

Titre : Réponses acoustiques et mécaniques à la propagation stable et instable de fissures dans le PMMA

Mot clés : Polymères ; Mécanique de la Rupture ; Corrélation d'Images Numériques ; Emission Acoustique

Résumé : Pour fournir des informations précieuses pour la conception d'algorithmes d'analyse de tests non destructif (NDT) robustes et fiables, la combinaison, de mesures acoustiques résolues en temps, de la corrélation d'images numériques (DIC), des mesures en volume ainsi que de l'analyse postmortem de surface de rupture appliquées à des expériences de fissuration en traction dans le but de localiser la source des émissions acoustiques, de détecter la pointe de fissure et de déterminer les complexités et la cinématique de la fissure, respectivement. Un dialogue entre l'activité acoustique, les variables d'état, les mécanismes de rupture et les faciès de rupture postmortem est établie au cours d'expériences modèles contrôlées produisant des événements AE de différentes natures. Le Poly(méthacrylate de méthyle) (PMMA), traditionnellement considéré comme la matériau modèle par excellence, est utilisé au regard ses caractéristiques distinctives : la capacité à présen-

ter un mode de défaillance alternatif par le biais de la propagation d'une seule fissure, conduisant au développement de deux motifs distincts de croissance contrôlée de fissures. De plus, pour la première fois, un tel comportement de rupture cyclique matériau/structurel est examiné à travers le prisme de la mécanique de la rupture élastique linéaire (LEFM) en utilisant la corrélation d'images numériques (DIC) in-situ à haute vitesse (HS) et à ultra-haute vitesse (UHS). Les taux de restitution d'énergie et les vitesses de fissuration au cours des expériences de rupture sont déduits à partir de mesures en champ complet en utilisant l'expansion en série de Williams. Les surfaces de rupture post-mortem des échantillons ont été systématiquement analysées à l'aide de la microscopie optique. Ce travail fournit des données expérimentales clés pour une meilleure compréhension d'un cadre théorique unifié des instabilités de fissuration.

Title: Acoustic and mechanical responses of stable and unstable crack propagation in PMMA

Keywords: Polymers; Fracture Mechanics; Digital Image Correlation; Acoustic Emission

Abstract: To provide valuable information for the design of robust and reliable nondestructive testing (NDT) algorithms, combined time-resolved Acoustic Emission (AE), Digital Image Correlation (DIC), and in-volume measurements with post-mortem fracture surface analysis are applied to tensile cracking experiments for the purpose of AE localization, crack tip detection, and determination of crack front complexities and kinematics, respectively. The complete picture of the link between AE activities, state variables, fracture mechanisms, and fingerprints on the post-mortem fracture surface is established during controlled model experiments producing AE events of different physical phenomena. Poly(methyl methacrylate) (PMMA), conventionally deemed an exemplary model material, presents an ideal material of interest due

to its distinctive feature: the capability to exhibit an alternative mode of failure through a single crack propagation, leading to the development of two distinct controlled crack growth patterns. Furthermore, for the first time, such material/structural cyclic fracture behavior is examined through the lens of linear elastic fracture mechanics (LEFM) by using in-situ High-Speed (HS) and Ultra-High-Speed (UHS) DIC. Energy release rates and crack velocities during fracture experiments are derived from full-field measurements using Williams' series expansion. Fracture surfaces of post-mortem samples have been systematically analyzed using optical microscopy. This work provides key experimental data regarding the improved understanding of a unified theoretical framework of crack instabilities.