

MICROPHONE® STÉRÉO, UNE INNOVATION ROUTIÈRE CARACTÉRISÉE DE L'ABSORPTION ACOUSTIQUE À LA FAÇADE

JTAV - Autun

5 juin 2024

Julien VAN ROMPU (Eiffage)
Clément PIEGAY (Cerema)
Arnaud FEESER (Cerema)

SOMMAIRE

1. Rappels sur le bruit routier

2. Présentation du produit Microphone Stéréo

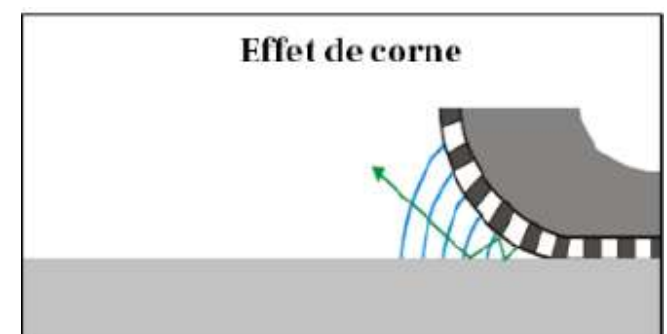
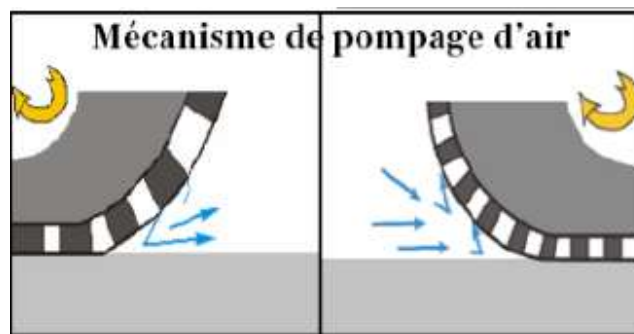
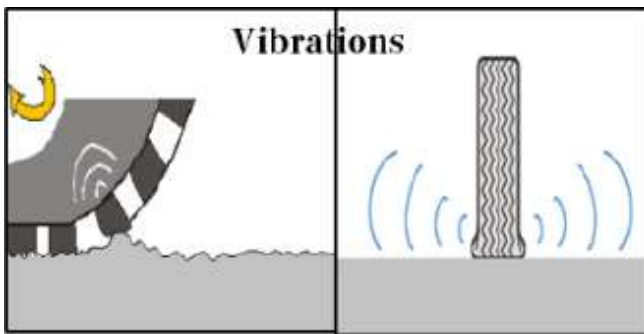
3. Suivi CIRR

4. Présentation du protocole expérimental

Rappels sur le bruit routier

ORIGINES DU BRUIT ROUTIER

- **Bruits mécaniques:** moteur, transmission, échappement → négligeables au-delà d'une certaine vitesse (50 km/h env. pour véhicules thermiques)
- **Bruits de roulement (contact pneu/chaussée):**
 - ✓ **Phénomènes vibratoires:** déformation du pneu, chocs, indentation
 - ✓ **Phénomènes de résonance/pompage d'air:** compression/détente de l'air dans l'inter-espace « pneumatique / chaussée »
 - ✓ **Amplification:** effet « dièdre » ou « de corne » → réflexion multiple du son derrière le pneu



CARACTÉRISTIQUES DES REVÊTEMENTS: FACTEURS D'INFLUENCE

• Émission

- ✓ **D:** taille maximale des granulats
- ✓ **Texture:** irrégularité (défaut d'uni), positivité/négativité

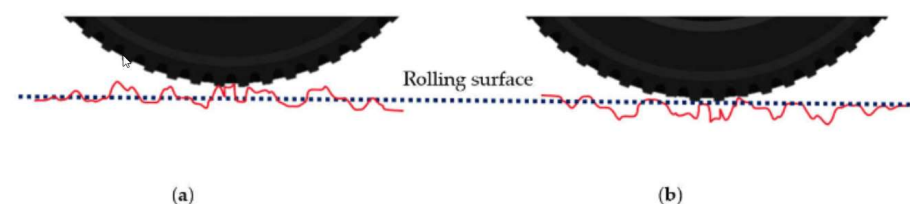
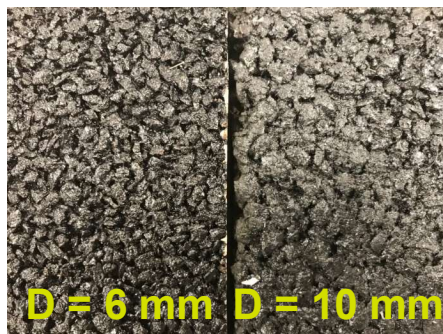
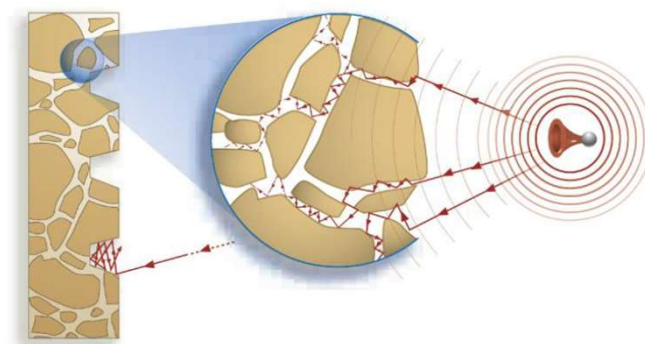


Figure 2. Schematic representation of a positive texture (a) and negative texture (b).

Callai & Sangiorgi, Infrastructures 2021, 6, 41

• Absorption

- ✓ **Vides:** pourcentage et caractère communicant
- ✓ **Épaisseur**



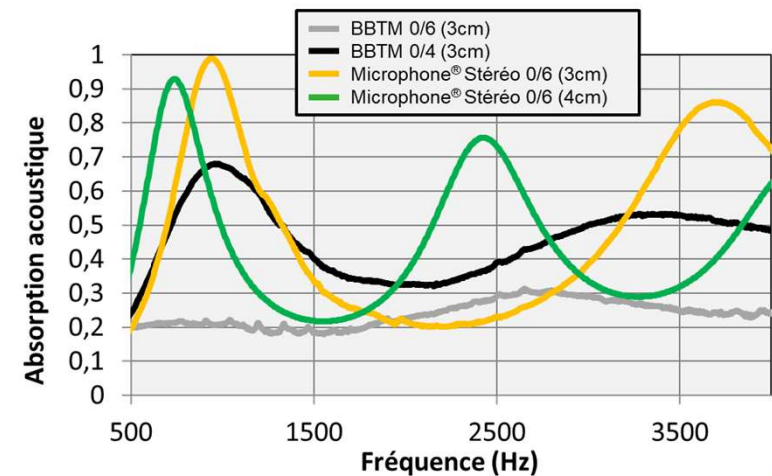
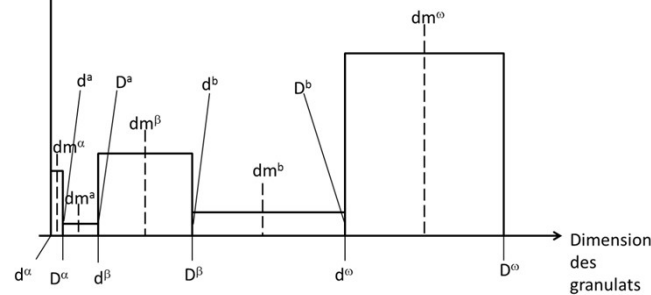
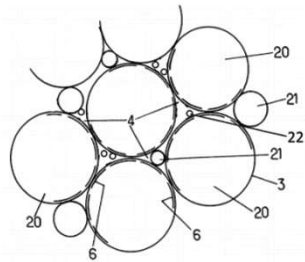
• Enrobé phonique

- ✓ **Réduire l'émission:** textures homogènes, profil négatif, granularité fine (D faible)
- ✓ **Favoriser l'absorption:** porosité et tortuosité élevées, épaisseur optimisée

Présentation du produit Microphone® Stéréo

MICROPHONE® STÉRÉO

- Revêtement routier phonique conçu avec des acousticiens et breveté
- Innovation lauréate du Comité Innovation Routes et Rues (CIRR) en 2018
- Caractéristiques de base d'un enrobé phonique: $D = 6$ mm, pourcentage de vides élevé
- Double discontinuité dans le squelette granulaire: différentes tailles de vides générant plusieurs pics d'absorption acoustique → ciblage de différentes fréquences
- Durabilité améliorée



Suivi CIRR

SUIVI CIRR

- Expérimentation sur le réseau d'un maître d'ouvrage réalisée par le Cerema
- **Suivi de 3 ans:** comparaison de l'innovation avec une référence
 - ✓ Maîtrise de la fabrication et de la mise en œuvre
 - ✓ Comportement mécanique dans le temps
 - ✓ Comportement acoustique dans le temps



2 sites retenus

• RN10, les Essarts-le-Roi (78)

- ✓ DIR Ile de France
- ✓ Juin 2019
- ✓ 2 formules de Microphone® Stéréo évaluées en épaisseur 2,5 cm
- ✓ Référence: enrobé phonique conventionnel (BBTM)



• RD906, Boyer (71)

- ✓ Conseil départemental de la Saône-et-Loire
- ✓ Septembre 2020
- ✓ Une formule de Microphone® Stéréo testée en deux épaisseurs (2,5 et 3,5 cm)
- ✓ Référence: enrobé phonique conventionnel (BBTM)



Protocole expérimental

PROBLÉMATIQUE

- Les **Revêtements à propriétés acoustiques améliorées** sont utilisés depuis plusieurs dizaines d'années
- **Plusieurs méthodes de caractérisation du bruit** s'agissant du bruit de roulement
- A ce jour, **aucune confrontation de l'ensemble des méthodes** disponible n'a été réalisée
- Dans le cadre de **l'évaluation d'un produit innovant**, il était intéressant de confronter ces méthodes.

ANALYSE MULTI-ECHELLES

- Absorption acoustique sur éprouvettes prélevées sur chantier
- Mesures de bruit de roulement en véhicule isolé
- Mesures de bruit de roulement en continu (Méthode Cpx)
- Mesures sur bâti

Caractérisation à différentes échelles pour les usagers



Mélange bitumineux / Echantillon réduit

Revêtement / Localisation précise

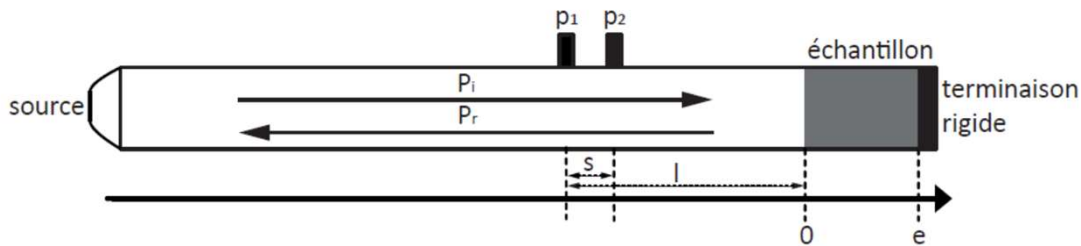
Revêtement / Portion routière étendue

Mesure en façade / Riverain



ABSORPTION ACOUSTIQUE AU TUBE DE KUNDT (STRASBOURG)

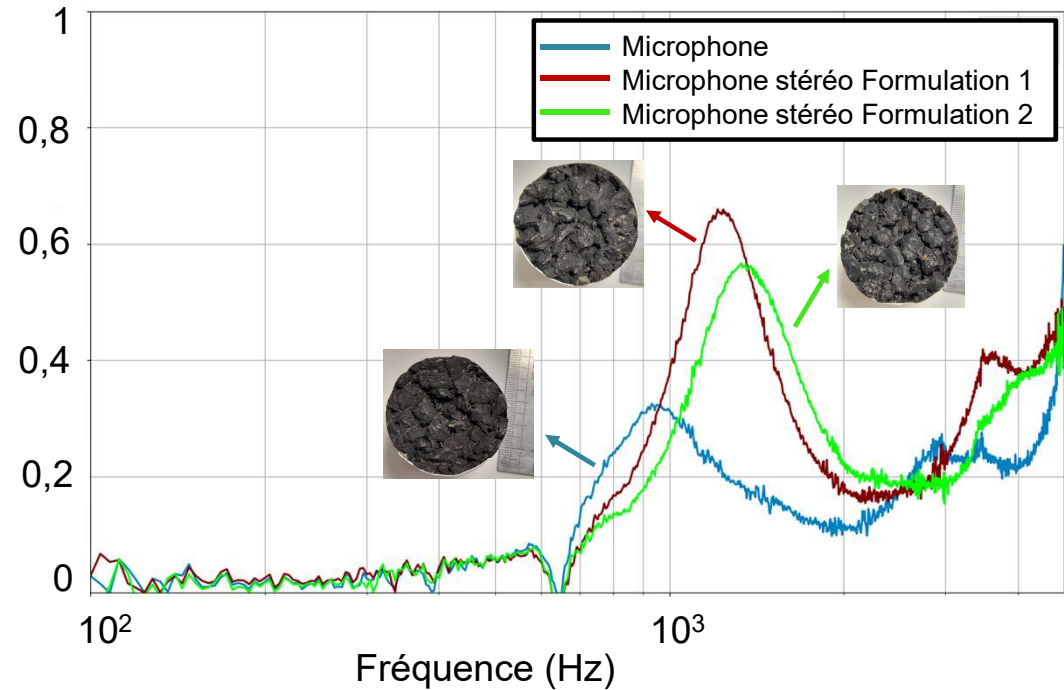
Le coefficient d'absorption acoustique est déterminé à partir de mesures de pression en deux positions par des microphones, selon la norme ISO 10534-2



Fonction de transfert : $H_{12} = \frac{p_2}{p_1}$

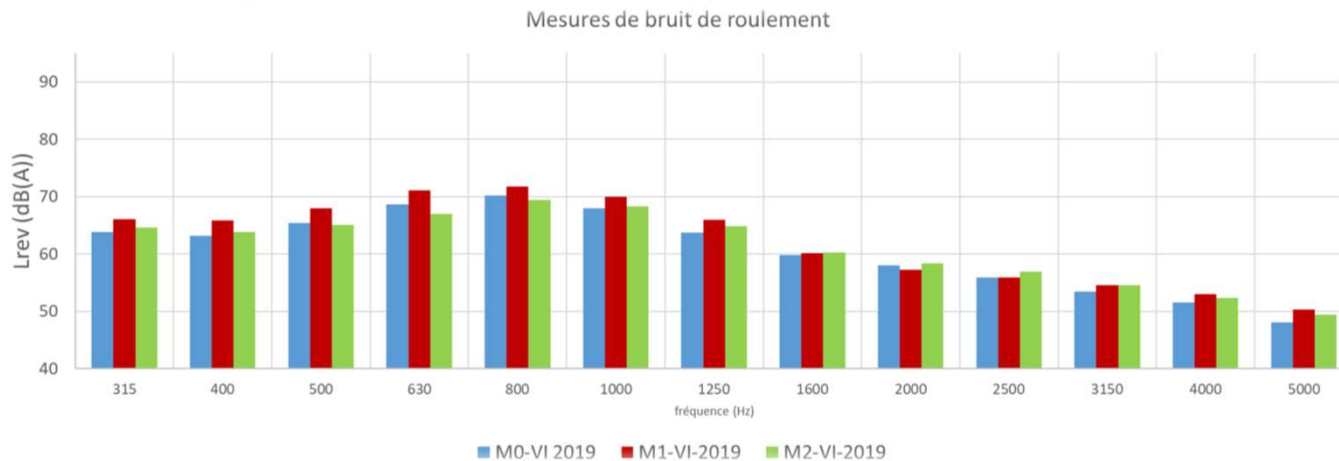
$$R = f(H_{12}, k_0, s, l)$$

$$Z_s = \frac{P}{\vec{v} \cdot \vec{n}} = Z_0 \frac{1 + R}{1 - R} \quad \alpha = 1 - |R|^2$$

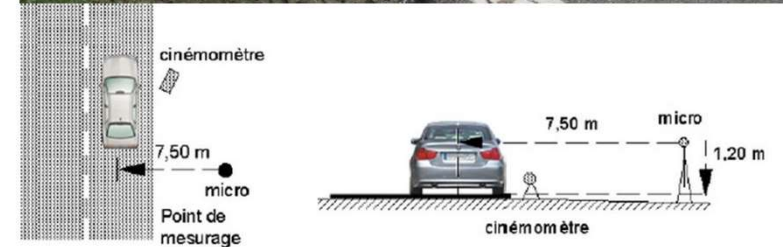


MESURES DE BRUIT DE ROULEMENT AU PASSAGE (BLOIS)

- **Principe** : mesurer l'influence des revêtements de chaussées sur le bruit émis par la circulation selon la norme NF EN ISO 11819-1.
- Mesures réalisées en 2019 et en 2022 au droit de chaque revêtement



Exemple : mesures des 3 revêtements en 2019

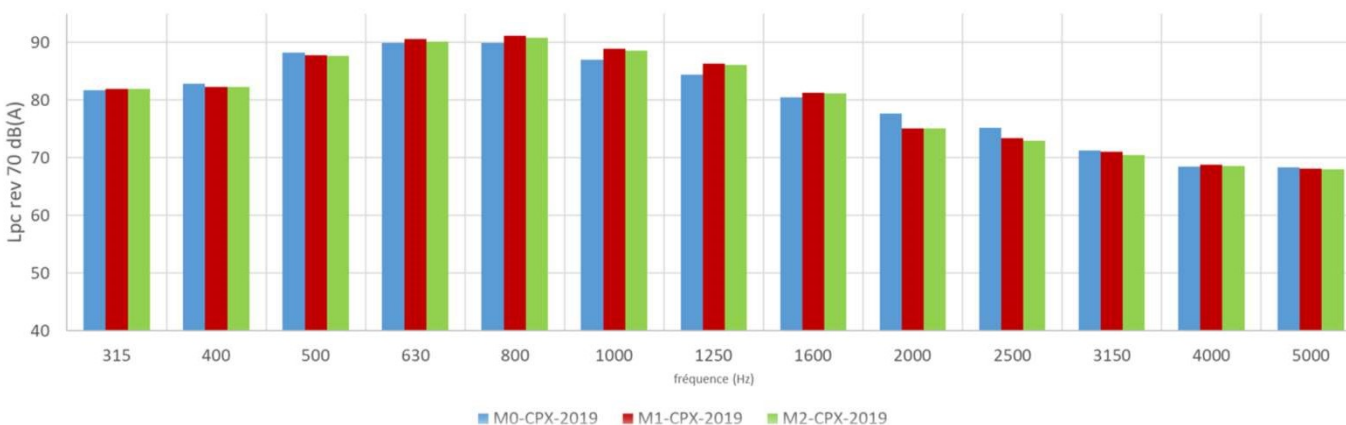


MESURES DE BRUIT DE ROULEMENT EN CONTINU (STRASBOURG)

- **Principe** : mesurer en continu le bruit de contact pneumatique / chaussée selon la norme NF EN ISO 11819-2.
- Mesures réalisées en 2019, 2021 et 2022 sur chaque revêtement



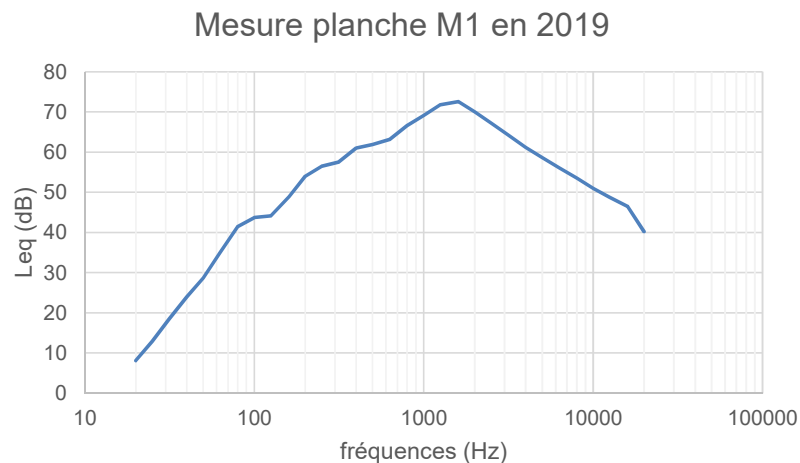
Mesures de bruit de roulement



Exemple : mesures des 3 revêtements en 2019

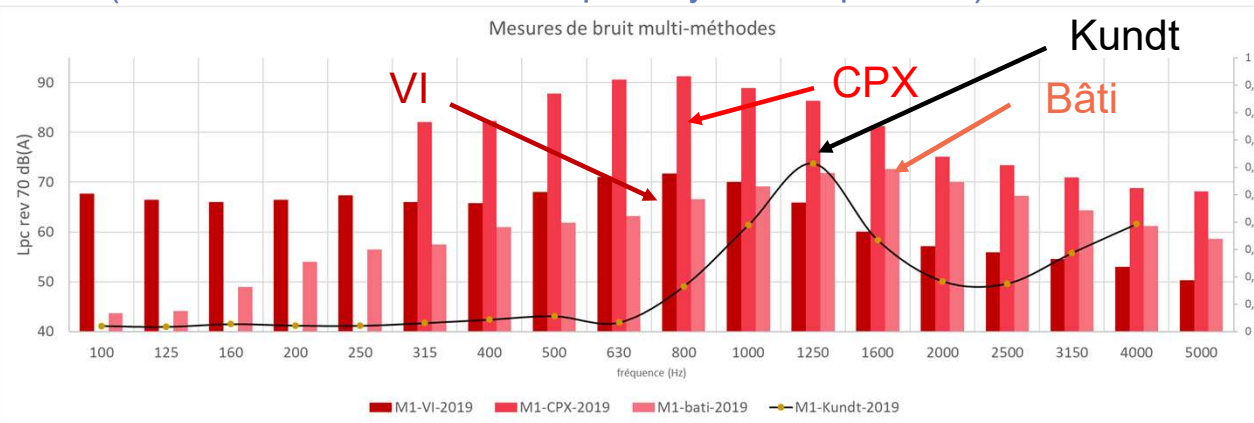
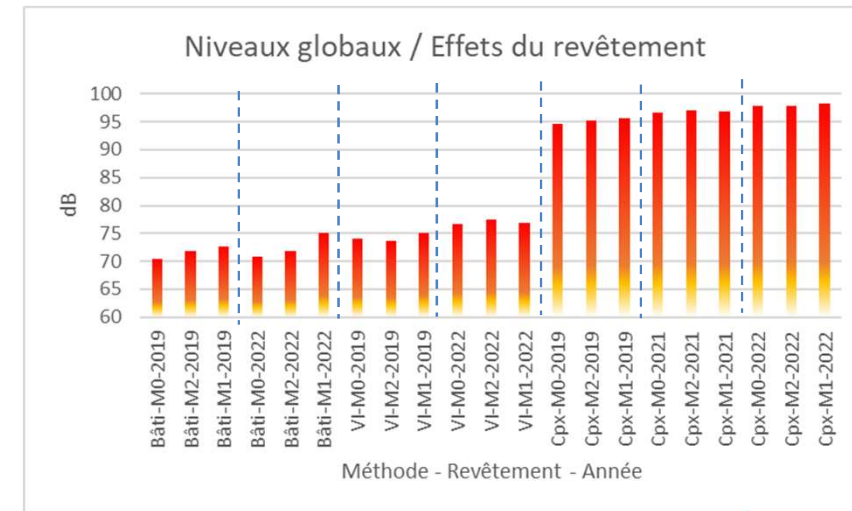
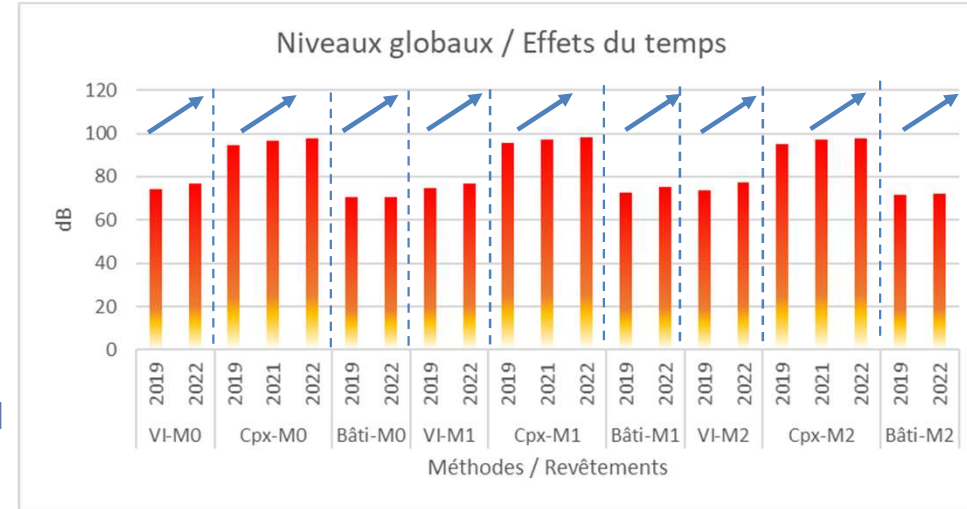
CARACTÉRISATION ET MESURAGE DES BRUITS DE L'ENVIRONNEMENT (SOURDUN)

- **Principe** : quantifier après travaux les niveaux sonores en façades sur points fixes (plus de 24 heures) avec microphones situés à 3 mètres de hauteur selon les normes NF S 31-085 et NF S 31-010.
- Mesures réalisées
 - ✓ Avant travaux
 - ✓ Après travaux (5 mois après mise en œuvre)
 - ✓ Après 3 ans



CONCLUSION

- **Niveaux globaux** : Plus le temps passe, plus les performances se dégradent (quelle que soit la méthode)
- **Niveaux globaux** : Pour la quasi-totalité des mesures, quelle que soit la méthode et en observant le niveau global, niveaux de bruit M1 > M2 > M0
- **Niveaux Tiers d'octave** (exemple sur planche F2) : Les pics ne sont pas nécessairement aux mêmes fréquences selon les méthodes (mais entre 800 et 1000 Hz quasi systématiquement)



Microphone® Stéréo, une innovation routière caractérisée de l'absorption acoustique à la façade



POUR EN SAVOIR PLUS SUR LE BRUIT DE ROULEMENT

- Guide IDRRIM [« Bruit de roulement : Etat de l'art et recommandations »](#)



Webinaire de présentation du guide en Novembre 2024



MERCI DE VOTRE ATTENTION

JTAV 2024

julien.vanrompu@eiffage.com
arnaud.feaser@cerema.fr

Remerciements (partie acoustique) :

Laurent BRENDEL (Cerema)
Fabien CHIAPPINI (Cerema)
Murielle CLAIRIS (Cerema)
Jérôme DHERBECOURT (Eiffage)
Pascal GAILLARD (Cerema)
Philippe GLE (Cerema)
Marc JOURDAN (Eiffage)
Guillaume LITOU (Cerema)
Damien NAULEAU (Cerema)
Clément PIEGAY (Cerema)
Simon PLATELLE (Eiffage)
Simon POUGET (Eiffage)
Loïc ROFFET (CD 71)
Jean-Pierre SAISSET (DIRIF)
Lionel SEGAUD (Cerema)

Et toutes les personnes de l'ombre que nous avons oublié et qui se reconnaîtront !