



SUJET DE THESE DE DOCTORAT
Acoustique : lecture acoustique de la voie ferrée

Lieux : Direction de l'Innovation et de la Recherche
Unité de Physique du Système Ferroviaire
45, rue de Londres
75379 PARIS cedex 8

Encadré par : Estelle BONGINI, chargée de Recherche

Durée : 3 ans, à partir de décembre 2009/ Janvier 2010

Sujet de la thèse :
Lecture acoustique de la voie ferrée,
Définition et mise en place d'un outil de caractérisation vibro-
acoustique directe d'une voie ferrée

Discipline : Acoustique et Vibration (et traitement du signal)

Compétences souhaitées : Le candidat doit justifier d'une formation en traitement du signal et en acoustique. Le candidat doit présenter une réelle motivation pour la gestion d'essais et l'application expérimentale. Une forte réactivité face à la recherche de solutions techniques sera demandée.

Contexte

La réduction du bruit des transports ferroviaires revêt un enjeu majeur en termes d'insertion de ce mode de transport dans son environnement. Des connaissances en matière de sources de bruit ferroviaires prédominantes ainsi que des solutions de réduction à la source ont été développées depuis plusieurs années à la SNCF. L'application des nouvelles méthodes de cartographie ferroviaire (environnemental noise directive 2002/49CE) nécessite l'utilisation des méthodes de caractérisation de ces sources et le développement de nouvelles méthodes complémentaires.

La composante principale du bruit d'un train au passage, pour des vitesses allant de 30km/h à 350km/h, est le bruit de roulement. Les phénomènes excitatoires à l'origine du bruit de roulement sont des irrégularités au niveau de la surface de contact entre la roue et le rail (dites rugosité). Les deux sous-systèmes roue et voie entrent alors en vibration et rayonnent.

Le bruit de roulement est donc la source acoustique prédominante dont il faut tenir compte lors de l'établissement des cartes de bruit et est un bon indicateur de l'état de la voie, dès lors que la contribution de la roue est maîtrisée.

On souhaiterait caractériser les paramètres principaux pilotant le bruit de roulement lors de la circulation d'un train.

Des systèmes permettent aujourd'hui de mesurer en situation embarquée, le bruit émis par les roues ou/et par le rail et ainsi de caractériser grossièrement l'état de la voie sur laquelle passe le véhicule équipé. Il s'agit en général de microphones placés sous la caisse du véhicule ou à proximité des roues, enregistrant le niveau de pression acoustique en continu (ce dispositif peut-être remplacé ou complété par des mesures accélérométriques sur les boîtes d'essieux). Ces systèmes supposent un contrôle sévère de l'état de surface des roues voisines du microphone pour s'assurer que l'augmentation du niveau du bruit est bien imputable à la voie.

Certains d'entre eux permettent de déduire de ces mesures une donnée de l'état de surface du rail en utilisant des fonctions de transfert calibrées entre pression acoustique et rugosité. Ces traitements supposent que le comportement vibro-acoustique de la voie demeure constant le long du parcours. Ainsi, ils ne permettent pas de savoir si cette augmentation du niveau est due à une réelle détérioration de l'état de surface de la voie (augmentation de la rugosité) ou à une configuration particulière de la voie qui engendre une réponse vibro-acoustique accrue de celle-ci.

Ces systèmes ont été référencés et sont en passe d'être testés par la SNCF, lors d'une campagne d'essai, afin de statuer sur leur efficacité.



Descriptif

L'objectif de ces travaux de thèse est de développer une méthode de caractérisation directe de l'état acoustique (rugosité du rail, taux de décroissance des ondes dans le rail) de l'infrastructure, l'objectif à terme étant de disposer d'une cartographie de l'état acoustique du réseau. Par directe, on sous-entend une instrumentation embarquée caractérisant la voie lors de la circulation d'un train ou d'une voiture d'essais ; par opposition aux mesures indirectes existantes : mesure de la rugosité du rail à l'aide d'une règle instrumentée sur voie libre non circulée, mesure du taux de décroissance à l'aide de capteurs dynamiques et de marteau de choc sur une voie libre non circulée.

Nature des travaux

Cette thèse s'articulera autour des deux aspects : théorique et expérimental. On étudiera dans un premier temps la faisabilité d'une telle caractérisation : comment caractériser de manière directe lors d'une circulation «l'état acoustique» de la voie et comment remonter à des paramètres tels que la rugosité du rail et le taux de décroissance des ondes dans le rail en faisant abstraction de l'influence du matériel roulant lors de sa circulation ?

On s'appuiera et on utilisera pour cela les modélisations existantes (notamment sur le bruit de roulement). Des développements complémentaires de ces outils sont à prévoir.

En parallèle et avec l'appui de ces travaux théoriques, une étude expérimentale sera menée afin de définir un dispositif expérimental adapté issu des avancées et conclusions de l'étude théorique et de l'état de l'art.

Un dispositif de mesure sera proposé dont les principales caractéristiques seront validées. L'Agence d'Essai Ferroviaire apportera son soutien pour son développement et sa mise en œuvre (essais en ligne).

Des traitements spécifiques des signaux enregistrés à bord devront être développés : cette phase nécessitera des connaissances robustes en traitement du signal. Les paramètres d'entrée et de sortie de ce dispositif seront estimés et établis à l'aide des outils de modélisation.

Contact SNCF

Nom : Estelle BONGINI **Direction** : Innovation & Recherche

Mail : estelle.bongini@sncf.fr

Adresse : PSF, 45, rue de Londres, 75379 Paris cedex 08