

7<sup>es</sup>

SONORE

Assises nationales de la qualité de l'environnement

14-15-16 octobre 2014 / Cité Centre de Congrès de Lyon

**ACOUPHEN**  
Ingénierie en acoustique et vibrations

# LES VIBRATIONS DANS L'ENVIRONNEMENT IMPACT VIBRATOIRE AU PASSAGE DE TRAINS/ TRAMWAYS

## Demandes des riverains et besoins d'un bureau d'étude pour y répondre



Centre d'expertise et de documentation  
sur le Bruit



# Introduction

- Les attentes des riverains de lignes ferroviaires et de tramways
- Les besoins des bureaux d'études

## COMMENT FAIRE ?

- Des attentes fortes des riverains en termes d'exposition vibratoire et sonore et en manque de réponse des gestionnaires d'infrastructures
- Des maitres d'ouvrage soucieux mais réservés face à de nouvelles contraintes « réglementaires »
- Des aménageurs limités à appliquer des solutions « standards » pour un tracé contraint
- Des acousticiens « bricoleurs » en l'absence d'outils, de normes, et en manque de repères et surtout de confiance ...

# Les attentes et besoins

## Retour d'expérience ?

- Des riverains en attente de solutions et de prise en compte du bruit solidien en réalisant des mesures à l'intérieur des logements
- Des maîtres d'œuvre disposant de solutions approximatives – 10 dB ou - 20 dB évaluées avec une méthodologie « maison »
- Des bureaux d'études démunis ; absence de normes, outils de calcul trop complexes (et limités en fréquence pour étudier le bruit solidien), des seuils flous

## Les paramètres à étudier

- la plateforme ferroviaire avec sa couche de forme, couplage sol/structure
- La propagation dans le sol, les ondes et leurs périmètres d'influence
- le transfert vibratoire dans le bâtiment
- Le bruit solidien

# Exemple, diagnostic vibratoire (1)

- Une maison à 8 m du bord de la plateforme



V crête = 0,43 mm/s  
Lv rms max= 73 dB 12,5Hz  
passage Fret

V crête = 0,79 mm/s  
Lv rms max= 70 dB 31,5Hz  
passage TER

V crête moy = 0,23 mm/s  
Lv rms moy= 60 dB 10, 20,  
40 Hz  
passage 22 circulations

Comment faire : moyenne sur 22 trains Quelle méthodologie ?

Comment statuer : Intégrité structure, perception tactile, bruit solidien

# Exemple, diagnostic vibratoire (2)

- Une maison à 8 m du bord de la plateforme

Dispersion des résultats des 2 exemples :  $V$  crête x5 et  $L_{vmax} + 18$  dB

et pourtant ligne, trains, distance, type construction, méthodologie identiques!

Le différentiel est due à la vitesse, le sol, la plateforme

$V$  crête = 2,66 mm/s  
 $L_{vmax}$  = 80 dB à 80 Hz  
passage Corail 1

$V$  crête = 2,57 mm/s  
 $L_{vmax}$  = 87 dB à 63Hz  
passage Corail 2

$V$  crête moy = 1,27 mm/s  
 $L_v$  rms moy = 78 dB 50, 63, 80Hz  
passage 22 circulations

Quel critère : Intégrité structure, perception tactile, bruit solidien

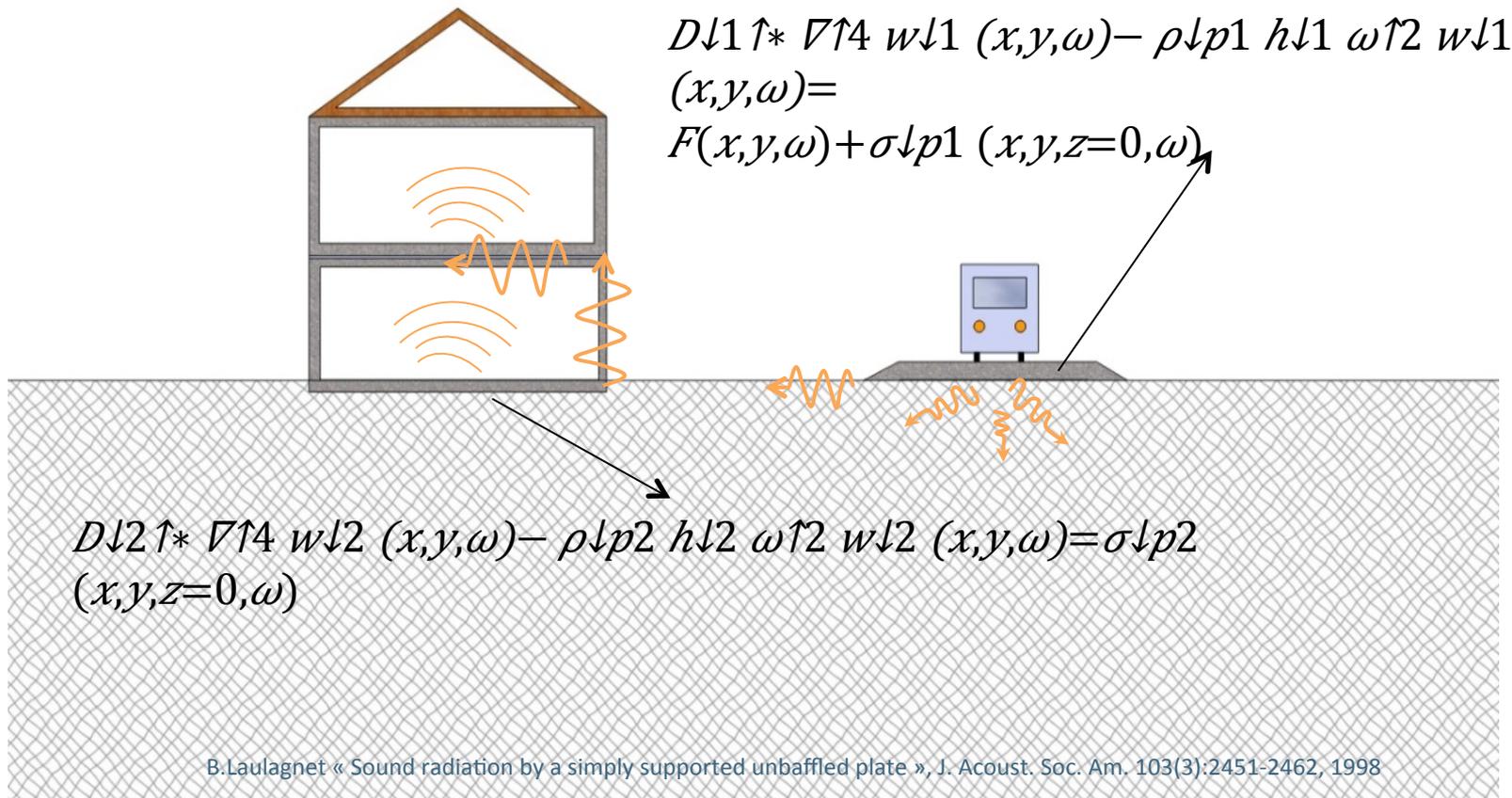
Un riverain insatisfait malgré le changement des menuiseries, bruit solidien !!

# Vers une approche plus maîtrisée des vibrations

- Contrat de recherche CIFRE (2012- 2015): « L'approche analytique modale pour la prévision vibro-acoustique de plaques munies de superstructures rajoutées couplées à des sols : Applications ferroviaires »
- En partenariat avec le laboratoire Vibrations Acoustiques de l'INSA de Lyon et Systra
- Objectif : comprendre les phénomènes et développer un outil (simple) de prédiction des vibrations pour la conception des infrastructures ferroviaires:
  - Couplage sol/structure
  - Propagation dans le sol
  - Transmission dans une fondation
  - Jusqu'au bruit solidien

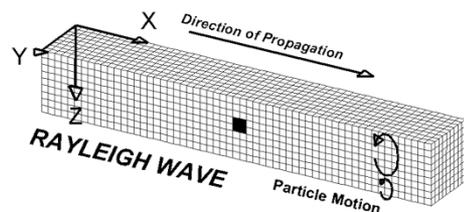
# Modélisation interaction sol-structure

Couplage sol/ structure  $\equiv$  fluide/ structure



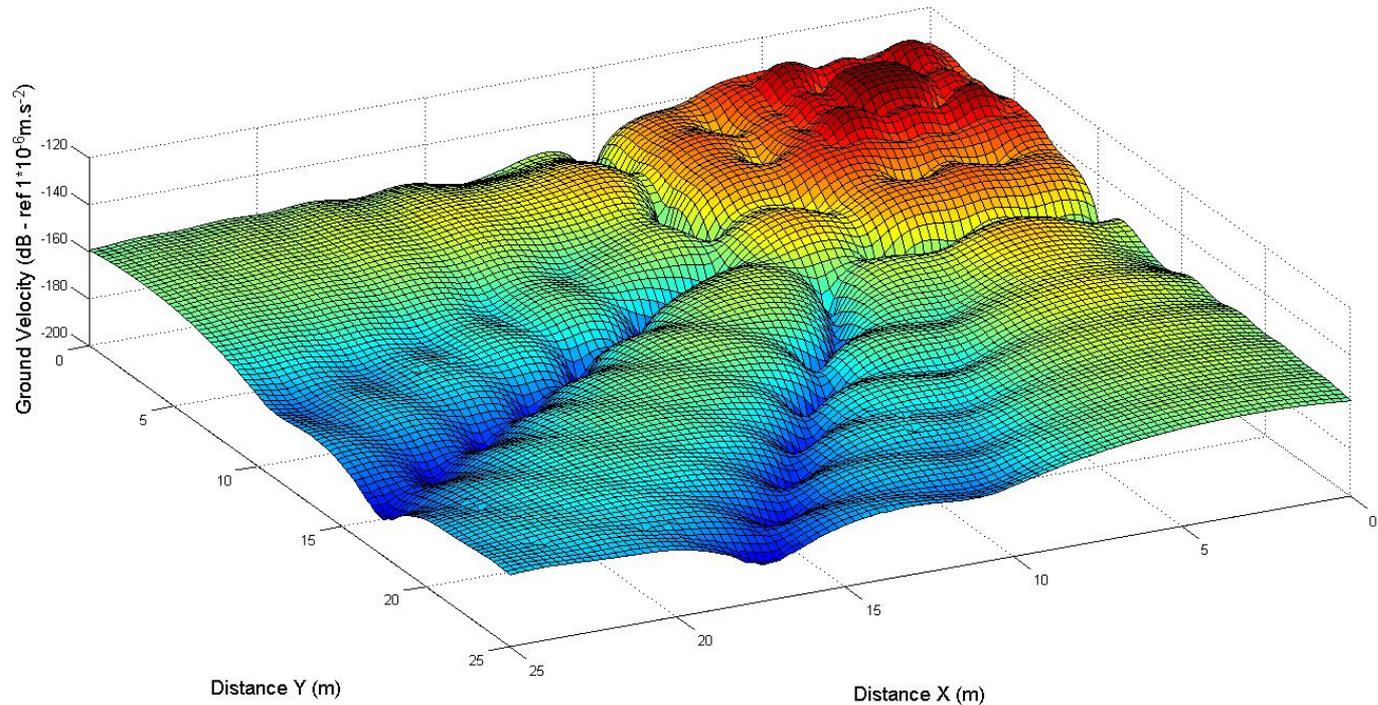
# Des ondes de surface prépondérante

**Modélisation du sol** (multicouche) caractérisé par la méthode SPECTRAL ANALYSIS OF SURFACE WAVES (SASW) pour disposer d'une donnée importante célérité de Rayleigh et cisaillement



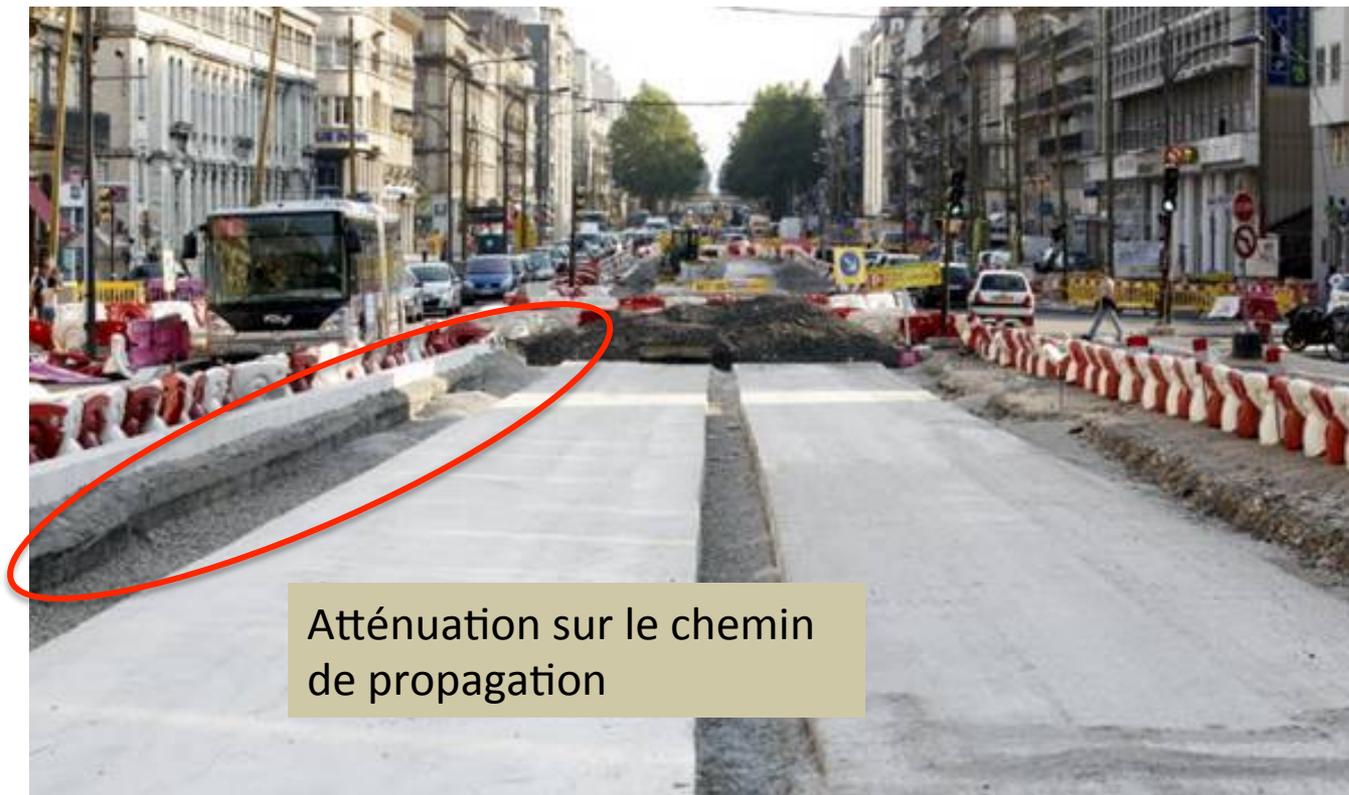
# Modélisation interaction sol-structure

Cartographie de la vitesse vibratoire du sol et de la dalle (80 Hz)  
Influence de la géométrie d'une plateforme



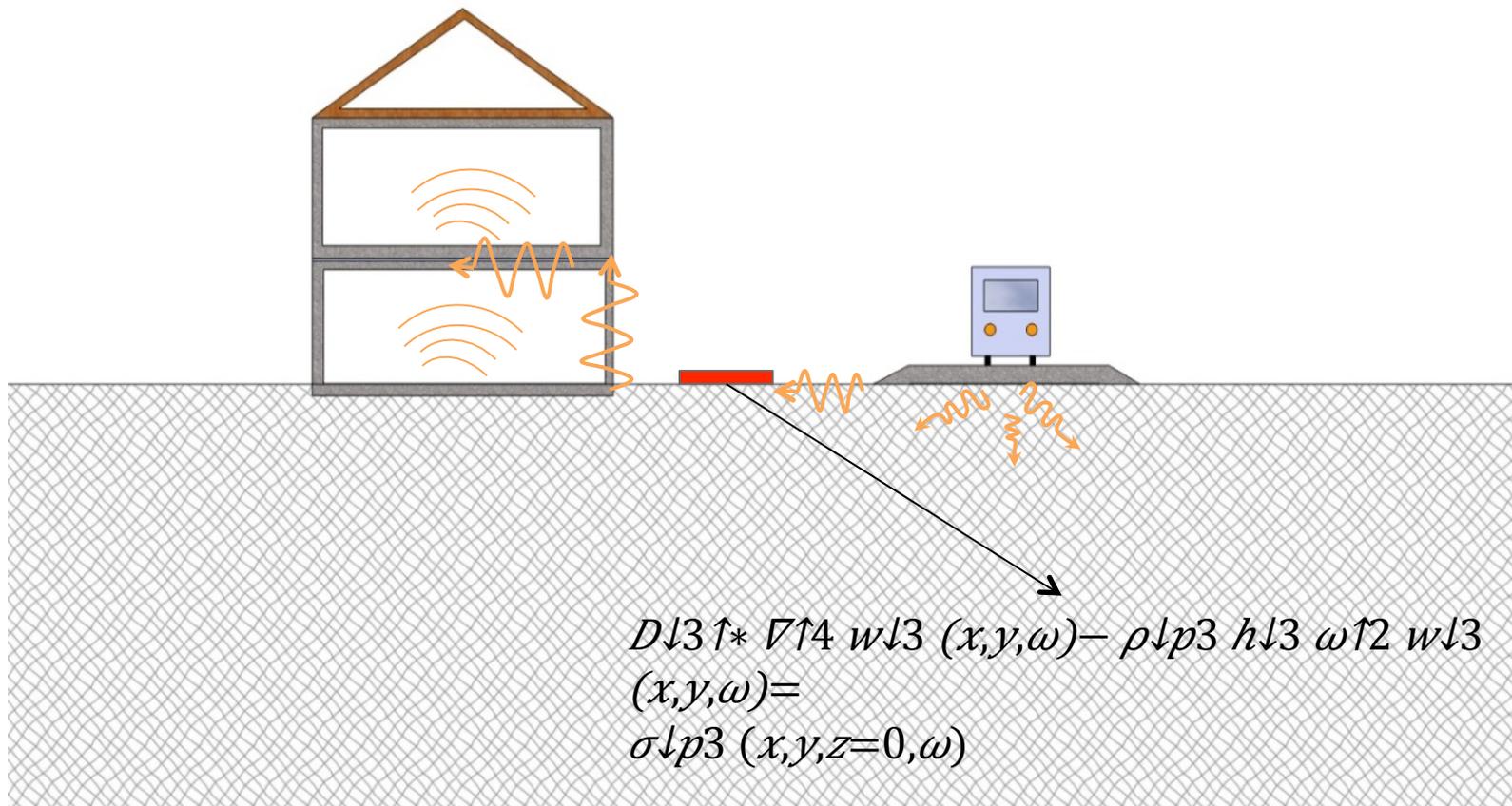
# Recherche de solutions innovantes

Etude de l'influence des aménagements urbains proches de la plateforme, cas d'une deuxième dalle



# Recherche de solutions innovantes

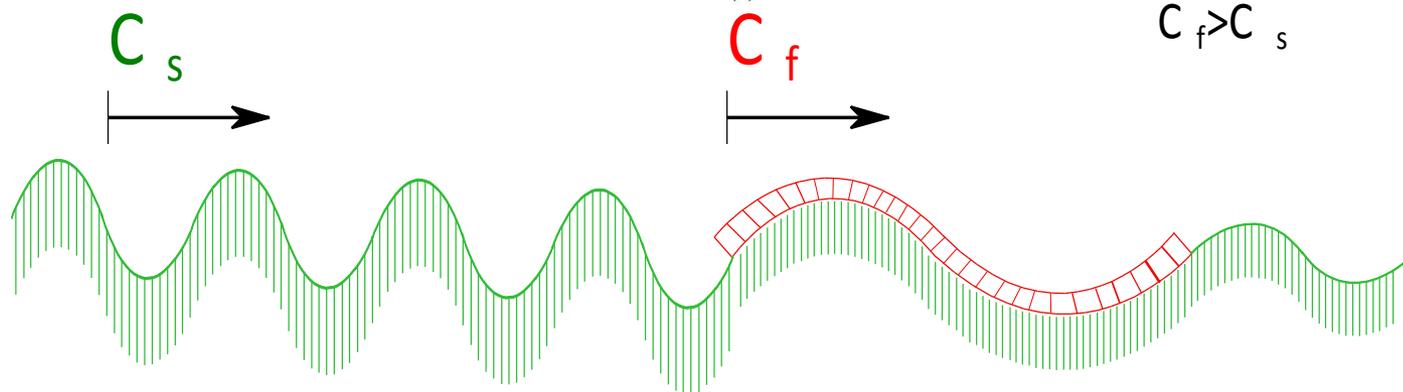
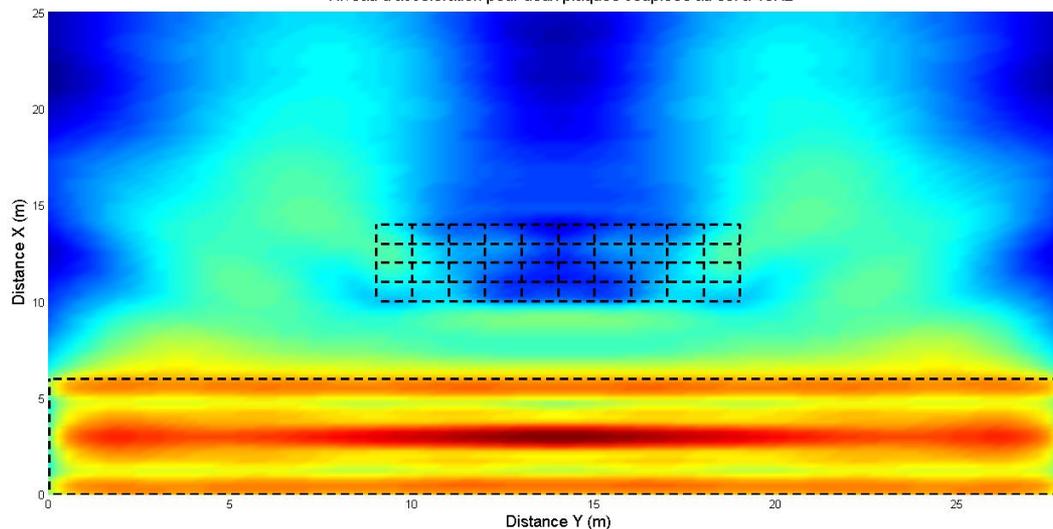
## Barrière vibratoire horizontale BVH



# Recherche de solutions innovantes

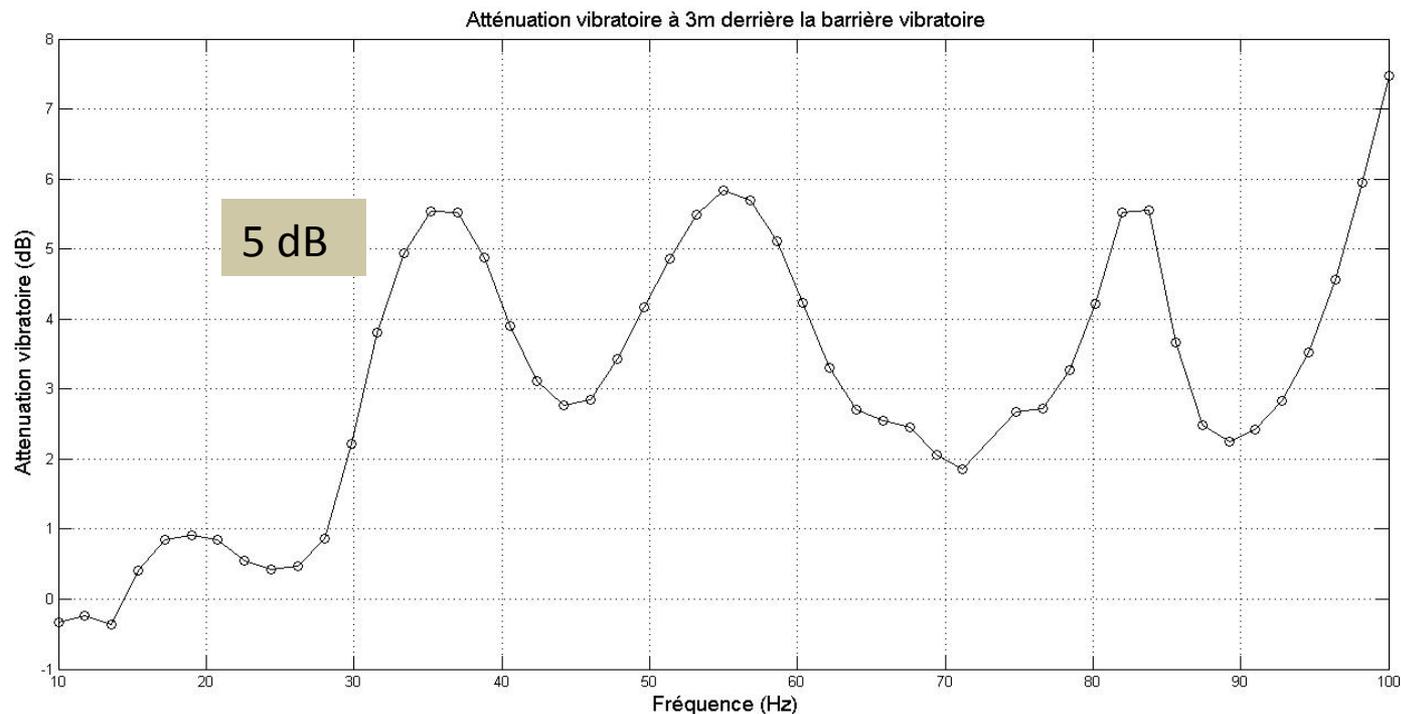
## Cartographie

Niveau d'accélération pour deux plaques couplées au sol à 40Hz



# Recherche de solutions innovantes

## Atténuation d'une Barrière Vibratoire Horizontale (BVH)



BVH béton: 28m x 4m x 0,6m

# Perspectives

- Formaliser une méthode pour les études vibratoires en lien avec les infrastructures ferroviaires mesures + calculs
- Réunir un «groupe de travail opérationnel» rassemblant expériences et compétences complémentaires
- Réaliser un guide de bonnes pratiques
- Développer un outil simple d'utilisation pour des projets de ligne étendue et traduire le ressenti des riverains

Jouer collectif français avant de se voir « imposer » une norme !

# ACOUPHEN

Ingénierie en acoustique et vibrations

Merci de votre attention

des questions ?