

**Sujet de la thèse**

Modèles numériques réduits pour la prédiction des bruits de crissement - Application au ferroviaire**Compétences et formations requises**

Candidat titulaire d'un Master « Acoustique/Mécanique » avec de fortes compétences en vibrations/dynamique des structures**Description**

Le sujet s'inscrit dans le cadre de recherches destinées à réduire ou à éliminer les bruits de crissement émis par les véhicules ferroviaires en courbe ou au freinage, des bruits souvent intenses (jusqu'à 110 dB(A) à proximité des rames), caractérisés par des spectres de raies en moyennes ou hautes fréquences et particulièrement gênants pour les personnes exposées, riverains ou passagers. Les moyens de réduction de ces bruits sont longtemps restés empiriques en raison de la difficulté à modéliser les phénomènes à l'origine de leur génération. Depuis quelques années, l'équipe s'intéresse à ce problème à travers différents projets, en particulier sous l'angle de la modélisation.

Les modèles de crissement développés au LAE sont basés sur l'hypothèse que le bruit est dû au rayonnement acoustique de structures en contact frottant, dont les vibrations, dites auto-entretenues, sont liées à l'instabilité de l'équilibre glissant du système. Deux étapes sont généralement utilisées pour comprendre et prévoir la génération de ces vibrations auto-entretenues. La première étape est une étude de stabilité consistant à résoudre le système aux valeurs propres non symétrique associé aux équations linéaires vérifiées par de petites perturbations de l'équilibre. La deuxième étape est le calcul de la solution dynamique non linéaire, soit en régime transitoire en intégrant les équations du mouvement du système, à partir de conditions initiales, soit directement en régime stationnaire en utilisant des méthodes de recherche de solutions périodiques. Cette étape est indispensable pour obtenir les niveaux de vibrations auto-entretenues et donc les niveaux de crissement. Le fait qu'elle soit très coûteuse en temps de calcul constitue un verrou scientifique.

Le premier objectif de la thèse consiste à élaborer des méthodes de réduction efficaces pour traiter cette deuxième étape, en tenant compte des spécificités des systèmes autonomes et des phénomènes non linéaires liés au contact frottant. Pour cela, l'étudiant pourra s'appuyer sur les récents développements concernant le calcul et l'identification du comportement dynamique non-linéaire et des « modes non linéaires » associés.

Le deuxième objectif est d'appliquer les méthodes développées aux problèmes de crissement de véhicules ferroviaires. A partir de résultats sur des modèles numériques représentatifs, le développement de méthodes simplifiées pour estimer les amplitudes des vibrations auto-entretenues est envisagé. Une comparaison avec des résultats expérimentaux existants sera possible.

L'étude sera réalisée sous Matlab en utilisant les outils numériques de la boîte à outils SDT et d'autres outils développés en interne.

Ce deuxième objectif s'inscrit dans la volonté du laboratoire de développer des outils simplifiés opérationnels permettant de mieux quantifier et maîtriser les bruits émis par les infrastructures ferroviaires dans l'environnement. En effet, il existe désormais toute une palette de technologies disponibles ou innovantes pour réduire ces bruits. Les acteurs, les décideurs (pouvoirs publics) et tout particulièrement les collectivités locales, ont parfois des difficultés à faire des choix à partir de cet ensemble de solutions possibles, et à les hiérarchiser en fonction de leur coût, de leurs difficultés de mise en œuvre, ou des bénéfices attendus ou prétendus en termes de réduction des impacts. C'est donc bien au niveau de l'aide à la décision que l'effort doit être porté. Les méthodes développées pourraient répondre à

cette problématique dans les deux situations que sont, d'une part, la réduction du bruit au voisinage d'infrastructures et de trafics existants et, d'autre part, la prise en compte des nuisances sonores dans la construction d'infrastructures nouvelles ou la mise en place de nouveaux trafics.

Lieu de la thèse

La thèse se déroulera au LAE sur le site de Lyon-Bron de l'Ifsttar et au LTDS sur le site de l'Ecole Centrale de Lyon à Ecully.

Encadrement

Directeur de thèse : Jean-Jacques SINOUE (ECL)
Encadrement : Olivier CHIELLO (Ifsttar)

Contact

Olivier CHIELLO
Tél. 04 72 14 24 05
olivier.chiello@ifsttar.fr