

Sujet de stage

Détermination du comportement vibro-acoustique d'une voie ferrée à l'aide d'une méthode WFE

Niveau recommandé

Master (M2)

Master (M1)

Ingénieur

Licence

Bac + 2

Compétences requises

Vibrations, Rayonnement acoustique, Méthodes numériques, Matlab, Actran

Description

Contexte. Le sujet s'inscrit dans le cadre de recherches destinées à réduire les émissions sonores des infrastructures ferroviaires. Dans une large gamme de vitesse, la source de bruit principale au passage de véhicules guidés sur rail est le bruit de roulement. Ce bruit résulte des vibrations initiées aux contacts roue/rail par les irrégularités des surfaces. La voie elle-même émet une part importante du bruit, due au rayonnement acoustique des ondes de vibrations qui se propagent de part et d'autre des excitations (cf. **Fig. 1**). La modélisation du comportement vibro-acoustique de la voie est nécessaire pour estimer sa contribution sonore. L'identification et la compréhension des mécanismes à l'origine du bruit peuvent en outre permettre de proposer des moyens de réduction.

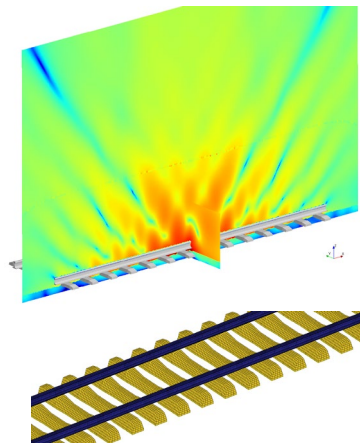


Fig. 1 : Modèle éléments finis de voie ferrée et champ acoustique rayonné

Problématique scientifique. En première approche, la voie peut être considérée comme une structure infinie et invariante dans la direction longitudinale. Les méthodes de guide d'onde sont donc naturellement adaptées au calcul de son comportement vibratoire. La méthode SAFE¹ couplant une description ondulatoire dans la direction longitudinale et une discrétisation par éléments finis (FEM) de la section, permet de décomposer les vibrations sur la base d'une somme d'ondes caractérisées par un nombre d'onde et une déformée de section qui dépendent de la fréquence. La méthode nécessite toutefois une formulation éléments finis spécifique qui est peu souvent implantée dans les codes commerciaux. Par ailleurs, les structures de voies ferrées ne sont généralement pas invariantes mais

¹ Semi-Analytical Finite Element

plutôt périodiques. La méthode WFE², basée sur la théorie de Floquet et la discrétisation par éléments finis d'une cellule complète (tranche) de la structure périodique semble plus adaptée. Concernant le rayonnement acoustique, le milieu fluide étant ouvert, la BEM³ est très souvent utilisée mais des alternatives existent dans la littérature comme les éléments infinis ou les PML⁴. Par ailleurs, une approche de type 2.5D, basée sur la décomposition ondulatoire du champ vibratoire exciteur est souvent privilégiée mais toujours limitée à une géométrie uniforme et non périodique.

Objectif du stage. L'objectif du stage est de développer un modèle vibro-acoustique de voie ferrée dans le domaine fréquentiel à l'aide d'une méthode WFE, incluant le calcul du rayonnement acoustique à l'aide de PML. Contrairement aux développements habituels, la mise en œuvre de la WFE sera effectuée en cherchant directement des solutions vibratoires spatialement périodiques pour chaque nombre d'onde de la décomposition de Floquet. Un intérêt de cette approche est de fournir une stratégie de troncature claire, basée sur la gamme de fréquences d'excitation. L'autre avantage est que la méthode devrait permettre de déterminer le rayonnement acoustique de la voie en conservant la géométrie périodique du système. L'implémentation du modèle vibratoire sera effectuée sous Matlab en utilisant la toolbox SDT pour la gestion des éléments finis. Le calcul du rayonnement acoustique d'une tranche périodique sera mené avec le logiciel Actran à chaque nombre d'onde puis importé sous Matlab pour la recombinaison finale. Des validations par comparaison avec d'autres méthodes seront proposées à chaque étape du développement.

Lieu du stage

- Uni Eiffel, Campus Lyon** (25, avenue François Mitterrand, Case24, Cité des mobilités, F-69675 Bron Cedex)
- Uni Eiffel, Campus Nantes** (route de Bouaye, CS4, F-44344 Bouguenais Cedex)
- Cerema – Strasbourg** (11, rue Jean Mentelin, Strasbourg-Koenigshoffen, F-67035 Strasbourg)

Durée du stage (les dates et durée peuvent être adaptées)

Contact

Date de début :

M. Olivier CHIELLO

Date de fin :

Tél. 04 72 14 24 05

Durée : 6 mois

Email : olivier.chiello@univ-eiffel.fr

www.umrae.fr

Gratification

Indemnité équivalente à 15% du plafond horaire de la Sécurité Sociale, pour un organisme public

<https://www.service-public.fr/simulateur/calcul/gratification-stagiaire>

² Wave Finite Element

³ Boundary Element Method ou méthodes des éléments finis de frontière en français

⁴ « Couches parfaitement adaptées », méthode plus souvent désignée à l'aide de sa dénomination anglo-saxonne Perfectly Matched Layer (PML).