

MISE EN CONTEXTE

Le Service des chaussées a conçu au printemps 2005 un audiomètre routier dynamique (ARD) afin de mesurer par la méthode en continu (*close-proximity method* ou *CPX*) le bruit généré par l'action du pneu d'un véhicule sur la chaussée. Une campagne d'auscultation, dont une partie a été réalisée simultanément avec l'appareil de mesure NCAT-CPX de l'université d'Auburn en Alabama, a été entreprise avec l'ARD sur plusieurs types de revêtements. Les relevés de niveau sonore avaient pour but d'évaluer la qualité des mesures de l'ARD et de comparer les résultats sur diverses textures de chaussées en béton de ciment et sur des enrobés bitumineux d'âges différents. Une expertise a également été réalisée sur une chaussée en béton de ciment bruyante qui a ultérieurement été recouverte d'un enrobé bitumineux.

QUELQUES CONCEPTS D'ACOUSTIQUE

Le son est produit par une variation de pression atmosphérique qui génère des ondes longitudinales de compression et de dilatation avec une amplitude et une fréquence données [1]. Pour mesurer l'amplitude d'un son, ou le niveau sonore (*sound pressure level*), on utilise généralement une échelle logarithmique appelée décibel (dB). L'oreille humaine entend les sons compris entre 0 et 120 dB. Pour tenir compte du fait que l'oreille humaine n'a pas la même sensibilité en fonction de la fréquence, les niveaux de chaque bande de fréquence sont pondérés par le filtre A, noté dB(A). Cette échelle est couramment utilisée pour les mesures de bruit lié au trafic.

Ainsi mesurées, les sources de bruit ne sont pas simplement additionnées. Par exemple, l'addition de deux sources de bruit ponctuelles de 70 dB(A) chacune équivaut à 73 dB(A). Pour une source linéaire de bruit comme le trafic routier, le son est atténué d'environ 3 dB(A) lorsque l'on double la distance de réception. Par ailleurs, doubler le volume de trafic équivaut à augmenter d'environ 3 dB(A) le bruit mesuré aux abords d'une route [1].

BRUIT PNEU-CHAUSSÉE

À une vitesse élevée, le bruit causé par l'interaction du pneu et de la chaussée domine les bruits d'origine mécanique. Les mécanismes associés au bruit pneu-chaussée sont complexes et sont divisés comme suit : les vibrations radiales, les vibrations tangentielles, la succion et le pompage de l'air [1].

Les vibrations radiales sont causées par l'impact du pneu sur les irrégularités du revêtement. Les vibrations tangentielles sont dues à l'adhérence et au glissement du pneu sur la chaussée. Le bruit de succion est créé lorsque l'adhérence du pneu à la chaussée est brisée. Enfin, la compression et le relâchement de l'air piégé dans les cavités du pneu créent le pompage de l'air. Ces phénomènes de vibration et d'aérodynamisme génèrent des sons de différentes fréquences.

Le bruit généré par l'interaction pneu-chaussée est amplifié par la réflexion du son dans la cavité formée entre la surface du pneu en mouvement et la chaussée (*horn effect*). La résonance de l'air emprisonné à l'intérieur du pneu et dans les cavités du pneu (*Helmholtz resonance*) peut également amplifier le son. À l'inverse, un revêtement de chaussée poreux avec des vides interconnectés réduit la quantité d'air emprisonné et permet une meilleure absorption ainsi qu'une meilleure dispersion du son.

L'ARD

Pour créer un audiomètre routier dynamique (ARD) conforme à la proposition de norme ISO/CD 11819-2 sur la méthode de mesure de bruit en continu [2], on a équipé un véhicule d'essai de trois microphones placés près du point de contact du pneu avec la chaussée. Ce dispositif a permis de mesurer le niveau sonore en conditions réelles de roulement (figure 1).



Figure 1 – Position des microphones par rapport au pneu

La méthode en continu est bien adaptée à la comparaison des différentes textures de revêtement. De plus, elle est rapide et offre une bonne répétabilité. Contrairement aux méthodes de mesure « au passage » du bruit aux abords de la route, la méthode en continu ne tient pas compte de la propagation du son dans le milieu environnant et représente le bruit généré par un

pneu d'une minifourgonnette de référence plutôt que par celui d'un véhicule lourd. La mesure est relative, car les capteurs sonores sont à l'air libre et non dans un environnement contrôlé exempt de bruit extérieur.

TRAITEMENT DES DONNÉES

Seules les fréquences situées entre 315 Hz et 4000 Hz sont conservées pour l'analyse. Pour appliquer les facteurs de pondération associés au filtre A, le signal d'origine est décomposé en bandes de fréquence normalisées (tiers d'octave).

La somme des tiers d'octave permet d'obtenir la valeur en dB(A) du segment ausculté. La valeur moyenne pour chacun des signaux numériques (44 100 valeurs par seconde) est calculée selon un pas de mesure de 20 m comme le suggère la norme. On applique ensuite une correction pour tenir compte de la variation de la vitesse du véhicule (référence : 100 km/h) ainsi que de celle de la température du revêtement (référence : 20 °C). À titre indicatif, le bruit au contact pneu-chaussée diminue de 0,3 à 0,6 dB(A) pour une augmentation de la température de 10 °C.

Le dernier traitement consiste à faire la moyenne arithmétique des données enregistrées par les trois microphones, puis la moyenne de tous les segments sur le tronçon à l'étude pour obtenir une valeur moyenne de niveau sonore en dB(A).

CAMPAGNE D'AUSCULTATION 2005

En 2005, on a évalué le niveau sonore de plus de 30 sections de chaussées souples et de chaussées rigides avec l'ARD. Pour les revêtements récents, on note que les sites en béton de ciment sont plus bruyants que les sites en enrobé. Pour les sites en béton de ciment de 5 ans et moins, le niveau sonore se situe entre 108,8 et 111,4 dB(A). Pour les sites en enrobé de 2 ans et moins, le niveau sonore se situe entre 105,1 et 108,2 dB(A). Des enrobés âgés de 7 à 10 ans présentent des niveaux sonores variant de 109,3 à 109,9 dB(A). Il est reconnu que le bruit augmente avec le temps pour un enrobé bitumineux à cause du colmatage de la porosité de surface et de l'apparition de fissures. Pour le béton de ciment, l'usure de la texture avec le temps contribue à diminuer le bruit pneu-chaussée. Ces aspects restent à évaluer dans le contexte québécois.

Les résultats fournis par l'université d'Auburn sont comparables aux résultats de l'ARD, tant pour l'ordre sonore des sections que pour les écarts de niveau sonore. Cela confirme la qualité des mesures de l'ARD.

Les techniques de texturisation utilisées sur les chaussées en béton de ciment en 2004 et 2005, tels le rainurage transversal conforme aux exigences et le grenailage, tendent à produire des surfaces plus silencieuses que celles dont la profondeur du rainurage transversal excède l'exigence contractuelle maximale de 6 mm, notamment pour les projets réalisés en 2002 et 2003.

Malgré un niveau sonore moyen semblable dans certains cas, le grenailage des surfaces en béton de ciment semble diminuer ou éliminer les pics de fréquences discrètes entre 750 et 1000 Hz associés au rainurage transversal profond et présumés être plus inconfortables pour les riverains. Plus les rainures sont profondes, plus les pics sont élevés.

CAS DE L'AUTOROUTE 15

Des mesures de bruit avec l'ARD ont été effectuées sur l'autoroute 15 à Boisbriand/Sainte-Thérèse, entre le pont Gédéon-Ouimet et la sortie 25 à Blainville. Ces relevés avaient pour but d'évaluer la différence de niveau sonore avant et après le recouvrement bitumineux de la chaussée en béton de ciment construite en 2002 et

texturée par rainurage transversal profond.

Au printemps 2005, une section d'environ 1 km située dans la voie lente en direction nord a été meulée sur une faible épaisseur afin de diminuer le bruit perçu par les riverains. Ce micromeulage n'a toutefois pas éliminé complètement les rainures transversales bruyantes. Les relevés effectués avec l'ARD ont montré que les pics de fréquences caractéristiques étaient toujours présents et que le niveau sonore n'a diminué que de 1,6 dB(A) (figures 2 et 3). Cette amélioration n'étant pas considérée comme suffisante, on a procédé au resurfaçage en enrobé EG-10 de la totalité du revêtement en béton de ciment au mois d'août 2005. Cela a éliminé complètement les pics et réduit le niveau sonore moyen au contact pneu-chaussée de 3,7 dB(A) par rapport au rainurage transversal profond et de 2,1 dB(A) par rapport au micromeulage.

CONCLUSION

Malgré la courte expérience du Service des chaussées en matière de mesure en continu du bruit pneu-chaussée, la campagne de relevés 2005 a permis de confirmer la qualité des relevés de l'ARD et de faire une première évaluation du bruit généré par différentes textures de béton de ciment et différents mélanges d'enrobé bitumineux. Les nombreuses mesures de bruit réalisées sur l'autoroute 15 à Boisbriand/Sainte-Thérèse avant et après le resurfaçage à l'enrobé ont révélé une diminution du bruit pneu-chaussée de 3,7 dB(A) par rapport au rainurage transversal profond et ont mis en lumière l'intérêt d'une analyse par spectre de fréquence.

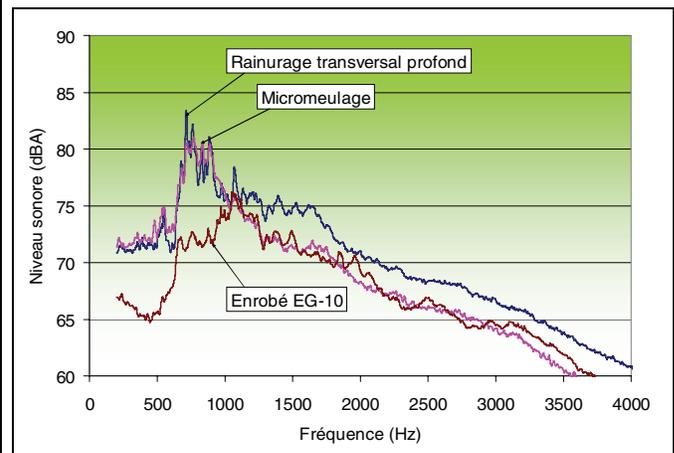


Figure 2 – Spectres de fréquence sur l'autoroute 15

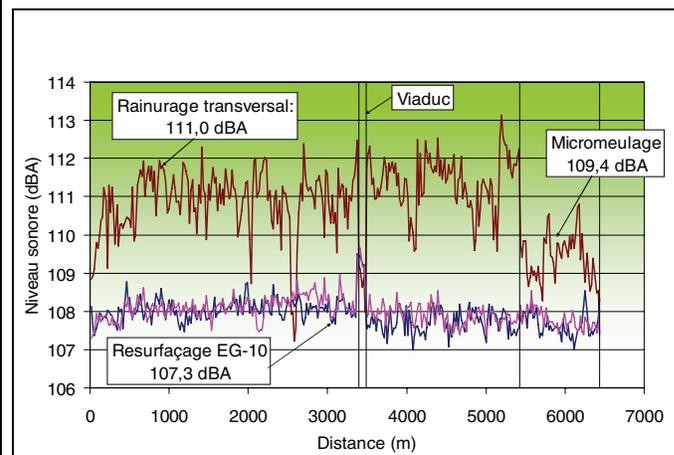


Figure 3 – Niveau sonore, voie 1 nord de l'autoroute 15

RÉFÉRENCES

[1] Sandberg, U., Ejsmont, J.A. (2002) Tyre/road noise reference book. Published by Informex, Sweden, 616 p.

[2] International Organization for Standardization. (2000) Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise—Part 2: The close-proximity method, Draft Standard ISO/CD 11819-2, Geneva, Switzerland: ISO/TC 43/SC 1/WG 33, December 2000.

RESPONSABLE :

Nadia Pouliot, ing., Ph. D.
Service des chaussées

DIRECTEUR :



Michel Labrie, ing.