LOCALISATION DES PLANTATIONS D'HEVEA AU CAMBODGE



Mission CIRAD-Forêt Novembre 1996

N.Fauvet

I - CONTEXTE ET OBJECTIFS GENERAUX DE L'ETUDE

“Jusqu'en 1975, l'hévéaculture cambodgienne constituait une des principales richesses du pays et actuellement, l'hévéa représente encore un atout considérable. En effet, avec ses terres rouges, le Cambodge possède d'importantes réserves foncières favorables à cette culture et, compte tenu de l'évolution probable des coûts de production dans les grands pays producteurs, une hévéaculture rénovée est assurée d'une forte compétitivité à moyen et long terme ... Cependant, la mise en valeur de ce potentiel ne peut être réalisée sans faire appel à la recherche agronomique ... Aussi, le Gouvernement Royal du Cambodge conscient du rôle indispensable de la recherche agronomique dans la mise en valeur de son potentiel hévéicole, a-t-il décidé de faire appel au concours du CIRAD pour renforcer l'IRCC dans le cadre du projet de relance de l'hévéaculture cambodgienne soutenu par le Ministère français des Affaires Etrangères.”
(M. Nuce de Lamothe, D.G. du CIRAD, Bulletin de l'IRCC, n°1, 1/1995).

Le Cambodge dispose actuellement d'environ 40 000 hectares de plantation d'hévéa localisées dans un rayon compris entre 50 et 100 km au nord-est de Phnom Penh, dans la partie sud-est du pays (voir carte). La plus importante de ces plantations est la plantation de Chup qui couvre 12 000 ha.

Une partie importante de ces plantations est relativement âgée puisque les plus anciennes parcelles ont été plantées dans les années 20. La productivité de ces parcelles est devenue faible et se situe en dessous du seuil de rentabilité, ceci bien que les arbres les plus vieux continuent à être saignés.

De ce fait, il est devenu nécessaire que le Cambodge renouvelle ses plantations les plus âgées afin d'assurer le développement de la production de latex d'une qualité inégalée dans le monde. Un programme de replantation a été établi sur 10 ans, jusqu'en 2005. Le respect de ce programme sous-entend l'exploitation et la mise en marché d'un volume important de bois qu'il faudra essayer de valoriser localement en apportant à cette ressource un maximum de valeur ajoutée.

Une telle opération nécessite dans un premier temps de connaître le volume de bois effectivement disponible dans les plantations à exploiter, ceci afin d'associer au programme de replantation un programme de disponibilité en bois à partir duquel pourront être ébauchées des hypothèses de valorisation.

Dans un second temps, une étude des mécanismes de fonctionnement des structures actuelles de transformation des bois d'hévéa au Cambodge doit permettre d'en déterminer les points forts et les faiblesses, et donc de définir sa capacité à absorber le bois qui arrivera sur le marché dans les années à venir.

Corrélativement, une analyse de la qualité du bois d'hévéa mettant en avant ses avantages et ses inconvénients doit être menée afin d'optimiser les voies de valorisation du matériau et de mieux cerner ses niches de marché.

Cette démarche implique la mise en place sur le terrain d'une collecte de données technico-économiques à partir desquelles peuvent être bâtis des scénarios de valorisation.

II - TERMES DE REFERENCE ET DEROULEMENT DE LA MISSION

Les termes de référence initialement définis pour l'étude de préfaisabilité de la valorisation des bois d'hévéa au Cambodge sont les suivants :

1. Estimation du cubage de bois sur pied des parcelles sélectionnées en vue de tests d'exploitation puis valorisation. Mise en place d'un tarif de cubage simplifié destiné à aider le projet à estimer les volumes approximatifs disponibles sur les plantations.
2. A partir des informations disponibles et des programmes de renouvellement de plantations, élaboration de scénarios relatifs à la disponibilité annuelle en matière première.
3. Appréciation de la qualité des bois, soit sur des parcelles en cours de renouvellement, soit par abattage d'un échantillon restreint d'arbres.
4. Etude des possibilités de valorisation des bois après abattage : en fonction de la qualité et des volumes disponibles, les différentes valorisation (sciage, marché local, export, énergie:production de charbon de bois ou d'électricité, séchage du latex) feront l'objet d'une étude de pré-faisabilité afin d'apprécier les marchés potentiels.
5. Conclusions en matière de faisabilité technique et économique (économique au stade préliminaire) de la valorisation du bois d'hévéa au Cambodge ; recommandations.

La mission s'est déroulée pour partie à Phnom Penh, pour partie sur les plantations de Chup (5 jours pleins de travail sur le terrain) :

Lundi 11 novembre

Arrivée Phnom Penh en fin d'après-midi et accueil par l'équipe du CIRAD-CP : Antoine LECONTE, Christian CLOU et Denis CAMPAIGNOLE

Mardi 12 novembre

Matin : réunion de travail avec l'équipe du CIRAD-CP et le Chef du Projet Hévéaculture Philippe MONNIN, puis réunion élargie et présentation de l'objet et du contenu de la mission aux responsables de la Compagnie de Chup (M. KEY MISSY, Dir.), de l'I.R.C.C. (M. LENG TEK SENG, Dir. Adj. - M. KATH CHIN NGORN, Resp. Terrain des parcelles IRCC), de la D.G.P.H. (M. TENG LAO, Dir. - M. Y KI HEANG, Dir. Adj.)

Mise au point pratique du séjour sur le terrain

Réunion avec Jean Michel COURBOIS, Conseiller Technique au Ministère de l'Agriculture.

Après-midi : départ pour Chup avec Denis CAMPAIGNOLE et Messieurs DARA, LOTE, RATCHANA, BOUDMIN de l'IRCC.

Mercredi 13 novembre au Dimanche 17 novembre

Travail sur le terrain (cubage d'arbres sur pied, cubage d'arbres abattus, comptage) entrecoupé de réunions et de visites de scierie.

- **Mercredi 13 novembre** début de matinée : réunion avec M. MOK KIM MONG, Dir. des

plantations ; présentation du contenu du travail de terrain à réaliser.

- **Jeudi 14 novembre** après-midi : visite de la scierie de Chup et de l'usine de latex.
- **Dimanche 17 novembre** après-midi : visite de la scierie Men Sarun

Lundi 18 novembre

Matin : retour sur Phnom Penh avec l'équipe de l'IRCC

Après-midi : réunion avec Philippe MONNIN et Antoine LECONTE et présentation des premiers résultats

Mardi 19 novembre

Matin : visite Phnom Penh

Après-midi : préparation de la présentation orale du 20 novembre ; réunion avec J.M. FAUCHER, Conseiller Technique DUMEZ-GTM

Mercredi 20 novembre

Matin : présentation des premiers résultats de la mission devant Philippe MONNIN, Antoine LECONTE, l'équipe de terrain de l'IRCC, M. LENG TEK SENG, Dir. Adj. de l'IRCC, M. CHHIM SOMEAN, Dir. du Dépt. Plan, Finance & Coop.

Midi : départ de Phnom Penh vers la France

III - ESTIMATION EN VOLUME DE LA RESSOURCE ET MISE EN PLACE D'UN TARIF DE CUBAGE

1- METHODOLOGIE GENERALE

Afin d'estimer la ressource en bois couvrant une zone géographique déterminée, il est indispensable de recueillir un ensemble de données aussi bien cartographiques que dendrométriques.

On se base à priori sur des documents existants : supports cartographiques, photographies aériennes, inventaires éventuellement réalisés...

Le principe est d'établir, dans un premier temps, une stratification de la zone à étudier, puis de valider cette stratification par des observations réalisées sur le terrain ("vérité terrain"). Cette stratification a donc pour objectif de partager la zone d'étude en plusieurs secteurs relativement homogènes en densité, en classe d'âge, ce qui permettra par la suite de mieux évaluer la ressource.

Dans un deuxième temps, on doit acquérir des données dendrométriques afin d'obtenir:

- des densités (nombre d'arbres à l'hectare),
- des diamètres moyens en rapport avec la stratification,
- une estimation individuelle des volumes (tarif de cubage),
- une estimation des différents volumes (bois d'oeuvre, bois de feu / bois énergie),

Un inventaire doit être réalisé sur le terrain pour recueillir ces informations qui, combinées entre elles, permettent une estimation globale en volume et en qualité de la ressource en bois.

2 - DONNEES EXISTANTES CONCERNANT LA ZONE ETUDIEE

Le recueil de ces données concernant essentiellement les plantations d'hévea gérées par la Compagnie de CHUP, l'étude a été axée sur ces plantations.

Concernant les autres plantations, les informations étaient relativement succinctes (surfaces des plantations), voire incomplètes (BENG KET, TAPAO).

2.1- Supports cartographiques

Les documents cartographiques utiles pour élaborer une stratification précise n'étaient pas disponibles. Notamment l'absence de photographie aérienne ou d'image satellitaire nous a conduit à nous référer sur le seul parcellaire complet fourni, concernant les plantations de la compagnie de CHUP. Ce document s'est avéré un élément précieux dans l'étude de la stratification.

2.2- Paramètres caractérisant les plantations

* Paramètres quantitatifs

Des tableaux récapitulatifs des **surfaces** par année existaient sur l'ensemble des compagnies à l'exception de BENG KETO où il ne nous a pas été possible d'obtenir les surfaces exhaustives. La compagnie de CHUP nous a transmis un ensemble de tableaux détaillés de surfaces par parcelle. Pour les autres plantations, nous nous sommes référés aux rapports de mission de 1993.

Concernant les **densités** à l'hectare ou le nombre total de tiges, à l'instar des surfaces, nous avons sur CHUP un détail par parcelle. Pour les autres plantations, les indications portant sur les nombres d'arbres ne concernaient que les individus saignés, donc étaient peu utilisables.

* Paramètres qualitatifs

Un ensemble de tableaux nous donne la répartition des plantations par **clone et par année** d'une manière très précise sur la compagnie de CHUP et très succincte sur les autres plantations. A l'étude de ces tableaux, il ressort que trois clones émergent : le PR107, le GT1 et le PB86, qui couvrent selon les compagnies entre 30 et 50% de la surface totale des plantations. Les autres génotypes non greffés (seedlings, illégitimes, légitimes) représentent une surface non négligeable surtout dans les vieilles plantations (par exemple sur CHUP: 1500 hectares sur 4000 plantés entre 1925 et 1949). Les polyclones et autres clones forment le complément.

Les tableaux précisent par année de culture les surfaces plantées. On observe que les plantations de plus de quarante ans (âge limite pour une production rentable de latex) représentent plus de 20 000 hectares (la moitié de la surface totale des plantations d'hévea). Les plus vieilles plantations datent de 1920 et l'on constate que celles réalisées en 1925 sont toujours en production.

A l'analyse des tableaux fournis par la compagnie de CHUP, on note une grande hétérogénéité dans les **écartements** de plantations, allant de 6,5 m x 6,5 m jusqu'à 10 m x 1,60 m.

3 - DONNEES OBSERVEES SUR LE TERRAIN:

Du fait de données manquantes, il nous a été nécessaire d'effectuer des mesures sur les plantations. Ces mesures ont été réalisées durant 5 jours sur le seul site de la compagnie de CHUP.

3.1 - Objet des mesures

Afin de pouvoir estimer la ressource en volume, il nous était nécessaire de connaître le diamètre moyen des arbres pour les différentes classes d'âge des plantations. Pour ce faire, des comptages devaient être réalisés. A ces comptages il faut associer un tarif de cubage afin de connaître le volume moyen que l'on affectera à ces classes d'âge.

Le volume de bois pris en compte par ces tarifs étant un volume bois d'oeuvre, il fallait évaluer la proportion de bois de feu (bois énergie) associé au volume de bois d'oeuvre obtenu avec le tarif de cubage. Cette opération doit être effectuée sur des arbres abattus.

3.2 - Description des mesures de terrain:

* Comptage

Afin d'obtenir un diamètre moyen (volume moyen) d'une part et de valider les densités notées dans les tableaux récapitulatifs fournis par le bureau technique de CHUP d'autre part, nous avons effectué des comptages sur 13 parcelles, dans les trois clones principaux et sur des illégitimes (voir tableau "synthèse comptage").

Par ailleurs ce comptage a permis d'évaluer la proportion d'arbres destinés à la production de bois d'oeuvre dont le diamètre à 1,30m est supérieur à 30cm.

En pratique, ce comptage est réalisé à l'aide d'un ruban gradué en centimètres et la mesure s'effectue à 1,30m du sol (DBH). La lecture du ruban correspond à la circonférence au centimètre couvert.

Une équipe est composée d'un pointeur et de deux ou trois compteurs. Le pointeur note les mensurations ainsi que les arbres manquants. Pour éviter les mauvaises transcriptions, le pointeur répète les mesures énoncées par le compteur.

* Cubage sur pied

L'opération de cubage consiste à établir une relation entre le diamètre d'un arbre et son volume. Pour établir avec précision cette relation, il est nécessaire de segmenter l'arbre en tronçons (billons) de faible longueur (1 à 2 mètres), de calculer le volume individuel de chaque billon puis de sommer l'ensemble de ces volumes.

Dans le cas présent, les mesures ont été réalisées sur des arbres sur pied à l'aide d'un appareil optique: **le relascope de Bitterlich**.

Cet appareil permet de mesurer le diamètre à différentes hauteurs de l'arbre. L'arbre est ainsi découpé virtuellement en billons de un ou plusieurs mètres selon la décroissance du diamètre. Lorsque le défilement est important, il est préférable d'effectuer les mesures par billon de un mètre. Dans le cas de l'hévéa, ce découpage en faible longueur est nécessaire en raison des fortes décroissances observées (dus certainement à la saignée) sur les trois premiers mètres, et de la conformation souvent bas branchue de ces arbres.

Une note indicative sur la qualité extérieur du fut a été donnée lorsque l'arbre présentait une bille de pied (exempte de défaut) ou une surbille (bonne qualité mais de dimension inférieure à la bille de pied). Un exemple de fiche de cubage est présentée en annexe.

Le volume pris en considération est le volume bois d'oeuvre brut sur écorce pour des diamètres fin bout supérieurs à 20 centimètres

* Abattage

Il nous a été possible de procéder à l'abattage de 9 arbres dans les classes d'âge compris entre 36 et 45 ans dans le périmètre de L'IRCC. L'objectif était d'estimer la proportion en volume de bois de feu d'une part et par comparaison avec les mesures de cubage réalisées au relascope, de valider ces mesures sur pied.

Après abattage de l'arbre, le volume de bois d'oeuvre était mesuré précisément au ruban gradué en centimètre, par billon de un mètre, jusqu'à un diamètre fin bout de 20cm.

Les branches dont le diamètre fin bout étaient compris entre 7 et 20cm étaient tronçonnées en un mètre de long et enstérées (cf. feuille de cubage individuelle en annexe). Le volume de bois de feu a été obtenu comme suit:

- mesure en croix des diamètres des rondins à leur 2 extrémités,
- calcul des surfaces (=somme des sections) sur les deux faces latérales de chaque pile
- moyenne de ces surfaces,
- application de la formule de Smalian.

4 - STRATIFICATION

L'absence de photos aériennes ou de supports cartographiques récents (images satellitaires) ne nous a pas permis d'élaborer une stratification traditionnelle sur les plantations d'hévea. Cependant, grâce à l'ensemble des données fournies par la compagnie de CHUP, il nous a été possible de baser la stratification sur l'âge des plantations :

- plantations mises en place avant 1939 → âge > 55ans
- plantations mises en place entre 1940 et 1949 → 46ans < âge < 55ans
- plantations mises en place entre 1950 et 1959 → 36ans < âge < 45ans
- plantations mises en place entre 1960 et 1969 → 26ans < âge < 35ans
- plantations mises en place après 1970 → âge < 26ans

Les mesures effectuées sur le terrain dans les plantations de Chup ont permis de valider cette stratification, seule utilisable actuellement compte tenu des données disponibles.

Elle peut être appliquée, à priori, sur l'ensemble des plantations d'hévea du Cambodge sous réserve que les caractéristiques de ces plantations (densité, clone, sol) soient identiques à celles de CHUP.

Cette méthode de stratification reste rudimentaire et incomplète. Elle devra être actualisée et affinée par l'interprétation de photo-aérienne et/ou un inventaire de terrain par sondage répartie sur l'ensemble des plantations.

Dans l'immédiat, elle permet néanmoins une estimation globale de la ressource qui sera à utiliser avec beaucoup de précautions.

Le tableau ci-après donne la répartition des plantations en surface, par compagnie et par classe d'âge hors plantations familiales(d'après les informations recueillies):

Compagnie	1925-1939 (en ha)	1940-1949 (en ha)	1950-1959 (en ha)	1960-1970 (en ha)	TOTAL (hors>1970)	> 1970 (en ha)
Chup	1800	2100	1830	3590	9320	3220
Krek	345	390	795	2310	3840	
Mimot (Samaky) + Chalang + Prechlong	2765 300	120	400 1900	315 2490	3600 4690	760
Snoul	1240	430	510	1030	3210	?
Mitta Pheap Chamcar Andong + Saha Kron + Svay Meas	500	240	1720	3880	6340	2384
Boeng Ket	"1200"	?	?	?	"1200"	?
Tapao					3050*	
TOTAL	8150	3280	11745	13615	35250	6464

N.B.: données manquantes sur Boeng Ket et Tapao

* données non réparties par classe d'âge sur Tapao

A ce jour, par manque de renseignements fiables, nous n'avons pas pu évaluer les surfaces déjà abattues. Il existe cependant des documents relatifs à des plans d'abattage sur dix ans détaillés par parcelle pour la Compagnie de CHUP, et plus généraux sur l'ensemble des Compagnies (voir en annexe).

L'étude porte essentiellement sur les 3 premières classes d'âge (plantation de plus de 36 ans) couvrant près de 20 000 ha qui seront à renouveler dans les prochaines années.

Les mesures (comptage) à CHUP ont permis, en corrélation avec les données fournies par le Bureau Technique de la Compagnie de CHUP, d'estimer les densités moyennes à l'hectare (arbres présents en 1996), ceci pour les 3 premières strates :

STRATES	DENSITÉ (arbre /ha)
âge > 55ans	125
46ans < âge < 55ans	210
36ans < âge < 45ans	310

Il s'avère donc que le critère "densité" valide cette stratification .

5 - RESULTATS DES MESURES REALISEES A CHUP

5.1 - comptage

Il a été réalisé sur 13 parcelles d'environ un hectare, dans les 4 géotypes retenus:

- Illégitime (seedlings)
- PR107
- GT1
- PB86

La répartition de ces comptages (sondages) par strate et le nombre d'arbres inventoriés sont donnés dans le tableau suivant:

	strate 36-45 ans	strate 46-55 ans	strate >55 ans
Nombre de sondages	8	1	4
Nombre d'arbres	1919	275	374

Par manque de temps la strate 46-55 ans a fait l'objet d'un nombre limité de sondages. Les résultats de comptage dans cette strate ne sont pas représentatifs sachant de plus que la parcelle inventoriée était en limite inférieure de strate (46 ans). Les résultats seront donc sous estimés.

La synthèse des résultats de ces sondages par parcelle, par clone et par année est fournie dans le tableau ci-après :

Bloc	23D	22C	32A	52B	53A	32D	46C	37A	36B	8.12D	7.12A	8.7A	9.8B
Ecartement (mxm)	5X5	7X3,5	5x5	10x2	6,5x3	5x5	4,5x5	6,5x3,25	6,5x3,25	6,5x6,5	6,5x6,5	6,5x6,5	6,5x6,5
Clone	GT1	GT1	Illég.	PB86	PR107	Illég.	PR107	PR107	PB86	Illég.	Illég.	Illég.	Illég.
Année	1953	1953	1954	1959	1959	1954	1957	1949	1950	1928	1929	1924	1925
Nombre manquants	52	13	94	?	29	70	59	159	58	?	183	?	?
Densité théorique 96	350	348	248	363	406	285	358	260	379	202	83	?	112
Densité compté	323	360	265	?	446	310	360	300	410	72	105	50	?
Moy. diamètre (cm)	31	30	33	29	32	37	33	36	31	54	50	67	56
e.t. diamètre (cm)	5	5	8	7	9	9	8	11	7	12	12	14	13

*** Diamètres moyens**

Les diamètres moyens obtenus par strate sont les suivants :

36ans < âge < 45ans	46ans < âge < 55ans	âge > 55ans
31cm	37cm	53cm

*** Proportion d'arbres destinés à la production de bois d'oeuvre (diamètre_{H=1,30m} > 30cm)**

Le comptage a permis d'estimer la proportion d'arbres susceptible de fournir du bois d'oeuvre, c'est à dire les arbres dont le diamètre à 1,30 m est supérieur ou égal à 30 cm. On peut en effet considérer que les arbres de diamètre inférieur produirait un volume bois d'oeuvre non significatif compte tenu de leur forte décroissance et de la faible longueur de bille utilisable. Cette limite minimum de 30 cm est d'ailleurs prise en compte par les acheteurs actuels de bois d'hévéa comme base de tarification des arbres sur pied.

Ainsi lors du sondage réalisé dans la parcelle 32A(1954), 265 tiges ont été recensées au total. Seuls 185 arbres présentaient un diamètre supérieur à 30cm. La proportion d'arbre valorisable en bois d'oeuvre est donc de $185/265 = 70\%$.

Sur les 13 comptages, cette proportion par strate est la suivante:

- Plus de 55 ans : 90% à 100%
- 46 à 55 ans : 70% à 90%
- 36 à 45 ans : 50% à 70%

5.2 - Cubage sur pied. Construction des tarifs de cubage

Rappelons que le volume estimé par ce cubage sur pied est un **volume de bois d'oeuvre brut sur écorce** (diamètre fin bout supérieur à 20cm).

A l'aide du Relascope de Bitterlich des mesures sur pied ont été réalisées sur 160 arbres ,sur 3 clones (PR107, GT1, PB86) et sur les illégitimes (seedlings).

La construction d'un tarif de cubage nécessite de réaliser une régression linéaire des volumes individuels sur les diamètres correspondants.

La régression choisie en fonction des résultats obtenus donne expression volume en fonction du diamètre au carré de la forme : $V = a + bD^2$

où: a = constante de régression

b = coefficient de régression

L'ensemble des mesures a permis d'établir un tarif de cubage (modèle) pour chacun des 4

génotypes. Le tableau suivant donne les valeurs de (a) et (b):

Génotypes	Nb d'arbres mesurés	(a)	(b)
PR107	51	-0,192	0,0006018
GT1	21	-0,048	0,0005294
PB86	33	-0,126	0,0005166
Illegitime	53	-0,146	0,0005641

Par exemple le volume de bois d'oeuvre pour le PR107 peut être obtenu en utilisant la formule suivante : $V = -0,192 + 0,0006018 D^2$

Il est important de noter que le **domaine de validité** de ces tarifs concerne les arbres ayant un **diamètre à 1,30 m supérieur à 20 cm** puisque le diamètre minimum de référence pour le bois d'oeuvre est de 20 cm fin bout.

Remarque : les 4 tarifs donnent des résultats comparables. Les modèles établis pour le clone PR107 et pour les Illégitimes induisent un volume légèrement supérieur à ceux établis pour les clones PB86 et GT1.

Un tarif de cubage général a été construit à partir des 160 observations. Ce tarif présente l'avantage de pouvoir être appliqué à l'ensemble des clones sans distinction (modèle basé sur un grand nombre d'observation). Comme les modèles par génotype, la formulation la mieux adaptée est du type : $V = a + bD^2$

Tous calculs faits, le tarif général est le suivant : $V = -0,1317 + 0,0005614D^2$

Nous utiliserons ce tarif général pour déterminer les volumes moyens de bois d'oeuvre pour chacune des strates.

5.3 - Cubage des arbres abattus

Les 10 arbres abattus se situent dans la classe d'âge 36-45 ans dans les parcelles de l'IRCC.

* *Validation des mesures sur pied*

Les arbres abattus ont été préalablement mesurés sur pied. La comparaison entre les volumes obtenus à partir du relascope de Bitterlich et les volumes mesurés sur les arbres abattus montre un écart de 5% en faveur des mesures sur arbre abattus. Les mesures sur pied sous-estimeraient légèrement les volumes de bois d'oeuvre.

*** Proportion bois de feu / bois d'oeuvre**

Cette estimation n'a donc été possible que dans la classe d'âge 36-45 ans.

Le volume "Bois de feu" estimé correspond au volume des branches dont le diamètre fin bout est compris entre 7cm et 20cm.

Le détail des résultats et le calcul des ratios sont donnés dans le tableau suivant :

Clone	Vol. bo	Vol. bf	Vol. bois de feu sur vol. total (bf / bf+bo) x 100 (en %)	Vol. bois de feu sur bois d'oeuvre (bf / bo)x100 (en %)
Illég.	1,28	0,66	34	51
Illég.	3,44	0,77	18	22
Illég.	1,51	0,24	14	16
Illég.	1,08	0,32	23	30
GT1	0,57	0,49	46	86
GT1	0,70	0,36	34	52
GT1	0,82	0,77	48	94
PR107	1,48	0,59	28	40
PR107	1,64	0,89	35	54
PR107	1,11	0,55	33	50
Moyenne :			31	49

L'analyse de ces résultats montre que la **proportion moyenne de bois de feu** est :

- d'environ **30 % (entre 15% et 50%)** rapportée au **volume total**,
- d'environ **50 % (entre 15% et 90%)** rapportée au **volume bois d'oeuvre**.

6 - ESTIMATION DES VOLUMES EXPLOITABLES DISPONIBLE DANS LES PLANTATION DE CHUP

Rappelons que cette estimation ne concerne que les plantations gérées par la Compagnie de Chup puisque les informations recueillies étaient détaillées (fournies par la Compagnies) et résultaient de mesures sur ce site.

Ces volumes exploitables ont été estimés sur les 3 strates couvrant les plus anciennes plantations qui devraient être renouvelées dans les prochaines années.

Dans des conditions similaires, la méthodologie employée et les résultats suivants pourraient être extrapolés aux autres plantations.

6.1 - Estimation des volumes de bois d'oeuvre

Pour avoir une bonne estimation de ces volumes de bois d'oeuvre et obtenir un intervalle de confiance acceptable, nous avons appliqué le **tarif général** ($V = -0,1317 + 0,0005614 D^2$) à l'ensemble des 13 comptages, classés dans les 3 strates étudiées. Ainsi nous avons déterminé le diamètre moyen et le volume moyen assujetti à une précision relative et à un intervalle de confiance pour chacune des 3 strates.

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant:

Strates	36 - 45 ans	46 - 55 ans	> 55 ans
Nb arbres comptés	1919	275	374
Diamètre moyen (cm)	32,4	36,5	55,5
Volume moyen (m ³)	0,49	0,68	1,71
Intervale de confiance (+/- en m ³)	0,05	0,06	0,08
Précision relative (%)	11	9	5

Pour obtenir une estimation globale par strate, nous associons ensuite les résultats des volumes moyens avec leur précision relative aux nombre d'arbres recensés dans chaque strate auxquelles nous appliquons le coefficient réducteur correspondant à la proportion d'arbres destinés à la production de bois d'oeuvre

Le tableau suivant donne l'estimation du volume bois d'oeuvre dans les 3 strates à Chup :

Classe d'âge	Diamètre moyen estimé (cm)	Volume moyen par arbre (m ³)	Nombre d'arbres recensés	Nombre d'arbres de diamètre supérieur à 30cm (arbre/ha)		Volume bois d'oeuvre (milliers de m ³)	Incertitude +/- (m ³)
				Coef. Réduc.	Nombre		
Plus de 55ans	55	1,71	151600	95%	144020	246 300	12 300
46 à 55ans	37	0,68	559400	80%	447520	304 300	27 400
36 à 45ans	32	0,49	571600	60%	342960	168 000	18 500

Soit une estimation à l'hectare de :

Classe d'âge	Surfaces (ha)	Volume/ha (m ³)	Incertitude +/- (m ³)
Plus de 55 ans	1400	176	9
46 à 55 ans	2510	121	11
36 à 45 ans	1830	91	10

6.2 - Estimation des volumes bois de feu

Le tableau suivant donne l'estimation des volumes en bois de feu par hectare pour :

- les arbres de diamètre inférieure à 30 cm à H=1,3 m,
- le houppier (ensemble des branches),
- la totalité des arbres.

Classe d'âge	Estim. du volume pour D<30cm	Estim. du volume houppier	Estim. du volume total en bois de feu
Plus de 55ans	12 m ³ /ha	48 m ³ /ha	60 m ³ /ha
46 à 55ans	27 m ³ /ha	53 m ³ /ha	80 m ³ /ha
36 à 45ans	65 m ³ /ha	35 m ³ /ha	100 m ³ /ha

6.3 - Estimation du volume total par hectare

Classe d'âge	Estimation du volume bois d'oeuvre (m ³ /ha)	Estimation du volume bois de feu (m ³ /ha)	Estimation du volume total (m ³ /ha)
Plus de 55ans	176	60	236 +/- 12 m ³
46 à 55ans	121	80	201 +/- 18 m ³
36 à 45ans	91	100	191 +/- 21 m ³

7- CONCLUSION : RAPPEL DES PRINCIPAUX RESULTATS

* Tarif de cubage

Le volume pris en considération est le volume bois d'oeuvre brut sur écorce pour des diamètres fin bout supérieurs à 20 centimètres

Tarif général : $V = -0,1317 + 0,0005614D^2$

* Proportion bois de feu / bois d'oeuvre

Le volume "bois de feu" estimé correspond au volume des branches dont le diamètre fin bout est compris entre 7cm et 20cm.

- environ 30 % (entre 15% et 50%) rapportée au volume total
- environ 50 % (entre 15% et 90%) rapportée au volume bois d'oeuvre

* Proportion d'arbres destinés à la production de bois d'oeuvre (diamètre_{H=1,30m} > 30cm)

- Plus de 55 ans : 90% à 100%
- 46 à 55 ans : 70% à 90%
- 36 à 45 ans : 50% à 70%

* Diamètres moyens et volumes moyens

Classe d'âge	Diamètre moyen estimé (cm)	Volume moyen par arbre (m ³)
Plus de 55ans	55	1,71
46 à 55ans	37	0,68
36 à 45ans	32	0,49

IV - QUALITE DES BOIS D'HEVEA, UTILISATIONS ET MARCHES

Pour les forestiers et les technologues du bois, développer l'utilisation sous forme de bois d'oeuvre des hévéas s'inscrit dans une thématique plus générale de valorisation des bois de plantation.

La nécessité de limiter la pression de l'exploitation et de ses activités connexes sur les forêts naturelles en zone tropicale est un des facteurs qui a contribué à la mise en place de plantations forestières.

La perspective de pouvoir produire rapidement une matière première renouvelable et dont la qualité soit adaptée à ses usages potentiels (pâte à papier, trituration, bois d'oeuvre) est à l'origine des multiples travaux menés dans ce domaine.

Pour l'hévéaculteur, la problématique est radicalement différente : une plante pérenne, l'hévéa, arrive en fin de cycle de production et doit obligatoirement être renouvelée.

Ce renouvellement occasionne un coût que l'on cherche à financer en totalité ou partiellement par la vente du matériau constitutif de la plante productrice, le bois.

L'optimisation des techniques culturales visant à améliorer la qualité du latex et augmenter sa production est-elle compatible avec l'obtention d'un bois " de qualité ", c'est à dire dont les caractéristiques lui permettent d'être valorisé au mieux dans ces créneaux d'utilisations?

Des études commencent à être envisagées dans ce sens (influence combinée de la sélection génétique sur la qualité du latex et du bois, essais de techniques de plantation intermédiaires entre celles habituellement préconisées par les hévéaculteurs et celles recommandées par les sylviculteurs ...).

Il n'en demeure pas moins qu'une ressource sur pied existe, est disponible, et doit obligatoirement être exploitée (en partie) afin de pérenniser la production de latex dont le marché est en expansion.

Cette ressource présente des caractéristiques propres favorisant ou limitant le développement de son utilisation sous forme de bois d'oeuvre.

1 - PRINCIPALES CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES DU BOIS D'HEVEA

L'ensemble de ces caractéristiques ne seront pas recensées et détaillées dans ce chapitre car leur étude a déjà fait l'objet de plusieurs publications très détaillées qui font le point sur le sujet et auxquelles on ne peut que recommander de se référer.

Dans la littérature francophone, on peut citer en particulier la monographie sur l'Hévéa parue dans la revue Bois et Forêts des Tropiques (fiche technique Hévéa, B.F.T. n°223, 1^{er} trimestre 1990, 57-68).

Par ailleurs, des précisions sur certaines de ces caractéristiques seront données dans le chapitre VI " Recommandations " lors de l'analyse des procédés actuels de transformation.

1.1 - Anatomie et aspect du bois

Sa couleur claire, jaune-brun à beige clair, est un des facteurs qui explique le développement de son utilisation, les bois clairs étant actuellement très prisés dans les pays du nord.

Son fil est droit ou légèrement ondulé, parfois contrefilé ce qui rend les finitions soignées plus délicates.

Son grain est moyen à grossier ; de ce fait, l'application d'un bouche-porage est conseillée lors des opérations de finition.

Lors de l'ouverture des billons et du sciage des bois, des traînées brunes à noirâtres, souvent très localisées, peuvent apparaître ; elles sont dues à des blessures du cambium qui peuvent survenir de façon répétitive et qui sont provoquées par des saignées trop profondes : la zone de l'écorce au niveau de laquelle l'exsudation de latex est la plus abondante se situe au voisinage du cambium, d'où la tentation des saigneurs de pratiquer des encoches trop profondes.

La production de débits de petites dimensions permet une purge de ces défauts lors du sciage de reprise ; ces défauts seraient rédhibitoires sur des bois déroulés ou tranchés (voies de valorisation non envisageables dans le contexte actuel).

1.2 - Caractéristiques de solidité

Ces caractéristiques correspondent à deux des propriétés physiques du bois (densité, dureté) et à ses principales propriétés mécaniques. Elles sont considérées comme " moyennes " selon les barèmes de correspondance entre les valeurs moyennes de ces propriétés et la qualification du bois :

Densité :	0,65 en moyenne	(e.t. = 0,06)	☞ bois léger à mi-lourd
Dureté (Monnin) :	3,3 en moyenne	(e.t. = 0,04)	☞ bois mi-dur
Module d'Young :	9,5 GPa en moyenne	(e.t. = 1,4)	☞ module moyen
Résistance en flexion :	90 Mpa en moyenne	(e.t. = 13)	☞ résistance moyenne
Résistance en compression :	50 Mpa en moyenne	(e.t. = 7)	☞ résistance moyenne

Ces caractéristiques sont données pour des bois testés après stabilisation à $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ et $65\% \pm 5\%$ d'humidité relative de l'air, soit une humidité théorique du bois de 12%.

Cette " solidité " moyenne du bois le rend adapté aux emplois où le bois est (modérément) sollicité mécaniquement, ceci sans qu'il ne soit trop lourd ce qui le rendrait impropre à la fabrication de certains produits à forte valeur ajoutée (meubles, éléments d'aménagement intérieur, menuiseries).

Une série d'essais a été réalisée dans les laboratoires du CIRAD-Forêt de Montpellier sur des échantillons collectés lors de la visite des deux unités de transformation à Chup ; les premiers résultats montrent que la densité du bois d'hévéa de Chup se situe dans la moyenne des valeurs

habituelles (0,67 sur 4 essais) alors que le module d'Young est plus élevé (13 000 Mpa sur 4 essais par méthode acoustique), sans doute en raison du fil du bois particulièrement droit.

1.3 - Retraits de séchage, stabilité et sensibilité aux variations d'humidité

Le bois d'hévéa a la réputation d'être nerveux lorsqu'il sèche, c'est à dire qu'il est susceptible de se fendre et de se déformer durant cette opération. Ce phénomène est essentiellement lié à son comportement très anisotrope (forte différence de retrait de séchage dans le plan transversal, entre la direction radiale et la direction tangentielle du bois).

Les valeurs suivantes de retraits et de coefficients de retrait ont été obtenues en laboratoire :

Retrait tangentiel total : 5,6 % en moyenne (e.t. = 0,8) ☞ retrait faible
Retrait radial total : 2,2 % en moyenne (e.t. = 0,2) ☞ retrait faible
Coef. de rétractibilité volumique : 0,4 % en moyenne (e.t. = 0,05) ☞ coefficient moyen

La stabilité du bois mis en oeuvre est inférieure à celle observée chez la majorité des bois tropicaux. De plus, cette essence est relativement sensible aux variations d'humidité c'est à dire que le bois aura tendance à reprendre ou à perdre facilement de l'humidité en cas de fluctuations des conditions atmosphériques ambiantes.

1.4 - Durabilité naturelle et imprégnabilité

La très faible durabilité naturelle de l'hévéa constitue sans doute le principal facteur limitant son utilisation en bois d'oeuvre.

L'hévéa est particulièrement sensible aux attaques des champignons et ne peut être mis en oeuvre de façon satisfaisante que si des précautions particulières (traitement, séchage) sont prises lors de son exploitation, de son transport, de son stockage et de sa mise en oeuvre.

Il est ainsi indispensable de tenir compte de cette caractéristique du bois à chaque étape de sa transformation, un traitement étant conseillé sinon indispensable après chaque opération d'usinage (cf. Note "Conservation du bois d'hévéa" en annexe, et § sur le traitement des bois dans le chapitre VI "Recommandations").

2 - UTILISATIONS ET MARCHES

2.1 - Les débuts de l'utilisation du bois d'hévéa

Jusque dans les années 70, les vieux hévéas situés dans des parcelles devenues insuffisamment productives étaient abattus puis (au mieux) utilisés comme bois de feu pour le séchage des feuilles (de latex) fumées ou du tabac, pour la cuisson des briques ou des tuiles, ou pour satisfaire les besoins domestiques des populations locales.

Le développement de méthodes de transformation appropriées (panneautage), la maîtrise des techniques de transformation (sciage, séchage,) mais surtout la nécessité d'exploiter (pour les reconvertir) de vastes superficies plantées en Hévéa (notamment en Malaisie) ont fait de ce bois une matière première de toute première importance.

Elle est en effet recherchée simultanément :

- pour satisfaire les besoins locaux en bois ; ces besoins croissent de façon exponentielle en relation avec l'explosion démographique dans de nombreux pays producteurs,
- pour fabriquer des produits à haute valeur ajoutée prisés par les consommateurs des pays du nord, et générateurs de devises.

C'est entre 1985 et 1990 que l'on a pu assister à un accroissement spectaculaire des exportations de produits de sciage séchés artificiellement et traités avec des produits de préservation efficaces afin de palier la faible durabilité naturelle du bois.

La tendance s'est ensuite portée vers l'exportation de produits finis.

2.2 - Créneaux d'utilisation

Le bois d'hévéa peut convenir pour une multitude d'utilisations du fait de ses caractéristiques intéressantes, de son absence relative de défauts de fil, et de sa bonne usinabilité.

Cependant, son utilisation nécessite à tous les stades de sa mise en oeuvre des traitements de préservation appropriés afin d'éviter qu'il soit attaqué par les champignons et par les insectes (Lyctus).

Ses utilisations les plus courantes sont les suivantes : charpente légère, ameublement, emballage, parquet, lambris, moulures, ustensiles ménagers, aménagement intérieur, tournerie, décoration ...

Il est en fait plus aisé de lister les créneaux d'utilisation pour lesquels cette essence ne convient pas : essentiellement construction lourde et emplois en extérieur en classe de risque 4 (normalisation européenne), c'est à dire lorsque le bois est en contact avec le sol.

Par ailleurs, les rémanents abandonnés sur les parcelles exploitées ainsi que les déchets de sciage (sciure, délignures, dosses) constituent une source d'énergie utilisable de différentes façons :

- satisfaction des besoins énergétiques des usines de traitement du latex (en particulier alimentation des séchoirs),
- satisfaction des besoins énergétiques des unités de transformation des bois,
- besoins domestiques au voisinage des zones de plantation.

2.3 - Eléments-clef du marché

La Malaisie constitue le premier exportateur mondial de bois d'hévéa et de produits à base de bois d'hévéa. Ce pays est suivi par la Thaïlande et l'Indonésie, puis à un niveau plus faible, par l'Inde, le Sri Lanka, la Chine et le Vietnam.

En 1995, la Malaisie a exporté pour plus de 1,2 milliard de ringgit d'hévéa (pré-débits ou produits

finis), soit près de 500 millions de \$US.

Ses principaux clients sont par ordre d'importance le Japon, les Etats-Unis puis l'Europe. Chacun d'eux a ses propres exigences en matière de conception des produits, de qualité, de type de finition ...Les entreprises exportatrices sont dans l'obligation de s'y conformer pour développer leur marché à l'exportation.

Chez les gros pays producteurs comme la Malaisie, la demande en produits finis en hévéa (meubles notamment) sur le marché intérieur est importante ; elle est satisfaite par de nombreuses petites et moyennes entreprises entre lesquelles existe une très forte concurrence, et qui n'ont pas les moyens de s'orienter vers les marchés d'exportation.

Ces marchés sont réservés à de grandes entreprises dont la capacité financière leur permet de supporter les fluctuations du marché dues à la concurrence (à un niveau supérieur) entre les pays producteurs ; cependant, ces grandes entreprises vendent localement les excédents de production et les produits déclassés non conformes aux exigences des clients étrangers.

Les prix du bois d'hévéa et des produits à base de bois d'hévéa dépendent des fluctuations du marché et de la qualité de conception, de fabrication et de finition des produits.

L'analyse de ces prix est révélatrice de la tendance actuelle du marché et apparaît riche d'enseignements pour les pays producteurs.

Elle met en particulier en évidence les phénomènes suivants :

- les sciages bruts d'hévéa (séchés et pré-traités) ont un prix de vente comparable à celui des bois tropicaux les moins chers du marché (Ayous, Fraké...) pour des propriétés technologiques tout à fait équivalentes,
- la production de pré-débits permet de mieux satisfaire les besoins des industries de seconde transformation ; de ce fait, le prix de vente de ces produits peut en être augmenté de moitié,
- la production de produits finis constitue la voie de valorisation idéale mais requiert une approche marketing structurée afin d'optimiser l'adéquation produit/besoin et répondre en permanence aux attentes des clients/consommateurs ; elle exige aussi la mise en place de contrôles-qualité contraignants afin de ne proposer sur les marchés d'exportation que des produits nets de défauts.

Au Cambodge, les besoins élevés en bois d'oeuvre sont (en partie) satisfaits par les bois issus de forêt naturelle. L'hévéa ne semble quasiment pas utilisé dans le pays, excepté pour la fabrication des caisses contenant les pains de caoutchouc. La demande locale doit concerner en priorité les utilisations en structure (besoins liés à la reconstruction) pour lesquelles l'hévéa n'est pas particulièrement adapté ; cependant, ces besoins doivent obligatoirement s'accompagner d'une demande en bois pour des utilisations non structurelles (ameublement, menuiserie, aménagement intérieur ...) pour lesquelles l'hévéa convient parfaitement.

Préalablement à la mise en place et au développement de petites unités de seconde transformation, il est nécessaire de faire connaître les possibilités d'utilisation de cette essence, en tant que produit de substitution ou non des bois de forêt naturelle.

V - ETUDE DES VOIES DE VALORISATION DES BOIS D'HÉVÉA APRÈS ABATTAGE

L'étude des voies de valorisation des bois d'hévéa au Cambodge nécessite dans un premier temps de comprendre les mécanismes de fonctionnement des structures existantes de transformation des bois, d'en déterminer les points forts et les faiblesses.

Cette première analyse conduit à proposer à différents niveaux des recommandations pour améliorer et rationaliser le fonctionnement de ces unités.

Dans un second temps, sachant que la compréhension des mécanismes de fonctionnement des entreprises de transformation nécessite la définition d'éléments d'analyse économique, la structure de prix des produits de première transformation pourra être étudiée.

Ce type d'étude prenant en compte les charges et coûts successifs qui sont à l'origine de la fixation du prix de vente des produits, il sera possible, moyennant différentes hypothèses, de remonter aux coûts amonts, en l'occurrence la valeur des bois sur pied.

La valorisation en bois d'oeuvre des hévéas au Cambodge est relativement limitée ; sur l'ensemble des plantations du pays, 6 unités de transformation (exploitation-scierie) seraient en fonctionnement :

* 4 unités seraient localisées sur la plantation de Chamcar Andong.

* 2 unités sont installées sur la plantation de Chup.

Ces deux dernières unités de transformation, **l'exploitation-scierie de Chup** et **l'exploitation-scierie Men Sarun** ont pu être visitées et des données technico-économiques ont été collectées.

1 - EXPLOITATION-SCIÉRIE DE CHUP : FICHE TECHNICO-ECONOMIQUE

La scierie, de statut privé, est située au sud de la plantation de Chup, à proximité du siège de la Compagnie. Elle serait une des plus ancienne, sinon la plus ancienne scierie d'hévéa au Cambodge.

1.1 - Description de l'unité

1.1.1 - Approvisionnement en matière première

Les bois sont achetés sur pied à la Compagnie et proviennent des plantations de Chup (Chup, Chrap, Thmar Pich).

L'abattage et le débardage des bois sont très peu mécanisés et sont organisés de façon classique : chaque équipe est constituée d'un abatteur muni d'une tronçonneuse, et de 6 à 10 manoeuvres.

Les grumes sont tronçonnées en billons courts, de 1m (longueur la plus fréquente) à 1,5m, qui sont chargés manuellement et évacués des plantations sur des camions 6x6 à plateaux avec ridelles (20 à 30m³ de charge hors tout).

Les bois abattus ne séjournent pas sur les plantations et sont le plus souvent évacués le jour même de l'abattage.

La scierie serait approvisionnée par 3 à 10 camions de bois par jour, soit environ 100 m³ de billons¹ (20 cm de diamètre fin bout minimum), ceci durant la période d'exploitation qui est limitée par la saison des pluies.

1.1.2 - Produits fabriqués et échelle de production

Trois catégories de sciage sont produits par la scierie :

- (1) Des carrelets de 30x30mm à 40x40mm de section en toutes longueurs inférieures à 1m.
- (2) Des avivés d'environ 100x20 mm de section en 1m à 1,5m de long destinés à la fabrication de palettes (caisses pour le transport des pains de caoutchouc) ; les palettes sont fabriquées dans la scierie.
- (3) Très accessoirement, des clins de 200 à 300 mm de large en 3 à 3,5m de long ; ces produits, apparemment débités dans les plus belles billes, ne sont pas commercialisés² et sont destinés aux besoins internes (aménagement de locaux).

Une production d'1 m³ de bois scié à partir de 4 stères de billons est annoncée.

Compte tenu du coefficient d'empilage estimé ($\approx \frac{2}{3}$), le rendement matière (= volume bois scié / volume grume) serait alors d'environ 35%, valeur tout à fait raisonnable si l'on tient compte de la nature des produits fabriqués (pré-débits) et de la qualité des grumes transformées. Le rendement matière pour la fabrication des avivés à palette est supérieur à celui correspondant à la fabrication des pré-débits.

La scierie de Chup produirait donc en moyenne 35m³ de sciage par jour.

La production moyenne annuelle peut être estimée comprise entre 4000 m³ et 5000 m³ de bois scié³, plus de 90% étant utilisé pour la fabrication des carrelets.

Ce niveau de production est celui d'une unité artisanale à semi-industrielle.

¹ On considère qu'un camion de 25m³ de charge utile hors tout peut transporter 25 stères de grumes, soit environ 16m³ de billons destinés au sciage.

² Soit parce que la demande pour ce type de produit n'existe pas, soit parce que la disponibilité en bois correspondant à la qualité requise est insuffisante.

³ En considérant 250 jours de travail par an et un taux d'utilisation des 3 scies d'environ 50% (cf. § 2).

1.1.3 - Procédés de transformation

‘ *Sciage*

La scierie dispose de 3 scies semi-mobiles à ruban horizontal (type scie CD), installées à poste fixe.

La conception et le mode de fonctionnement de ces équipements, fabriqués au Cambodge, sont relativement simples :

- deux rails de longueur variable sont posés sur des traverses à même le sol,
- la scie comporte deux volants horizontaux de 1m ou 1,2m fixés à deux colonnes verticales ; lors de l’opération de sciage, la scie est poussée par 2 hommes et se déplace sur les rails,
- plusieurs billons sont disposés en enfilade et fixés sur un chemin de traverses (entre les rails) par un système de griffage manuel simple mais robuste,
- lors d’un même passage, la scie débite donc un plateau successivement dans chacun des billons,
- les volants se déplacent verticalement de haut en bas le long des deux colonnes après chaque passage.

Les scies fonctionnent à l’aide de moteurs électrique alimentées par la centrale thermique de la Compagnie.

Les plateaux sont immédiatement repris sur des petites scies circulaires et débités en carrelets ou en avivés à palettes.

Les produits connexes (sciures, délignures, rebuts) sont utilisés d’une part comme source d’énergie par une briqueterie et une tuilerie situées au voisinage des plantations, et d’autre part pour les besoins domestiques.

‘ *Traitement des sciages frais*

Immédiatement après le sciage de reprise, les bois sont traités par trempage au pentachlorophénol (= PCP, produit fongicide) ; la nature du traitement insecticide, s’il existe, n’est pas connue. La durée du trempage serait très variable (entre moins d’une heure et quelques heures).

□ *Séchage*

Les bois traités sont ressuyés et séchés à l’air libre.

Les carrelets sont empilés horizontalement de façon alternée, mais sans baguettage. Un empilement correct des carrelets et un stockage sous abri (hangars métalliques) permet d’assurer un séchage satisfaisant.

Les avivés à palette sont séchés verticalement (empilage vertical en V renversé) ; cette technique permet de faciliter l’écoulement de l’eau libre et surtout la descente de l’air refroidi et alourdi du fait de l’évaporation ; elle est efficace pour descendre le taux d’humidité en dessous du point de

saturation (à environ 25%), mais ne conviendrait pas pour sécher davantage les bois du fait des risques de déformations.

La durée du séchage varierait entre quelques jours et quelques semaines selon la nature des produits et suivant la saison (saison sèche / saison humide), mais aussi vraisemblablement en fonction de l'urgence des commandes.

1.2 - Eléments d'analyse économique

1.2.1 - Investissements

Le montant de l'investissement nécessaire au montage de la scierie n'est pas connu ; compte tenu des installations et équipements disponibles, on peut estimer le montant de l'investissement total à 75% du montant de l'investissement de la scierie Men Sarun (investissement annoncé pour cette unité : 200 000 \$US, cf. § 2), achat du terrain compris (environ 2 hectares).

L'investissement nécessaire à la mise en place d'une telle unité de transformation est estimé habituellement entre 300 000 et 450 000 \$US.

Les scies à ruban horizontal, de fabrication cambodgienne, représentent la partie la plus importante de l'investissement en matériel ; un prix d'achat unitaire de 1500 \$US est annoncé (prix particulièrement bas¹), contre 3000 \$US pour l'unité Men Sarun.

1.2.2 - Fonctionnement

' Coût du bois rendu scierie

*** Prix d'achat des bois sur pied**

Différentes valeurs et différents modes de calcul ont été annoncés, tous correspondant à une tarification par arbre et non par m³ :

- 1900\$US pour 180 arbres (tous diamètres),
- 3800\$US / ha pour 100 arbres pour les vieilles parcelles,
- 18\$US par arbre si $\varnothing > 30\text{cm}$, et 18\$US pour 3 (ou 4) arbres si $\varnothing < 30\text{cm}$,
- depuis 18\$US par arbre jusqu'à 25\$US pour les plus gros diamètres.

Sachant que le volume des arbres exploitables peut varier dans un rapport de 1 à 5-6, voire plus pour les gros diamètres, le système de tarification par arbre est particulièrement délicat à interpréter.

Cependant, en utilisant les tarifs de cubage construits à partir des mesures sur les arbres sur pied

¹ Pour comparaison, le prix d'achat (départ) d'une scie semi-mobile CD (fabrication française), dont le principe de fonctionnement est identique à celui des scies cambodgiennes mais dont la conception est plus sophistiquée (avance automatique, carters de protection, système de lubrification ...), est compris entre 45 000 et 70 000 \$US selon le modèle.

et en extrapolant les valeurs annoncées, le prix d'achat des bois peut être estimé en moyenne entre **10 et 15\$US par m³ grume.**

* **Coût d'exploitation**

Pour remplir un camion (20 à 30 stères de billons soit environ 16m³), les coûts salariaux de l'abatteur équipé et de l'équipe de 8 chargeurs s'élèveraient respectivement à 20 000 et 80 000 riels, soit un total de 35 \$US par camion¹, c'est à dire environ 2 \$US par m³grume.

Les rémanents ($\varnothing < 20\text{cm}$ fin bout) sont vendus comme bois de feu (entre 5 et 15\$US la stère).

* **Coût de transport des bois jusqu'à la scierie**

D'après les différentes informations collectées (scierie de Chup mais aussi scierie Men Sarun, chantiers d'exploitation, Compagnie), le coût moyen du transport des bois depuis les plantations de Chup vers la scierie (moins de 10 km) peut être estimé entre 1,5 et 2,5\$US par m³grume (opération sous-traitée).

' ***Sciage***

* **Energie**

La scierie est alimentée par la centrale électrique de la Compagnie (environ 0,1 \$US / kWh), soit un coût journalier moyen d'environ 40 à 50 \$US.

* **Personnel**

La scierie emploie 120 personnes ; l'équipe d'encadrement est composée d'un directeur et de 4 chefs d'équipe.

Le coût salarial journalier pour un ouvrier varie de 1\$US (ouvrier non qualifié) à 3,5\$US (ouvrier qualifié ou spécialisé, débardeur).

1.2.3 - Marchés

Les carrelats qui constituent l'essentiel de la production (entre 90 et 95% contre 5 à 10% d'avivés à palettes²) sont vendus sur le Vietnam pour y être transformés sur place (meubles, éléments d'aménagement intérieur) ou vendus au Japon.

Les bois sont séchés en séchoir artificiel puis traités en autoclave avant fabrication.

Les carrelats sont vendus 100\$US/m³ départ scierie, soit 200 à 250 \$US/m³ rendu Vietnam sachant que le coût de transport varie entre 100 et 150 \$US/m³.

¹ En adoptant le taux de change suivant : 1\$US = 2800 riels

² L'usine de Chup produit en moyenne 10 000 tonnes de latex par an, soit 8 000 à 8 500 palettes de pain de caoutchouc (une palette contient 1200kg de caoutchouc) ; le poids d'une palette est estimé à 50kg, soit une consommation d'environ 0,04m³ de bois par unité (en prenant d_{bois ressuyé} = 0,75), c'est à dire entre 300 et 400 m³ de bois par an sachant que toutes les palettes fabriquées par la scierie de Chup sont consommées localement.

Actuellement, aucune extension de l'activité de 1^{ère} transformation ni aucun développement vers la 2^{ème} transformation ne sont envisagés.

2 - EXPLOITATION-SCIERIE DE MEN SARUN : FICHE TECHNICO-ECONOMIQUE

La scierie est située au sud de la plantation de Chup, à 10mn des locaux de la Compagnie sur la route nationale 7 (route du Vietnam).

Cette unité très récente fonctionne depuis août 1996 ; sa structure et son fonctionnement sont très analogues à ceux de l'exploitation-scierie de Chup.

Différentes précisions techniques se rapportant à l'exploitation-scierie Men Sarun sont déjà détaillées dans la fiche précédente et ne sont donc pas reprises dans la description qui suit.

2.1 - Description de l'unité

2.1.1 - Approvisionnement en matière première

Les bois sont achetés sur pied et proviennent des plantations gérées par la Compagnie de Chup mais aussi de la plantation de Mimot.

La scierie aurait négocié un contrat d'exploitation de 3500 ha sur 10 ans à Chup et 2500 ha sur 10 ans à Mimot. Actuellement, 25ha de plantations seraient exploités par mois.

Les grumes sont toutes tronçonnées en billons courts de 1m de longueur.

Les conditions d'exploitation des bois sont analogues à celles de l'exploitation-scierie de Chup.

La scierie serait approvisionné par 7 camions de bois par jour, soit environ 110m³ de billons (20 cm de diamètre fin bout minimum), ceci durant la période d'exploitation qui est limitée par la saison des pluies.

2.1.2 - Produits fabriqués et échelle de production

La scierie ne produit qu'un seul type de débit : des carrelets de 30x30mm à 45x45mm de section en toutes longueurs de 0,35 à 1m, voire plus (1,50m).

1 m³ de bois scié serait obtenu à partir de 5 à 7 stères de billons, soit un rendement matière d'environ 25% en moyenne (rendement inférieur à celui estimé pour l'unité de Chup), et une production journalière d'environ 30m³ (en considérant comme précédemment un coefficient d'empilage de $\frac{2}{3}$), soit environ 4000m³ par an¹.

Le niveau de production est sensiblement comparable à celui de l'unité précédente, et correspond à celui d'une unité artisanale à semi-industrielle.

¹ Se reporter à la note correspondante pour la fiche de l'unité de Chup, mais avec un taux d'utilisation des équipements très inférieur compte tenu du parc de 10 scies horizontales disponibles dans cette unité (cf. § suivant).

2.1.3 - Procédés de transformation

Sciage

La scierie dispose d'un parc de 10 scies semi-mobiles à ruban horizontal (type scie CD) identiques à celles de l'unité de Chup ; les scies sont installées à poste fixe.

Le niveau de production est équivalent à celui de l'unité de Chup qui ne dispose que de 3 scies, ce qui laisse supposer que la capacité de sciage est largement sous utilisée.

La conception de ces équipements, fabriqués au Cambodge, est décrite dans la fiche précédente. Les scies fonctionnent à l'aide de moteurs électriques alimentés par un groupe électrogène (puissance : 250KVA).

Comme dans l'unité de Chup, les plateaux sont repris sur des petites scies circulaires et débités en carrelets.

Les produits connexes (sciures, délignures, rebuts) sont utilisés comme source d'énergie pour les besoins domestiques.

Traitement des sciages frais

Immédiatement après le sciage de reprise, les bois sont traités par trempage ; la nature du produit de préservation utilisé n'est pas connue car celui-ci serait fourni (gratuitement) par le(s) client(s) Vietnamien(s).

Séchage

Après traitement, les carrelets sont ressuyés et séchés à l'air libre. Ils sont empilés horizontalement de façon alternée (empilage suivant les règles de l'art), mais sans baguettage. La durée du séchage serait assez variable suivant la saison (saison sèche / saison humide).

2.2 - Eléments d'analyse économique

2.2.1 - Investissements

Le montage de la scierie aurait nécessité un investissement total de 200 000 \$US, achat du terrain compris (environ 2 hectares).

L'investissement nécessaire à la mise en place d'une telle unité de transformation est habituellement estimé entre 400 000 et 600 000 \$US.

Les scies à ruban horizontal, de fabrication cambodgienne, représentent la partie la plus importante de l'investissement en matériel ; leur prix d'achat serait de 3000\$US l'unité.

2.2.2 - Fonctionnement

‘ *Coût du bois rendu scierie*

* Prix d’achat des bois sur pied

Ce prix d’achat est estimé en utilisant les mêmes données que précédemment, soit en final **un prix du m³ grume compris entre 10 et 15\$US.**

* Coût d’exploitation

Identique à celui établi pour la scierie de Chup : environ 2 \$US par m³grume.

Les rémanents ($\varnothing < 20\text{cm}$ fin bout) sont vendus comme bois de feu (entre 5 et 15\$US la stère).

* Coût de transport des bois jusqu’à la scierie

Identique aux estimations précédentes : entre 1,8 et 2,5\$US par m³grume (opération sous-traitée).

‘ *Sciage*

* Energie

La scierie est alimentée par un groupe électrogène de 250KVA ; la consommation totale de l’unité en gazole varie entre 300 et 500 l par jour, soit un coût journalier moyen d’environ 30\$US (0,07\$ par litre).

* Personnel

La scierie emploie 70 personnes ; l’équipe d’encadrement est composée d’un directeur, de 4 sous-directeurs et de 2 chefs d’équipe.

150 personnes seraient employées pour l’exploitation des bois (abattage, chargement), sans doute à temps partiel¹.

Le coût salarial journalier pour un ouvrier varie de 1\$US (ouvrier non qualifié) à 3,5\$US (ouvrier qualifié ou spécialisé, débardeur).

2.2.3 - Marchés

Actuellement, l’ensemble de la production de carrelets est vendue au Vietnam où elle est utilisée sur place (ou revendue au Japon) pour la fabrication de meubles ou de carreaux (éléments d’aménagement intérieur).

Les carrelets sont vendus 200\$US/m³ rendu Vietnam. La moitié des bois exploités est vendue en billons au Vietnam (prix de vente annoncé : 35\$US/m³ grume).

¹ En considérant que 9 personnes (1 abatteur + 8 manoeuvres) mobilisent journalièrement 16m³ grume, **125 personnes** sont alors nécessaires pour mobiliser en moyenne dans une journée 220m³ grume (110m³ rentrant en scierie + 110m³ vendus en billons au Vietnam).

Le directeur de l'exploitation-scierie Men Sarun envisage de créer une seconde scierie à Chup et une troisième à Mimot avec comme objectif une production de 150m³ sciage par jour. De même, il souhaite diversifier son activité vers la seconde transformation afin de davantage valoriser sa production au Cambodge (fabrication de carreaux, d'éléments de menuiserie).

3 - STRUCTURE DE PRIX DES PRE-DEBITS PRODUITS PAR UNE FILIERE ARTISANALE A SEMI-INDUSTRIELLE

Lorsque les parcelles d'hévéa ne sont plus suffisamment productives (moins de 500kg de latex par hectare et par an), leur exploitation pour la production de bois d'oeuvre et de bois de feu doit permettre de financer tout ou partie de la replantation.

Une des principales question qui se pose alors est de savoir dans quelle mesure ce financement est rendu possible par la vente du bois sur pied, et ce jusqu'à quelle hauteur.

3.1 - Méthode et hypothèses de base

Connaissant à partir des résultats d'inventaire le volume de bois d'oeuvre (et de bois de feu) disponible sur une parcelle donnée (cf. Chapitre III), il est possible de déterminer la valeur du bois sur pied à partir de la valeur du prix du marché des sciages ou des pré-débits en retranchant tous les coûts et les marges afférents aux différentes opérations de transformation.

Cette valeur du bois sur pied peut être alors comparée aux estimations faites à partir des tarifications annoncées. Une telle comparaison doit conduire à mieux cerner la marge de manoeuvre effective de chacun des opérateurs de la filière (en particulier celle des gestionnaires des plantations et des exploitants-scieurs).

Analyser la structure de prix des produits de sciage revient donc à raisonner comme le fait (ou comme devrait le faire) un industriel qui est aussi un commerçant et qui doit connaître le prix de revient de chacun de ces produits. Cette logique se situe à l'inverse de celle habituellement adoptée lorsqu'il s'agit de déterminer le prix de vente d'un produit.

Une telle démarche nécessite de connaître les coûts intermédiaires ou de les estimer à partir des ratios utilisés habituellement dans ce domaine.

Dans le cas présent, les données collectées lors de l'enquête sur le terrain (valeurs annoncées par les interlocuteurs locaux et mentionnées dans les fiches technico-économiques des deux exploitations-scieries) sont utilisées si elles apparaissent cohérentes après recoupement.

Pour illustrer cet exercice, le cas de l'unité Men Sarun a été utilisé comme référence :

- fabrication et commercialisation d'un seul type de produit ce qui permet de simplifier les calculs,
- données relativement complètes concernant l'approvisionnement en bois, la transformation et la commercialisation des pré-débits,

- cohérence des informations fournies.

L'activité d'exploitation-scierie de l'entreprise Men Sarun se décompose de la façon suivante :

- achat des bois sur pied,
- mobilisation des bois (abattage, débardage, chargement),
- sous-traitance du transport des bois depuis les chantiers d'abattage jusqu'à la scierie,
- sciage des billons,
- préservation puis séchage à l'air libre,
- expédition des pré-débits vers le Vietnam.

Deux hypothèses de marché sont successivement étudiées :

- * Système actuel de commercialisation de la totalité des pré-débits vers le Vietnam ; le prix de vente des bois rendus Vietnam est de 200\$US/m³.
- * Fourniture de 50% de la production à une entreprise cambodgienne de seconde transformation (fabrique de meuble ou d'éléments de menuiserie) et vente de la partie restante de la production au Vietnam.

Dans ce deuxième cas de figure, les bois doivent être proposés au Cambodge prêt à l'emploi c'est à dire après avoir reçu un traitement de préservation définitif et avoir été séchés en étuve (jusqu'à H% = 12 à 15%).

La scierie ne peut augmenter sa marge bénéficiaire sur ce produit présentant davantage de valeur ajoutée ; elle peut tout au plus espérer majorer son prix de vente d'un montant correspondant au surcoût dû à ces 2 opérations.

3.2 - Etude technico-économique de la filière d'exploitation-scierie

3.2.1 - Marge bénéficiaire

Elle est déterminée à partir de la valeur du bois en sortie scierie, mais intègre l'activité d'exploitation des plantations qui ne peut être dissociée de la première transformation. Pour ce type d'activité, un taux de 20% est habituellement utilisé ; dans le cas présent, on prendra un taux de 30%.

3.2.2 - Coût du séchage artificiel

Cette opération n'est envisagée que dans le cas d'une vente de la moitié de la production à une unité locale de seconde transformation. Elle ne doit avoir lieu après un ressuyage (ou pré-séchage) à l'air libre tel qu'il est pratiqué actuellement.

Compte tenu des faibles dimensions des pré-débits, on peut estimer que 2 à 4 jours de séchage artificiel sont suffisants pour faire descendre l'humidité des bois de 20% (taux d'humidité à l'issue du séchage à l'air) à 12-15% (**bois baguettés**).

Quatre cellules de séchage à air chaud de 10m³ de capacité sont alors nécessaires pour sécher la moitié de la production en considérant trois cycles de séchage par semaine.

Ce type de séchoir de fabrication russe ou chinoise peut être acheté pour un prix unitaire rendu Cambodge de 15000\$US.

Le personnel affecté à la conduite des séchoirs est peu nombreux compte tenu du nombre limité de cellules utilisées ; deux personnes à 50% de leur temps (ouvriers qualifiés) suffisent pour prendre en charge cette fonction.

Séchoirs:

Capacité totale : 40 m³ sciés/cycle
Durée moyenne d'un cycle : 3 jours
Potentiel de séchage : 2500m³ par an
Investissements : 60 000\$US
Personnel : 1

Estimation du coût du séchage artificiel (par m³ de pré-débit) :

	\$US/m3	% du coût total
Amortissement (5 ans)	5	32
Main d'oeuvre	0,5	3
Energie	10	65
TOTAL	15,5	100

La part du coût de la main d'oeuvre dans le coût du séchage artificiel d'un m³ de bois est particulièrement faible en raison du faible coût de la main d'oeuvre en général au Cambodge.

De ce fait, la part de l'amortissement correspond à ce que l'on observe habituellement dans la construction de ces coûts, alors que la part de l'énergie est très élevée (coût variable peu sensible à la nature de l'équipement utilisé et qui dépend directement de sa puissance).

La scierie produit un volume important de déchets (sciures, dosses, délignures), environ 2 tonnes par m³ scié.

La valorisation de ces déchets sous forme d'énergie pour la production d'électricité et pour le séchage pourrait être étudiée et contribuerait à réduire le coût de séchage. Cependant, comme cela a déjà été précisé, ces déchets sont déjà valorisés et leur circuit de récupération est particulièrement bien organisé pour les besoins domestiques importants de la population locale. Leur récupération à des fins énergétiques pour l'industrie peut risquer de créer un déséquilibre et nécessite une étude particulière.

3.2.3 - Coût du traitement

Comme le séchage, cette opération s'impose dans l'optique d'une meilleure valorisation en bois d'oeuvre des hévéas au Cambodge dont un des prérequis est la fourniture aux entreprises de seconde transformation de pré-débits directement utilisables sur les chaînes de production, ceci avec un minimum de contraintes.

Il faut rappeler que ce secteur d'activité utilise et transforme habituellement des bois de forêt naturelle dont les propriétés technologiques restent supérieures à celles de beaucoup de bois de plantation ; en particulier, leur durabilité naturelle (résistance aux insectes et aux champignons) est souvent largement supérieure à celle de l'hévéa : bois en classe 5 aussi bien pour sa résistance aux insectes qu'aux champignons, et pour lequel on conseille donc en zone tropicale un traitement en autoclave dès les emplois en classe de risque 2 (produit de type charpente).

Un autoclave vide et pression est le mieux adapté pour conférer au bois une durabilité artificielle suffisante (l'hévéa est un bois qui présente une bonne imprégnabilité).

Estimation du coût du traitement (par m³ de pré-débit) :

	\$US/m ³	% du coût total
Amortissement (5 ans)	11,5	50
Main d'oeuvre	1	4
Coûts variables (produits de préservation + énergie)	10,5	46
TOTAL	23	100

Comme précédemment, la part de la main d'oeuvre reste très faible ; les produits de préservation constituent l'essentiel des coûts variables.

3.2.4 - Coût du sciage

Pour définir la structure de ce coût, les données de base fournies dans la 2^{ème} fiche technico-économique sont utilisées avec quelques ajustements pour certaines (données collectées lors de l'enquête de terrain, ou estimations).

Les caractéristiques de l'unité de transformation sont données dans le tableau suivant :

SCIERIE D'HEVEA 110m ³ grume par jour				
	Unités	Quantité	Investissements (en \$US)	Coûts de fonctionnement
Production	m ³ sciés par an	4 000		
Rendement	en % du volume grume	35		
Sous-produit	dosses, sciures et délignures en % du volume grume	65		
PERSONNEL				
Cadre		5		40 000
Chefs d'équipe		2		
Production		63		
TOTAL		70		
ENERGIE			30 000	4 000
PRETRAITEMENT				p.m. ¹
BATIMENTS-TERRAIN				
Sciage	m ²	2600		
Séchage	m ²	2300		
Bureaux	m ²	100		
TOTAL	m ²	5000	60 000	
Terrain	m ²	20 000	p.m.	
INVESTISSEMENTS MATERIELS				
1 ^{er} débit	10		60 000	
Sciage de reprise	10		10 000	
A ffûtage, entretien et autres matériels			40 000	
TOTAL INVESTISSEMENTS			200 000	

Le prix du terrain n'est pas chiffré ; toute estimation pour ce poste serait hasardeuse.
Le coût des équipements de sciage a été augmenté par rapport aux données fournies, mais le montant total de l'investissement a été conservé.

¹ Le produit de préservation est fourni gratuitement par les clients vietnamiens.

La majeure partie des équipements a dû être achetée d'occasion compte tenu de leur état alors que la scierie ne fonctionne que depuis quelques mois.

Estimation du coût du sciage (par m³ de pré-débit) :

	\$US/m ³	% du coût total
Amortissement (5 ans)	7	32
Personnel	10	46
Charge de structure	1	5
Coûts variables (énergie, maintenance)	3,5	16
TOTAL	21,5	100

Des charges de structure ont été affectées à ce niveau ; elles ne sont pas proportionnelles à l'activité et correspondent à différents coûts fixes tels que les impôts fonciers, les charges et taxes diverses ; leur taux a été fixé à 5%, c'est à dire légèrement inférieur au taux habituellement utilisé (6-7%) dans des cas similaires.

3.2.5 - Coût de mobilisation des bois

La détermination de ce coût est relativement simple compte tenu de la quasi absence de mécanisation des opérations correspondante. Il a été partiellement déterminé lors de la présentation des éléments d'analyse économique pour les fiches exploitation-scieries.

Rappel succinct sur ces éléments :

□ Coût d'exploitation

Cette opération est entièrement manuelle :

- abattage puis billonnage par l'abatteur,
- chargement manuel des billons (à dos d'homme ou par roulage à l'aide de câbles) sur des camions 6x6 à plateau avec ridelles qui pénètrent à l'intérieur même du chantier d'exploitation. Le remplissage d'un camion de 20 à 30 stères de bois rond (soit environ 16m³ de billons) nécessite une équipe composée d'un abatteur **équipé** (20 000 riels) et de 8 chargeurs (80 000 riels), soit un total de 35 \$US par camion¹, c'est à dire environ 2 \$US par m³grume.

¹ En adoptant le taux de change suivant : 1\$US = 2800 riels

□ Coût de transport des bois jusqu'à la scierie

Cette opération est sous-traitée ; son coût est estimé entre 1,5 et 2,5\$US par m³ grume depuis les plantations de Chup vers la scierie (distance maximum : 12 km - distance moyenne : 6 km).

3.3 - Structure de prix des pré-débits

Structure du prix des pré-débits vendus au Vietnam			
	%	\$US/m³	Commentaires
Prix rendu Vietnam	100	200	Totalité de la production vendue au Vietnam
Coût de transport Chup → Vietnam	50	100	
Prix départ Chup		100	
Marge scieur 30%	15	30	
Valeur brut de sciage		70	
Coût du sciage	11	22	Production de 1 m ³ de sciage
Valeur billon (en équivalent m ³ scié) arrivé scierie		48	
Coût mobilisation	2,5	5	
Valeur sur pied du bois scié	21	43	Rendement matière moyen : 0,35
Valeur du m³ de bois sur pied		15	

Indépendamment de la valeur **du m³ de bois sur pied** que l'on cherche à déterminer, les deux hypothèses qui restent les plus hasardeuses concernent la marge du scieur et le poids du coût du personnel dans le coût du sciage.

Les hypothèses émises permettent cependant de retrouver une valeur **du m³ de bois sur pied** correspondant à une estimation haute obtenue à partir des données collectées sur le terrain.

Il faut rappeler que la fiabilité de ces données, bien que débouchant sur des valeurs variables du prix du m³ de bois sur pied, était confortée par le fait que les informations émanant des vendeurs de bois concordaient avec celles fournies par les acheteurs.

Par ailleurs, il faut tenir compte du fait que le profit dégagé par la vente des rémanents comme bois de feu vient s'ajouter à la marge de l'exploitant-scieur. Dans le schéma qui vient d'être proposé, le coût d'exploitation est imputé en totalité au bois d'oeuvre ; de ce fait, le prix de vente du bois de feu (hors coût de transport) est à considérer comme un complément de marge nette : 3 à 6\$US par m³ de bois de feu, soit 1,5 à 3\$US par m³ de bois d'oeuvre exploité¹.

Le cas décrit ci-après correspond à la deuxième hypothèse de marché : 50% de la production est vendue à une (ou plusieurs) entreprise(s) cambodgienne(s) de seconde transformation.

Structure du prix des pré-débits vendus au Cambodge (50%) ou au Vietnam (50%)			
	%	\$US/m3	Commentaires
a1) Prix rendu Vietnam	100	200	50% de la production vendue au Vietnam
a2) Coût de transport Chup > Vietnam	50	100	
a3) Prix départ Chup		100	
b1) Prix rendu Phnom Penh	100	200	50% de la production vendue au Cambodge
b2) Coût de transport Chup > Phnom Penh	25	50	
b3) Prix départ Chup		150	
Marge scieur 30%	19	$(30+45)/2=37,5$	Moyenne entre a3 et b3
Séchage+préservation	19	38,5	Uniquement sur b
Valeur brut de sciage		$(70+66,5)/2=68$	$66,5 = (145 - 45 - 38,5)$
Coût du sciage	11	22	Production de 1m3 sciage
Valeur billon (en équivalent m3 scié) arrivé scierie		46	
Coût mobilisation	2,5	5	
Valeur sur pied du bois scié		41	Rendement matière moyen : 0,35
Valeur du m3 de bois sur pied		14	

¹ En considérant que le volume de bois de feu dans un arbre correspond en moyenne à la moitié du volume de bois d'oeuvre (cf. Cubage des bois abattus).

L'édification de cette structure de prix est sous-tendue par plusieurs hypothèses :

- les pré-débits sont vendus au Cambodge à un prix équivalent à celui pratiqué au Vietnam bien que les bois soient traités et séchés,
- le coût de transport des pré-débits commercialisés au Cambodge est deux fois moindre que celui des bois rendus au Vietnam,

Il apparaît que la valeur du m³ de bois sur pied dans ce cas de figure est très voisine de celle établie précédemment. Le surcoût de production occasionné par le traitement de préservation puis le séchage artificiel est compensé par la diminution du coût de transport des bois vers le Vietnam qui grève le prix de vente des bois.

Quel que soit le schéma adopté, il est clair qu'un des objectifs de marché consistera à limiter autant que possible le transport des pré-débits et à valoriser les bois en seconde transformation au voisinage de la zone de production.

VI - RECOMMANDATIONS SUR LA VALORISATION DU BOIS D'HEVEA AU CAMBODGE

A partir de l'analyse des données recueillies sur le terrain à Chup (cubage d'arbres sur pied, cubage d'arbres abattus, comptage), lors des visites des chantiers d'exploitation, lors de la visite des deux unités de transformation, et durant les entretiens avec les gestionnaires des plantations, il apparaît que des recommandations peuvent être proposées à deux niveaux :

1 → Voies actuelles de valorisation des bois d'hévéa

L'étude menée au Cambodge doit en toute logique et impérativement tenir compte du système actuel de valorisation en bois d'oeuvre des hévéas dont les points forts et les faiblesses ont émergé.

L'existence d'une telle filière de transformation organisée et efficace constitue un cas de figure tout à fait particulier par rapport à d'autres régions de plantation (Côte d'Ivoire, Gabon....) caractérisées par une production et une transformation du bois d'hévéa très limitée, sinon inexistante.

Les recommandations peuvent être alors d'ordre technique ou économique sans pour autant remettre en cause l'existant.

2 → Développement des voies actuelles et propositions de nouvelles voies de valorisation

Des nouvelles voies de valorisation peuvent être proposées à condition de tenir compte des voies actuelles de façon à assurer une cohérence à l'ensemble tant sur un plan technico-économique que socio-économique.

1 - PROPOSITIONS DE RECOMMANDATIONS CONCERNANT LA FILIERE ACTUELLE DE VALORISATION DU BOIS D'HEVEA

Ces propositions se rapportent aux différentes opérations constitutives de la filière de transformation, depuis l'exploitation des bois sur les plantations jusqu'à la fabrication des pré-débits et leur commercialisation.

1.1 - Exploitation des bois

Rappel sur les conditions actuelles d'exploitation des bois :

- les bois sont vendus sur pied aux exploitants-scieurs.
- l'abattage et le débardage des bois sont très peu mécanisés ; chaque équipe est constituée d'un abatteur équipé, et de 6 à 10 manoeuvres,
- les grumes sont tronçonnées en billons courts (1m en général) qui sont chargés manuellement

puis évacués des plantations sur des camions à ridelles (20 à 30m³ de charge hors tout),
- le temps de séjour des bois abattus sur les plantations est très court; l'évacuation très rapide des bois des chantiers d'exploitation (dans la journée de l'abattage) évite un traitement délicat et coûteux des billons, traitement rendu indispensable lorsque les bois séjournent en forêt.

Compte tenu de l'organisation actuelle des chantiers et afin faciliter l'exploitation, améliorer la productivité, et favoriser la sécurité, on peut préconiser :

- L'adoption systématique d'un mode d'abattage directionnel (abattage de tous les arbres dans la même direction, ligne par ligne), éventuellement sur un front de plusieurs lignes ; cette technique permet de faciliter l'évacuation des bois (bois d'oeuvre et bois de chauffe) et le débit des houppiers, et de réduire les risques d'accident et la pénibilité du travail.
- Un stockage des rémanents (branches de quelques cm de diamètre) en andains qui doivent être évacués rapidement ou brûlés sur place afin de dégager la zone d'abattage et de faciliter la suite de l'exploitation.

Par ailleurs, on a pu remarquer l'absence de mécanisation de l'exploitation. Le débardage des bois est manuel ce qui explique en partie que les grumes soient tronçonnées en billons courts transportables à dos d'homme.

Une mécanisation des différentes opérations d'exploitation conduirait à augmenter la productivité et à améliorer les conditions de travail. Cependant, l'exploitation telle qu'elle est organisée actuellement nécessite une main d'oeuvre abondante ce qui est profitable aux populations locales. Les plantations d'hévéa et leur exploitation, tant pour la production de latex que de bois, doivent générer des emplois localement.

On ne peut donc que préconiser le maintien du système actuel d'exploitation des bois, très peu mécanisé mais qui mobilise une main d'oeuvre importante, ceci afin de favoriser le développement d'une économie locale dans les régions de plantation.

1.2 - Sciage

Le bois d'hévéa est très peu abrasif et se scie sans difficulté particulière, exceptés dans certains cas en raison des effets intempestifs de la libération des contraintes de croissance lors de l'ouverture des billons¹.

Ce type de problème pourrait conduire à proposer certains modes de débit adaptés (sciage par retournement, sciage parallèle, sciage en plots sur demi-billon).

Cependant, lors de la visite de la scierie de Chup, il a été possible de faire débiter plusieurs billons récoltés dans les parcelles ayant fait l'objet de cubage sur arbre abattus.

Contrairement à ce que l'on attendait, aucune déformation notable des bois ni aucun serrage du ruban horizontal n'ont été observés. L'opération de débit s'est déroulée sans problème et a permis d'obtenir des plateaux sans défaut de sciage.

L'absence de déformation est à relier à un faible niveau moyen de contraintes de croissance. Ce phénomène peut être expliqué de différentes façons :

- âge avancé des arbres (observations analogues sur des Eucalyptus de plantation),
- saignées trop nombreuses et/ou trop fréquentes avec comme incidence une forte perturbation de l'activité cambiale,
- conditions de croissance particulières sur Chup, notamment du fait de l'absence de vents violents (très peu de casse au vent sur Chup).

Le sciage en plot tel qu'il est pratiqué est donc parfaitement adapté à condition que les plateaux obtenus ne soient pas stockés en l'état et soient immédiatement repris à la circulaire et débités en pièces de petites dimensions, ce qui est le cas dans les deux unités visitées.

En revanche, une redistribution des machines les unes par rapport au autres (scies à ruban horizontal / scies circulaires) permettrait de limiter le transport du bois entre le sciage premier et le sciage de reprise et de rationaliser le cheminement de la matière première à l'intérieur de la scierie (la circulation du bois doit être la plus rapide possible).

¹ Les contraintes de croissance formées progressivement dans l'arbre sur pied et qui permettent à la tige de supporter l'action de forces extérieures et de se réorienter sont libérées partiellement lors de l'abattage et du billonnage, puis durant le sciage. Chez certaines espèces feuillues réputées sensibles (Hêtre, Peuplier, Eucalyptus, Fraké, Wapa, **Hévéa**), cette libération, suivie d'une redistribution des contraintes, a pour effet immédiat ou différé l'apparition de fentes et de déformations très pénalisantes technologiquement. Le développement de ces défauts a notamment des conséquences néfastes :

- sur la qualité des produits obtenus : diminution des rendements matières, production de débits hors cotes et difficiles à usiner.

1.3 - Pré-traitement des sciages frais

Dans la scierie de Chup, les bois sont pré-traités au pentachlorophénol (= PCP) par trempage ; dans la scierie Men Sarun, la nature du produit de traitement est inconnue.

Les produits de préservation à base de PCP sont très efficaces contre les champignons (produit fongicide), mais leur utilisation commence à être interdite par certains pays du nord du fait de leur toxicité et de leur impact néfaste sur l'environnement.

Un développement des exportations de bois d'hévéa vers ces pays nécessite ou nécessitera à court terme l'emploi d'autres biocides moins nocifs mais tout aussi efficaces : produit à base d'ammonium quaternaire, de tionazol ou de borate.

Apparemment, le pré-traitement est uniquement pratiqué à l'aide d'un fongicide alors que les bois frais sont aussi très sensibles aux attaques d'insectes.

L'emploi de produits à base de cyperméthrine (pyréthroïdes de synthèse) peut être conseillé pour compléter le pré-traitement : ces produits actifs remplacent avantageusement le lindane tout aussi exclu que les PCP par les nouvelles réglementations.

1.4 - Séchage

Le séchage à l'air libre des bois est organisé dans des conditions satisfaisantes et les règles de base sont respectées (mode d'empilage, protection des piles).

L'empilage vertical n'est cependant pas adapté aux pièces de grande longueur (produites en faible quantité) en raison des problèmes de manutention et des risques de déformations en cas de stockage prolongé.

Par ailleurs, un séchage artificiel (utilisation de séchoirs traditionnels simples et rustiques, type séchoirs à air chaud) de tout ou partie de la production de pré-débits permettrait de fournir des bois séchés de façon plus homogène à un taux d'humidité plus faible, donc moins sensibles aux attaques des agents biologiques, tout en limitant le temps de stockage bois sur l'aire de séchage. Le surcoût afférent à l'installation d'un tel équipement est calculé dans le chapitre "Structure des prix des pré-débits" : 15 \$US/m³.

2 - PROPOSITIONS DE RECOMMANDATIONS POUR DEVELOPPER LA VALORISATION DU BOIS D'HEVEA

Si l'on dresse un bilan des voies actuelles de valorisation du bois d'hévéa au Cambodge, il apparaît que cette ressource est essentiellement utilisée de deux façons :

- sous forme de bois de feu pour les besoins domestiques ou pour alimenter des tuileries et des briqueteries dans la région de Chup,

- en première transformation par la production de sciages avivés, essentiellement des pré-débits exportés en totalité vers le Vietnam, et plus marginalement des avivés utilisés localement pour l'emballage des pains de caoutchouc produits par l'usine de Chup.

Les voies actuelles de valorisation peuvent être développées ou de nouvelles voies de valorisation peuvent être proposées ; ces propositions concernent essentiellement les domaines suivants :

* Bois de feu / bois énergie

* Première transformation

* Deuxième transformation

2.1 - Bois de feu / bois énergie

Les bois d'hévéa peuvent être valorisés sous forme de bois énergie sont de différents types :

Exploitation : - rondins collectés dans les plantations lors de l'abattage des arbres,
 - rémanents abandonnés sur les parcelles exploitées,

1^{ère} transformation : - dosses
 - délignures,
 - sciures

Les volumes disponibles de ces différents déchets valorisables sous forme d'énergie ont été donnés dans les chapitre 1 et 5.

Actuellement, la collecte de ces déchets et leur distribution sont particulièrement bien organisées ; ils sont utilisés en grande majorité pour satisfaire les besoins domestiques, et à des fins énergétiques par les briqueteries et les tuileries.

Le bois était par le passé utilisé pour alimenter les séchoirs à latex (fabrication des feuilles fumées) ; aujourd'hui, les séchoirs de l'usine de Chup ainsi que ceux des autres usines de latex dans les régions de plantation sont électriques ou fonctionnent au fuel.

L'éventualité d'une utilisation d'une partie de la ressource en bois pour alimenter les séchoirs a été discutée ; cette éventualité est perçue localement comme un "retour en arrière", le mode de fonctionnement actuel de ces équipements apportant toutes satisfactions à leurs utilisateurs.

Il est vrai que les séchoirs électriques ou au fuel apparaissent comme particulièrement commodes d'emploi et présentent une excellente fiabilité.

Il faut rappeler que le bois reste la principale source d'énergie domestique au Cambodge, ceci de façon marquée dans les campagnes.

Les besoins en bois de feu sont très importants et tout développement de la valorisation du bois

d'hévéa au Cambodge doit obligatoirement intégrer cette donnée.

Une des voies envisageables pour mieux valoriser une partie de ces déchets serait la mise en place de fours de carbonisation mobiles sur les parcelles.

La technique de carbonisation par combustion partielle en fours métalliques mobiles présente de plusieurs avantages :

- elle évite le transport du bois,
- elle nécessite peu d'investissement et ni aucune mécanisation,
- elle assure une grande souplesse de fonctionnement,
- elle donne des résultats techniques intéressants.

Les fours métalliques, de 6 m³ de volume unitaire, sont cylindriques afin qu'une équipe de 3 charbonniers puisse les mettre en oeuvre et les déplacer manuellement :

- le couvercle est amovible et le cylindre est constitué d'une virole simple,
- les différentes parties d'un four peuvent être ainsi roulées sur le sol pour déplacer l'ensemble sur le chantier et installer le tout à proximité du bois à carboniser.

De plus, le remplissage en bois et le chargement du charbon qui sont manuels, sont facilités par la mobilité de la virole supérieure.

La durée d'un cycle complet de carbonisation est comprise entre 1 et 2 jours, voire plus, en fonction de l'humidité du bois, de la dimension des rondins (plus le diamètre est important, plus la carbonisation est longue), et du mode de conduite du four.

Le rendement de carbonisation obtenu avec ce type de four est souvent compris entre 20 et 28% sur bois anhydre.

L'investissement à prévoir pour ce type de matériel s'élève à 4000 \$US l'unité amortissable sur 2 ans.

La carbonisation de 1000 tonnes de bois nécessite 2 fours et l'emploi d'une équipe de charbonniers composée d'un chef d'équipe et de 2 aides.

Pour envisager la mise en place de tels équipements, il faut rappeler que l'emploi du charbon comme source d'énergie au Cambodge relève d'une culture locale.

L'utilisation du charbon est particulièrement développée dans certaines régions du pays alors que ce produit est totalement inutilisé dans d'autres ; c'est le cas dans la région de Chup.

De ce fait, le lancement d'une activité de carbonisation au voisinage des plantations de Chup n'est envisageable que si la production est totalement exportée vers d'autres régions du pays, en considérant que le coût de transport ne grève pas outre mesure le prix de vente du charbon.

2.2 - Première et deuxième transformation

La première transformation des bois pour la production de bois d'oeuvre peut être envisagée suivant deux voies :

- * Production de sciage bruts (plateaux), de sciages avivés ou de pré-débites éventuellement séchés et traités.
- * Production de placages déroulés ou tranchés pour la fabrication de contreplaqué ou pour le replacage de panneaux.

Cette seconde voie peut être d'emblée éliminée pour deux raisons :

- elle implique la mise en place d'installations très lourdes et d'unités de transformation très onéreuses ce qui à priori est peu concevable dans le contexte actuel,
- la fabrication de placages nécessite l'emploi de bois de gros diamètre, sans défaut si l'on veut obtenir en final un produit commercialisable ; la qualité du bois d'hévéa à Chup est tout à fait satisfaisante mais ne conviendrait pas en déroulage ni en tranchage.

Sciage à l'aide de matériel semi-mobile

La production de sciage, telle qu'elle est organisée actuellement, constitue la seule voie de valorisation techniquement et économiquement envisageable pour les bois d'hévéa.

Sur les plantations de Chup, les deux exploitations-scieries à caractère artisanal à semi-industriel valorisent les bois d'hévéa actuellement exploités pour la replantation des plus vieilles parcelles.

Compte tenu du volume estimé de leur approvisionnement, environ 100m³ grume par jour pour chaque unité, et de la vente directe au Vietnam de rondins non transformés, il apparaît que les surfaces exploitées pour assurer cet approvisionnement (cf. Chapitre II) sont en concordance avec le programme de replantation et par conséquent avec le schéma d'abattage correspondant.

De ce fait, il n'est pas possible, compte tenu de la nécessité de respecter ces programmes, d'envisager un développement important du sciage des hévéas par rapport à ce qui est produit actuellement.

Cependant, afin de favoriser le développement d'une activité artisanale locale, il peut être proposé en complément des 2 unités existantes, la mise à disposition au sein même des plantations d'une petite unité semi-mobile de sciage.

Du fait des contraintes de production inhérentes aux spécificités de la ressource disponible (parcelles à exploiter dispersées sur les plantations, bois de petit diamètre, billons courts), l'équipement le mieux adapté pour ce type de production est une scie semi-mobile à lames circulaires doubles et orthogonales pour sciage dans la masse (type scie Mighty Mite de fabrication américaine).

Pour ce type d'équipement, tous les modèles sont munis d'au moins deux scies circulaires situées sur des plans orthogonaux.

Les lames travaillent dans la masse du bois et réalisent deux plans de coupe en une seule opération.

La scie fonctionne à l'aide d'un moteur diesel (possibilité de branchement d'un moteur électrique en cas d'installation à poste fixe en scierie).

Comme pour les scies à ruban horizontal, ce type de matériel nécessite la fixation de la grume au sol et un déplacement du bloc de sciage. Le bloc moteur et les scies se déplacent sur une poutre parallèle à la grume. Cette poutre est réglable en hauteur et abaissée verticalement après chaque coupe.

Ce type de matériel entre dans la catégorie des scies semi-mobiles puisque son déplacement nécessite le démontage de l'installation et son transport par camion.

La production journalière est de 12 à 17m³ pour une équipe de 2 hommes.

L'investissement à prévoir s'élève à 35 000 \$US, affûteuse, tendeur et banc de planage compris.

❑ Fabrication de produits finis

Aujourd'hui, le Cambodge ne dispose quasiment d'aucune habitude, aucun recul ni aucune expérience en matière d'utilisation du bois d'hévéa.

Les besoins en bois d'oeuvre du pays sont satisfaits par les bois issus de la forêt naturelle qui a fait l'objet d'une surexploitation.

Ces besoins liés à la reconstruction du pays se font surtout sentir dans le domaine de la construction mais s'accompagnent obligatoirement de besoins associés dans le domaine de l'ameublement, de l'aménagement intérieur, de la menuiserie.

L'hévéa pourrait donc être largement valorisé localement dans ces créneaux habituels (cf. Chapitre III).

Pour ce faire, deux voies sont envisageables :

* Diversification de certaines entreprises cambodgiennes de seconde transformation avec adaptation de celles-ci à la nouvelle matière première que constitue pour elles l'hévéa

Cela nécessite au préalable la mise en place d'une campagne de formation et d'information destinée aux professionnels concernés.

Une telle opération n'est envisageable qu'à partir d'une bonne connaissance des besoins réels en bois, de la structure et de l'organisation de la filière-bois cambodgienne qui paraît au premier abord relativement opaque.

* Installation et démarrage d'unités artisanales spécialisées dans la fabrication de meubles, l'éléments d'aménagement intérieur.

La nature et la dimension de ce type d'unité peuvent être variable et dépendront des besoins qu'il est préalablement nécessaire d'analyser dans le cadre d'une étude de filière.

Le montage et le lancement de ces unités doit s'accompagner d'une assistance technique soutenue afin de les pérenniser et d'assurer leur ancrage dans le secteur bois.

PRINCIPALES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1996 : **Rubberwood : Why it is so good**. Asian Timber, november 1996.
- ASSANDE A., 1988 : **Etude des potentialités technologiques des Hévéas en Côte d'Ivoire**. Abidjan, Centre Technique Forestier Tropical, rapport interne.
- CTFT, 1990 : **Fiche technique HEVEA**. Bois et Forêt des Tropiques n°223, 1er trimestre 1990, 57-68.
- DETIENNE P., 1985 : **Etude du bois de tension de l'IR 22 et du GT1**. Nogent-sur-Marne, Centre Technique Forestier Tropical, rapport interne.
- LEW WING HING I.R. 1992 : **A Study on the Rubberwood Industry in Malaysia**. Centre de Commerce International, CNUCED/GATT.
- OMONT H., 1993 : **Le bois d'Hévéa : Une étude du potentiel de développement mondial**. Centre du Commerce international CNUCED/GATT, Genève, 109 p.
- PARANT B., 1993 : **80 000 ha de bois d'Hévéa à valoriser en Côte d'Ivoire : où? quand? comment?**. Rapport interne, CIRAD-Forêt.
- PINTA F., VERGNET L.F., 1994 : **Valorisation intégrée des produits de renouvellement des plantations d'Hévéa en Côte d'Ivoire**. Etude de pré faisabilité, Nogent-sur-Marne, CIRAD-Forêt.
- SALLEH M.N., 1984 : **Heveawood. Timber of the Future**. Planter, Kuala Lumpur, 60 (702), 370.
- SEKHAR A.C., 1989 : **L'Hévéa - Production et utilisation (Rubber Wood - Production and utilisation)**. Rubber Research Institute of India, Kottayam.
- THONG H., MOHD NOR S., 1993 : **Present and potential uses of rubberwood-opportunities and future directions**. International Forum on Investment Opportunities in the Rubberwood Industry, Kuala Lumpur, Malaysia.
- URAPEEPATANAPONG C., 1989 : **Production and utilization of rubber wood in Thailand II. Wood utilization and economic aspects**. Thai J. For 8 : 257-268.
- ZAKARIA I., DARUS A., MOHD LOKMAL N., 1993 : **Potential for planting rubber trees for timber production**. International Forum on Investment Opportunities in the Rubberwood Industry, Kuala Lumpur, Malaysia.

LISTE DES ANNEXES

- 1.- MODELE DE FICHE DE CUBAGE**
- 2.- CONSTRUCTION DES TARIFS DE CUBAGE**
- 3.- SUPERFICIE DES VIEILLES CULTURES A ABATTRE**
- 4.- PROGRAMME DE REPLANTATION**
- 5.- CONSERVATION DU BOIS D'HEVEA**
- 6.- PHOTOGRAPHIES**

FEUILLE DE CUBAGE INDIVIDUEL

DATE: 15.11.96

FORET DE: CHUP

PARCELLE

AUTRE

POINTEUR

ESPECE

ARBRE NUMERO: 3

B }

MESURE A	TIGE PRINCIPALE	1 ere BRANCHE	2 eme BRANCHE	3 eme BRANCHE	4 eme BRANCHE	5 eme BRANCHE	6 eme BRANCHE
0,5 m	154						
1,5 m	138						
2,5 m	121						
3,5 m	112						
4,5 m	99						
5,5 m	102						
6,5 m	99						
7,5 m	108						
8,5 m	113						
9,5 m	90						
10,5 m	82						
11,5 m							
12,5 m							
13,5 m							
14,5 m							

MESURES AU LONG DE LA TIGE: SUR OU SOUS ECORCE

MESURES SUR PIED

MESURES A TERRE

CIRCONFERENCE DE 0 A 20 cm

HAUTEUR DU FUT METRES

CIRCONFERENCE A 1,30 cm

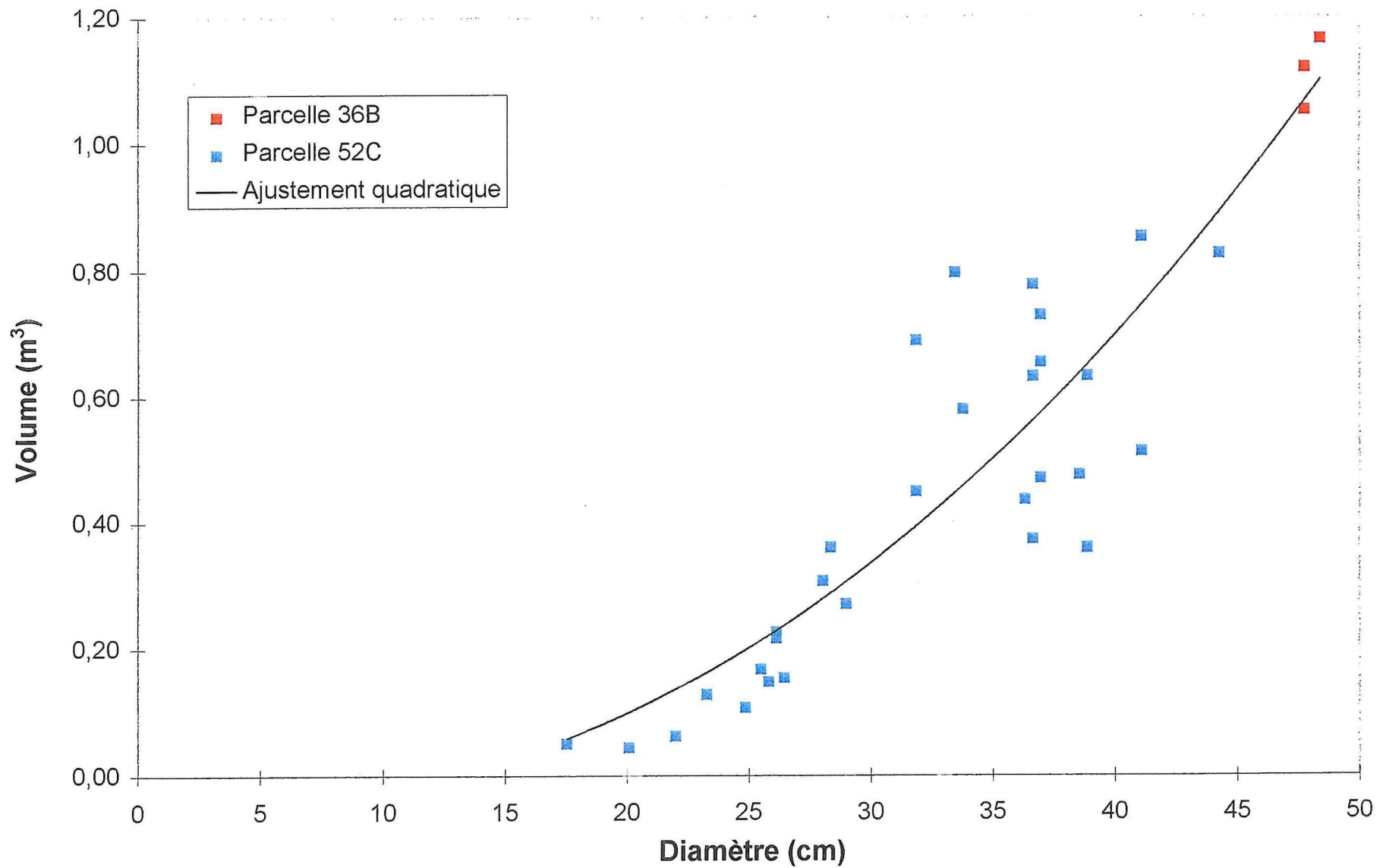
HAUTEUR TOTALE METRES

VOLUMES CALCULES: $Vm^3 = \frac{\sum C^2}{4\pi} (m^2)$

1/ VOLUME	_____	; $\sum C^2$	<input type="text"/>	m ² V:	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>	STERES
2/ VOLUME	_____	; $\sum C^2$	<input type="text"/>	m ² V:	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>	STERES
3/ VOLUME	_____	; $\sum C^2$	<input type="text"/>	m ² V:	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>	STERES
4/ VOLUME	_____	; $\sum C^2$	<input type="text"/>	m ² V:	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>	STERES
5/ VOLUME	_____	; $\sum C^2$	<input type="text"/>	m ² V:	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>	STERES
6/ VOLUME	_____	; $\sum C^2$	<input type="text"/>	m ² V:	<input type="text"/>	m ³	<input type="text"/>	STERES

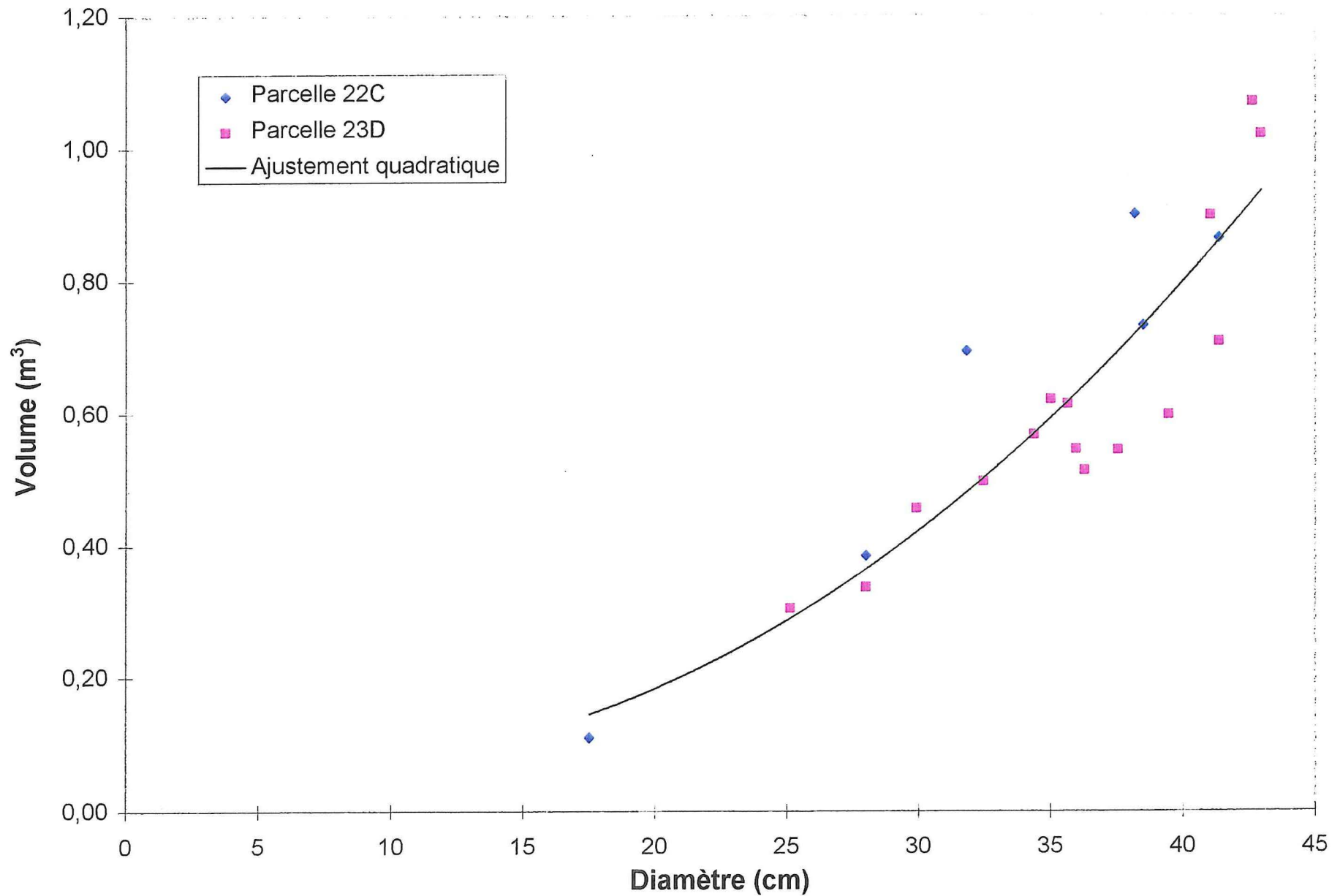
CUBAGE HEVEA

Clone PB86 (Plantations de Chup)



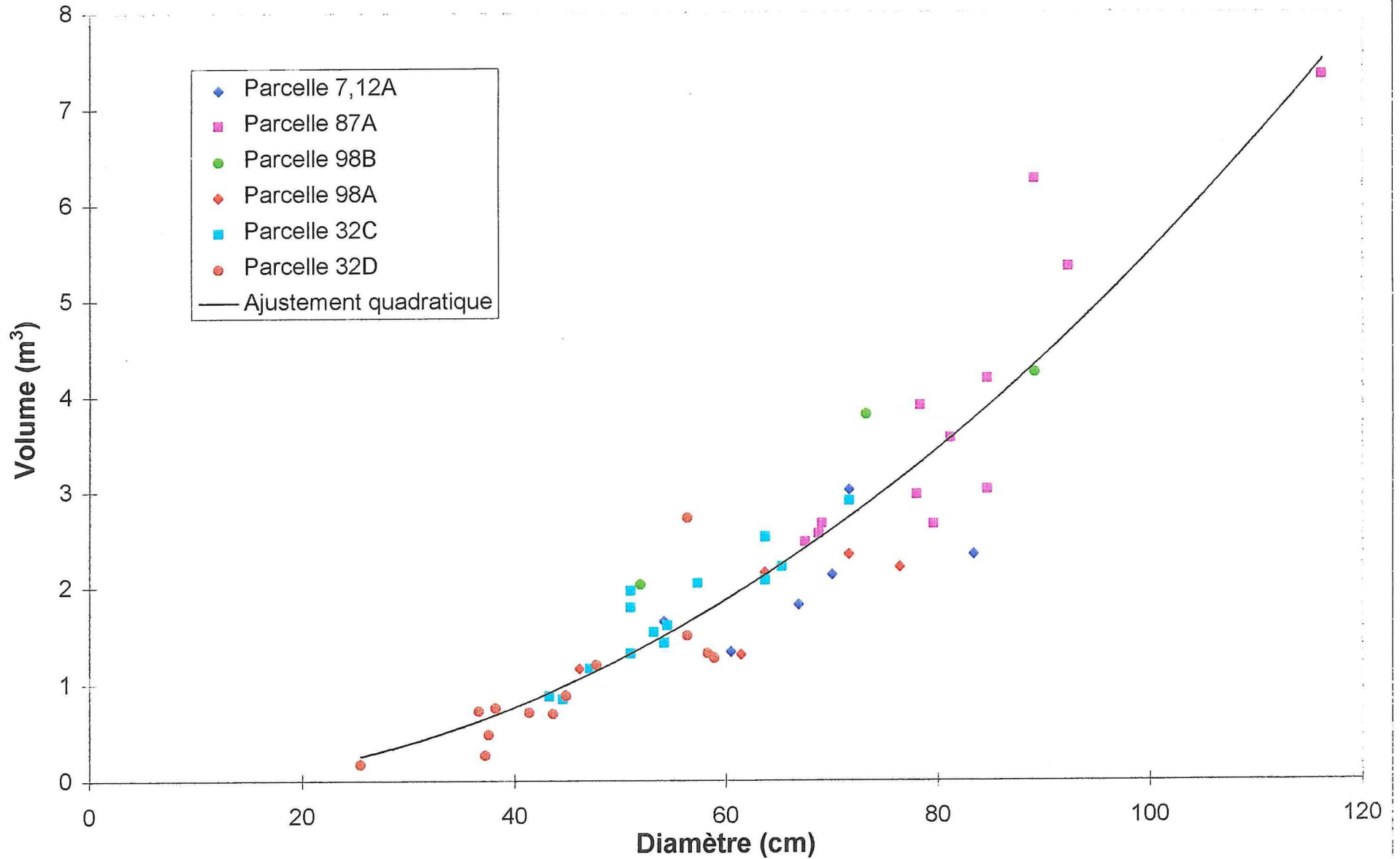
CUBAGE HEVEA

Clone GT1 (Plantations de Chup)



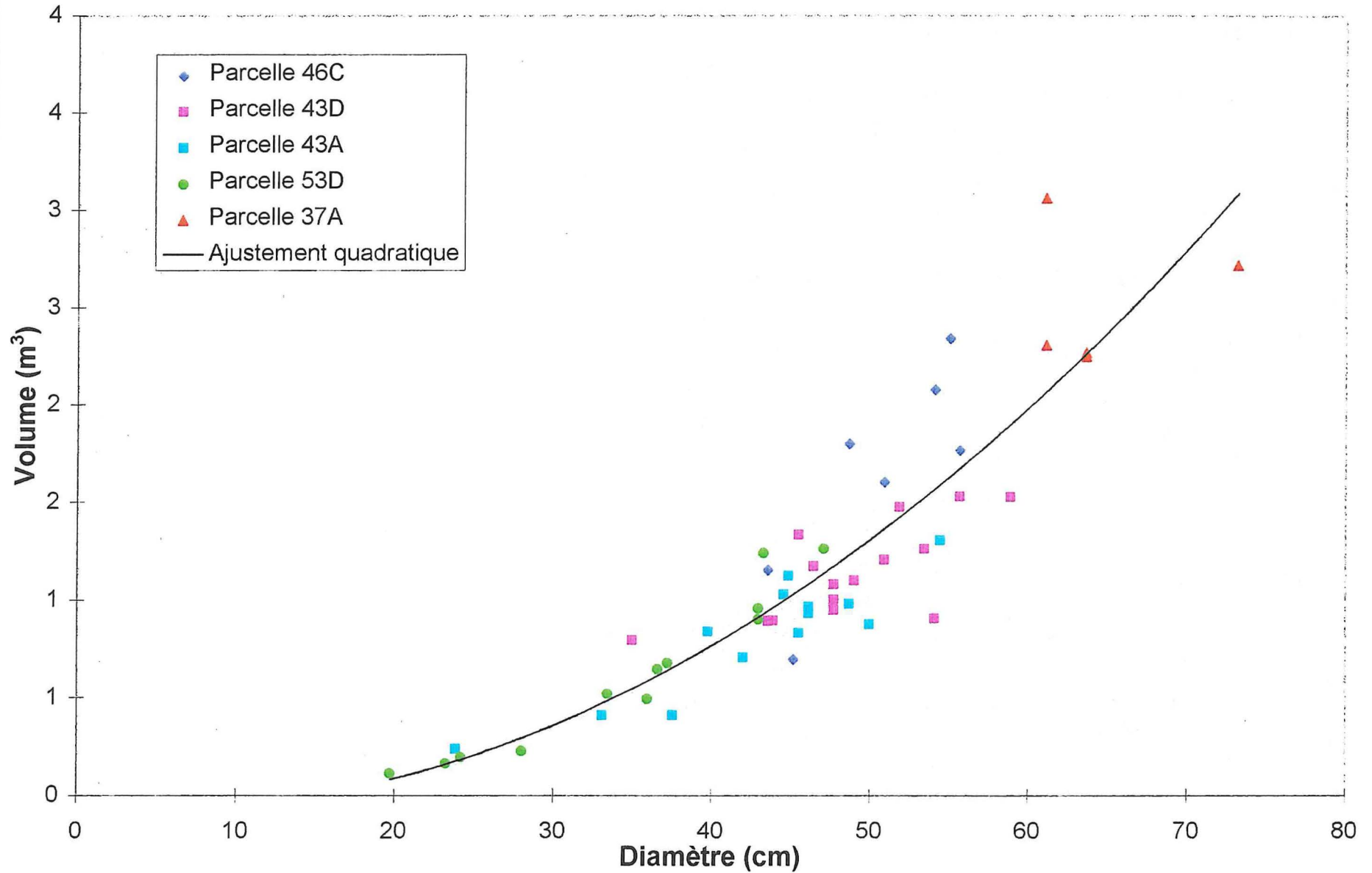
CUBAGE HEVEA

Illégitimes (Plantations de Chup)

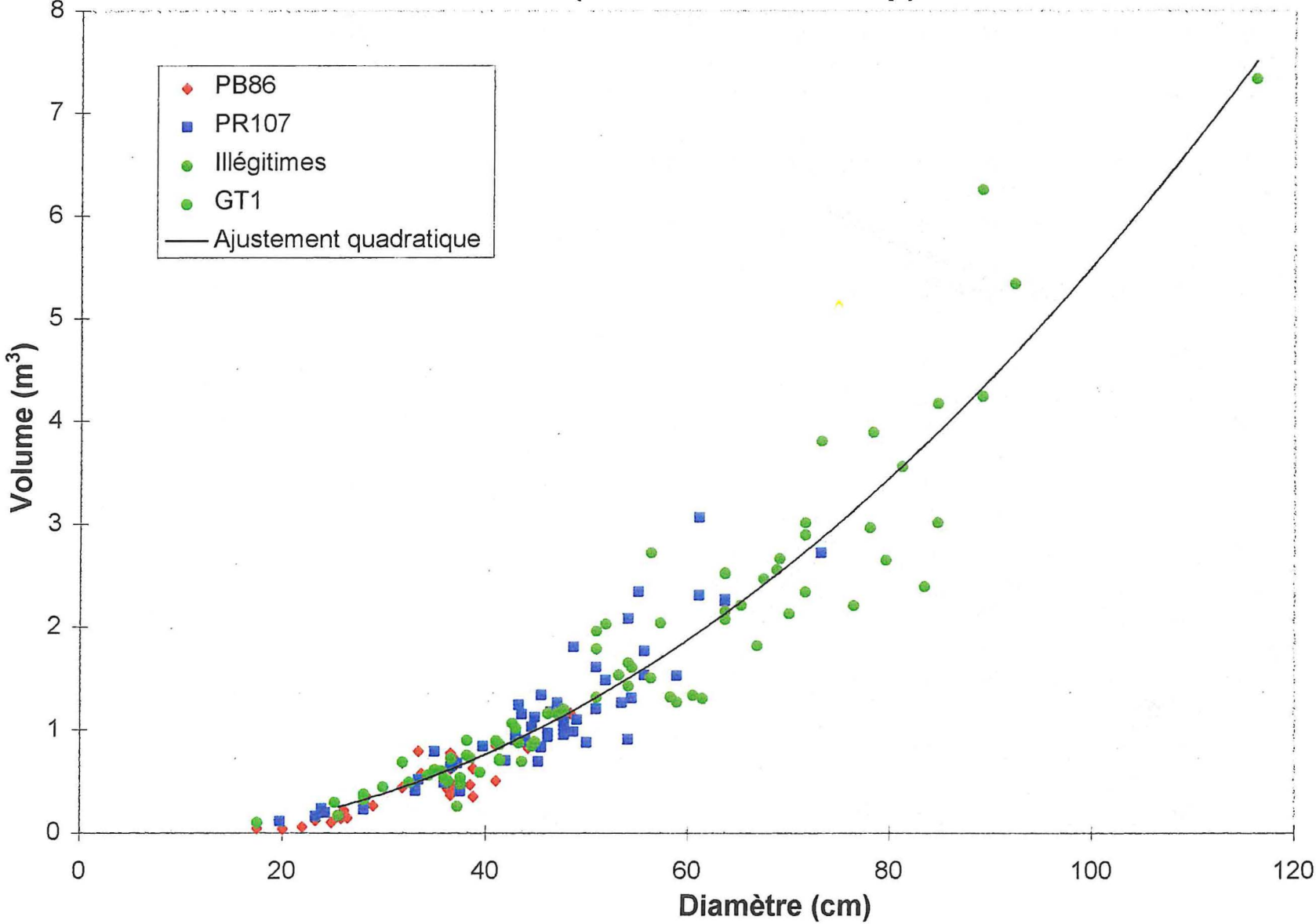


CUBAGE HEVEA

Clone PR107 (Plantations de Chup)



CUBAGE GENERAL HEVEA
Clones PB86 + GT1 + PR107 + illégitimes
(Plantations de Chup)



TRAITEMENT DEFINITIF DE L'HEVEA (BOIS MASSIF)

Classe	Risques majeurs	Exemples d'emploi	Procédés d'injection		Procédés périphériques	
			Bois bruts Vide et pression	Bois usinés Double vide	Trempage et aspersion	Procédés manuels
Classe I	- Insectes	- Parquets - Lambris - Menuiseries intérieures - Mobilier intérieur	+	+	+	+
Classe II	- Développement accidentel de pourriture - Insectes	- Charpentes	+	+	+	+
Classe III	- Développement systématique de pourritures - Insectes - Possibilité de termites	- Bardages - Menuiseries extérieures - Mobilier de jardin - Palettes - Caisses	+	+		
Classe IV	- Attaque systématique de pourritures - Pourriture molle - Termites	- Bois au contact du sol	+			

N.B. : **Traitement définitif des contreplaqués ou des panneaux de particules :**

Incorporation dans la colle d'un produit insecticide et fongicide

+ : Procédés recommandés

ក្រសួងកសិកម្ម រុក្ខាប្រមាញ់ និងនេសាទ
អគ្គនាយកដ្ឋានជំនាញការកៅស៊ូ

ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

PROGRAMME DE REPLANTATION

ផ្ទៃដីកៅស៊ូចាស់ត្រឡប់

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	សរុបរួម
Olup	ជុំប	213,93	324,25	308,72	335,71	324,47	317,16	314,75	308,13	288,29	312,25	3.047,66
Krek	ក្រែក	75,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	200,00	200,00	193,85	194,27	1.363,12
M. H. W. K.	មេមត់	227,38	239,62	257,90	289,75	283,16	285,66	307,75	359,75	361,50	379,53	2.992,00
S. S. M. C.	ស្នួល	75,00	90,00	103,51	109,64	134,52	125,75	210,25	220,32	223,81	257,48	1.550,26
C. A. M. S.	ចំការអណ្តូង	109,20	129,45	130,97	129,81	144,92	157,41	169,08	161,04	172,85	185,75	1.490,48
P. K. K. K.	បឹងកេត	53,00	75,94	98,00	98,40	99,00	119,00	155,00	160,97	264,00	270,00	1.393,31
	សរុបរួម	753,51	959,26	999,10	1.063,31	1.086,07	1.104,98	1.356,83	1.410,21	1.504,30	1.599,28	11.836,85

CONSERVATION DU BOIS D'HEVEA

A - ORGANISMES LIGNIVORES OU LIGNICOLES S'ATTAQUANT AU BOIS D'HEVEA

Le bois d'hévéa peut être attaqué par une grande variété de **champignons** et d'**insectes**, et par les **termites** :

* **Champignons de discoloration**

Certains changements de couleur du bois d'hévéa sont causés par des champignons qui confèrent au bois une coloration bleue plus ou moins foncée, lui donnant un aspect peu agréable, spécialement lorsqu'il doit être utilisé dans la fabrication de meubles et de panneaux muraux non peints. Bien que ces changements de couleur n'affectent pas sensiblement la résistance du bois, leur présence déprécie sa qualité du point de vue esthétique et peut causer des pertes financières importantes.

Deux types de discoloration anormales peuvent être cités :

- les discolorations causées par des champignons, le phénomène de bleuissement étant de loin le plus important. Il est dû à *Botryodiplodia theobromae*. Le bois attaqué présente des bandes ou des taches gris-bleu dirigées dans le sens du fil du bois, l'intensité de la couleur augmentant au fur et à mesure que le champignon se développe dans le bois. Dans des conditions favorables, tout le volume de la pièce peut bleuir très rapidement. Les attaques se produisent dès l'abattage de l'arbre. Les sections des billes et les zones où l'écorce a été arrachée sont les premières infestées par les spores. Ces dernières germent et les hyphes se propagent rapidement dans le bois. Le développement du bleuissement peut se poursuivre dans les débits frais.

- les colorations causées par des changements dans les contenus cellulaires, des taches brunes ou rougeâtres apparaissant parfois à la surface du bois. Un examen microscopique montre que, dans ces zones tachées, les cellules contiennent une substance brune qui pourrait être due à des phénomènes d'oxydation de certains composés naturels du bois. Contrairement au bleuissement, qui ne peut être enlevé par rabotage, ces colorations peuvent être éliminées par usinage superficiel.

* **Champignons destructeurs**

Le bois d'hévéa est facilement attaqué par les champignons de pourriture cubique et de pourriture fibreuse, ainsi que par ceux de pourriture molle. Ces champignons, à l'inverse de ceux de discoloration, s'attaquent à la structure même du bois et altèrent gravement ses propriétés mécaniques lorsqu'un traitement de préservation approprié n'est pas appliqué.

* Insectes xylophages

Plusieurs espèces d'insectes attaquent les billes d'hévéa, mais ceux dont les dégâts ont sur un plan économique le plus de conséquences sont les Platypes et les Scolytes désignés plus communément sous le nom d'insectes de "piqûre noire" (en anglais : *Ambrosia beetles*). Une fois sec, le bois d'hévéa peut être attaqué par des insectes dits "de piquûre blanche" appartenant à la famille des Bostrychidae et des Lyctidae. Les dégâts sont surtout le fait des larves, bien que les adultes de Bostryches puissent également forer le bois.

B - METHODES DE TRAITEMENT PREVENTIF

* Contrôle du bleuissement et des attaques d'insectes dans les billes

Etant donné la rapidité d'infestation du bois après abattage, il est important de diminuer au maximum le délai entre cette opération et la première transformation (sciage ou déroulage). Cependant, il arrive que les billes doivent attendre sur parc de stockage. Il est alors nécessaire de les protéger.

Deux solutions sont possibles :

- immersion complète des billes dans l'eau,
- traitement fongicide et insecticide par pulvérisation abondante sur toute la surface de la bille à l'aide d'un produit approprié.

* Préservation temporaire des sciages et déroulages

Avant sciage ou déroulage, il est toujours souhaitable de recouper les billes sur 10 cm environ à leurs extrémités afin d'enlever les zones où, en dépit du traitement, une infestation par des champignons aurait pu se produire.

Après sciage, il est nécessaire de sécher les bois le plus rapidement possible pour empêcher la pénétration des champignons. Si un séchage rapide n'est pas possible, on devra tremper pendant deux minutes les débits dès la tombée de scie dans une solution aqueuse contenant un produit fongicide et un produit insecticide. Les bois doivent ensuite sécher à l'abri de la pluie afin d'éviter un délavement du produit protecteur déposé en surface.

Pour les placages déroulés, deux solutions sont envisageables :

- aspersion en sortie de dérouleuse par un produit insecticide et fongicide en solution aqueuse,
- trempage des placages massicotés pendant 30 secondes dans un bain insecticide et fongicide.

Il sera de nouveau nécessaire de veiller à faire sécher les placages le plus rapidement possible.

S'il est possible de sécher directement les placages déroulés, le traitement n'est pas nécessaire.

*** Protection des sciages d'hévéa avant mise en oeuvre**

Les deux paragraphes précédant présentent les mesures destinées à protéger le bois depuis l'abattage de l'arbre jusqu'à l'obtention de débits secs à l'air exempts d'attaques de champignons et d'insectes. Tous les traitements évoqués ne sont que superficiels et ne peuvent assurer une protection définitive au bois mis en oeuvre.

Les traitements définitifs dépendent des risques d'attaque du bois, donc de son emploi final. L'hévéa est un bois multi-usages ; le tableau ci-joint résume les procédés de traitement applicables.

*** Protection des contreplaqués en hévéa**

Cette protection est assurée par incorporation dans la colle d'un produit insecticide et fongicide qui diffuse au moment du passage dans les différents plis.

CUBAGE DES ARBRES ABATTUS

Pour valider les mesures effectuées à l'aide du relascope de Bitterlish, quelques arbres sont abattus puis tronçonnés en billons d'1 mètre. La mesure du diamètre moyen de chaque billon permet d'obtenir le volume réel de bois d'oeuvre de l'arbre. Ce volume est comparé au volume estimé sur l'arbre sur pied.



CUBAGE DES ARBRES SUR PIED

L'estimation du volume de la ressource disponible nécessite l'établissement d'un tarif de cubage par clone ou d'un tarif général tenant compte des différences interclones de morphologie des arbres ; la construction de ce tarif passe par le cubage sur pied d'un échantillonnage d'arbres sélectionnés dans les différentes parcelles constitutives de la plantation.

Le cubage des arbres sur pied se fait à l'aide d'un relascope de Bitterlich qui permet des mesures de diamètre à différentes hauteurs le long de la tige. A partir de ces données sont déterminés les volumes bois d'oeuvre des arbres.



LES PLUS ANCIENNES PARCELLES D'HEVEA A CHUP



Sur les plantations de Chup, les plus anciennes parcelles ont plus de 65 ans ; de nombreux arbres ont un diamètre à 1,30m qui dépasse 80 cm, voire 1 m, ce qui correspond à un volume de bois d'oeuvre supérieur à 4 m³, (jusqu'à plus de 7 m pour les plus gros arbres), ces parcelles doivent être régénérées et sont les premières à être exploitées. La densité à l'hectare de ces parcelles est faible.



EXPLOITATION DES BOIS D'HEVEA



Les grumes d'Hévéa sont directement tronçonnées en billons de 1 m de longueur sur le chantier d'exploitation. Les billons sont ensuite chargés à dos d'homme dans des camions 6 x 6 à plateau avec ridelles. Sur chaque camion sont chargés 20 à 30 stères de billons. Les bois ne séjournent pas sur les plantations et sont évacués vers les scieries le jour même de l'abattage.



QUALITE DES BOIS



Le bois d'hévéa est de couleur jaune à beige clair, sans aubier différencié ce qui est souvent révélateur d'une faible durabilité naturelle.

Lorsque les saignées sont trop profondes et touchent le cambium, leurs empreintes se retrouvent à l'intérieur de la tige sous forme de traces traumatiques marron à noirâtres



Ces traumatismes se révèlent ensuite au sciage sous forme de trainées sombres à la limite des accroissements. Ces défauts déprécient la qualité du bois et doivent être éliminés lors de la reprise des plateaux et des débits des carrelets. Les plateaux d'Hévéa ne se déforment ni ne se fendent comme cela arrive dans certains cas du fait de la libération des contraintes de croissance.

SCIAGE DE L'HEVEA DANS LA SCIERIE DE CHUP



Plusieurs billons sont disposés en enfilade sur un chemin de traverses en bois et griffés manuellement sur ces traverses à l'aide de crochets métalliques. Lors d'un même passage de la scie, un plateau est débité dans chacun des billons.



La scie à ruban horizontale de type scie semi-mobile comporte deux volants horizontaux fixés à 2 colonnes verticales. Lors de l'opération de sciage, la scie se déplace sur 2 rails fixés à même le sol. L'avance de la scie est manuelle.

SCIAGE DE REPRISE ET FABRICATION DE PALETTES



En sortie de scie à ruban horizontale (1er débit), les plateaux sont immédiatement repris sur des petites scies circulaires ; ils sont délignés et tronçonnés en carrelés de 30 x 30 mm à 40 x 40 mm de section en toutes longueurs inférieures à 1 m.



Une petite partie de la production est utilisée pour fabriquer des palettes qui sont en fait des caisses destinées à transporter des blocs de caoutchouc produits par l'usine de Chuq ; chaque caisse contient 36 pains pour un poids total de 1,2 t. Les palettes sont constituées d'avivés de longueur variable (jusqu'à 1,5 m) agrafés ou cloués entre eux.

SECHAGE DES BOIS



Les avivés à palette sont séchés verticalement (empilage vertical en V renversé) ; cette technique permet de faciliter l'écoulement de l'eau libre et surtout la descente de l'air refroidi et alourdi du fait de l'évaporation ; elle est efficace pour descendre le taux d'humidité au dessous du point de saturation (à environ 25%), mais ne conviendrait pas pour sécher davantage les bois du fait des risques de déformations.



Les carrelets sont empilés horizontalement de façon alternée, mais sans baguettage. Le stockage sous abri couplé à un empilage correct des carrelets contribuent à un séchage satisfaisant des bois.

LA GOUTTE D'ENCRE

**53 place Thermidor
Le Parvis des Facultés
34000 MONTPELLIER
FRANCE
Tél : 04-67-65-30-96**