

Institut français
des sciences et technologies
des transports, de l'aménagement
et des réseaux

Séminaire transversal du département AME

SPI et SHS, quelles incertitudes dans nos modèles ?

Arnaud Can
17/10/2018

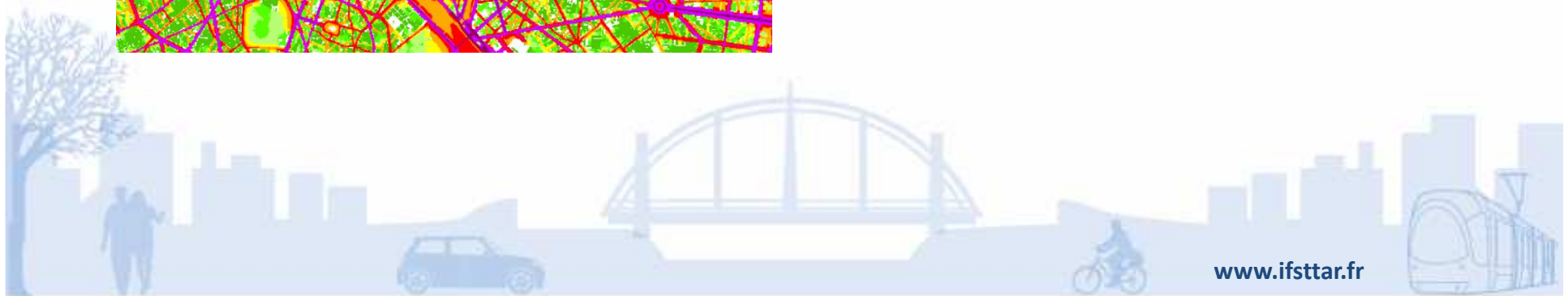


IFSTTAR

Modèles statiques

Incertitude sur les cartes de bruit produites

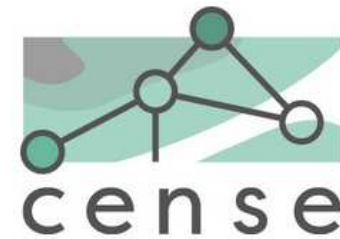
- Directive 2002/49/CE
- Données d'entrée
- Modèles
- L_{den}



Modèles statiques

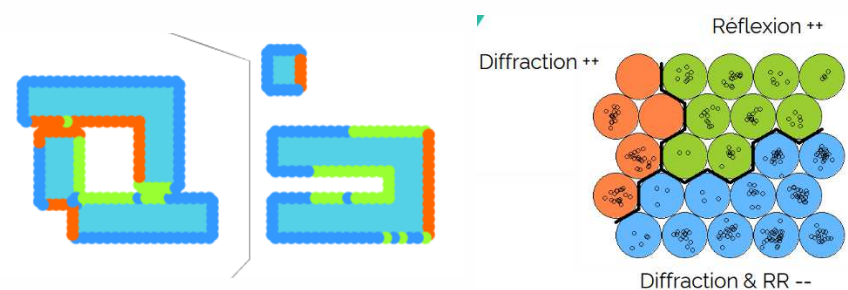
Incertitude sur les cartes de bruit produites

- Directive 2002/49/CE
- Données d'entrée
- Modèles
- L_{den}



<http://cense.ifsttar.fr/>

- Méthode Morris



WP 2 & 4 :
Post-doctorat Pierre Aumond (Ifsttar)
Thèse Antoine Lesieur (INRIA / Ifsttar)

www.ifsttar.fr

Modèles statiques

Incertitude sur la caractérisation de l'environnement sonore

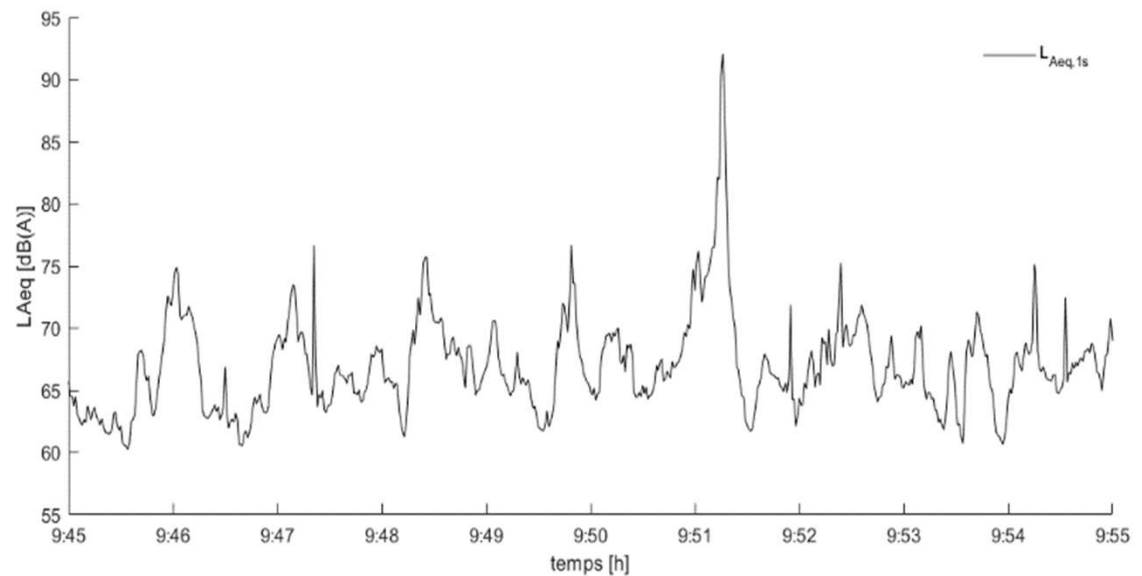
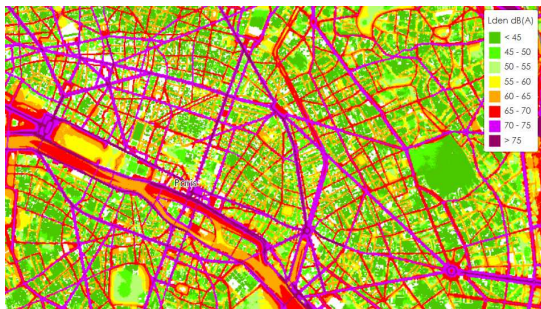
- Indicateurs



Modèles statiques

Incertitude sur la caractérisation de l'environnement sonore

- Indicateurs



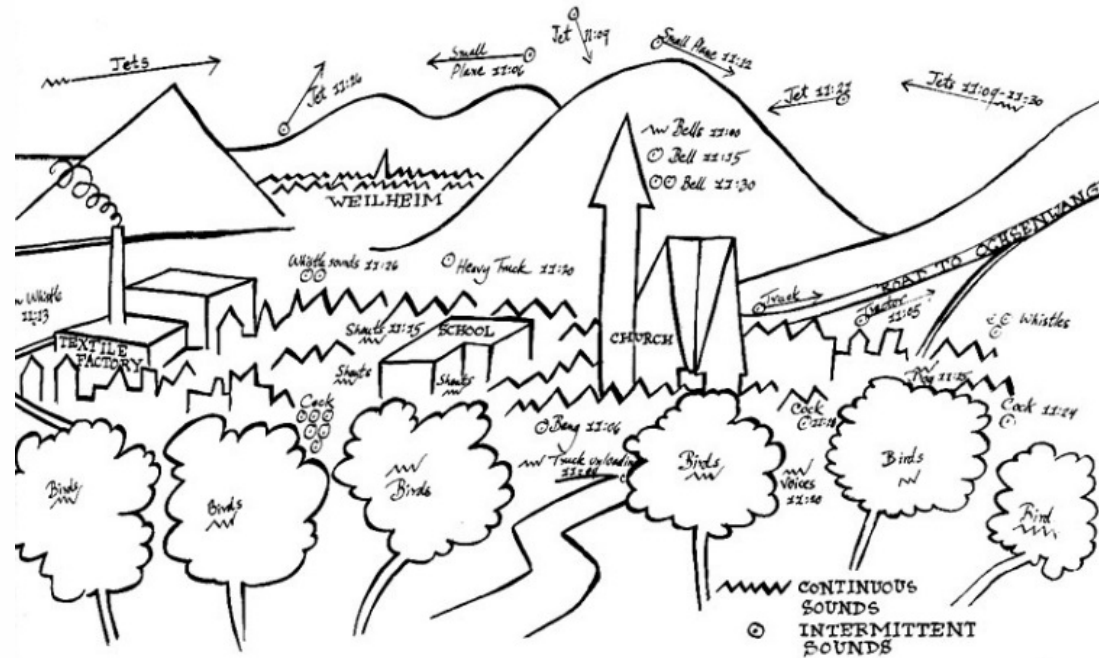
L_{den} vs. variations temporelles



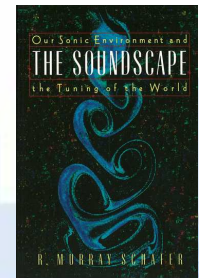
Modèles statiques

Incertitude sur la caractérisation de l'environnement sonore

- Indicateurs



SoundScape - "Acoustic environment as perceived or experienced and/or understood by a person or people, in context"



www.ifsttar.fr

Modèles statiques

Incertitude dans la prise de décision

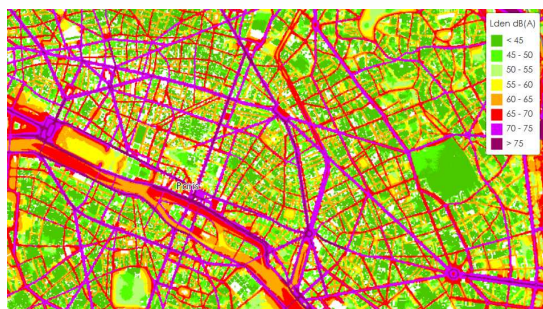
- Prise en compte partielle de la mobilité



Modèles statiques

Incertitude dans la prise de décision

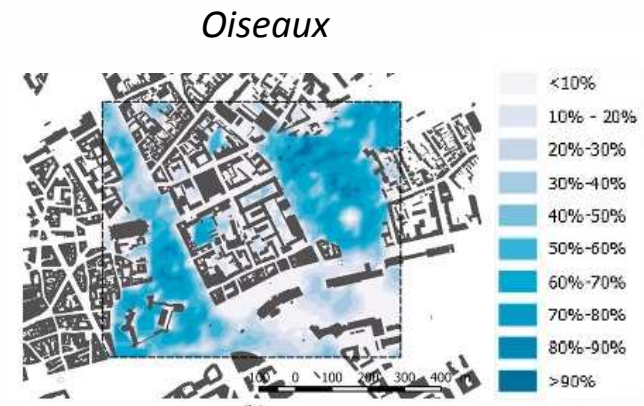
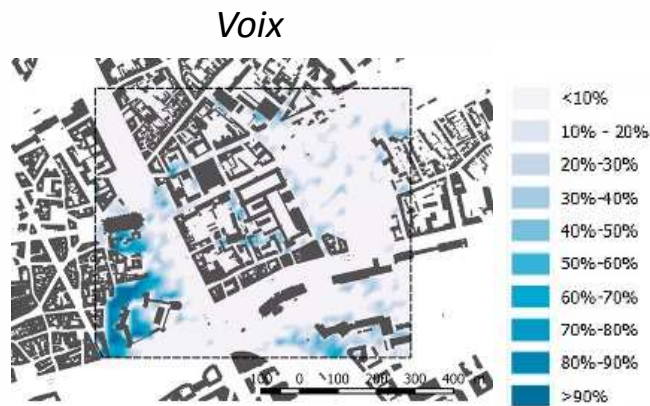
- Prise en compte partielle de la mobilité



Modèles multi-sources

Incertitude difficile à quantifier

- Cartes multisources / cartes d'émergence



Modèles dynamiques

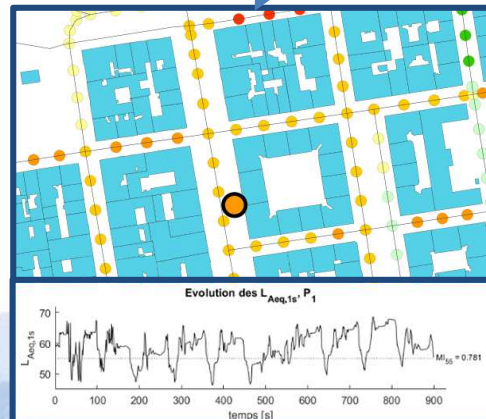
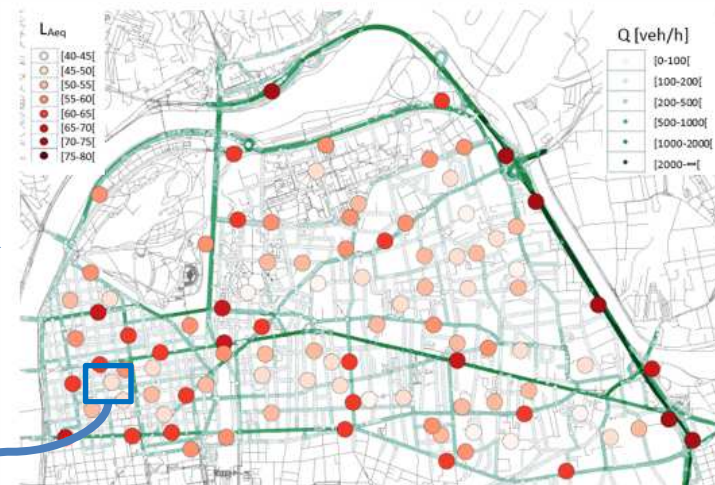
Incertitude difficile à quantifier

- Carte de bruit dynamique (Symuvia + Noisemodelling)

Modèle de trafic



Trajectoires des véhicules



Nombre d'évènements, etc.

www.ifsttar.fr

Une ville qui change :

Quels modèles ?

- Différentes temporalités



... besoins :

acoustique + mobilité

acoustique + aménagement

Merci de votre attention

Ifsttar

Centre de Nantes

Route de Bouaye, CS 4

44344 Bouguenais Cedex

Tél. +33 (0)2 40 84 58 53

www.ifsttar.fr

arnaud.can@ifsttar.fr





Acoustique environnementale : du bruit de roulement (échelle micro) à la cartographie urbaine (échelle macro)

Julien CESBRON

Chercheur - AME/UMRAE (Nantes)

Philippe KLEIN

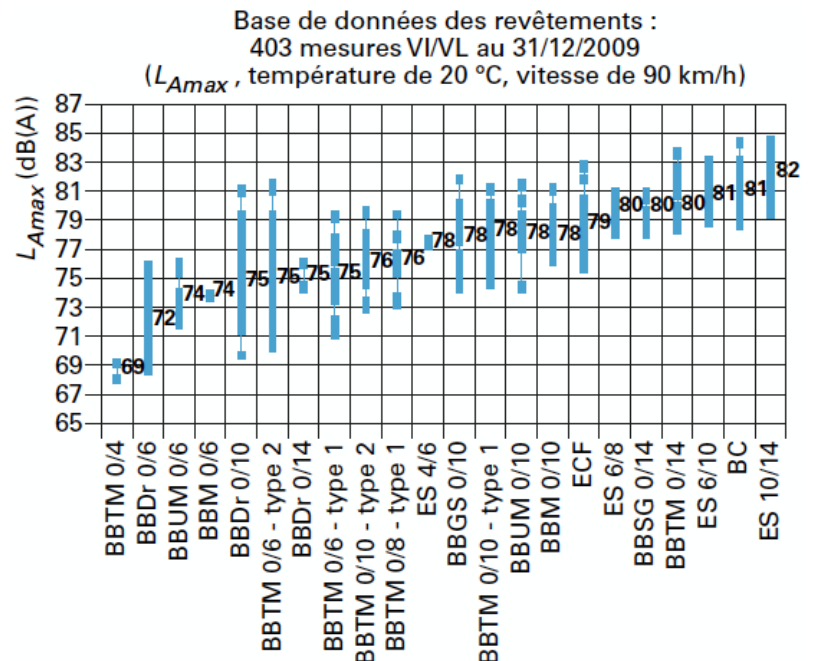
Chercheur - AME/UMRAE (Bron)

Paramètres influençant l'émission du bruit routier

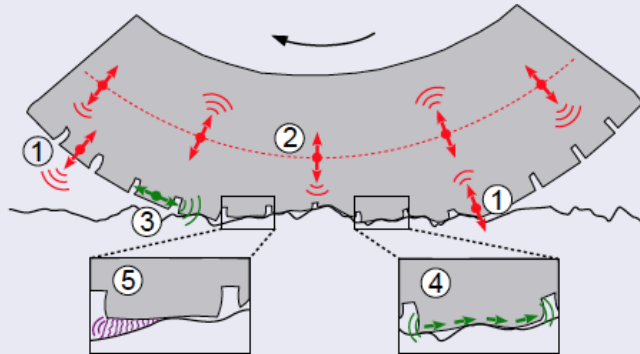
- Composition du trafic (% PL)
- Débit et vitesse moyenne du flot de véhicules
- Régime moteur des véhicules
- **Bruit de contact pneumatique/chaussée : prédomine en conditions de trafic fluides à partir de 50 km/h**

Réduction actuelle envisageable

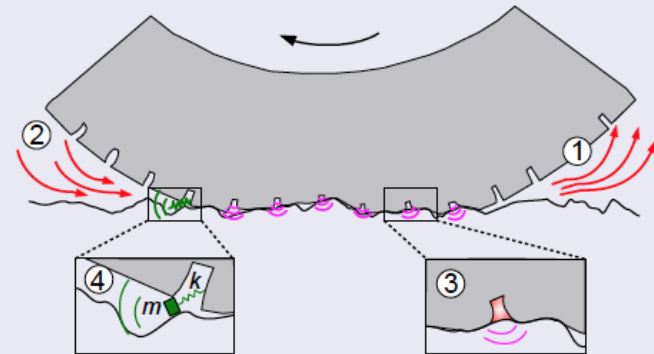
Pneumatique \simeq 2 à 3 dBA
 Revêtement routier \simeq 8 à 10 dBA



Mécanismes vibratoires



Mécanismes aérodynamiques



Dépendance en vitesse

(Kuijpers et van Blokland, 2001)

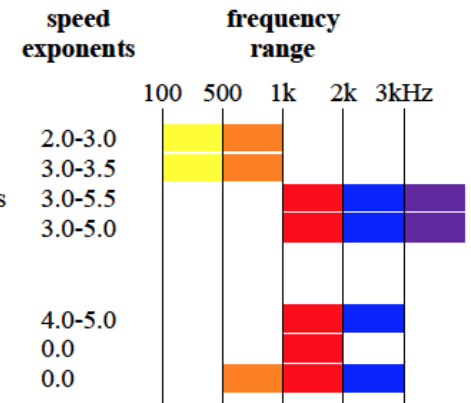
$$L_p(V, f) \propto 10 \log_{10} V^{k(f)}$$

vibrational mechanisms

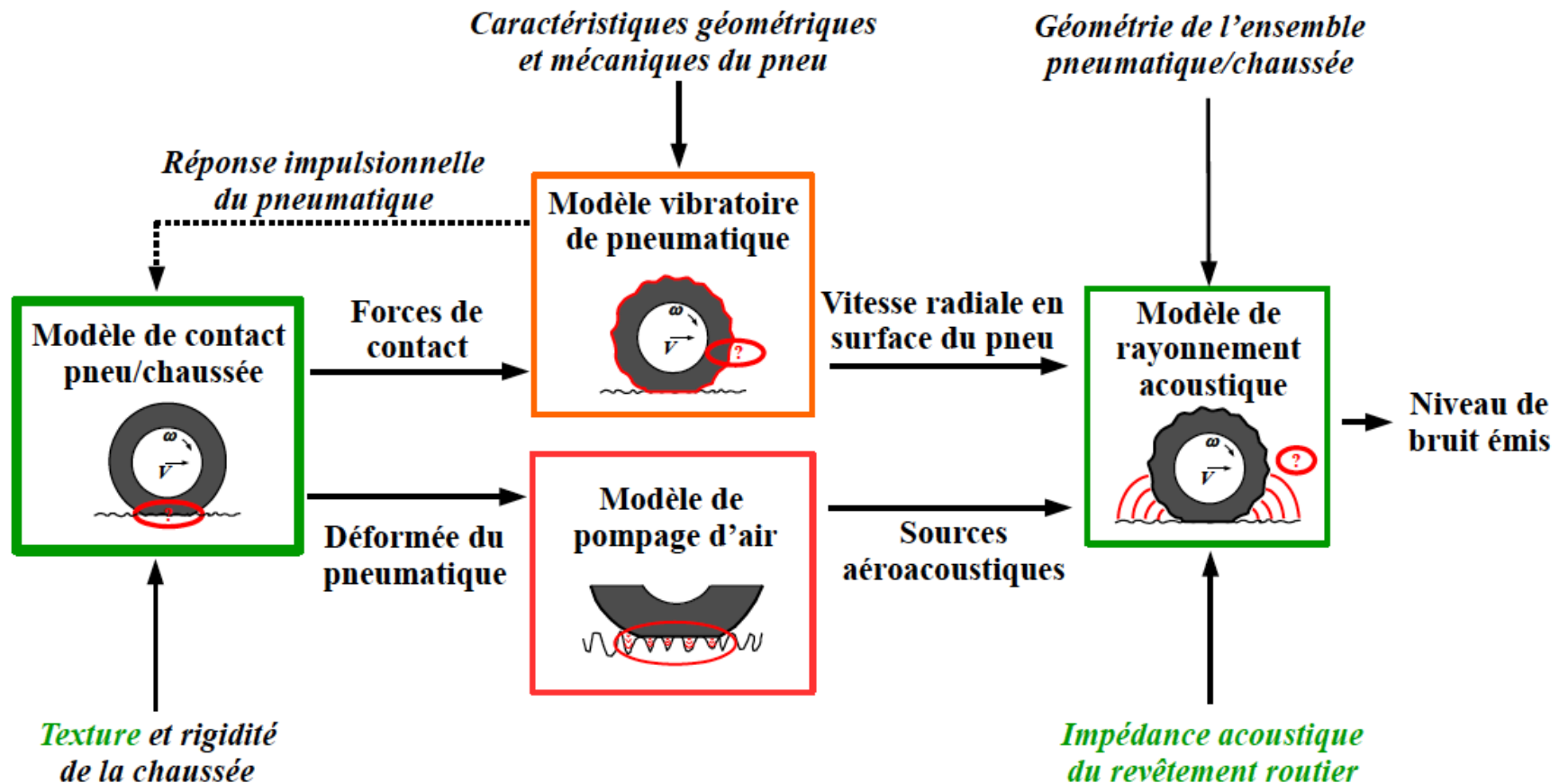
- radial vibrations of the tyre carcass
- radial vibrations of the profile elements
- tangential vibrations of the profile elements
- stick-slip stick-snap

aerodynamical mechanisms

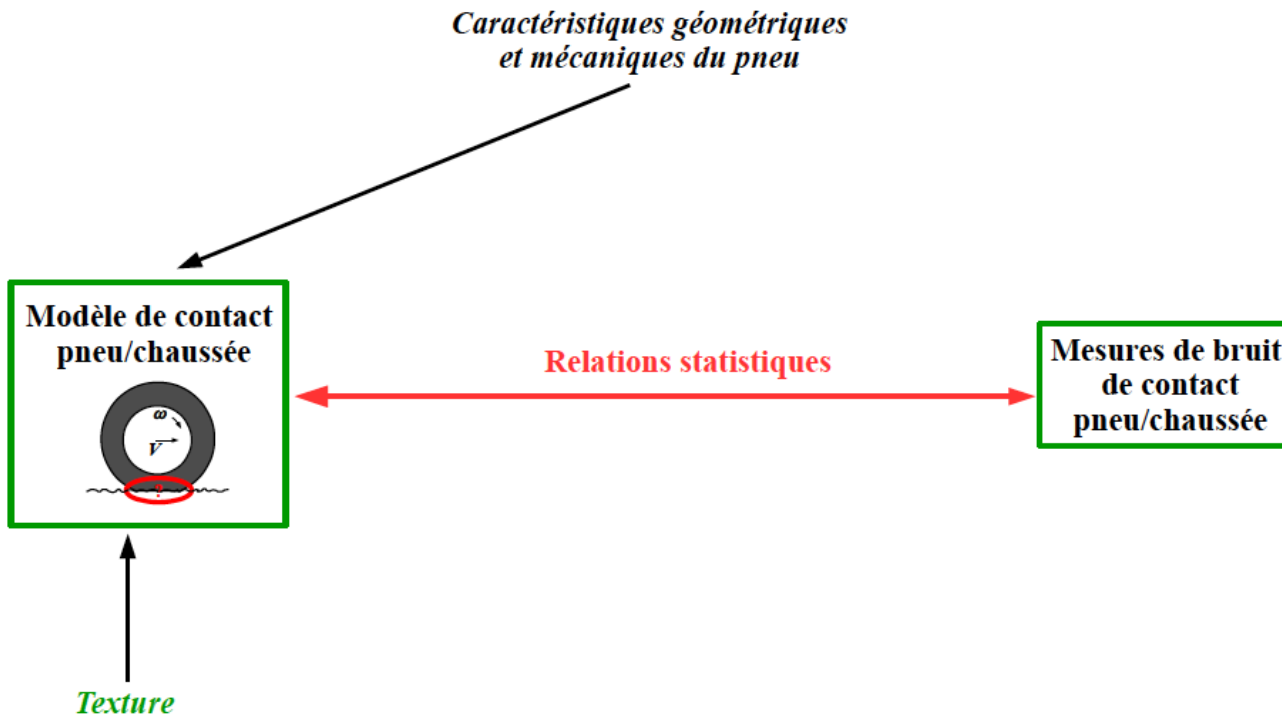
- air-pumping
- Helmholtz resonances
- pipe resonances



Compréhension des mécanismes de génération



Outils prédictifs



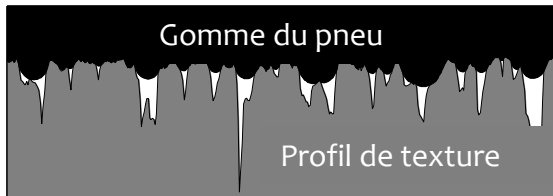
- Combinaison de modèles physiques simplifiés et de relations statistiques
- Nécessite une base de données expérimentale (texture et bruit)

- HyRoNE : Hybrid Rolling Noise Estimation
- Estimation des niveaux de bruit en bord de voie (7,5m de l'axe de circulation, 1,2 m de hauteur)
- Traite une seule combinaison Pneu/Véhicule/Vitesse
- Caractéristiques de la chaussée prises en compte :
 - Texture (profils 2D)
 - Absorption
- Principe :
 - Distingue 2 domaines de fréquences associés aux 2 principaux mécanismes de génération (vibrations et air-pumping)
 - Utilise 2 quantités reliées à la texture 2D : les spectres de texture enveloppée (vibrations) et de texture brute (pompage)

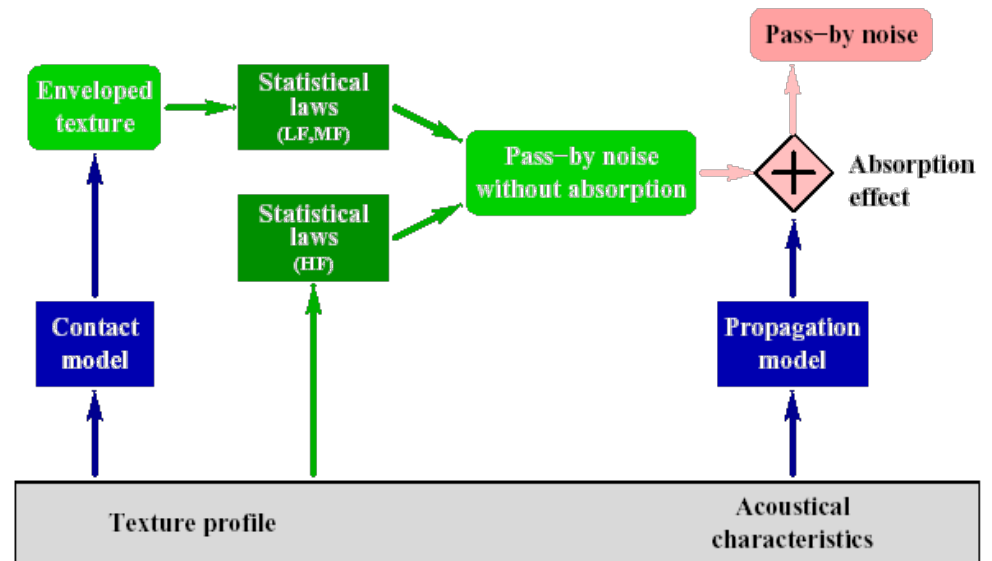
o Estimation des niveaux de bruit en 1/3 d'octave à partir des niveaux de texture en 1/3 d'octave

- BF and MF: **ENVELOPEE** $L(f_i) = a(f_i) + b(f_i) \cdot L_{eT}(V/f_i) + \Delta L_p(f_i)$
(rayonnement de la carcasse du pneu)
- HF: **BRUTE** $L(f_i) = a(f_i) + b(f_i) \cdot L_T(V/f_i) + \Delta L_p(f_i)$
(air-pumping)

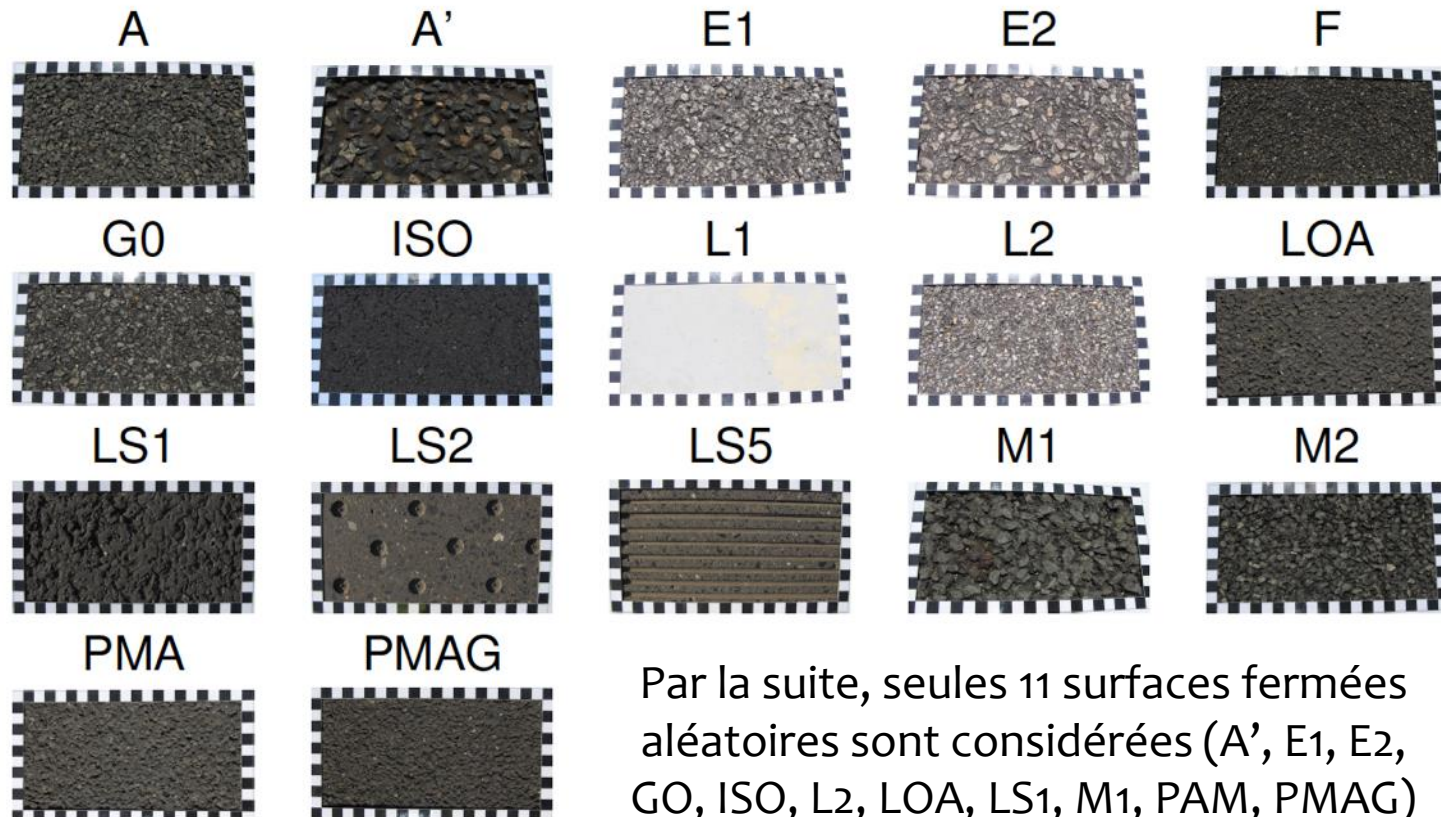
Modèle de contact statique 2D périodisé



Paramètre d'enveloppement E
(module d'Young de la gomme)



**Projet ODSurf (2011-2016, financement ADEME)
17 revêtements testés en France et en Allemagne**

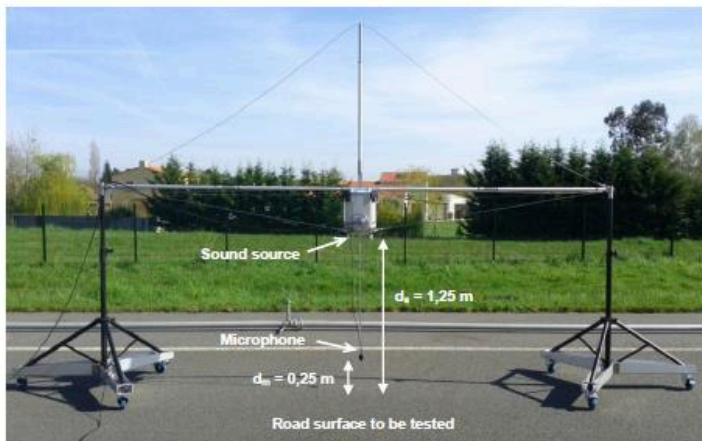


Par la suite, seules 11 surfaces fermées aléatoires sont considérées (A', E1, E2, G0, ISO, L2, LOA, LS1, M1, PAM, PMAG)

Système de mesure de texture 3D



Système de mesure d'absorption acoustique (norme ISO 13472-1)

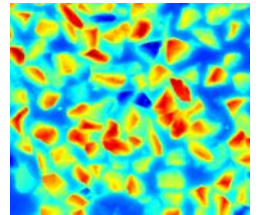
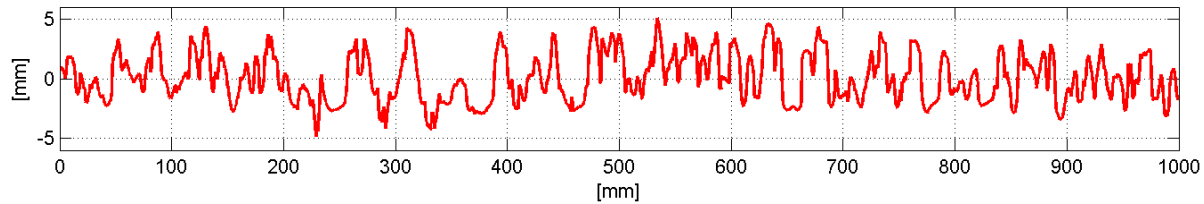


Mesure simultanée du bruit en continu (méthode CPX) et au passage (méthode CB)

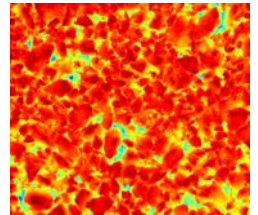
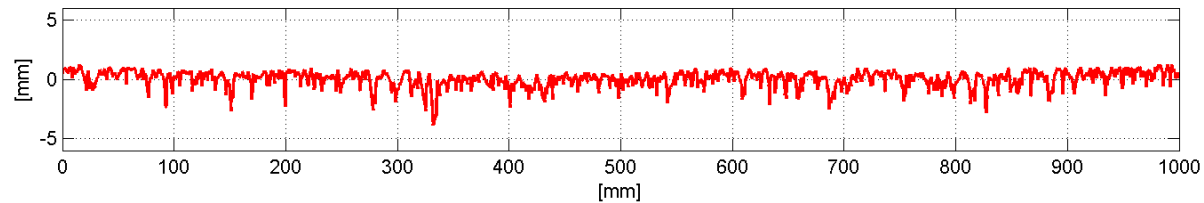


Par la suite, seul le pneu à motifs et les mesures au passage sont considérées

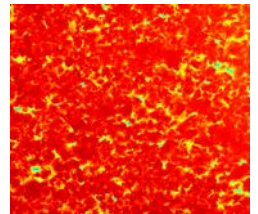
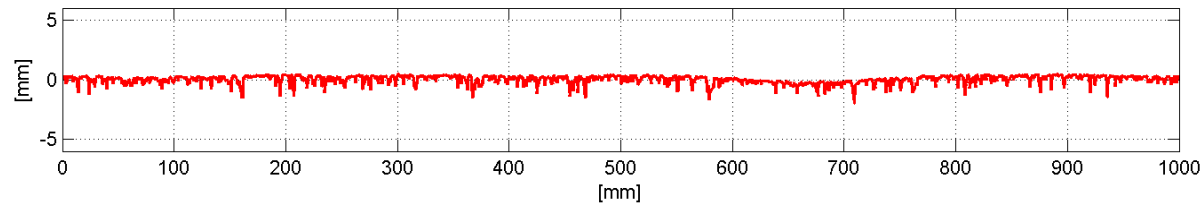
A' - ES 8/10



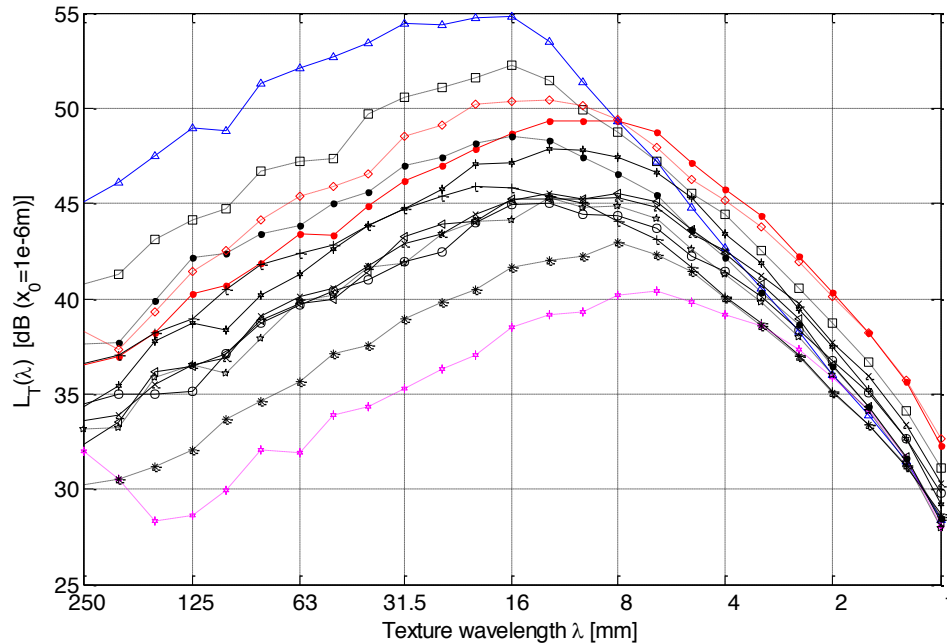
E1 - BBSG 0/10



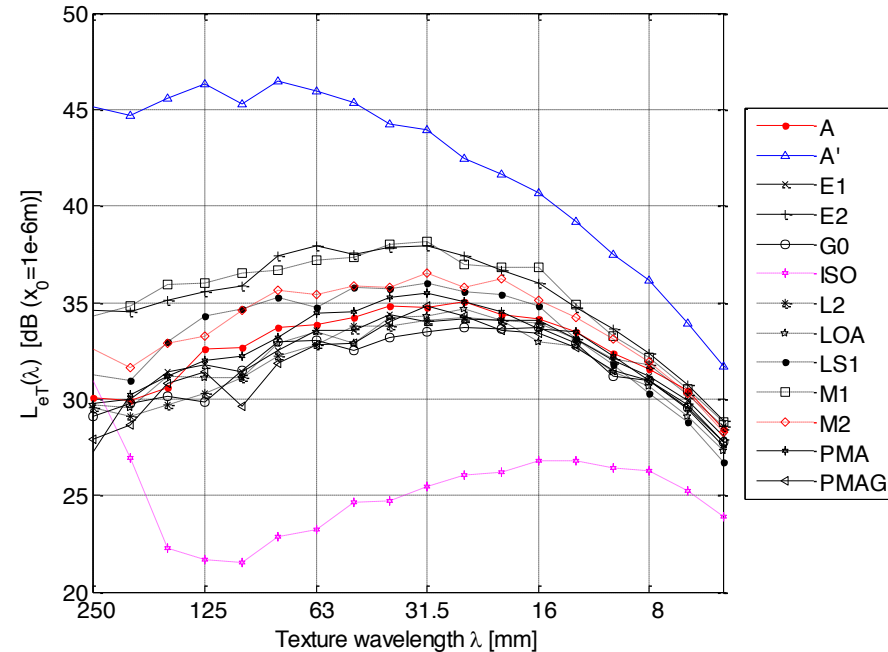
ISO Surface



Spectres de texture brute



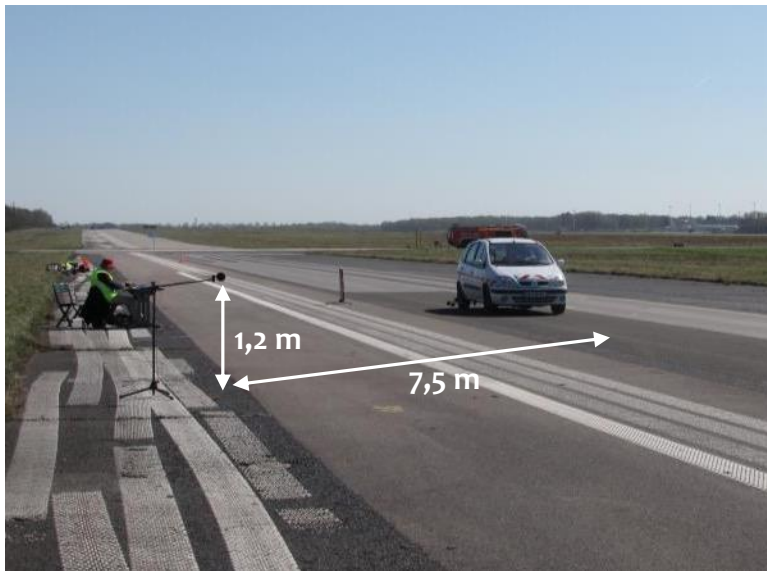
Spectres de texture enveloppée



Incertitudes liées à l'homogénéité de la planche et à la longueur du relevé :

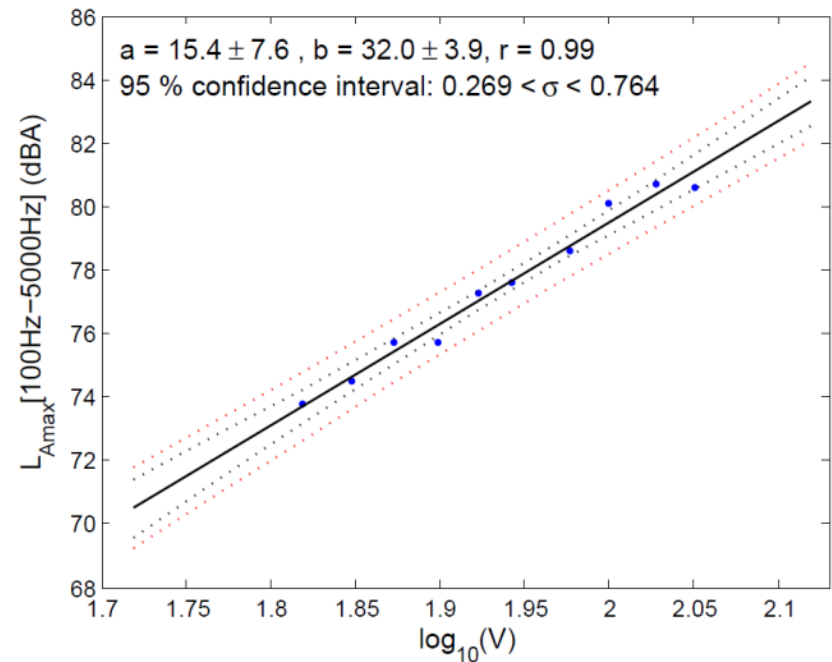
- $-3,5 \text{ dB} < \varepsilon < 3,5 \text{ dB}$ pour $\lambda \sim 100 \text{ mm}$
- $-2 \text{ dB} < \varepsilon < 2 \text{ dB}$ pour $\lambda \sim 25 \text{ mm}$
- $-1 \text{ dB} < \varepsilon < 1 \text{ dB}$ pour $\lambda \sim 5 \text{ mm}$

Passages à vitesse constante
comprise entre 65 km/h et 110 km/h

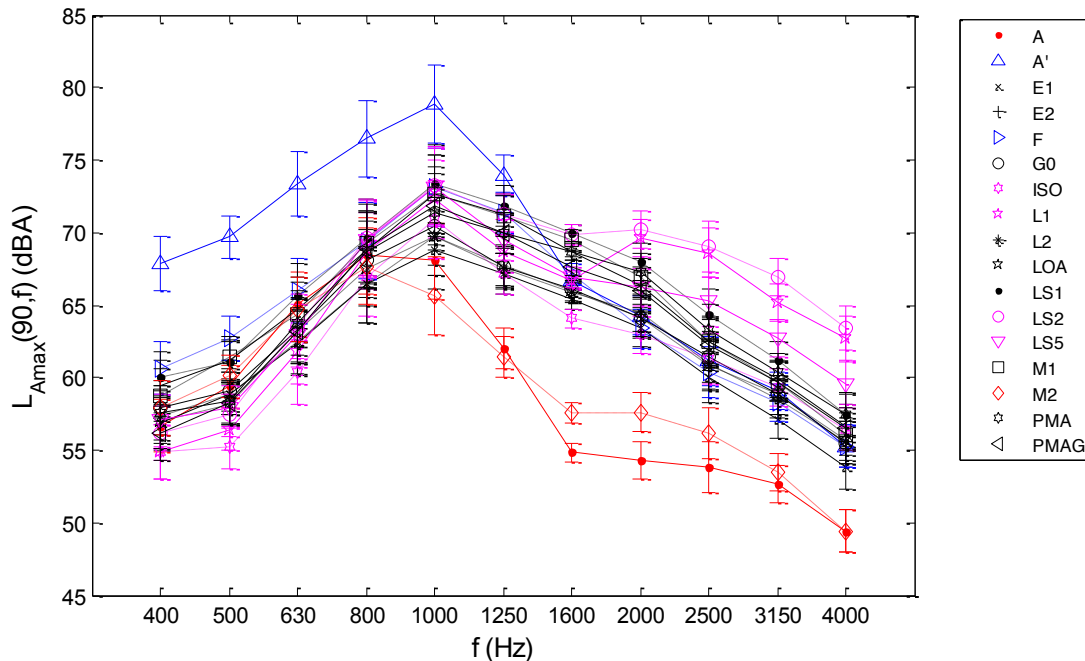
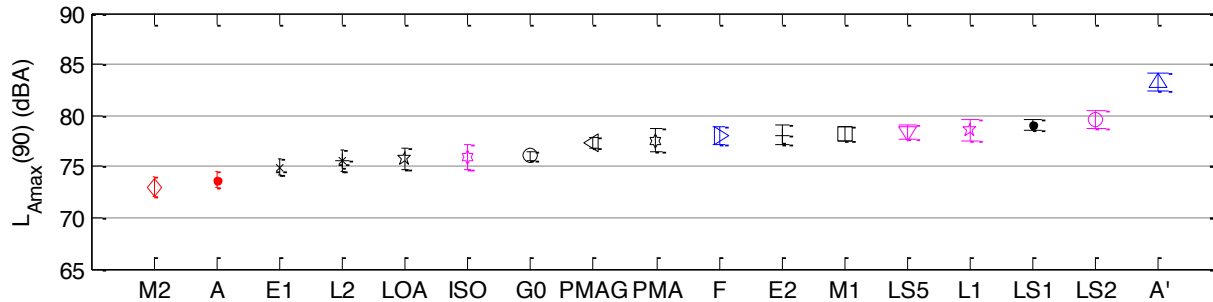


Analyse des niveaux de bruit par
regression logarithmique en fonction de
la vitesse (en global et en tiers d'octave)

100 Hz < f < 5000 Hz



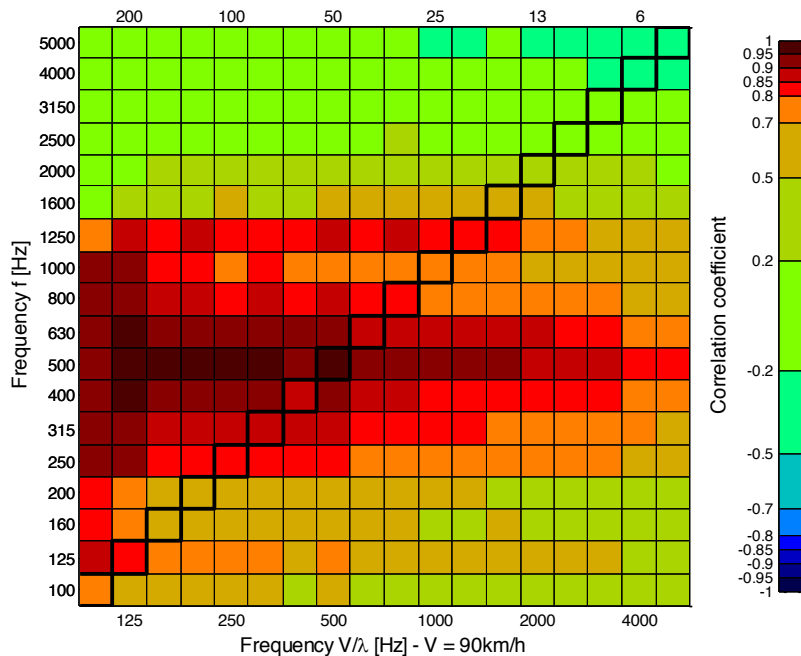
$$L_{A_{\max}}(V) = a_{L_{A_{\max}}} + b_{L_{A_{\max}}} \log_{10}(V)$$



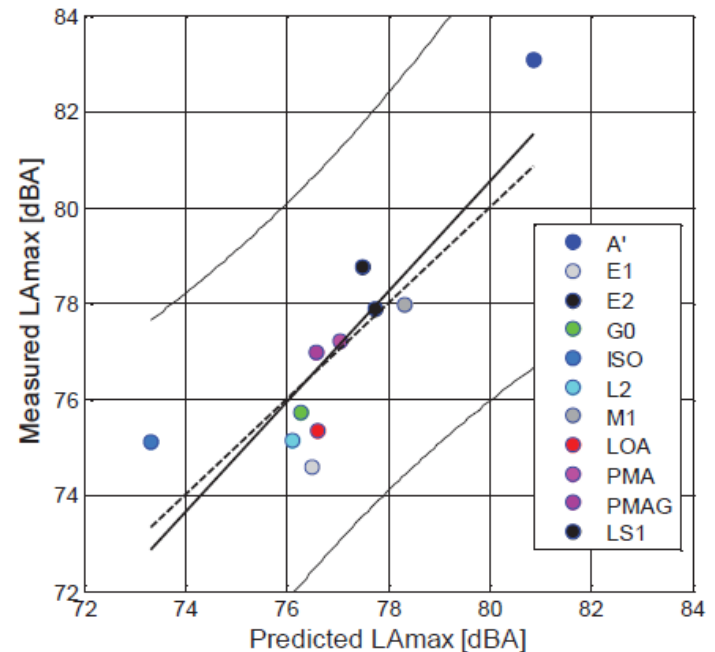
Incertitudes liées à l'analyse en régression logarithmique :

- Pour $L_{Amax}(90)$: $\varepsilon < 1$ dBA
- Pour $L_{Amax}(90,f)$:
 - 2 dBA $< \varepsilon < 4$ dBA pour 100 Hz $< f < 1000$ Hz
 - 1 dBA $< \varepsilon < 2$ dBA pour 1250 Hz $< f < 5000$ Hz

- 11 surfaces fermées aléatoires sont considérées (A', E1, E2, G0, ISO, L2, LOA, LS1, M1, PAM, PMAG)
- Estimation des niveaux de bruit au passage à 90 km/h



Correlation entre niveaux de texture enveloppée et niveaux de bruit

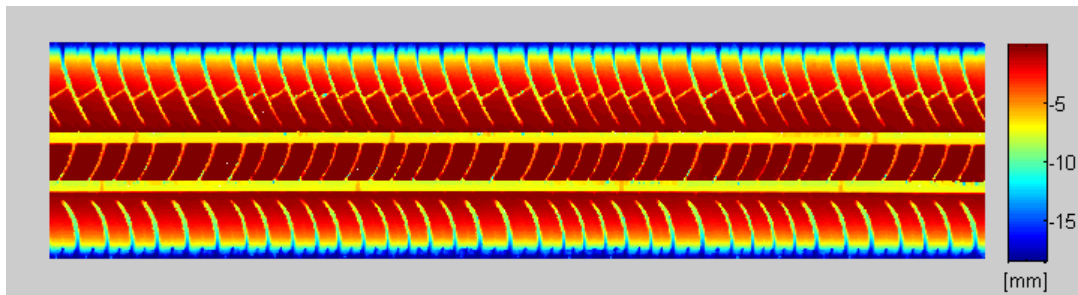


Erreur moyenne = 1,0 dBA

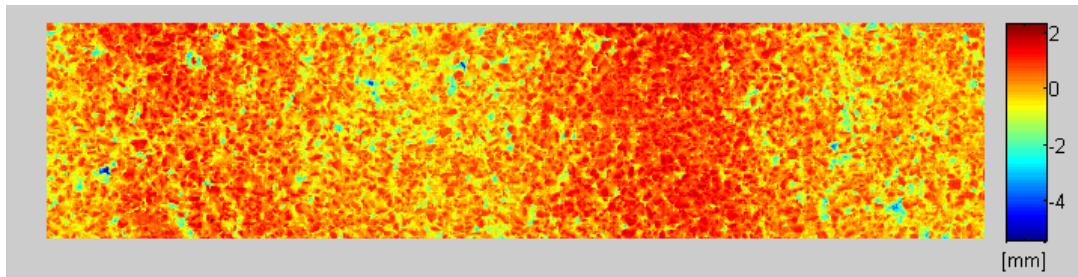
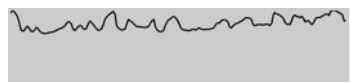
Erreur (ISO, A') ~ 2 dBA

- Rugosité combinant les motifs du pneu et la texture 3D

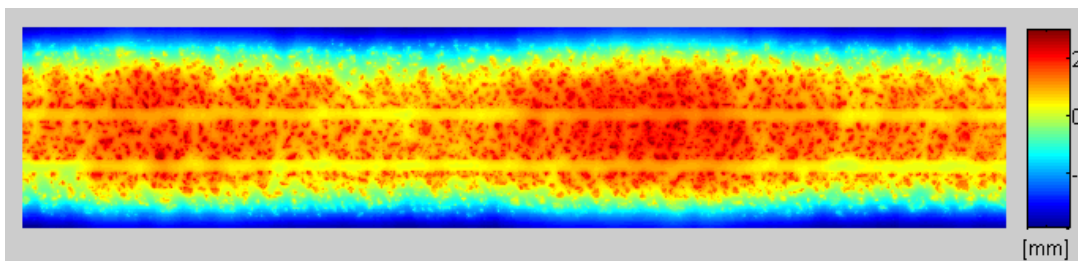
Motifs du
pneu



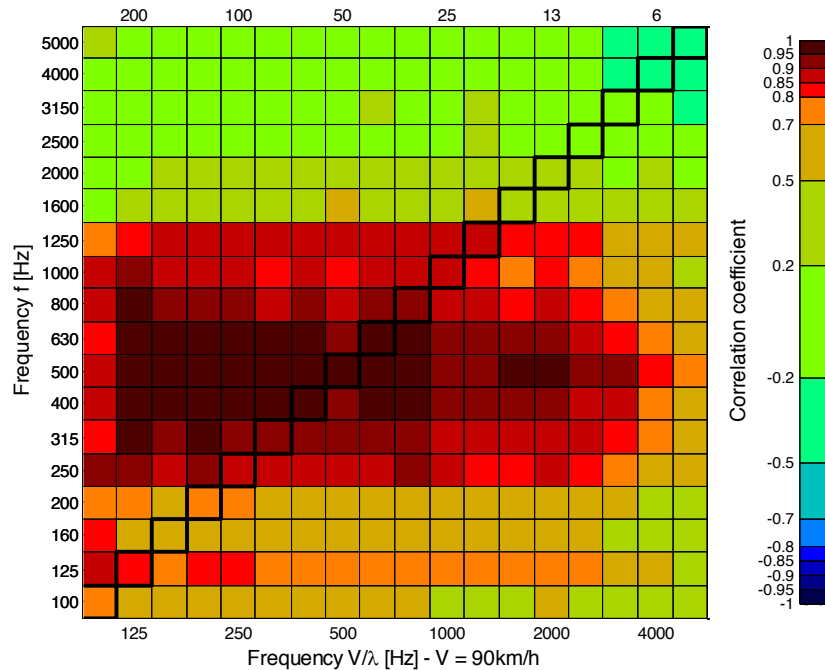
Texture 3D de
la chaussée



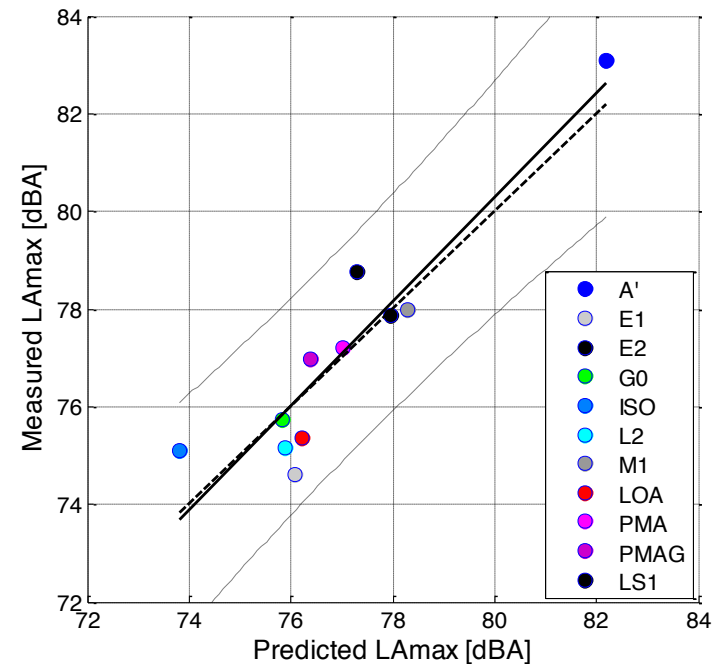
Texture 3D
enveloppée



- Corrélation bruit/texture enveloppée étendue à plus hautes fréquences
- Erreur moyenne réduite notamment pour A' et ISO



Corrélation entre niveaux de texture enveloppée et niveaux de bruit



Erreur moyenne = 0,7 dBA

Erreur (ISO, A') < 2 dBA

- Incertitudes sur les données d'entrée du modèle
- Incertitudes sur les données de sortie du modèle
- Jeu de données limité :
 - Construction : limites dans la complexité des lois statistiques introduites
 - Validation du modèle prédictif : nécessite un jeu de données différent
- Validité de la représentation physique sous-jacente ?
- Complexité suffisante des modèles physiques introduits ?

○ Contact :

- julien.cesbron@ifsttar.fr
- philippe.klein@ifsttar.fr

○ Liens :

- <http://www.umrae.fr/>

ADEMEAgence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

**L'Unité Mixte de Recherche
en Acoustique
Environnementale (UMRAE)**
est un laboratoire de
recherche commun entre
l'Ifsttar et le Cerema