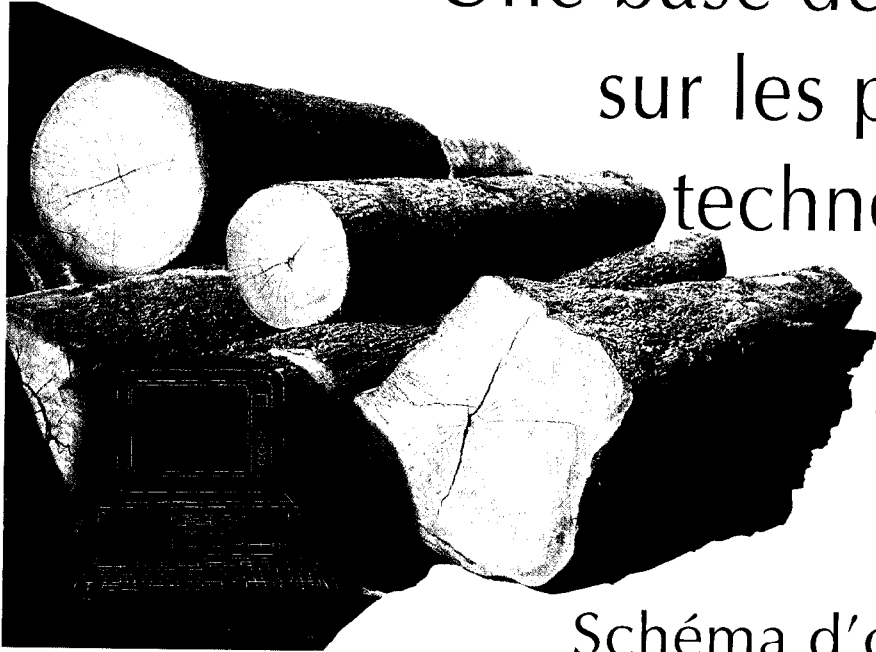


# Une base de données sur les propriétés technologiques des bois tropicaux



## Schéma d'organisation

Pour répondre aux besoins de développement des pays des régions chaudes en bois de feu, bois de service ou bois de construction..., mais aussi pour protéger la forêt, il est indispensable de mieux utiliser la diversité des produits forestiers et d'en améliorer sensiblement la valorisation : suivant cet objectif, le CIRAD-Forêt a créé une base de données fiable et interactive sur les propriétés technologiques de référence de ces produits.

Depuis leur création, les laboratoires d'étude des bois du C.T.F.T. d'abord, puis du CIRAD-Forêt, ont déterminé les caractéristiques technologiques de plus de 1 000 espèces

tropicales en réalisant plusieurs centaines de milliers d'essais. Initialement, ces données étaient stockées sous forme de fichiers ASCII regroupant des paramètres physiques, mécaniques, chimiques, thermochimiques, anatomiques, de durabilité ou des descripteurs de collection.

Aujourd'hui, ces résultats sont organisés en une base de données facilement accessible et utilisable par les chercheurs du CIRAD-Forêt ; à moyen terme, il est prévu qu'elle soit ouverte à ses partenaires de recherche dans le cadre de projets de coopération.

Outre sa fonction de mémoire collective et de « réservoir d'informations » pour alimenter tous produits documentaires de vulgarisation sur la qualité des bois tropicaux (fiches ou guides techniques, atlas, logiciels...), cette base de données a notamment pour objectif de constituer un support d'études des relations entre les propriétés des bois et les usages des produits forestiers.

Ces études ont pour but d'optimiser les demandes de valorisation d'une ressource donnée tant du point de vue des forestiers ou des planteurs que du point de vue des industries utilisatrices. Cet objectif nécessite une double démarche de modélisation et d'analyse des données menée dans le cadre d'un des quatre projets de recherche du Programme Bois, projet intitulé : « Relations structure, propriétés et usages des bois des régions chaudes. Base de données ».

Par ailleurs, l'évolution des matériels et des besoins nécessite une recherche méthodologique sur les protocoles d'essais à mettre au point ou à améliorer dans le contexte particulier des pays en développement.

D'un point de vue informatique, les données technologiques sur les bois tropicaux sont regroupées en plusieurs tables gérées actuellement à l'aide du logiciel Fox Pro/Win v2.6\*. Dans sa version définitive, la base de données fonctionnera sous Oracle, logiciel qui possède toutes les caractéristiques d'un SGBDR, en mode client/serveur, permettant ainsi un véritable accès multi-utilisateurs à partir d'un micro-ordinateur sous Windows.

La base est structurée par type d'activité ; des croisements entre données d'origines différentes peuvent être réalisés via le numéro d'identification de la grume, l'espèce ou la provenance. En outre, de façon à rendre la base homogène, les données redondantes ont été éliminées.

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE

Une première table générique reprend l'ensemble des caractéristiques descriptives des grumes\*\* : densité du bois vert, taux d'humidité, diamètre, épaisseur de l'aubier et largeur du duramen, forme de la grume, forme et régularité de la section, présence de défauts (nœuds, fentes, attaques d'insectes, de champignons ou d'autres agents biologiques).

Chaque grume\*\* constitue pour les laboratoires une unité de qualification d'une espèce donnée et sera utili-

\* Les Systèmes de Gestion des Bases de Données Relationnelles (SGBDR) mettent en œuvre des tables de données et non des fichiers contrairement aux Systèmes de Gestion de Fichiers traditionnels. Cependant, Fox Pro ne constitue pas un SGBDR au plein sens du terme : on ne dispose pas (ou peu) d'outils assurant la sécurité et la protection des données (mots de passe, cryptage de données), les contraintes d'intégrité, une gestion élaborée du dictionnaire de données et surtout l'accès simultané en multi-utilisateurs.

\*\* Ou bois équarris ou lots de plateaux (ou avivés) prélevés dans une grume issue d'un même arbre.

sée pour une série d'essais ; un code « CIRAD-Forêt » lui est attribué par le Laboratoire d'Anatomie.

Les autres tables de données de la base se rapportent aux domaines suivants :

- Anatomie des bois (6 tables).
- Propriétés physiques et mécaniques (2 tables).
- Usinabilité (1 table).
- Durabilité naturelle et imprégnabilité (3 tables).
- Composition chimique (3 tables).
- Propriétés thermochimiques (6 tables).

Avant de réaliser une série d'essais, chaque laboratoire attribue un second code à chaque lot d'éprouvettes prélevé dans une grume\*\* donnée.

## ANATOMIE DES BOIS

Actuellement, les six tables constituées correspondent en réalité à des lexiques d'une importance primordiale pour la compréhension du fonctionnement de la base ; en effet, elles contiennent des champs-clefs utilisés pour mettre en relation les autres tables.

### □ Noms botaniques

- Nombre d'espèces de bois tropicaux enregistrées : près de 10 500.

Ces espèces sont toutes représentées par un ou plusieurs échantillons stocké(s) et enregistré(s) par le Laboratoire d'Anatomie ; à chaque espèce est associé un code à 9 caractères (3 lettres pour la famille, 3 chiffres pour le genre, 3 chiffres pour l'espèce) ; ces codes permettent notamment de faire le lien avec la table « Collection ».

### □ Collection

- Nombre d'échantillons répertoriés dans la Collection : plus de 33 000.

*Principaux champs* : code C.T.F.T./CIRAD-Forêt (permettant d'identifier une grume et de servir dans les tables décrivant les différents essais de laboratoires), provenance (codée), nom vernaculaire, nom botanique (codé), présence d'un herbier, nombre d'échantillons disponibles, existence de résultats d'essais technologiques, nom du collecteur.

### □ Synonymes

- Nombre de synonymes de noms botaniques enregistrés : environ 1800.

Ils sont associés aux codes correspondant aux noms botaniques actuellement en vigueur.

#### □ Provenances

- *Nombre de provenances enregistrées (continents, sous-continents, pays, régions) : 193.*

Ces provenances sont associées à autant de codes à 3 caractères qui se retrouvent dans plusieurs tables de la base ; ils constituent un champ-clef.

#### □ Familles botaniques

- *Nombre de familles botaniques enregistrées : 238.*

Les espèces recensées dans la collection appartiennent à ces familles ; un code à 3 lettres leur est associé.

#### □ Matériaux

- *Nature des données : descripteurs des supports d'étude anatomique disponibles dans le laboratoire.*
- *Principaux champs : coupes anatomiques, diapositives de coupes anatomiques (agrandissement  $\times 15$  ou  $\times 25$ ).*

#### **Restent à intégrer dans la base :**

- Les caractéristiques anatomiques des bois : ces caractéristiques relatives aux spécimens de la collection sont actuellement consultables sous forme de fiches descriptives manuscrites.
- Les photographies de coupes anatomiques et vues macroscopiques de bois.

## PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

Plus de 4 000 séries d'essais physiques et mécaniques ont été réalisées jusqu'à présent, permettant la caractérisation de près de 1 100 espèces de bois tropicaux.

#### □ Description des échantillons

- *Nature des données : caractéristiques morphologiques et aspect des échantillons destinés aux essais physiques et mécaniques.*
- *Principaux champs : couleur de l'aubier, couleur du duramen, odeur du bois, grain, défauts de fil, présence d'autres défauts (déformations, nœuds, fentes, « coups*

de vent », piqûres, autres attaques d'insectes, bleuissement, échauffure, pourriture...).

#### □ Propriétés physiques et mécaniques

- *Nature des données : moyennes des propriétés physiques et mécaniques obtenues pour chaque série d'essais (10 éprouvettes testées suivant des procédures standards).*

#### • Principaux champs :

- *Propriétés physiques : densité (à 12 % d'humidité), dureté (à 12 % d'humidité), point de saturation des fibres, retrait volumique total, retrait radial total, retrait tangentiel total.*

- *Propriétés mécaniques : résistance au fendage, résistance au cisaillement, contrainte de rupture en compression parallèle, contrainte de rupture en flexion statique, module d'élasticité longitudinal, résistance au choc.*

#### **Restent à intégrer dans la base :**

- Les propriétés physiques et mécaniques déterminées sur chaque éprouvette. A partir de ces résultats ont été calculées les moyennes figurant dans la table ; l'étude des relations entre propriétés serait à mener préférentiellement sur ces valeurs de base (plutôt que sur les moyennes) étant donné que plusieurs caractéristiques peuvent être déterminées sur une même éprouvette. Seules quelques propriétés sont concernées : densité, retrait volumique total, contrainte de rupture en compression parallèle, contrainte de rupture en flexion statique, module d'élasticité longitudinal.

- Les données collectées sur des bois de plantation dans le cadre d'opérations de recherche (et non d'essais standards) :

- Distributions internes de quelques propriétés (densité à 12 % et infradensité, module d'élasticité longitudinal, retraits linéaires de séchage) mesurées notamment sur des clones, hybrides et espèces pures d'Eucalyptus.

- Caractéristiques non standards telles que les déformations de maturation mesurées à la surface des arbres sur pied (à 1,30 m ou à plusieurs hauteurs le long de la tige).

## USINABILITÉ

- *Nature des données* : paramètres d'usinage définis ou mesurés lors de 4 200 essais qui ont permis de caractériser environ 250 essences.
- *Principaux champs* : angle d'attaque, angle de bec, angle de dépouille, vitesse d'avance, épaisseur des copeaux, humidité moyenne du bois, longueurs totales de copeaux et reculs d'arêtes moyens (à différentes étapes de l'essai d'usinage, soit 5 à 20 couples de mesures par essai), commentaire sur le type d'essai.

### Restent à intégrer dans la base :

- D'autres paramètres et caractéristiques d'usinage et d'usure, tels que les efforts de coupe.

## DURABILITÉ NATURELLE ET IMPRÉGNABILITÉ

### □ Identification des essais

- *Nature des données* : paramètres descriptifs des essais.
- *Principaux champs* : code CIRAD-Forêt, code laboratoire, provenance (codée), année de l'essai (champignons, termites, essais de champ), durée de l'essai (champignons, termites, essais de champ), nombre de souches de champignons\* testées.

### □ Résistance aux champignons

- *Nature des données* : principaux résultats obtenus à l'issue de plus de 1500 séries d'essais qui ont permis de caractériser 670 essences tropicales.
- *Principaux champs* : souche(s) de champignon(s) utilisée(s), nombre et localisation des échantillons à l'intérieur de la grume, perte de poids des échantillons (minimum/maximum/moyenne)\*\*.

Plusieurs souches de champignons sont le plus souvent testées lors d'une série d'essais ; ainsi, près de 10 500 tests de résistance aux champignons ont été effectués au CIRAD-Forêt.

\* A chaque souche correspond un code ; les codes sont répertoriés dans une table associée ; 28 souches de champignons lignivores ont fait l'objet d'essais répertoriés dans la base.

\*\* Des classes de durabilité naturelle sont définies à partir de ces pertes de poids.

### □ Résistance aux termites

- *Nature des données* : classes de résistance aux termites de plus de 500 espèces (près de 1 700 séries d'essais réalisées).

### Restent à intégrer dans la base :

- Les résultats d'essais de champ réalisés en extérieur dans des conditions d'emploi.
- Les résultats d'essais d'imprégnabilité.
- Les résultats d'essais de résistance aux attaques de foyers marins.

## COMPOSITION CHIMIQUE

Les résultats d'analyse chimique des bois tropicaux sont structurés en trois tables principales.

### □ Principaux constituants chimiques

- *Nature des données* : résultats de près de 1 750 séries d'essais correspondant à l'étude de 870 espèces.
- *Principaux champs* : provenance (codée), année de l'essai, état sanitaire des échantillons, localisation des échantillons à l'intérieur de la grume, taux d'extraits alcool-benzène, taux d'extraits à l'eau, taux d'extraits à la soude, cendres, silice, lignine de Klason, cellulose, réducteurs totaux, sucres fermentescibles potentiels, furfural, amidon, pentosanes, bilan massique.

### □ Silices et cendres

- *Nature des données* : résultats d'analyse de taux de cendres et de taux de silice déterminés de façon spécifique sur certaines essences.

Ces essais sont réalisés parallèlement aux analyses chimiques systématiques dont les résultats figurent dans la table précédemment décrite.

### □ Autres constituants chimiques

- *Nature des données* : constituants dont la teneur a été déterminée sur un nombre très limité d'espèces, souvent dans le cadre d'une campagne d'essais particulière.
- *Principaux champs* : oxydes métalliques ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ;  $\text{CaO}$  ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ;  $\text{Fe}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ), tanins, pH de l'eau avant et après extraction, mannanes.

### Restent à intégrer dans la base :

- Les résultats particuliers de teneurs en lignine déterminées lors de l'étude des relations entre la structure et la composition chimique du bois (étude du déterminisme du bois de réaction).



## PROPRIÉTÉS THERMOCHIMIQUES

Les résultats d'essais thermochimiques ont été organisés en six tables.

### □ Identification des essais

- *Nature des données* : descripteurs des essais (plus de 1 300 séries d'essais permettent de caractériser près de 450 espèces).
- *Principaux champs* : code CIRAD-Forêt, code laboratoire, provenance (codée), année de l'essai, état sanitaire des échantillons, localisation des échantillons dans la grume, commentaires.

### □ Caractéristiques des échantillons et de leur traitement

- *Principaux champs* : humidité avant essai, méthode d'essai utilisée, pouvoir calorifique supérieur, densité, teneur en résidus.

### □ Paramètres de carbonisation

- *Principaux champs* : technique de carbonisation, type de four, température de carbonisation, durée du palier de carbonisation, durée totale de la carbonisation.

### □ Caractéristiques des charbons

- *Principaux champs* : rendement, densité, humidité avant l'analyse, teneur en cendres, teneur en composés volatiles, pouvoir calorifique supérieur, reprise d'humidité.

### □ Caractéristiques des jus de pyrolyse

- *Principaux champs* : rendement, densité du liquide, teneur en goudrons, densité des goudrons, pouvoir calorifique supérieur des goudrons.

### □ Gaz permanents

- *Principaux champs* : densité, rendement, teneurs en gaz ( $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_4$  +  $C_2H_2$ ,  $C_2H_6$ ), bilan massique.

## PERSPECTIVES

Cette présentation donne un aperçu de la base de données telle qu'elle est structurée actuellement ; cette structure devrait évoluer de façon à rendre l'ensemble toujours plus cohérent et plus facilement accessible ; de nombreuses données collectées par les laboratoires et disponibles sous forme de fiches d'essais restent encore à organiser en tables et à saisir dans la base.

Par ailleurs, des « Dictionnaires des données » sont en cours d'élaboration ; ces documents ont pour objectif de décrire complètement et de façon détaillée les tables de données et devront constituer un guide pour les utilisateurs (néophytes ou avertis) de la base. Dans ces Dictionnaires, les *champs* de chaque table seront répertoriés, les caractéristiques technologiques correspondantes seront explicitées et les protocoles d'essais associés seront détaillés.

La structuration définitive de la base de donnée permettra de développer son exploitation, surtout en vulgarisant l'information disponible par la création de supports variés : recueil des résultats d'essais sur les propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux (documents à concevoir dans le même esprit que les ouvrages de référence de P. SALLENAVE\*), CD-ROM sur les caractéristiques technologiques des bois tropicaux, logiciel d'application de la base de données (amélioration et développement du Logiciel de Gestion de Données sur les Essences Secondaires C.T.F.T./I.T.T.O. \*\*).

► Jean GÉRARD  
CIRAD-Forêt/MONTPELLIER  
Maison de la Technologie

► Philippe NARBONI  
CIRAD-Forêt/MONTPELLIER  
Campus international de Baillarguet

\* SALLENAVE P., 1955 : Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux de l'Union française. Centre Technique Forestier Tropical, 127 p.

SALLENAVE P., 1964 : Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux - Premier supplément. Centre Technique Forestier Tropical, 79 p.

SALLENAVE P., 1971 : Propriétés physiques et mécaniques des bois tropicaux - Deuxième supplément. Centre Technique Forestier Tropical, 123 p.

\*\* International Tropical Timber Organisation.