



Edition de l'ouvrage : "Atlas des bois tropicaux – 1^{ère} édition : caractéristiques technologiques et utilisations de 273 essences tropicales (et 17 tempérées)"

Rapport technique final

Jean GERARD, Unité de Recherche BioWooEB, CIRAD

Personnel technique et scientifique du projet : noms du coordonnateur du projet et des membres du personnel principal

Jean Gérard, expert CIRAD, **Coordonnateur du projet** - CIRAD Montpellier, France

Marie-France Thévenon, expert CIRAD - CIRAD Montpellier, France

Patrick Langbour, expert CIRAD - CIRAD Montpellier, France

Patrick Martin, expert ATIBT - ATIBT Paris, France

Nom complet, adresse, téléphone, télécopie et courriel de l'institution

* Institution :

CIRAD

Avenue Agropolis

TA 178/04

34398 Montpellier Cedex 5 (France)

Tél. : +33 4 67 61 58 00

Fax : +33 4 67 61 65 60

www.cirad.fr

* Equipe du CIRAD en charge du projet TMT-SPD 010/12 Rev.1 (M) :

Unité de Recherche *Biomasse, Bois, Energie, Bioproduits* (BioWooEB)

Research Unit *Biomass, Wood, Energy, Bioproducts* (BioWooEB)

TA B-114/16, 73 rue J.F. Breton

34398 Montpellier Cedex 5 (FRANCE)

Tél. : +33 4 67 61 65 25

Fax : +33 4 67 61 65 60

jean.gerard@cirad.fr

<http://ur-bois-tropicaux.cirad.fr/>

Montpellier (France), le 31 juillet 2017

Avertissement : ce rapport constitue le rapport technique final du projet, il est associé à la production de l'Atlas des bois tropicaux, version française (formats papier, pdf, epub) et version anglais (formats pdf et epub).

Numéro du projet : TMT-SPD 010/12 Rev.1 (M)

Gouvernement Hôte : France

Agence d'exécution : CIRAD

Coordonnateur du projet : Jean GERARD, Unité de Recherche BioWooEB, CIRAD

Date de lancement du projet : octobre 2013

Durée du projet : 24 mois

Table des matières

Résumé	5
1. Introduction	6
2. Méthode appliquée	7
3. Présentation des données.....	9
4. Analyse et interprétation des données et résultats	12
5. Conclusions	15
6. Recommandations.....	15
7. Implications pratiques	18
Bibliographie	18
Annexe 1 : Kakémono présentent le projet TMT-SPD 010/12 Rev.1 (M)	
Annexe 2 : Poster de présentation de l'Atlas Journées Scientifiques du Groupement de Recherche Bois à Bordeaux (novembre 2016)	
Annexe 3 : Diaporama et kakémono en anglais présentés lors du séminaire annuel du réseau Innovawood (Montpellier, mars 2016)	

Résumé

A la fin des années 80, l'Organisation internationale des Bois tropicaux avait confié au CTFT (département forestier du CIRAD) et financé la réalisation d'un logiciel de gestion des caractéristiques technologiques des bois tropicaux (projet PD 3e/87). L'Equipe Bois tropicaux du CIRAD a continué à faire évoluer ce logiciel, à l'enrichir, jusqu'à sa dernière version qui présente les caractéristiques technologiques de 245 essences (dont 17 tempérées).

Entre 1986 et 1990, trois ouvrages de références sur les bois tropicaux ont été successivement publiés, l'Atlas des bois tropicaux - Tome 1 Afrique, l'Atlas des bois tropicaux - Tome 2 Asie-Australie-Océanie, et l'Atlas des bois tropicaux d'Amérique Latine. Ces trois ouvrages sont quasiment tous épuisés et les informations qu'ils présentent sont partiellement obsolètes et doivent être réactualisées et complétées.

Les professionnels des bois tropicaux étaient demandeurs d'un ouvrage sur les bois tropicaux présentant des données et informations qui soient à jour et qui répondent à leurs besoins actuels.

Dans le cadre de son programme thématique *Transparence du commerce et des marchés* (TMT), l'OIBT a accepté de soutenir financièrement la conception et la réalisation de ce nouvel ouvrage à travers le projet TMT-SPD 010/12 Rev.1 (M) intitulé « Édition de l'ouvrage : Atlas des bois tropicaux, 1^{ère} édition. Caractéristiques technologiques et utilisations de 273 essences tropicales (et 17 essences des pays tempérés) ».

L'objectif de développement du projet est d'accroître l'utilisation des bois tropicaux, en particulier des essences secondaires.

Les objectifs spécifiques du projet sont de générer, collecter et organiser des informations fiables et actualisées sur les caractéristiques technologiques et les utilisations des bois tropicaux, et de les rendre disponibles auprès de tous les opérateurs et parties prenantes du secteur forêt-bois tropical.

L'Atlas des bois tropicaux présente les principales caractéristiques et décrit le comportement technologique de 300 essences, 283 tropicales et 17 tempérées. Les essences tempérées sont présentées pour comparaison aux essences tropicales, les opérateurs de la filière étant demandeurs de ce type de comparaison lorsqu'ils doivent faire un choix d'essence pour la mise en œuvre d'un ouvrage.

Pour chacune des essences décrites, les données et informations suivantes sont fournies : nom pilote des bois, famille et noms botaniques, éventuelle restriction commerciale, description de la grume, description du bois, propriétés physiques et mécaniques, durabilité naturelle et imprégnabilité du bois, traitement de préservation, séchage, sciage et usinage, assemblage, classements commerciaux, réaction au feu, principales utilisations, principales appellations vernaculaires.

Chaque descriptif d'essence est illustré par trois types de photos : deux photos de débit sur dosse et sur quartier (ou faux quartier), deux macrophotographies aux grossissements 20 et 115, une photo d'un ouvrage réalisé à partir du bois décrit (constructions, éléments de construction, meubles, menuiserie, voire objets d'art, instruments de musique, etc.).

1. Introduction

* A la fin des années 80, l'OIBT avait confié au CTFT (département forestier du CIRAD) et financé la réalisation d'un logiciel de gestion des caractéristiques technologiques des bois tropicaux (projet PD 3e/87). Il fût un des premiers logiciels du genre, sinon le premier, dont l'objectif était de promouvoir et développer la commercialisation et l'utilisation des bois tropicaux.

A l'issue du projet financé par l'OIBT, l'équipe *Bois tropicaux* du CTFT-CIRAD a fait évoluer ce logiciel, et l'a progressivement enrichi au fil des années (augmentation du nombre d'essences décrites et du nombre de caractéristiques présentées), jusqu'à sa dernière version (Tropix 7.1.5, voir <http://tropix.cirad.fr/>) qui présente les caractéristiques technologiques de 245 essences (dont 17 tempérées). C'est à la demande des opérateurs de la filière-bois que quelques essences tempérées ont été intégrées à *Tropix*, pour comparaison avec les essences tropicales.

* Entre 1986 et 1990, trois ouvrages de références sur les bois tropicaux ont été successivement publiés : (1) l'Atlas des bois tropicaux - Tome 1 Afrique ; (2) l'Atlas des bois tropicaux - Tome 2 Asie-Australie-Océanie ; (3) l'Atlas des bois tropicaux d'Amérique Latine.

Ces trois ouvrages sont quasiment tous épuisés et les informations qu'ils présentent sont partiellement obsolètes et doivent être réactualisées et complétées.

Les professionnels des bois tropicaux étaient demandeurs d'un ouvrage sur les bois tropicaux présentant des données et informations qui soient à jour et qui répondent à leurs besoins actuels.

Dans le cadre de son programme thématique Transparence du commerce et des marchés (TMT), l'Organisation internationale des Bois tropicaux a accepté de soutenir financièrement la conception et la réalisation de ce nouvel ouvrage à travers le projet TMT-SPD 010/12 Rev.1 (M) intitulé « Édition de l'ouvrage : Atlas des bois tropicaux, 1^{ère} édition. Caractéristiques technologiques et utilisations de 273 essences tropicales (et 17 essences tempérées) ».

* La problématique centrale à l'origine du projet est liée à la disponibilité insuffisante et/ou parcellaire en informations sur les caractéristiques technologiques et les utilisations des bois tropicaux.

Ce manque d'informations a des causes multiples : (i) les ouvrages existants sur le sujet sont anciens et souvent obsolètes ; (ii) les méthodes de caractérisation des bois ont évolué et les informations et données nécessaires aux opérateurs de la filière sont différentes de celles requises dans le passé ; (iii) des essences nouvelles sont régulièrement mises en marché mais leur comportement technologique et leurs potentialités d'utilisations ne sont pas décrits dans la littérature existante.

Ce manque d'informations a des conséquences pénalisantes pour les ressources forestières et les acteurs de la filière : (1) risques de raréfaction des essences principales surexploitées ; (2) fragilisation de la viabilité financière des plans d'aménagement durable par sous-exploitation des essences secondaires ; (3) problèmes d'approvisionnement chez les transformateurs de bois tropicaux ; concurrence accrue des autres matériaux.

* L'objectif de développement du projet est d'accroître l'utilisation des bois tropicaux, en particulier des essences secondaires. L'édition de ce nouvel Atlas des bois tropicaux permet de faciliter et renforcer l'accès à l'information sur ces bois pour tous les opérateurs de la filière

concernés, tant chez les producteurs (gestionnaires forestiers, sociétés d'exploitation, décideurs politiques) que chez les consommateurs (importateurs-négociants, transformateurs, utilisateurs). Cet objectif est conforme à ceux définis dans l'AIBT 2006 ; il est conforme au Plan d'action de l'OIBT et aux acquis escomptés du Programme TMT.

* Les objectifs spécifiques du projet sont de générer, collecter et organiser des informations fiables et actualisées sur les caractéristiques technologiques et les utilisations des bois tropicaux, et de les rendre disponibles auprès de tous les opérateurs et parties prenantes du secteur forêt-bois tropical.

2. Méthode appliquée

Comme apparaissant dans le document du projet, le produit du projet est donc l'ouvrage **Atlas des bois tropicaux**, co-production CIRAD – OIBT – ATIBT. Cet ouvrage est publié en français et en anglais (version anglaise terminée, édition en cours de finalisation chez l'éditeur).

La méthodologie mise en œuvre pour mener à bien le projet a une structuration relativement conventionnelle compte tenu du produit final à réaliser, i.e. l'ouvrage **Atlas des bois tropicaux**. Les phases successives de cette méthodologie sont les suivantes :

(1) Recherches documentaires et analyse bibliographique complémentaires

Par rapport à l'actuel logiciel Tropix (V7), l'Atlas présente davantage d'informations et de caractéristiques sur les bois tropicaux et décrit un nombre plus élevé d'essences.

Ces données ont été pour partie déterminées lors d'essais technologiques dans les laboratoires du CIRAD (activité 2), pour partie récupérées dans les bases de données Bois du CIRAD (bases de données « Laboratoires »), et pour partie collectées dans la littérature internationale (littérature académique et littérature grise).

Cette première activité, très conventionnelle, de recherches documentaires et d'analyse bibliographique a été conduite avec l'appui des Services de documentation du CIRAD et en utilisant les accès aux Bases de données internationales disponibles au Centre de Documentation, c'est-à-dire principalement : Agris (FAO, Italie), Agricola (USDA, USA), Cab (Cabi Publishing, UK), Pascal (CNRS, France), Web of Science (WoS) (Thomson Reuters, USA).

Il faut insister sur le fait que seules les données issues de sources fiables de la littérature (recoupements à faire entre sources bibliographiques) ont été retenues pour être intégrées dans l'Atlas.

(2) Essais technologiques complémentaires et numérisation d'échantillons de bois

* A l'issue de l'activité précédente, un bilan des données disponibles et des données manquantes a été établi, tant pour les nouvelles caractéristiques à rajouter dans les descriptions des essences déjà décrites dans Tropix, que pour les nouvelles essences qui sont venues compléter les 245 de Tropix V7.

Les données non disponibles dans les Bases de données « Laboratoires » du CIRAD et non disponibles dans la littérature internationale ont été obtenues lors d'essais réalisés dans les laboratoires du CIRAD. Ces essais ont été bconduits suivant les plans d'échantillonnage conventionnels et les procédures d'essais normalisées habituellement utilisées par le CIRAD.

* A chaque essence décrite a été associée deux photos de bois, une d'un échantillon débité sur dosse, une seconde d'un échantillon débité sur quartier. Le CIRAD a mis au point un protocole fiable de numérisation d'échantillons de bois qui permet d'en obtenir des photos de bonne qualité.

(3) Collecte de photos d'ouvrages ou produits en bois

A chaque description d'essence est associée une photo (s) de produit ou construction en bois ; ce type d'illustration est important pour mettre en évidence les réelles potentialités d'utilisations d'une essence donnée.

(4) Rédaction des descriptifs techniques

Les données collectées durant les activités (1) et (2) ont été synthétisées et organisées selon un canevas standard qui est à l'origine du format des descriptifs d'essences tels qu'ils apparaissent dans l'Atlas des bois tropicaux. Ces descriptifs ont été revus et corrigés plusieurs fois par plusieurs personnes afin de fiabiliser au maximum leur contenu.

(5) Finalisation du manuscrit de l'Atlas pour l'imprimeur-maquettiste

Les descriptifs d'essences ont été regroupés, et les parties périphériques de l'ouvrage (préface, lexiques, note explicative, répertoire des bois classés par utilisations, références bibliographiques) ont été associées pour constituer le manuscrit fourni à l'imprimeur-maquettiste.

(6) Elaboration de la maquette par l'imprimeur-maquettiste

La maquette a été élaborée en concertation étroite avec l'imprimeur-maquettiste, par des échanges fréquents avec lui afin que le produit élaboré réponde de la meilleure façon possible aux attentes.

(7) Première relecture et correction de la maquette

Une première maquette de l'Atlas a été fournie par l'imprimeur-maquettiste ; cette maquette a fait l'objet d'une relecture approfondie.

(8) Révision de la maquette par l'imprimeur-maquettiste

Comme pour l'activité 6, la maquette a été révisée en concertation étroite avec l'imprimeur-maquettiste.

(9) Deuxième relecture et correction de la maquette

Activité analogue à l'activité (7).

(10) Formatage et impression de l'ouvrage

(11) Information sur l'édition de l'Atlas et actions de dissémination des résultats

3. Présentation des données

L'Atlas des bois tropicaux présente les principales caractéristiques et décrit le comportement technologique de 300 essences, 283 tropicales et 17 tempérées.

Les essences tempérées sont présentées pour comparaison aux essences tropicales, les opérateurs de la filière étant demandeurs de ce type de comparaison lorsqu'ils doivent faire un choix d'essence pour la mise en œuvre d'un ouvrage.

Pour chacune des essences décrites, les données et informations suivantes sont fournies :

- * **Nom pilote des bois** selon la Nomenclature générale des bois tropicaux (ATIBT 2016).
- * **Famille et noms botaniques** : comme les noms pilotes, la famille et les noms botaniques mentionnés sont également référencés dans la Nomenclature générale des bois tropicaux.
- * **Eventuelle restriction commerciale** (inscription dans une annexe CITES).

- * **Description de la grume**

Diamètre, épaisseur de l'aubier, flottabilité, conservation en forêt.

- * **Description du bois**

Couleur, aubier, grain, fil et contrefil.

- * **Propriétés physiques et mécaniques**

Densité, dureté Monnin, point de saturation des fibres, coefficient de retrait volumique, retrait tangentiel total R_t et retrait radial total R_r , quotient de retrait R_t/R_r , conductivité thermique, pouvoir calorifique, contrainte de rupture en compression, contrainte de rupture en flexion statique, module d'élasticité longitudinal.

- * **Durabilité naturelle et imprégnabilité du bois**

Résistance aux champignons, résistance aux insectes des bois secs (lyctus, bostryches, vrillettes), résistance aux termites, imprégnabilité du duramen, classe d'emploi couverte par la durabilité naturelle.

- * **Traitement de préservation**

Eventuel traitement nécessaire contre les attaques d'insectes de bois sec, ou en cas d'humidification temporaire ou d'humidification permanente.

- * **Séchage**

Risque de déformation, risque de cémentation, risque de fentes, risque de collapse.

Pour chaque essence, un programme de séchage est proposé à titre indicatif parmi neuf programmes de séchage pour une mise en application dans un séchoir à air chaud climatisé. Chaque programme est constitué de cinq phases successives : deux phases de préchauffage, le séchage, l'équilibrage et le refroidissement.

- * **Sciage et usinage**

Effet désaffûtant, denture nécessaire pour le sciage, outils d'usinage recommandés, aptitude au déroulage, aptitude au tranchage.

- * **Assemblage**

Comportement du bois au clouage et au vissage, au collage.

- * **Classements commerciaux**

Règle(s) de classement d'aspect des sciages appliquée(s) et éventuelle règle de classement visuel de structure.

*** Réaction au feu**

*** Principales utilisations**

Les possibilités d'emploi d'un bois dépendent directement de ses propriétés technologiques. La liste des utilisations mentionnées est non exhaustive. Elle correspond aux principales utilisations connues qui doivent être validées par une mise en œuvre respectant les règles de l'art. Certaines utilisations sont mentionnées à titre d'information (utilisations traditionnelles, régionales ou anciennes).

*** Principales appellations vernaculaires** dans les principaux pays producteurs et noms commerciaux en usage dans les pays importateurs quand ils sont différents du nom pilote ATIBT.

En début d'ouvrage, une notice explicative détaillée reprend chacune de ces caractéristiques et en explicite l'intérêt pour qualifier ou caractériser un bois.

Chaque descriptif d'essence est illustré par trois types de photos :

* Deux photos de débit sur dosse et sur quartier (ou faux quartier), exemples ci-dessous



Angelim rajado (quarter sawn)

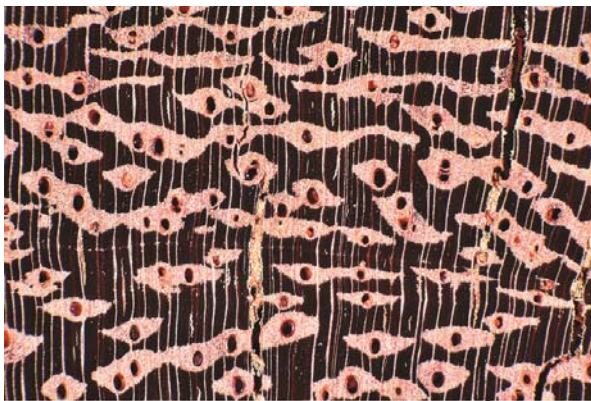


Koto (quarter sawn)

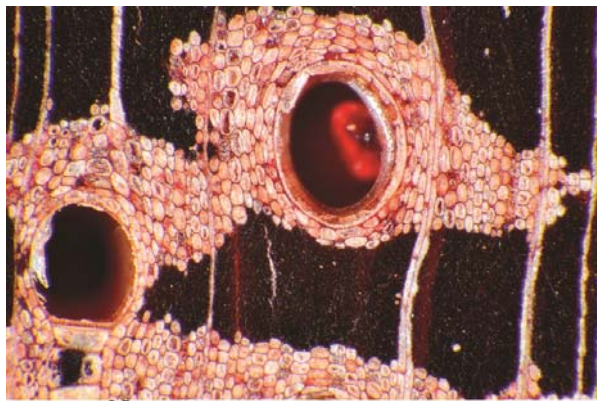


Pao rosa (flat sawn)

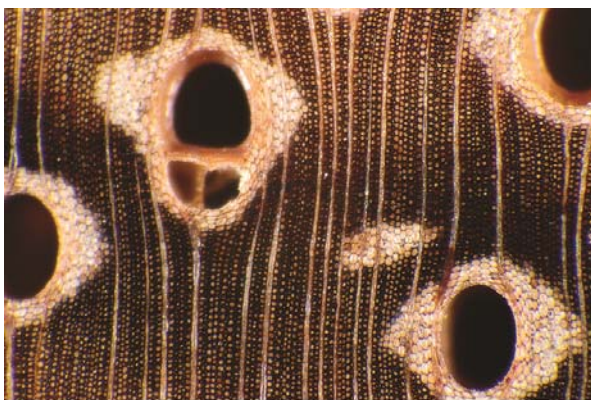
* Deux macrophotographies aux grossissements 20 et 115 (exemples ci-après). Ces macrophotographies sont des agrandissements de la surface du bois. Elles sont prises à l'aide d'un microscope équipé d'un appareil photographique. Elles représentent la surface du bois naturel préalablement poncée et polie. La vue à grossissement x 20 permet de visualiser le plan ligneux du bois en coupe transversale. La vue à grossissement x 115 donne davantage de détails sur la structure microscopique du bois.



Andira coriacea - magnification x 20



Andira coriacea - magnification x 115



Microberlinia bisulcata - magnification x 115



Peltogyne venosa - magnification x 20

* Une photo d'un ouvrage réalisé à partir du bois décrit, éléments de construction, meubles, menuiserie, voire objets d'art, instruments de musique, etc. (exemples ci-dessous).

	
<p>Okan "Drôle de Carré" Les Jardins Mallet-Stevens - Bois et Loisirs - Croix - France</p>	<p>Pin des Caraïbes (Caribbean Pine) Bardage résille de la Mairie de Hienghène - Nouvelle-Calédonie (Slats cladding on the Hienghène City Hall - New Caledonia</p>

4. Analyse et interprétation des données et résultats

Le cœur du projet, l'élaboration de l'Atlas des bois tropicaux, s'est déroulé suivant le processus initialement imaginé et proposé, en respectant les étapes pré-établies.

La définition de ce contenu a évolué au fur et à mesure de l'avancement du projet, cette évolution se traduisant principalement par une augmentation de la quantité d'informations et de données à intégrer dans l'Atlas.

Cela s'est traduit par :

- (1) Un passage de 290 essences initialement prévues à 300 essences décrites en final dans l'Atlas ; un nombre supérieur d'essences décrites a même été envisagé à un moment donné (cf. rapports d'avancement n°2 et n°3) puis l'idée a été abandonnée.
Techniquement, cela aurait été possible car nous disposions des informations et données nécessaires, au CIRAD ou chez nos partenaires du Nord ou du Sud.
Le facteur bloquant pour une telle augmentation du nombre d'essences dans l'Atlas a été lié au budget disponible pour l'édition de l'Atlas sous format papier ; le coût de cette édition papier est lié au nombre de pages de l'ouvrage ; ce nombre de pages ne pouvait pas dépasser un certain seuil.
- (2) L'intégration de macrophotographies, agrandissements de la surface du bois et prises à l'aide d'un microscope équipé d'un appareil photographique (grossissement x20 et grossissement x115), d'un intérêt technique, scientifique et esthétique évident.
- (3) La refonte complète des programmes de séchage dont le format « table de séchage » disponible dans le logiciel Tropix était apparu comme devenant obsolète.
Initialement, il était prévu que les programmes associés à chaque essence apparaissent dans chacun des descriptifs techniques ; une telle intégration de ces programmes de séchage dans le contenu du texte aurait facilité la lecture de la rubrique séchage.
Cette idée a été abandonnée pour les mêmes raisons que celles évoquées au point (1) précédent : chacun des descriptifs aurait pris trop d'ampleur, passant de 3 à 4 pages, soit une augmentation de 300 pages ; cela n'était pas envisageable pour des raisons budgétaires.

Cas spécifique de la conductivité thermique λ des bois

L'intégration de cette caractéristique dans les descriptifs technologiques des bois était une demande des professionnels de la filière bois, notamment ceux spécialisés dans les revêtements de sols techniques (planchers et parquets de différents types) ou travaillant sur les problèmes isolation thermique des bâtiments (sujet très sensible en région tropicale).

Cette caractéristique n'était pas disponible pour les bois tropicaux, ou de façon trop fragmentaire, tant au CIRAD que dans la littérature scientifique internationale.

Une campagne d'essais s'est donc avérée nécessaire ; elle a été menée au sein du Groupe d'Étude des Matériaux Hétérogènes (G.E.M.H. – EA 3178), laboratoire du Centre Européen de la Céramique (87000 Limoges – FR)¹, spécialiste national pour ce type de mesure.

¹ www.cec.unilim.fr

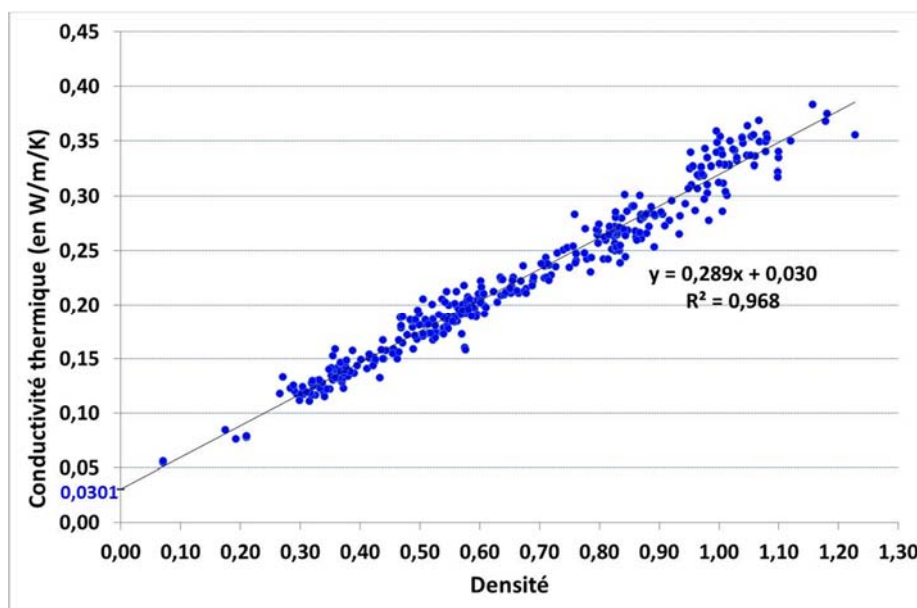
Pour cette campagne d'essais, une large gamme d'essences a été sélectionnée afin de couvrir une gamme de densités la plus étendue possible. Ainsi, 95 essences ont été testées, de densité comprise entre 0,07 (Balsa) et 1,15 (Tali).

Le fait de tester une large gamme de densités avait pour objectif de déterminer, à partir des résultats sur ces bois, une loi de passage générale entre la densité et le coefficient de diffusion thermique ; l'analyse de la littérature internationale a montré que ce type de loi a déjà été obtenu, mais sur un nombre limité d'espèce (Peter Niemz, 2007²).

Sachant qu'il n'était pas possible dans le cadre du projet de déterminer cette caractéristique pour l'ensemble des essences étudiées, l'étude sur un nombre « limité » débouchant sur ce type de loi de passage permet d'estimer la conductivité thermique pour l'ensemble des bois.

Le graphique ci-après montre le type de relation obtenue.

La très bonne corrélation entre les deux caractéristiques permet d'obtenir une très bonne estimation de λ pour l'ensemble des bois de l'Atlas.



Au-delà du projet OIBT et de la réalisation de l'Atlas des bois tropicaux, cette campagne d'essais pour déterminer la conductivité des bois tropicaux constitue une contribution reconnue par les parties prenantes à l'amélioration des connaissances sur les bois tropicaux. Ces résultats ont été présentés à la communauté scientifique en novembre 2015 à l'occasion des 4^{ème} Journées Scientifiques du Groupement de Recherche Bois à Clermont-Ferrand (<https://ur-biowoeb.cirad.fr/actualites/journees-scientifiques-du-gdr-bois-2015>).

Plusieurs actions de promotion ont été conduites pour faire connaître l'Atlas des bois tropicaux, et d'autres vont être menées à court ou moyen terme car cette promotion est une opération de longue haleine qui doit s'inscrire dans le temps.

Les principales actions de promotion et de dissémination conduites avant ou après la sortie de l'ouvrage sont les suivantes :

² Untersuchungen zur Wärmeleitfähigkeit ausgewählter einheimischer und fremdländischer Holzarten - Bauphysik 29 (2007), Heft 4

- ✓ A l'occasion du Forum international sur le développement durable de la filière bois dans les pays du bassin du Congo (21-22 octobre 2013 Brazzaville, République du Congo) co-organisé entre autres par l'OIBT et l'ATIBT, le projet TMT-SPD 010/12 Rev.1 (M) a été présenté aux participants à ce forum. Un kakémono a été élaboré à cette occasion et présenté au forum (voir maquette du kakémono en **annexe 1**).
- ✓ Au Carrefour International du Bois à Nantes (le plus important trade-show du Bois en France, organisé tous les 2 ans) : présentation du kakémono et échanges avec les opérateurs de la filière de passage sur le stand CIRAD (juin 2014).

Présentation de l'Atlas des bois tropicaux :

- ✓ Lors des Journées Scientifiques du Groupement de Recherche Bois³ à Clermont-Ferrand (novembre 2015, <https://ur-biwooeb.cirad.fr/actualites/journees-scientifiques-du-gdr-bois-2015>).
- ✓ Lors des Journées Scientifiques du Groupement de Recherche Bois à Bordeaux (novembre 2016, <https://ur-biwooeb.cirad.fr/actualites/biwooeb-au-gdr-sciences-du-bois>) : présentation d'un poster (voir **annexe 2**).
- ✓ A Yaoundé au Cameroun, successivement lors de deux sessions de formation dispensées à des jeunes cadres du Ministère des Forêts puis lors des restitutions devant les représentants de ce Ministère (novembre-décembre 2015, puis janvier 2017).
- ✓ Lors du séminaire annuel du réseau Innovawood⁴ (Montpellier, mars 2016), en *side-event*, présentation de l'Atlas sous forme d'un diaporama court et d'un kakémono en anglais (voir **annexe 3**).
- ✓ Lors du forum AIBT à Dubaï (<https://ur-biwooeb.cirad.fr/actualites/forum-atibt-a-dubai>).
- ✓ Lors du 48^{ème} congrès de l'*International Research Group on Wood Protection* organisé Gand (Belgique) du 4 au 8 Juin 2017 (présentation du kakémono en anglais).
- ✓ Sur le site internet de l'UR BioWooEB du CIRAD (<https://ur-biwooeb.cirad.fr/actualites/sortie-de-l-atlas-des-bois-tropicaux>)
- ✓ Sur le site internet du CIRAD (<http://www.cirad.fr/actualites/toutes-les-actualites/articles/2016/ca-vient-de-sortir/atlas-des-bois-tropicaux>)

³ Le Groupement de recherche (GDR) Sciences du bois se compose d'une communauté de 52 équipes ou unités françaises de recherche dont 6 du Cirad : UMR Iate, UMR Ecofog, UMR Agap, UMR Amap, UR Biomasse-énergie et UR Bois tropicaux et méditerranéens. Ses objectifs généraux sont les suivants : (i) Structurer la recherche sur le bois et les matériaux du végétal en France en renforçant sa visibilité nationale ; (ii) Favoriser les transferts de compétences et collaborations inter-équipes, et la pluridisciplinarité ; (iii) Identifier les verrous et enjeux et stimuler les recherches dans des directions jugées importantes par la communauté scientifique.

Au-delà des thèmes spécifiques abordés par les équipes motivées par le GDR, une thématique générale fédère de manière transversale la communauté scientifique impliquée : les déterminismes des qualités des bois.

⁴ INNOVAWOOD est un réseau qui regroupe les principaux laboratoires européens de la filière forêt-bois ainsi que plusieurs grandes entreprises privées du secteur ; sa vocation première est de constituer une interface avec l'Union Européenne et faire du lobbying pour faire prendre en compte les problématiques scientifiques relatives au secteur forêt-bois dans les programmes de recherche européens.

5. Conclusions

Aujourd'hui, l'Atlas est diffusé largement et de nombreux opérateurs l'utilisent et le considèrent comme un outil de référence pour leur travail d'achat, vente, transformation et mise en œuvre des bois tropicaux.

En particulier, l'Atlas contient des descriptions d'essences qui arrivent sur le marché et que les opérateurs cherchent à promouvoir.

Pour ces opérateurs, l'utilité de l'Atlas est immédiate en tant qu'outil de promotion et de dissémination des informations et connaissances sur ces nouveaux bois.

Nous avons eu en particulier des retours dans ce sens pour des essences africaines telles que : Angueuk, Bodioa, Congotali, Ekaba, Essia, Eyoum, latandza, Kanda brun, Kanda rose, Lati, Limbali, Lotofa, Monghinza, Osanga, Ossoko, Safukala, Sougue, Vesambata, Wamba.

Lors de récentes visites et discussions avec certains de ces opérateurs, il a été particulièrement satisfaisant de constater que l'Atlas trônait en bonne place sur leur bureau. Cela montre que cet ouvrage est devenu pour eux un outil utilisé au quotidien !

L'Atlas des bois tropicaux est disponible pour les opérateurs de la filière bois tropical, sous format papier, pdf ou epub.

Les formats pdf et epub peuvent être diffusés sans limite et sans risque d'épuisement.

La version française sous format papier a fait l'objet d'un tirage à 900 exemplaires.

Dès que ce tirage sera épuisé, une nouvelle édition sera engagée, et nous profiterons de ce nouveau tirage pour apporter quelques amendements ou améliorations, déjà identifiés comme nécessaires.

Ce nouveau tirage ne fera pas l'objet de modifications majeures.

En revanche, nous avons déjà des retours d'opérateurs qui nous interrogent sur la possibilité d'intégrer de nouvelles essences dans une future nouvelle édition de l'ouvrage.

Ainsi, nous commençons d'ores et déjà à établir une liste d'essences qui devront être décrites dans un futur *Atlas des bois tropicaux n°2* dont la réalisation pourrait être envisagée à court ou moyen terme.

Cette nouvelle version pourrait présenter 150 nouveaux descriptifs, soit un total de 450 essences décrites.

6. Recommandations

Les recommandations portent sur l'utilisation de l'Atlas des bois tropicaux, l'usage qui peut en être fait, mais aussi les limites de son utilisation, ceci pour chacune des rubriques qui le composent.

Les noms pilotes retenus proviennent de la Nomenclature générale des bois tropicaux publiée par l'Association technique internationale des bois tropicaux (ATIBT) en 2016. Cet ouvrage de référence est reconnu internationalement, notamment en Europe pour la mise en œuvre du Règlement sur le bois de l'Union européenne (RBUE).

Pour quelques essences, le nom pilote de la nomenclature, qui est l'appellation de référence, est couplé à une seconde appellation commerciale fréquemment utilisée, identifiée par un astérisque (*). Les essences concernées par cette double appellation sont les suivantes :

Alan / Alan-Batu* ; Anzèm / Nténé* ; Balau Yellow / Bangkirai* ; Catucaém / Louro faia* ; Coração de negro* / Panacoco ; Cryptomeria* / Sugi ; Dukali / Amapa* ; Fuma / Fromager* ; Grenadillo / Grenadille d'Afrique* ; Kurokaï / Breu* ; Mango / Machang* ; Manniballi / Manil montagne* ; Pashaco / Paricá* ; Pinus kesiya* / Kesiya Pine ; Pinus merkusii* / Merkusii Pine ; Pinus patula* / Patula Pine ; Teck* / Teak.

Certains noms botaniques sont associés aux abréviations suivantes :

- « spp. » (*species pluralis*) et « p.p. » (*pro parte*). Selon les codes de botanique, l'abréviation « spp. » signifie plus d'une espèce du genre et peut inclure toutes les espèces du genre ce qui peut prêter à confusion. En effet, suivant les différents auteurs, cette abréviation est utilisée soit pour désigner de façon non exhaustive plusieurs espèces d'un même genre, soit pour désigner l'ensemble des espèces du genre.

De ce fait, dans cet Atlas, l'abréviation « p.p. » est utilisée pour les essences de bois regroupant plusieurs espèces du même genre sans que la totalité des espèces de ce genre ne soit concernée.

- « subgen. » (sous-genre). Dans un genre donné, plusieurs espèces ayant une grande proximité botanique peuvent être regroupées dans un sous-genre. Dans un sous-genre, l'essence peut correspondre à toutes les espèces, à plusieurs espèces non listées exhaustivement ou à une partie d'entre elles, selon les mêmes règles que celles précédemment énoncées.

Bien que la couleur et l'aspect d'un bois soient en général spécifiques à une essence donnée, la couleur n'est pas un facteur constant d'un arbre à un autre ou d'une pièce de bois à une autre pour la même espèce. Elle peut varier en fonction de différents paramètres et évolue dans le temps. Les variations de pente de fil (par exemple, contrefil, fil ondulé) et du taux d'humidité du bois peuvent altérer la perception de la couleur.

Le descriptif de la couleur des bois mentionné dans la note de la rubrique « Description du bois » met l'accent sur la plage de variation rencontrée. Il ne prend pas en compte, entre autres, l'évolution de la couleur des bois exposés aux intempéries.

Les valeurs des propriétés physiques et mécaniques (valeurs moyennes) sont issues des essais réalisés dans les laboratoires du Cirad ou de la littérature internationale. Elles sont à utiliser avec prudence, compte tenu du caractère très variable des propriétés des bois.

Cette variabilité est bien connue de tous les professionnels. Elle dépend de nombreux facteurs externes ou internes : âge des arbres, position du bois à l'intérieur du tronc, maturité du bois et conditions de croissance (type de sol, pluviométrie, climat...).

Sauf mention particulière relative à l'aubier, les caractéristiques de durabilité naturelle mentionnées pour chaque essence concernent le duramen des bois arrivés à maturité. L'aubier doit toujours être considéré comme non durable vis-à-vis des agents de dégradation biologique du bois.

Un bois dont l'humidité en service est inférieure à environ 20 % présente peu de risques d'être attaqué par les champignons. Des températures inférieures à 5 °C environ empêchent tout développement des champignons. De même, des bois immergés ou portés à des températures élevées (de l'ordre de 60 °C) ne sont jamais attaqués par les champignons quelle que soit leur durabilité naturelle. La résistance des bois aux champignons est déterminée sur des échantillons de dimensions normalisées mis en présence de souches de champignons dans des conditions ambiantes contrôlées. Ces essais durent plusieurs mois.

Le comportement général du bois durant son séchage artificiel est décrit et évalué qualitativement. Pour certaines essences, les précautions d'usage sont rappelées pour assurer une bonne qualité de séchage.

Pour chaque essence, un programme de séchage est proposé à titre indicatif pour une mise en application dans un séchoir à air chaud climatisé (ACC).

Les neuf programmes de séchage proposés ont été élaborés en collaboration avec Monsieur Gérard Gandon (Olergie), en utilisant comme référence les programmes édités par Cathild Industrie.

Pour chaque essence, le programme de séchage est donné à titre indicatif pour des bois d'épaisseur inférieure à 35 mm. Il est à valider par une mise en application dans le respect des règles de l'art. Pour des bois d'épaisseur comprise entre 35 et 55 mm, il est conseillé d'augmenter l'humidité relative de l'air de 5 % à chaque étape du séchage (par exemple, 30 % pour une épaisseur de 27 mm et 35 % pour une épaisseur de 41 mm) et de diminuer la température de 3 °C à chaque étape du préchauffage, du séchage et de l'équilibrage.

Pour des bois d'épaisseur supérieure à 55 mm, il est conseillé d'augmenter l'humidité relative de l'air de 10 % à chaque étape du séchage et de diminuer la température de 5 °C à chaque étape du préchauffage, du séchage et de l'équilibrage.

Les possibilités d'emploi d'un bois dépendent directement de ses propriétés technologiques.

La liste des utilisations mentionnées est non exhaustive. Elle correspond aux principales utilisations connues qui doivent être validées par une mise en œuvre respectant les règles de l'art. Certaines utilisations sont mentionnées à titre d'information (utilisations traditionnelles, régionales ou anciennes).

Les principaux noms vernaculaires en usage dans les pays producteurs sont mentionnés, ainsi que les noms commerciaux en usage dans les pays importateurs quand ils sont différents du nom pilote ATIBT.

Pour chaque essence décrite, la liste des « Principales appellations vernaculaires » n'est pas exhaustive. Résultant d'une compilation très complète, un inventaire quasi exhaustif de ces appellations vernaculaires est proposé sur le site du Forest Products Laboratory de Madison (États-Unis). www.fpl.fs.fed.us/search/commonname_request.php.

7. Implications pratiques

Comme indiqué dans le titre du projet, l'Atlas des bois tropicaux constitue une 1^{ère} édition de cet ouvrage. Elle devra être suivie d'autres éditions contenant :

- davantage de descriptions d'essences : 300 essences sont décrites dans la version actuelle ; une seconde version décrivant 450 essences est en perspective,
- davantage de propriétés décrites : des descriptions anatomiques des bois sont envisagées, reprenant les différents paramètres descripteurs du plan ligneux des bois, en complément des deux grossissements de macrophotographies,
- pour certaines propriétés, davantage d'essences couvertes : c'est le cas notamment du PCI (pouvoir calorifique inférieur) qui, dans cet Atlas, est donné uniquement pour 155 essences sur les 300 décrites,
- davantage d'illustration d'essences par des photos d'ouvrages et d'utilisations.

L'Atlas des bois tropicaux « appartient » aux utilisateurs qui doivent se « l'approprier ». Ils doivent avoir à l'esprit que ce produit doit évoluer pour leur apporter toujours plus d'informations aussi pertinentes possibles, et directement utilisables par eux.

Les auteurs de l'Atlas sont demandeurs de tous retours, suggestions, propositions relatifs au fond ou à la forme de l'ouvrage.

Bibliographie

- Bello E.D., Mosteiro A.P., 1997. Manual on the Properties and Uses of Lesser-Used Species of Philippine Timbers. FPRDI-ITTO Project PD 47/88 Rev. 3(1). Utilization of Lesser-Used Species as Alternative Raw Materials for Forest-Based Industries, College, Los Baños, Laguna, Philippines, 98 p.
- Cathild Industrie, 2012. Savoir sécher le bois – Programmes de séchage. Mansigné, France, 283 p.
- Centre technique forestier tropical (CTFT), 1989. Nouvelles essences commercialisables d'Afrique et d'Amérique latine : 10 essences africaines, 10 essences sud-américaines. 20 fiches de 4 pages, OIBT-CTFT, Nogent-sur-Marne, France (français, anglais, espagnol).
- Chudnoff M., 1984. Tropical Timbers of the World. USDA, Forest Service, 464 p.
- De Souza M.H., Alves Camargos J.A., 2014. Madeiras Tropicais Brasileiras. Volume 2. Ministério do Meio Ambiente, Serviço Florestal Brasileiro, Diretoria de Pesquisa e Informação, Laboratório de Productos Florestais, Brasília, Brésil, 156 p.
- De Souza M.H., Mendonça Magliano M., Alves Camargos J.A., 1997. Madeiras Tropicais Brasileiras. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Diretoria de Recursos Naturais Renováveis – Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação, Laboratório de Produtos Florestais, Brasília, Brésil, 150 p.
- Gérard J., Miller R.B., ter Welle B.J.H., 1996. Major Timber Trees of Guyana. Timber Characteristics and Utilization. The Tropenbos Foundation Wageningen, Wageningen, Pays-Bas, 224 p.
- Ghana Timber Marketing Board, 1969. Ghana Hardwoods. Takoradi, Ghana, 109 p.

- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 1981. Madeiras da Amazônia. Características e utilização. Volume I, Floresta Nacional do Tapajós. Brasília, Brésil, 113 p.
- Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 1981. Madeiras da Amazônia. Características e utilização. Volume II, Estação Experimental de Curuá-Una, Brasília, Brésil, 239 p.
- Lee Yew Hon, Chu Yue Pun, 1974. Commercial Timbers of Peninsular Malaysia. Department of Forestry, Malaysian Timber Industry Board, Malaisie, 137 p.
- Loupe D., Oteng-Amoako A.A., Brink, M. (eds), 2008. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 7(1). Bois d'oeuvre 1. [Traduction de Plant Resources of Tropical Africa 7(1). Timbers 1. 2008]. Fondation PROTA, Wageningen, Pays-Bas, Backhuys Publishers, Leiden, Pays-Bas ; CTA, Wageningen, Pays-Bas, 785 p.
- Martawijaya A., Kartasujana I., Kadir K., Among Prawira S., 1986. Indonesian Wood Atlas, Volume 1. Department of Forestry, Agency for Forestry Research and Development, Forest Products Research and Development Centre, Bogor, Indonésie, 186 p.
- Paradis S., Guibal D., Vernay M., Beauchêne J., Brancheriau L., Cabantous B., Chalon I., Daigremont C., Détienne P., Fouquet D., Langbour P., Lotte S., Mejean C., Thévenon M.F., Thibaut A., Gérard J., 2011. Tropix 7. Caractéristiques technologiques de 245 essences tropicales et tempérées (Technological Characteristics of 215 Tropical Timbers). Cirad, Montpellier, France. (français et anglais).
- Rakotovo G., Rabevohitra A.R., Collas de Chatelperron P., Guibal D., Gérard J., 2012. Atlas des bois de Madagascar. Coll. Guide pratique, Éditions Quæ, 416 p.
- The Malaysian Timber Industry Board, 1986. 100 Malaysian Timbers. Kuala Lumpur, Malaisie, 226 p.
- Wong T.M., Lim S.C., Chung R.C.K., 2016. A Dictionary of Malaysian Timbers. Forest Research Institute Malaysia, Kepong, Kuala Lumpur, Malaisie. Malaysian Forest Records, 30, 226 p.



Unité de Recherche Biomasse, Bois, Energie, Bioproduits

BioWooEB

Research Unit Biomass, Wood, Energy, Bioproducts

Projet OIBT-CIRAD-ATIBT n° TMT-SPD 010/12 Rev.1 (M)

Edition de l'ouvrage :

Atlas des bois tropicaux – 1^{ère} édition :

Caractéristiques technologiques

et utilisations de 273 essences tropicales (et 17 tempérées)



Ce projet a pour objectif

- de réaliser, publier et diffuser un Atlas des bois tropicaux reprenant les informations contenues dans la dernière version du logiciel TROPIX (version 7 - 2011) diffusé par le CIRAD.
- La toute première version de ce logiciel avait été réalisée à la fin des années 80 par le CTFT (département forestier du CIRAD) grâce au soutien financier de l'OIBT.



Ce nouvel Atlas a pour vocation

- de succéder aux trois anciens Atlas des bois d'Afrique, d'Amérique du sud, et d'Asie, le dernier de ces trois ouvrages (sur les bois d'Amérique du sud) ayant été réalisé et publié en 1988 par le CTFT et l'ATIBT grâce au soutien financier de l'OIBT.



Cet Atlas sera publié

- en français et en anglais (TROPIX est disponible dans ces 2 langues). Son édition sera associée à la sortie d'une nouvelle version de TROPIX (version 8) décrivant un nombre d'essences supérieur à celui de la version 7 actuelle (290 au total, 273 tropicales et 17 tempérées, au lieu de 245 actuellement), avec de nouvelles caractéristiques technologiques demandées par les opérateurs de la filière-bois.

Financement : OIBT - CIRAD
Agence d'exécution : CIRAD
Durée du projet : 2 ans (2013-2015)



Atlas des bois tropicaux Annexe 2

GERARD Jean*, GUIBAL Daniel¹, PARADIS Sébastien¹, CERRE Jean-Claude

* Contact auteur : jean.gerard@cirad.fr

¹ U.R. BioWooEB, CIRAD

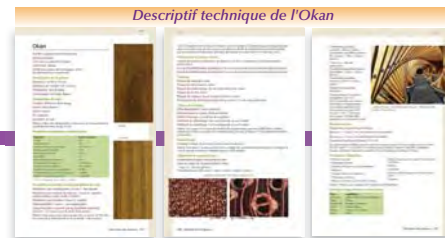


Cadre de réalisation

Programme thématique *Transparence du commerce et des marchés* (TMT) de l'Organisation Internationale des Bois Tropicaux (OIBT / ITTO) :
Projet TMT-SPD 010/12 Rev.1 (M)



Contenu



+ 55 nouvelles essences en plus des 245 actuelles disponibles dans Tropic, soit un total de 300 essences décrites

+ Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) et conductivité thermique des bois (λ)

+ Programmes de séchage entièrement remaniés en utilisant comme référence les programmes édités par Cathild Industrie

+ 5 illustrations par essence :

- deux macrophotographies grossissement 20 et grossissement 115,
- deux photos de débit sur dosse et sur quartier (ou faux quartier),
- une photo d'ouvrage : construction, aménagement extérieur, menuiserie, meuble, instrument de musique, objet d'art...



© Cirad, Jean Gérard, Daniel Guibal



© Jean-Claude Cerre
Andira conacea (x 115)



© Jean-Claude Cerre
Peltogyne venosa (x 20)



© Jean-Claude Cerre
Dialium platysepalum (x 115)



© Dinitia Mignot

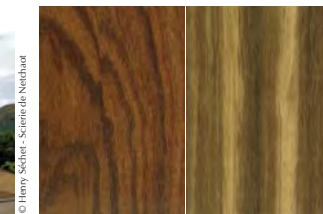
Pont d'U Bein (le plus long pont en Teck du monde, 1200 mètres, construit en 1849 avec des billes récupérées lors d'un déménagement d'une cité royale) - Mandalay (Birmanie)



© René & Klob
Maison d'habitation (bardage en Wamara) - Durable Wood Products - Georgetown (Guyana)



© Henry Scherer - Sciences du Net/hoort
Bardage résille en Pin des Caraïbes - Mairie de Hienghène - Les Charpentiers du Nord - Nouvelles-Calédonie

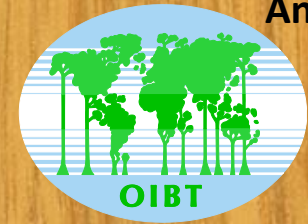


© Cirad, Daniel Guibal
Pao rosa (dosse) Avoura (quartier)

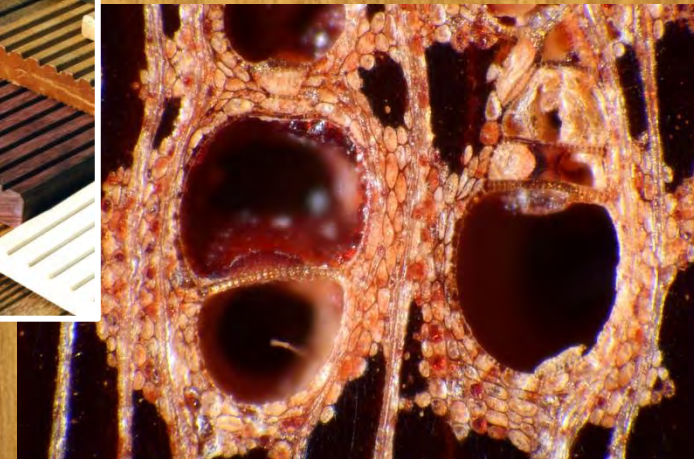
Un outil de référence pour tous les opérateurs de la filière-bois, en France et à l'étranger, mais aussi pour les établissements de recherche et d'enseignement, pour les institutionnels, ainsi que pour les donneurs d'ordre, les architectes, les maîtres d'œuvre, les maîtres d'ouvrage, et de façon générale pour tous les professionnels qui transforment et mettent en œuvre des bois tempérés ou tropicaux, ou qui projettent de le faire.

Références

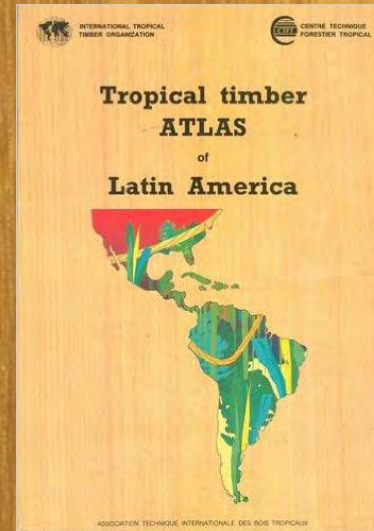
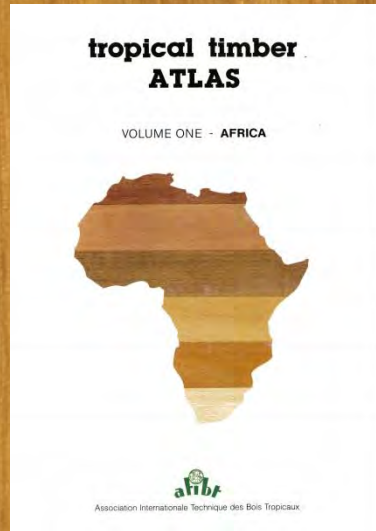
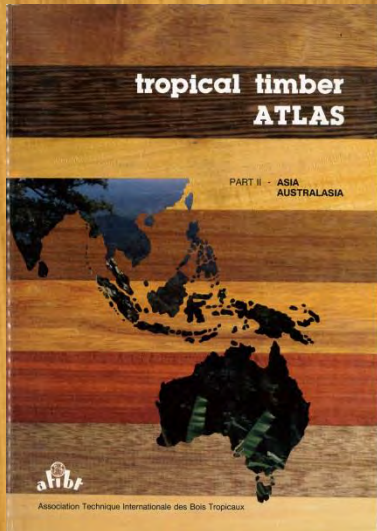
Association Technique Internationale des Bois Tropicaux (2016). Nomenclature générale des bois tropicaux. 7e édition, français/anglais, ATIBT, Nogent-sur-Marne, France, 152 p.
Paradis S., Guibal D., Gérard J., Beauchêne J., Brancher L., Cabantous B., Châlon I., Daigremont C., Détière P., Fouquet D., Langbour P., Lotte S., Méjean C., Parant B., Thévenon M.F., Thibaut A., Vernay M. (2015). Tropic 7.5.1 - Caractéristiques technologiques de 245 essences tropicales et tempérées (Technological Characteristics of 215 Tropical Timbers). Logiciel de gestion de données, version française et anglaise, CIRAD.



Preparation of the Publication
Atlas of Tropical Timber Species - 1st Edition:
*Technological Characteristics
and Uses of 273 Tropical Timber Species
(and 17 Temperate Species)*



Revised and updated data on Tropical timber species from:



+ other species

+ other properties: thermal conductivity, higher heating value, ...

+ photos



Unité de Recherche Biomasse, Bois, Énergie, Bioproduits

BioWooEB

Research Unit Biomass, Wood, Energy, Bioproducts

Project OIBT-CIRAD-ATIBT n°TMT-SPD 010/12 Rev.1 (M)

Preparation of the Publication

Atlas of Tropical Timber Species - 1st Edition:

Technological Characteristics
and Uses of 273 Tropical Timber Species
(and 17 Temperate Species) (France)



This project aims to prepare

- publish and disseminate an Atlas of Tropical Timber Species. The data is extracted from the most recent version of the software TROPIX (version 7.5 - 2015) disseminated by CIRAD.
- CTFT (former forestry department of CIRAD) developed the very first version of this software in the end of the eighties with the ITTO's financial support.



This new Tropical Timber Atlas

- renews and updates three previous Atlases on timbers from Africa, South America and South-East Asia.
- CTFT and ATIBT did publish the South-American timbers Atlas in 1988 with the ITTO's financial support.



The new Atlas

- will be in both French and English. The software TROPIX is also available in these two languages.
- The publication will be combined with a new version of TROPIX (version 8). More timber species descriptions (290 all in all, 273 tropical and 17 temperate) are available in the Atlas.



Funding agencies: OIBT - CIRAD

Executing agency: CIRAD

Project duration: 3 years (2013-2016)

