



# UMR Acoustique Environnementale (Université Gustave Eiffel – Cerema) PROPOSITION DE STAGE 2023

## 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, Dynamique des structures, Méthodes numériques, Matlab

### 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. 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.

**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 SAFE<sup>1</sup> 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 – un mode – 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 plutôt périodiques. La méthode WFE<sup>2</sup>, basée sur la discrétisation par éléments finis d'une cellule complète de la structure périodique semble plus adaptée. Concernant le rayonnement acoustique, le milieu fluide étant ouvert, d'autres méthodes sont généralement utilisées, en particulier la BEM<sup>3</sup> mais des alternatives existent dans la littérature comme les éléments infinis ou les PML<sup>4</sup>. Une approche 2.5D, basée sur la décomposition ondulatoire du champ vibratoire exciteur est souvent privilégiée.

**Objectif du stage.** L'objectif du stage est de développer un modèle vibratoire de voie ferrée à l'aide d'une méthode WFE couplée à un calcul de rayonnement acoustique 2.5D utilisant des PML. Les principales ondes seront identifiées et caractérisées d'un point de vue vibratoire (dispersion, atténuation, déformée) et acoustique (facteur de rayonnement, directivité). La réponse vibro-acoustique à des excitations localisées verticales et latérales sur le rail sera également étudiée.

---

<sup>1</sup> Semi-Analytical Finite Element

<sup>2</sup> Wave Finite Element

<sup>3</sup> Boundary Element Method ou méthodes des éléments finis de frontière en français

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

## 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)*

Date de début : 01/03/2023

Date de fin : 31/08/2023

Durée : 6 mois

[www.umrae.fr](http://www.umrae.fr)

## Contact

**M. Olivier CHIELLO**

Tél. 04 72 14 24 05

Email : [olivier.chiello@univ-eiffel.fr](mailto:olivier.chiello@univ-eiffel.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>