

Évaluation et modélisation de la propagation vibratoire dans plusieurs immeubles d'habitation



Rencontres Acoustique & Technique

Vibrations dans les bâtiments

Guillaume Coquel

Régie Autonome des Transports Parisiens

Délégation Générale à l'Innovation et au Développement Durable

22 Mars 2011



Sommaire

- 1. Contexte**
- 2. Traitement des plaintes**
- 3. Remplacement d'un aiguillage**
- 4. Résultats**
- 5. Conclusions**

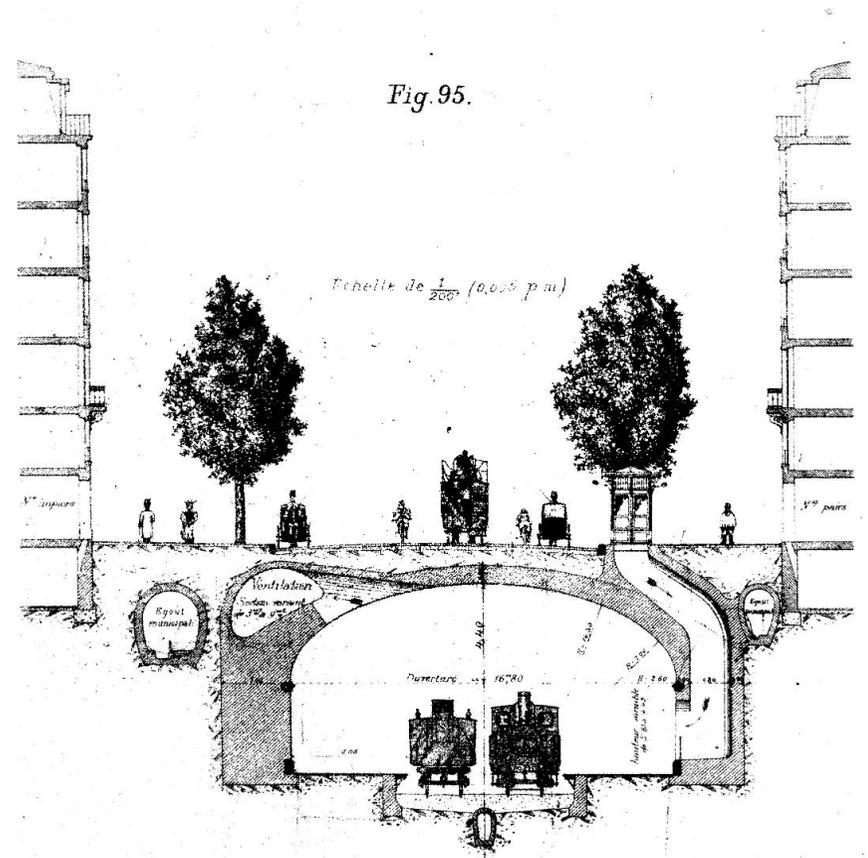
Contexte

■ Environnement urbain dense

- Réseau d'une centaine d'année,
- Augmentation de la fréquentation constante,
- Proximité de la surface et des fondations,
- Autres réseaux à proximité : télécoms, égouts, etc.

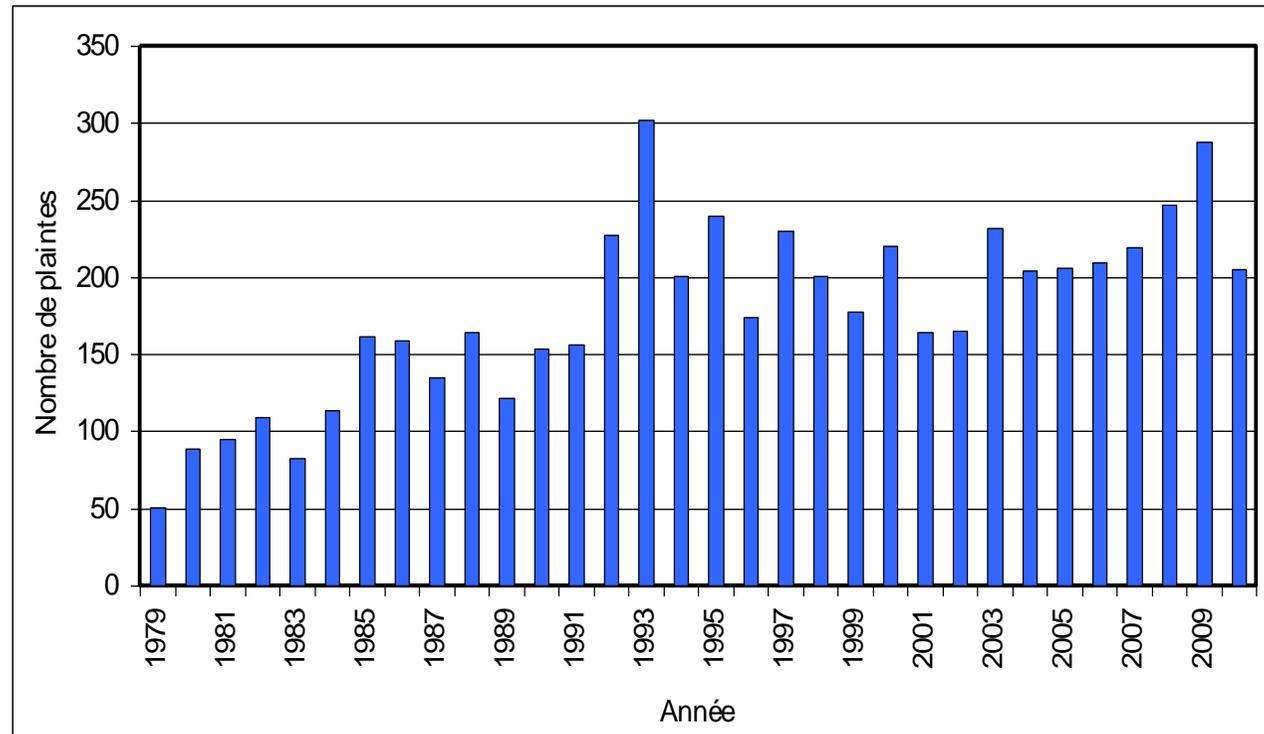
■ Exploitation

- Joints, aiguilles,
- Rugosité rail - roue,
- Usure ondulatoire, squat, écaillage,
- Autres ...



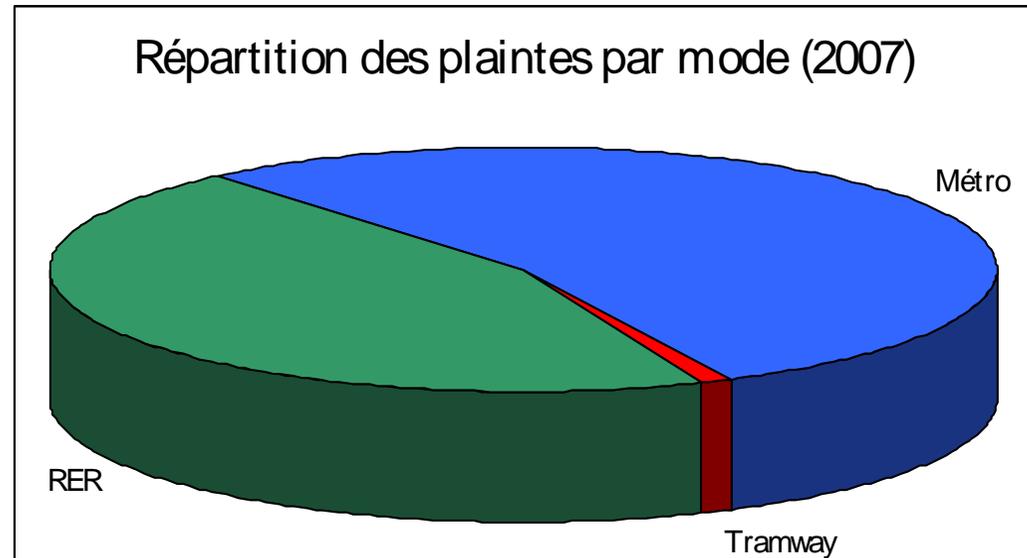
Traitement des plaintes

- Augmentation du nombre de plaintes depuis 1979,
- Caractère subjectif : variation importante de niveaux ($\approx 30\text{dB}$)



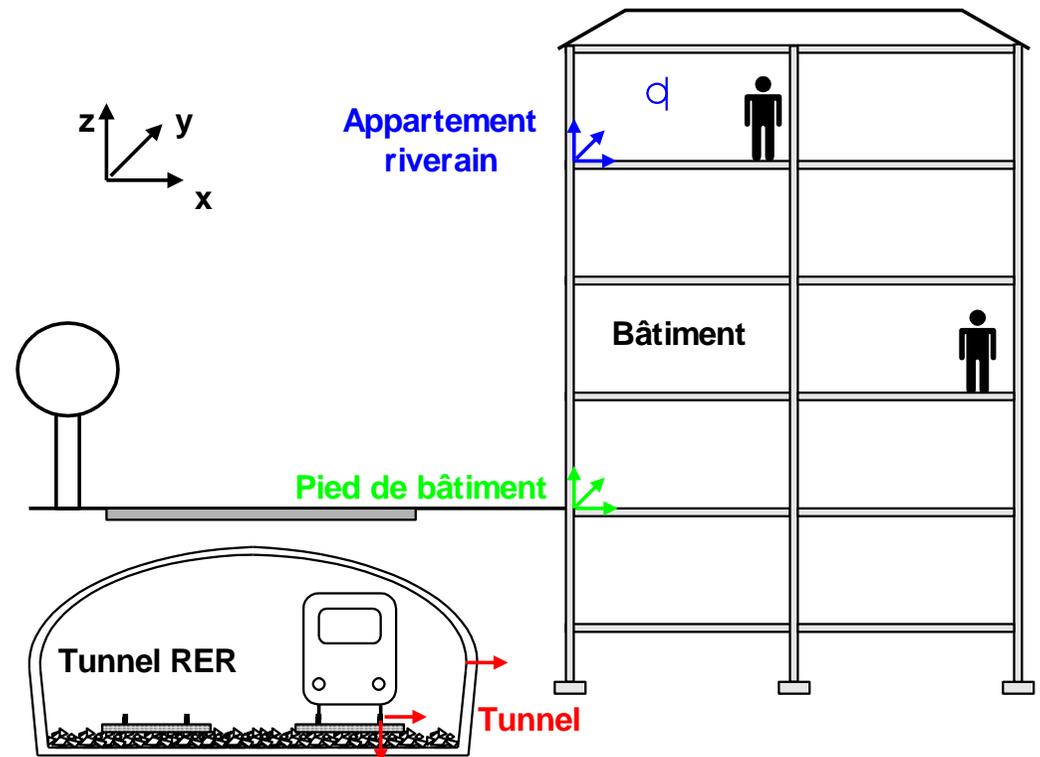
Traitement des plaintes

- Plaintes « bruit solide » reliées au métro,
- Plaintes acoustiques reliées au RER,
- La grande majorité des plaintes sont dues à l'UO,
- Rectification de la situation par maintenance de la voie,
- Chaque cas particulier est traité par une enquête,



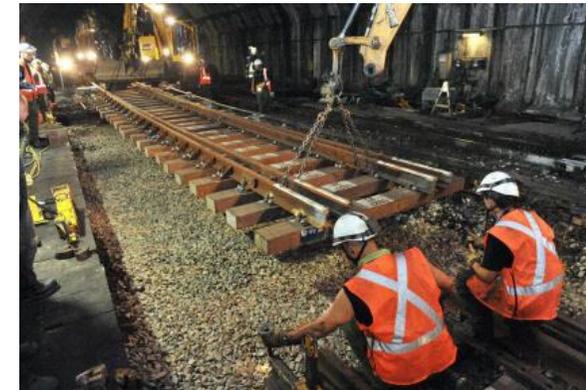
Remplacement d'un appareil de voie

- État initial / État final
 - Mêmes emplacement sur tous les points de mesure,
- Tunnel
 - Sous l'âme du rail (vertical),
 - Sur le champignon (horizontal),
 - Sur le piedroit (radial au tunnel),
 - Mesure en continu sur déclenchement puis tri.
- Pied de bâtiment
 - Triaxial,
 - Hall RdC le plus proche du tunnel,
 - 1 point de mesure triaxial,
- Riverain
 - Triaxial + acoustique
 - Mur porteur,
 - Tiers de la diagonale.



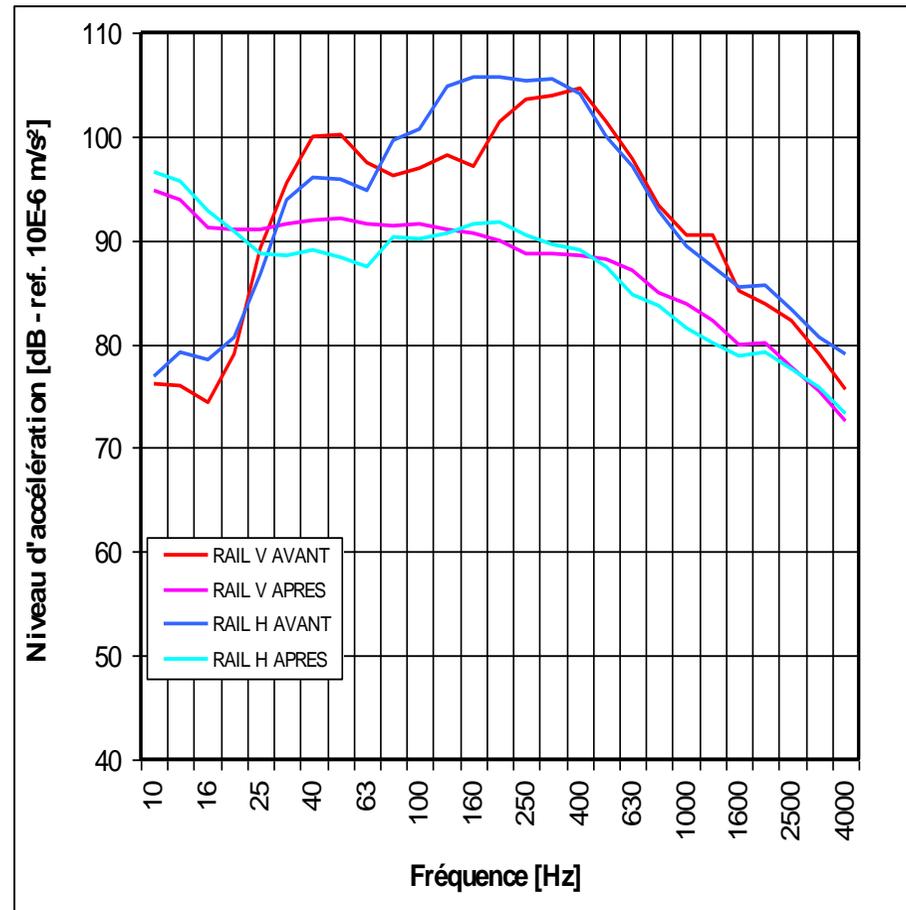
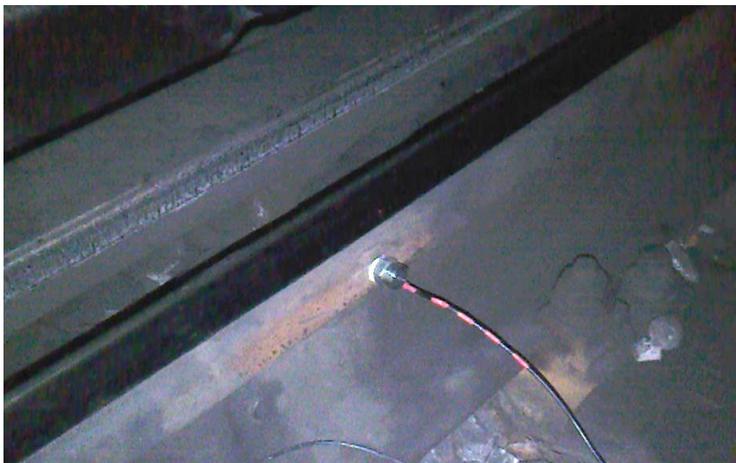
Remplacement d'un appareil de voie

- En tunnel : mesures en continu pendant une semaine : déclenchement au passage (trigger montée et trigger descente),
- Prélèvements chez les riverains corrélés avec les mesures en tunnel,
- Moyennes sur 20 passages de rames pour chaque point de mesure (conditionnés par le temps de présence chez les riverains),
- Utilisation d'une approche hybride pour évaluation de la propagation dans le bâtiment.



Atténuation vibratoire sur le rail

- Grande stabilité des passages
- Pic sur la paroi du tunnel situé entre 16 et 200Hz
- Au-delà de 500Hz, plus d'énergie sur la paroi du tunnel
- Atténuation conséquente : 5-15dB

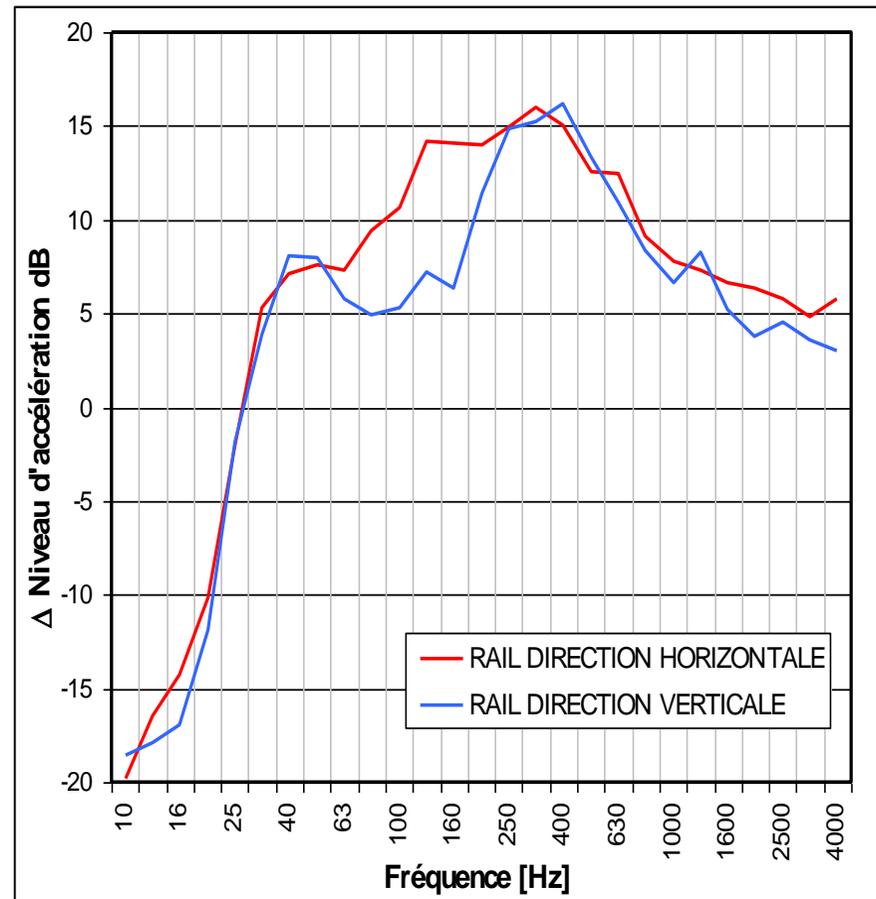
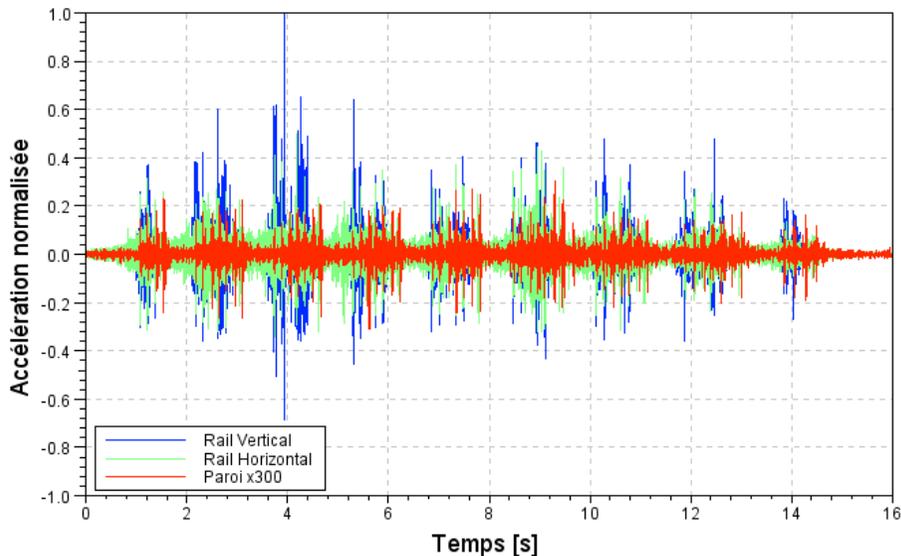


Atténuation vibratoire sur le rail

■ Chocs visibles sur la paroi du tunnel

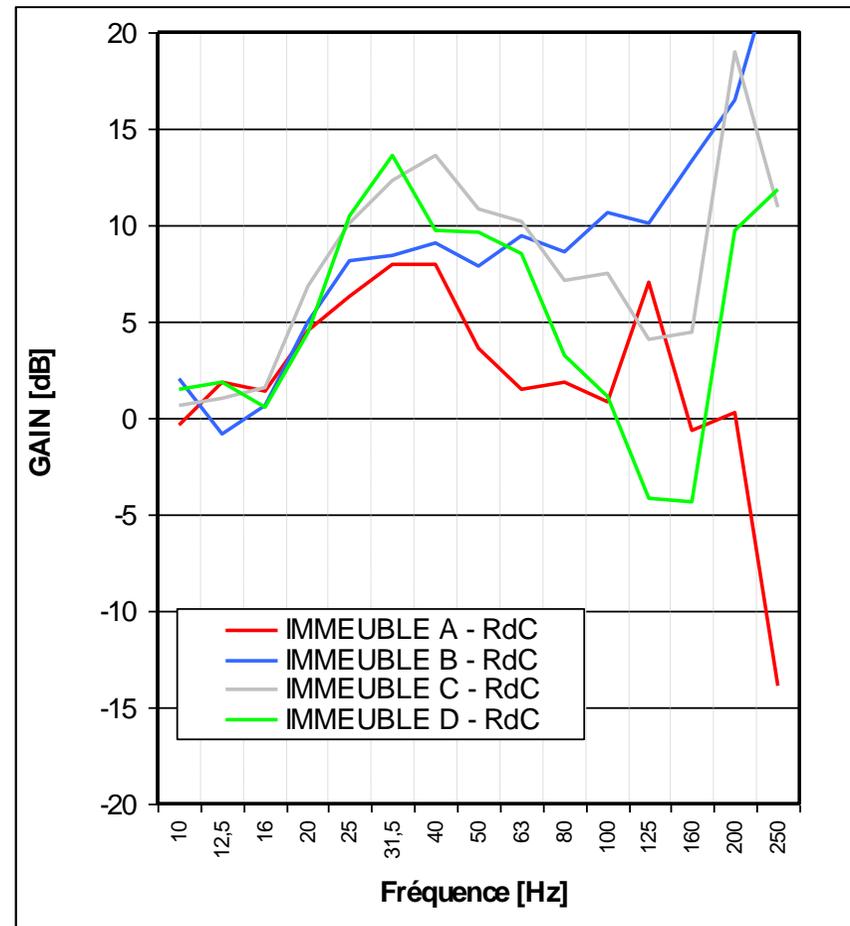
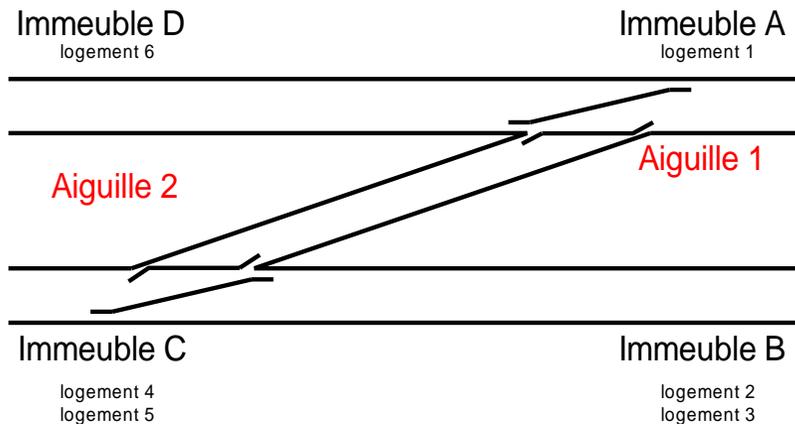
■ Différences globales :

- Rail vertical : 10,3 dB
- Rail Horizontal : 13 dB
- Paroi : 7 dB



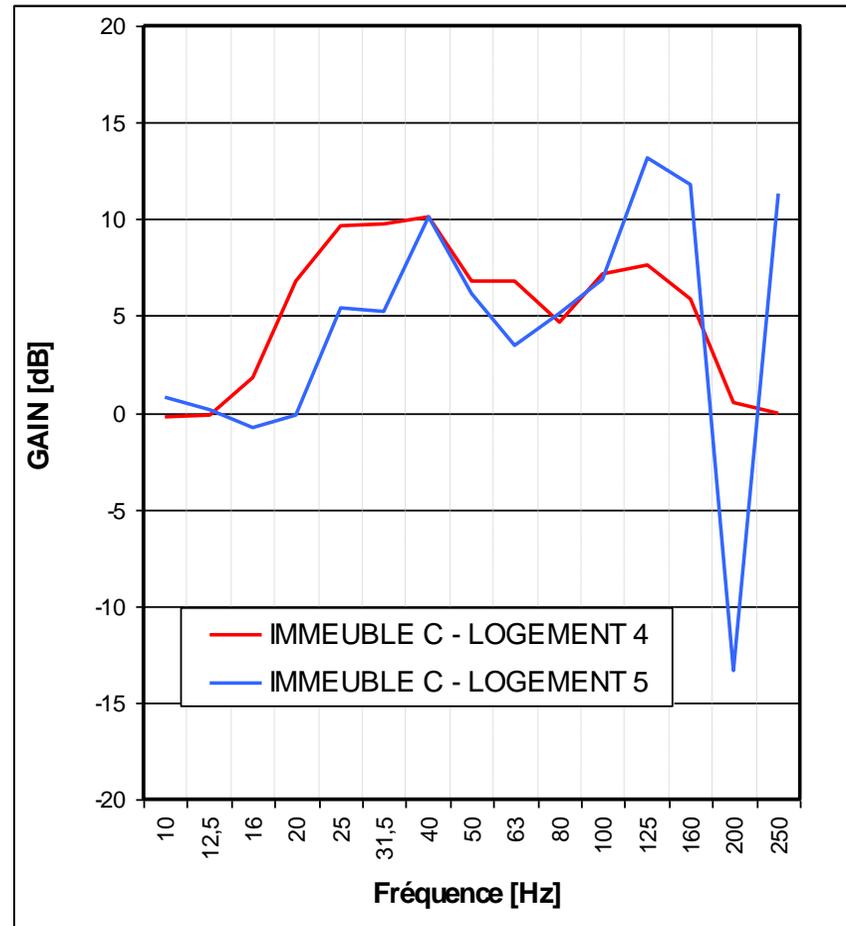
Atténuation vibratoire au pied du bâtiment

- Atténuation des vibrations visible au pied du bâtiment,
- Atténuation à partir de 16Hz,
- Plus importante sur l'aiguille 2 que sur l'autre.



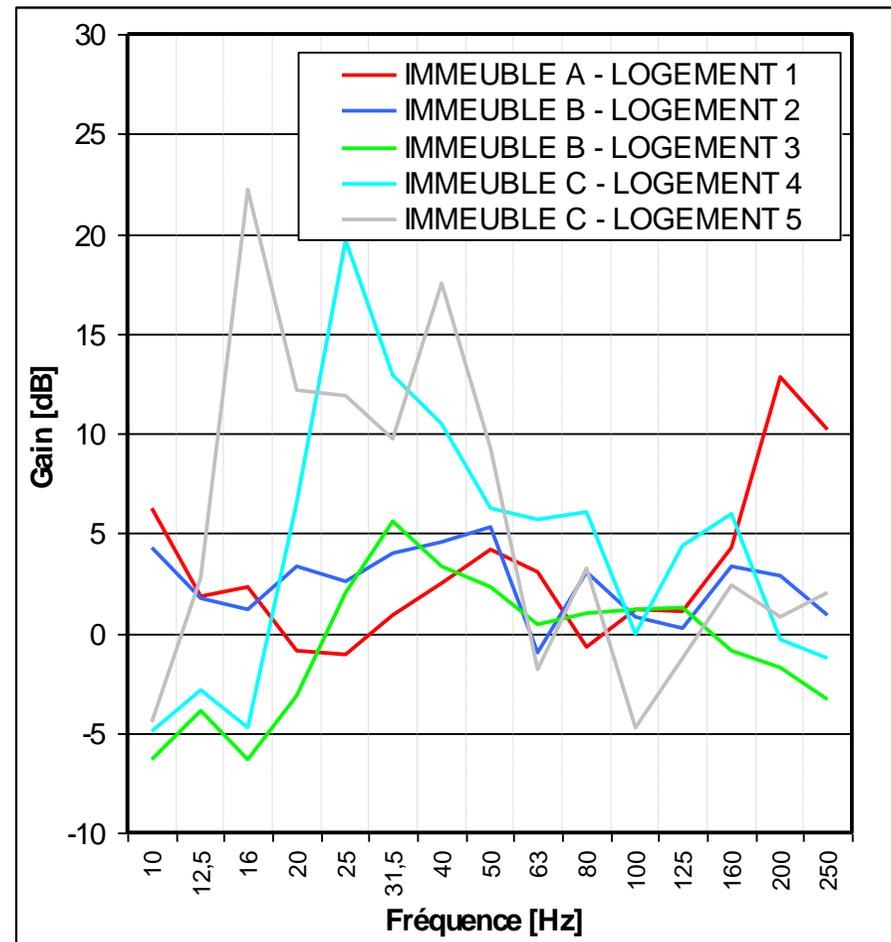
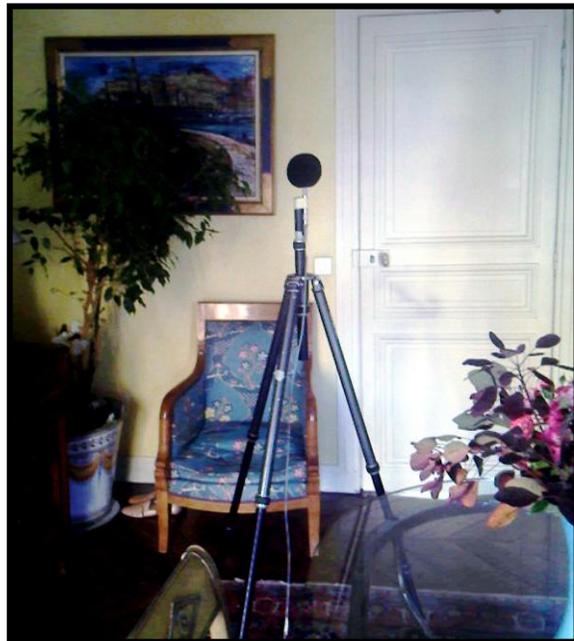
Atténuation vibratoire dans les logements

- Atténuation vibratoire mesurable dans les logements,
- Différences marquées suivant la position par rapport à l'appareil de voie,
- Ici : amplification = bruit de fond



Atténuation acoustique dans les logements

- Atténuation acoustique attendue
- Atténuations plus grandes que l'écart-type sur les 20 passages relevés.



Atténuation globale dans les logements

- Gains acoustiques difficilement corrélés aux gains vibratoires
- Gains importants pour une aiguille et moins pour la seconde
- Atténuation acoustiques allant de 2 à 12dB
- Atténuations vibratoires allant de 0 à 9dB

Immeuble	Logement	Grandeur	Proximité aiguille 1		Proximité aiguille 2	
			Immeuble A	Immeuble B	Immeuble C	Immeuble D
A	1	Vibration	0,0			
		Acoustique	2,0			
B	2	Vibration		4,0		
		Acoustique		4,0		
	3	Vibration		1,5		
		Acoustique		2,0		
C	4	Vibration			9,0	
		Acoustique			12,0	
	5	Vibration			7,0	
		Acoustique			11,5	
D	6	Vibration				9,0
		Acoustique				?

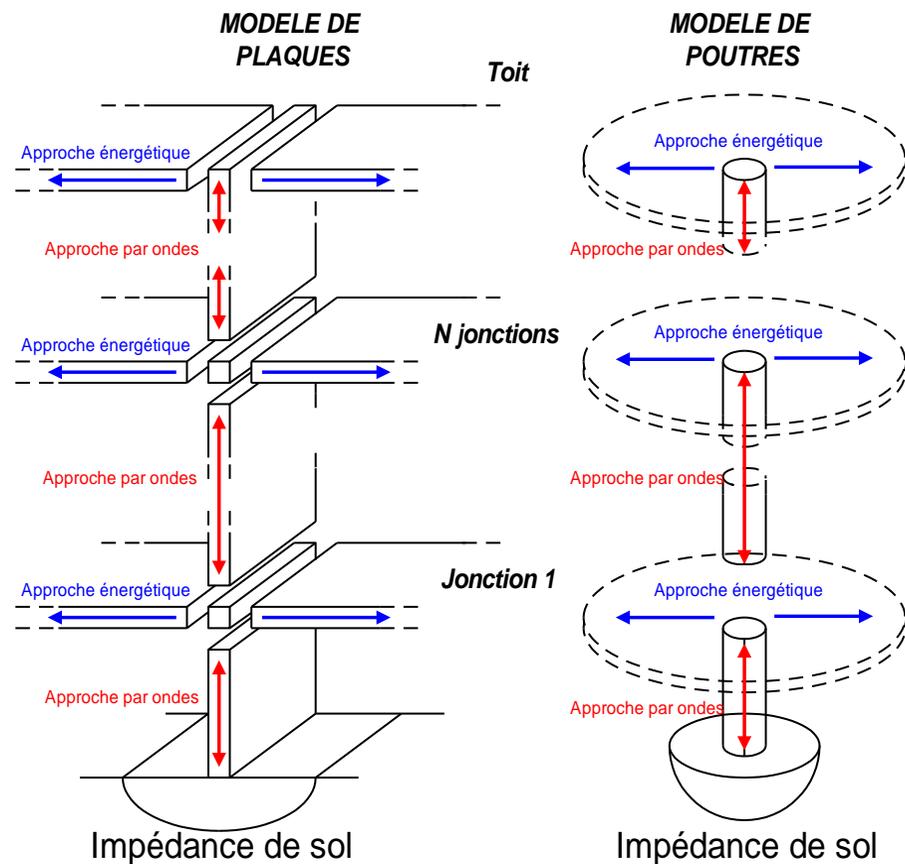
Transferts vibratoires dans le bâtiment

■ Atténuation mesurée

- Valeurs globales (tri-axe),
- Décorrélée,
- Source réelle

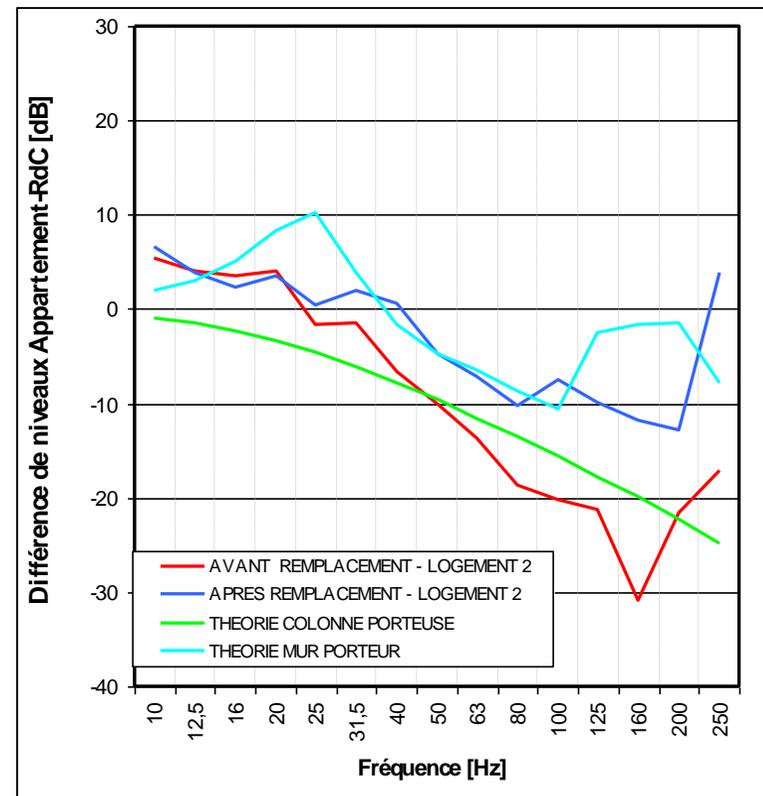
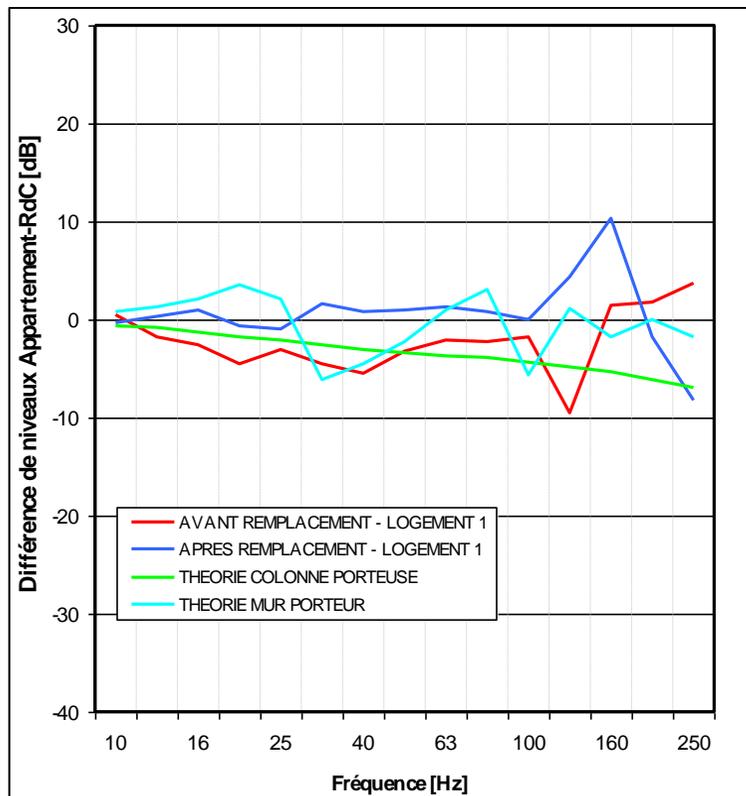
■ Atténuation calculée

- Vibration verticale,
- Approche simplifiée,
- Un seul élément porteur,
- Données matériaux issues de la littérature,
- Déjà comparée à d'autres méthodes (CSTB)



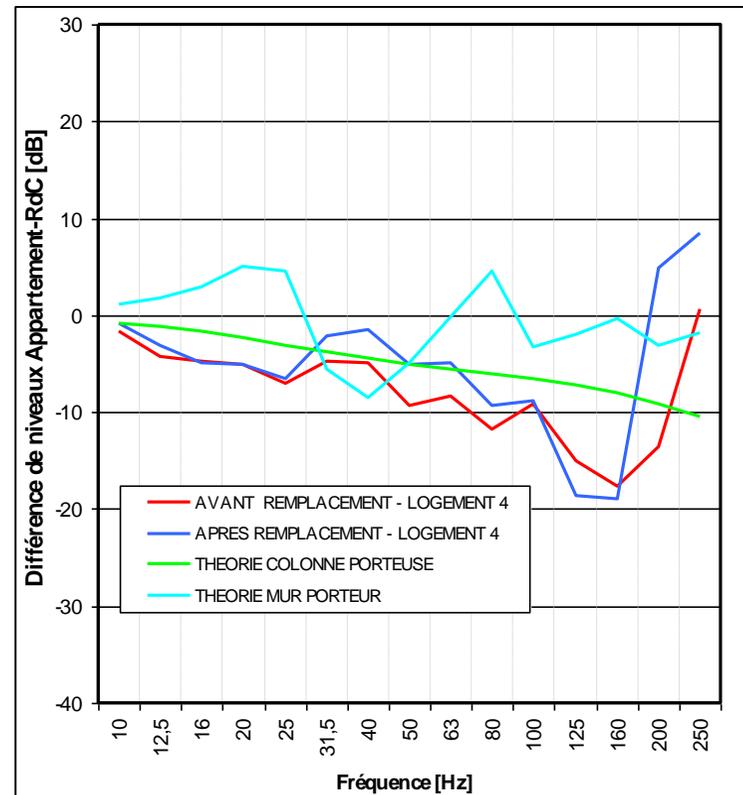
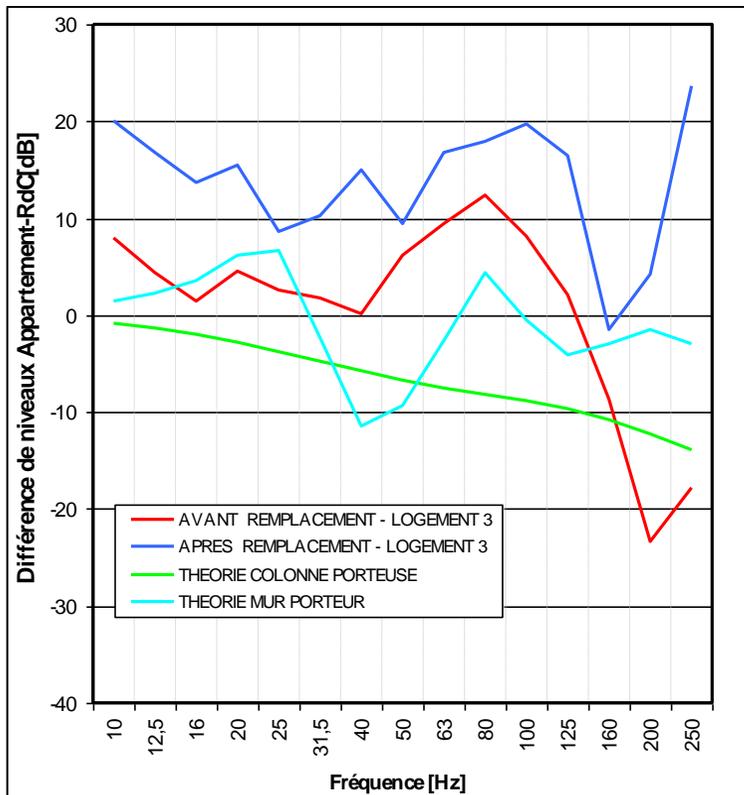
Transferts vibratoires dans le bâtiment

- Différences entre valeurs mesurées avant et après remplacement
- Mur porteur et colonne porteuse donnent des résultats cohérents



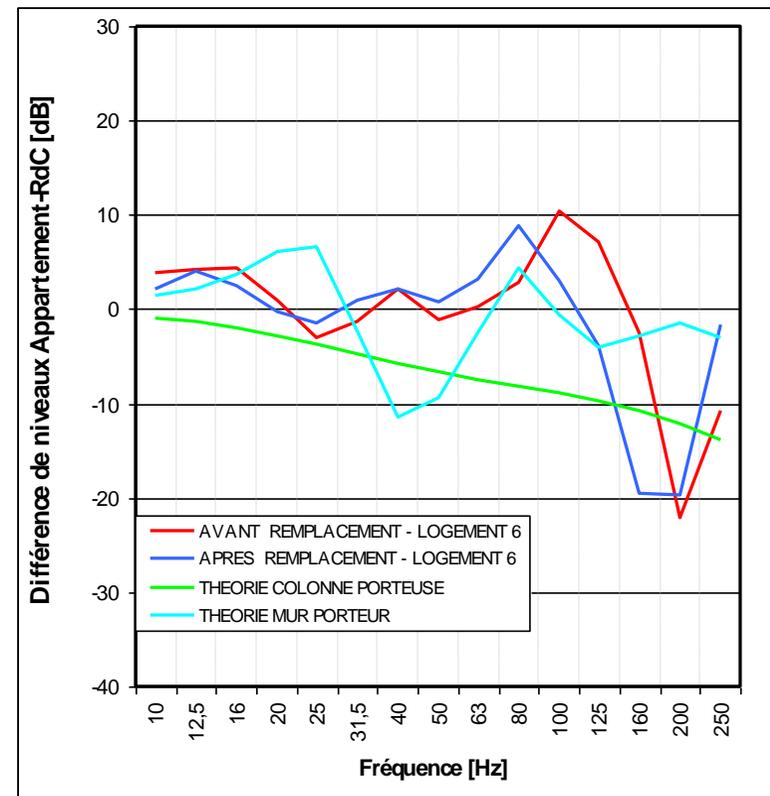
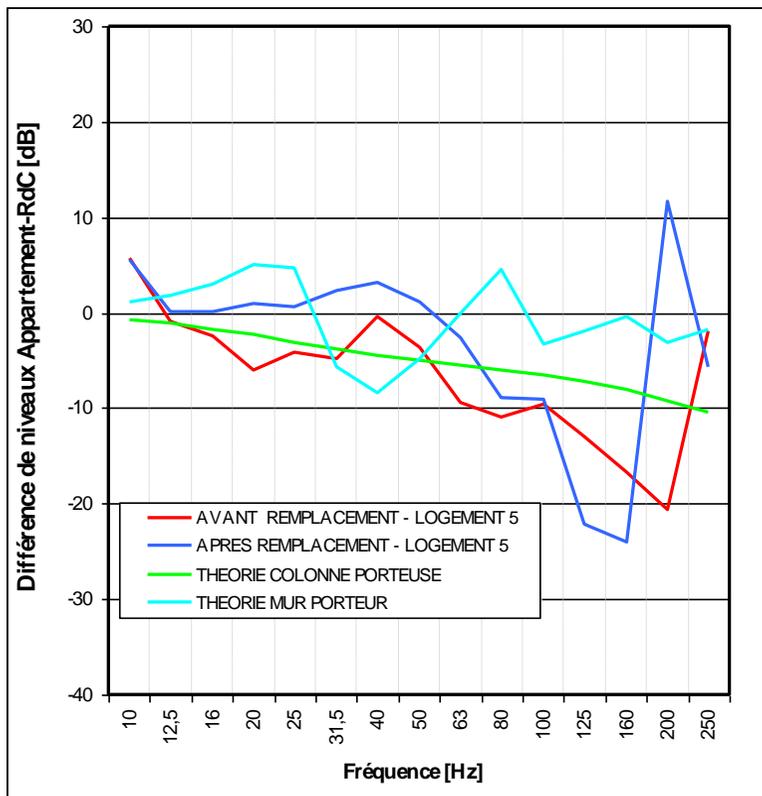
Transferts vibratoires dans le bâtiment

Différences entre valeurs mesurées avant et après le remplacement
Mur porteur et colonne porteuse donnent des résultats cohérents



Transferts vibratoires dans le bâtiment

Différences entre valeurs mesurées avant et après le remplacement
Mur porteur et colonne porteuse donnent des résultats cohérents



Transferts vibratoires dans le bâtiment

- Écarts de 0,1 à 5dB en valeur globale sur la gamme de fréquence
- Différences importantes pour le logement n ° 3

	AVANT REMPLACEMENT		APRES REMPLACEMENT	
	MURS	COLONNES	MURS	COLONNES
Logement 1	2,5	0,7	1,5	4,3
Logement 2	8,6	2,6	4,8	6,1
Logement 3	6,6	13,4	13,4	20,1
Logement 4	4,9	1,8	1,8	2,3
Logement 5	2,0	1,2	3,3	7,3
Logement 6	1,7	4,7	0,1	6,9

Différence en dB entre les niveaux globaux mesurés et calculés.

Conclusions

- Évaluation de l'efficacité du remplacement d'un appareil de voie
 - Vérification de l'efficacité vibratoire et acoustique,
 - Difficulté de relier l'une à l'autre,
- Modélisation de la propagation dans la structure
 - Difficulté d'obtenir des informations certaines sur les bâtiments,
 - Nécessité de mesures complémentaires pour l'évaluation de ces propriétés,
- Perspectives
 - Méthodes complémentaires pour affiner les propriétés des bâtiments,
 - Autres approches pour réaliser toute la chaîne de propagation des vibrations,
 - Poursuite des actions de recherche RIVAS, GdR, stages de master...



Merci

www.ratp.fr