

# LES PLÉNIÈRES 2006 DU LCPC

Sciences et techniques  
du **Génie Civil**

## JOURNÉES ACOUSTIQUE

SAINT-BRIEUC - 8 ET 9 JUIN 2006

# Modèle hybride de bruit de contact pneumatique-chaussée

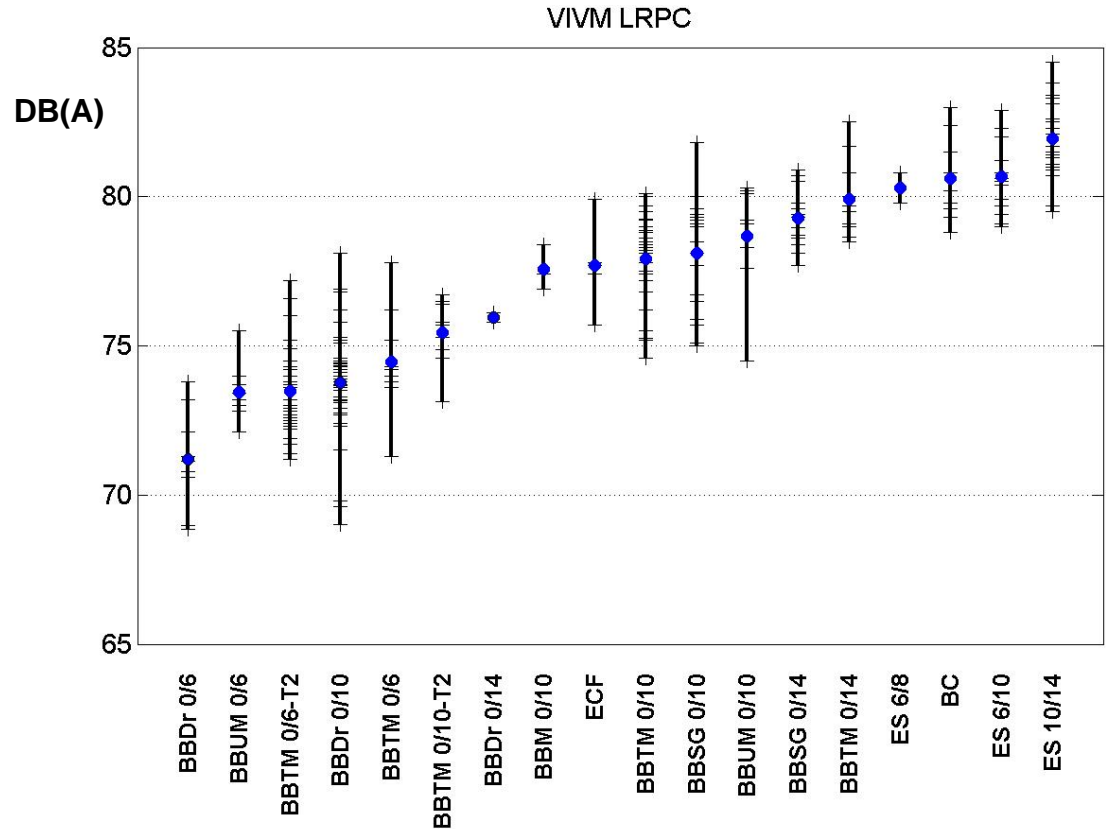
Jean-François HAMET  
Philippe KLEIN

INRETS

# INFLUENCE DU REVETEMENT SUR LE BRUIT

- pourquoi ces différences entre techniques de revêtements
- pourquoi ces dispersions sur les réalisations d'une même technique

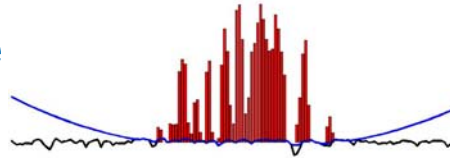
(Journées LCPC 2001)



Hamel/Emission

## les principaux phénomènes

- vibrations de la carcasse  
bruit < 1 kHz

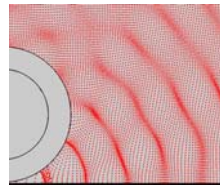


- profil de texture  
(aléatoire / transverse)
- impédance mécanique

- air pumping  
bruit > 1 kHz

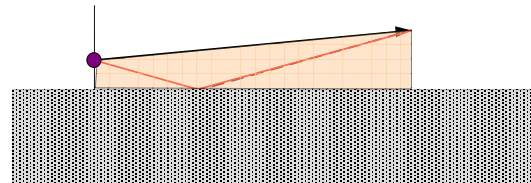
- profil de texture
- porosité

- rayonnement



- absorption acoustique

- atténuation



- absorption acoustique

# Projets bruit pneu-chaussée

## PREDIT (ENPC, INRETS, LCPC, APPIA, COLAS)

- Texture & Bruit : 1998-2001 (Ph1), 2003-2006 (Ph2)
- PR2N / Deufrako 2006-2008

## PCRD

- SIRUUS (INRETS, COLAS)
- SILVIA (INRETS, LCPC)

## projets pneumatique/chaussée » évaluer le bruit à partir des caractéristiques du revêtement

### caractéristiques revêtement

- texture
- raideur de surface
- absorption acoustique

### outils de modélisation

- pneu
- contact pneu/chaussée
- rayonnement
- effet dièdre

### outils de mesure

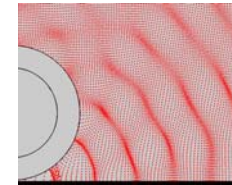
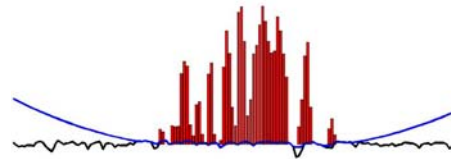
- texture
- bruit : CPB, CPX
- absorption : surface étendue

### campagnes de mesure

- pistes
- in situ

## les modèles

- modèles physiques  
reproduisent les processus
- modèles statistiques  
relient des quantités mesurées  
(bruit / texture)
- modèles hybrides  
relient des quantités traitées  
(bruit sans absorption / texture enveloppée)



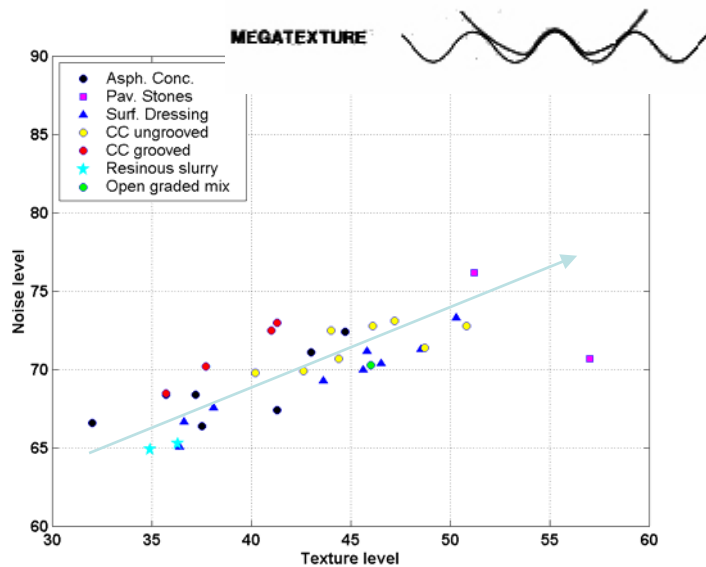
# modèle statistique : Descornet & Sandberg 1980

$$ERNL = C(V) + 0.5 \times L_{T80} - 0.25 \times L_{T5} \quad \text{dB(A)}$$

vibration carcasse

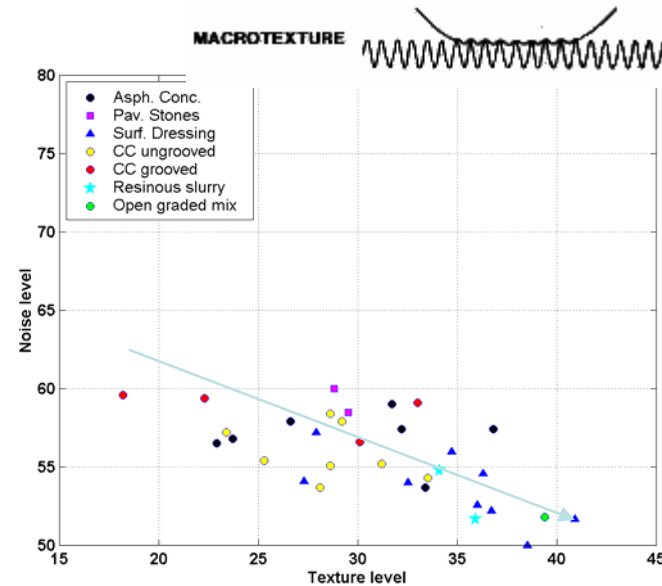
air pumping

basses fréq.



mégatexture

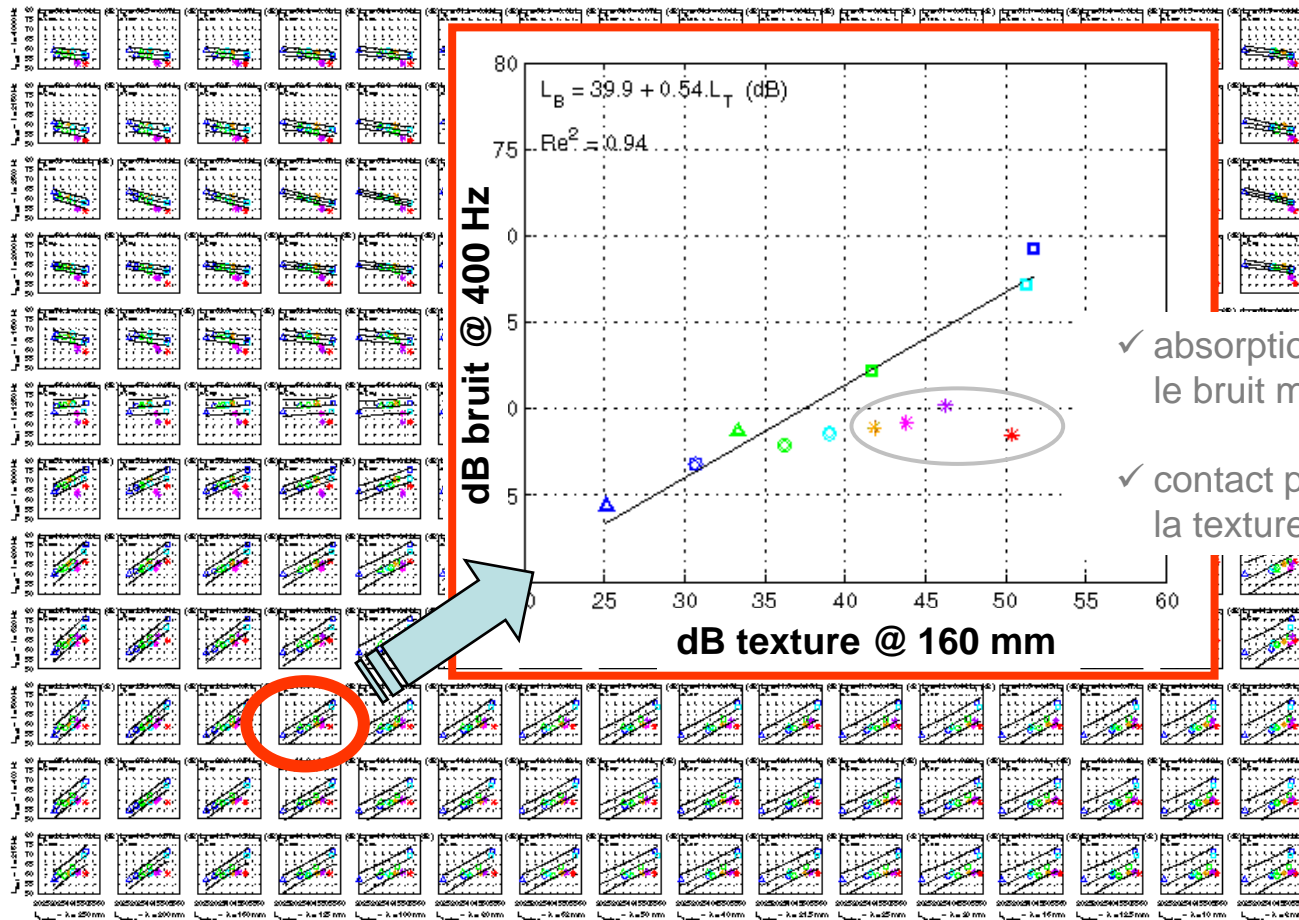
hautes fréq.



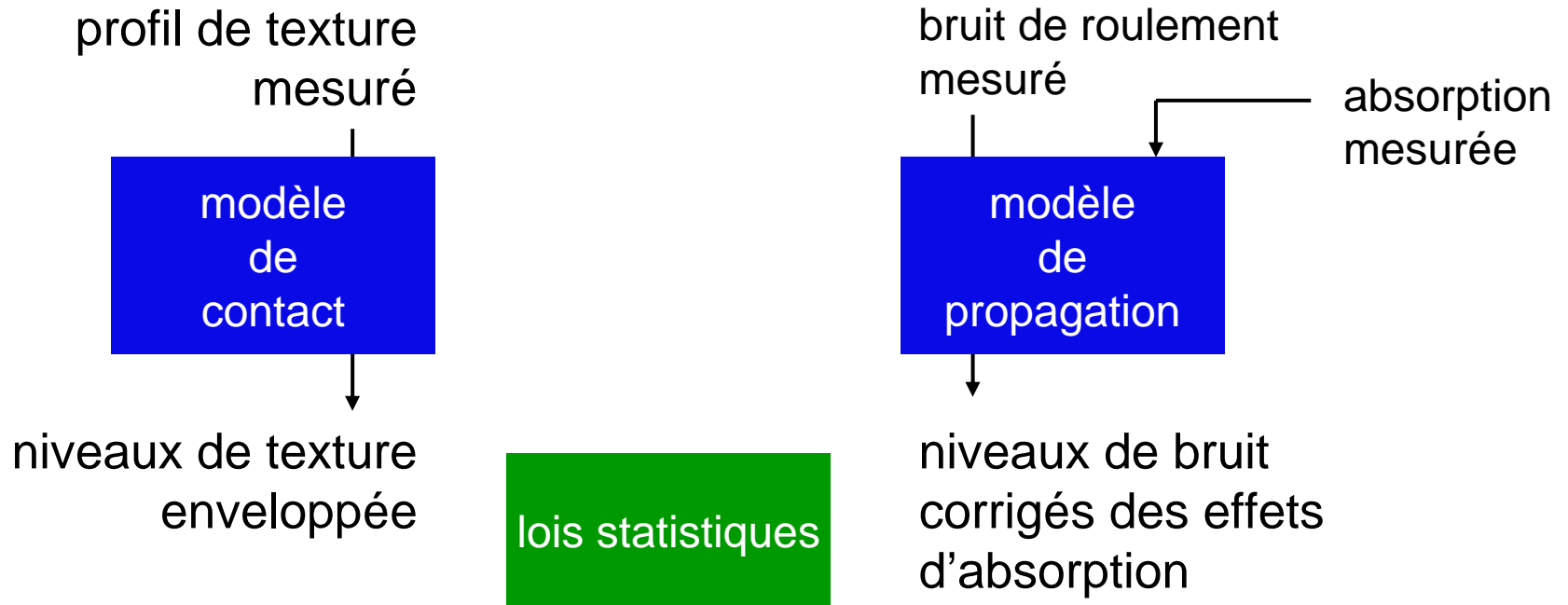
macrotexture



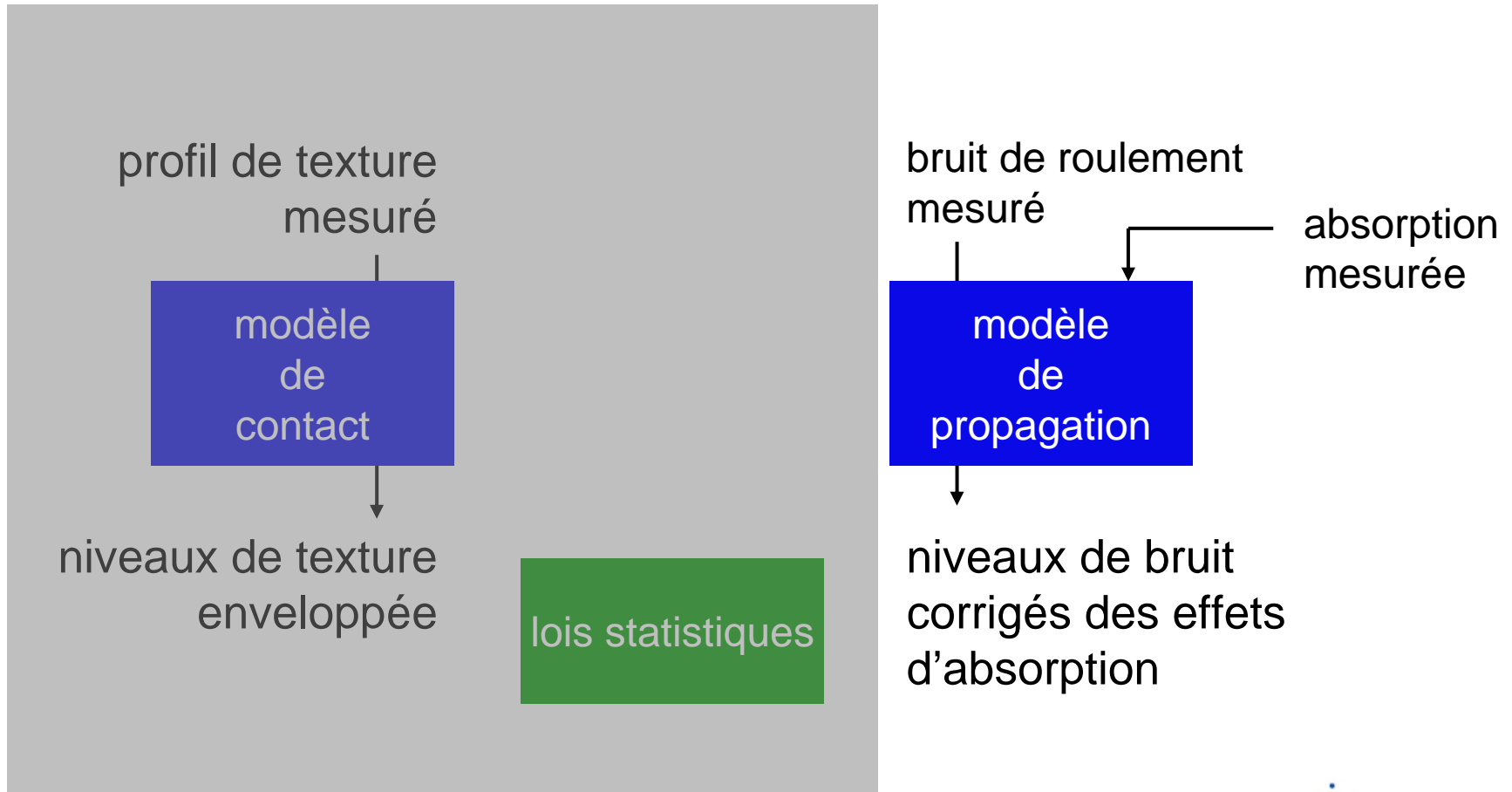
# problème avec les chaussées poreuses



# modèle hybride Predit

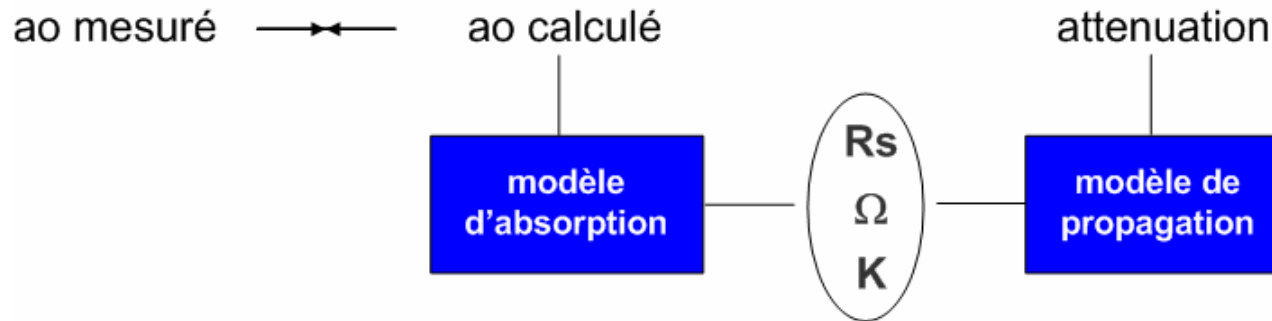
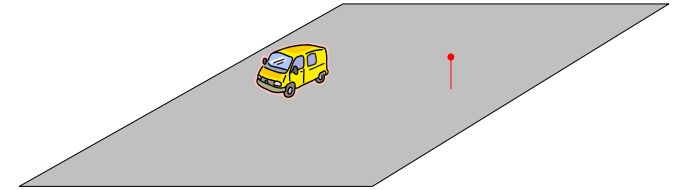


## les niveaux de bruit

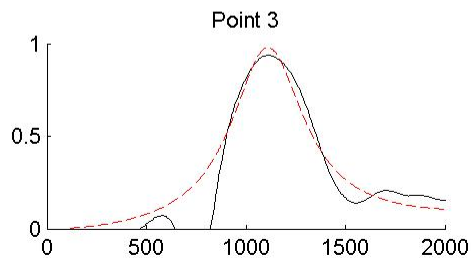
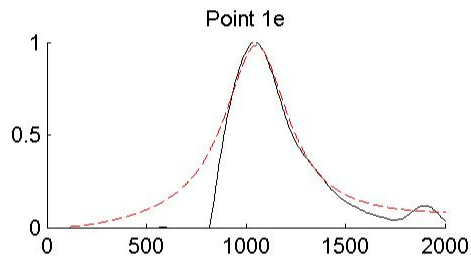
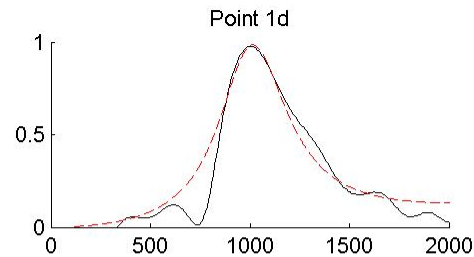
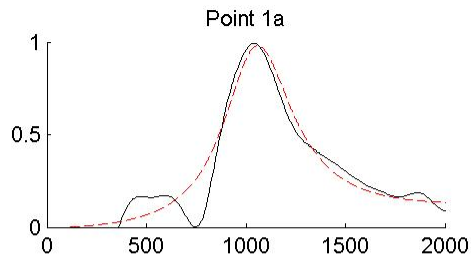


# Correction de l'effet d'absorption : procédure

- atténuation : calculée  
PREDIT Ph2 : surface homogène  
caractéristiques : celles du revêtement
- caractéristiques :  
obtenues à partir du  $a_0$  mesuré en incidence normale



# 1 détermination des caractéristiques : exemple

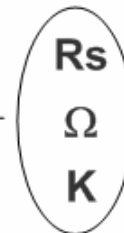


ao mesuré

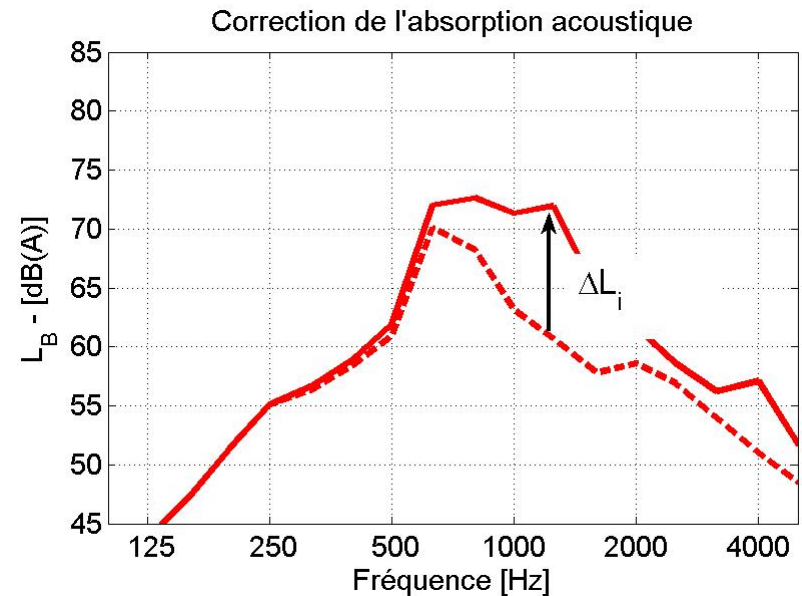
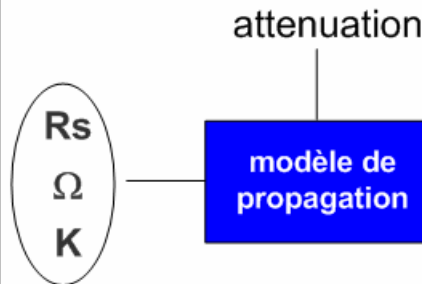
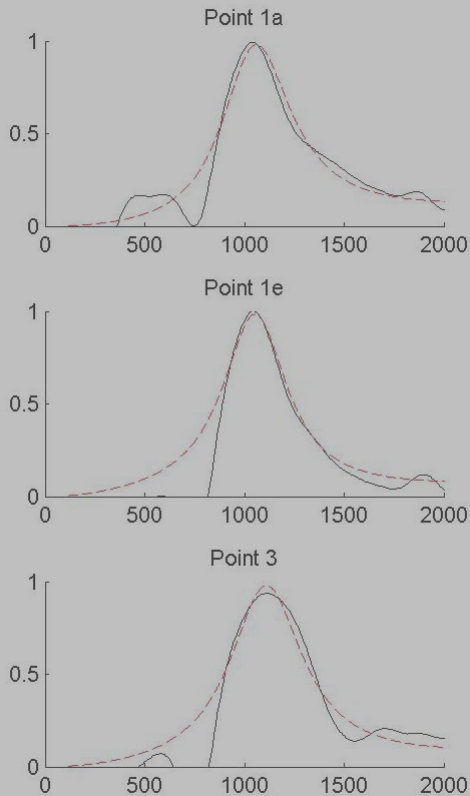


ao calculé

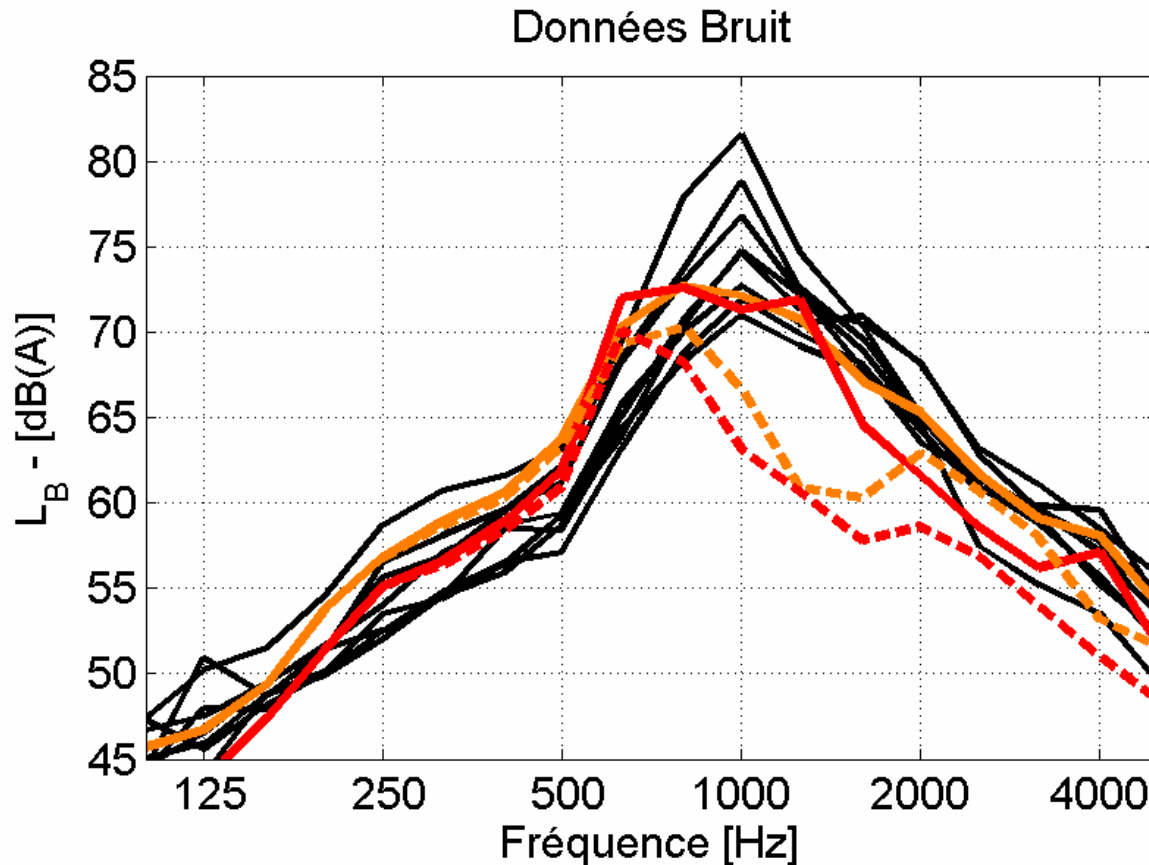
modèle  
d'absorption



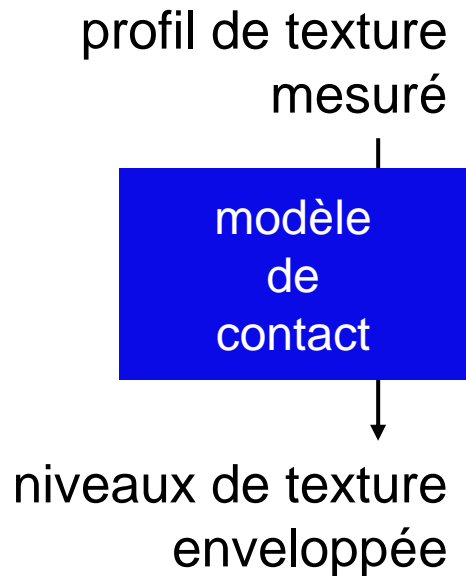
## 2 évaluation du niveau de bruit corrigé



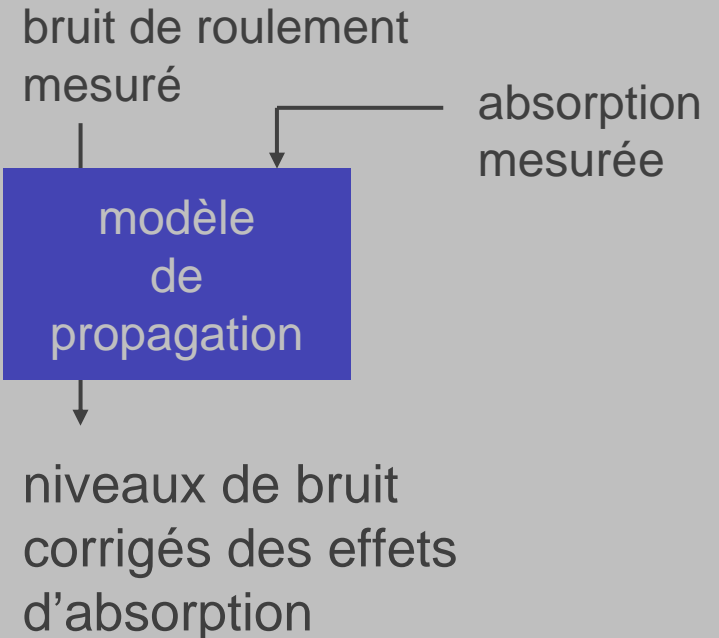
## Jeu de données bruit « corrigé »



## les profils de texture



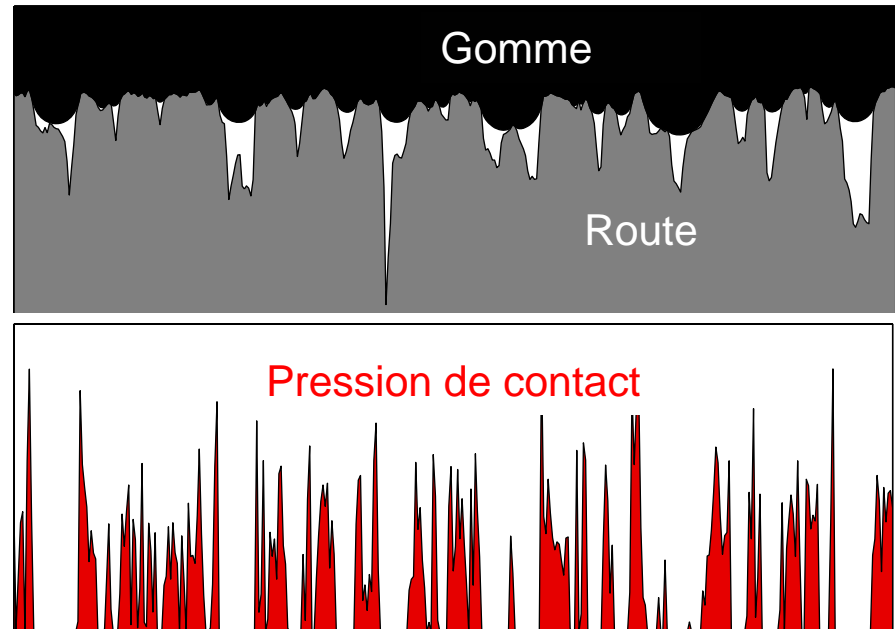
lois statistiques



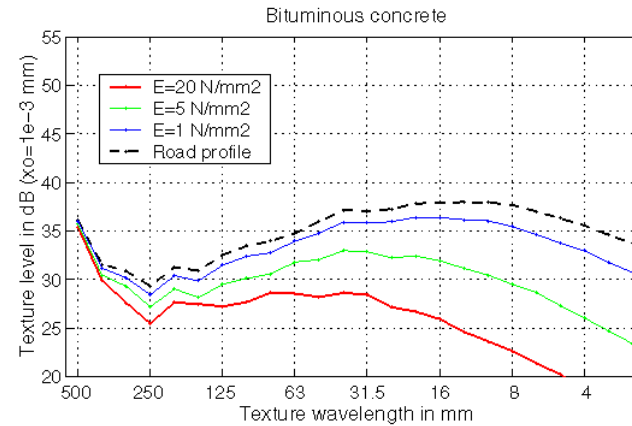
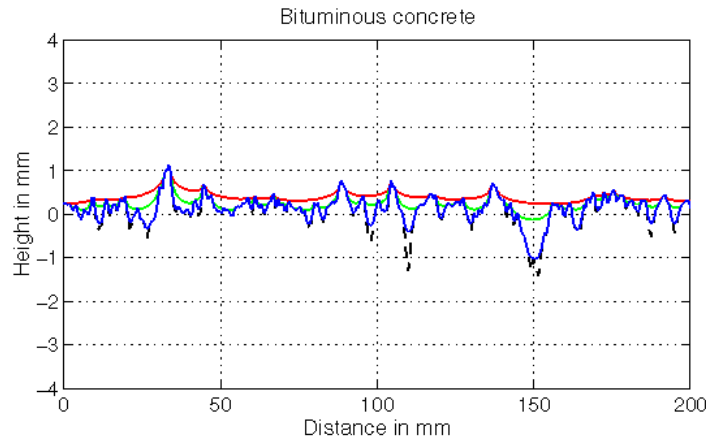


## Enveloppement du profil (2D)

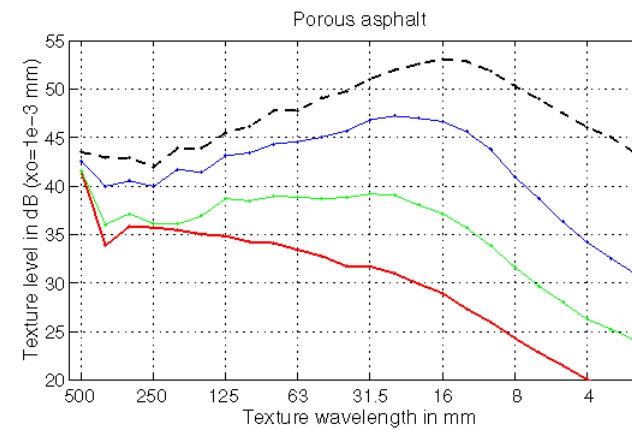
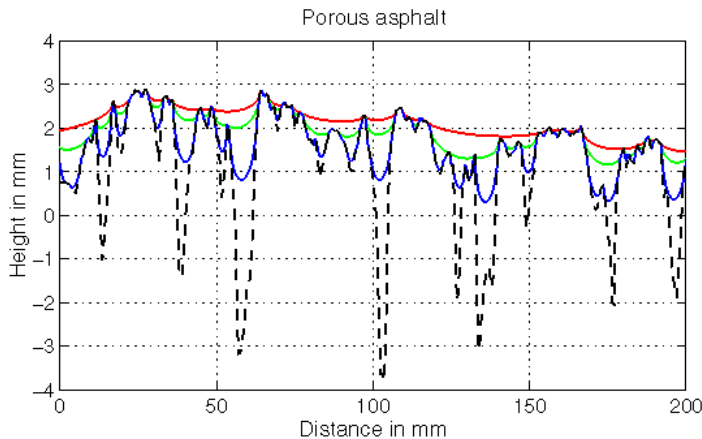
- massif élastique  $\frac{1}{2}$  infini (gomme) sur profil périodique (route)
- texture enveloppée ou pression enveloppée



# paramètre d'enveloppement : le module d'Young



BC

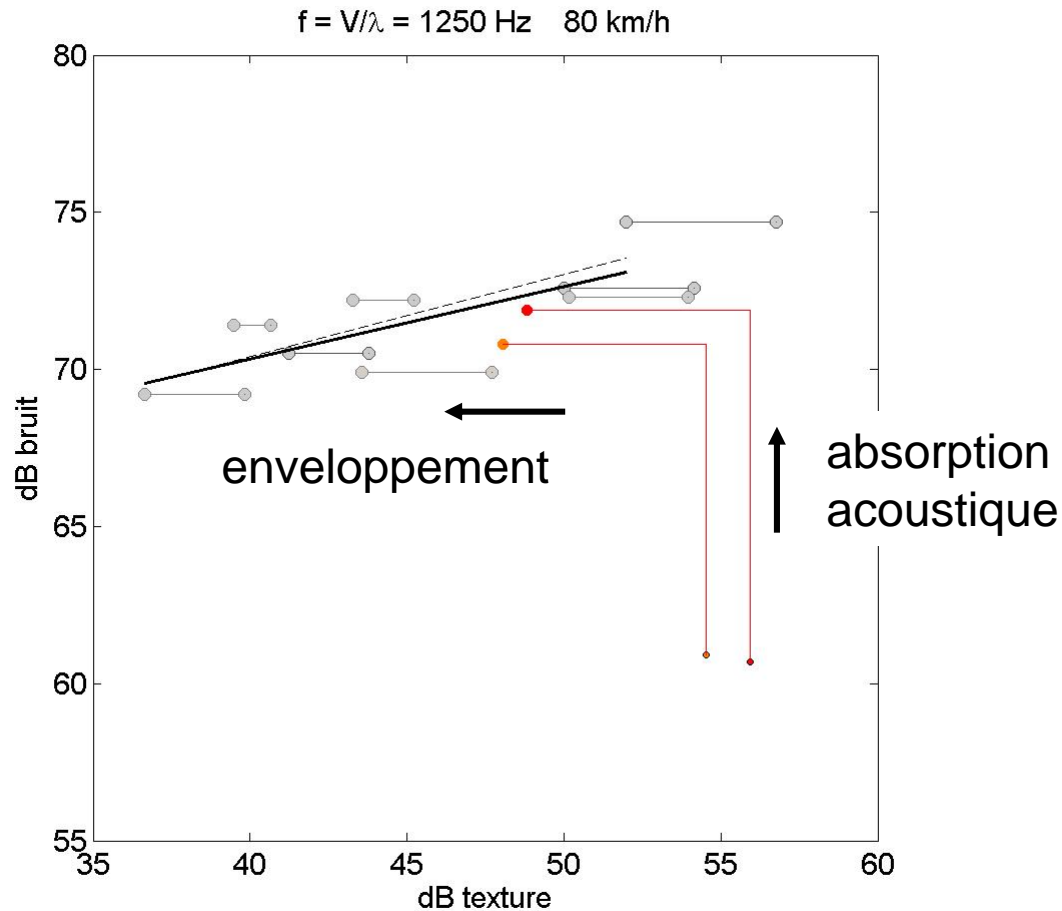


PA

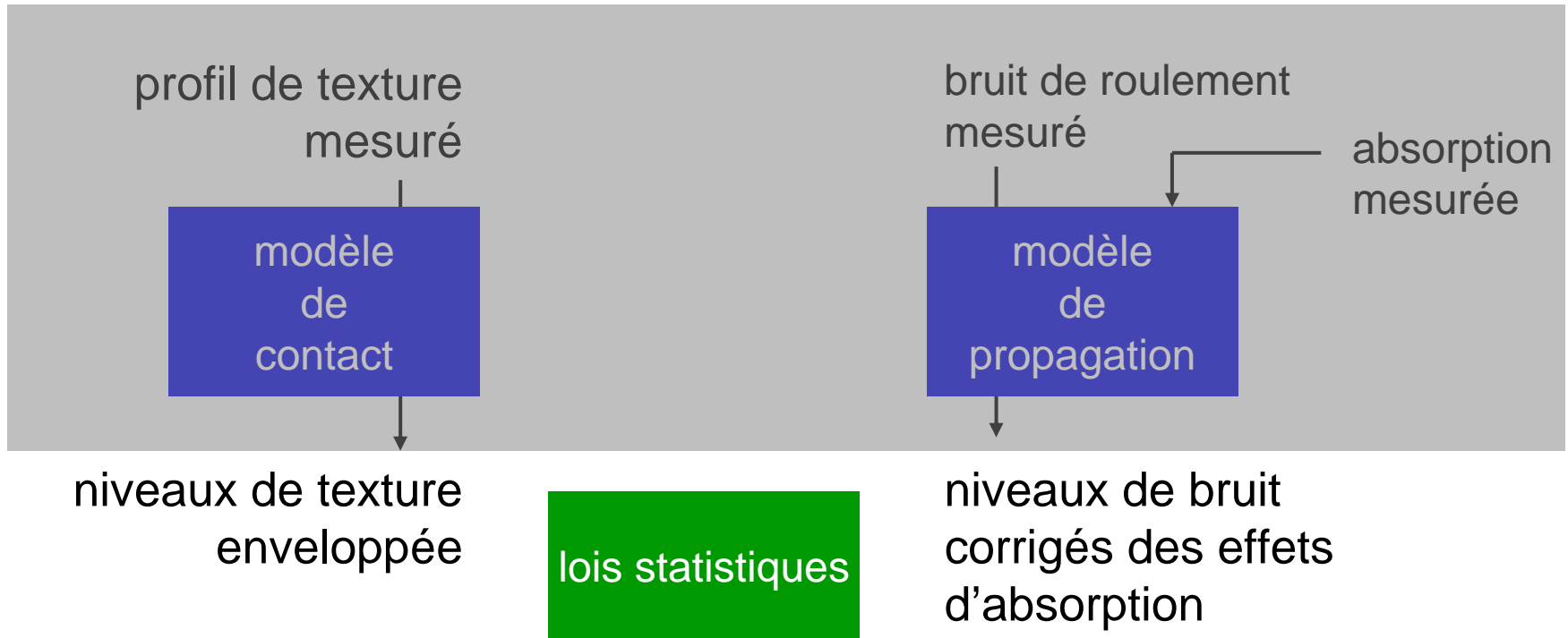
profil

spectre

# effets cumulés des corrections : exemple



# modèle hybride Predit



## élaboration du modèle hybride : PREDIT Ph2

### bruit : niveaux 1/3 octave

- corrigés des effets d'absorption  $L_i^c = L_i + \Delta L_i$
- tous revêtements

### 1. texture : niveaux 1/3 octave $L_T (V / f_i)$

- ...1250 Hz : tous revêtements, texture enveloppée (**paramètre E**)
- 1600 Hz... : revêtements non poreux, texture brute

### 2. régressions 1/3 octave $L_i^e = a_i + b_i \times L_T (V / f_i)$

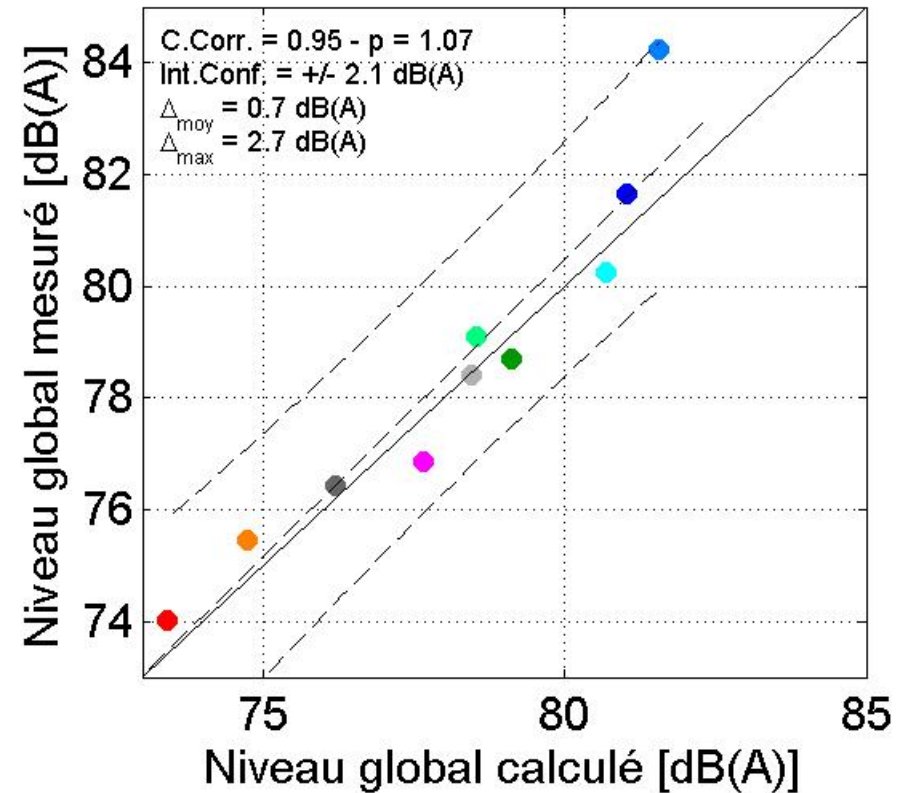
### 3. détermination de $E_{opt}$

- critère : minimisation de l'écart moyen entre niveaux globaux recalculés et mesurés

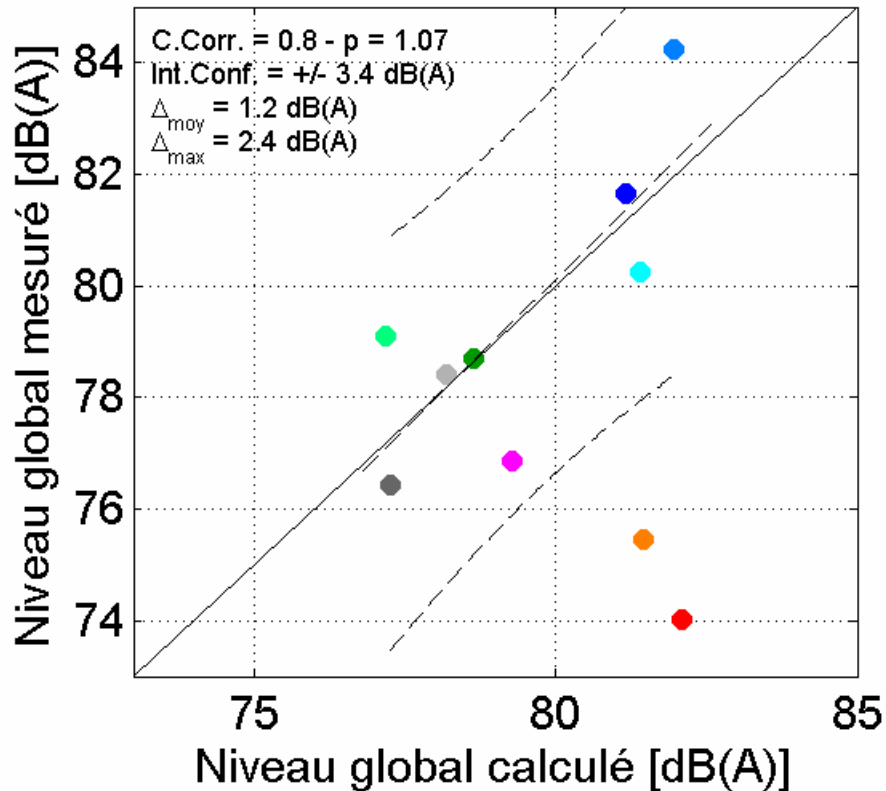
$$L_g = 10 \times \log \sum 10^{0.1 \times [L_i^e - \Delta L_i]}$$

$$E_{opt} = 20 \text{ MPa}$$

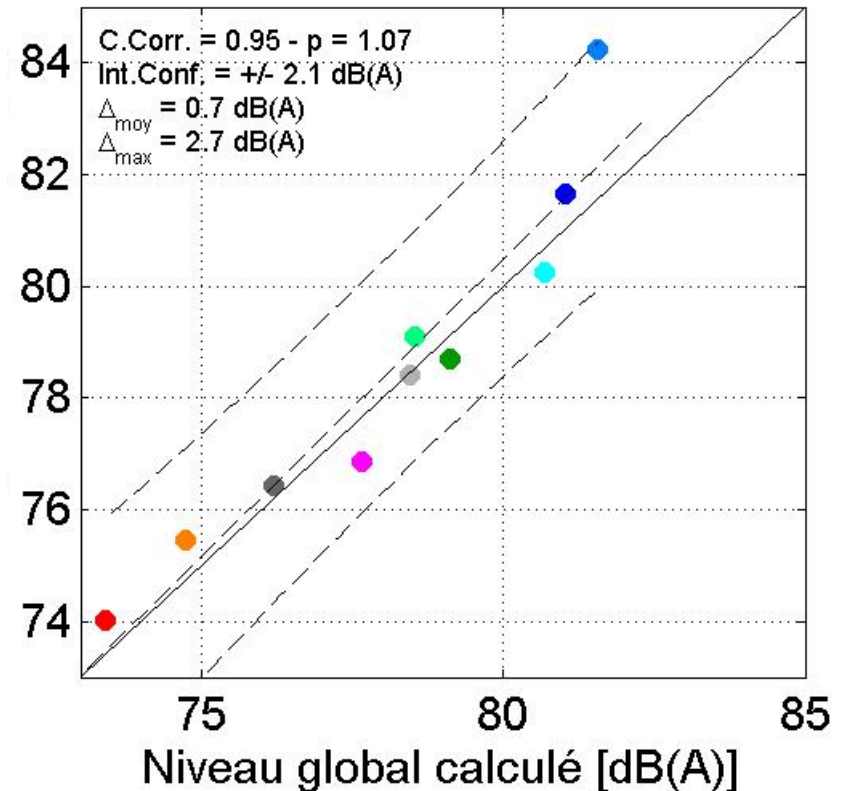
$$L_g = 10 \times \log \sum 10^{0.1 \times [L_i^e - \Delta L_i]}$$



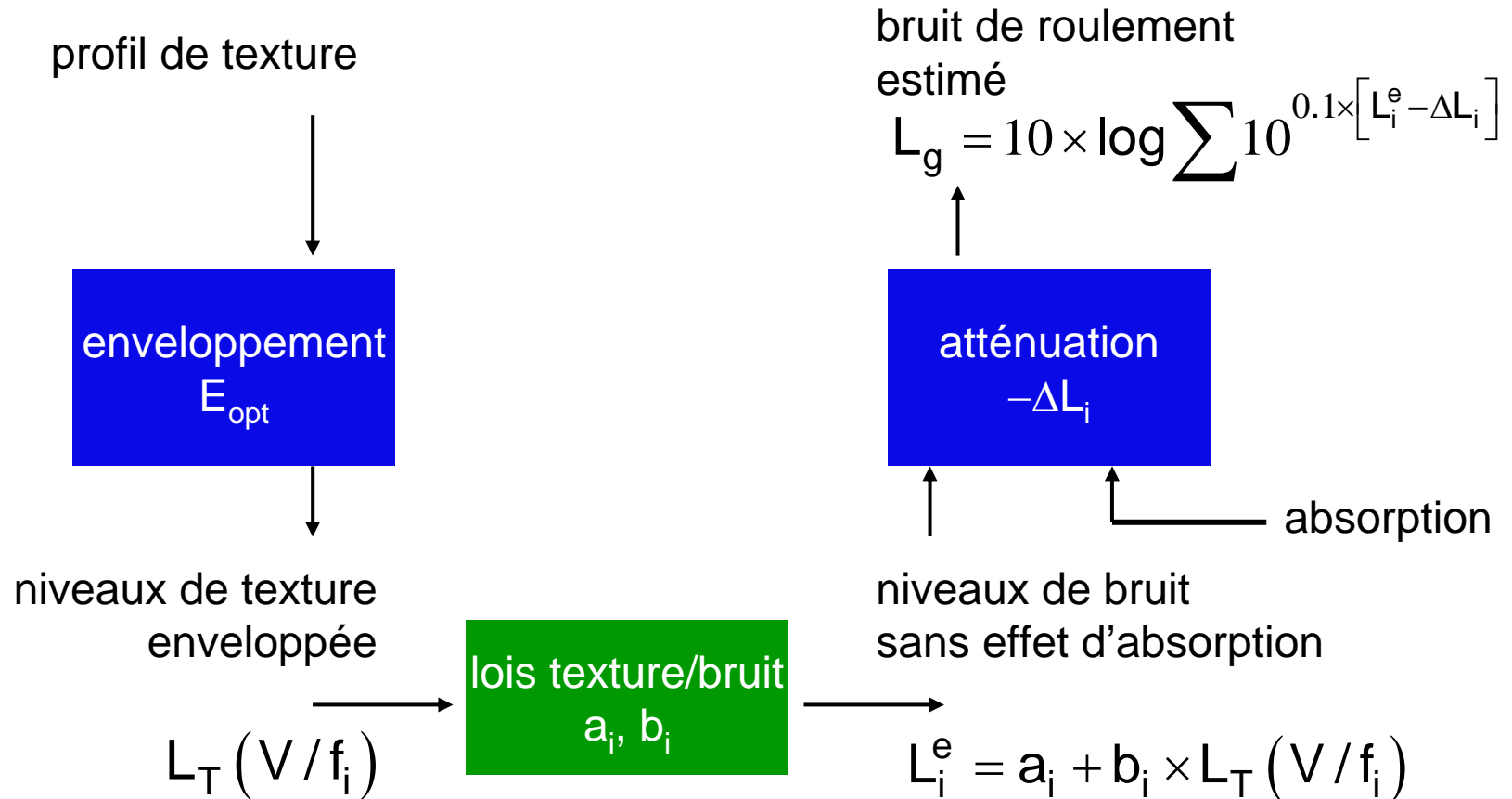
## modèle statistique



## modèle hybride



# prévision à partir du modèle hybride Predit



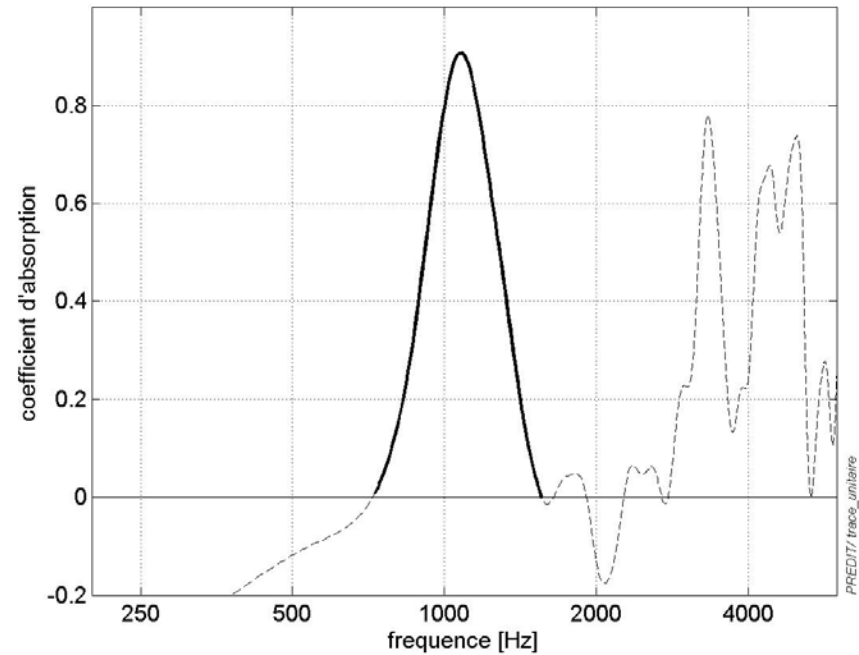
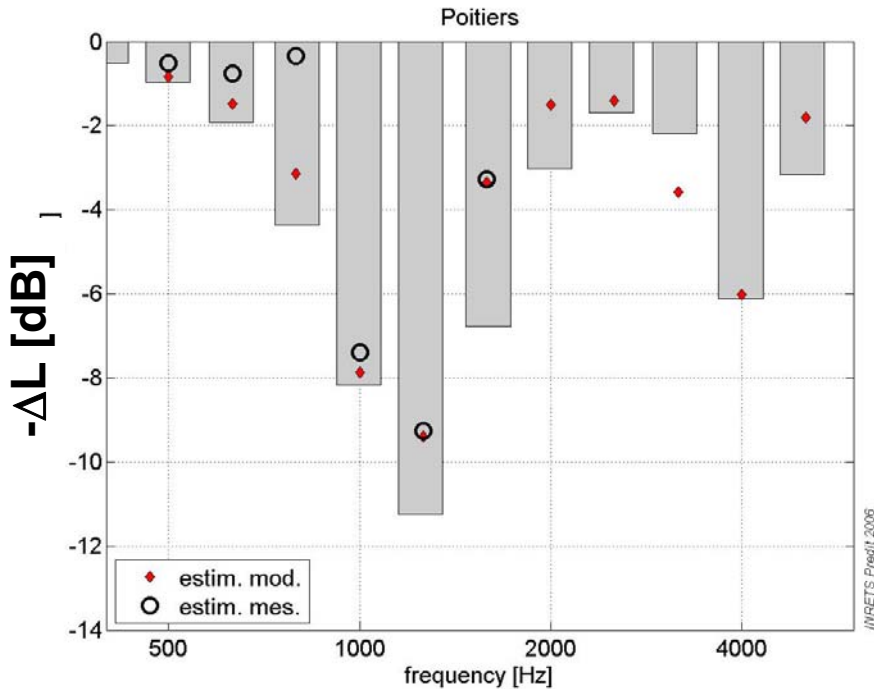


## Deufrako : PR2N 2006-2008

- validation : revêtements allemands
- propagation : discontinuité d'impédance
- texture 3D
- ...

## besoin de mesurer $a_0$ avec précision

$$\Delta L_i \sim 12 \times a_0(f_i)$$



merci

## Déroulement

- PREDIT 1998-2001: préparation des outils (JA LCPC Mai 2001)
  - caractérisation du contact
  - rayonnement acoustique
  - mesure en continu
- PREDIT 2003-2006: modèle hybride
  - mesures sur sites
  - relation bruit texture
- Deufrako 2006-2008 (PR2N) :
  - propagation : discontinuité d'impédance
  - validation : revêtements allemands
  - texture 3D...