

## R É S U M É

## QUALITÉ DES BOIS DE TECK ISSUS DE PLANTATIONS TROPICALES AMÉNAGÉES

## Avec une mention particulière aux plantations indiennes

Depuis le développement récent des plantations commerciales dans la plupart des pays tropicaux, la qualité des bois de teck à croissance rapide suscite un intérêt grandissant. Du fait du peu de données disponibles, des critères de la qualité de ces bois ont été choisis afin de faciliter le contrôle de leurs propriétés. Contrairement à l'opinion générale, les arbres dominants (phénotypiquement supérieurs) à croissance rapide comportent une proportion plus élevée de bois de cœur pendant la phase juvénile de croissance, jusqu'à la 21<sup>e</sup> année, les différences ne sont plus significatives pour des arbres adultes âgés de 55 et de 65 ans. La rapidité de la croissance a eu très peu d'effet sur la résistance des bois de teck issus de plantations de 13, 21, 55 et 65 ans. Le teck a l'avantage de produire du bois de très grande résistance dans des conditions de rotation relativement courtes de 21 ans, dans les plantations favorables à sa croissance. Les données sur des plantations de tecks juvéniles sous une exploitation intensive montrent que: (a) les provenances à croissance rapide peuvent être sélectionnées pour l'exploitation du teck sans une réduction de la densité du bois; (b) la sélection d'arbres individuels au sein d'une même provenance offre de meilleures possibilités d'améliorer la densité du bois que la sélection de provenances relevant de programmes d'amélioration; (c) la densité du bois n'est pas toujours, par elle-même, le meilleur indicateur d'une amélioration génétique globale de la qualité du bois; (d) une croissance plus rapide dans des plantations forestières relativement jeunes, favorisée par l'utilisation judicieuse de matériel génétique et d'intrants, peut être avantageuse sur le plan du volume de bois de cœur produit par arbre et de la résistance du bois; (e) il est probable que le bois juvénile issu de plantations d'exploitation intensive diffèrera du bois de teck classique par le grain et la texture, ce qui modifiera la valeur marchande du bois; (f) la recherche sur la durabilité du bois, le traitement préventif de l'ubier, les propriétés de résistance et les normes de qualité ainsi que les règles de classement du teck à croissance rapide doit être approfondie dans des conditions d'exploitation intensive.

**Mots-clés :** *Tectona grandis*, plantation forestière, arbre plus, opération forestière, propriétés technologiques.

## A B S T R A C T

## TIMBER QUALITY OF TEAK FROM MANAGED TROPICAL PLANTATIONS

## With special reference to indian plantations

With the recent development of commercial plantations throughout most of the tropics, there has been renewed interest in fast-grown teak timber quality. Some selected wood properties of fast-grown teak are appraised on the basis of current limited data to determine the quality of timber from intensively managed plantations. Contrary to common opinion, fast-growing dominant (phenotypically superior) trees were found to yield a higher percentage of heartwood per tree during the juvenile period (up to 21 years), whereas the differences were not significant in the mature period (55 and 65 years). Faster growth had very little effect on the strength of timber from 13-, 21-, 55- and 65-year-old plantations. Teak offers potential for producing timber of optimum strength with relatively short rotations of 21 years at suitable plantation sites. Data from intensively managed juvenile teak plantations indicate that: (a) fast-growing provenances/clones can be selected for teak management without reducing wood specific gravity. (b) Selection of individual trees within a specific provenance offers greater potential than selection of provenances in breeding programmes for the purpose of improving wood specific gravity. (c) Wood specific gravity is not always the best single indicator of overall genetic improvement of timber quality. (d) Faster growth in relatively young forest plantations with judicious fertilizer application/genetic inputs can be advantageous in terms of heartwood volume per tree and timber strength. (e) Juvenile wood from intensively managed plantations will likely differ from traditional teakwood with respect to grain and texture, thus influencing the market value of the timber. (f) More research is required on timber durability, preservative treatment of sapwood, strength properties, and quality standards/grading rules of fast-grown teak under high input management conditions.

**Key words:** *Tectona grandis*, forest plantation, dominant tree, forestry operation, technological properties.

## R E S U M E N

## CALIDAD DE LA MADERA DE TECA DE PLANTACIONES TROPICALES MANEJADAS

## Con especial referencia a las plantaciones indias

El reciente desarrollo de las plantaciones comerciales en la mayoría de los países tropicales ha provocado un creciente interés por la calidad de la madera de teca de crecimiento rápido. Algunas propiedades de la teca de crecimiento rápido se evalúan en función de los limitados datos actualmente disponibles para determinar la calidad de la madera de plantaciones de explotación intensiva. Se ha observado que, al contrario de lo que se pensaba, los árboles plus de crecimiento rápido (fenotípicamente superiores) producen un porcentaje más alto de duramen por árbol durante el periodo juvenil (hasta los 21 años), mientras que las diferencias eran insignificantes en árboles maduros (55 y 65 años). La rapidez de crecimiento apenas afecta a la resistencia de maderas de teca de plantaciones de 13, 21, 55 y 65 años. Una de las cualidades de la teca es la producción de madera de muy alta resistencia en rotaciones relativamente cortas (21 años) en plantaciones adecuadas para su crecimiento. Los datos procedentes de plantaciones de teca juvenil de explotación intensiva indican que: (a) las procedencias/clones de crecimiento rápido pueden seleccionarse para la explotación de la teca sin reducir la densidad de la madera; (b) la selección de árboles individuales dentro de la misma procedencia proporciona mejores posibilidades para mejorar la densidad de la madera que la selección de procedencias dependiente de los programas de mejora; (c) la densidad de la madera no es siempre el mejor indicador de una mejora genética global en la calidad de la madera; (d) un crecimiento más rápido en plantaciones forestales relativamente jóvenes, favorecido por el empleo razonable de fertilizantes e insumos genéticos puede ser ventajoso en cuanto al volumen de duramen producido por árbol y a la resistencia de la madera; (e) es posible que la madera juvenil de plantaciones de explotación intensiva difiera de la madera clásica de teca en su grano y su textura, lo que modificará el valor comercial de la misma; (f) la investigación sobre la durabilidad de la madera, tratamiento preventivo de la albura, propiedades de resistencia y normas de calidad/ reglas de clasificación de la teca de crecimiento rápido debe intensificarse en condiciones de explotación de alta producción.

**Palabras clave :** *Tectona grandis*, plantación forestal, árbol plus, operación forestal, propiedades tecnológicas.

## R É S U M É

MÉTHODES NON DESTRUCTIVES D'ÉVALUATION *IN SITU* DE LA QUALITÉ DU BOIS DE TECK DE PLANTATION

Étant donné ses propriétés technologiques exceptionnelles, le teck (*Tectona grandis* Linn. f.) est l'un des bois tropicaux les plus prisés. Du fait d'une importante demande et de la disparition des aires naturelles du teck, le bois commercialisé provient essentiellement de plantations exploitées selon des rotations toujours plus courtes. Après avoir défini la notion de qualité du bois et ses critères d'évaluation, l'article décrit la méthodologie et les techniques originales non destructives mises au point par le CIRAD-Forêt pour évaluer la qualité des tecks sur pied. Cette méthodologie novatrice, centrée sur le teck, consistera à mesurer sur des échantillons prélevés sur les arbres, les caractères spécifiques corrélés à quelques facteurs technologiques qui affectent la qualité du bois et déterminent les possibilités d'utilisation. En principe, elle pourrait être appliquée à d'autres essences de plantation après les adaptations indispensables comme, par exemple, le calibrage de la spectrocromimétrie ou de la spectrométrie de réflexion dans le proche infrarouge ou NIRS (*near infrared spectroscopy*), une autre nouvelle technologie très prometteuse, qui est à l'étude au CIRAD-Forêt.

**Mots-clés :** *Tectona grandis*, bois de plantation, qualité, propriétés technologiques.

## A B S T R A C T

## NON-DESTRUCTIVE TECHNIQUES FOR WOOD QUALITY ASSESSMENT OF PLANTATION-GROWN TEAK

Teak (*Tectona grandis* Linn. f.), because of its outstanding technological properties, is one of the most preferred tropical timbers in the world. For this reason, and due to the depletion of natural stands, teak is increasingly produced on plantations with much shorter rotations. It would therefore be of interest to determine whether the wood quality is similar when it comes from natural forests and plantations. After defining how wood quality can be assessed, results from the literature and from CIRAD-Forêt indicate significant between- and within-tree variations in plantation-grown teakwood. This need for assessing wood quality of plantation-grown teak led CIRAD-Forêt to develop its own methodology and non-destructive assessment techniques on standing trees, which are presented hereafter. The methodological options proposed here are specifically focused on teak, taking into account its financial value, its specificity in terms of colour and high oleoresin and chemical extractive content. But basically, the same methodology could be applied to other plantation tree species, after some key adjustments (e.g. in spectrophotometry or NIR spectroscopy calibration, as described hereafter).

A new promising but more sophisticated technique, currently explored by CIRAD-Forêt and also explained in this paper, is fully warranted by the high market price of teak wood as well as the high investments required for teak plantation establishment and maintenance.

**Key words:** *Tectona grandis*, plantation wood, quality, technological properties.

## R E S U M E N

MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS PARA LA EVALUACIÓN *IN SITU* DE LA CALIDAD DE LA MADERA DE TECA DE PLANTACIÓN

La teca (*Tectona grandis* Linn. f.) es una de las maderas preciosas más apreciadas por sus excepcionales propiedades tecnológicas. A causa de la importante demanda y de la desaparición de las zonas naturales de teca, la madera comercializada proviene esencialmente de plantaciones que se explotan con rotaciones cada vez más breves. Tras definir la noción de calidad de la madera y los criterios de evaluación, el artículo describe la metodología y las técnicas originales no destructivas elaboradas por el CIRAD-Forêt para evaluar la calidad de las tecas en pie. Esta tecnología innovadora, centrada en la teca, medirá en muestras de árboles, las características específicas correlacionadas con algunos factores tecnológicos que afectan a la calidad de la madera y determinan las posibilidades de uso. En principio, esta técnica se podría aplicar a otras especies de plantación después de realizar algunas adaptaciones indispensables como, por ejemplo, el calibrado de la espectrofotometría o de la espectrometría de reflexión en el infrarrojo cercano (NIRS), otra prometedora técnica que estudia el CIRAD-Forêt.

**Palabras clave:** *Tectona grandis*, madera de plantación, calidad, propiedades tecnológicas.

## R É S U M É

### LE TECK EN FRANCE, POUR QUOI FAIRE ?

Le teck est l'une des essences les plus recherchées, en raison de certaines particularités physiques et technologiques. Le bois, léger à mi-lourd, présente une très bonne durabilité naturelle vis-à-vis des champignons lignivores et surtout une excellente stabilité en service. Sa couleur miel aux reflets parfois cuivrés et la sensation au toucher sont autant d'éléments qui contribuent à sa réputation. On retrouve, donc, le teck dans des emplois de prestige comme l'aménagement intérieur des bateaux, les parquets, le mobilier et bien d'autres utilisations « haut de gamme ». Avec l'arrivée récente sur le marché d'une production importante de teck provenant de plantations, les produits se sont multipliés et sont maintenant couramment commercialisés, y compris par la grande distribution (cas du mobilier de jardin et de plein-air). Cette multiplication de produits, appuyée par des campagnes publicitaires, semble déstabiliser le marché et inciter les producteurs à exploiter des tecks de plus en plus jeunes pour pouvoir répondre à la demande. Cette situation risque de provoquer une montée des prix qui, paradoxalement, sera accompagnée d'une baisse de la qualité des produits.

**Mots-clés :** *Tectona grandis*, produits forestiers, bois, provenance, utilisation, qualité, France.

## A B S T R A C T

### TEAK IN FRANCE: WHAT FOR?

Teak is one of the most sought-after species because of certain special physical and technological features. This light to mid-weight wood has very good natural durability where lignivorous fungi are concerned, and, most importantly, excellent stability in its various uses. Its honey-coloured hue with at times coppery highlights and the way it feels to the touch are other factors which contribute to its reputation. So we find teak being used for prestigious purposes such as the interior fittings of boats, parquet flooring, furniture, and many other "up-market" uses. With the recent arrival on the market of major teak production from plantations, the range of products has broadened, and is now regularly marketed by many outlets including mass marketing (in the case of garden and outdoor furniture). This increase in products, backed up by advertising campaigns, seems to be upsetting the market and prompting producers to use younger and younger teak trees in order to meet the demand. There is a risk that this situation will give rise to higher prices, which, paradoxically, will go hand in glove with lower product quality.

**Key words:** *Tectona grandis*, forest products, wood, provenance, use, quality, France.

## R E S U M E N

### SITUACIÓN DE LA MADERA DE TECA EN FRANCIA

La teca es una de las especies más estimadas debido a ciertas particularidades físicas y tecnológicas. La madera ligera o semipesada presenta una buena durabilidad natural frente a los hongos lignívoros y, sobre todo, una excelente estabilidad. Su color miel que a veces presenta reflejos cobrizos y su agradable sensación táctil han contribuido a su reputación. Se puede encontrar la teca en utilizaciones de prestigio como el acondicionamiento interior de barcos, entarimados, muebles y muchas otras utilizaciones de « gama alta ». Con la reciente llegada al mercado de una importante producción de teca procedente de plantaciones, los productos se han multiplicado y se ha ampliado su comercialización encontrándose incluso en la gran distribución (en muebles de jardín y aire libre). Esta multiplicación de productos, respaldada por campañas publicitarias, parece desestabilizar el mercado e incitar a los productores para que exploten tecas cada vez más jóvenes con el fin de satisfacer la demanda. Esta situación puede acarrear una subida de precios que, paradójicamente, se verá acompañada de una calidad inferior en los productos.

**Palabras clave :** *Tectona grandis*, productos forestales, madera, procedencia, utilización, calidad, Francia.

## R É S U M É

### LES ÎLOTS FORESTIERS DE LA PLAINE CÔTIÈRE TOGOLAISE

L'analyse floristique des îlots forestiers du sud du Togo a permis de décrire onze groupements végétaux qui se répartissent en deux types principaux : la forêt littorale qui se développe sur des sables et des alluvions côtiers et la forêt semi-caducifoliée qui occupe le socle, la terre de barre et les vallées. L'importance de la superficie de certains îlots (4 000 ha) permet de dire qu'ils peuvent résulter de la régression du couvert forestier guinéen plus étendu ou de quelques sites favorables à ce type forestier. Les îlots de taille réduite sont essentiellement des forêts sacrées, protégées par les populations.

**Mot-clés :** îlots forestiers, forêt protégée, groupements végétaux, couloir du Dahomey, Togo.

## A B S T R A C T

### SMALL FORESTED AREAS IN THE COASTAL LOWLANDS OF TOGO

A floristic analysis of small forested areas in southern Togo has allowed to describe eleven plant groups which are divided into two main forest types: the coastal forest on coastal sand and alluvial deposits, and the semi-deciduous forest which covers the platform, the bar and the valleys. The size of certain areas (4 000 ha) means that these may be the outcome of the regression of the larger Guinean forest cover, or of one or two sites favourable to this forest type. The small areas are essentially sacred forests which are protected by local people.

**Key words:** small forest areas, protected forest, plant groups, Dahomey corridor, Togo.

## R E S U M E N

### LAS ISLAS FORESTALES DE LA LLANURA COSTERA TOGOLESA

El análisis florístico de las islas forestales del sur de Togo permitió la descripción de once agrupaciones vegetales que se distribuyen por dos tipos principales de bosque : el bosque litoral que se desarrolla sobre arenas y aluviones costeros y el bosque semicaducifolio que ocupa el zócalo, la tierra de barra y los valles. La importante superficie de algunas de estas islas (4 000 ha) podría deberse a la regresión de la cubierta forestal guineana o quizá sean lugares propicios para estos bosques. Las islas de dimensiones reducidas son esencialmente bosques sagrados, protegidos por la población.

**Palabras clave :** islas forestales, bosques protegidos, agrupaciones vegetales, pasillo de Dahomey, Togo.

## R É S U M É

PROJET DE REFORESTATION DE TERRES DÉGRADÉES DANS L'ALTO PARANÁ, AU PARAGUAY  
 Problématique sociale de la possession de la terre

Le Paraguay dispose d'énormes potentialités forestières. Encouragé par la loi 536 de 1995, le propriétaire d'une terre dans l'Alto Paraná s'est décidé à entreprendre un projet de reforestation. Dans ce cas, le plan technique vint à être dépassé par un problème social de grande amplitude, très fréquent dans ce pays : l'occupation de grandes parties du domaine par de nombreux paysans, communément dénommés *paysans sans terre*.

Cet article décrit comment les exigences techniques furent adaptées aux conditions sociales (qui étaient diamétralement opposées en première analyse), avec la conviction qu'il s'agit du travail prioritaire de l'ingénieur qui exerce en milieu rural.

**Mots-clés :** plantation forestière, développement socio-économique, Paraguay.

## A B S T R A C T

A PROJECT TO REFOREST DETERIORATED AREAS IN THE ALTO PARANA IN PARAGUAY  
 The social issues of land ownership

Paraguay has enormous forest potential. Under the aegis of Law 536 of 1995, a land owner in the Alto Parana decided to go ahead with a reforestation project. In this instance, the technical plan came up against a very widespread social problem, and one that is very frequent in this country: the occupation of large areas of the estate by large numbers of peasants, commonly known as *landless peasants*.

This article describes how the technical requirements were adapted to social conditions (diametrically opposed to the initial analysis), with the firm persuasion that what is involved is the engineer's priority work carried on within the rural environment.

**Key words:** forest plantation, socio-economic development, Paraguay.

## R E S U M E N

PROYECTO DE REFORESTACIÓN EN TERRANOS DEGRADADOS DEL ALTO PARANÁ, PARAGUAY  
 La problemática social de la tenencia de la tierra

Paraguay es un país con enormes posibilidades en el sector forestal. Al amparo de la Ley 536/1995 de Fomento de la Reforestación, el propietario de una finca en el Alto Paraná se decidió a acometer un proyecto de reforestación. En este caso, el plano técnico se iba a ver superado por un problema social de gran magnitud, muy común en este país : la ocupación de grandes extensiones de esta propiedad por parte de numerosas familias campesinas, los denominados comúnmente *campesinos sin tierra*.

Este artículo relata cómo se compatibilizaron las exigencias técnicas con los condicionantes sociales (diametralmente opuestos, en un primer análisis) con el convencimiento que ésta debe ser una labor primordial del ingeniero que desarrolla su actividad dentro del ámbito rural.

**Palabras clave :** plantacion forestal, desarrollo economico y social, Paraguay.

## R É S U M É

## ACCROISSEMENTS DIAMÉTRIQUES DE QUELQUES ESSENCES EN FORÊT DENSE AFRICAINE

Les auteurs proposent une synthèse des résultats obtenus sur la croissance diamétrique de dix-sept essences couramment exploitées en forêt dense humide africaine. Cette synthèse met en parallèle des résultats d'analyses de cernes faites au Cameroun, en République centrafricaine et au Gabon avec des données issues de campagnes de mesures successives de circonférences dans des dispositifs d'études sylvicoles (Côte d'Ivoire, Cameroun, République centrafricaine, Ghana et Gabon). Elle fournira une base pour le calcul des rotations entre les éventuelles exploitations successives lors d'aménagements forestiers.

**Mots-clés :** accroissement diamétrique, forêt tropicale humide, arbre forestier, Afrique.

## A B S T R A C T

## DIAMETER GROWTH OF A FEW AFRICAN RAINFOREST SPECIES

The present paper summarizes the results of a study on the growth of 17 timber species that are commonly logged in African rainforest areas. In addition, the data are compared with the results of growth ring analyses that were carried out in Cameroon, the Central African Republic and Gabon. The data were collected in a series of sampling campaigns to monitor trunk girths in tree plots (Côte d'Ivoire, Cameroon, Central African Republic, Ghana and Gabon). They will provide a basis for calculating rotations between potential successive logging operations within the framework of forest development projects.

**Key words:** diameter growth, tropical rainforest, forest tree, Africa.

## R E S U M E N

## INCREMENTO DE LOS DIÁMETROS DE ALGUNAS ESPECIES MADERERAS

Los autores proponen una síntesis de los resultados conseguidos respecto al incremento del diámetro de diecisiete especies madereras explotadas corrientemente en bosque denso húmedo africano. Esta síntesis ponen en paralelo los resultados de análisis de los anillos de crecimiento efectuados en Camerún, en la República Centroafricana y en Gabón con los datos procedentes de campañas sucesivas de circunferencias en los dispositivos de estudios silvícolas (Côte d'Ivoire, Camerún, República Centroafricana, Ghana y Gabón). Esta síntesis permitira obtener un fundamento para el cálculo de las rotaciones entre las posibles explotaciones sucesivas con motivo de las ordenaciones forestales.

**Palabras clave :** incremento del diámetro, bosque tropical húmedo, árbol forestal, África.