

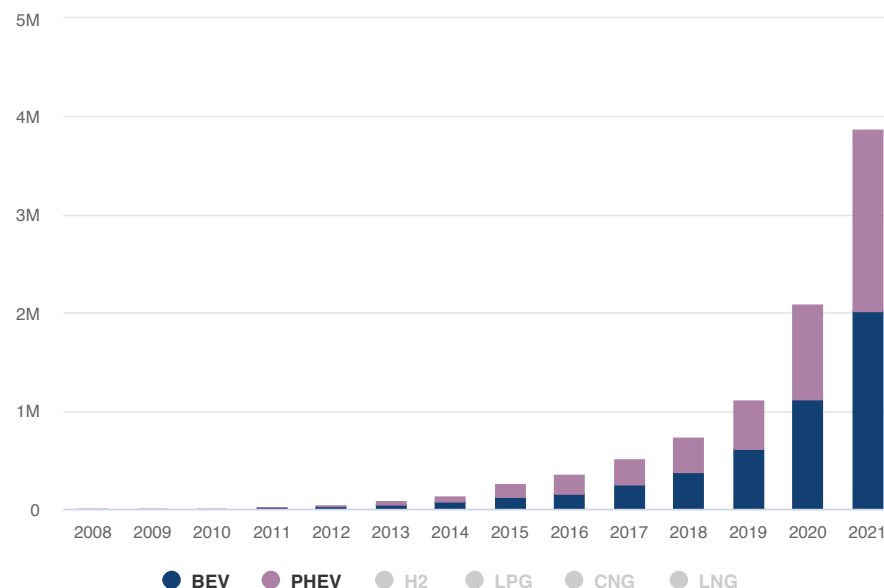
Influence du revêtement routier sur l'émission acoustique des véhicules électriques en milieu urbain

Julien CESBRON, Marie-Agnès PALLAS, Simon BIANCHETTI,
Adrien LE BELLEC, Vincent GARY

Université Gustave Eiffel – UMRAE

- Croissance exponentielle du nombre de véhicules électriques (VE) en Union Européenne (3.9M de VE et 18% des nouvelles immatriculations en 2021)
- Tendance similaire en France (716000 VE)
- Scénario de projection : 15% à 30% des parts de marché d'ici 2030
- Moteurs électriques peu bruyants : l'interaction pneumatique/chaussée devient la source prédominante d'émission du bruit pour les VE aux vitesses urbaines
- But de l'étude : évaluation de l'influence du revêtement routier sur l'émission du bruit des véhicules électriques à vitesse constante et en accélération

Évolution du nombre total de véhicules électriques en UE27 (véhicules de tourisme légers)



Source : <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/>



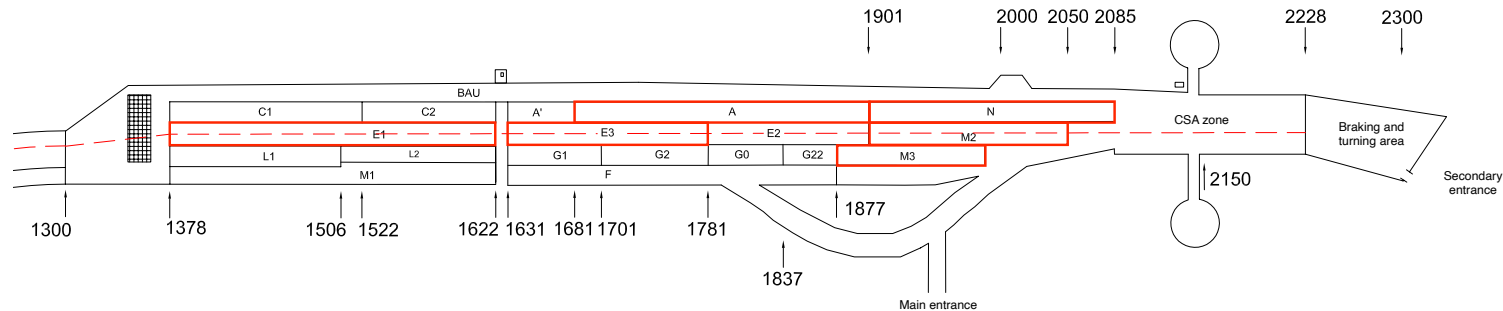
LIFE18 ENV/IT/000201



- Projet européen LIFE **E-VIA** : Electric Vehicle noise control by Assessment and optimisation of tyre/road interaction
- Programme européen LIFE 2018 – Environnement et efficacité des ressources
- Durée : 3 ans et 6 mois du 01/07/2019 au 31/01/2023
- Partenaires : 4 en Italie, 1 France et 1 en Allemagne
- Site web : <https://life-evia.eu>

Università degli Studi
Mediterranea
di Reggio CalabriaVie en.ro.se.
Ingegneria

- 6 planches d'essais de la piste de référence de l'Université Gustave Eiffel



3 surfaces routières
fermées (non absorbantes)

N – ISO 10844



E1 – BBSG 0/10



E3 – SMA 0/10



3 surfaces routières
absorbantes

A – BBDr 0/6



M2 – BBTM 0/6



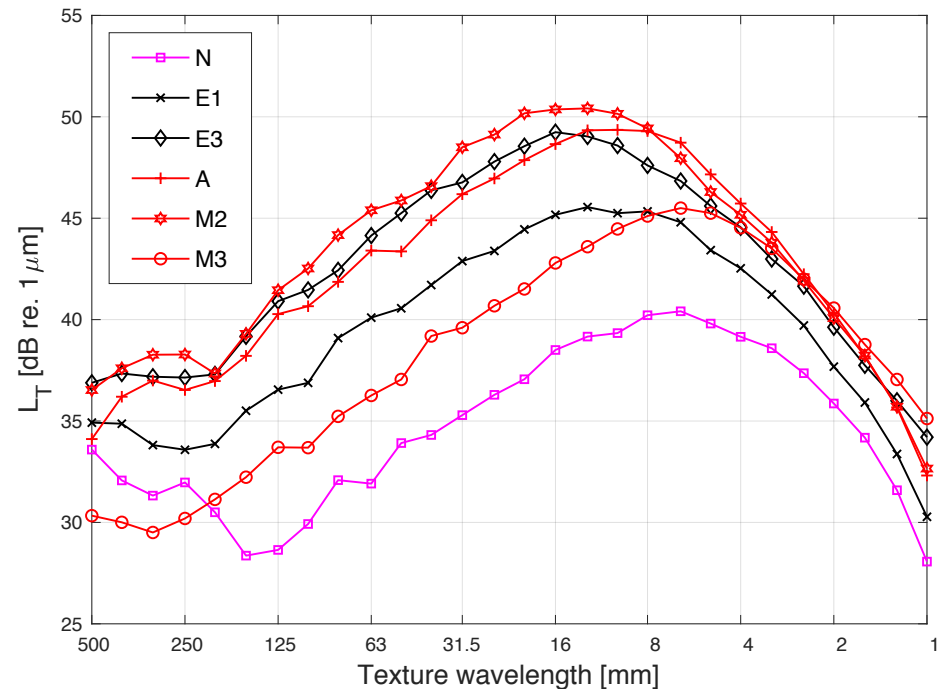
M3 – BBTM 0/4



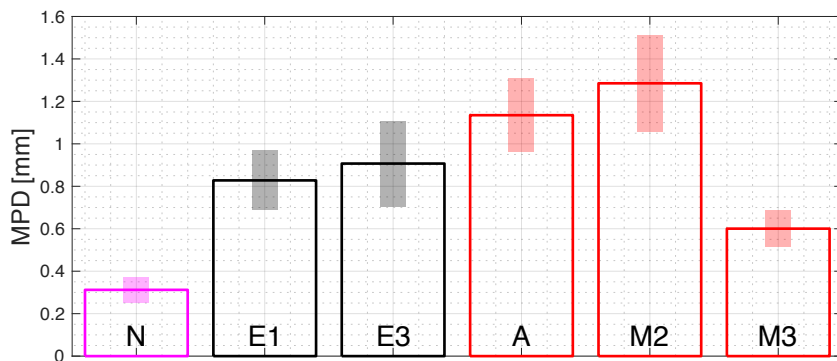
○ Caractérisation de la texture de surface



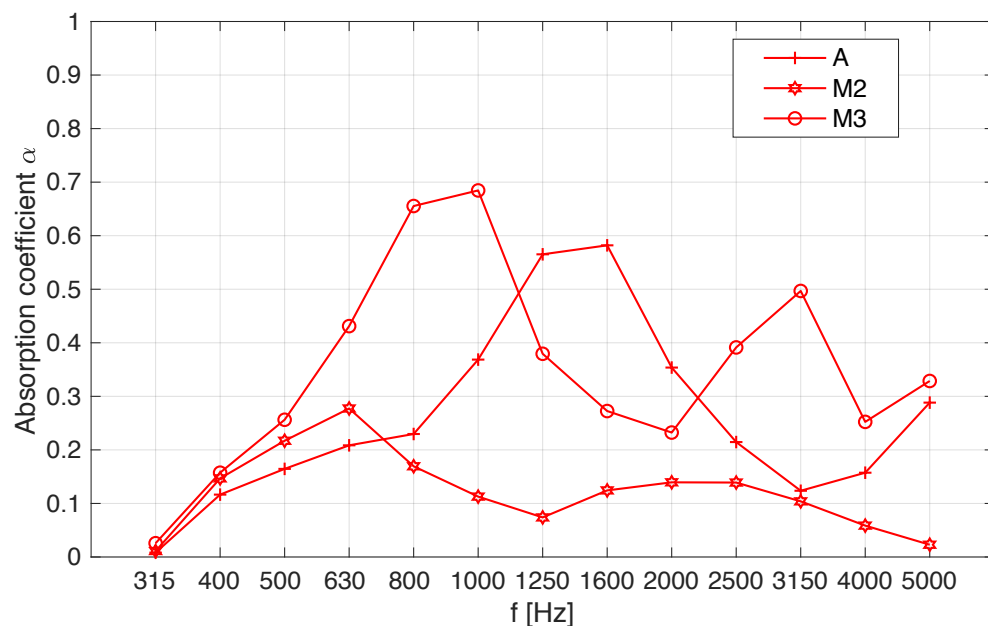
Spectres de texture - ISO 13473-4



Profondeur Moyenne de Profil - ISO 13473-1



- Mesure de l'absorption acoustique sur les planches A, M2 and M3 - ISO 13472-1



- 6 véhicules électriques légers récents (5 véhicules de tourisme et un utilitaire)
- Renault Kangoo ZE comparée à son équivalent en motorisation diesel équipé de la même monte de pneumatiques
- Autres véhicules équipés de leur monte de pneumatiques d'origine

Peugeot e-208 - 2020



BMW i3 - 2018



Tesla Model 3 - 2019



Renault ZOE - 2016



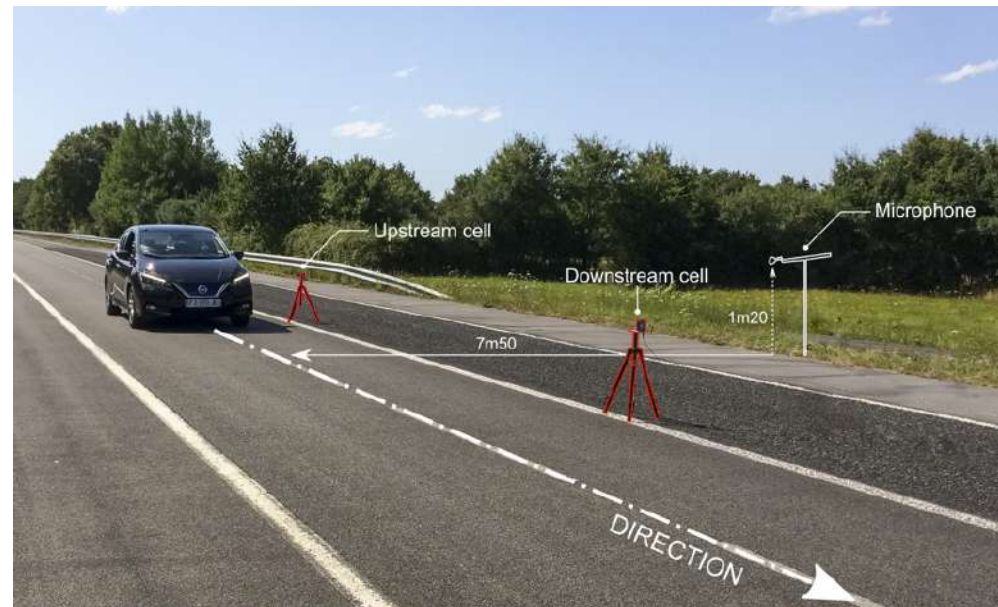
Nissan LEAF - 2019



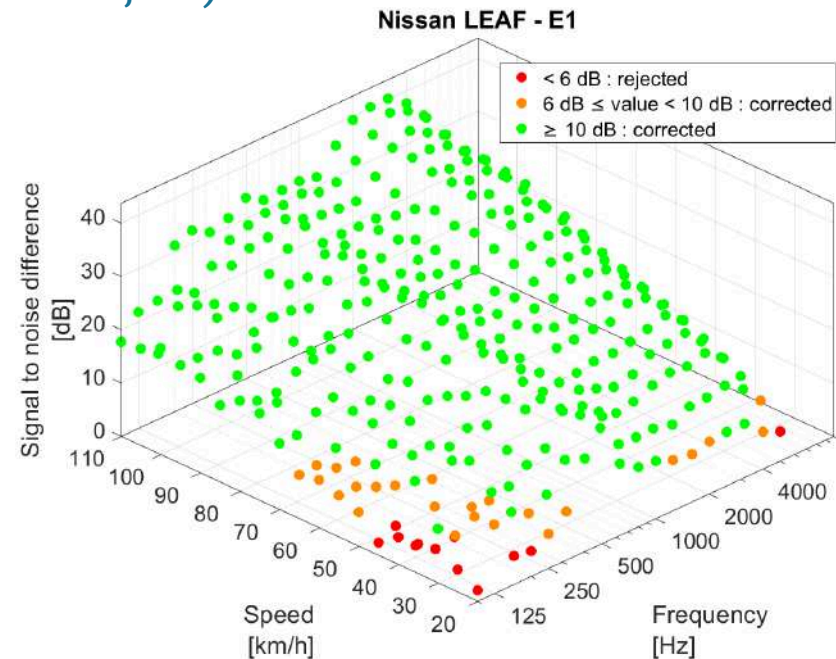
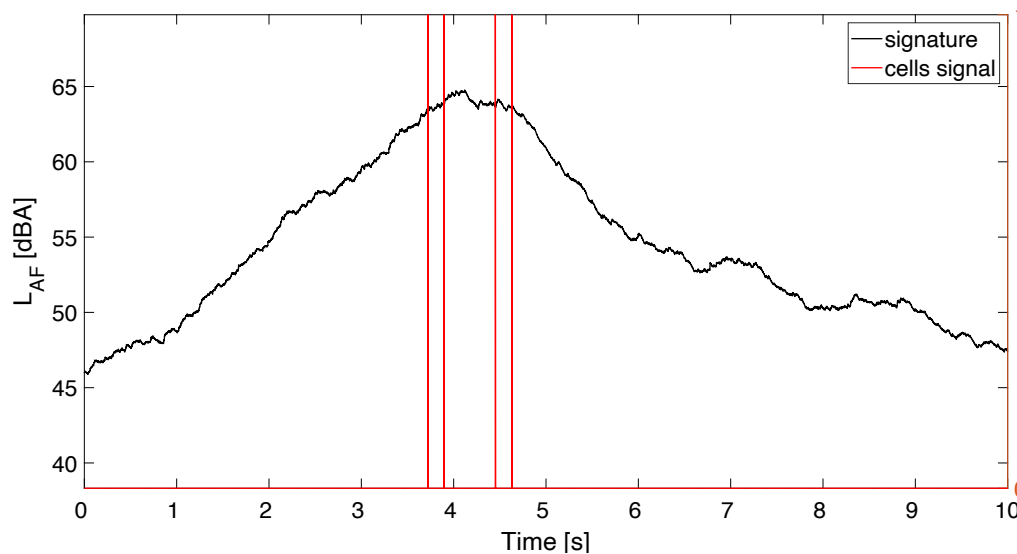
Renault Kangoo ZE - 2013



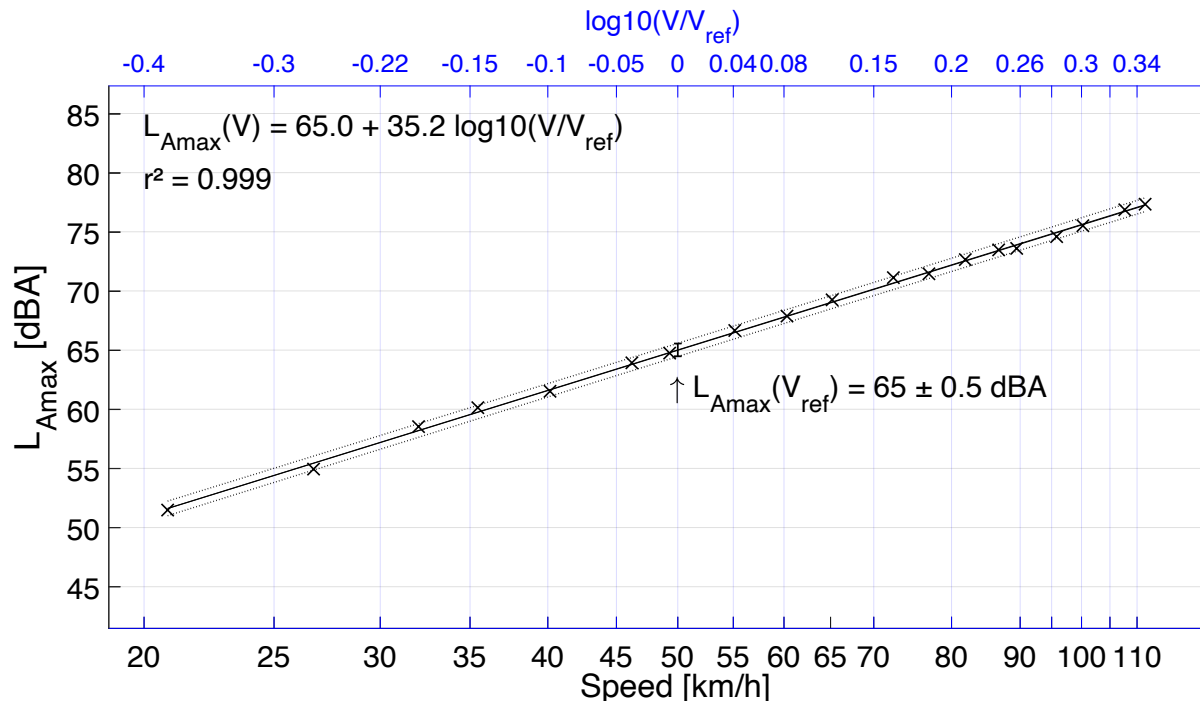
- Mesure du bruit au passage :
 - Procédure véhicule maîtrisé
Controlled Pass-By (CPB)
 - Microphone positionné à 7,5 m de l'axe de la voie et 1,20 m au-dessus de la chaussée (norme ISO 11819-1)
 - Système AVAS désactivé (sauf pour la Peugeot e-208)
 - Passages à vitesse constante de 20 à 110 km/h par pas de 5 km/h (30 à 110 km/h pour la Peugeot e-208)
 - Passages en conditions de pleine accélération à partir de 10 m avant le microphone pour différentes vitesses initiales par pas de 10 km/h, dont l'étendue varie en fonction du modèle de VE



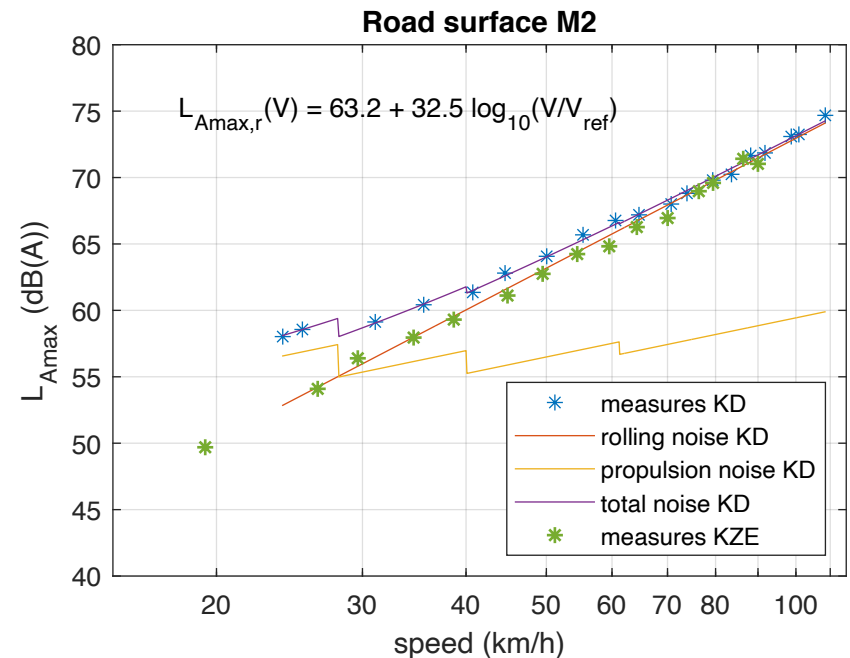
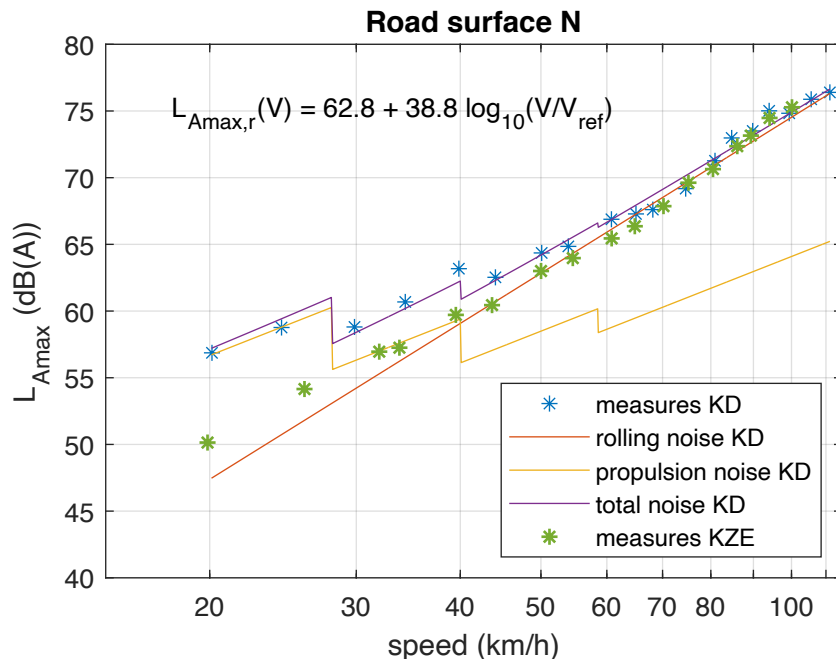
- Vitesse constante : identification du L_{Amax} à partir de la signature temporelle de chaque passage
- Accélération : identification du L_{AF} au droit du microphone
- Spectres en 1/3 d'octave entre 100Hz and 5000Hz
- Correction du niveau de bruit de fond (SNR<6dBA rejeté)



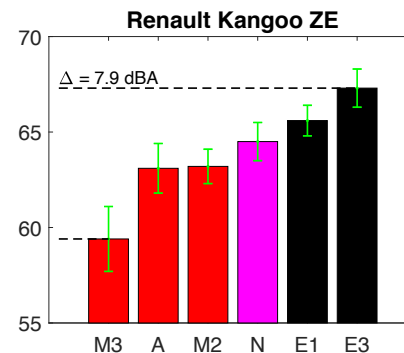
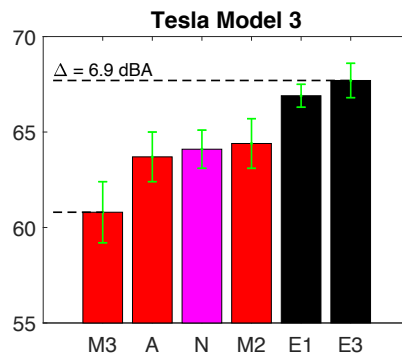
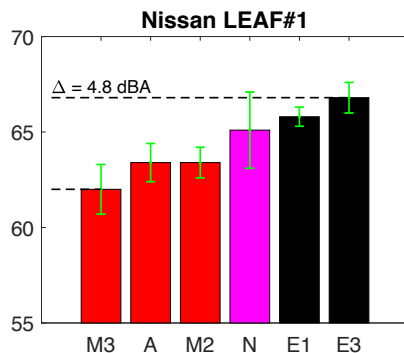
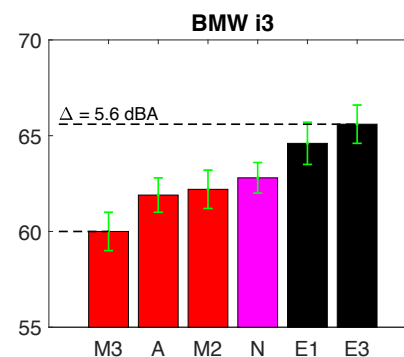
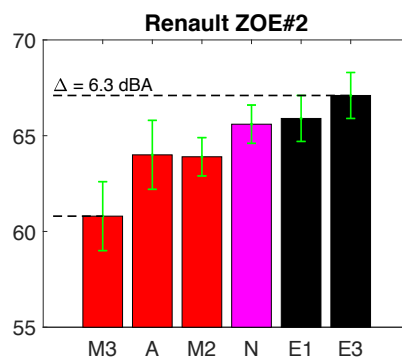
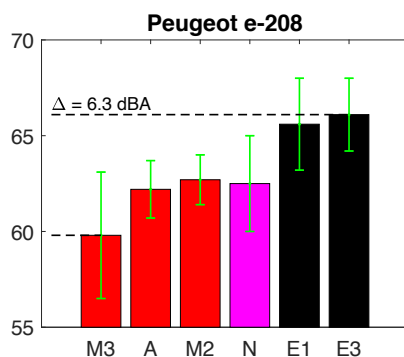
- Vitesse constante :
 - Analyse par régression logarithmique du niveau de bruit en fonction de la vitesse du véhicule (en global et en spectral)
 - Correction des niveaux de bruit globaux en température à 20°C
- Accélération :
 - Pas de régression logarithmique en fonction de la vitesse
 - Analyse directe des niveaux mesurés (en global uniquement)



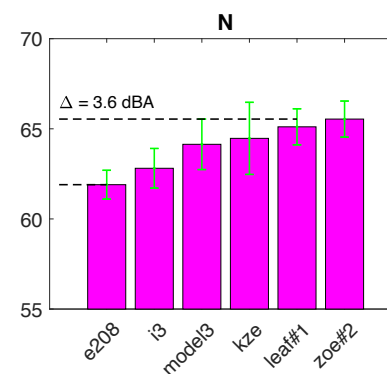
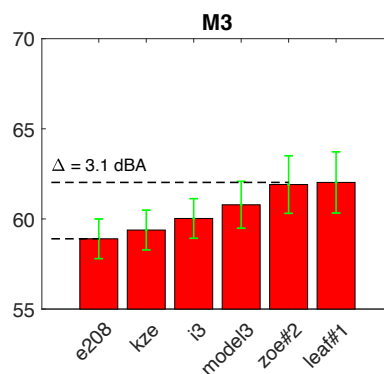
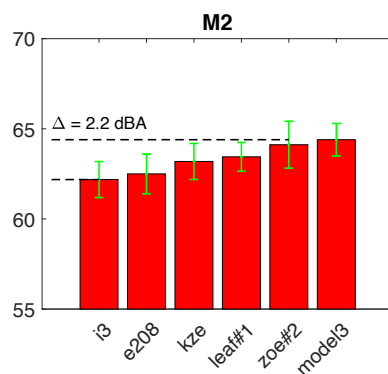
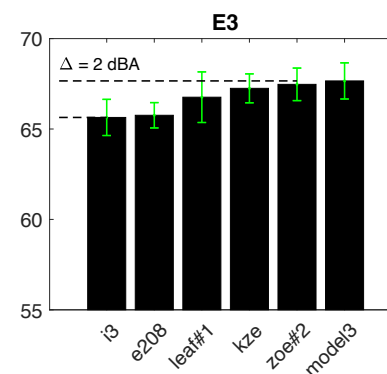
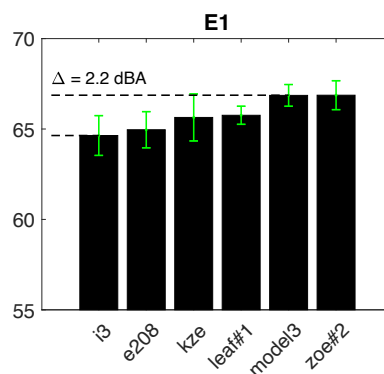
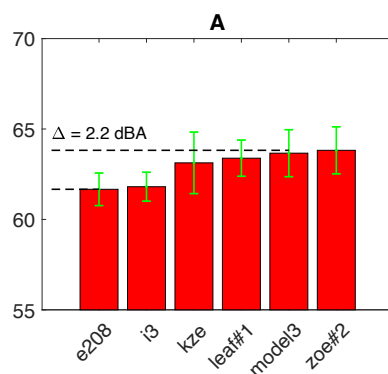
- Comparaison des Renault Kangoo ZE (KZE) et diesel (KD) à vitesse constante :
 - Séparation des composantes moteur et roulement pour le véhicule à moteur thermique
 - Vitesse de croisement des deux composantes en-dessous de 40 km/h
 - Composante roulement de KD très proche du bruit global de KZE : **le bruit de roulement domine l'émission de bruit du véhicule électrique à vitesse constante**



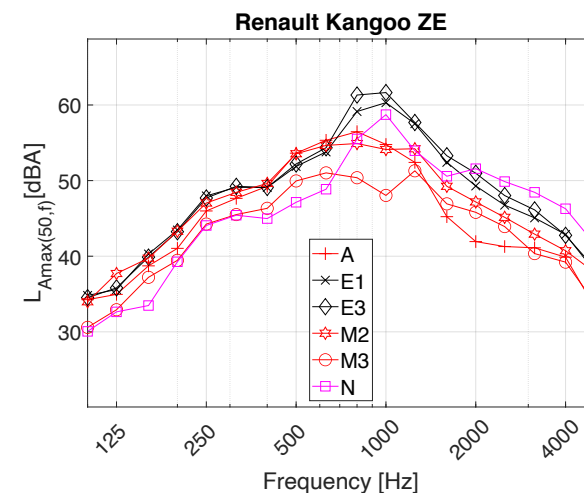
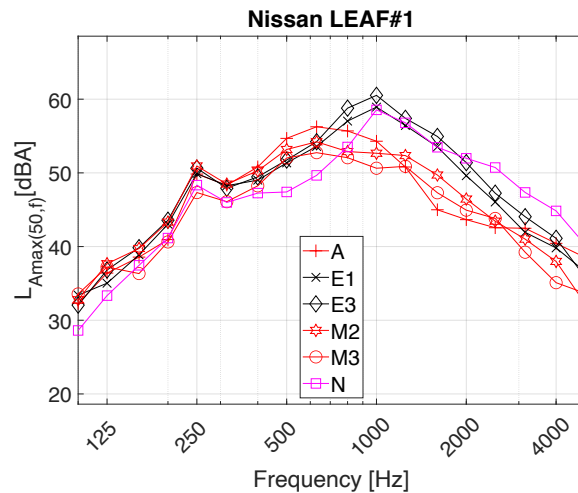
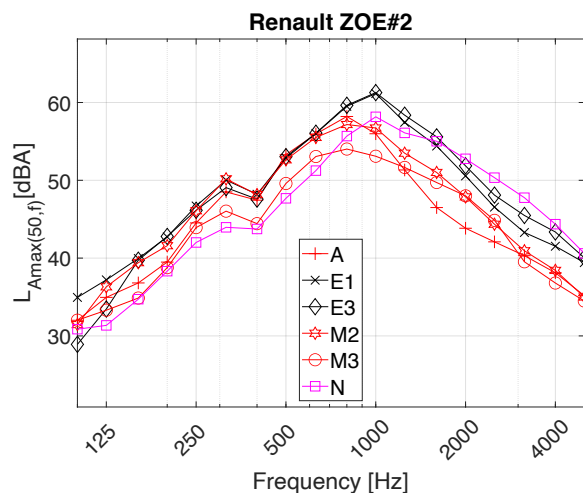
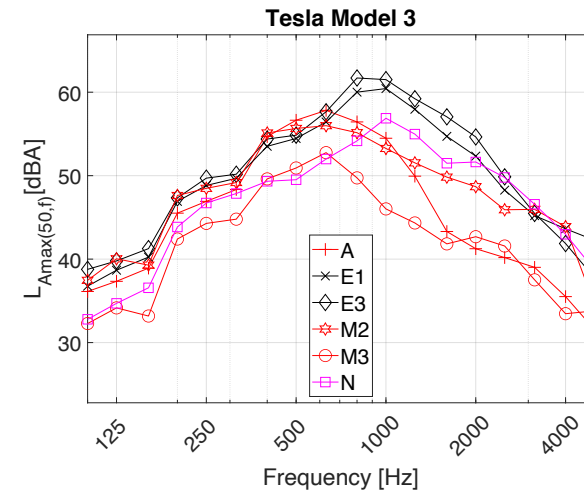
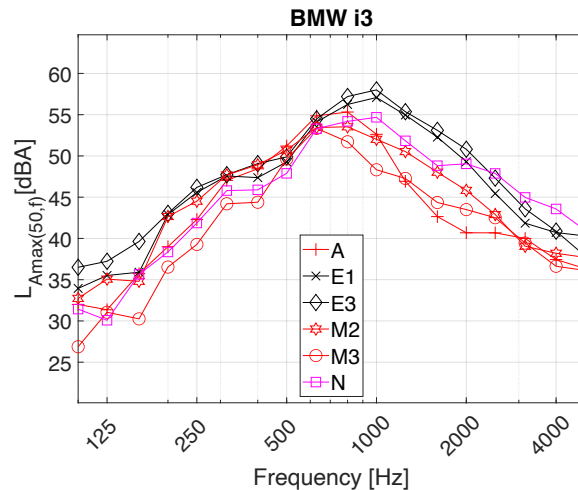
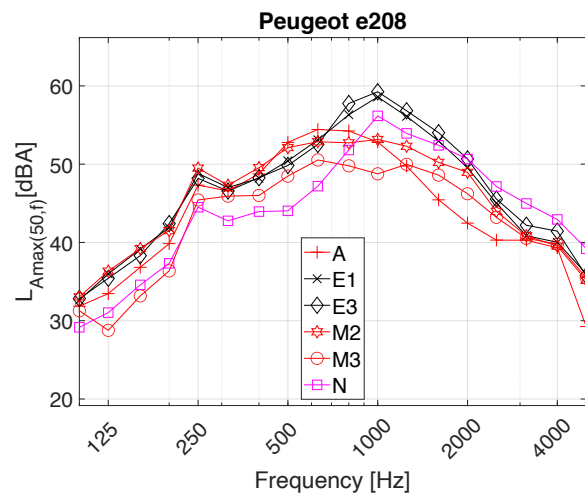
- Résultats à vitesse constante 50 km/h (toutes les planches pour chaque VE) :
 - Classification similaire des revêtements routiers pour les différents modèles de VE
 - Les surfaces à faible macro-texture et/ou absorbantes sont les moins bruyantes
 - La différence de bruit entre le revêtement le moins bruyant et le plus bruyant (resp. M3 et E3) est influencée par le type de véhicule et varie entre 4,8 dBA et 7,9 dBA



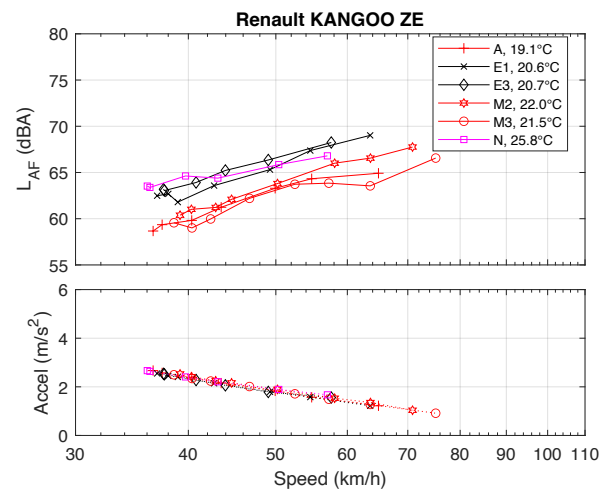
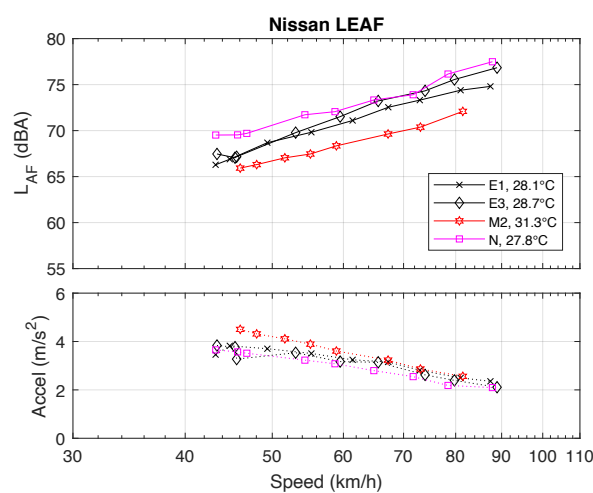
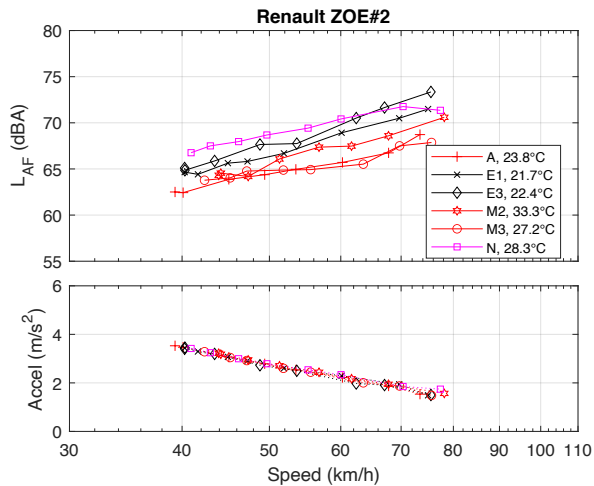
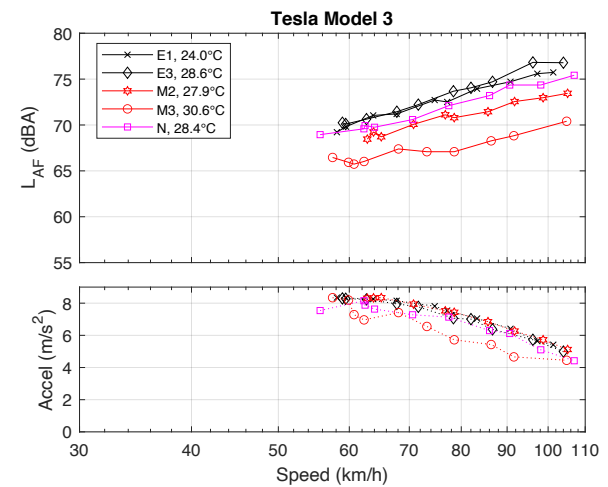
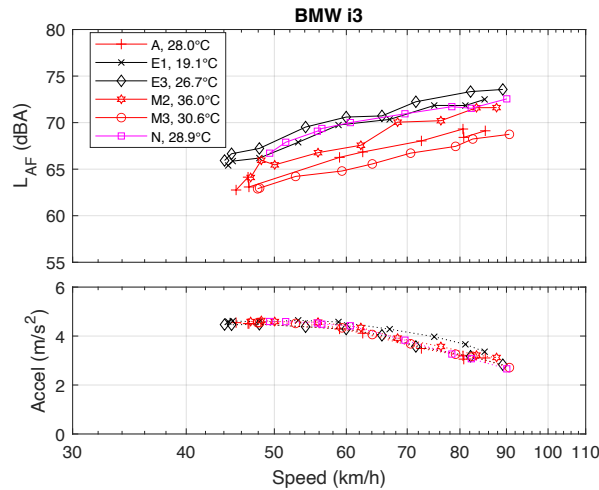
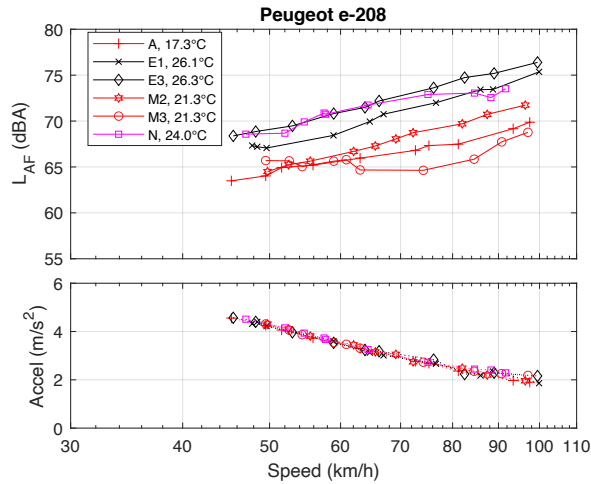
- Résultats à vitesse constante 50 km/h (tous les modèles de VE pour chaque planche) :
 - Classement des modèles de VE différent selon le type de surface
 - Pas de relation claire entre le segment du véhicule et le niveau de bruit
 - La différence entre le VE le moins bruyant et le plus bruyant varie entre 2 dBA pour la planche E3 et 3,6 dBA pour la planche N



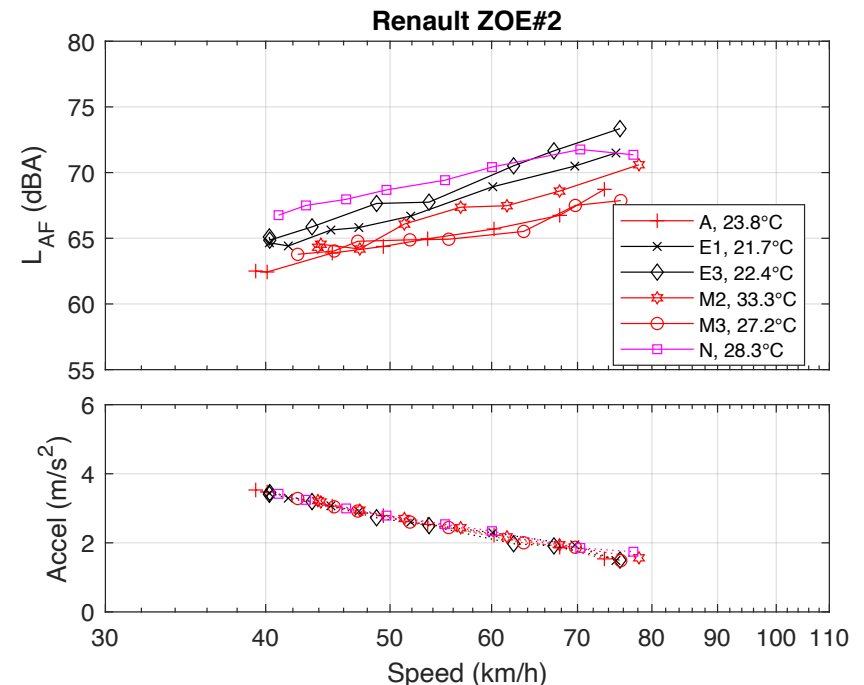
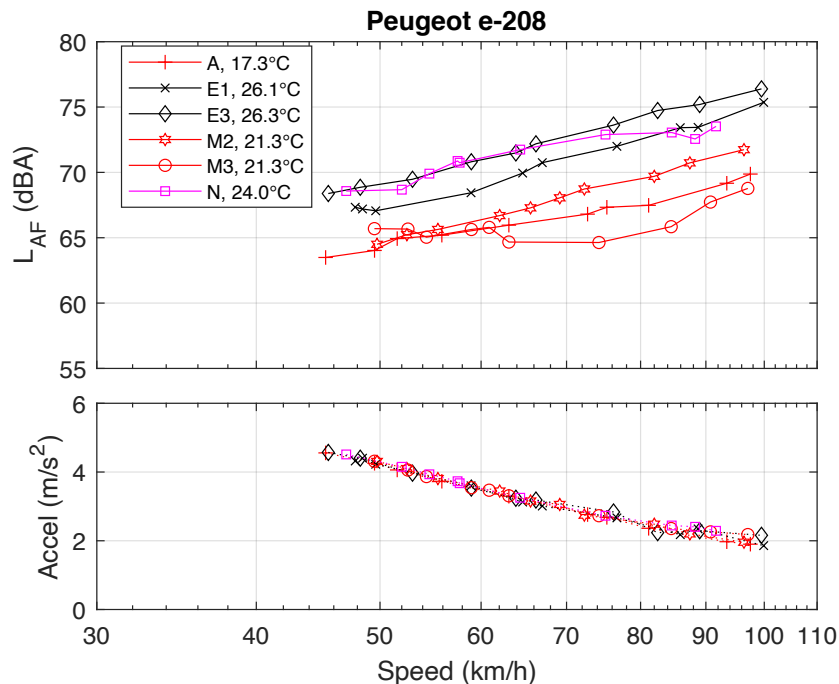
○ Spectres à 50 km/h (vitesse constante)



○ Niveaux de bruit en conditions d'accélération (L_{AF} au droit du microphone)



- Niveaux de bruit en conditions d'accélération :
 - l'accélération décroît lorsque la vitesse initiale augmente
 - classification des revêtements similaire aux passages à vitesse constante...
 - ...sauf pour la planche N (revêtement fermé à faible macro-texture) qui devient parmi les plus bruyantes, notamment aux basses vitesses
 - augmentation significative du bruit de l'ordre de 2 à 5 dBA par rapport à la vitesse constante



- Mesure du bruit au passage pour 6 véhicules électriques et 6 surfaces routières à vitesse constante et en conditions de pleine accélération
- Comparaison KD et KZE : le bruit de roulement domine l'émission de bruit du véhicule électrique à vitesse constante
- À 50 km/h, différence de 8,8 dBA sur les niveaux de bruit globaux entre la configuration la moins bruyante et la plus bruyante
- Réduction de bruit entre les surfaces E3 and M3 comprises entre 4,8 dBA (Nissan LEAF) et 7,9 dBA (Renault Kangoo ZE)
- Pour une surface routière donnée, différence de niveau de bruit entre les modèles de VE comprise entre 2 dBA (pour E3) et 3,6 dBA (pour N)
- Classification des revêtements routiers respectée en conditions de pleine accélération, sauf pour le planche N (fermée à faible macro-texture) qui devient parmi les plus bruyantes
- Augmentation significative des niveaux sonores en conditions d'accélération

J. Cesbron, S. Bianchetti, M-A. Pallas, A. Le Bellec, V. Gary and P. Klein. « Road Surface Influence on Electric Vehicle Noise Emission at Urban Speed ». *Noise Mapping* 8, n° 1: 217-27. <https://doi.org/10.1515/noise-2021-0017>

J. Cesbron, M-A. Pallas, S. Bianchetti, P. Klein, V. Cerezo, A. Moro, F. Bianco. « Prototype implementation and tyre/road noise performances », European Commission, Deliverable LIFE project E-VIA (LIFE18 ENV/IT/000201) Report on Action B2, April 2022.

○ Contact :

- julien.cesbron@univ-eiffel.fr

○ Liens :

- <http://www.umrae.fr/>
- <https://life-evia.eu>



LIFE18 ENV/IT/000201

