

# LES PLÉNIÈRES 2006 DU LCPC

Sciences et techniques  
du **Génie Civil**

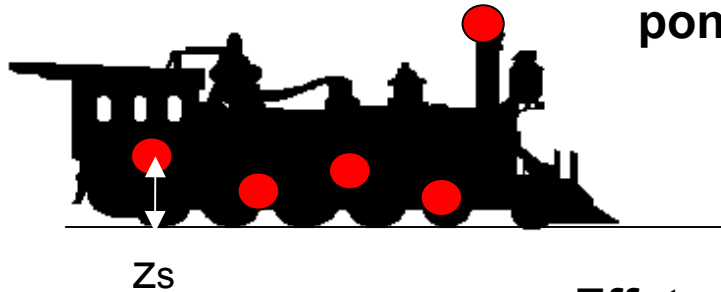
## JOURNÉES ACOUSTIQUE

SAINT-BRIEUC - 8 ET 9 JUIN 2006

# Détermination de la hauteur de sources en présence d'une discontinuité d'impédance

## Problématique

Modélisation des sources sonores de transports terrestres par des **sources ponctuelles équivalentes**



**Effets de sol / hauteur de source**



Méthode d'approche **inverse** à l'aide d'une mesure à **2 microphones**  
(adaptation de la méthode de **D. GAULIN**)

## Problématique

- **Sol homogène**

- Monosource (VL) : Gaulin D. (2000)
- Multisources (Tramway) : Dutilleux, Ecotière et al. (2004)

- **Sol avec discontinuité d'impédance**

- Multisources : Guntzer, Ecotière et Dutilleux (2006)

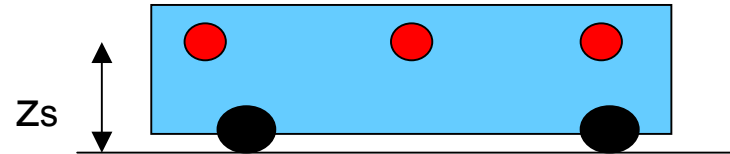


## Plan

- Description de la méthode
- Validations expérimentales
- Robustesse de la méthode

## Modélisation du véhicule

- Sources équivalentes
- Sources situées à la même hauteur
- Rapport entre les amplitudes des sources connu

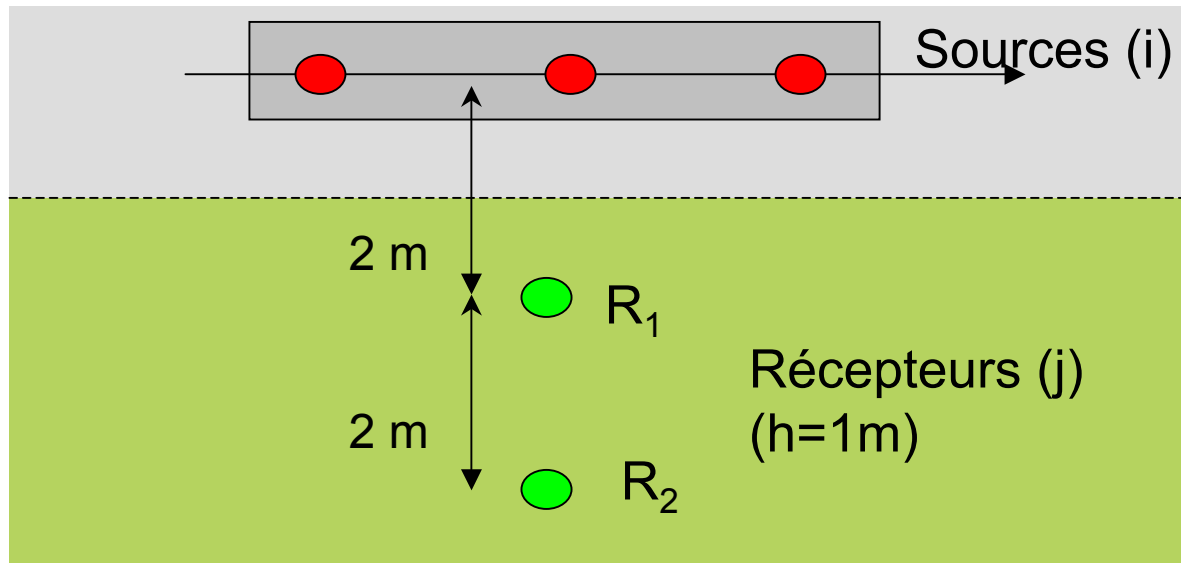


$$\frac{p_{ij}}{p_0} = a_i \cdot A \cdot H_{ij}$$

Opérateur de propagation (modèle)

# Principe de mesure

## • Dispositif expérimental

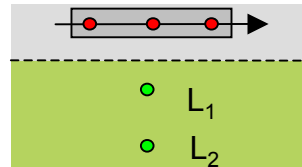


$$\frac{p_{ij}}{p_0} = a_i \cdot A \cdot H_{ij} \quad \longrightarrow \quad \Delta L(f) = L_{R_2}(f) - L_{R_1}(f)$$

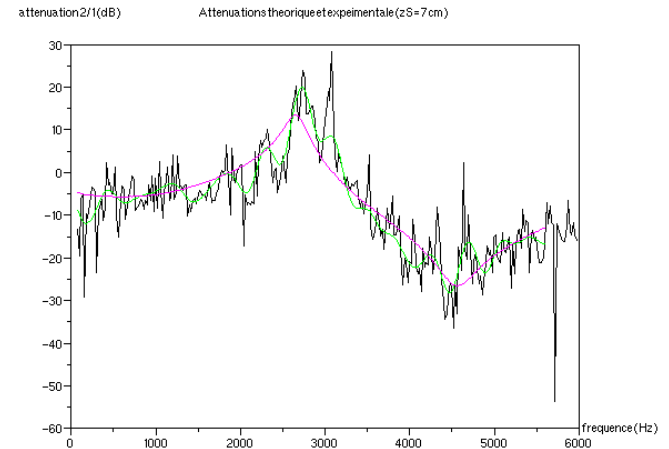
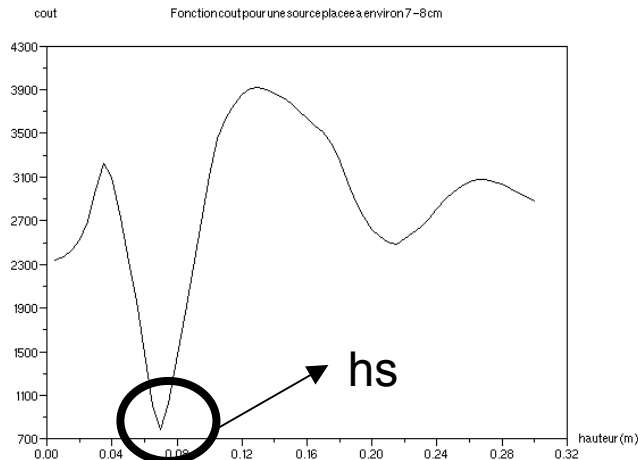
ne dépend pas de  $A$

## Principe de mesure

### • Méthode inverse



1- Calcul des atténuations  $L_2-L_1$  sur tout le spectre d'émission, pour différentes hauteurs de sources (modélisation)



2- Calcul de l'écart minimum entre spectres d'atténuations mesurés/calculés (minimisation d'une fonction coût de type moindre carré ordinaire)



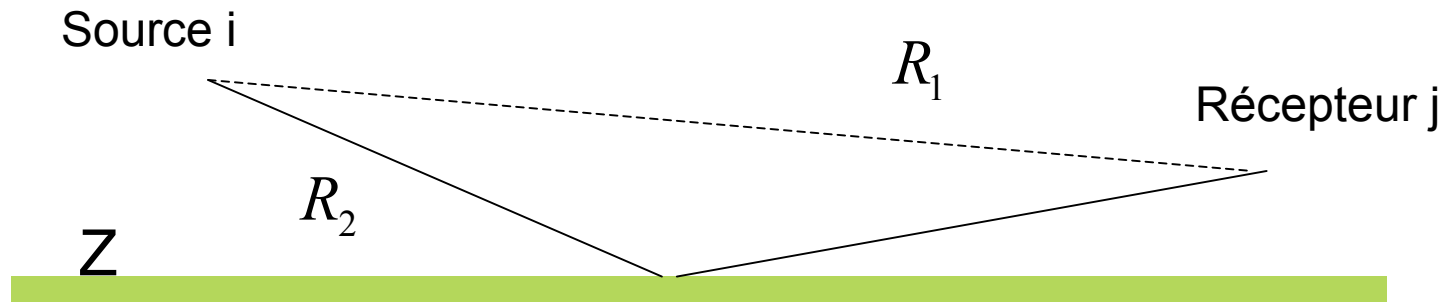
## Modèles de propagation

$$\frac{P_{ij}}{P_0} = a_i \cdot A \cdot H_{ij}$$

- Sol homogène : Rudnick (JASA, 1947)
- Sol inhomogène : Rassmussen (JSV., 1982)

# Modèles de propagation

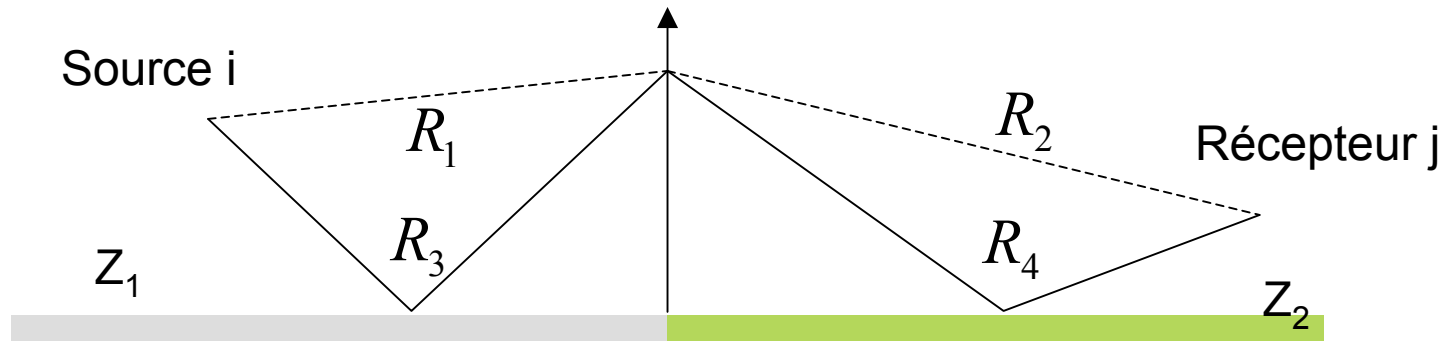
## • Sol homogène : Rudnick (JASA, 1947)



$$\frac{p_{ij}}{p_0} = a_i \cdot A \cdot H_{ij} \quad \longrightarrow \quad H_{ij} = \frac{e^{jkR_1}}{4\pi R_1} + Q(Z) \frac{e^{jkR_2}}{4\pi R_2}$$

# Modèles de propagation

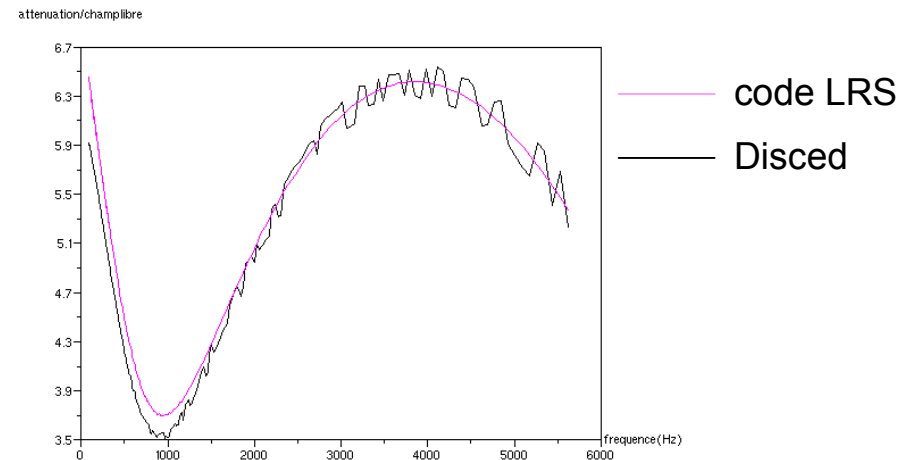
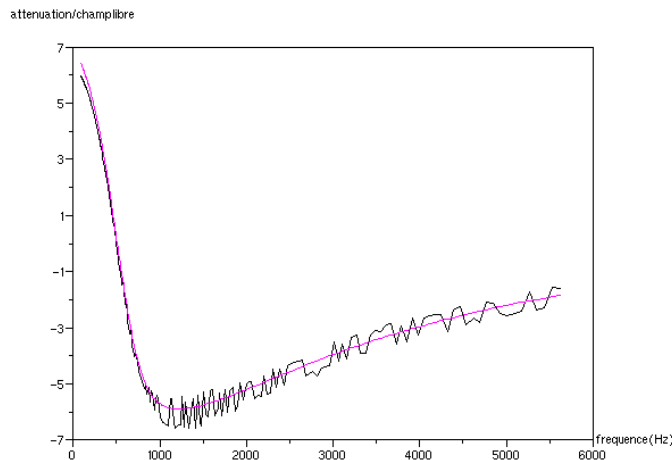
## • Sol inhomogène : Rasmussen (JSV, 1982)



$$\frac{p_{ij}}{p_0} = a_i \cdot A \cdot H_{ij} \quad \longrightarrow \quad H_{ij} = (8\pi k)^{1/2} d_{ij} \frac{e^{-i\frac{\pi}{4}}}{16\pi^2} \int_0^{\infty} G(f, \text{géométrie}, \text{sol}) dz$$

## Modèles de propagation

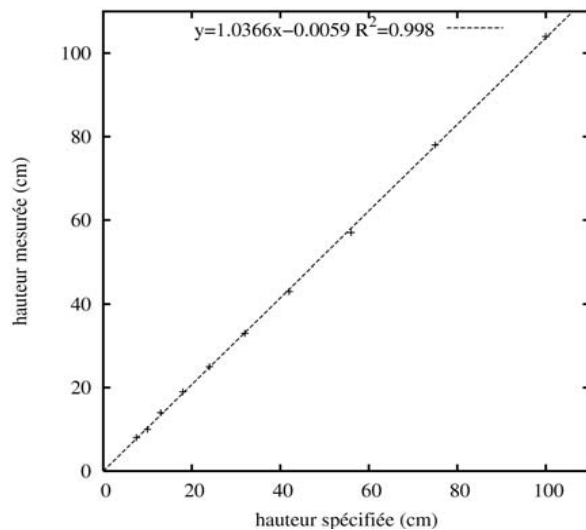
- Validation du code de Rasmussen : comparaison avec le code disced (LCPC)



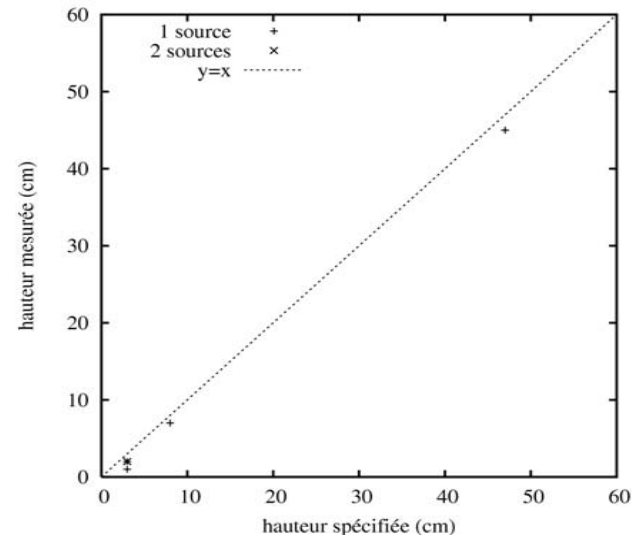
## Validations expérimentales

- sources : haut-parleurs

### Sol homogène



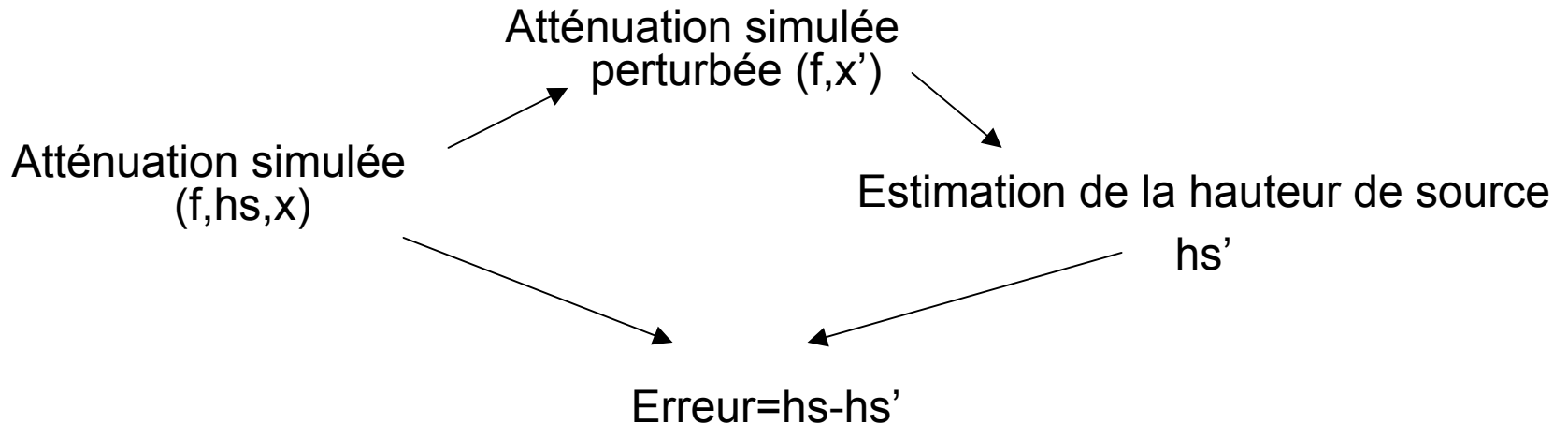
### Sol inhomogène



# Robustesse de la méthode Sol inhomogène

## • Méthodologie

- variation d'un paramètre  $x$  (bruit, absorption,...) autour d'une valeur initiale



# Robustesse de la méthode Sol inhomogène

## • influence de l'absorption des sols


- Quelle précision pour les paramètres d'absorption est-il nécessaire d'avoir ?
- Modèle Delany-Bazley
- Classes de matériaux suivant la résistance au passage de l'air

Type de matériau	Sigma en CGS	Valeur moyenne	Erreur maximale de classe
Mousse réticulée	3 à 5	4	25%
Neige fraîche	6 à 15	10,5	43%
Laine minérale	15 à 35	25	40%
Mousse d'argile	15 à 50	32,5	54%
Sous-bois (feuilles-épinés)	20 à 80	50	<b>60%</b>
Pelouse	150 à 300	225	33%
Pré, champ de céréales	200 à 500	350	43%
Terre compactée	2000 à 4000	3000	33%
Revêtement routier fermé	50000 à 100000	75000	33%
Béton lisse et peint	> 100000		

## Robustesse de la méthode Sol inhomogène

### • influence de l'absorption des sols

- Méthode insensible à une erreur d'estimation de l'absorption d'une classe (60% par rapport à la valeur moyenne de la classe)

 Possibilité de se dispenser d'une mesure fine (type ISO 13472-1)

### • influence du bruit ambiant

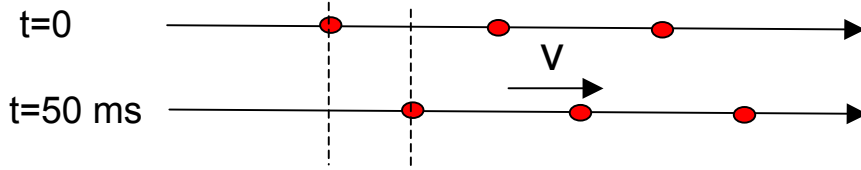
 méthode robuste si  $S/N > 10$  dB



# Robustesse de la méthode Sol inhomogène

## • influence d'un décalage latéral de la source

- Validité de l'hypothèse "sources immobiles" ?



Vitesse (km/h)	Vitesse (m/s)	Décalage 50 ms (m)
20	5,56	0,28
40	11,11	0,56
60	16,67	0,83
80	22,22	1,11
100	27,78	1,39
120	33,33	1,67
140	38,89	1,94

**➔** Hypothèse valide jusqu'à 140 km/h (<2m de décalage latéral)

## Conclusions, perspectives

### • Méthode opérationnelle validée

- simple à mettre en oeuvre *in situ*, sur sol homogène ou inhomogène
- multisources
- ne nécessite pas de mesures fines des caractéristiques de sol
- méthode robuste (bruit de fond, sol, ...)

### • Développements en cours

- Sources à différentes hauteurs (PL, bus, ...) -> optimisation à plusieurs paramètres