



HAL
open science

Caractérisation de la fissuration de bois tropicaux en mode mixte par la méthode de la grille

Rostand Moutou Pitti, Evelyne Toussaint, Michel Grédiac, Bernard Odounga

► **To cite this version:**

Rostand Moutou Pitti, Evelyne Toussaint, Michel Grédiac, Bernard Odounga. Caractérisation de la fissuration de bois tropicaux en mode mixte par la méthode de la grille. Imageries GC 2019, Jun 2019, Nice, France. hal-02116790

HAL Id: hal-02116790

<https://hal.science/hal-02116790>

Submitted on 21 May 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Caractérisation de la fissuration de bois tropicaux en mode mixte par la méthode de la grille

Moutou Pitti Rostand^{1,2}, Toussaint Evelyne¹, Grédiac Michel¹, Odounga Bernard^{1,3}

¹ Université Clermont Auvergne, CNRS, Institut Pascal, BP 10448, F-63000 Clermont-Ferrand, France

² CENAREST, IRT, 10400, Libreville Gabon

³ Université des Sciences et techniques de Masuku, Ecole Polytechnique de Masuku, BP 901, Franceville, Gabon

RESUME

Cet article traite de la caractérisation de la fissuration en mode mixte de trois essences tropicales gabonaises : le *Milicia excelsa* (iroko), l'*Aucoumea klaineana* (okoumé) et le *Pterocarpus soyauxii* (padouk). Une approche expérimentale basée sur la méthode de la grille est proposée. Les courbes force-déplacement, le processus de croissance de la fissure ainsi que l'ouverture de fissure sont déduits des images enregistrées. La méthode permet également de calculer le taux de restitution d'énergie critique d'éprouvettes modifiées Mixed Mode Crack Growth (MMCG) avec des taux de mixité de 15° et 30° en s'appuyant sur la méthode de la complaisance. Les résultats montrent une influence de la densité sur les taux de restitution d'énergie et indiquent également que le rapport GI/GII est constant.

Mots clés : bois tropicaux clés ; méthode de la grille ; éprouvette MMCG ; taux de restitution d'énergie.

INTRODUCTION

Au Gabon, les bois tropicaux sont de plus en plus utilisés pour la construction de bâtiments individuels et pour l'industrie locale. Le comportement mécanique des espèces locales dépend des variations de température et d'humidité, qui peuvent altérer leur efficacité structurelle et conduire ainsi à une défaillance soudaine pendant leur durée de vie. Le comportement à la fissuration de trois espèces tropicales gabonaises est étudié : le *Milicia excelsa* (iroko), l'*Aucoumea klaineana* (okoumé) et le *Pterocarpus soyauxii* (padouk). Des éprouvettes de type MMCG [1] sont sollicitées en mode mixte. La méthode de la grille [2] permet d'enregistrer la position de la pointe de la fissure ainsi que la longueur de celle-ci. La méthode de la complaisance permet de déterminer les taux de restitution d'énergie critique en mode mixte.

MATERIAUX ET METHODE

Les bois employés présentent respectivement des densités relatives 0,64, 0,44 et 0,79 pour l'iroko, l'okoumé et le padouk. Les essais ont été réalisés dans une pièce climatisée : la température ambiante était de 21 °C et l'humidité relative 42%.

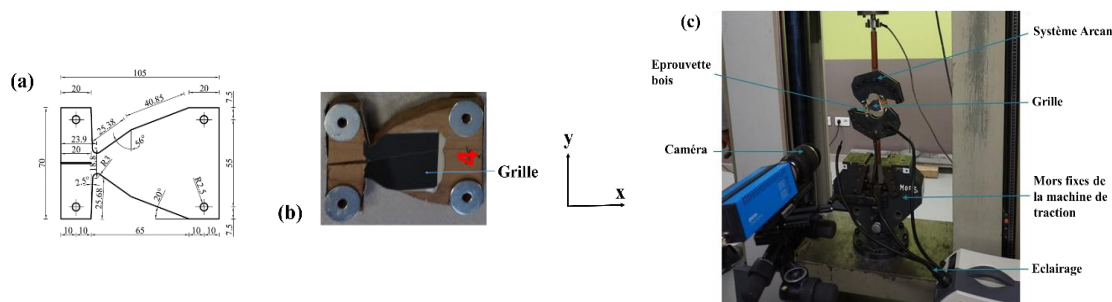


Figure 1. Dispositif expérimental : a) dimensions de l'éprouvette, b) grille transférée, c) montage expérimental

Les dimensions des éprouvettes de type MMCG sont données sur la Figure 1a. La grille collée est visible sur la Figure 1b, et le montage expérimental avec la caméra sur la figure 1c. La caméra est de type PCO-2000. Elle est dotée d'un capteur CCD 14 bits/2048x2048-pixels. Les éprouvettes sont montées dans un système Arcan et placées dans une machine d'essai électromécanique. La méthode de la complaisance à déplacement imposé permet de calculer le taux de restitution d'énergie.

RESULTATS ET ANALYSE

La Figure 2 présente un exemple typique de cartes de déplacements verticaux de deux éprouvettes d'okoumé. La position de la pointe de fissure et la longueur de fissure sont déduites directement de ces cartes. Certaines éprouvettes présentent un angle de bifurcation typique du bois tropical dont les cernes de croissance annuelles sont peu marquées et rendent aléatoire la propagation de la fissure.

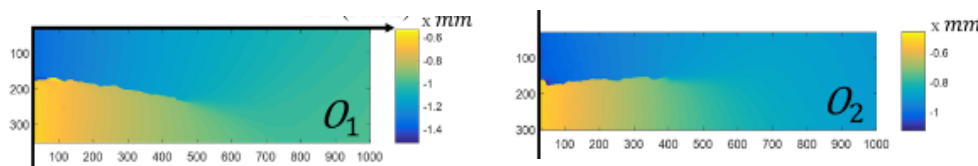


Figure 2. Cartes de déplacements verticaux de deux éprouvettes d'Okoumé

La figure 3 a présente les taux de restitution d'énergie critiques moyens en modes I et II obtenus pour les trois essences étudiées et pour un angle de mixité de 15°. Le mode I est prédominant ici et les valeurs des taux de restitution sont cohérentes avec les valeurs des densités relatives des trois bois étudiés. La figure 3b présente le rapport des taux de restitution d'énergie pour sept éprouvettes d'okoumé pour un angle de mixité de 30° en fonction de la longueur de propagation de la fissure. Le rapport quasiment constant souligne le caractère intrinsèque de la valeur calculée ; il est en accord avec les travaux de Phan et al. [3].

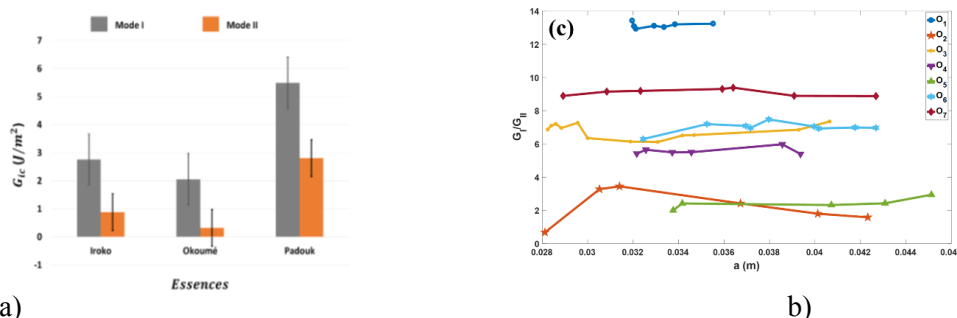


Figure 3. Taux de restitution d'énergie : a) mode I et mode II pour un angle de 15°, b) G_{IC}/G_{IIC} pour un angle de 30°

CONCLUSION

Ce travail a permis de caractériser le comportement en fissuration en mode mixte de trois essences de bois tropicaux en utilisant une méthode de mesure sans contact. Les taux de restitution d'énergie obtenus sont en accord avec les densités relatives des matériaux étudiés et le rapport de taux de restitution d'énergie obtenu peut être considéré comme intrinsèque aux matériaux.

REFERENCES

[1] B. Odounga, R. Moutou Pitti, E. Toussaint, M. Grédiac. *Mode I fracture of tropical woods using grid method*, Theoretical and Applied Fracture Mechanics, vol. 95, 2018, p. 1-17.

[2] M. Grédiac, F. Sur, B. Blaysat. *The grid method for in-plane displacement and strain measurement*, A review and analysis. Strain, vol. 52, n° 3, 2016, p. 205-243.

[3] N.A. Phan, S. Morel, M. Chaplain, J.L. Coureau. *R-curve on fracture criteria for mixed-mode in crack propagation in quasi-brittle material: Application for wood*. Procedia materials science, vol. 3, 2014, p. 973-978.