

RÉSUMÉ DE THÈSE /
ACADEMIC THESIS ABSTRACT / RESUMEN DE TESIS ACADÉMICA

Le cryptoméria de La Réunion (*Cryptomeria japonica*) : durabilité naturelle face aux champignons basidiomycètes et aux termites, et apports de la spectroscopie proche infrarouge dans la prédiction de ses caractéristiques

Jérôme VUILLEMIN

RÉSUMÉ

Le cryptoméria (*Cryptomeria japonica*) est la seule essence de bois locale exploitable dans la construction à La Réunion. Cependant, sa durabilité variable face aux champignons basidiomycètes et aux termites constitue un frein au déploiement de son utilisation locale, où les conditions climatiques sont particulièrement favorables à la dégradation des matériaux biosourcés.

Cette thèse a consisté à déterminer avec précision la durabilité naturelle de cette essence face à deux espèces de champignons ubiquistes basidiomycètes (*Rhodonía placenta* et *Coniophora puteana*) et deux espèces de termites (*Coptotermes gestroi* de La Réunion et *Reticulitermes flavipes* de France continentale), en réalisant un très large échantillonnage. À titre comparatif, du pin sylvestre (faiblement durable), du Red cedar (durable), ainsi que des bardages en cryptoméria exposés à La Réunion depuis 7 ans ont été testés dans les mêmes conditions, délavés ou non, et soumis aux organismes lignivores selon les protocoles normalisés européens en vigueur. En complément, la spectroscopie proche infra-rouge, couplée à la chimométrie, est utilisée afin de prédire la durabilité face aux champignons basidiomycètes.

Les résultats obtenus confirment la sensibilité du cryptoméria vis à vis des termites et attestent d'une très forte variabilité de la durabilité du cryptoméria face aux champignons. Les dispositions prévues dans la norme EN 350 (2016) ne permettent pas de classer cette essence car les valeurs de perte de masse (due à la dégradation des champignons) se répartissent dans les 5 classes de durabilité allant de « très durable » à « non durable ».

Le délavage et le vieillissement naturel permettent de mieux appréhender la performance du cryptoméria et de le classer « faiblement durable à non durable ». Le délavage n'a pas d'influence sur les performances du Red cedar et du pin sylvestre, lesquels restent classés « durable » et « faiblement durable » respectivement.

La spectroscopie proche infra-rouge est finalement un outil performant pour la prédiction de la durabilité naturelle de ces essences face aux champignons. À l'aide du modèle robuste développé, cet outil prédictif contribuera à une utilisation optimale du cryptoméria en permettant une évaluation non-destructive de la durabilité de ce bois dans le but d'assurer une performance optimale, en particulier en zone ultramarine tropicale.

Mots-clés : *Cryptomeria japonica*, cryptoméria, durabilité naturelle, champignons, termites, spectroscopie proche infra-rouge, modèle prédictif, performance du bois.

***Cryptomeria japonica* from Reunion Island: natural durability against basidiomycete fungi and termites, and contributions of near infrared spectroscopy to the prediction of its characteristics**

ABSTRACT

Cryptomeria (*Cryptomeria japonica*) is the only local timber species that can be used for construction on La Réunion. However, its variable durability against basidiomycetes fungi and termites is an obstacle to its use locally, since the island's climatic conditions are particularly favourable to the degradation of bio-based materials. This research consisted of accurately determining the natural durability of *Cryptomeria* wood against two ubiquitous basidiomycetes fungi (*Rhodonía placenta* and *Coniophora puteana*) and two termite species (*Coptotermes gestroi* from La Réunion and *Reticulitermes flavipes* from mainland France), using a very large sampling. For benchmarking purposes, Scots pine (slightly durable), Red Cedar (durable) and *Cryptomeria* cladding naturally weathered for 7 years in La Réunion, were tested under the same conditions, both leached or not, and exposed to xylophagous organisms in accordance with current European standard protocols. In addition, near infrared spectroscopy, coupled with chemometrics, was used to predict durability against basidiomycetes fungi.

The results confirm *Cryptomeria* susceptibility to termites and the very high variability of its durability against fungi. This species cannot be classified according to the classification principles for the EN 350 (2016) standard because the mass loss values (due to fungal decay) are distributed across the 5 durability classes, which range from "very durable" to "not durable". Leaching and natural ageing give a better overall view of *Cryptomeria* performance, classifying it as "slightly durable to non-durable". Leaching has no influence on the performance of Red Cedar and Scots Pine, which remain classified as "durable" and "slightly durable", respectively. Near infrared spectroscopy proved to be effective in predicting the natural durability of these species against fungi. Given the robustness of the model developed, this predictive tool can help in the optimization of the use of *Cryptomeria* by enabling non-destructive assessment of the durability of its timber to ensure optimum performance, in France's tropical overseas areas in particular.

Keywords: *Cryptomeria japonica*, *Cryptomeria*, natural durability, fungi, termites, near infrared spectroscopy, predictive model, wood performance.

***Cryptomeria japonica* de La Réunion: durabilité naturelle ante los hongos basidiomicetos y las termitas, y contribución de la espectrometría del infrarrojo cercano a la predicción de sus características**

RESUMEN

La criptomeria (*Cryptomeria japonica*) es la única especie maderera local utilizable para la construcción en La Reunión. Sin embargo, su durabilidad variable ante los hongos basidiomicetos y las termitas constituye un freno para el despliegue de su utilización en la isla, donde las condiciones climáticas son particularmente favorables a la degradación de los materiales de origen biológico.

Esta tesis tiene el objeto de determinar con precisión la durabilidad natural de esta madera frente a dos especies de hongos basidiomicetos ubicuos (*Rhodonía placenta* y *Coniophora puteana*) y dos especies de termitas (*Coptotermes gestroi* de La Reunión y *Reticulitermes flavipes* de Francia continental), realizando un amplio muestreo. A título comparativo, se utilizó pino silvestre (poco duradero), tuya gigante (duradera), así como revestimientos de criptomeria expuestos en La Reunión durante siete años, para realizar ensayos en las mismas condiciones, deslavados o no, y sometidos a los organismos xilófagos según los protocolos europeos normalizados en vigor. Como complemento, se utilizó la espectroscopía del infrarrojo cercano, emparejada con la quimiometría, para predecir la durabilidad frente a los hongos basidiomicetos.

Los resultados obtenidos confirman la sensibilidad de la criptomeria ante las termitas y demuestran una elevada variabilidad de su durabilidad ante los hongos. Las disposiciones previstas en la norma EN 350 (2016) no permiten catalogar esta especie porque los valores de pérdida de masa (debid a la degradación de los hongos) se distribuyen en las cinco clases de durabilidad que van de «muy duradera» a «no duradera».

El deslavado y el envejecimiento natural permiten comprender mejor el rendimiento de la criptomeria y catalogarla de «poco duradera a no duradera». El deslavado no tiene influencia en el rendimiento de la tuya gigante ni del pino silvestre, que continúan catalogados como «duradera» y «poco duradero» respectivamente.

La espectroscopía del infrarrojo cercano es, en definitiva, una herramienta eficaz para la predicción de la durabilidad natural de estas especies frente a los hongos. Con la ayuda de nuestro sólido modelo, esta herramienta predictiva contribuirá a un uso optimizado de la *Cryptomeria japonica*, permitiendo una evaluación no destructiva de la durabilidad de esta madera con el objetivo de garantizar un rendimiento óptimo, en particular en zonas ultramarinas tropicales.

Palabras clave: *Cryptomeria japonica*, criptomeria, durabilidad natural, hongos, termitas, espectroscopía del infrarrojo cercano, modelo predictivo, rendimiento de la madera.



Doi : <https://doi.org/10.19182/bft2023.358.a37418>

Droit d'auteur © 2023, Bois et Forêts des Tropiques © Cirad

Date de publication : 25 décembre 2023



Licence Creative Commons :
Attribution - Pas de modification 4.0 International.
Attribution-4.0 International (CC BY 4.0)



Photo 1. Plantations de *Cryptomeria japonica* dans la forêt de Bébour sur l'île de La Réunion. Le cryptoméria est la seule ressource de bois local exploitable et utilisable dans la construction.
Photo J. Vuillemin.

Photo 1. *Cryptomeria japonica* plantations in the Bébour forest on La Réunion. Cryptomeria is the only local timber resource that can be extracted for use in construction.
Photo J. Vuillemin.

Foto 1. Plantaciones de *Cryptomeria japonica* en el bosque de Bébour de la isla de La Reunión. La criptoméria es el único recurso maderero local explotable y utilizable en la construcción.
Foto J. Vuillemin.

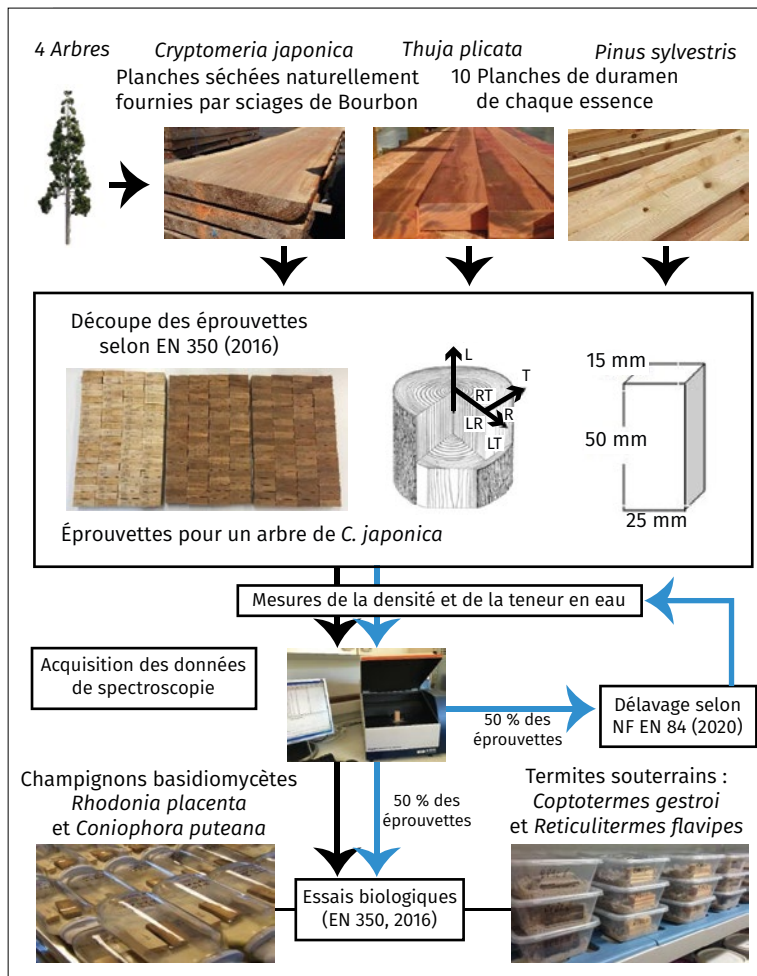


Figure 1. Représentation schématique de l'échantillonnage en cryptoméria, pin sylvestre et Red cedar et des expérimentations réalisées. Après conditionnement, chaque éprouvette de bois est mesurée et pesée, avant d'être soumise à la spectroscopie proche infra-rouge (SPIR) non destructrice. La moitié des échantillons sont délavés selon la norme EN 84 (épreuves de vieillissement accéléré des bois traités avant essais biologiques – épreuve de délavage, 2020). Les éprouvettes sont ensuite soumises à la dégradation de champignons lignivores et de termites selon les directives de la norme EN 350 (méthodes d'essai et de classification de la durabilité vis-à-vis des agents biologiques du bois et des matériaux dérivés du bois, 2016). Les résultats d'essai biologique permettent de qualifier la classe de durabilité des bois et d'évaluer la variabilité liée à chaque essence. Les résultats de durabilité vis à vis des champignons sont mis en regard des résultats de SPIR afin d'établir un modèle prédictif.

Figure 1. Schematic representation of *Cryptomeria*, Scots Pine and Red Cedar sampling and experiments. After conditioning, each wood sample was measured and weighed before its exposure to non-destructive near infrared spectroscopy (NIRS). Half the samples were leached according to EN 84 (accelerated ageing of treated wood prior to biological testing – leaching procedure, 2020). The specimens were then exposed to wood-destroying fungi and termites in accordance with EN 350 guidelines (testing and classification of the durability of wood and wood-based materials against biological agents, 2016). The durability class of the wood was given by the biological test results, which also served to assess the variability associated with each species. The results for durability against fungi were compared with SPIR results to establish a predictive model.

Figura 1. Representación esquemática del muestreo de criptoméria, pino silvestre y tuya gigante, y experimentos realizados. Después del acondicionamiento, cada probeta de madera se mide y pesa, antes de someterse a la espectroscopía del infrarrojo cercano (SPIR) no destructiva. La mitad de las muestras se deslavan según la norma EN 84 (pruebas de envejecimiento acelerado de las maderas tratadas previas a los ensayos biológicos – prueba de deslavado, 2020). Las probetas se someten a continuación a la degradación por hongos xilófagos y termitas según las directivas de la norma EN 350 (métodos de ensayo y de clasificación de la durabilidad frente a agentes biológicos de la madera y de los materiales derivados de la madera, 2016). Los resultados de los ensayos biológicos permiten determinar la clase de durabilidad de las maderas y evaluar la variabilidad de cada especie. Los resultados de durabilidad ante los hongos se compararon con los resultados de SPIR para establecer un modelo predictivo.

Grade et diplôme : Doctorat en Physique du Bâtiment

Université : Université de La Réunion, France

Date de soutenance : 15 décembre 2023

Composition du jury :

Direction :

Marie-France Thévenon (directrice, Cirad, UPR BioWooEB)

Alain Bastide (co-directeur, Université de La Réunion, PIMENT)

Membres :

Laetitia Adelard (examinatrice, Université de La Réunion, France)

Tahiana Ramanantoandro (rapporteuse, Université d'Antananarivo, Madagascar)

Bertrand Charrier (président et rapporteur, Université de Pau et des Pays de l'Adour, France)

Daouiïa Messaoudi (examinatrice, Berkem Développement, France)

Fabrice Davrieux (co-encadrant, Cirad, UMR Qualidsud, France)

Langue de rédaction : français

Financement : La thèse a été partiellement financée par l'Observatoire de la lutte anti termites de La Réunion, le pôle de compétitivité Qualitropic, les laboratoires de l'UPR BioWooEB du Cirad, et de l'autofinancement de Jérôme Vuillemin.

Accès au manuscrit :

<https://www.theses.fr/s240308>

Contact :

QUALITROPIC, Le Kub Bâtiment C,
6 rue Albert Lougnon, 97 490 Sainte-Clotilde ;
La Réunion, France

jerome.vuillemin@qualitropic.fr

Liste des articles publiés pendant la thèse :

Aucune publication actuellement.