

Moyen de mesure de l'absorption acoustique sur des échantillons de chaussée

Dominique Armand,
Bernard Béguet,
MicrodB,
7B, allée Claude Debussy,
69130 Ecully,
tél. : 04 72 18 01 00,
fax : 04 72 18 01 09,
e-mail : bb@microdb.fr

Ce papier présente une méthode originale de mesure du coefficient d'absorption acoustique des chaussées. Le principe en est le suivant : marquer la géométrie réelle (moulage de la partie inférieure du pneumatique) et les sources réelles (à l'entrée et la sortie de l'aire de contact). Cette méthode présente les deux avantages suivants :

- Être représentative du comportement de la chaussée en fonctionnement réel,
- Permettre des mesures sur des échantillons de petite taille (50x50 cm²).

This paper deals with an original method to measure the absorption coefficient of a road surface. The principle is the following : doing a model of the true geometry (cast of the lower part of the tire) and the real noise sources (at the leading edge and the trailing one). The main advantages of this method are the following :

- To be quite representative of the true behaviour of the road surface,
- To allow to do measurement with small sampling of the road (50x50 cm²).

La société MicrodB travaille pour les industriels, principalement du secteur automobile, et met au point des moyens permettant d'intégrer la contrainte acoustique dès la conception. Concernant les fabricants de revêtements routiers, elle a œuvré pour mettre au point des moyens de caractérisation acoustique des revêtements utilisables sur des échantillons de revêtement de dimension typique 50 cm x 50 cm.

L'action du revêtement sur le bruit de roulement intervient à deux niveaux dans la chaîne de génération du bruit :

- Au niveau de la source de bruit elle-même, puisque la chaussée peut être considérée comme l'excitateur du pneumatique, au moins pour un type de mécanisme d'émission,
- Lorsque le bruit est émis dans une zone proche de l'aire de contact, la chaussée atténue plus ou moins le bruit lors de sa propagation.

Cette publication présente un moyen de quantification de ce deuxième effet (absorption) utilisable pour des échantillons de petite taille ne nécessitant pas la réalisation de grands tronçons de chaussées.

Définition du principe de mesure

Plusieurs méthodes existent pour mesurer l'absorption des chaussées :

- La mesure en tube de Kundt. Cette méthode a l'avantage de faire des mesures pour des échantillons de très petite taille ; par contre la mesure est faite en incidence normale, ce qui n'est pas représentatif du fonctionnement réel,
- Une mesure « impulsive » consistant à émettre un bruit impulsif à une certaine distance du sol et à mesurer le niveau sonore en un autre point. Le traitement du signal permet de séparer le rayon direct et celui réfléchi par la chaussée et d'en déduire les coefficients de réflexion et d'absorption. En modifiant la hauteur de la source par rapport au sol, la mesure peut être faite pour différentes incidences ; cette mesure nécessite un espace de grande dimension (plusieurs mètres de chaussée).

Pour se rapprocher de l'émission réelle, le principe de la méthode proposée consiste à placer une source près de l'aire de contact et à mesurer le bruit rayonné. La mesure est

en réalité réalisée par réciprocity pour des raisons pratiques : la taille des microphones est bien plus faible que celle d'une source acoustique et peut aisément être placée près de l'aire de contact alors qu'une source modifie inéluctablement la forme du « coin d'air ». La méthode repose alors sur deux mesures :

- Une mesure sur une plaque en marbre dont l'absorption est quasi nulle,
- Une mesure pour l'échantillon analysé.



Photo : marbre de référence

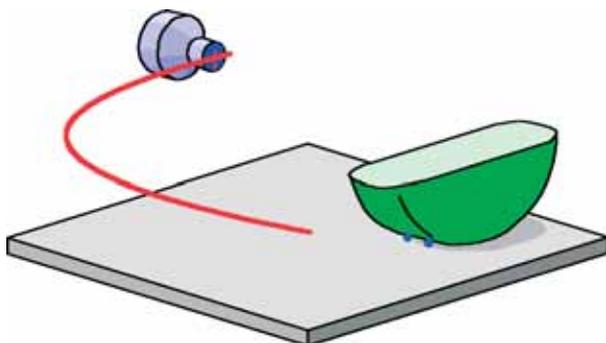
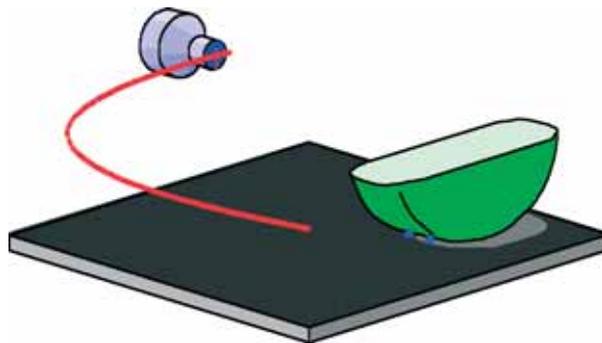


Fig. 1 et 2 : Mesure sur plaque de marbre



Mesure sur échantillon de revêtement

Un spectre « différentiel » entre les deux résultats obtenus permet de caractériser l'échantillon.

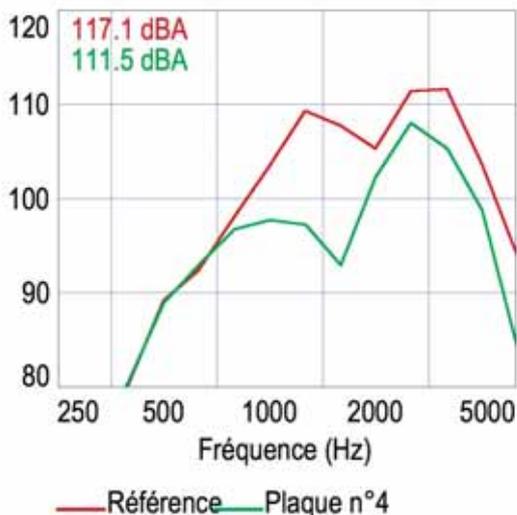
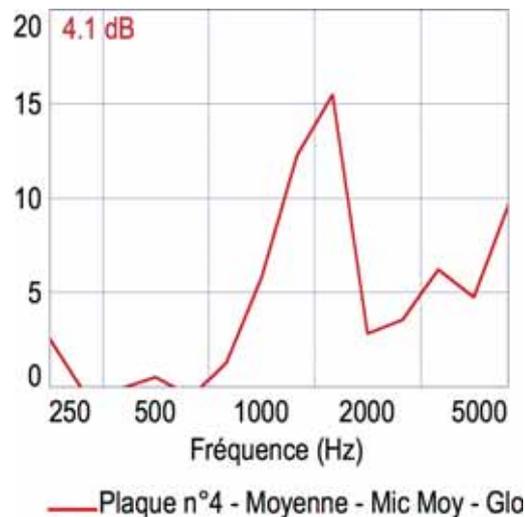


Fig. 3 et 4 : Spectres obtenus sur le marbre et sur l'échantillon



Spectre différentiel

La méthode peut être utilisée sur véhicule. Pour aboutir à un outil de laboratoire, un moulage du pneumatique a été réalisé en s'attachant à avoir une bonne représentativité de l'aire de contact. Il a été montré qu'il suffisait d'avoir la partie inférieure du pneumatique pour avoir un bon maquetage de l'effet d'amplification par le coin d'air. La maquette et le marbre de référence sont représentés sur la photo ci-après.

En conclusion, rappelons les atouts de cette méthode :

- La géométrie de test est très proche de la géométrie réelle,
- L'utilisation du maquetage du coin d'air rend la source directive, ce qui a pour effet de limiter les effets de diffraction

sur le pourtour de l'échantillon et permet corrélativement de faire des mesures pour des échantillons de petite taille. La mesure est satisfaisante dans la bande de fréquence 400-4 000 Hz avec la géométrie représentée ci-dessus,
 - Les résultats sont exprimés en dB et donc facilement exploitables. En particulier, le spectre différentiel entre deux revêtements donne directement l'écart de niveau de bruit entre ces deux revêtements induit par l'effet de propagation modélisé.

Résultats obtenus

Qualification du coin d'air

La première étape consiste à mesurer l'effet d'amplification du « coin d'air » pour le marbre de référence. Pour cela, des essais ont d'abord été effectués en chambre anéchoïque avec la maquette seule (sans « chaussée ») avec la position relative des microphones et des sources utilisée lors des tests sur échantillons. Le spectre différentiel entre la mesure sur le marbre et la mesure en chambre anéchoïque est donné sur la figure ci-dessous.

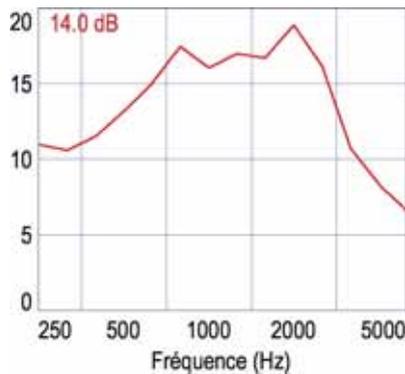


Fig. 5 : spectre différentiel entre la mesure sur le marbre et la mesure en chambre anéchoïque

Notons que ce résultat est un peu différent de celui présenté dans les publications présentant une modélisation de l'effet de coin d'air, puisque qu'on présente dans ce cas l'écart avec et sans le pneumatique. En haute fréquence (lorsque la longueur d'onde est inférieure à la largeur de l'aire de contact), les résultats sont similaires. Par contre, en basse fréquence où le pneumatique est quasi transparent d'un point de vue acoustique, un écart de 6 dB existe entre les deux résultats.

On peut effectivement constater que le « coin d'air » amplifie le son d'une manière importante (plus de 15 dB dans la plage de fréquence de 800 à 2 500 Hz).

Des essais ont été réalisés pour vérifier la reproductibilité des mesures. La reproductibilité est parfaite si on fait les mesures successivement. Par contre, si on enlève et on remet le moulage du pneumatique, des différences apparaissent car le revêtement n'est pas homogène. Les différences restent tout de même assez faibles (voir figure ci-après). Le protocole de mesure défini consiste alors à faire des mesures pour différentes positions du moulage et à calculer la moyenne des essais.

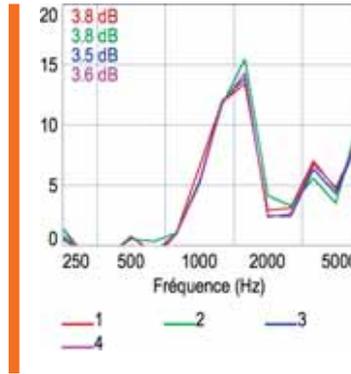


Fig. 6 : reproductibilité des mesures

Mesures de différents revêtements

Des essais ont été réalisés sur différents échantillons de revêtement en coopération avec la société COLAS qui a fourni les échantillons. La figure ci-dessous présente les résultats pour 4 revêtements :

- un béton bitumineux (plaque n° 2),

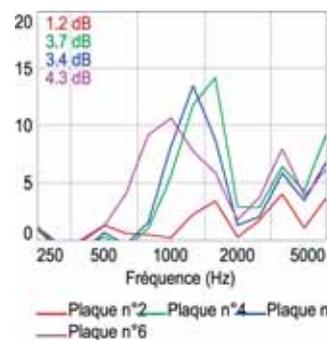


Fig. 7 : résultats de mesures pour 4 revêtements

- un enrobé drainant (plaque n° 6),

- deux enrobés COLSOFT mis au point par COLAS (plaques 4 et 5).

Les conclusions suivantes peuvent être énoncées :

- l'absorption du béton bitumineux reste faible dans toute la plage de fréquence,
- au contraire la diminution du niveau engendré par les autres revêtements est forte, elle atteint 14 dB dans le 1/3 d'octave 1 600 Hz pour la COLSOFT n° 5. Le gain moyen sur les 1/3 d'octave représentés est de 3 à 4 dB ; il est même supérieur à 5 si on se restreint à la bande 500-4 000 Hz qui porte la majeure partie de l'émission sonore du contact pneu-chaussée,
- on peut noter que la constitution exacte du revêtement permet de positionner en fréquence la bande de fréquence où l'atténuation est maximale.

Conclusions

Le moyen de mesure développé est rapide de mise en œuvre et fournit des résultats directement exploitables en terme de gain attendu (en dB) lors du développement de nouvelles formulations de chaussée.

Notons que ce moyen ne quantifie les différences entre revêtements que pour la seule absorption du revêtement. Un moyen complémentaire doit être utilisé pour qualifier, toujours sur des échantillons de petite taille, le niveau avec lequel la chaussée excite le pneumatique.