



REDUCTION DU BRUIT DES TRANSPORTS TERRESTRES

Bruit et vibration des tramways : caractérisation des
sources et évaluation de la perception

Thierry Legouis (SerdB)
Christèle Philips-Bertin (INRETS)

Financement ADEME
Projet labellisé PREDIT

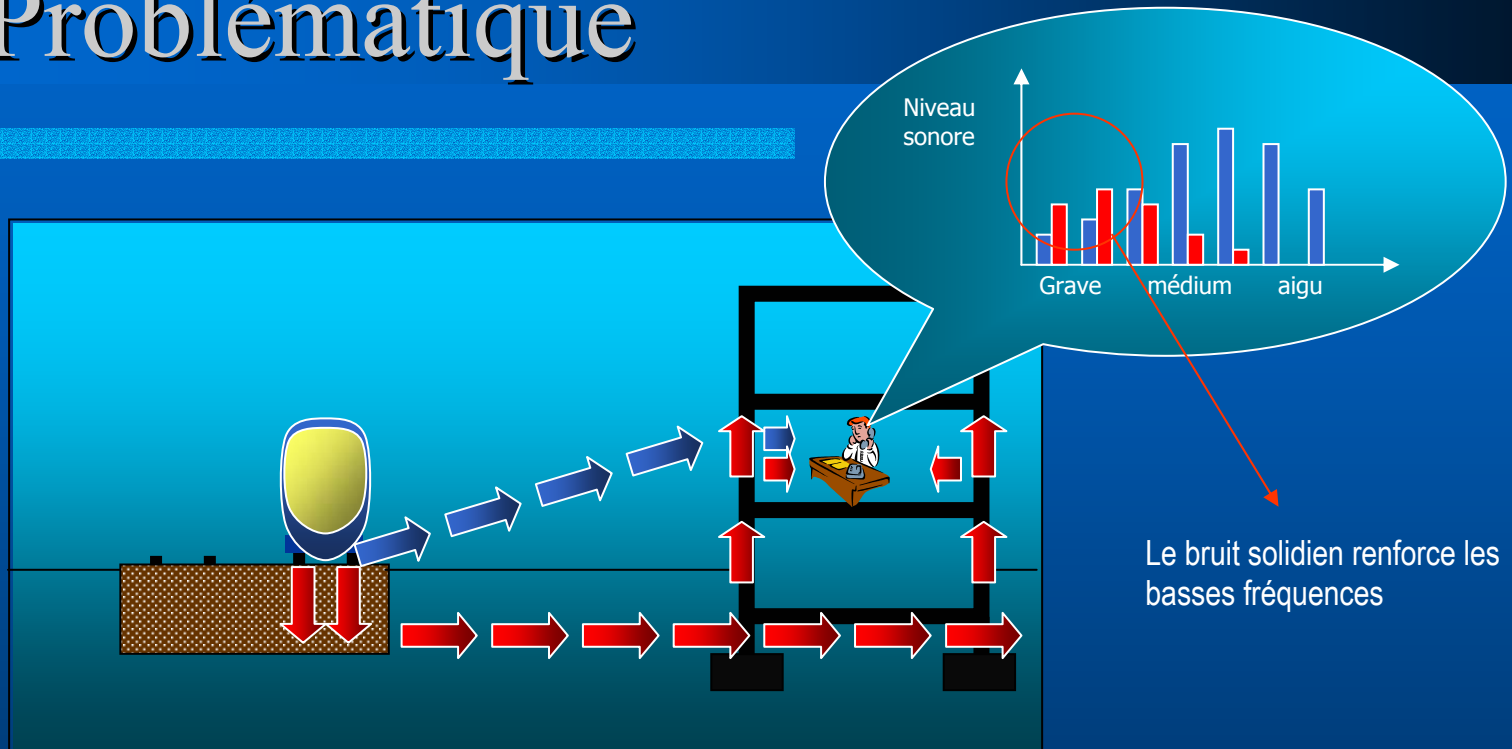
Historique



11 et 12 mai 2006

Réduction du bruit des transports terrestres

Problématique



• Bruit aérien

• Bruit solide



Objectifs du projet

Mise en évidence des situations susceptibles de créer une gêne chez les riverains, sur le plan du bruit et des vibrations.

Le projet inclut :

- ▶ **une approche physique avec modélisation des sources et de leur mode de propagation**
- ▶ **une démarche psycho-sociologique avec enquête**

Planning général

Volet	Phase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Etude in situ de la perception du tramway	Conception du questionnaire	■	■	■	■	■	■	■																	
	Réalisation de l'enquête								■	■	■	■													
	Mesures acoustiques								■	■	■	■	■												
	Traitement de l'enquête													■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Etude des sources acoustiques	Mesure des paramètres d'émission			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
	Modélisation du bruit émis													■	■	■	■	■	■						
	Propagation dans une rue en « U »														■	■	■	■	■	■	■				
Etude des sources vibratoires	Campagne expérimentale			■	■	■	■	■	■	■	■														
	Modélisation des efforts injectés		■	■								■	■	■	■	■									
	Modélisation de la propagation													■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Modélisation du bruit de grondement													■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Synthèse																						■	■	■	■

Rapport
avancement n°1
(02/11/05)

Rapport
avancement n°2
(02/07/06)

Rapport final
(02/05/07)

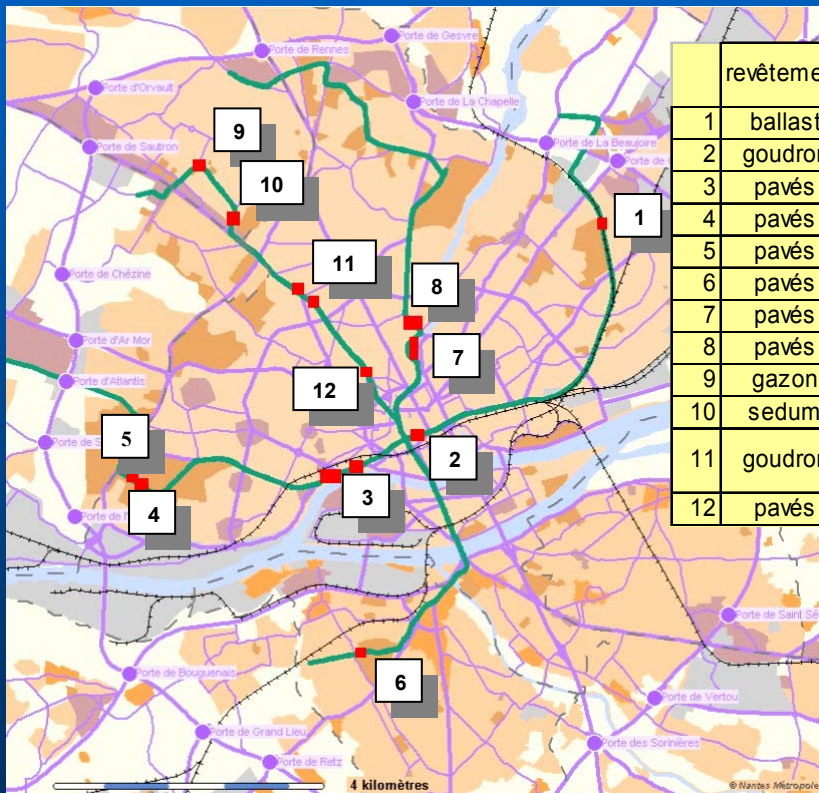


Partie perceptive

Ses objectifs :

- ▶ Aborder la perception du bruit du tramway, ses effets et les facteurs expliquant la gêne ressentie : enquête par questionnaire auprès de riverains
- ▶ Déterminer les descripteurs acoustiques les plus pertinents de la gêne due au bruit du tramway (au passage et de long terme) : campagne de mesures des niveaux d'exposition au bruit

Partie perceptive



	revêtement	pose	type d'habitat	distance à la voie	profil en long
1	ballast	a	Immeubles HLM R+4	25 et 40 m.	Léger remblais
2	goudron	b	Immeubles	25 m	Ligne droite
3	pavés	b	Immeubles sur 1 côté	25 m	Ligne droite
4	pavés	b + c	Immeubles HLM R+5	11 et 20 m	Ligne droite
5	pavés	b + c	Immeubles HLM R+5	22 et 34 m	Légère pente
6	pavés	b	Pavillons	13 m	Ligne droite
7	pavés	c + d	Maisons + immeubles	- de 10 m	Grande courbe
8	pavés	c	Maisons + immeubles	- de 10 m	Pente forte
9	gazon	b+c	Immeubles R+3 et HLM R+4	30 m	Virage
10	sedum	b	Immeubles R+4 et R+6	20 à 40 m	Ligne droite
11	goudron	d	Maisons de ville + petits immeubles	- de 10 m	Ligne droite
12	pavés	d	Immeubles HLM R+4	- de 10 m	légère pente

a : ballastSNCF
 b : pose classique
 c : pose intermédiaire -10dBv
 d : pose sur dalle flottante



Partie perceptive

Elaboration du questionnaire :

- ▶ **Entretiens exploratoires :**
 - 38 entretiens semi-directifs
 - auprès de riverains des 3 lignes existantes
 - en face à face à domicile
- ▶ **Elaboration du questionnaire :**
 - 60 questions fermées
 - 4 grandes parties : le logement et le quartier, la place du tramway dans le quartier, le bruit du tramway, la personne enquêtée et le ménage
- ▶ **Test du questionnaire**



Partie perceptive

Passation de l'enquête :

► Echantillon :

- 370 riverains (critères socio-démographiques)
- sur les 12 sites définis

► Passation :

- Par un institut spécialisé
- En face à face au domicile
- Temps moyen de passation de 30 minutes



Partie perceptive

Evaluation des niveaux sonores :

► Mesurage :

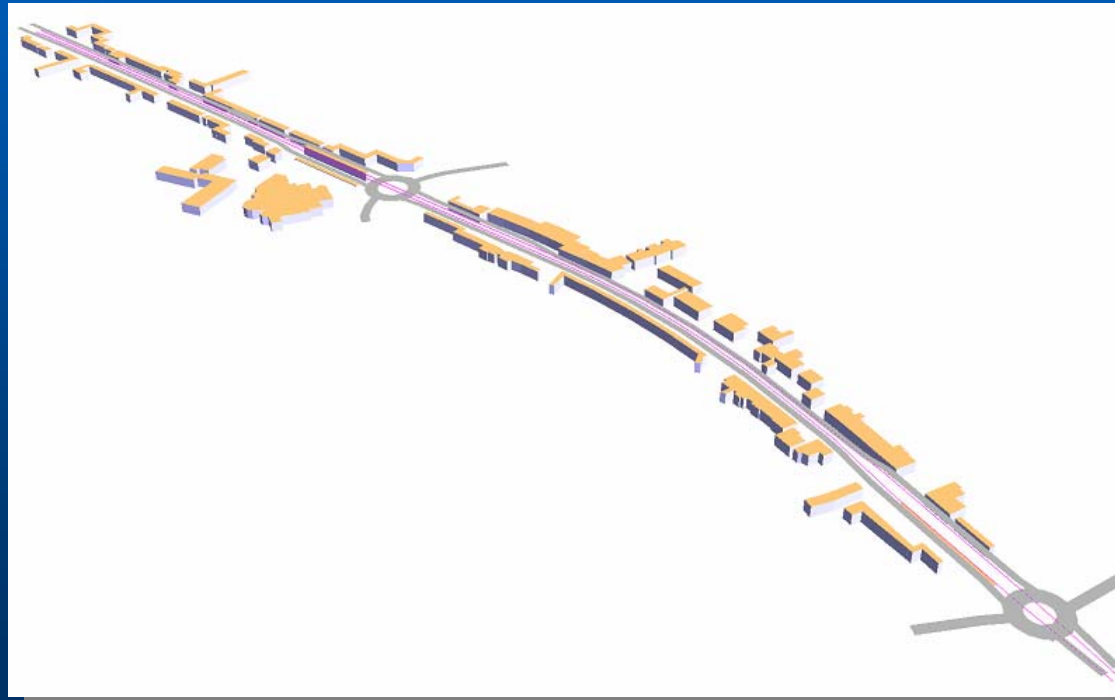
- 2 à 3 mesures 24h par site avec comptage de véhicules (VL, PL, bus ...)

► Modélisation :

- Utilisation d'un logiciel de modélisation 3D
- Recalage et calcul des niveaux en tous les points enquêtés

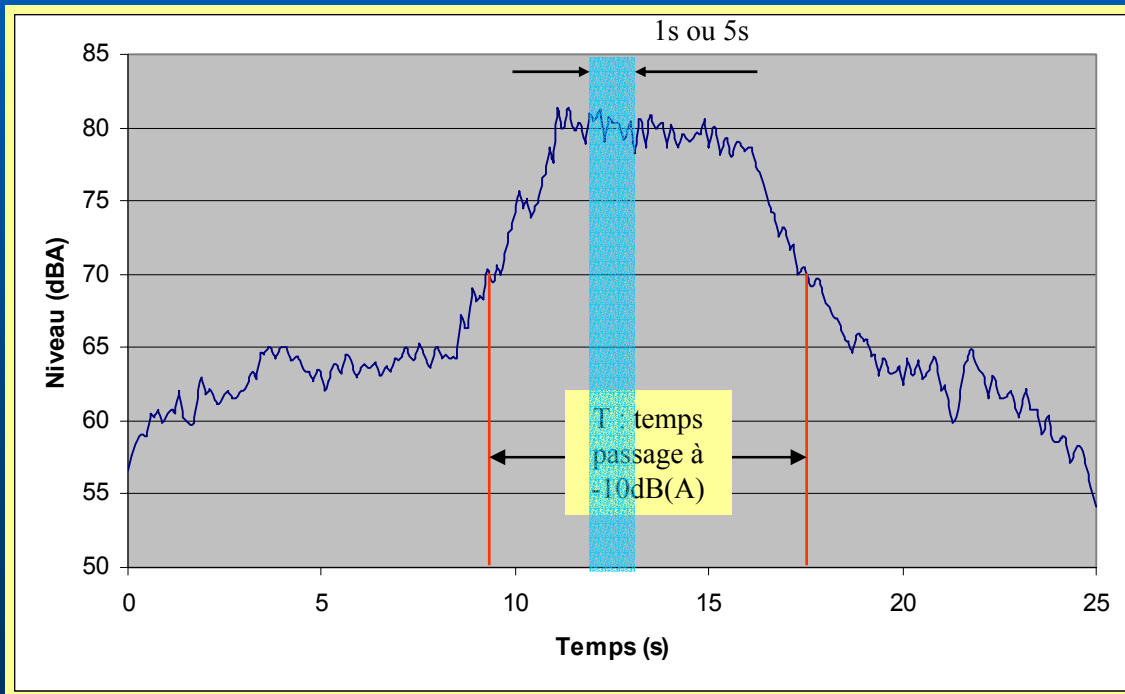
Partie perceptive

Exemple de modélisation 3D :



Partie perceptive

Indicateurs de bruit « au passage » :



$L_{Aeq,T}$ au passage : niveau de bruit « moyen » au passage

Dose (ou SEL) : énergie reçue au passage

$$dose = L_{Aeq} + 10 \cdot \log T$$

L_{eqmax} : niveau de bruit maximum déterminé avec une constante de temps de 1s ou de 5s

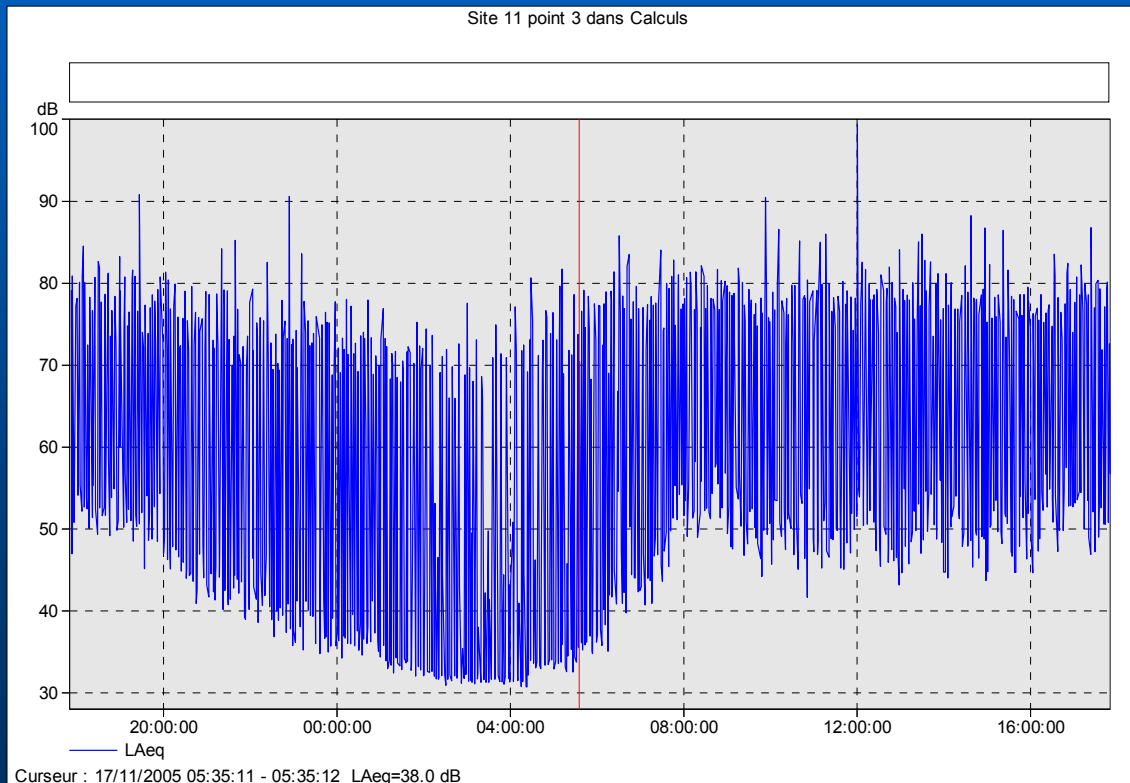
$$L_{eqmax}(1s) = \text{Max}(L_{Aeq,1s})$$

$$L_{eqmax}(5s) = \text{Max}(L_{Aeq,5s})$$

Emergence

Partie perceptive

Indicateurs de bruit de long terme :

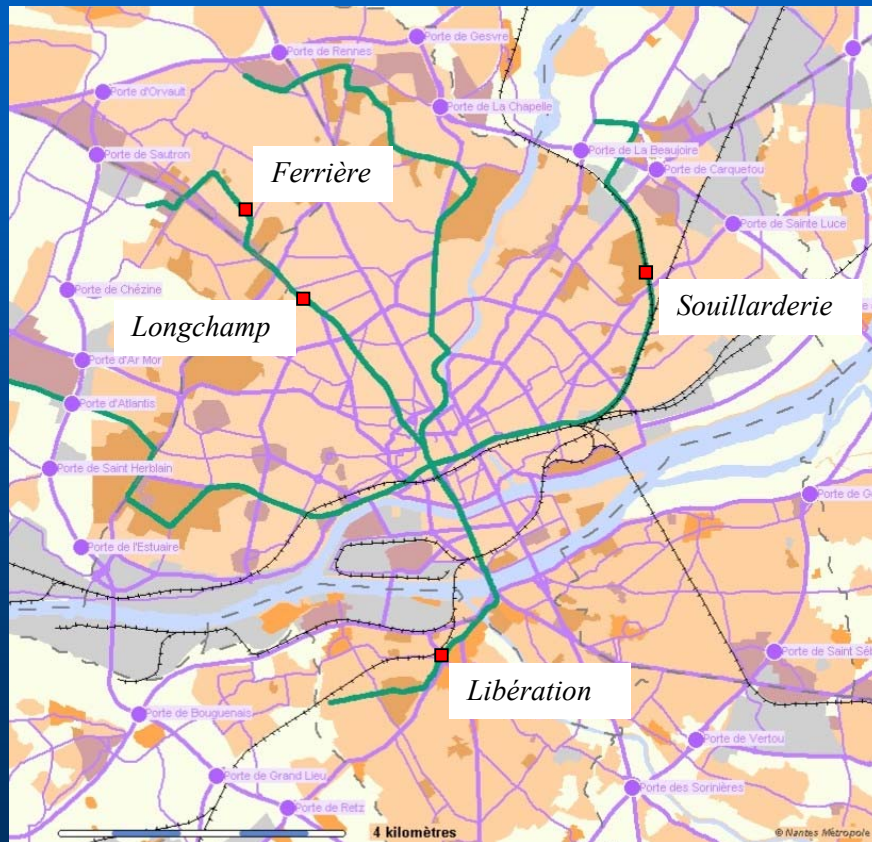


Par période spécifique (6h00-22h00, 22h00-6h00, 6h00-9h00, 9h00-19h00, 19h00-23h00, 23h00-6h00) :

- L_{Aeq} toutes sources confondues
- L_{Aeq} tramway
- L_{Aeq} autres sources
- Nombre d'événements dépassant une certaine valeur, pendant un certain temps (70 dBA, 75 dBA, ...)
- Indicateurs statistiques globaux LN (toutes sources confondues)

Indicateurs européens L_{day} , $L_{evening}$, L_{night} et L_{den}

Partie modélisation



11 et 12 mai 2006

Réduction du bruit des transports terrestres



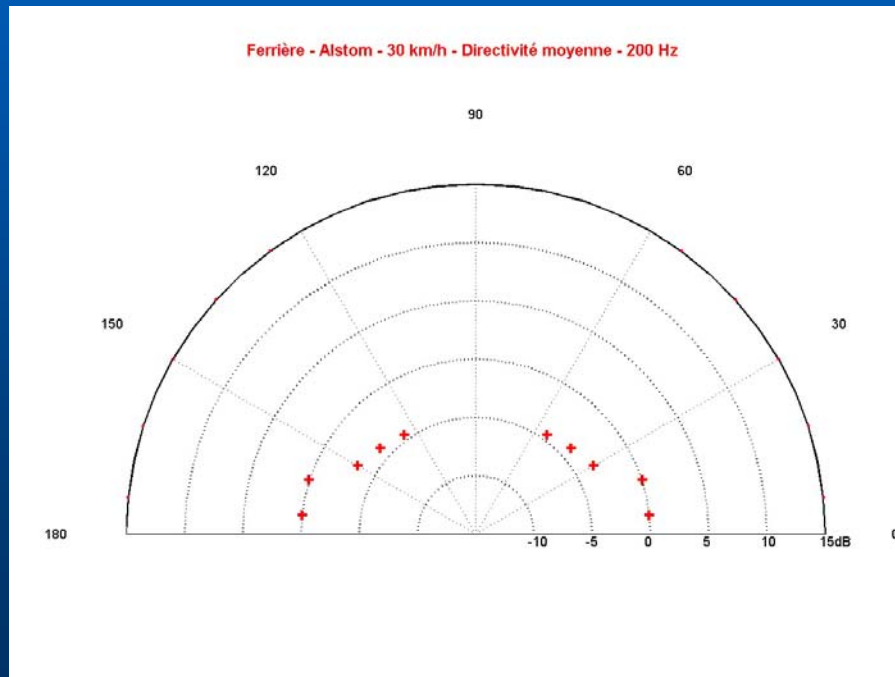
Partie modélisation

Volet acoustique :

- ▶ **Mesure de la directivité :**
 - Pour deux types de matériel roulant
 - Afin de déterminer l'effet des paramètres de fonctionnement
- ▶ **Localisation de sources :**
 - Pour deux types de matériel roulant
 - Afin de déterminer l'effet des paramètres de fonctionnement

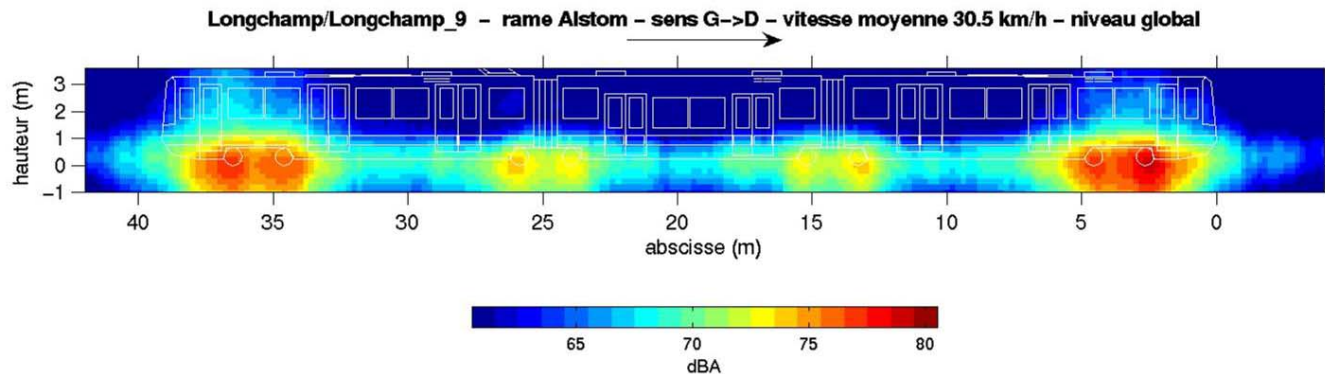
Partie modélisation

Volet acoustique : exemple de directivité



Partie modélisation

Volet acoustique : exemple de localisation de sources





Partie modélisation

Volet vibratoire :

- ▶ **Détermination des efforts injectés dans le rail :**
 - Pour les deux types de matériel roulant
 - Afin de déterminer l'effet des paramètres de fonctionnement
- ▶ **Caractérisation / modélisation des types de pose**
- ▶ **Modélisation de la propagation des vibrations dans le sol**

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

