

I-STREET / Enrobé du Futur

Développement d'un enrobé pour couche de roulement multifonction

Pierre Hornych (Univ. Eiffel)
Julien Van Rompu (Eiffage)



Objectifs du module

- Fonctions ciblées
 - Adhérence élevée
 - Moindre résistance au roulement
 - Absorption acoustique
 - Durabilité
 - Lutte contre la pollution de l'air
- Certaines de ces fonctions sont antinomiques
 - Moindre résistance au roulement et adhérence peu compatibles *a priori*
 - Enrobés phoniques « réputés fragiles »
- Objectif du module « Enrobé du Futur » : combiner ces propriétés au sein d'un **enrobé pour couche de roulement multifonction**
- Recherches menées sur la mise au point d'un revêtement dépolluant

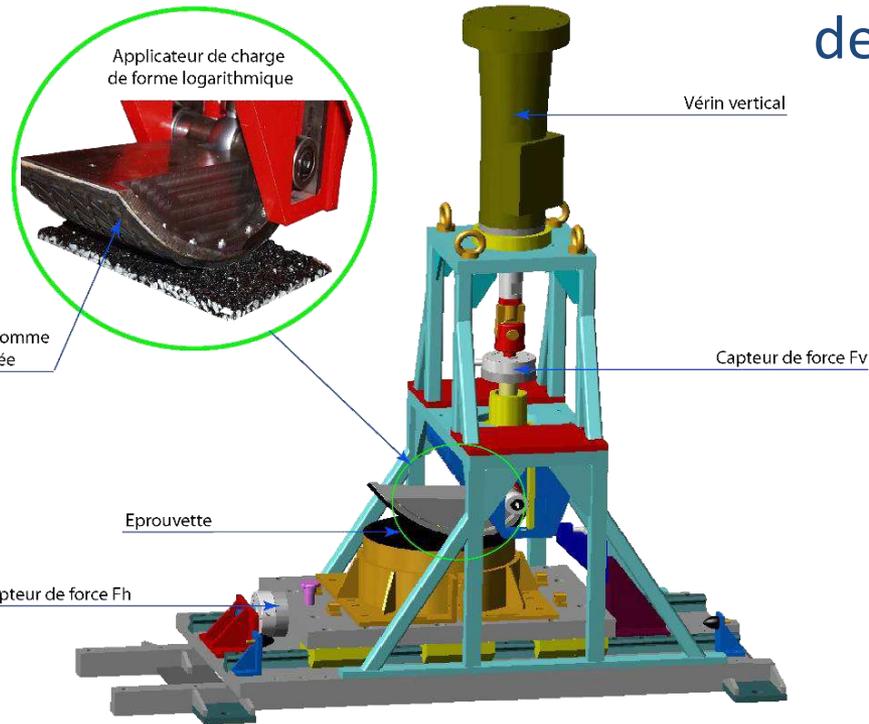


Méthodologie d'étude

- La mise au point et l'évaluation des caractéristiques de l'**Enrobé du Futur** a nécessité d'associer le savoir-faire d'**Eiffage** sur la **formulation d'enrobés** et l'expertise de l'**Univ. Eiffel** sur les **méthodes de caractérisation avancées**
 - Propriétés évaluées
 - Compactibilité
 - Sensibilité à l'eau
 - Résistance à l'orniérage } Niveau 2 de l'épreuve de formulation
 - Cohésion
 - Résistance à l'arrachement
- } Durabilité
- Absorption acoustique
- Résistance au roulement
- Adhérence
- } Propriétés de surface
- Les formules les plus prometteuses ont été **testées en vraie grandeur** sur le **manège de fatigue** de l'Université Gustave Eiffel

Essais spécifiques

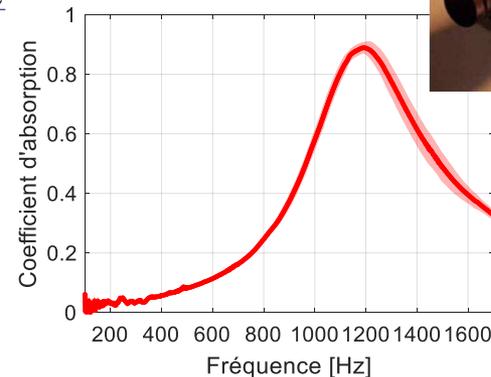
- Mesure de la résistance à l'arrachement: **essai Triboroute**
- Mesure des **propriétés acoustiques**: mesures au tube d'impédance (ou tube de Kundt) de l'absorption acoustique



Dispositif d'essai Triboroute



Tube de Kundt



Coeff. d'absorption vs. fréquence

Essais spécifiques

- Mesure du **coefficient de résistance au roulement C_{rr}**
- Mesure de **frottement (SRT, DFT, T2GO)** et de **macrotexture (PMP)** → adhérence



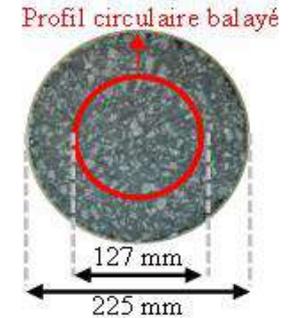
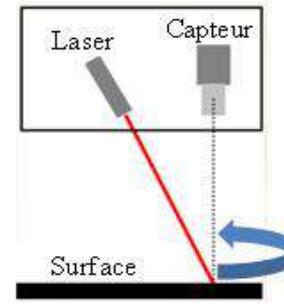
Machine Wehner & Schulze



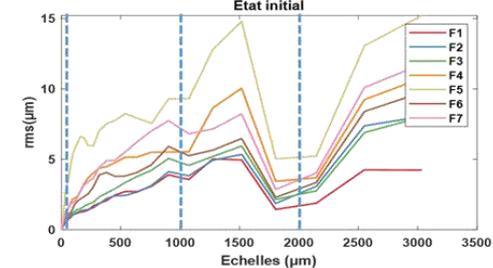
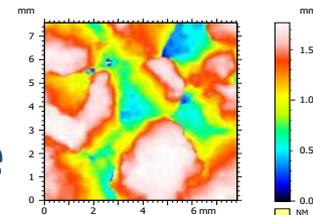
Mesure de polissage

$$C_{rr} = \frac{M_r}{r \cdot N}$$

M_r : moment rotation
 N : charge normale
 R : rayon



- Cartographies 3D des paramètres de texture



- Thèse W. Edjeou 
- Post-doc E. Riahi

Synthèse des résultats

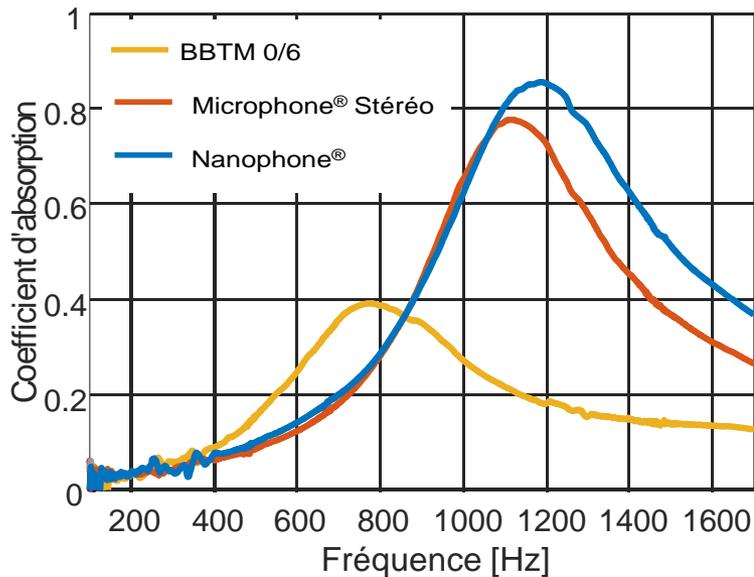
- 10 formules d'enrobé évaluées → 3 formules retenues pour l'essai « manège »

Numéro	Description	Commentaire
F1	Microphone® Stéréo	Enrobé acoustique 0/6 optimisé Eiffage Route
F3	BBTM 0/6	Enrobé acoustique de référence
F10	Nanophone®	Enrobé acoustique 0/4 Eiffage Route

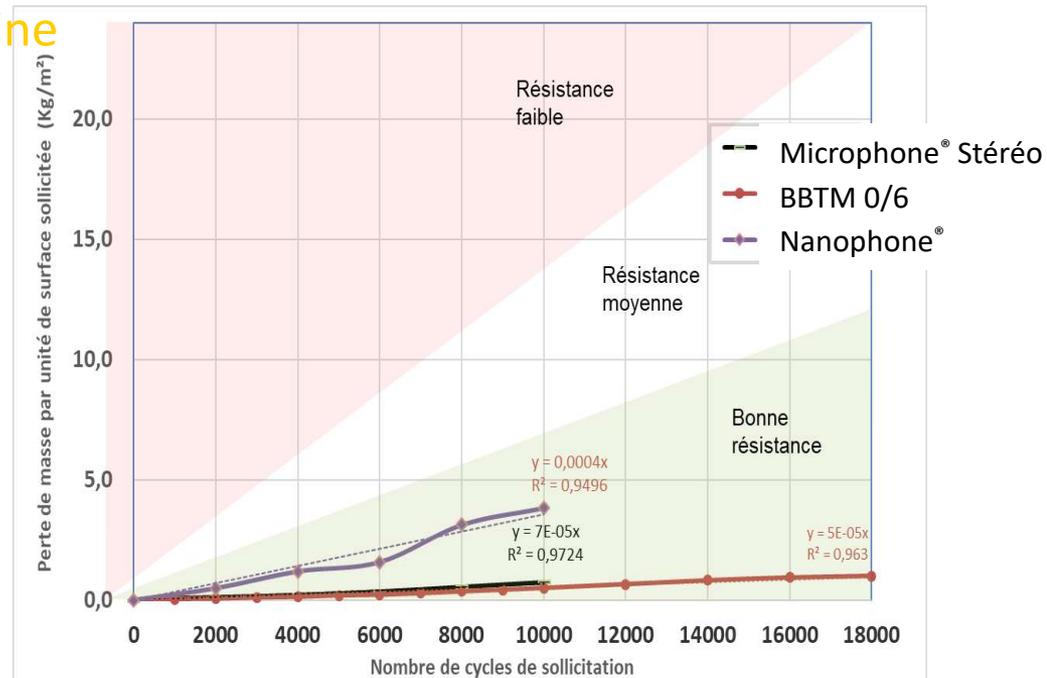
- Etude de formulation
 - % vides élevés (21 à 27 %) favorisant l'absorption acoustique
 - Excellentes tenues à l'eau pour les 3 formules
 - Très bonnes résistances à l'orniérage, en particulier pour le Microphone® Stéréo
 - Cohésions légèrement inférieures pour les enrobés innovants mais correctes

Synthèse des résultats

- Absorptions acoustiques
 - Pics élevés pour le Microphone® Stéréo et le Nanophone®
 - Décalage des pics vers 1 – 1,2 kHz, zone de plus grande sensibilité de l'oreille humaine



- Résultats Triboroute
 - Bonnes à très bonnes résistances à l'arrachement pour les 3 enrobés



Synthèse des résultats

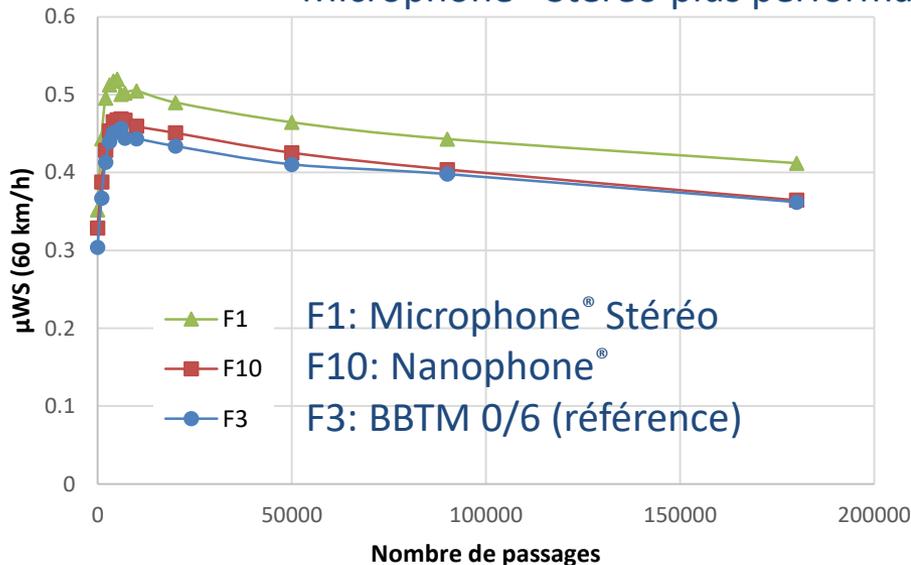
- Adhérence

- PMP

- F1: 0,92 mm
 - F3: 1,02 mm
 - F10: 0,69 mm

- W&S

- Microphone® Stéréo plus performant

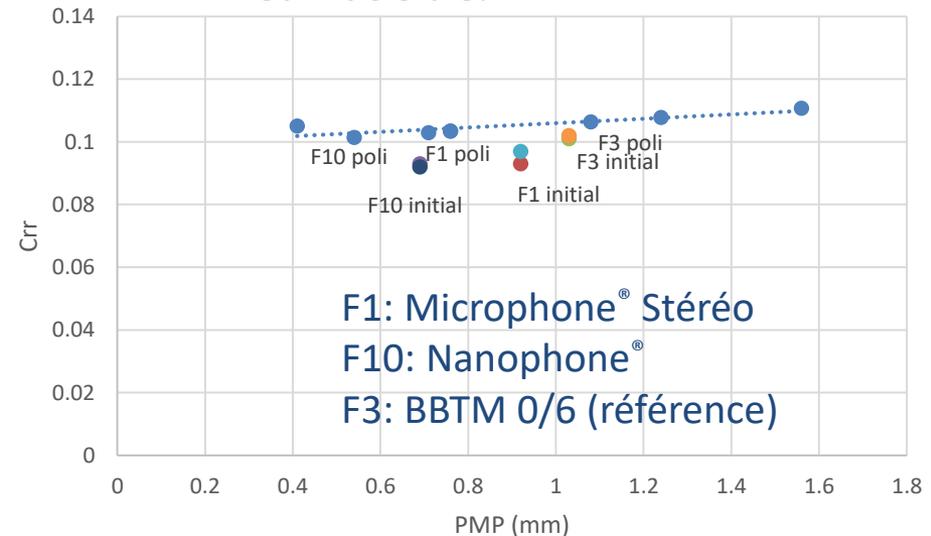


- Résistance au roulement

- Validation de la méthode de laboratoire pour des matériaux de référence

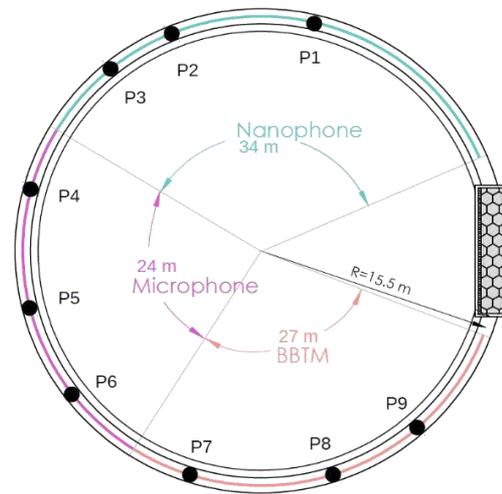
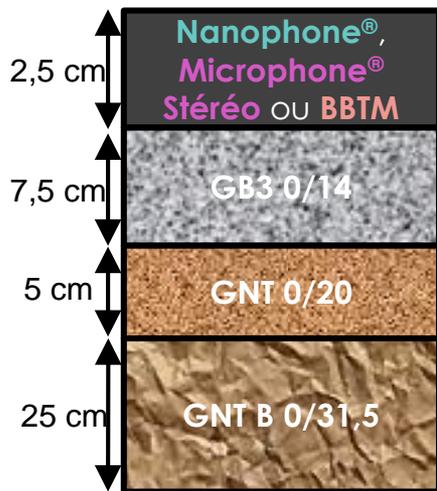
- Mesures de C_{rr}

- Etats initial et poli
 - Gain de 5 à 8%



L'essai manège

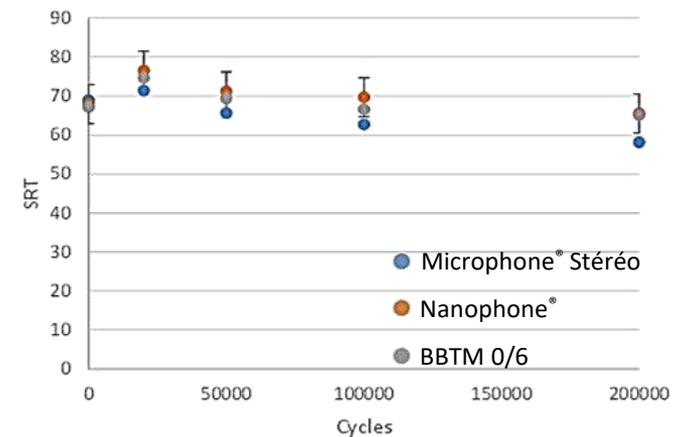
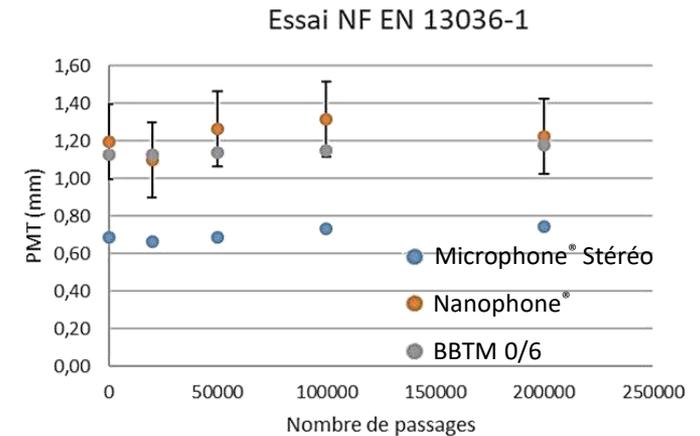
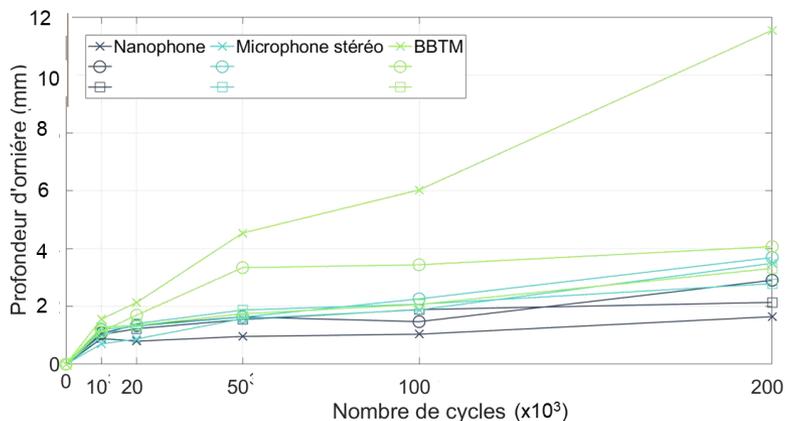
- Validation du comportement sous trafic des 3 enrobés retenus
 - Charges: demi-essieux à roues jumelées, 65 kN
 - Vitesse: 40 km/h
 - Balayage réduit: bande de roulement de 1 m
 - Nombre de chargements: 200 000



- Evaluation de la résistance mécanique, de la texture de surface, de l'adhérence et des propriétés acoustiques

L'essai manège

- Aucune dégradation après 200 000 cycles, orniérage très limité, pas de fissuration
- Stabilité de la macrotexture avec le trafic, valeurs « manège » proches du labo
- Légères augmentation puis décroissance du coeff. de frottement
- Mesures acoustiques
 - Même hiérarchie des enrobés qu'en labo
 - Bon maintien des performances phoniques



Conclusions

- Le **Microphone® Stéréo** présente le meilleur compromis en termes de performances
 - Excellentes performances acoustiques et d'adhérence du fait de sa **composition granulométrique optimisée**
 - Maintien d'un niveau élevé de **durabilité** et **résistance au roulement** améliorée
- **Cohérence des résultats** entre l'étude de **laboratoire** et les mesures **in situ** réalisées sur les planches de l'essai « manège »
- **Prochaine étape**: démonstrateur en route ouverte et suivi des performances avec un maître d'ouvrage



Merci de votre attention

Véronique Cerezo

Université Gustave Eiffel

Laboratoire EASE

Campus de Lyon, Cité des mobilités

25 avenue François Mitterrand

69675 Bron Cedex

veronique.cerezo@univ-eiffel.fr

Pierre Hornych

Université Gustave Eiffel

Laboratoire LAMES

Campus de Nantes

Allée des Ponts et Chaussées CS5004

44344 Bouguenais Cedex

pierre.hornych@univ-eiffel.fr

Julien Van Rompu

Eiffage Route

Direction Recherche & Innovation

Centre d'Etudes, de Recherche et de Formation

8 rue du Dauphiné CS 74005

69964 Corbas Cedex

julien.vanrompu@eiffage.com