

Journées techniques « Acoustique & Vibrations » 2011

Estimation des efforts de contact dynamiques pour la prévision du bruit de contact pneumatique/chaussée

Julien CESBRON, Guillaume DUBOIS, F. ANFOSSO-LÉDÉE (Ifsttar Nantes),
Hai-Ping YIN (Ifsttar Marne-la-Vallée, Navier).

8 juin 2011 – Aix en Provence

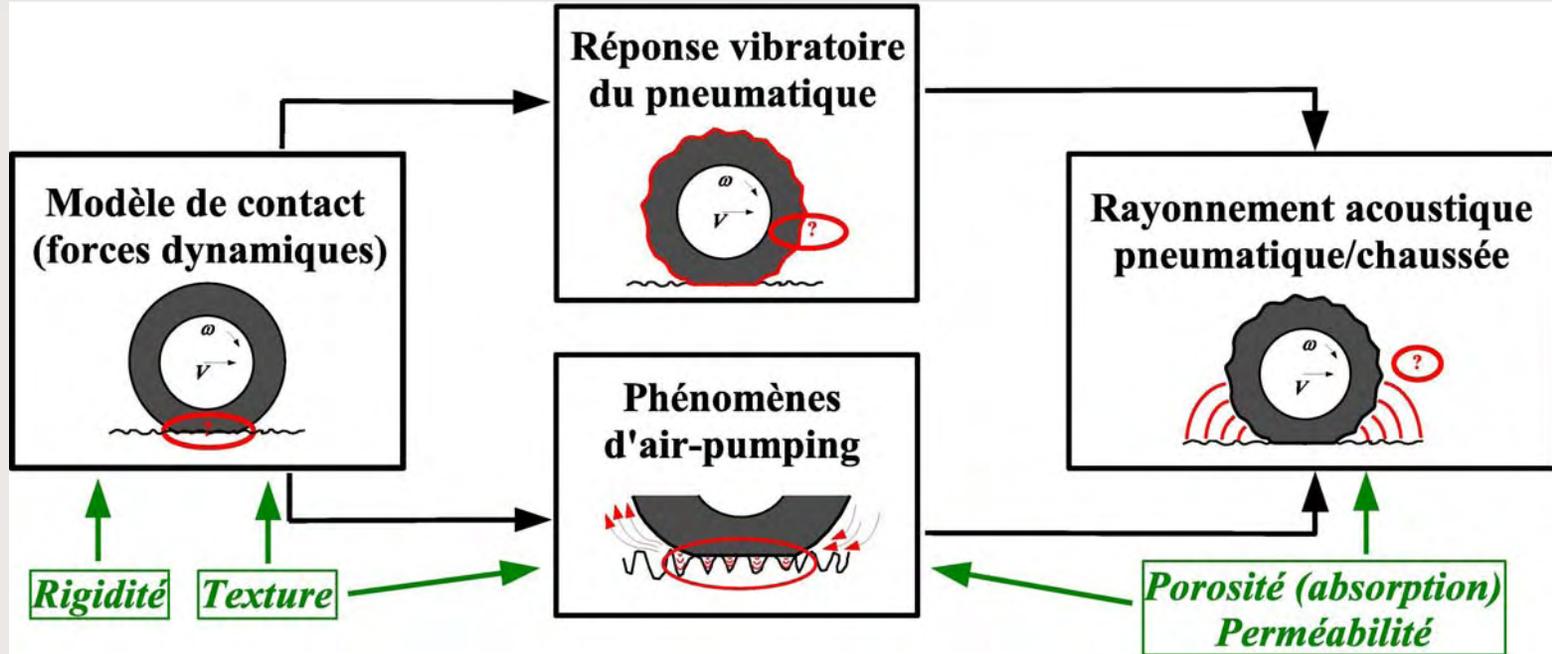


Contexte général

- **Opération de Recherche (2010 – 2013) :**
 - **ECOSURF** (Etude du Contact pneumatique chaussée pour des propriétés d'usage Optimales et durables des SURFaces routières)
- **Problème de société :**
 - **Nuisance** pour le riverain et l'environnement
 - **Coût social** de plusieurs millions d'euros chaque année
 - **Aspects législatifs**



Contexte : un modèle physique complet pour prévoir le bruit de contact pneu/chaussée



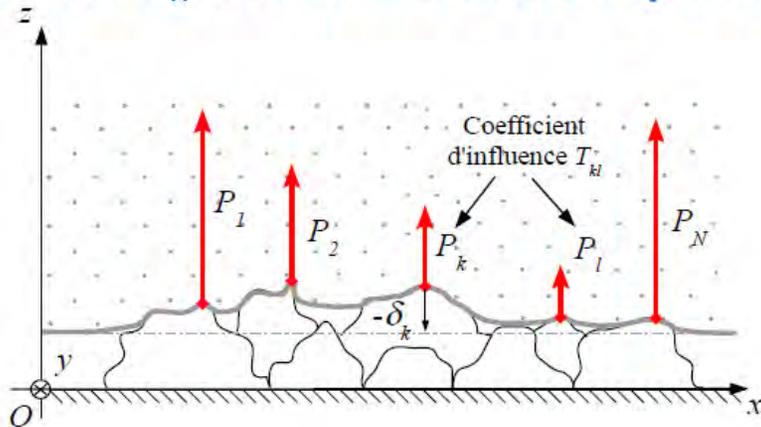
Le revêtement de chaussée influence fortement le bruit émis
Paramètres : texture, porosité, perméabilité et rigidité



Modèle de contact multi-aspérités à deux échelles

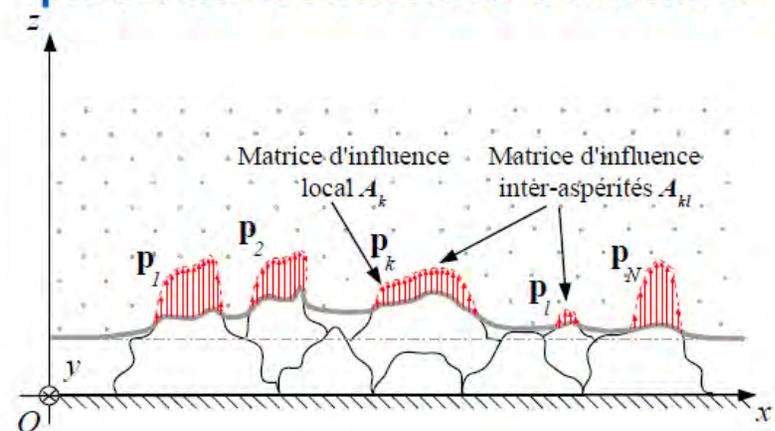
Résolution du problème de contact en deux étapes utilisant une description multi-aspérités de la chaussée

Étape 1 - calcul à macro-échelle : forces P_k aux sommets des aspérités



$$P_k = \begin{cases} f_k(\delta_k) & \text{si } \delta_k > 0 \\ 0 & \text{si } \delta_k \leq 0 \end{cases}$$

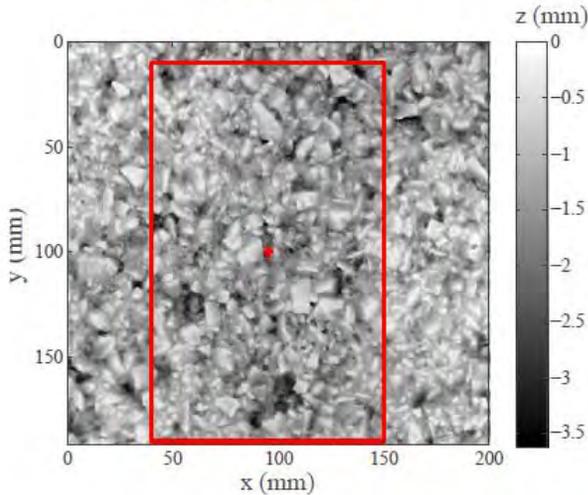
Étape 2 - calcul à micro-échelle : pressions à l'interface de contact



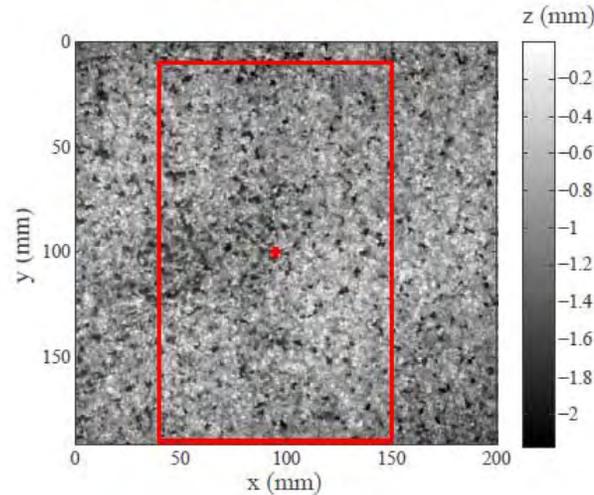
$$\mathbf{A}_k \mathbf{p}_k^{m+1} = \mathbf{b}_k - \sum_{l=1}^{k-1} \mathbf{A}_{kl} \mathbf{p}_l^{m+1} - \sum_{l=k+1}^N \mathbf{A}_{kl} \mathbf{p}_l^m$$

Validation complète du modèle pour différentes surfaces de chaussée

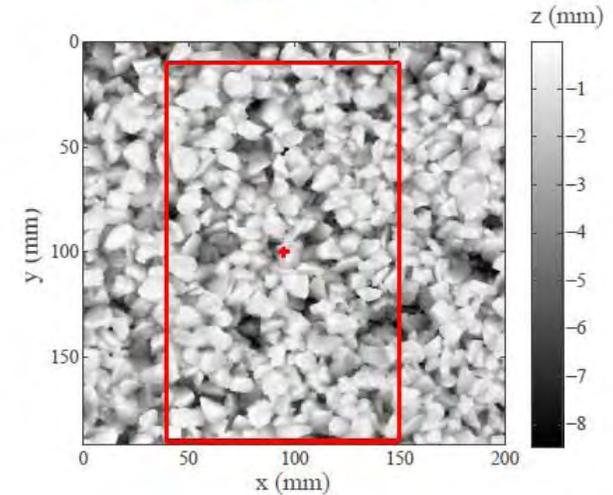
BBSG 0/10



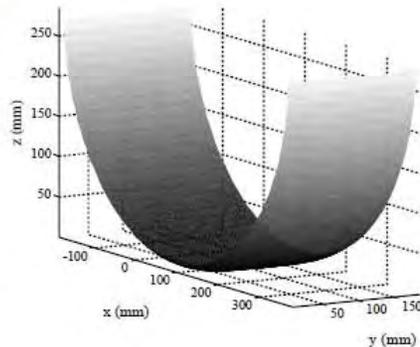
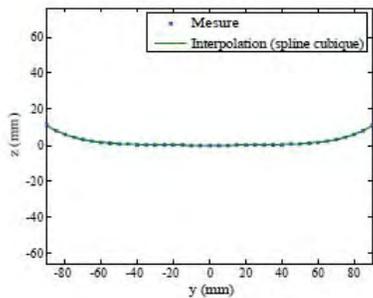
ES 0.8/1.5



BBDr 0/10



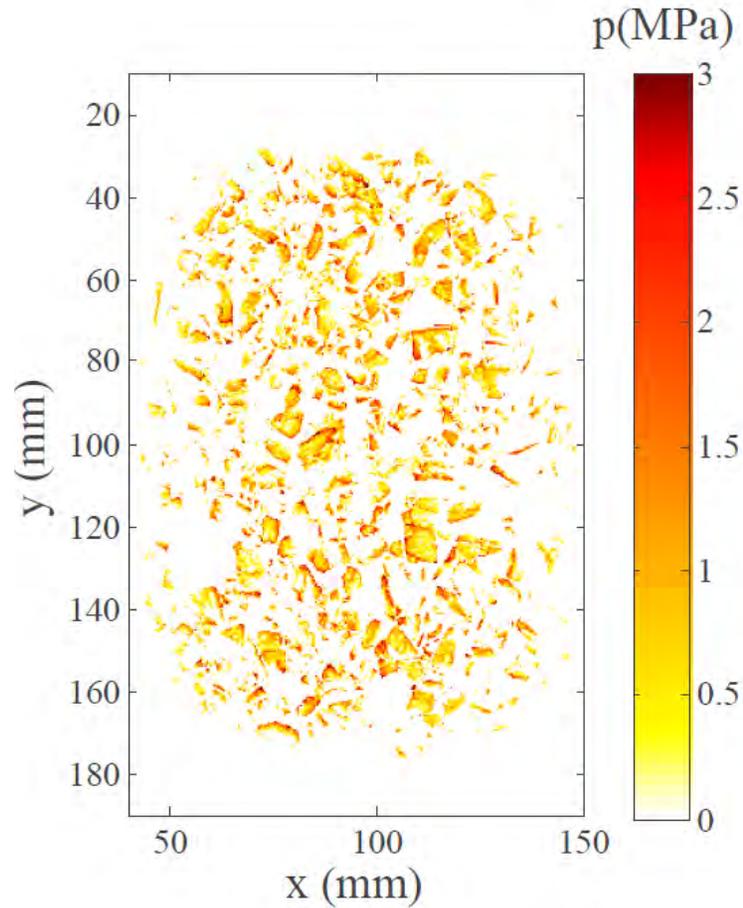
Géométrie du pneu



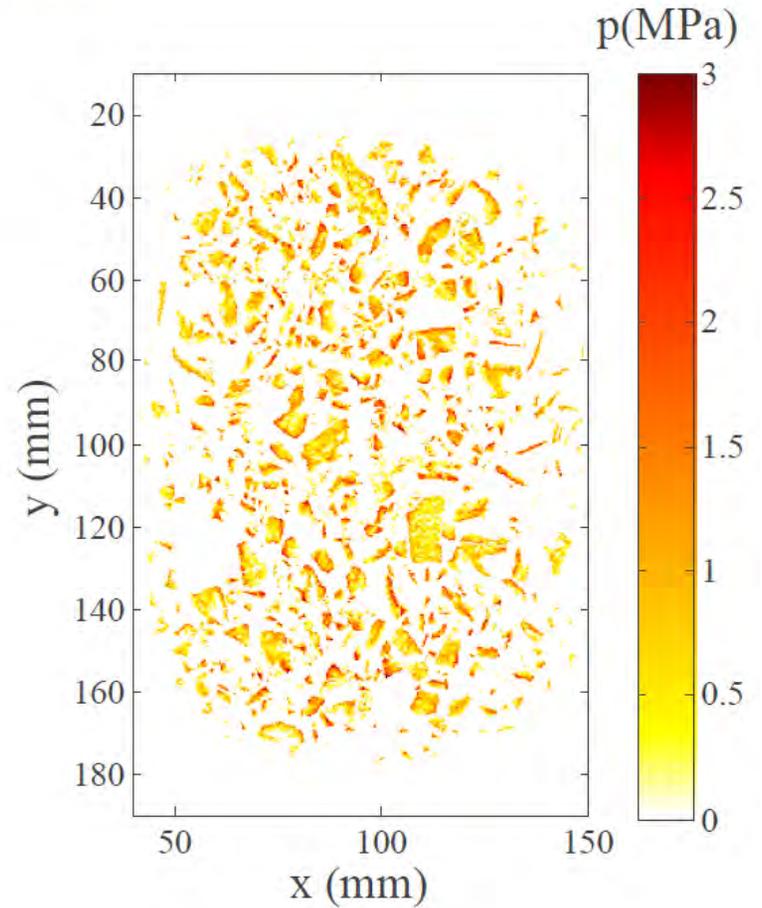
E (MPa)	P_{max} (N)	S (cm ²)	h (mm)
2.5	3 000	11x18	0.4

Exemple de résultat

BBSG 0/10



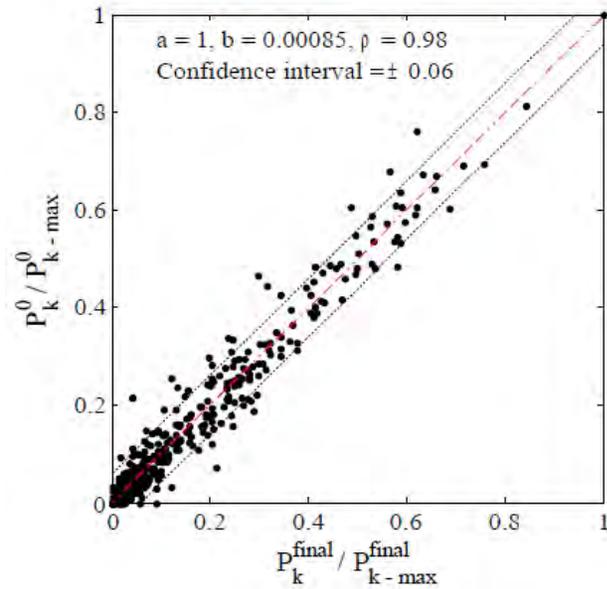
p^0



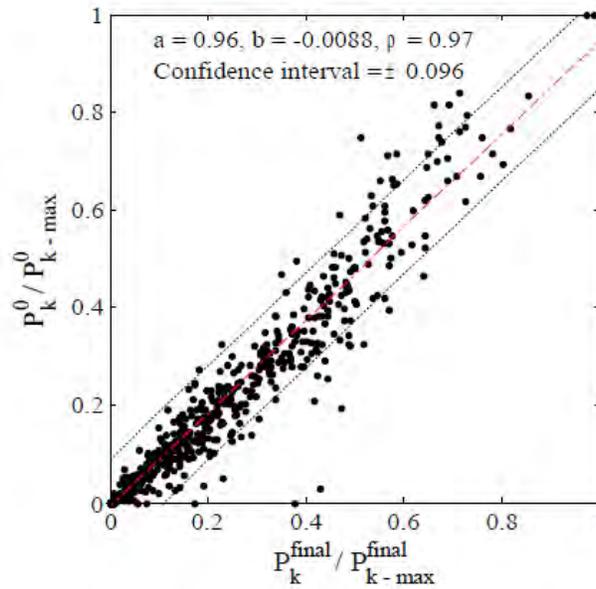
p^{final}

Comparaison des forces de contact macro/micro

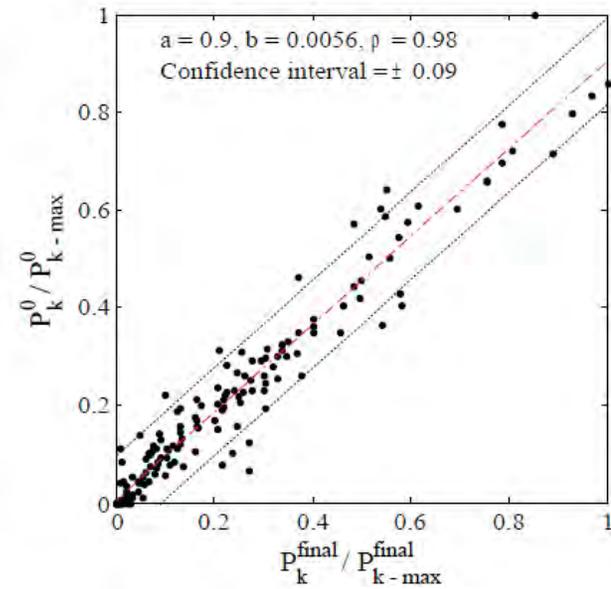
BBSG 0/10



ES 0.8/1.5



BBDr 0/10

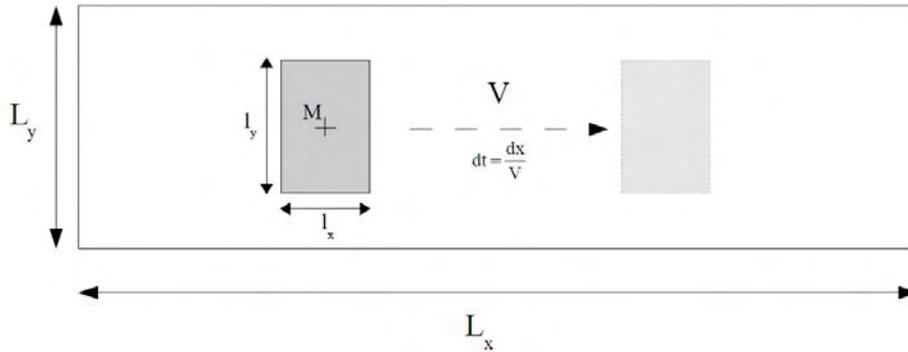


Pour une application au bruit de roulement la MIDE macro est a priori suffisante

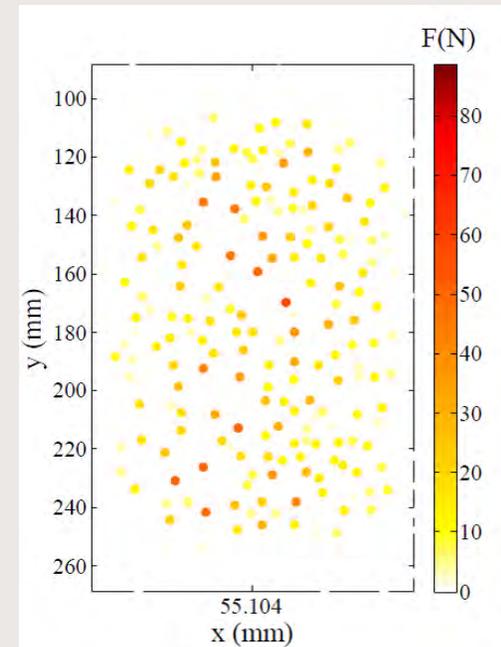


Calcul des forces de contact dynamiques

Zone d'intérêt rectangulaire



Exemple d'empreinte de contact

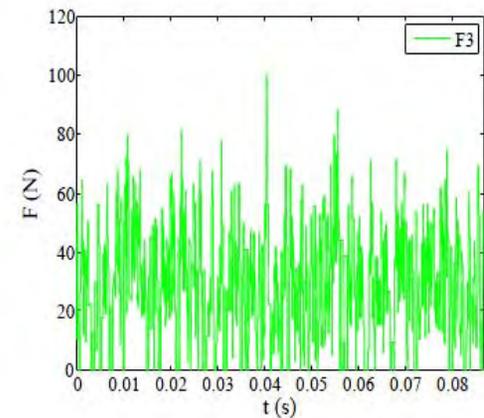
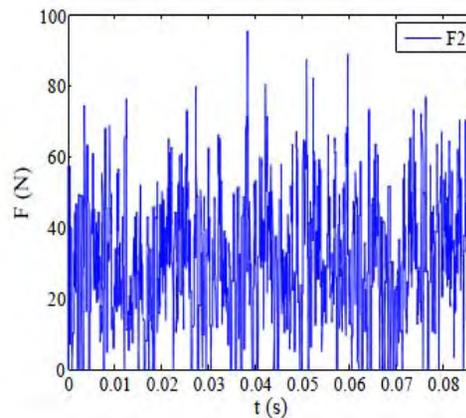
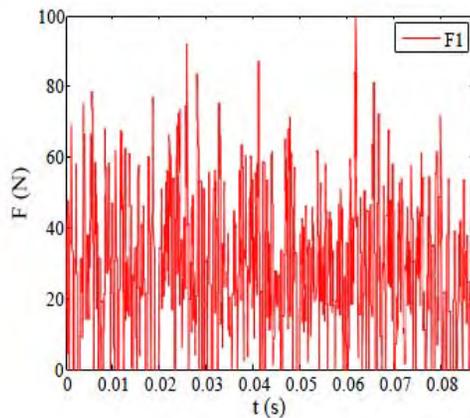
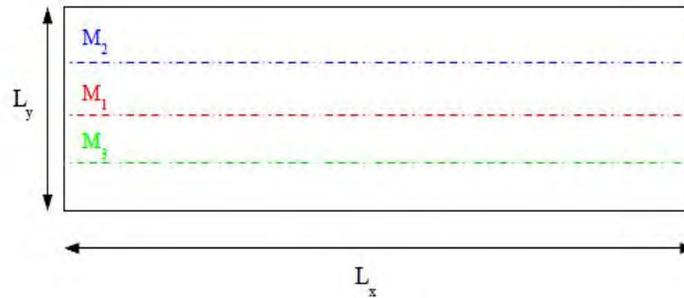
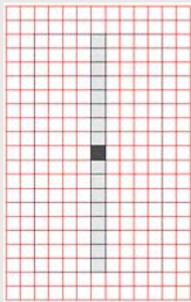


- Module d'Young : 2,5 MPa
- Coefficient de Poisson : 0,5
- Pneu lisse avec courbure
- de 10 000 à 23 000 aspérités
- Chargement :
 - Phase de chargement de 0 à 3 000 N sur la première zone d'intérêt
 - Puis maintien de 3 000 N sur l'ensemble de la chaussée



Calcul des forces de contact dynamiques

Exemple de 3 résultats temporels à **3 positions différentes** pour une texture de surface de chaussée réelle (BBSG 0/10)



Études sur 7 revêtements de la piste de Nantes



A'



C



E1



E2



L2



M1

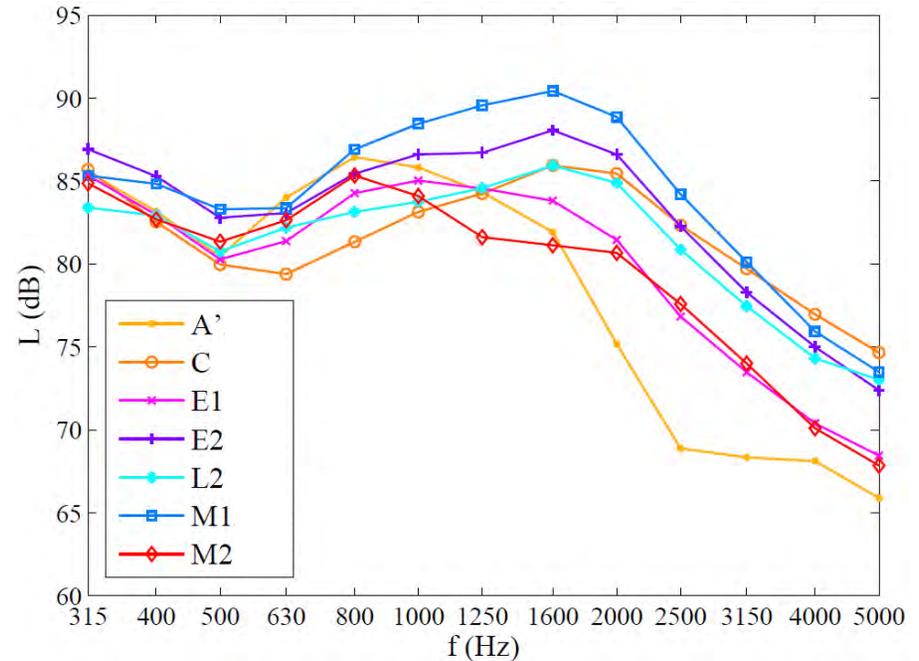
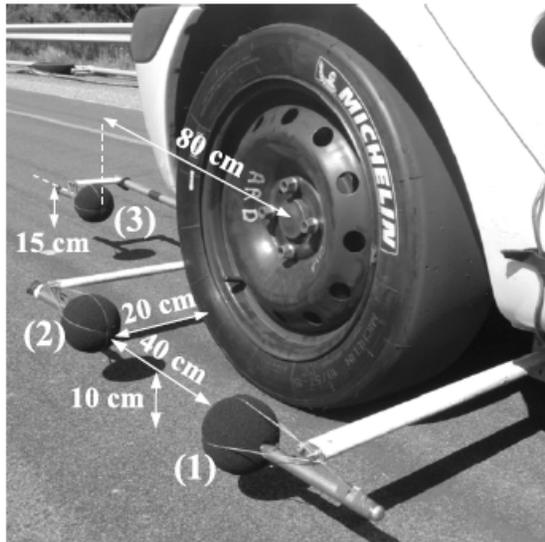


M2

**Mesures de texture 3D (Bast et Müller-BBM, stéréovision, $L = 2,30$ m)
dans le cadre du projet Deufrako P2RN**



Mesure en continu du bruit de roulement (CPX) pour un pneumatique lisse (Michelin Racer Slick, 186/57R/15)



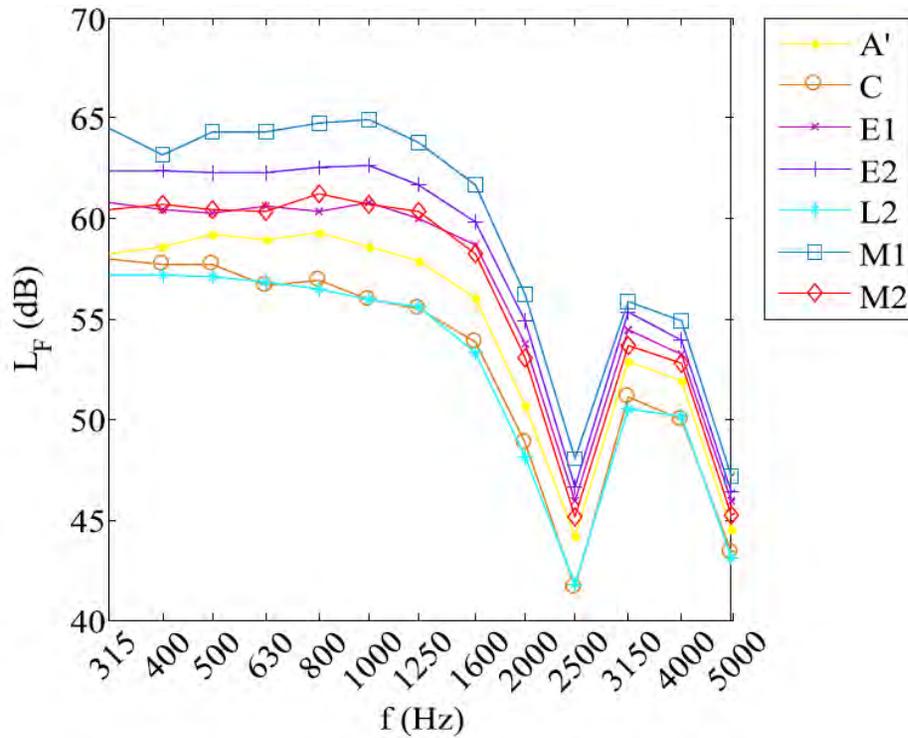
Niveaux de bruit recomposés en dB entre 315 Hz et 1000 Hz à $V_{ref} = 90$ km/h

	A'	C	E1	E2	L2	M1	M2
L_r	92.5	90.4	91.4	93.1	90.7	93.6	91.5

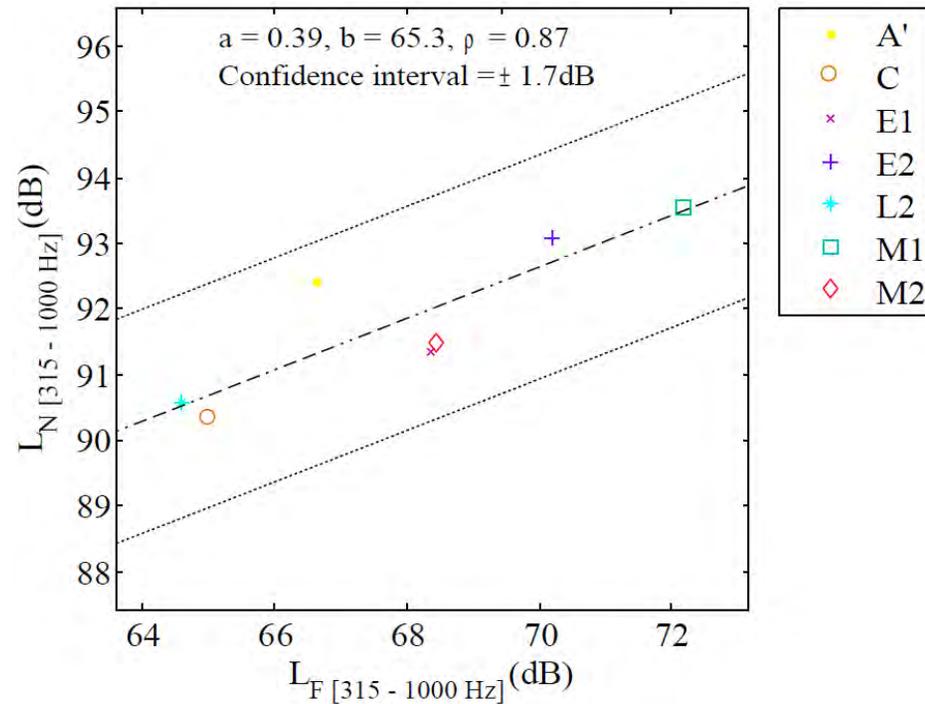


Corrélation des niveaux de forces recomposés avec les niveaux de bruit recomposés

Spectres de force calculés à 90 km/h

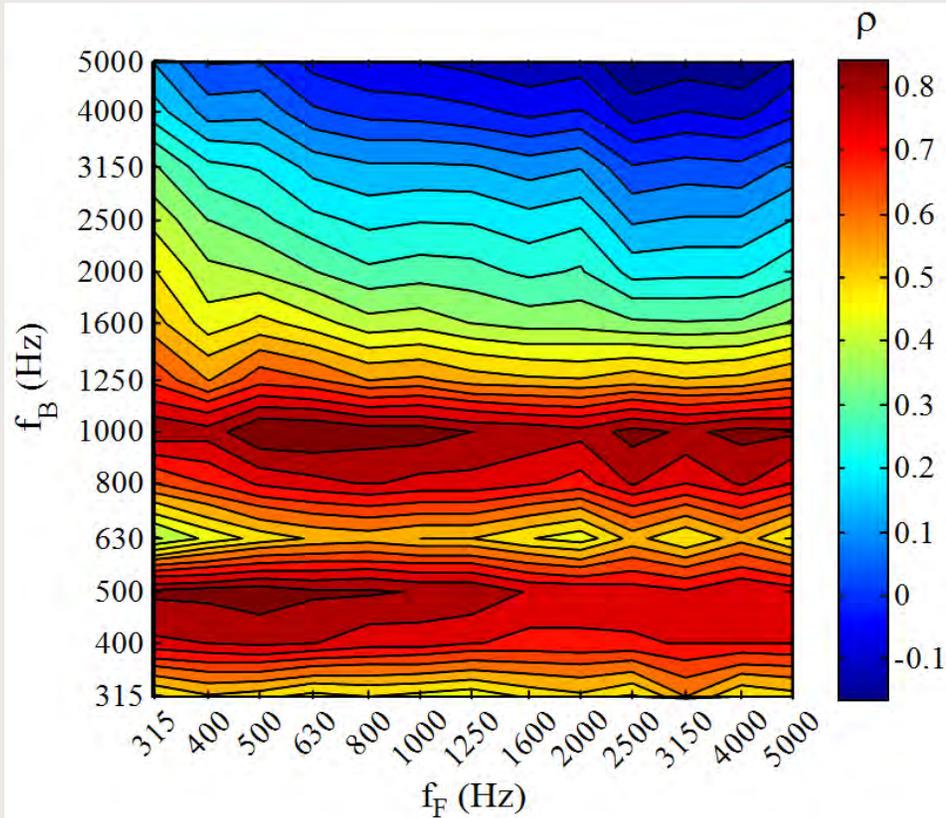


Corrélations à 90 km/h



Corrélations forces/bruit

Courbes d'iso-corrélation entre les niveaux de **bruit** et de **forces de contact** à 90 km/h



Conclusions et perspectives

- Conclusions :
 - Validation de la MIDE sur chaussée réelle
 - Calcul de forces de contact dynamiques pour un pneu lisse roulant sur différentes textures de chaussées
 - Bonne corrélation des niveaux de force calculés avec les niveaux de bruit mesurés entre 315 et 1 000 Hz
- Perspectives :
 - Calculer les forces de contact dynamiques pour un pneu rainuré et introduire la vibration
 - Confirmer les corrélations entre les niveaux de force calculés et le bruit



Merci de votre attention

julien.cesbron@ifsttar.fr

guillaume.dubois@ifsttar.fr

Ifsttar

Centre de Nantes

CS4

44344 Bouguenais

Tél. +33 (0)2 40 84 56 62

Fax. +33 (0)2 40 84 59 92

www.ifsttar.fr

