

LES PLÉNIÈRES 2006 DU LCPC

Sciences et techniques
du **Génie Civil**

JOURNÉES ACOUSTIQUE

SAINT-BRIEUC - 8 ET 9 JUIN 2006

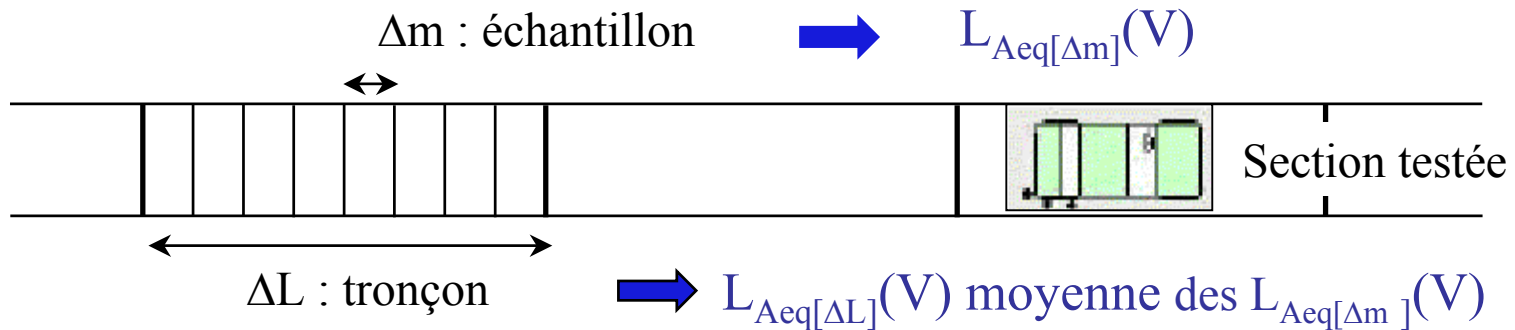
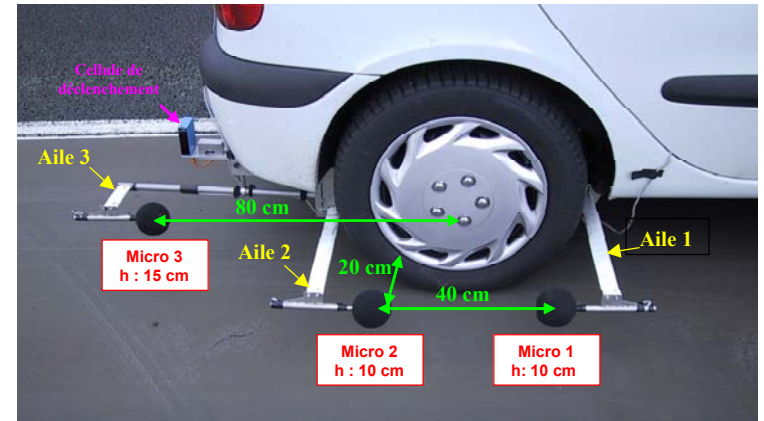
MESURE EN CONTINU DU BRUIT DE ROULEMENT : ESSAIS DE FIABILITÉ et CORRELATION AVEC MESURE AU PASSAGE

ESSAIS CROISÉS DE FIABILITÉ

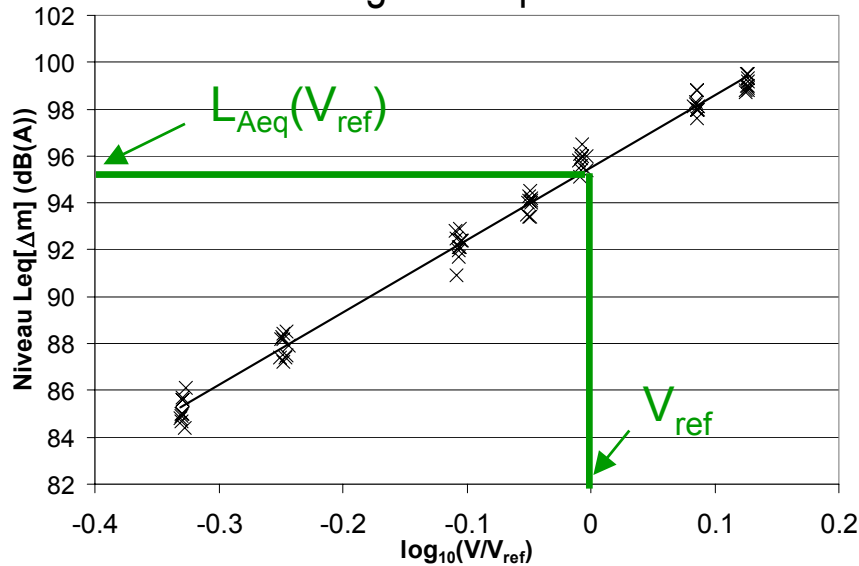


Rappel du principe

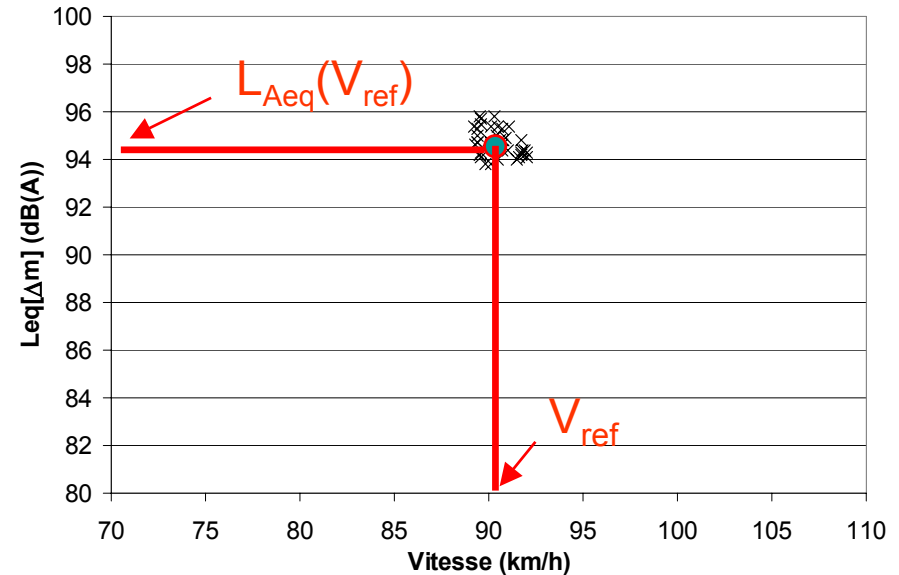
- véhicule instrumenté
- 3 positions de microphones : 2 latérales (ISO), 1 arrière (urbain)
- échantillonnage par Δm constants $\gg L_{Aeq}$ [Δm] et spectre 1/3 octave
- automatisation (déclenchement, codage...)



Exploitation en régression logarithmique



Exploitation en moyenne autour de la vitesse de référence



M1 - Caractérisation des performances acoustiques d'un revêtement

- 5 passages minimum
- Vitesses entre 30 et 130 km/h
- Pas d'acquisition de 2 m
- Tronçon d'exploitation = planche

M2 - Vérification des performances acoustiques

- 3 passages minimum
- $V_{ref} = 50, 90$ ou 110 km/h
- Pas d'acquisition de 2 m
- Tronçon d'exploitation 20 m

Essais croisés de fiabilité

OBJECTIFS :

- **Valider la conception** de la méthode % cahier des charges
- **déterminer la fiabilité** (répétabilité & reproductibilité) de la méthode (module M1 et module M2)
- tests additionnels de **validation de la méthodologie**

REALISATION :

- du 5 au 7 juillet 2005 à Nantes
- **6 équipes participantes :**
 - **5 LPC** (Clermont-Fd, Est Parisien, Lille, Strasbourg, LCPC)
 - **Ecoliant**

Essais croisés de fiabilité

PROGRAMME :

1. QUALIFICATIONS ET VÉRIFICATIONS PRÉLIMINAIRES

- Qualification des protections anti-vent, du bruit moteur
- Vérification du positionnement des microphones, de l'usure et du gonflage du pneumatique d'essai, du déclenchement automatique
- Etalonnage de la voie tachymétrique

2. FIABILITÉ de l'ESSAI de CARACTÉRISATION (Module M1)

- **Sur piste**, 3 revêtements : BBSG 0/10, BBTM 0/6, BBDr 0/10

3. FIABILITÉ de l'ESSAI de VÉRIFICATION (Module M2)

- **Sur piste** : 3 revêtements
- **Sur route** : 2 sites **urbains** (BBTM 0/10) et 1 **voie rapide** (BBTM 0/6)

chaque essai est répété 3 fois

Différence entre appareils

	LPC1	LPC2	LPC3	LPC4	LPC5	Ecoliant
Véhicule	Renault Scénic Essence 2l	Renault Scénic Essence 2l	Renault Scénic <i>Diesel</i>	Renault Scénic Essence 2l	Renault Scénic Essence 2l	<i>Renault Laguna Diesel</i>
Pneu : type	Michelin Energy E3A	Michelin Energy <i>XH1</i>	Michelin Energy E3A	Michelin Energy E3A	Michelin Energy E3A	Michelin <i>Exalto</i>
Pneu : taille	195/60/R15	195/60/R15	195/ <i>65</i> /R15	195/60/R15	195/60/R15	195/ <i>65</i> /R15
Pneu : charge	2.2 bars	2.2 bars	2.2 bars	2.2 bars	2.2 bars	<i>2.6 bars</i>
Pneu : âge	~ 2 mois	<i>2 ans</i>	~ 2 mois	~ 2 mois	~ 2 mois	<i>~ 3 ans</i>
Pneu : km	< 1000	< <i>4000</i>	< 1000	< 1000	< 1000	<i>~ 30 000</i>
Dispositif montage	X	X	X	X	X	<i>Y</i>
Boules Antivent	X	<i>Y</i>	X	X	X	X
Système acquisition	X	X	X	X	X	<i>Y</i>



LÉDÉE



Méthode d'analyse

Application de la NF ISO 5725-2 (1994-2002) Application de la statistique.

Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure. Partie 2 : méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée.

➤ Application des **tests de Grubbs** (sur les moyennes) et de **Cochran** (sur les écarts types) pour rechercher les **valeurs** statistiquement **aberrantes et isolées**

➤ Calcul de l'écart-type de répétabilité : s_r

➤ Calcul de l'écart-type de reproductibilité : s_R

$$\text{Répétabilité : } r = 2.8 * s_r$$

$$\text{Reproductibilité : } R = 2.8 * s_R$$

Résultats initiaux

Module M1

135 résultats (3 revêtements, 3 vitesses de ref., 3 séries, 5 labos) pour micros latéraux

162 résultats pour l'analyse 6 labos

Module M2

2700 résultats sur 180 tronçons pour micros latéraux, analyse sur 5 labos

Ecarts inter-laboratoires importants

Exemple module M1

Analyse 5 LPC :

$r = 0.6$ dBA

$R = 1.9$ dBA

Analyse 6 équipements :

$r = 0.6$ dBA

$R = 3.4$ dBA

Introduction de la correction d'appareil

PRINCIPE

Introduction d'un coefficient de correction d'appareil C_{appareil} estimé par différence avec une situation de référence (point 0) :

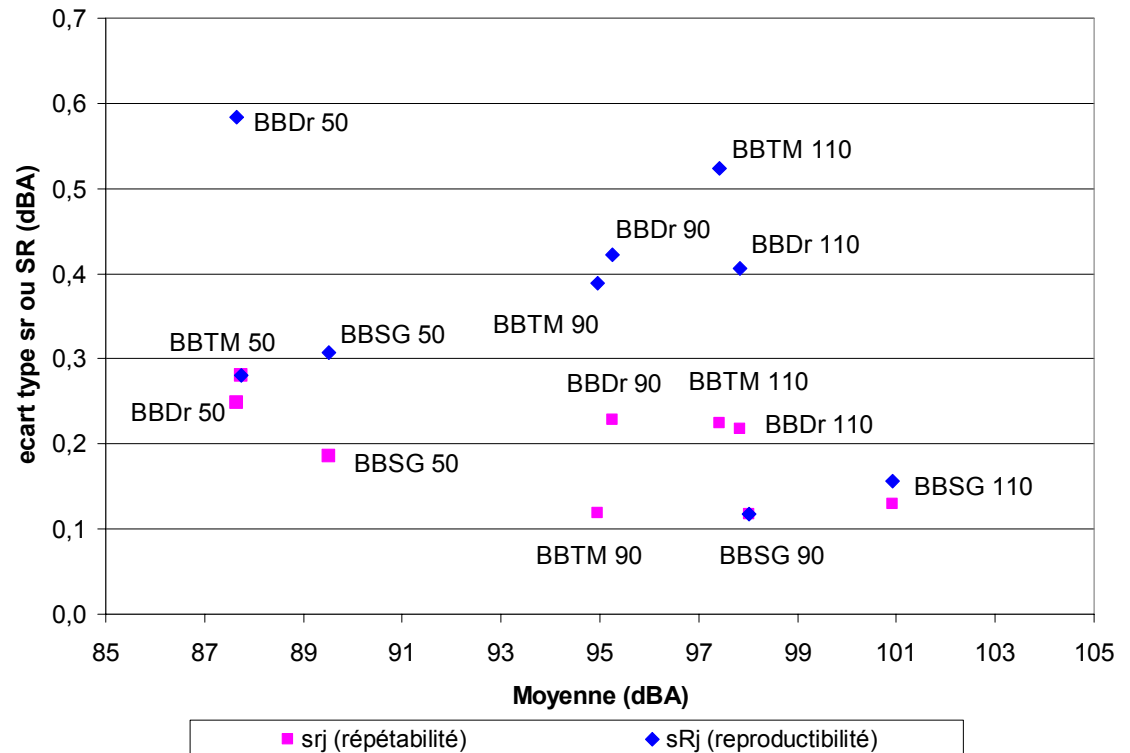
- **Planche BBSG 0/10** de la piste LCPC
- Mesure selon module **M2 à 90 km/h**, moyenne sur **3 répétitions**
- *Référence = valeur mesurée par le véhicule LCPC lors des essais croisés de 2005*

exemple

$C_{\text{matériel}}$ (dBA)	LCPC	App 1	App 2	App 3	App 4	App 5
Microphones latéraux	0	-0,16	1,49	-0,74	0,15	2,33
Microphone arrière (informatif)	0	0,85	2,06	-0,67	0,18	2,9

Résultats avec correction d'appareil (1)

Module M1



Analyse 5 LPC :

$r = 0.6$ dBA

$R = 1.0$ dBA

Analyse 6 équipements :

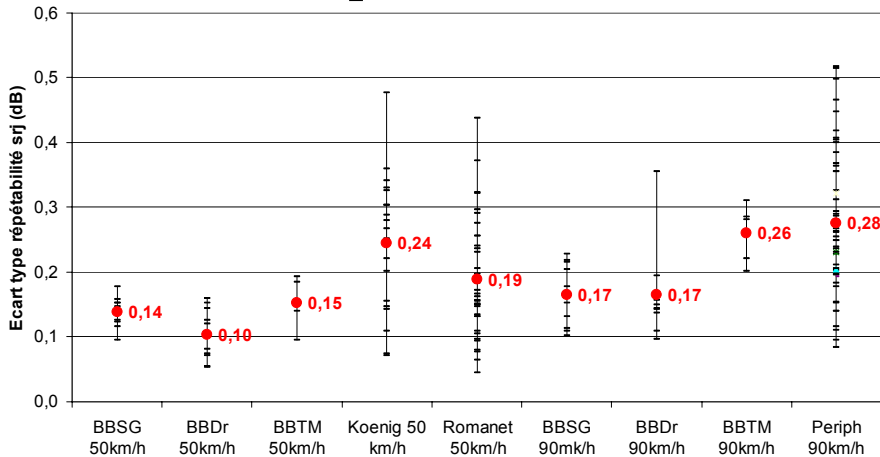
$r = 0.6$ dBA

$R = 1.3$ dBA

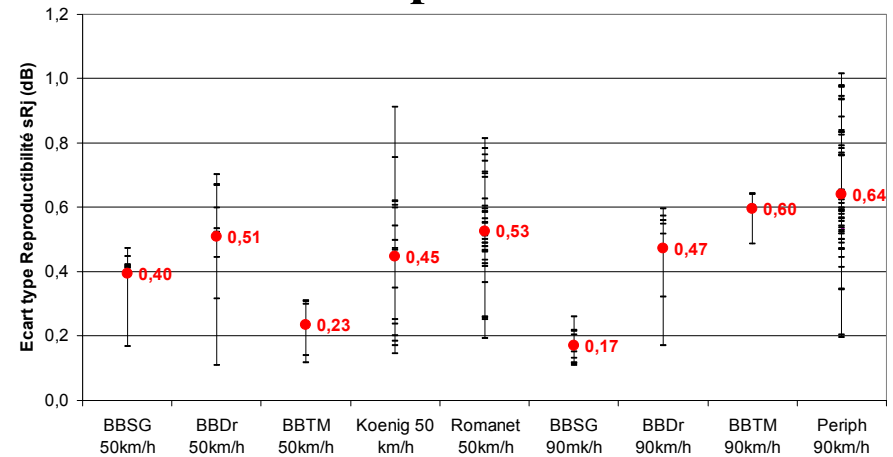
Résultats avec correction d'appareil (2)

Module M2

répétabilité



reproductibilité



Analyse 5 LPC :

$r = 0.6$ dBA

$R = 1.4$ dBA

Synthèse

	Répétabilité r (dBA)	Reproductibilité R (dBA)
Module M1		
5 LPC	0.6	1.0
6 équipements	0.6	1.3
Module M2		
5 LPC (tronçons 20 m)	0.6	1.4

CORRÉLATION

Mesure en continu / Mesure au passage

Projet Prédit « Texture-Bruit »



Démarche expérimentale

- Mesures simultanées de bruit en continu (L_{pc}) et bruit au passage (L_{Amax}) du véhicule d'essais
- Protocole de mesure CPX par régression : $V_{ref} = 90$ km/h, tronçon d'exploitation de 20 m au droit du point de mesure VM

$$\Delta L = L_{pc\ 20m}(90\text{ km/h}) - L_{Amax}(90\text{ km/h})$$

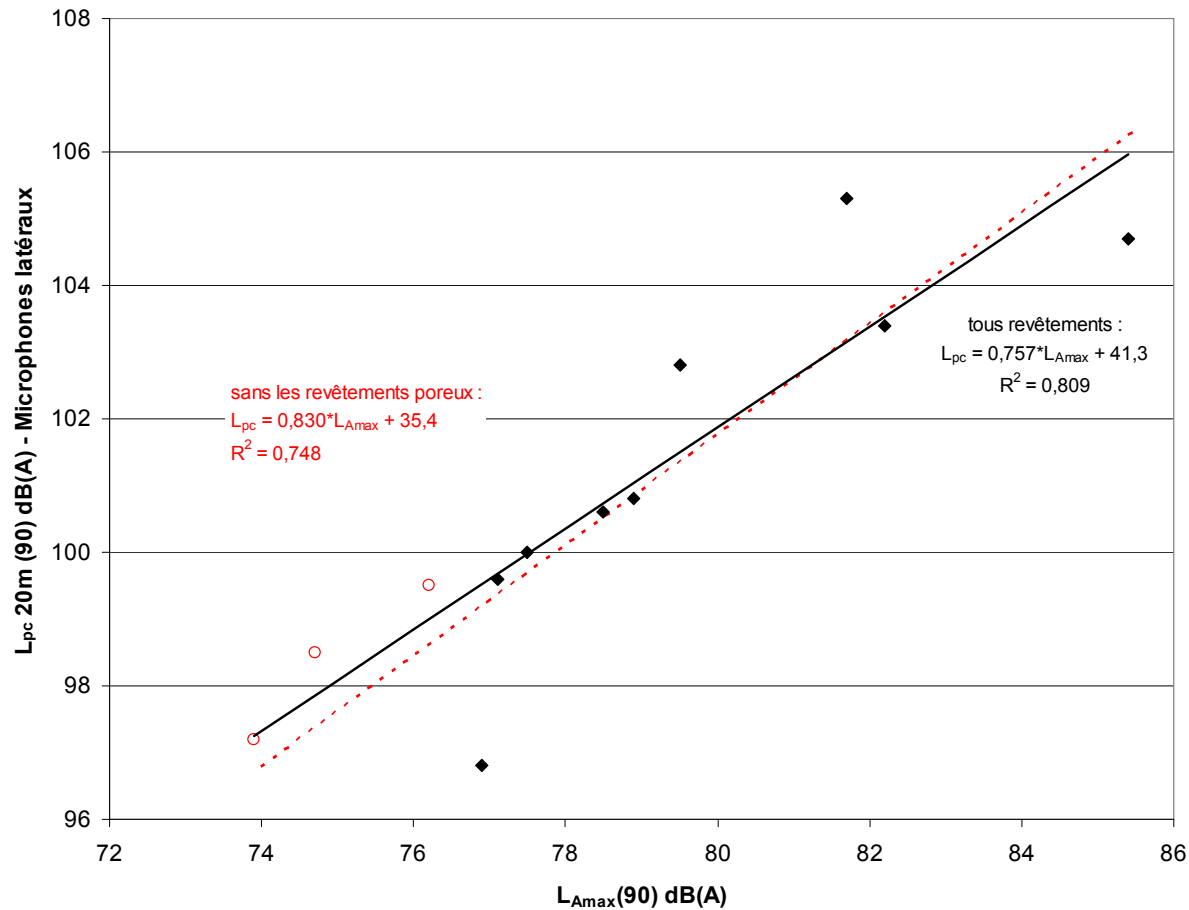


10 sites testés + 2 planches piste LCPC

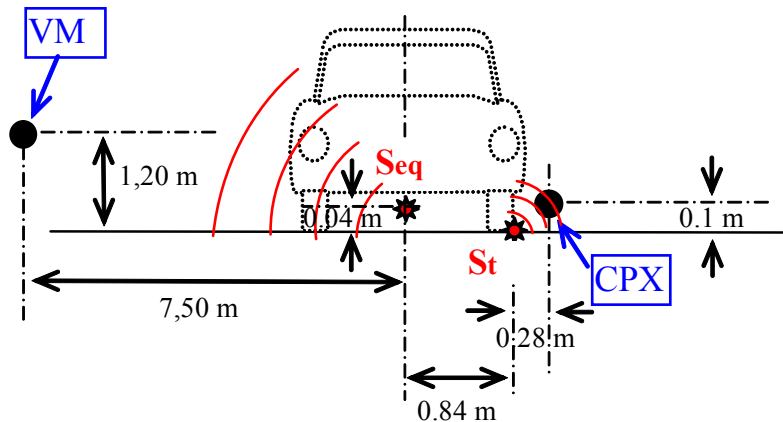
Lieu	RD37(85) St Fulgent	RD16(18) Bourges	RD16(44) Campbo n	RD86(49) Meigné	RD 785(29) Pont L'Abbé	A10 Poitiers	RD 6(03) St Rémy	RD 906B(03) Bost	RD 480(03) Jaligny	RD 989(03) Neuilly	Piste LCPC	Piste LCPC
Type revêtement	ECF 0/6	BBTM 0/10 c11	BBSG 0/10	ES MCSG 6/10	BBDr 0/10	BBDR 6/10 0/14	ES MCDG 10/14 4/6	ES MCSG 6/10	ECF MC 0/2 4/6	BBSG 0/10	BBSG 0/10	BBDr 0/10
Nature revêtement	Réflech.	Réflech.	Réflech.	Réflech.	Poreux	Poreux	Réflech.	Réflech.	Réflech.	Réflech.	Réflech.	Poreux
Discontinuité	OUI	OUI	NON	OUI	« OUI »	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI	NON	OUI
surface de discontinuité	Herbe	herbe	--	herbe	gravier	Herbe	Herbe	herbe	Herbe	herbe	--	BBSG
Axe véhicule - discontinuité (m)	1,45	4,14	--	1,7	6,90	4,65	1,50	1,75	1,50	4,70	--	1,50

ΔL latéral (dB(A))	23,2	22,4	22,1	23,6	23,3	23,8	19,3	21,2	21,9	19,9	22,4	23,3
----------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Corrélation $L_{pc} = f(L_{Amax})$ (microphones latéraux)



Approche par la modélisation du filtre de propagation (1)



Hypothèses sur les sources :

CPX : 1 source ponctuelle équivalente
au *pneu*

- au point de contact pneu-chaussée

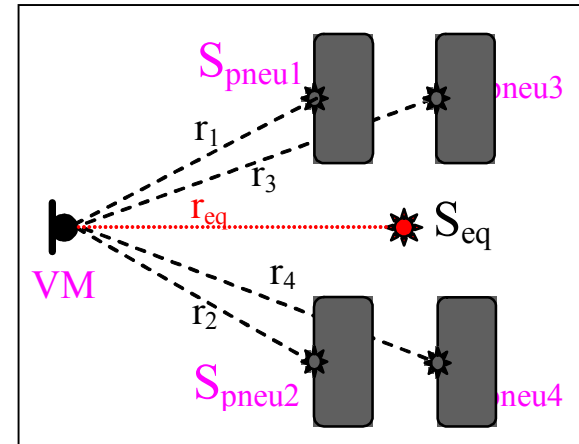
VM : 1 source ponctuelle équivalente
au *véhicule*

- au centre de l'axe et 0.04 m de haut
- résulte des *4 pneus identiques*

Approche par la modélisation du filtre de propagation (2)

Expression de $\Delta L = L_{CPX} - L_{VM}$
en fonction de :

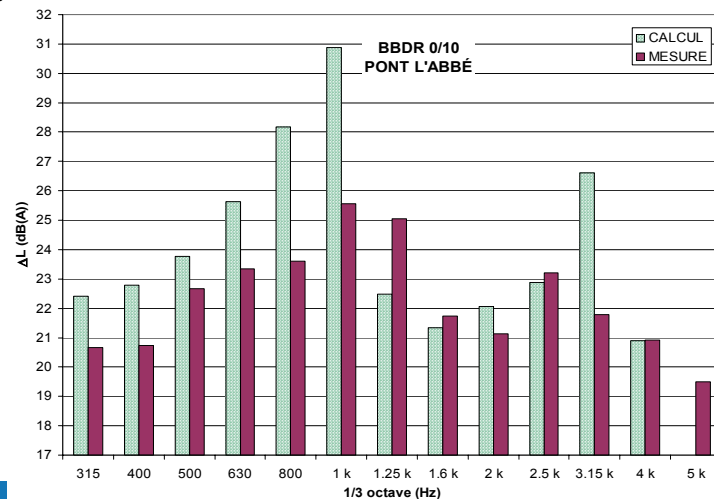
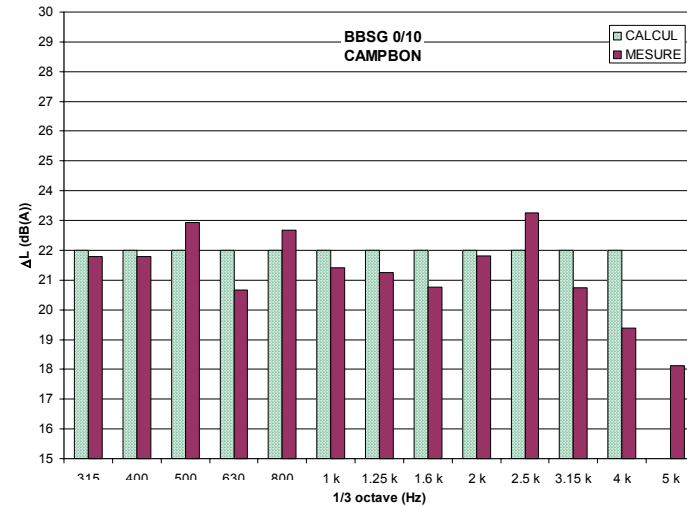
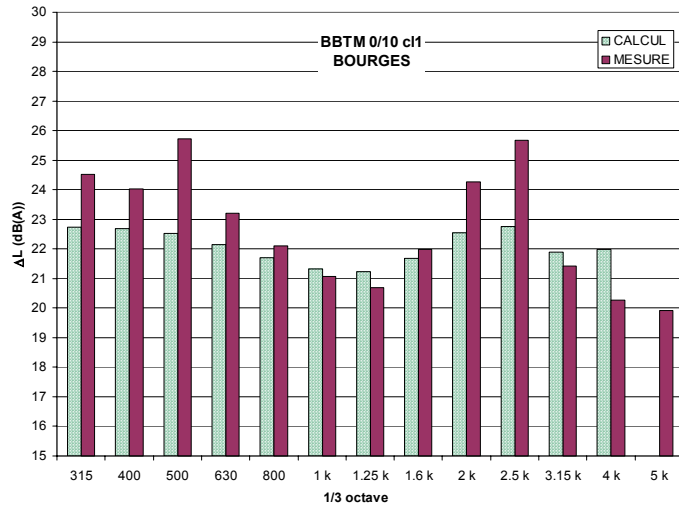
- atténuation entre S_{pneus} et Mic_{VM}
(modèle de Rasmussen)
- atténuation entre S_{pneu} et Mic_{CPX}
(modèle BEM, CESAR-LCPC)
- paramètres géométriques



(toutes atténuations relatives au champ libre)

$$\Delta L = Att_{CPX} - Att_1 - 20 \log_{10} \left(\frac{r_{CPX}}{r_1} \right) - 10 \log_{10} \left(1 + \left(\frac{r_1}{r_3} \right)^2 10^{\frac{Att_3 - Att_1}{10}} \right) - 10 \log_{10}(2)$$

Comparaison mesures/calcul



Comparaison mesures/calcul

Lieu	Type revêtement	ΔL Mesuré dB(A)	ΔL Calculé dB(A)	Différence dB(A)
RD37(85) St Fulgent	ECF 0/6	23,2	23,3	-0,1
RD16(18) Bourges	BBTM 0/10 c11	22,4	22,0	0,4
RD16(44) Campbon	BBSG 0/10	22,1	22,0	0,1
RD86(49) Meigné	ES MCSG 6/10	23,6	22,9	0,7
RD 785(29) Pont L'Abbé	BBDr 0/10	23,3	24,2	-0,9
A10 Poitiers	BBDR 6/10 0/14	23,8	23,8	0,0
RD 6(03) St Rémy	ES MCDG 10/14 4/6	19,3	23,2	-3,9
RD 906B(03) Bost	ES MCSG 6/10	21,2	22,8	-1,6
RD 480(03) Jaligny	ECF MC 0/2 4/6	21,9	23,3	-1,4
RD 989(03) Neuilly	BBSG 0/10	19,9	22,0	-2,1
Piste LCPC	BBSG 0/10	22,5	22,0	0,5
Piste LCPC	BBDr 0/10	23,3	23,5	-0,2

Conclusion

- ΔL observé de 20 à 24 dB(A)
- En général, valeurs les plus élevées pour revêtements poreux
- Pas de relation linéaire $L_{pc} = f(L_{Amax})$
- Importance des discontinuités d'impédance en bord de voie