

Approches expérimentales et simulations numériques en dynamique non linéaire des structures avec interfaces frottantes

Jean-Jacques Sinou

LTDS UMR 5513, Ecole Centrale de Lyon, Ecully, France
Institut Universitaire de France, Paris, France

La compréhension et la prise en compte des phénomènes non-linéaires dans les systèmes mécaniques complexes constituent à l'heure actuelle l'un des enjeux majeurs lors de la conception des structures industrielles. Les progrès réalisés en simulation numérique et le développement de techniques numériques avancées en dynamique non-linéaire ont eu un impact non négligeable sur les pratiques de l'ingénieur lors de la conception et optimisation des structures mécaniques vis à vis de leur comportement vibratoire. Ainsi la simulation numérique occupe aujourd'hui une place très importante et s'est imposée comme un moyen à la fois efficace et économiquement peu coûteux en comparaison à la réalisation d'essais expérimentaux. Néanmoins il ne faut pas oublier que la simulation numérique tente de restituer le fonctionnement d'un système complexe suivant une modélisation choisie ; en d'autres termes, elle va de paire avec une compréhension des phénomènes physiques observés et une modélisation maîtrisée et la plus proche possible de la réalité. L'expérience alimente les modèles et par conséquent la simulation. Ce couplage essai-modélisation-simulation est d'autant plus vrai sur les problématiques que l'on rencontre en ingénierie et dynamique non-linéaire. Afin de mieux restituer le fonctionnement des systèmes mécaniques complexes et de mener des prédictions de scénarios possibles, la compréhension et l'intégration des aspects non-linéaires dans les modèles doivent se faire en amont.

L'exposé se proposera d'illustrer de telles démarches scientifiques en dynamique non-linéaire à travers une approche combinant expérimentations et simulations numériques dans le but de mieux comprendre et prédire l'impact des phénomènes non linéaires et des comportements vibratoires qui en résultent. Deux exemples seront plus spécifiquement discutés. Le premier traitera la problématique du crissement de frein qui se caractérise par des vibrations non-linéaires auto-entretenues résultant d'une instabilité par frottement [1]. Le second exemple illustrera l'apport de la compréhension des phénomènes vibratoires non-linéaires pour une simulation et prédiction plus justes de structures à interfaces frottantes multiples [2,3].

Mots clefs : calcul des structures; dynamique non-linéaire ; simulation numérique ; approches expérimentales ; interfaces frottantes.

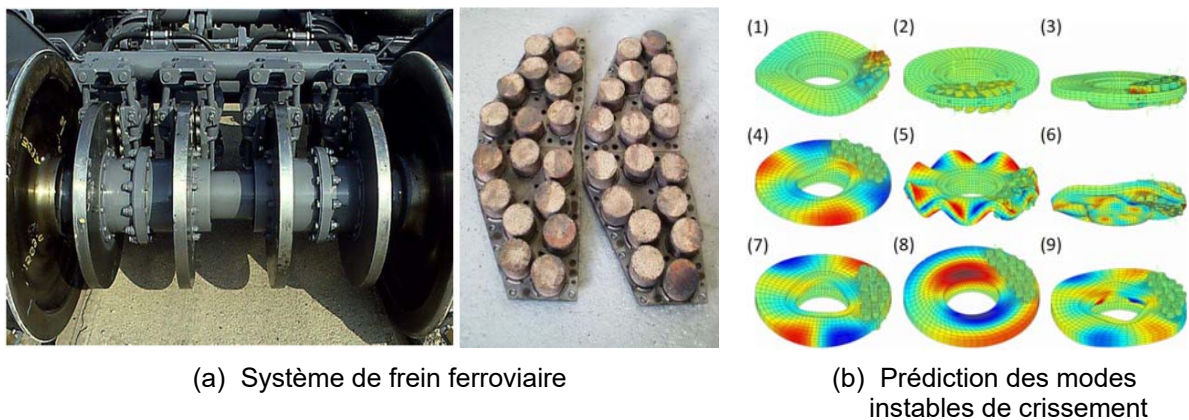
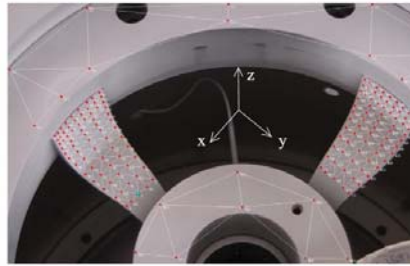
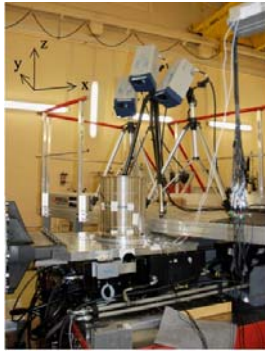
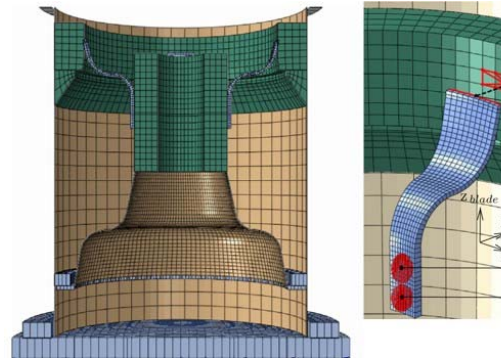


Figure 1. Projet ADEME Acoufren (porteur SNCF)– Compréhension et prédiction du crissement afin de réduire les nuisances sonores liées au freinage des trains [1]



(a) Essais par vibrométrie laser



(b) Modèle éléments finis de la structure CEA DAM «Harmony»

Figure 2. Structure « Harmony » CEA DAM - Approche essais-calculs en dynamique non-linéaire des systèmes comportant des interfaces frottantes [2,3]

[1] J-J. Sinou, A. Loyer, O. Chiello, G. Mogenier, X. Lorang, F. Cocheteux, S. Bellaj, A global strategy based on experiments and simulations for squeal prediction on industrial railway brakes, *Journal of Sound and Vibration*, 332(20), 5068–5085, 2013.

[2] M. Claeys, J-J. Sinou, J-P. Lambelin and R. Todeschini, Modal interactions due to friction in the nonlinear vibration response of the "Harmony" test structure: experiments and simulations, *Journal of Sound and Vibration*, 376, 131-148, 2016

[3] M. Claeys, J-J. Sinou, J-P. Lambelin and R. Todeschini, Experiments and numerical simulations of nonlinear vibration responses of an assembly with friction joints - Application on a test structure named "Harmony", *Mechanical Systems and Signal Processing*, 70-71, 1097-116, 2016.