

## INFLUENCE DE L'ENDOMMAGEMENT CUMULE SOUS SOLlicitATION DE FATIGUE SUR LES SIGNATURES ACOUSTIQUES DES COMPOSITES A MATRICE ORGANIQUE

M. KHARRAT<sup>1</sup>, V. PLACET<sup>1</sup>, E. RAMASSO<sup>2</sup>, L. BOUBAKAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departement Mécanique Appliquée

<sup>2</sup>Departement Automatique et Systèmes Micro-Mécatroniques

Institut FEMTO-ST-UMR CNRS 6174-UFC/ENSMM/UTBM, 25000, Besançon, France

---

### Résumé

La technique d'émission acoustique (EA) est fréquemment adoptée pour la surveillance et le contrôle de santé des structures en composite à matrice organique. Lorsque des endommagements apparaissent dans ces matériaux, des ondes élastiques transitoires sont produites suite à la libération d'énergie. La forme et les caractéristiques des signaux transitoires dépendent directement du mode local de fracture (fissuration matricielle, décohésion fibres/matrice, délaminage, rupture de fibre...) et de son intensité. L'émission acoustique peut donc permettre de détecter et, dans certaines conditions, de discriminer les types d'endommagements générés au sein du composite, à partir des signaux transitoires captés et enregistrés à la surface du matériau.

Néanmoins, de nombreux autres paramètres peuvent affecter cette signature acoustique. Ils sont principalement liés à la technologie des capteurs et de l'électronique utilisés, au couplage entre le capteur et le matériau, à la distance entre la source acoustique et le capteur, aux propriétés mécaniques du matériau (symétries matérielles, vitesses de propagation...). Si l'influence de ces paramètres sur les signatures acoustiques a été relativement bien étudiée dans la littérature [1], il est à noter que peu de travaux s'attachent à caractériser les effets de la géométrie des éprouvettes et de l'endommagement sur ces signatures [1-3]. Cependant, les bords de l'éprouvette, tout comme les discontinuités générés dans la matière suite à son endommagement (fissures, décohésions, délaminage...) perturbent les modes de propagation des ondes dans la matière et peuvent par conséquent contribuer à la distorsion des salves transitoires détectées. La qualité et la pertinence de la classification des salves, généralement basée sur ces descripteurs, peut s'en trouver largement impactée, conduisant ainsi à une interprétation erronée des résultats et du suivi de santé de la structure.

Le travail expérimental présenté dans ce papier s'attache principalement à caractériser l'influence de l'endommagement cumulé dans un composite sous sollicitation de fatigue sur les signatures acoustiques. L'idée est de suivre la distorsion induite par l'endommagement du matériau composite sur une salve générée par une même source acoustique.

Pour atteindre cet objectif, un dispositif permettant de simuler une source de signaux AE reproductibles a été développé. Effectivement, la méthode normalisée basée sur des cassés de mines ne permet pas de générer des salves transitoires reproductibles [4-5]. L'étude des distorsions des signaux requiert la capacité de générer à différents instants des signaux sources parfaitement identiques. Dans ce travail un transducteur piézoélectrique associé à un générateur de fonction (Tabor Electronics 5064) et un amplificateur (Tabor Electronics 9100 A) a été utilisé comme source acoustique. Le signal électrique, de type impulsion, envoyé au transducteur a été optimisé, au niveau de sa forme, de sa durée et de son amplitude, de manière à obtenir des salves transitoires proches de celles générées par un cassé de mines.

Cet émetteur a ensuite été utilisé sur un anneau en composite à fibre de carbone dans la configuration d'essai spécifiée par la norme ASTM D2290 (Figure 1). En plus de cet émetteur (E), un deuxième capteur a été positionné à la surface de l'anneau en composite en différentes

positions (P1 à P3). Les salves transitoires générées par l'excitation de l'émetteur sont alors enregistrées pour les différentes positions spatiales et pour le matériau composite vierge et pour ce même matériau en présence de défauts. Ces défauts ont été générés soit en réalisant des perçages de différents diamètres entre P1 et P2, soit en appliquant un chargement mécanique de fatigue. Dans chaque configuration d'essai, 10 salves successives sont émises, et ceci afin de s'assurer de la représentativité des résultats collectés.

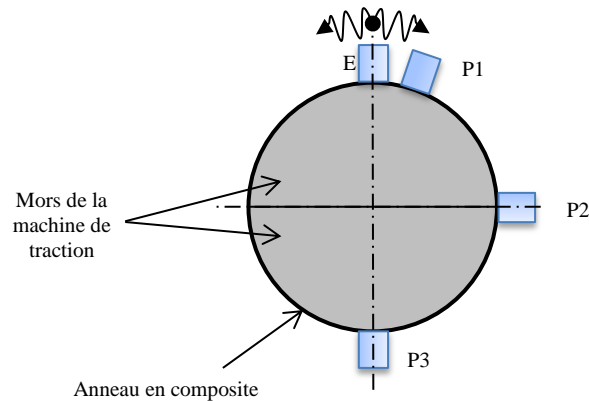


Figure 1 – Configuration d'essai.

Les résultats obtenus montrent une influence notable de la présence des défauts dans le matériau sur la forme des salves (Figure 2) et sur la plupart des descripteurs associés.

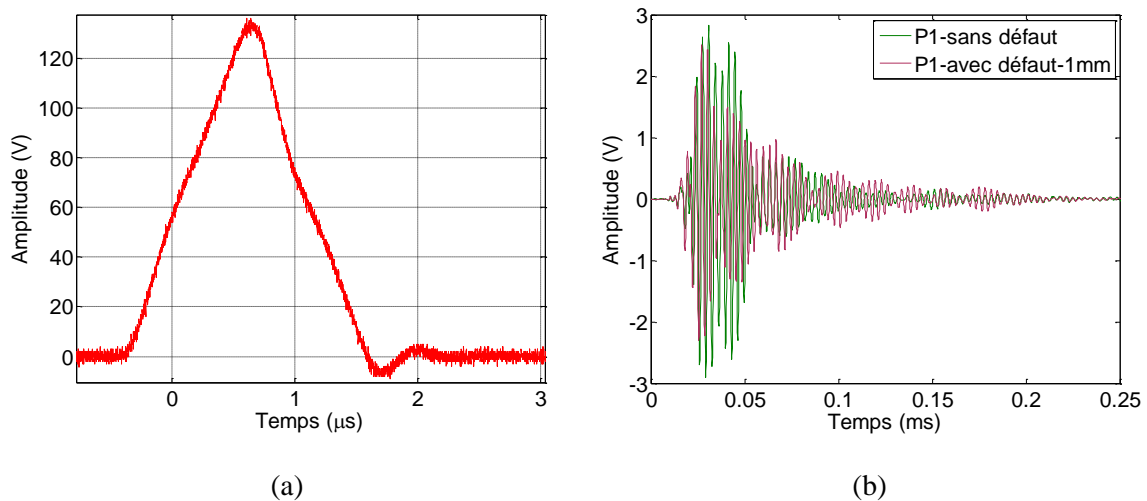


Figure 2 – Effet du défaut dans le matériau sur la forme d'onde. (a) pulse envoyé à la surface du matériau via le transducteur piézoélectrique; (b) salves enregistrées au niveau du capteur en P1 : comparaison échantillon intact et endommagé.

## Références

- [1] Scholey, J.J., Wilcox, P.D., Wisnom, M.R. & Friswell, M. I. (2010). Quantitative experimental measurements of matrix cracking and delamination using acoustic emission. *Composites: Part A*, 41, 612-623.
- [2] Carpinteri, A., Lacidogna, G., Accornero, F., Mpalaskas, A. C., Matikas, T. E., & Aggelis, D. G. (2013). Influence of damage in the acoustic emission parameters. *Cement and Concrete Composites*, 44, 9-16.

- [3] Sause, M.G.R (2013). Acoustic emission Signal Propagation in Damaged Composite Structures. *Journal of Acoustic Emission*, 31(1), 1-18.
- [4] Sause, M.G.R (2011). Investigation of Pencil-Lead Breaks as Acoustic Emission Sources. *Journal of Acoustic Emission*, 29, 184-196.
- [5] Dunegan, H.L. (2000). An alternative to pencil lead breaks for simulation of acoustic emission signal sources. The Deci Report.