

Analyse du phénomène de crissement par des outils de la dynamique stochastique

Pierre Grange

Depuis le début du 20^{ème} siècle, le crissement des dispositifs de freinage a fait l'objet de nombreux travaux de recherche. Il s'agit d'un problème multi-échelle pour lequel le comportement dynamique non linéaire à l'échelle du contact entraîne l'apparition de vibrations à l'échelle macroscopique. Ce travail de thèse propose une étude de ce phénomène basée sur des outils de la dynamique stochastique.

A l'échelle macroscopique, plusieurs signaux issus d'un dispositif expérimental sont étudiés dans le cadre théorique des processus aléatoires. Une analyse statistique révèle le caractère non gaussien des grandeurs enregistrées. Une analyse spectrale, basée sur l'estimation des densités spectrales de puissance et des fonctions de cohérence, met en évidence des liens complexes entre les différents signaux mesurés et conduit à la définition d'un paramètre énergétique plus robuste pour caractériser le crissement. Une analyse temps-fréquence confirme la robustesse de ce paramètre, en dépit du caractère non stationnaire du phénomène. Ces études ne conduisent pas à une analyse fine du crissement mais apportent néanmoins des informations intéressantes concernant son incidence sur des grandeurs mesurées couramment sur les bancs d'essais de freinage (force tangentielle, pression acoustique, ...).

A l'échelle locale des premiers corps en contact, l'analyse dynamique nécessite la mise en place d'une méthode capable de caractériser finement le comportement vibratoire. La méthode proposée, dénommée *Spectral Criterion based Linearization Method*, est basée sur la Technique du Décrément et la méthode d'identification d'Ibrahim. Elle conduit à une linéarisation au sens spectral d'un système frottant non linéaire à partir de sa réponse dynamique. La méthode est validée sur des simulations numériques d'un contact pion/poutre conduites à partir d'une analyse temporelle non linéaire par éléments finis. La nature des résultats fournis par la méthode SCLM permet d'établir un lien direct entre l'analyse fréquentielle linéaire et l'analyse temporelle non linéaire et, ainsi, de comparer le comportement du système frottant en état de glissement stationnaire précédent le déclenchement du crissement à celui en état crissant. Des décalages de fréquences propres ainsi que des zones de décollement, localisées à l'avant et à l'arrière du contact, sont notamment mis en évidence. La méthode est également appliquée à un contact soumis à des excitations extérieures de type bruit gaussien : elle rend compte de l'influence de ces perturbations sur le comportement dynamique du système. Enfin, une procédure d'estimation de la contribution de chacun des modes identifiés par la méthode SCLM dans la réponse du système non linéaire est proposée. La comparaison des résultats avec ceux de la méthode de Décomposition Orthogonale aux Valeurs Propres souligne une forte adéquation entre les deux approches. Le spectre de la réponse projetée sur la base des modes identifiés est également estimé. La proximité de ce dernier avec celui de la réponse du système non linéaire valide le critère d'équivalence spectrale sur lequel est basée la méthode SCLM. Les exemples traités montrent l'intérêt d'une méthode d'analyse basée uniquement sur la connaissance de résultats de mesures et s'affranchissant d'hypothèses sur le contact afin de caractériser la dynamique locale associée au crissement.

Soutenance le **mercredi 8 Juillet 2009** à **15h**, en **amphithéâtre Timoshenko (IFMA)**

Laboratoire : LaMI (UBP/IFMA - EA 3867 - FR TIMS / CNRS 2856)

Directeur de thèse : Michel Fogli

Co-Encadrant : David Clair

Composition du Jury :

- Sergio Bellizzi (Rapporteur, LMA)
- Yves Berthier (Rapporteur, LaMCoS)
- Laurent Baillet (Examinateur, LGIT)