

Vers une caractérisation harmonisée des propriétés phoniques des revêtements de chaussée : essais croisés CPX sur véhicules légers

Joël Lelong

Université de Lyon, IFSTTAR, CEREMA, UMRAE
69675 Bron
E-mail : joel.lelong@ifsttar.fr

Fabienne Anfosso-Lédée

IFSTTAR, MAST
44344 Bouguenais
E-mail : fabienne.anfosso@ifsttar.fr

Résumé

Les revêtements de chaussée jouent un rôle prépondérant dans l'émission de bruit d'un trafic routier. Il est donc important de pouvoir caractériser leurs performances avec précision. La méthode de mesure du bruit de roulement dite CPX (Close ProXimity) qui vient d'être récemment normalisée à l'échelle internationale, est un outil particulièrement adapté à cette caractérisation. Les essais croisés présentés dans l'article visaient à étudier si les différents systèmes de mesure existant en France, utilisant des véhicules et des pneumatiques d'essais différents, produisaient des résultats cohérents. Six équipes avec des dispositifs de mesure différents ont testé en tout onze configurations de pneumatiques sur six à huit revêtements de chaussées, et ce à différentes vitesses. Les résultats confirment l'importance du pneumatique d'essais, son type mais aussi son âge. L'utilisation de pneumatiques d'essais différents conduit à une évaluation différente des performances phoniques d'un revêtement routier, qu'elle soit absolue ou relative à un autre revêtement. Cependant, la hiérarchisation des revêtements selon leurs propriétés phoniques reste cohérente quel que soit le pneumatique utilisé.

Abstract

Road surfaces play an important role in the noise emission of road traffic and it is important to be able to characterize their performance accurately. The so-called CPX (Close ProXimity) rolling noise measurement method, which has recently been standardized internationally, is a tool particularly suitable for this characterization. The Round Robin tests presented in the paper aimed at studying whether the different measurement systems existing in France, using different test vehicles and tyres, can produce consistent results. Six different measuring devices tested a total of eleven tyre configurations on six to eight pavements at different speeds. The results confirm the importance of the test tyre, its type but also its age. The use of different test tyres leads to a different evaluation of the sound performance of a road surface, whether absolute or relative to another surface. However, the classification of surfaces according to their sound properties remains consistent regardless of the test tyre used.

Une étude récente menée pour le compte de l'ADEME a abouti à la conclusion que le coût social du bruit (bruit au travail, bruit de voisinage et bruit des transports) pouvait être évalué à 57 milliards d'euros par an, dont 20 milliards dus au bruit des transports. Cette conclusion a été entérinée par le Conseil général de l'Environnement et du Développement durable (CGEDD) [1], qui a estimé que ce montant représentait probablement une hypothèse basse¹. Le transport routier représentant environ 80% des mouvements de personnes et de fret (tous modes confondus), les performances acoustiques des revêtements de chaussée deviennent un enjeu essentiel, d'autant que le bruit de roulement est la source prédominante à des vitesses supérieures à 40 km/h (pour les véhicules légers) et 50 à 60 km/h (pour les poids lourds selon leur taille).

Par ailleurs, une enquête nationale diligentée par le sous-groupe « Bruit » du GNCDS² de l'Institut des routes, des rues, des infrastructures pour la mobilité (IDDRIM) [2] a confirmé que le bruit est bien une préoccupation réelle des gestionnaires de réseaux. Toutefois, s'agissant de recourir à l'utilisation de revêtements de chaussée ad hoc comme moyen de réduction du bruit, cette enquête a mis en lumière d'une part un manque d'information et d'autre part l'absence de garanties sur la pérennité des performances acoustiques et l'absence d'obligation réglementaire ou de référentiel normatif.

1- Le CGEDD estime que ce coût serait plus proche d'une centaine de milliards d'euros/an, qui est l'ordre de grandeur du coût social de la qualité de l'air.

2- Groupe National sur les Caractéristiques de Surface

Dans ce contexte, la nécessité pour le Réseau scientifique et technique du ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) de calibrer les systèmes de mesure CPX actuellement disponibles en France et le soutien affirmé de la Plateforme Filière Automobile pour disposer d'une méthode robuste de caractérisation phonique des revêtements nous a incités à coordonner ces essais croisés CPX dont les objectifs étaient les suivants :

- Valider sur piste la méthode de caractérisation acoustique des revêtements basée sur des mesures CPX ;
- Obtenir des éléments de comparaison entre remorque CPX et véhicules instrumentés ;
- Constituer une référence pour l'étalonnage des différents systèmes de mesure.

Campagne expérimentale

Il existe à ce jour deux procédures permettant de quantifier les performances acoustiques d'un revêtement de chaussée :

- La méthode statistique au passage [3] qui repose sur l'analyse statistique de niveaux L_{Amax} mesurés en bord de route au passage de véhicules. Cette procédure permet de quantifier et de qualifier l'impact environnemental de revêtements de chaussées pour un trafic donné, d'évaluer l'impact acoustique d'un renouvellement d'une couche de roulement (mesures de type « avant/après »), ou encore d'estimer l'évolution à long terme des performances acoustiques d'un revêtement.
- La méthode dite de proximité (*Close-Proximity Method* ou CPX [4]) qui requiert l'utilisation de microphones situés à proximité de la zone de contact pneumatique-chaussée, ce qui permet de mesurer le bruit émis en phase de roulage. La disposition des microphones est décrite en Figure 1 et dans le tableau 1.

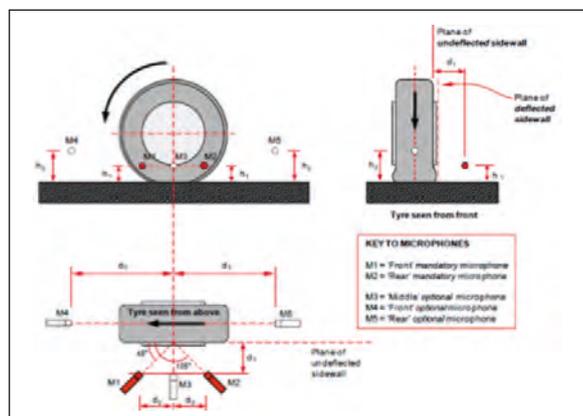


Fig. 1 : Protocole CPX : disposition des microphones (document ISO 11819-2)
Microphone positions for the measurements (Document ISO 11819-2)

Microphone	h_1	h_2	d_1	d_2	d_3
M1	0,10 m		0,20 m	+ 0,20 m	
M2	0,10 m		0,20 m	- 0,20 m	
M3	0,10 m		0,20 m	0,00 m	
M4		0,20 m			+ 0,65m
M5		0,20 m			- 0,65m

Tabl. 1 : Protocole CPX. Position des microphones (document ISO 11819-2)
The microphone positions in Fig. 1 (Document ISO 11819-2)

Les objectifs visés par cette campagne d'essais sont de valider sur piste d'essais la méthode de caractérisation acoustique des revêtements de chaussée basée sur des mesures de bruit de roulement à proximité des pneumatiques (méthode CPX), de qualifier la mesure CPX à l'aide de la remorque récemment acquise par une des équipes (Eq4), d'obtenir des éléments de comparaison entre remorque CPX et les dispositifs directement montés à proximité du pneumatique arrière droit de véhicules d'essai et enfin de constituer une référence pour l'étalonnage des différents systèmes de mesure.

Équipes participantes, systèmes de mesure, pneumatiques utilisés

Les essais croisés ont réuni six équipes indépendantes, cinq étant équipées de systèmes de mesure CPX installés directement sur un véhicule léger, la sixième faisant appel à une remorque. Cette dernière présente l'avantage de pouvoir être équipée indifféremment de pneumatiques du commerce ou de pneumatiques spécifiques (par exemple ceux préconisés par la norme 11819-3 [5]) qui en règle générale ne peuvent être montés sur des véhicules pour des raisons réglementaires ou de géométrie. Les pneumatiques commerciaux testés sur les véhicules légers satisfaisaient néanmoins aux préconisations de la norme précédemment citée. Le détail de ces équipements et des pneumatiques est reporté dans le tableau 2.

Equipe	Équipement	Pneumatique
Eq1	Véhicule instrumenté	Michelin Energy Saver 195/65 R15 (neuf)
		Michelin Energy Saver 195/65 R15 (âgé)
Eq2	Véhicule instrumenté	Michelin Energy Saver 195/65 R15 (neuf)
		Michelin X-Ice 195/60 R15
Eq3	Véhicule instrumenté	Bridgestone Blizzak LM30 Z195/60 R15
Eq4	Remorque	Michelin Energy Saver 195/65 R15 (neuf)
		Uniroyal Tiger Paw SRTT 1 225/60 R16
		Avon Supervern AV4 195 R14C 106/104
Eq5	Véhicule instrumenté	Michelin Energy Saver 195 /60 R15
Eq6	Véhicule instrumenté	Michelin Energy E-V 195/55 R16

Tabl. 2 : Équipes participantes, systèmes de mesure et pneumatiques utilisés lors de l'essai croisé
Participating teams, measurement devices and tyres used during the RRT

Surfaces routières

Les planches testées sont situées sur la Piste de Référence et d'Expérimentations Routières (PRER) de l'IFSTTAR à Nantes-Bouguenais. Cette piste comprend une zone d'essais rectiligne de 1 300 mètres de longueur précédée d'un virage relevé d'environ 1 000 mètres de longueur permettant aux véhicules circulant dans le sens Ouest Est d'atteindre les vitesses souhaitées. La zone d'essais comporte douze sections de revêtements différents, désignées par des lettres et réparties sur

quatre lignes parallèles (le schéma d'implantation est représenté Figure 2 et la description des revêtements fait l'objet du tableau 3). Dans le cadre de l'essai croisé, le cahier des charges imposait d'évaluer au minimum les sections E2, E1, A, M2 et N.

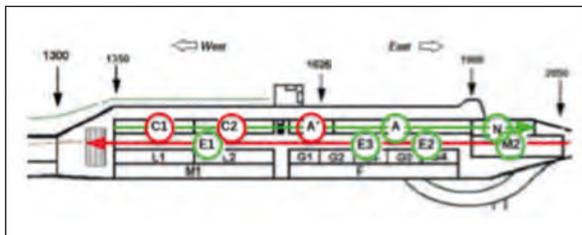


Fig. 2 : Schéma d'implantation des revêtements sur la piste routière de l'IFSTTAR/Nantes
Overview of the IFSTTAR's Reference Test Track and sections

Code	Type de revêtement	Longueur (m)	Année	MPD (mm)
C1	BB 0/10	142	2015	0,33
C2	ES 10/14-4/6	102	2014	3,96
A'	ES 8/10	50	1981	3,08
A	BBDr 0/6	220	2006	1,23
N	BBSG 06 (ISO 10844)	186	2012	0,36
E1	BBSG 0/10 récent	252	2006	0,87
E2	BBSG 0/10 âgé	97	1981	1,12
E3	SMA 0/10	150	2016	
M2	BBTM 0/6 classe 2	150	2001	1,30

Tabl. 3 : Surfaces routières testées lors de l'essai croisé (MPD : Mean Profile Depth : indicateur de texture selon NF EN ISO 13473-1).
Tested Pavements (MPD : Mean Profile Depth, according to NF EN ISO 13473-1)

Protocole expérimental

Avant chaque série d'essais et lors de chaque changement de pneumatiques, une mise en température des pneumatiques est réalisée selon les préconisations de la norme ISO 11819-2.

Pour chaque véhicule instrumenté ainsi que pour la remorque, l'essai consiste à mesurer le bruit de roulement lors d'un passage sur chacune des deux lignes de revêtements aux vitesses de référence 50 km/h, 60 km/h, 70 km/h, 80 km/h et 90 km/h. Les mesures ont été triplées aux vitesses de référence 50 km/h et 80 km/h. Les essais se sont déroulés les 11 et 12 octobre 2016 (Eq2, Eq3, Eq4 et Eq6) et les 7 et 8 novembre 2016 (Eq1 et Eq5).

Résultats

Analyse des données mesurées

Lors de l'acquisition des mesures, les planches routières testées sont discrétisées spatialement en échantillons de longueur Δx correspondant à la circonférence du pneumatique utilisé. L'échantillonnage est réalisé à l'aide d'un tachymètre. Pour chaque échantillon Δx , le système d'acquisition enregistre sur chaque microphone le niveau de bruit global noté $L_{eq}(\Delta x)$ et les niveaux de bruit en tiers d'octave notés $L_{eq}(\Delta x, f)$. La vitesse v des véhicules et le positionnement spatial sont également enregistrés. Afin d'éviter les éventuelles perturbations de la mesure par le bruit aérodynamique, les résultats spectraux ne sont établis que pour les tiers d'octave compris entre 315 Hz et 5 kHz. Pour chaque tiers d'octave compris dans cette gamme de fréquence, on procède à un ajustement du type :

$$L_{eq}(v_{ref}, f) = L_{eq}(v, f) + B(f) \log(v_{ref}/v) \quad [1]$$

où $L_{eq}(v_{ref}, f)$ représente la moyenne arithmétique des niveaux de bruit mesurés sur les deux microphones latéraux à la vitesse de référence v_{ref} et à la fréquence centrale de tiers d'octave f . Le niveau CPX est alors recomposé sur la gamme de fréquences considérée :

$$L_{CPX}(v_{ref}) = 10 \log \left[\sum_{f=f_d}^{f=f_f} 10^{L_{eq}(v_{ref}, f)/10} \right] \quad [2]$$

où $f_d = 315$ Hz et $f_f = 5$ kHz.

Comparaison des niveaux CPX mesurés sur des pneumatiques Michelin Energy Saver montés sur véhicules instrumentés et sur remorque

Le tableau 4 regroupe les résultats obtenus pour des pneumatiques de même modèle (en l'occurrence le *Michelin Energy Saver*) utilisés sur véhicules instrumentés (Eq1, Eq2 et Eq5) et sur la remorque opérée par Eq4. Il est à noter que le même pneumatique a été utilisé par les équipes Eq4 et Eq2. Les écarts observés entre les deux systèmes porteurs pour ce même pneumatique (colonne Δ_1 , illustrée par la figure 3) n'excèdent pas 1,5 dB, ce qui reste acceptable. Ces écarts pourraient s'expliquer par la charge différente (non mesurée) appliquée sur la roue du véhicule instrumenté d'une part et l'essieu de la remorque d'autre part. Si l'on considère les écarts mesurés sur deux véhicules différents (Eq1 et Eq5) équipés de deux pneumatiques de même modèle et présentant un kilométrage voisin, les résultats sont très satisfaisants. Par contre, les écarts observés entre deux pneumatiques d'âge et de kilométrages très différents montés sur le même véhicule sont très importants. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cela : 1) le degré d'usure des pneumatiques, 2) leur dureté (non mesurée), ces deux paramètres ont un impact sur le bruit émis ([6], [7]), 3) la qualité même des pneumatiques : des pneumatiques d'une même référence peuvent être fabriqués à quelques années d'intervalles avec des process différents. La figure 4 illustre les écarts de niveaux de bruit obtenus pour les différents jeux de pneumatiques Michelin Energy Saver montés sur véhicules d'essai et sur remorque.

Revêtement	Vitesse (km/h)	L _{CPX} (dBA)			L _{CPX} (dBA)				
		Eq2 ^{1,3}	^{2,3} Eq4	Δ_1	Eq1 (âgé) ¹	Eq1 (récent) ¹	Δ_2	Eq5 ¹	Δ_3
A	50	84,6	83,9	0,7	88,4	85,6	-2,8	85,3	-0,3
	70	88,5	87,1	1,4	93	90,2	-2,8	89,6	-0,6
	80	90,1	89	1,1	94,8	91,8	-3	90,7	-1,1
	90	91,5	90,3	1,2	96,4	93,4	-3	92,3	-1,1
E1	50	85,7	86	-0,3	89,5	87,1	-2,4	87,2	0,1
	70	90,3	90,3	0	94,5	91,7	-2,8	91,9	0,2
	80	92,1	92	0,1	96,5	93,6	-2,9	93,6	0
	90	93,7	93,5	0,2	98,3	95,1	-3,2	95,1	0
E2	50	90,2	89,3	0,9	92	90,3	-1,7	90,6	0,3
	70	95,2	94,1	1,1	96,9	95,3	-1,6	95,7	0,4
	80	97,1	96	1,1	99	97,2	-1,8	97,7	0,5
	90	98,9	97,7	1,2	100,7	99,1	-1,6	99,2	0,1
E3	50	87,7	86,7	1	91,5	88,2	-3,3	88,2	0
	70	92,3	91,1	1,2	96,6	92,9	-3,7	93	0,1
	80	94,1	92,9	1,2	98,7	94,8	-3,9	94,7	-0,1
	90	95,7	94,4	1,3	100,5	96,4	-4,1	96	-0,4
N	50	85	84,2	0,8	90,7	85,2	-5,5	86,2	1
	70	90,5	89,3	1,2	96,8	90,7	-6,1	91	0,3
	80	92,7	91,3	1,4	99,2	92,8	-6,4	93	0,2
	90	94,6	93,1	1,5	101,3	94,9	-6,4	94,8	-0,1
M2	50	85,4	84,7	0,7	--	--	--	86,2	
	70	89,4	88,9	0,5	--	--	--	90,4	
	80	90,1	90,5	-0,4	--	--	--	92	
	90	92,4	92	0,4	--	--	--	93,8	

Tabl. 4 : Comparaison des niveaux de bruit obtenus avec les pneumatiques Michelin Energy Saver montés : (1) sur véhicules d'essai ; (2) sur la remorque ; (3) le même pneumatique a été utilisé pour les deux séries de mesure
 Comparison of CPX levels measured on Michelin Energy Saver tyres mounted on : (1) SPV ; (2) trailer ; (3) the same tyre was used for both types of measures

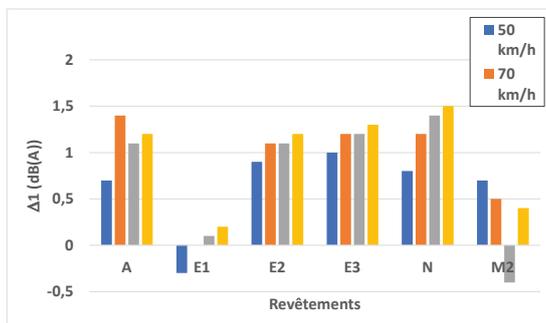


Fig. 3 : Influence du système de mesure : écarts entre niveaux de bruit obtenus avec le même pneumatique Michelin Energy Saver monté sur véhicule d'essai et sur remorque
 Comparison of CPX levels measured on the same Michelin Energy Saver tyres mounted on SPV and trailer

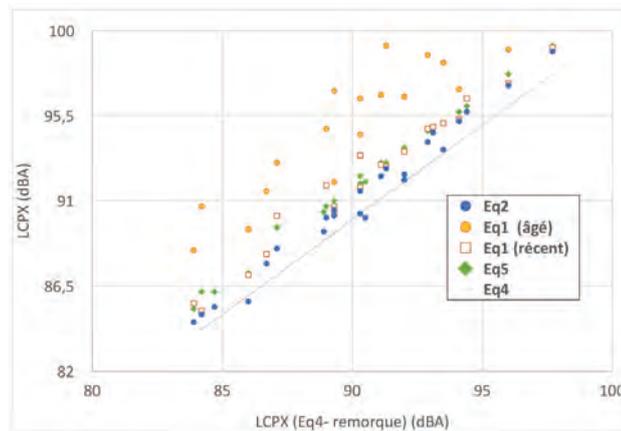


Fig. 4 : Écarts de niveaux de bruit obtenus pour les différents jeux de pneumatiques Michelin Energy Saver montés sur véhicules d'essai et sur remorque
 Noise levels measured for the different sets of Michelin Energy Saver tyres mounted on SPV and trailer

Comparaison des résultats obtenus avec deux jeux de pneumatiques de référence SRTT-C1 montés sur la remorque

Le tableau 5 regroupe les niveaux de bruit mesurés sur les deux jeux de pneumatiques Uniroyal SRTT-C1 montés successivement sur la remorque. La colonne Δ_1 concerne la répétabilité de la mesure sur un même jeu de pneumatiques : avec un écart moyen de 0,1 dB et un écart-type de 0,2 dB, cette répétabilité peut être considérée comme excellente. La colonne Δ_2 correspond aux écarts mesurés sur les deux jeux de pneumatiques (concernant le pneumatique SRTT2, les niveaux pris en compte sont les moyennes des deux séries de mesures relatives à la répétabilité). L'écart moyen est de 1 dB avec un écart-type de 0,8 dB ;

Il est intéressant de noter que les écarts les plus importants ont été obtenus sur les planches A' et C2 qui présentent les rugosités les plus élevées de toutes les planches testées.

Classification des revêtements

Un des objectifs de cette étude était de s'assurer que la nature de l'équipement utilisé (voiture instrumenté ou remorque, type de pneumatiques) n'influe pas sur la classification des revêtements. Le tableau 6 illustre la classification obtenue pour les différentes configurations [équipes/pneumatiques] à la vitesse de 80 km/h. Si l'on fait abstraction des niveaux absolus et que l'on s'en tient à la stricte hiérarchisation des revêtements, les résultats obtenus sont dans l'ensemble plutôt cohérents.

Revêtement	Vitesse (km/h)	SRTT1	SRTT2	SRTT2(r)	Δ_1	Δ_2
A	50	84,1	84,4	84,5	-0,1	0,35
	70	88	88,6	88,4	0,2	0,5
	80	89,5	90,3	89,9	0,4	0,6
	90	90,8	91,8	91,3	0,5	0,75
E1	50	86,2	87,2	87	0,2	0,9
	70	90,3	91,2	91,1	0,1	0,85
	80	92	92,8	92,7	0,1	0,75
	90	93,4	94,2	94,1	0,1	0,75
E2	50	88,6	90,1	90,1	0	1,5
	70	93,6	94,9	94,6	0,3	1,15
	80	95,6	96,7	96,4	0,3	0,95
	90	97,3	98,4	98	0,4	0,9
E3	50	87,4	88,2	88,6	-0,4	1
	70	91,6	92,4	92,6	-0,2	0,9
	80	93,3	94,1	94,1	0	0,8
	90	94,8	95,6	95,5	0,1	0,75
N	50	86,1	86,9	86,7	0,2	0,7
	70	91,6	91,5	91,3	0,2	-0,2
	80	93,7	93,4	93,1	0,3	-0,45
	90	95,6	95	94,7	0,3	-0,75
A'	50	89,5	91,8	92,4	-0,6	2,6
	70	94,9	97,1	97,3	-0,2	2,3
	80	97	99,2	99,3	-0,1	2,25
	90	98,9	101	101	0	2,1
M2	50	85	86	85,8	0,2	0,9
	70	89,2	90,1	89,9	0,2	0,8
	80	90,8	91,8	91,6	0,2	0,9
	90	92,3	93,2	93	0,2	0,8
C2	50	90,8	93,7	93,5	0,2	2,8
	70	97,1	99,5	99,1	0,4	2,2
	80	99,6	101,8	101,3	0,5	1,95
	90	101,8	103,8	103,2	0,6	1,7

Tabl. 5 : Comparaison des résultats obtenus avec deux jeux de pneumatiques de référence Uniroyal SRTT-C1 montés sur la remorque
Comparison of CPX levels measured on UniroyalSRTT tyres mounted on and trailer

Les écarts de niveaux constatés entre la planche la plus silencieuse et la planche la plus bruyante sont du même ordre (en tenant compte du nombre de planches effectivement mesurées par les différentes équipes), à l'exception de la configuration [Eq4 (remorque)/AV4] pour laquelle cet écart est plus faible. Ceci est justifié par le fait que le pneumatique Avon AV4, censé être représentatif des pneumatiques équipant les poids lourds, est probablement moins sensible à la rugosité des revêtements.

Les figures 5 et 6, page suivante, illustrent cette même classification en considérant ici les niveaux relatifs :

- Sur la figure 5, la référence est la configuration [remorque/pneumatique SRTT1] mesurée sur planche N (revêtement ISO)
- Sur la figure 6, la référence est le niveau mesuré sur la planche ISO pour chaque configuration [système de mesure/pneumatique].

Les écarts observés sur les niveaux relatifs (quelle que soit la référence retenue) mettent en évidence le rôle majeur joué par le pneumatique. Par ailleurs, il est intéressant de constater que la répartition des revêtements selon les trois classes (R1, R2 et R3) considérées dans la méthode réglementaire de prévision du bruit routier NMPB08 [8], conduit à une hiérarchisation cohérente des planches.

Conclusion

Les essais croisés réalisés en novembre 2016 ont permis d'acquérir des données de référence sur une dizaine de revêtements de la piste routière de l'IFSTTAR avec la nouvelle méthode normalisée NF EN ISO 11819-2 utilisant en particulier un pneumatique de référence pour véhicules légers Uniroyal SRTT-C1.

Ces essais ont mis en évidence des différences significatives de niveaux sonores absolus entre les mesures effectuées à l'aide d'une remorque et celles effectuées avec des véhicules légers instrumentés utilisant des pneumatiques du commerce. Ces différences sont à prendre en considération, notamment s'il est envisagé de définir des classes de revêtements.

Pendant, les résultats obtenus sur des pneumatiques de même modèle montrent que les niveaux absolus CPX mesurés sur remorque ou sur véhicule instrumenté sont proches, bien que très sensibles aux caractéristiques du pneumatique (charge, dureté, âge). Par ailleurs, les divers systèmes de mesure CPX et les différents pneumatiques (issus du commerce ou pneumatique de référence préconisé par [5]) utilisés dans ces essais croisés ont conduit à des niveaux sonores relatifs cohérents, en particulier une classification identique des revêtements.

	Eq2/ SAVER	Eq2/ NEIGE	Eq3	Eq6	Eq1 SAVER (A)	Eq2 SAVER(N)	Eq5	Eq4/ SRTT	Eq4/ SRTT1	Eq4/ SRTT2	Eq4/ AV4	Eq4/ SAVER
	90,1	89,9	90,5	91,4	94,8	91,8	90,7	89,5	90,3	89,9	92,1	89
	90,1	90,6	91,7	92,4	96,5	92,8	92	91,6	91,8	91,4	92,8	90,5
	92,1	91,5	92,9	94,2	98,7	93,6	93	92	92,8	91,6	94,1	91,3
	92,7	92,4	93,5	94,2	99	94,8	93,6	93,3	93,4	92,7	94,5	92
	94,1	92,9	94	95,2	99,2	97,2	94,7	93,7	94,1	93,1	95,1	92,9
	97,1	96,2	96,8	95,2	102,8	101,2	97,7	95,6	96,7	94,1	95,4	96
			98,7	97,9			102,2	97	99,2	96,4	95,4	98,1
				102,5				99,6	101,8	99,3	96,6	100,3
										101,3	98,5	
Δ	7	6,3	8,2	11,1	8	9,4	11,5	10,1	11,5	11,4	6,4	11,3

A	Eq1	Eq2	Eq3	N	C2	A'
(BBDR 0/6)	BBSG 0/10 récent	(BBSG 0/10 âgé)	(SMA 0/10)	(BBSG 0/6 ISO 10844)	(ES 10/14- 4/6)	(ER 8/10)

Tabl. 6 : Classification des revêtements obtenue pour les différentes configurations [système de mesure/pneumatique] à la vitesse de 80 km/h (niveaux exprimés en dB(A)). Configurations apparaissant en italique : mesures effectuées à l'aide de la remorque
Classification of road surfaces. In italic: Configurations using the trailer. Speed: 80 km/h.

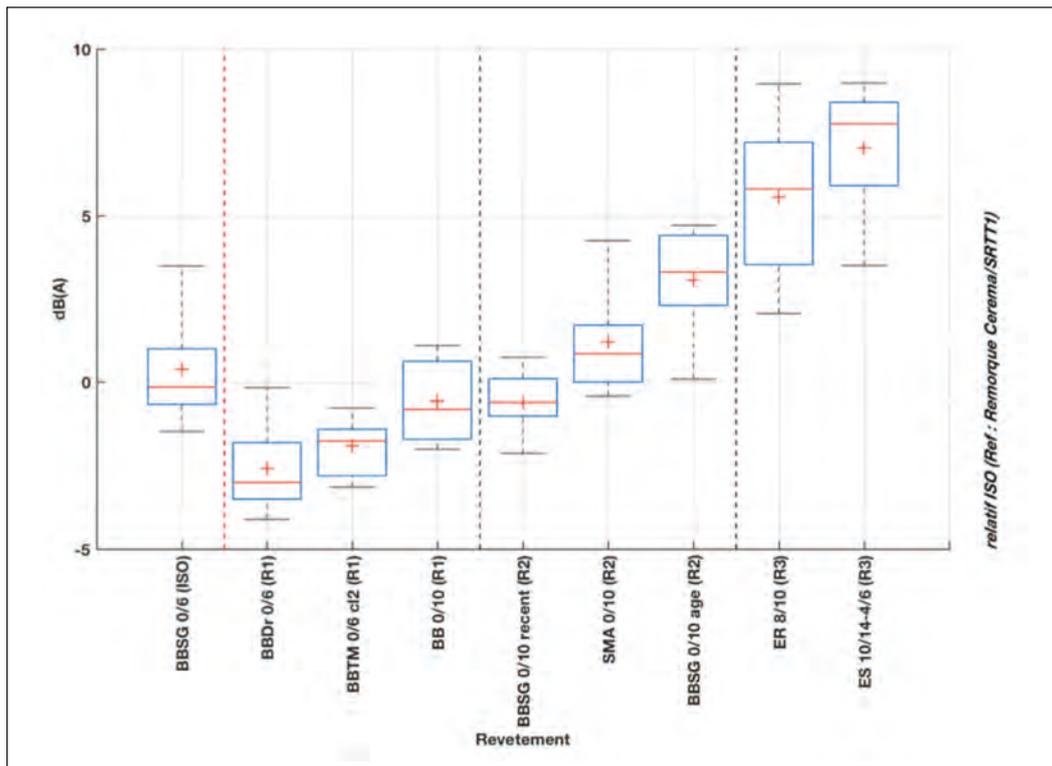


Fig. 5 : Classification des revêtements en niveaux relatifs. La référence est la configuration [remorque/pneumatique SRTT 1] sur planche ISO
Classification of road pavements in relative levels. For each configuration, the reference is the CPX level measured on the test track "N", with the configuration [Eq4/SRTT-C1].

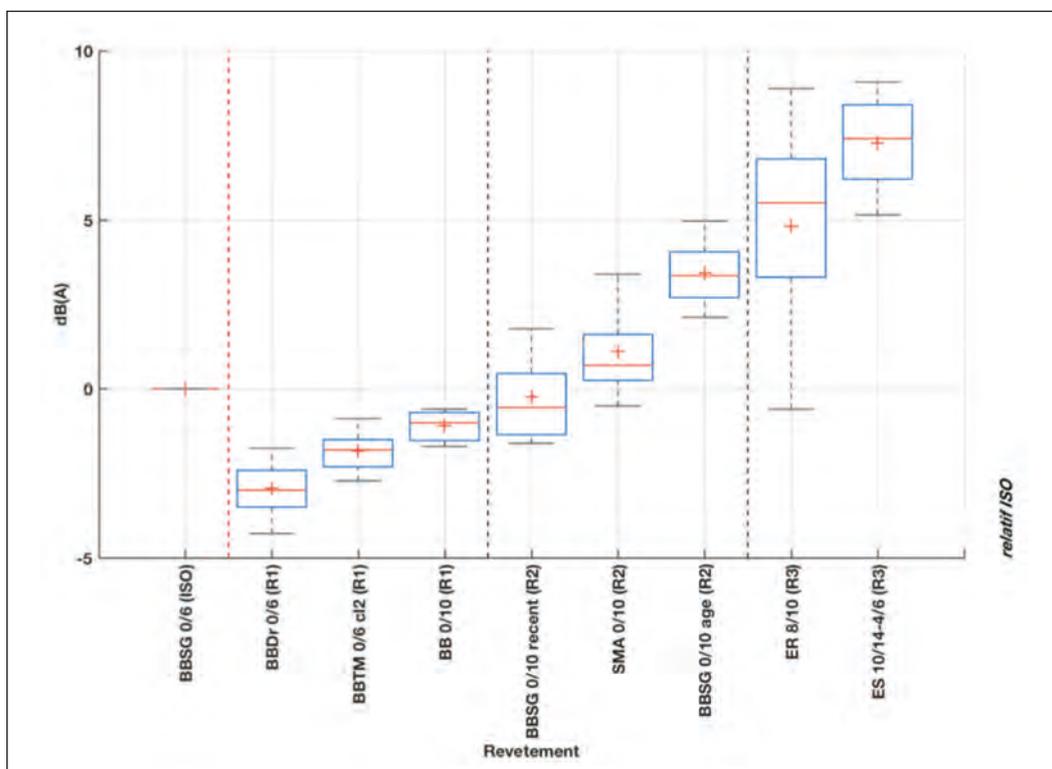


Fig. 6 : Classification des revêtements en niveaux relatifs. La référence pour chaque configuration [système de mesure/pneumatique] est le niveau mesuré sur la planche ISO
Classification of road pavements in relative levels. For each configuration, the reference is the CPX level measured on the test track "N".

Ceci devrait, à terme, mener à la définition d'une méthode de caractérisation harmonisée des revêtements de chaussée, utile à la fois aux maîtres d'ouvrage routiers et aux entreprises routières. En effet, les maîtres d'ouvrage s'appuieront sur cette méthode pour fixer des exigences dans leurs marchés de travaux et s'assurer ainsi des qualités acoustiques des chaussées qu'ils gèrent. Les entreprises bénéficieront de la méthode pour développer et promouvoir leurs produits innovants et particulièrement peu bruyants. Ceci devrait concourir à une plus large utilisation des revêtements peu bruyants et donc une meilleure protection des riverains.

Remerciements

Les auteurs remercient la PFA/CSTA 12 pour le financement apporté à la réalisation de cette étude. Les auteurs remercient également les équipes ayant participé aux essais croisés (Eurovia, Colas, CEREMA, Ville de Paris, Michelin, IFSTTAR), dont certaines sont membres du CSTA12, de l'IDRRIM GNCDs (sous-groupe « Bruit ») et du Réseau Scientifique et Technique du MTES.

Références bibliographiques

- [1] C. Avezard, S. Leblanc, M. Rostagnat, *Réflexion prospective sur une politique de réduction des nuisances sonores, rapport du CGEDD n° 011057* (2017)
- [2] *Enquête sur le critère bruit de roulement dans les marchés d'entretien ou de construction de chaussées, Rapport du sous-groupe « Bruit » du Groupe National Caractéristiques De Surface, IDRRIM* (2014)
- [3] ISO 11819-1 :1997 Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise. Part 1 : Statistical pass-By Method (1997)
- [4] ISO 11819-2:2017 Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 2: the close proximity method (2017)
- [5] ISO TS 11819-3: 2017 Acoustics – Measurement of the influence of road surfaces on traffic noise – Part 3: Reference tyres (2017)
- [6] Bühlmann E., Schulze S., Ziegler T. : Ageing of the new reference tyres during a measurement season. Proc Internoise 2013, Innsbruck, Austria, 2013
- [7] Wehr R., Fuchs A., Aichinger C. : A combined approach for correcting tyre hardness and temperature influence on tyre/road noise. Appl. Acoust. ; 134, 110-118 (2018)
- [8] NMPB08 – Partie 1 : Calcul des émissions sonores dues au trafic routier. Publication Setra (2009)