



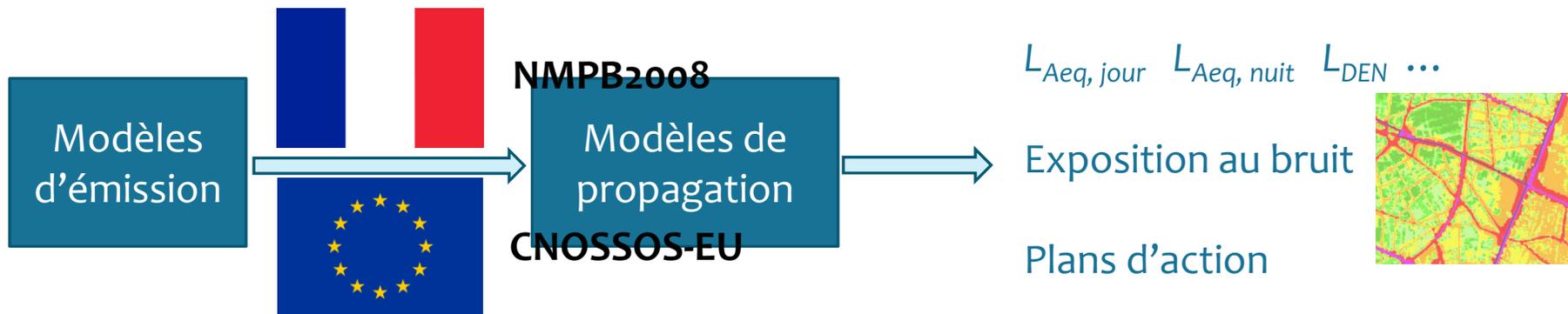
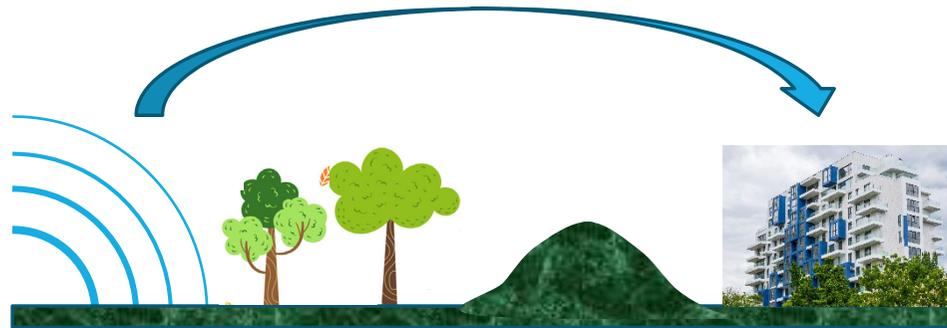
Séminaire de transfert COP
7 juin 2021

Élaboration de modèles d'émission sonore représentatifs de nouvelles catégories de sources routières

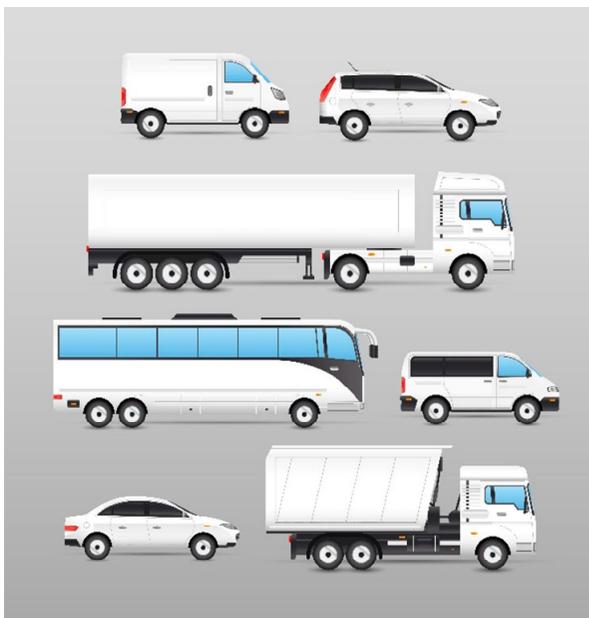
Marie-Agnès PALLAS, Adrien LE BELLEC, Jean-Michel CLAIRET, Roger CHATAGNON,
Maria CAPATINA, Guillaume DUTILLEUX, Laurent BRENDEL, Thierry FALWISANNER,
Frédéric BICKEL, David ECOTIERE, François LEDURE, Bertrand SOLDANO



Des modèles d'ingénierie pour la prévision sonore

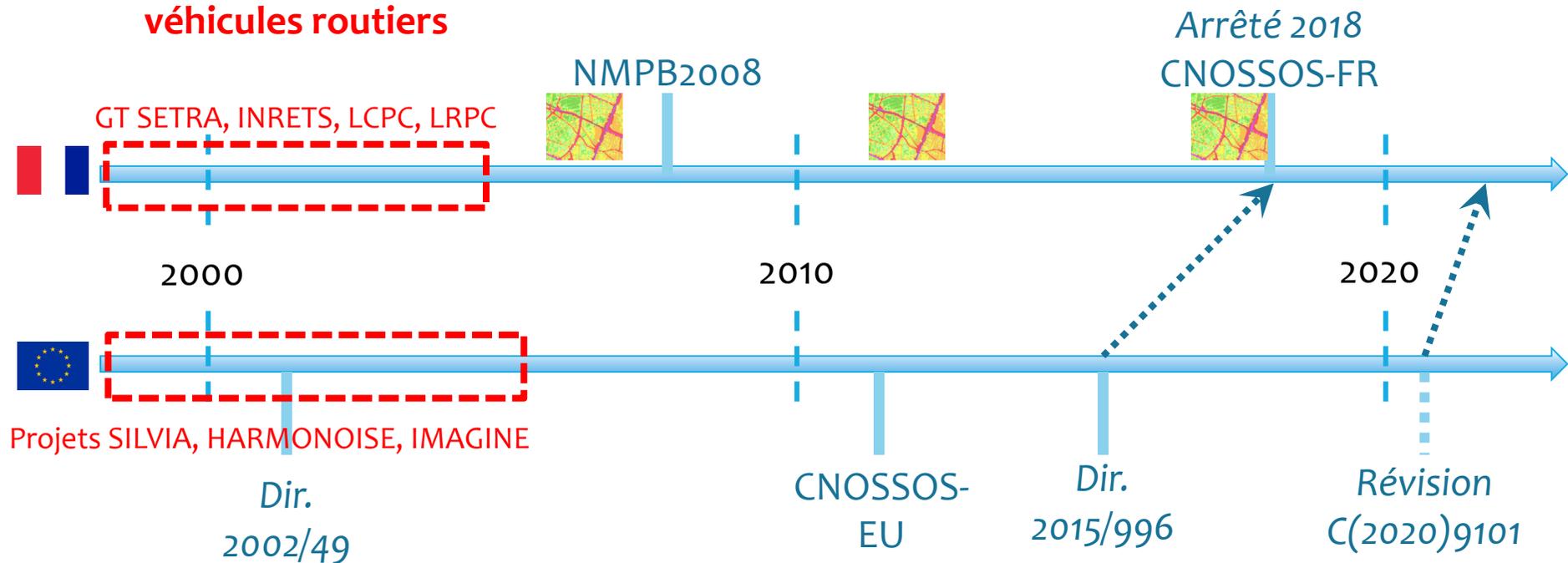


Focus : émission sonore des véhicules routiers



CNOSSOS-EU

Données d'émission sonore des véhicules routiers





Les véhicules semi-lourds



Amendements du modèle CNOSSOS-EU



Les véhicules électriques

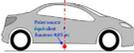
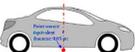
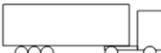


L'émission sonore des véhicules semi-lourds

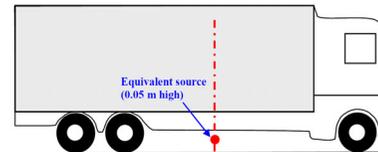
**Méthode française
(NMPB2008)**

**Méthode européenne
(CNOSSOS-EU)**

*Modèles d'émission de bruit
des véhicules routiers*

				
	CNOSSOS-EU	Véhicules légers (cat. 1) ≤ 3.5 T	Véhicules semi- lourds (cat. 2) > 3.5 T et 2 essieux	Véhicules lourds (cat. 3) > 3.5 T et ≥ 3 essieux
 NMPB2008				
 Véhicules légers < 3.5 T		✓		
 Véhicules lourds ≥ 3.5 T			?	✓

- 1 véhicule = 1 source ponctuelle équivalente



Bruit de propulsion

$$L_{WP}(v) + \Delta L_{WP}$$

⊕

Bruit de roulement

$$L_{WR}(v) + \Delta L_{WR}$$

Dans conditions de référence :

par octave i , coefficients

$$A_{P,i}, B_{P,i}$$

$$A_{R,i}, B_{R,i}$$

Autres conditions :

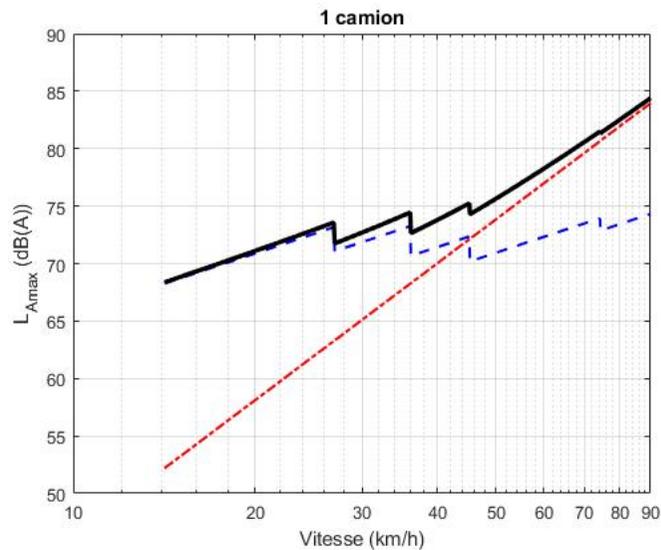
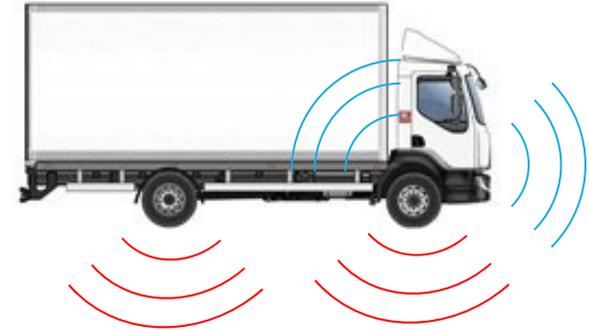
termes correctifs



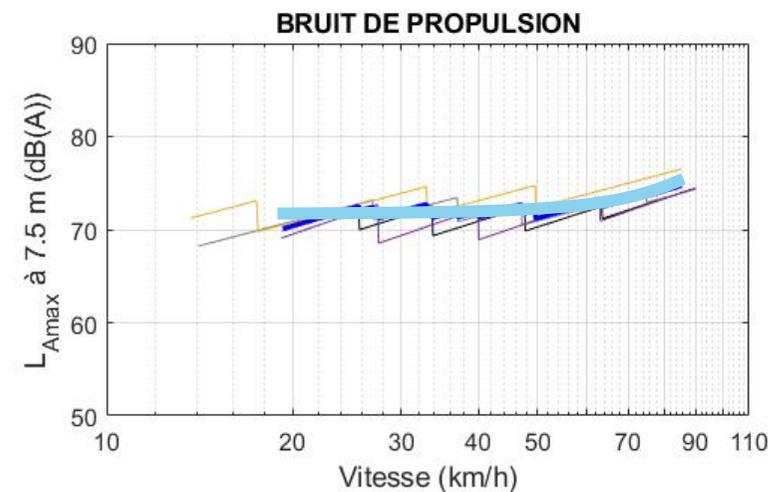
Quel bruit de **propulsion** pour un véhicule semi-lourd moyen ?

Principe : mesures contrôlées au passage

- 1 PL : séparation propulsion / roulement
 - Bruit de propulsion : $f(\text{régime moteur})$
 - Bruit de roulement : $f(\text{vitesse du véhicule})$



- n PL : moyenne(propulsion)
- Ajustement modèle $\Rightarrow A_{P,i}, B_{P,i}$

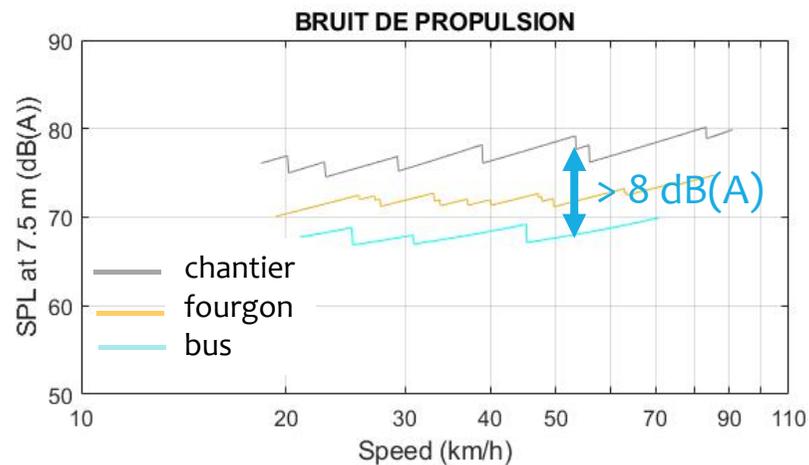


- Échantillon de 7 véhicules

- 4 fourgons, 2 camions de chantier, 1 bus
- Relative homogénéité pour chaque famille de véhicules
- Écarts entre familles de véhicules

⇒ détermination d'une moyenne par sous-catégorie :

- fourgons
- camions de chantier
- bus



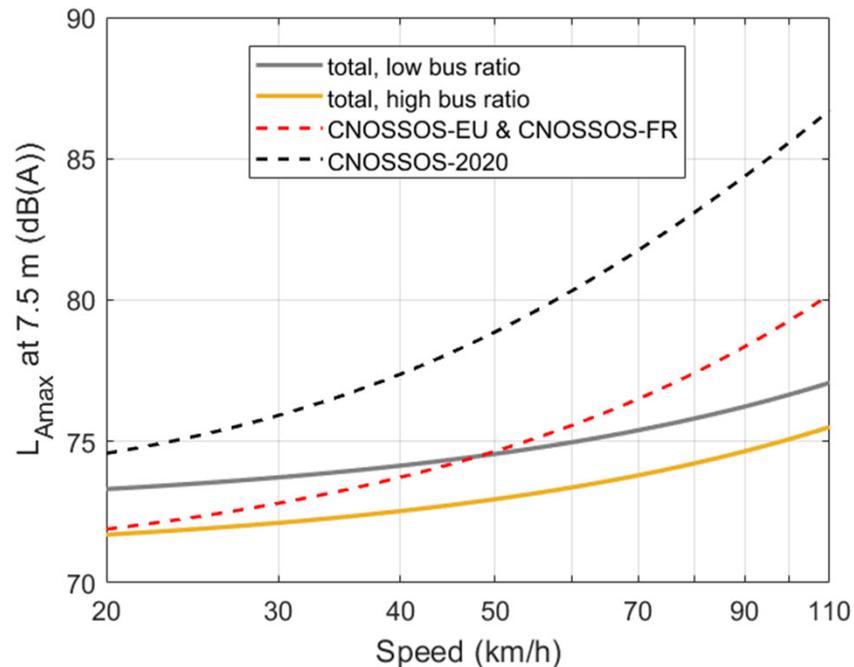
- Le bruit de propulsion d'un véhicule moyen dépend de la composition du trafic de cat. 2 **quelle composition de trafic ?**
- Pas de **comptage** de véhicules semi-lourds ni par sous-catégorie disponible
- Comptage ponctuel sur 4 sites
 - Fourgons (livraison de marchandises conditionnées)
 - Type chantier/bennes (incl. citerne, plateau, porte-conteneur, BOM)
 - Bus et cars de tourisme
- **2 scénarios** se sont dégagés



		Type fourgon	Type chantier	TC
Scénario 1	Faible % TC	61 %	34 %	5 %
Scénario 2	Fort % TC	27 %	20 %	53 %

- Version de la directive 2015 en conditions de référence ⇒ CNOSSOS-EU
- Version française (arrêté 2018), revêtement non drainant ⇒ CNOSSOS-FR
- Version EU amendée en 2020 ⇒ CNOSSOS-2020

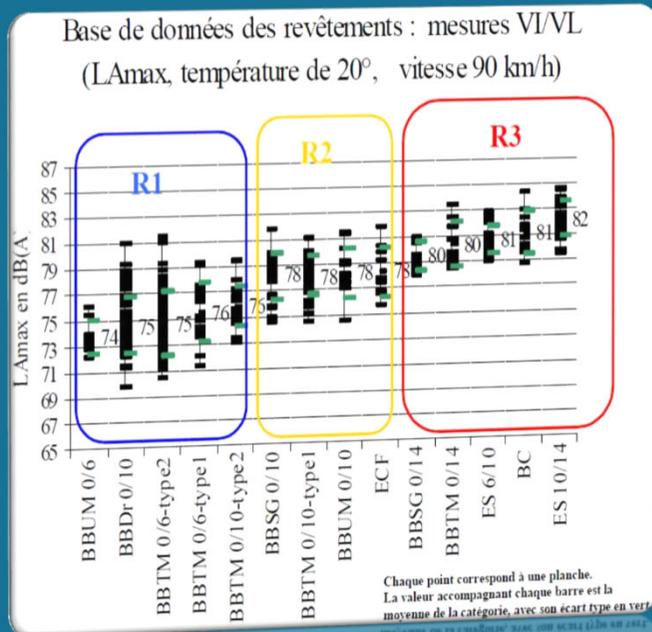
Propulsion noise



Différence de 1.6 dB(A) entre les 2 scénarios

Même composante de propulsion pour CNOSSOS-EU et CNOSSOS-FR

À 20 km/h, la composante propulsion CNOSSOS-EU coïncide avec le véhicule moyen pour un fort % de TC.



Quel bruit de roulement pour un véhicule semi-lourd moyen ?

- Étude pilotée par  Cerema (Strasbourg)
- Définition d'une nouvelle catégorie dans la base de données « roulement » : véhicules semi-lourds
- Alimentation de la base par des campagnes de mesures (classe R2) *en cours*

Amendements du modèle CNOSSOS-EU

- Une révision s'est révélée nécessaire
 - Corrections d'erreurs
 - Amélioration des connaissances
- IFSTTAR a contribué en support scientifique de la Mission Bruit pour sa participation au GT européen
- **Directive déléguée C(2020)9101**
 - Annonce une transposition et une mise en application au 31/12/2021
- **Modification des données d'émission sonore routière, avec incidence directe pour CNOSSOS-FR**



○ Pourquoi ?

- **Incompatibilité des hypothèses** qui ont servi à dériver les coefficients A et B avec les données initiales issues des projets Harmonoise/IMAGINE
- **Erreur dans le calcul** pour les catégories 2 (véhicules semi-lourds) et 3 (lourds)

○ Ce qui change

- Nouvelle table de coefficients d'émission (table F-1)
- Nouvelle table de correctifs des revêtements (table F-4)

⇒ **Des niveaux d'émission dans les conditions de référence plus élevés.** En global, sur la gamme de vitesses 20-110km/h :

- Cat. 1 (VL) : **+1,7 à +2,8 dB(A)**
- Cat. 2 (semi-lourds) : **+2,5 à +3,4 dB(A)**
- Cat. 3 (lourds) : **+2,5 à 3,7 dB(A)**

~~Coefficients $A_{v,lim}$ et $B_{v,lim}$ pour le bruit de roulement et $A_{p,lim}$ et $B_{p,lim}$ pour le bruit de propulsion~~

Catégorie	Coefficient	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
1	A_R	79,7	85,7	84,5	90,2	97,3	93,9	84,1	74,3
	B_R	30	41,5	38,9	25,7	32,5	37,2		40
	A_P	94,5	89,2	88	85,9	84,2	86,9	83,3	76,1
	B_P	-1,3	7,2	7,7	8	8		8	8
2	A_R	88,7	93,2	91,5	96,7	97,4	90,9	83,8	80,5
	B_R	30	35,8	32,6	23,8	30,1	36,2	38,3	40,1
	A_P	101	96,8	98,8	96,8	98,6	95,2	88,8	82,7
	B_P	-1,9	4,7	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
3	A_R	87	91,7	94,2	100,7	100,8	94,3	87,1	82,5
	B_R	30	33,5	31,3	25,4	31,8	37,1	38,6	40,6
	A_P	104,4	100,6	101,7	100,7	100,1	95,9	91,3	85,3
	B_P	0	0	4,6	5	5	5	5	5
4a	A_R	0	0	0	0	0	0	0	0
	B_R	0	0	0	0	0	0	0	0
	A_P	88	87,5	89,3	93,7	96,6	89,9	93,9	88,7
	B_P	4,2	7,4	9,8	11,6	15,7	18,9	20,3	20,6
4b	A_R	0	0	0	0	0	0	0	0
	B_R	0	0	0	0	0	0	0	0
	A_P	95	97,2	92,7	92,9	94,7	93,2	90,1	86,5
	B_P	3,2	5,9	11,9	11,6	11,5	12,6	11,1	12

Catégorie	Coefficient	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
1	A_R	83,1	89,2	87,7	93,1	100,1	96,7	86,8	76,2
	B_R	30,0	41,5	38,9	25,7	32,5	37,2	39,0	40,0
	A_P	97,9	92,5	90,7	87,2	84,7	88,0	84,4	77,1
	B_P	-1,3	7,2	7,7	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
2	A_R	88,7	93,2	95,7	100,9	101,7	95,1	87,8	83,6
	B_R	30,0	35,8	32,6	23,8	30,1	36,2	38,3	40,1
	A_P	105,5	100,2	100,5	98,7	101,0	97,8	91,2	85,0
	B_P	-1,9	4,7	6,4	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
3	A_R	91,7	96,2	98,2	104,9	105,1	98,5	91,1	85,6
	B_R	30,0	33,5	31,3	25,4	31,8	37,1	38,6	40,6
	A_P	108,8	104,2	103,5	102,9	102,6	98,5	93,8	87,5
	B_P	0,0	3,0	4,6	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
4a	A_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	A_P	93,0	93,0	93,5	95,3	97,2	100,4	95,8	90,9
	B_P	4,2	7,4	9,8	11,6	15,7	18,9	20,3	20,6
4b	A_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	B_R	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	A_P	99,9	101,9	96,7	94,4	95,2	94,7	92,1	88,6
	B_P	3,2	5,9	11,9	11,6	11,5	12,6	11,1	12,0

- Situation actuelle : correctifs pour les 6 classes de revêtements français ne seront plus adaptés

☞ relatifs à Table F-1 $L_{WT} = L_{WP,ref} \oplus (L_{WR,ref} + \Delta L_{W,roadClass})$

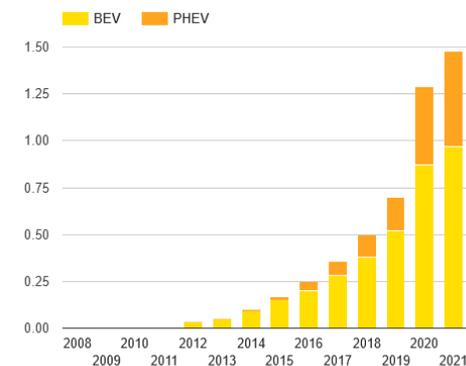
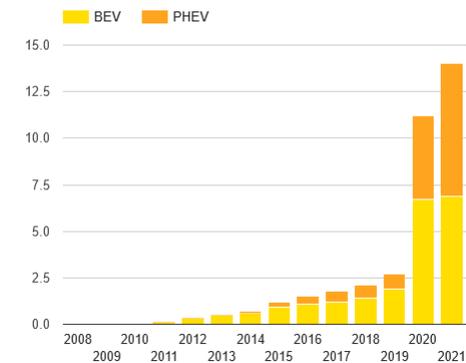
- Difficulté :
 - Cas où $L_{WP,ref}$ supérieur aux niveaux NMPB2008
 - Utilisation de correctifs relatifs à Table F-1 mal adaptée aux nouvelles valeurs d'émission de la version amendée

⇒ une table F-1 spécifique au cas FR ?

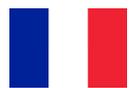
Les véhicules électriques

- Part croissante du marché
 - 12% en avril 2021 en France pour VE + VHR
 - 14,2% en mai 2021

- Une proportion encore faible du parc roulant, mais en constante augmentation
 - 1,48% en avril 2021 en France pour VE + VHR



[Source : www.eafo.eu]



- **NMPB2008** : non pris en compte



- **CNOSSOS-EU** :

- catégorie 5 ouverte pour de nouveaux véhicules, par exemple des véhicules électriques ou hybrides
→ *non renseignée*



- **sonROAD2018** (Suisse) :

- ignore la composante de propulsion pour les VE
- même bruit de roulement que les véhicules conventionnels

- **ASJ RTN 2018** (Japon) :

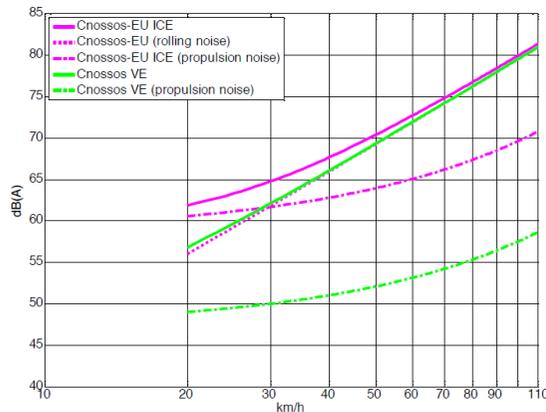


- Pas de catégorie VE spécifique
- Réduction du niveau d'émission de la catégorie VL de -0,9 dB
→ pour tenir compte d'un nombre croissant de véhicules peu bruyants, par ex. VE et VH

Des recherches pour déterminer l'émission des VE pour CNOSSOS

👉 Difficulté d'évaluer le bruit de propulsion

○ Projet FOREVER (2013-2014, CEDR) :



- Propulsion : termes correctifs sur la référence cat. 1 de CNOSSOS-EU
- Roulement : identique à cat. 1

○ Etude DEFRA (2020, GB) :

- Négliger le bruit de propulsion sous-estimerait l'émission sonore à basse vitesse (AVAS)
- Proposition d'une méthodologie de séparation des contributions (propulsion, roulement), mais pas de valeurs d'émission fournies

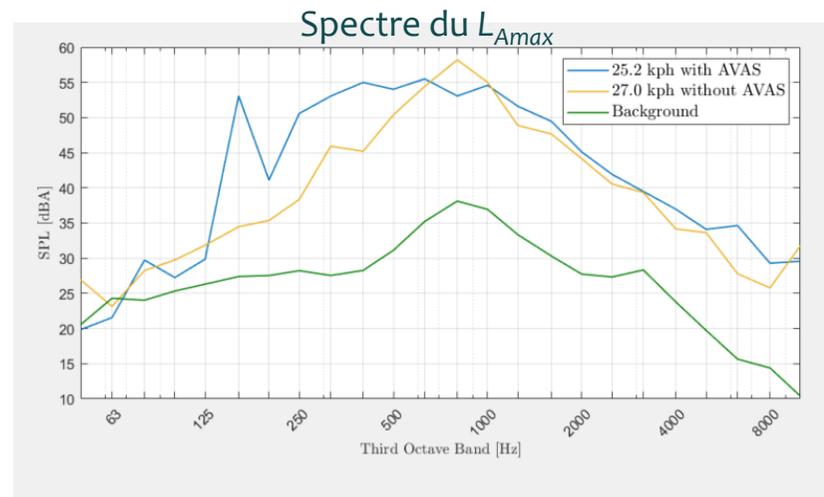
- **Projet européen LIFE E-VIA (2019-2023) :**
 - **Electric Vehicle Noise Control by Assessment and Optimisation of Tyre/Road Interaction**
 - ☞ Julien Cesbron et al., *Projet LIFE E-VIA : influence du revêtement de chaussée sur l'émission sonore des véhicules électriques*, JTAV 2021, 8/06/2021
 - 🌐 <https://life-evinia.eu/>



- **Signal d'alerte AVAS : caractérisation sous une approche environnementale**
 - Comparaison aux niveaux d'émission CNOSSOS-EU / CNOSSOS-FR

Spectre avec AVAS

Spectre sans AVAS



- DIRECTIVE (UE) 2015/996 DE LA COMMISSION du 19 mai 2015 établissant des méthodes communes d'évaluation du bruit conformément à la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil
- G. Dutilleux, W.-H. Lee, B. Soldano. *Adaptation de la directive 2015/996/CE (CNOSSOS-EU) au modèle de prévision français: revêtements routiers*. Rapport 2015-76-055, Cerema/Dter Est/Laboratoire de Strasbourg, Strasbourg, France, April 2016.
- M.A. Pallas, M. Bérengier, R. Chatagnon, M. Czuka, M. Conter, M. Muirhead (2016). *Towards a model for electric vehicle noise emission in the European prediction method CNOSSOS-EU*. *Applied Acoustics* **113**: 89-101. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.06.012>
- M. Czuka, M.-A. Pallas, P. Morgan, M. Conter (2016). *Impact of Potential and Dedicated Tyres of Electric Vehicles on the Tyre-road Noise and Connection to the EU Noise Label*. *Transportation Research Procedia* **14**: 2678-2687. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.443>
- M.A. Pallas, G. Dutilleux, B. Malardier (2017). *Modèles CNOSSOS pour les véhicules lourds: confrontation aux mesures statistiques au passage (SPB)*. Rapport LAE1701, IFSTTAR, mars 2017.
- G. Dutilleux, B. Soldano (2018). *Matching directive 2015/996/EC (CNOSSOS-EU) and the French emission model for road pavements*. *Euronoise 2018*. Heraklion, Crete, Greece
- M.A. Pallas, G. Dutilleux (2018). *Experimental confrontation of medium-heavy vehicle noise emission to the CNOSSOS-EU prediction method*. *Euronoise 2018*. Heraklion, Crete
- M.A. Pallas, A. Le Bellec (2018). *Détermination d'une loi d'émission sonore des véhicules semi-lourds*, Rapport UMRAE-2018-01, IFSTTAR
- M.A. Pallas, A. Le Bellec, D. Ecotière (2019). *Matching noise emission from French medium-heavy vehicles and CNOSSOS models*. *23rd International Congress on Acoustics, integrating 4th EAA Euroregio 2019*. Aachen, Germany. DOI: 10.18154/RWTH-CONV-239615
- Directive Déléguée C(2020) 9101, ANNEXE de la directive déléguée de la Commission modifiant, aux fins de son adaptation au progrès scientifique et technique, l'annexe II de la directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les méthodes communes d'évaluation du bruit, 21/12/2020
- E. de Graaff and B. Peeters, *Road traffic noise modelling: development of a methodology to define Category 5 vehicles, M+P, M+P.DEFRA.18.01.2*, Jan. 2020.
- J. Cesbron, S. Bianchetti, M.A. Pallas, A. Le Bellec, V. Gary, P. Klein (2021). "Road surface influence on electric vehicle noise emission at urban speed." *Noise Mapping*, **8(1)**: 217-227. <https://doi.org/10.1515/noise-2021-0017>

- Ont contribué à ces résultats :
 - Adrien Le Bellec, Jean-Michel Clairet, Roger Chatagnon, Maria Capatina, Guillaume Dutilleux, Laurent Brendel, Thierry Falwisanner, Frédéric Bickel, David Ecotière, François Ledure, Bertrand Soldano

- Contact :
 - marie-agnes.pallas@univ-eiffel.fr

- Liens :
 - www.umrae.fr
 - www.univ-gustave-eiffel.fr
 - www.cerema.fr

- Crédits illustrations :
 - macrovector / Freepik
 - wirestock/Freepik
 - racool_studio/Freepik
 - frimufilms/Freepik
 - Freepik.com
 - Wikipedia
 - Simon Bianchetti