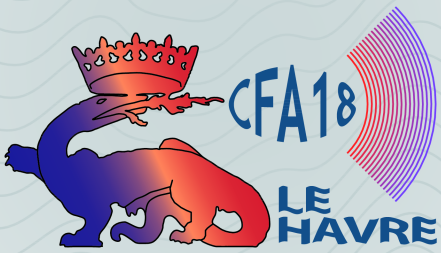
CFA '18 LE HAVRE ▪ 23-27 avril 2018
14ème Congrès Français d'Acoustique



Suivi des performances acoustiques de revêtements de chaussées peu bruyants

C. Ribeiro[a], J. Lefebvre[b], K. Ibtaten[c], F. Mietlicki[d] et M. Sineau[d]
[a]Bruitparif, Axe Pleyel 4 - B104, 32 boulevard Ornano, 93 200 Saint-Denis, France
[b]Mairie de Paris / LEMVP, Laboratoire de l'Espace Public, 15 rue Jean Baptiste Berlier, 75013 Paris, France
[c]Mairie de Paris / DEVE / AEU / Pôle Bruit, 103 avenue de France, 75013 Paris, France
[d]BRUITPARIF, 32 boulevard Ornano, Axe Pleyel 4 - B104, 93200 Saint-Denis, France
carlos.ribeiro@bruitparif.fr

En 2012, la Ville de Paris a démarré une expérimentation sur un tronçon de 200 m du boulevard périphérique parisien afin de tester l'utilisation de revêtements de chaussées peu bruyants et leur pérennité acoustique et mécanique au cours du temps, dans un contexte de fort trafic routier. Au terme du projet HARMONICA soutenu par le projet européen LIFE +, Bruitparif a maintenu une station permanente de mesure du bruit au niveau du terre-plein central afin de suivre l'efficacité acoustique du produit testé sur plusieurs années. En collaboration avec la DIRIF, des suivis similaires ont été mis en œuvre récemment par Bruitparif à proximité d'habitations riveraines de grandes infrastructures routières traversant le territoire francilien, telles que les autoroutes A4 et A6. L'exploitation des données de mesure a permis de dresser un bilan détaillé de l'exposition au bruit des riverains préalablement au remplacement du revêtement de chaussées, mais également d'affiner la carte de bruit stratégique produite dans le cadre de la directive européenne 2002/49/CE. L'exploitation des stations de mesures permanentes permettra de suivre l'évolution des performances acoustiques des nouveaux revêtements de chaussées au cours du temps. Bruitparif est partenaire du projet européen LIFE « COOL AND LOW NOISE ASPHALT » piloté par la Ville de Paris et dont le but est de tester, sur trois sites parisiens fortement exposés au bruit routier, trois formules innovantes de revêtement bitumeux pour lutter contre la pollution sonore et le réchauffement climatique. Les enrobés combinent des propriétés phoniques, thermiques et mécaniques, en particulier durabilité. Les résultats de ces expériences seront présentés et discutés dans ce document. Pour la présentation orale, les résultats seront mis à jour au cours de l'année 2018, soit presque six ans après le début de l'expérience pour le boulevard périphérique et un an pour les autoroutes A4 et A6.

1 Introduction

La réduction du bruit généré par le trafic routier en milieu urbain implique la combinaison de plusieurs actions. Parmi les actions envisageables, la pose de revêtements de chaussée à faible bruit apparaît comme une solution prometteuse pour résoudre le problème à la source. Différentes évaluations sur le sujet sont menées en Ile-de-France, sur le boulevard périphérique parisien, sur les autoroutes A4 et A6. Des projets d'expérimentations plus récents combinant propriétés acoustiques et thermiques en centre-ville à Paris sont également en cours.

2 Boulevard périphérique parisien

Sur la période 2010-2011, plusieurs éléments ont conduit la Ville de Paris à tester le recours à des revêtements de chaussée à performances acoustiques sur le boulevard périphérique parisien, dans un contexte de fortes contraintes liées au grand nombre de véhicules empruntant quotidiennement cette infrastructure routière (plus de 1,2 million de véhicules avec jusqu'à 270 000 véhicules par jour dans certains endroits) :

- la publication par Bruitparif des résultats de la campagne de mesure du bruit menée autour du boulevard périphérique en janvier 2010 [1] ;
- l'élaboration du Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE) avec une priorité immédiate de la Ville de Paris d'expérimenter un revêtement peu bruyant sur le boulevard périphérique en février 2011 ;
- un vœu au conseil du 20ème arrondissement pour une expérimentation sur le boulevard périphérique au droit des écoles et logements en mars 2011 ;
- le renouvellement du marché d'entretien et ouverture à des « produits alternatifs à caractéristiques phoniques améliorées » en juin 2011.

2.1 Secteur expérimental

Ainsi, dès 2012, la Ville de Paris et Bruitparif ont expérimenté ce type de solution sur une partie du boulevard périphérique parisien afin d'évaluer sa pertinence et sa pérennité dans le temps d'un point de vue acoustique et mécanique.

La portion choisie pour l'expérience est une section de 200 m située sur un site concerné par un GPRU à la Porte de Vincennes, entre le Pont de Lagny et l'échangeur de la Porte de Vincennes. Ce secteur bénéficiait d'un financement ADEME dans le cadre du traitement des points noirs du bruit.

Du 25 au 29 juin 2012, les services de la DVD (Direction de la Voirie et des Déplacements) de la Ville de Paris et la Société Colas ont mis en œuvre un enrobé de type BBTM 0/6 et BBTM 0/4 respectivement sur les voies de circulation intérieures et extérieures du boulevard extérieur, y compris les bretelles de desserte en lieu et place des anciens revêtements âgés de 3 à 30 ans (Voir Figures 1 et 2).

Figure 1: Secteur expérimental (Porte de Vincennes).

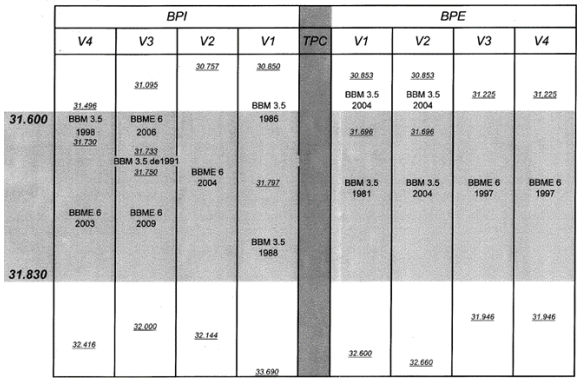


Figure 2: Revêtements de chaussée initiaux.

2.2 Dispositif d'évaluation du bruit à la source

Des mesures en continu du bruit de contact pneumatique/chaussée selon la méthode LCPC n°63 M1 (CPX) ont été programmées régulièrement par la Ville de Paris afin de suivre l'évaluation des performances acoustiques de chaque voie de circulation.

2.3 Dispositif d'évaluation du bruit en façade d'habitations

Dans le cadre du projet HARMONICA [2] soutenu par le programme européen LIFE +, Bruitparif a déployé cinq stations de mesure du bruit afin de suivre l'efficacité acoustique des produits testés. Une première station a été installée sur le terre-plein central (à proximité immédiate de la circulation), trois autres ont été installées en façade des bâtiments d'habitation les plus proches. La cinquième station a été positionnée à l'extérieur du périmètre expérimental afin d'être exploitée comme station de contrôle.

Figure 3: Emplacement des stations de mesure de surveillance du bruit.

Un accès en temps réel aux résultats du dispositif de surveillance du bruit de la porte de Vincennes est disponible sur la plateforme de consultation des données de Bruitparif, via le site internet de Bruitparif : http://rumeur.bruitparif.fr. Les résultats de cette expérience ont également été publiés et partagés avec d'autres exemples de bonnes pratiques sur la base de données des actions anti-bruit disponible sur le portail internet du projet HARMONICA [2] en ligne dès fin 2013 : http://www.noiseineu.eu.

2.4 Performances initiales : bruit contact pneumatique-chaussée (CPX)

Cette approche permet de caractériser les 8 voies indépendamment pour un suivi différencié selon le trafic supporté (voie 1 rapide et voie 4 lente). Les niveaux sonores sur les microphones latéraux en dB(A) ont été mesurés à 70 km/h et corrigés à une température de référence de 20°C.

Pour évaluer les gains obtenus entre la situation initiale et la situation après la mise en œuvre des revêtements de chaussée acoustique. Deux campagnes de mesures ont été effectuées par le CEREMA Ile-de-France à la demande de la Ville de Paris : avant travaux en mars 2012 et après travaux en août. Le tableau 1 présente les gains obtenus pour chacune des voies.

Tableau 1: Niveaux sonores en dB(A) mesurés à 70 km/h (Réf. 20°C).

Voie	Boulevard Intérieur	Boulevard Extérieur
1	-7,8	-8,3
2	-5,1	-7,0
3	-6,8	-10,1
4	-7,8	-9,5

Le gain à l'état zéro est très important puisqu'il varie pour le BBTM 0/6 de 5 dB(A) jusqu'à 7,8 dB(A) et pour le BBTM 0/4 de 7,0 dB(A) jusqu'à 10,1 dB(A). Ces performances dépendent en grande partie de l'état initial des revêtements de chaussée. Aussi, pour des niveaux sonores initiaux sensiblement identiques, le BBTM 0/4 est plus réducteur du bruit.

2.5 Performances initiales : bruit en façade d'habitations

La première évaluation a été effectuée trois mois après le changement du revêtement de chaussée [3]. La réduction du bruit à la source était en moyenne de 7,5 dB(A) pour les résultats obtenus au niveau du terre-plein central (Voir. Figure 4). Une telle diminution du bruit est assez significative et correspond à ce qui pourrait être obtenu en divisant le trafic par six (toutes conditions égales par ailleurs).

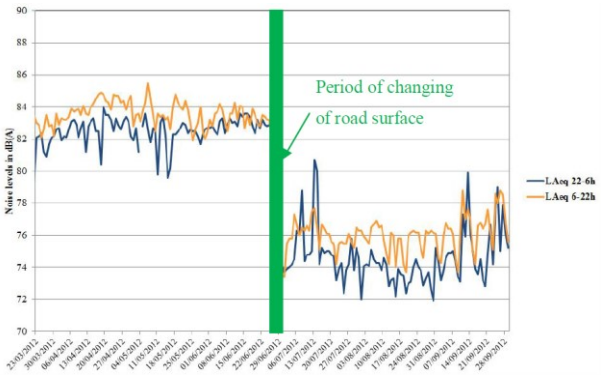


Figure 4: Diminution des niveaux de bruit diurnes et nocturnes à proximité de la source (terre-plein central) après le changement de revêtement de chaussée.

En façade des bâtiments d'habitation, les niveaux de bruit ont diminué de 2,2 à 4,3 dB(A) en moyenne, selon l'emplacement (voir Figure 5). Les gains obtenus correspondent à ce qui pourrait être obtenu en réduisant le trafic de 30 à 70%. Les bâtiments qui ont connu la plus grande amélioration sont ceux exposés principalement au bruit généré par le boulevard périphérique et situés au plus près de la section expérimentale.

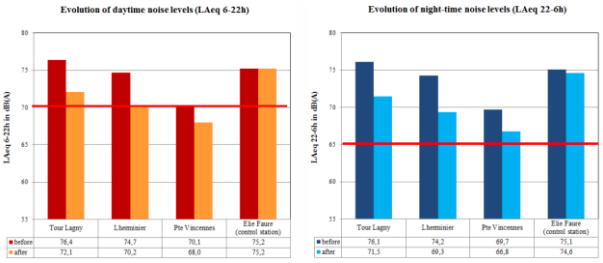


Figure 5: Évolution des niveaux de bruit diurnes et nocturnes dans les zones résidentielles.

Malgré cette amélioration significative, la situation en termes d'exposition au bruit pour les riverains les plus proches du boulevard périphérique reste insatisfaisante. Les valeurs seuil régulières sont encore dépassées de 2 à 6 dB(A) pour les indicateurs réglementaires de nuit (le seuil réglementaire français est de 65 dB(A)). Au final, la situation est moins critique pour les niveaux diurnes puisque deux stations sur trois en façade d'habitations enregistrent désormais des niveaux LAeq 6-22h inférieurs ou très proches du seuil réglementaire français de 70 dB(A).

2.5 Suivi des performances : bruit contact pneumatique-chaussée (CPX)

Le tableau 2 présente les résultats des évaluations réalisées en 2012, 2014 et 2017. Les mesures ont été réalisées en 2012 et 2014 par le CEREMA Ile-de-France et directement par le LEMVP (Ville de Paris) en 2017 au moyen d'un véhicule Renault Zoé instrumenté.

Tableau 2: Niveaux sonores des microphones latéraux en dB(A) mesurés à 70 km/h (Réf. 20°C) depuis 2012.

	Boulevard Intérieur BBTM 0/6			Boulevard Extérieur BBTM 0/4		
Voie	2012	2014	2017	2012	2014	2017
1	-7,8	-6,7	-5,0	-8,3	-7,5	-5,7
2	-5,1	-1,6	-1,6	-7,0	-4,6	-4,3
3	-6,8	-2,2	-1,2	-10,1	-4,3	-4,6
4	-7,8	-3,5	-3,5	-9,5	-4,6	-4,0

L'évolution des deux produits est comparable, cependant il y a une évolution différenciée selon les voies de circulation et donc en fonction du trafic supporté. Pour les périodes 2012 et 2014 :

- les gains restent encore importants et varient entre 1,6 et 7,5 dB(A) ;
- pour la voie rapide la perte de performances acoustiques est de l'ordre de + 0,8 à + 1,1 dB(A) (voie 1), soit une perte de l'ordre de + 0,4 à + 0,5 dB(A) par an. Pour les autres voies (2, 3 et 4), la perte est de l'ordre de + 4,1 à +4,3 dB(A) en moyenne, soit une dégradation de l'ordre de + 2,0 à + 2,2 dB par an. Des expérimentations similaires menées en Belgique [4], sur d'autres types de revêtements de chaussée montent des évolutions du bruit de roulement de l'ordre de + 0,5 à + 2,5 dB par an ;
- pour une évolution identique au BBTM 0/6, les gains restent néanmoins plus importants pour le BBTM 0/4. Toutefois, il a très vite été constaté un problème de durabilité pour le BBTM 0/4 avec l'apparition de plumage de l'enrobé dans les bandes de roulement (départ de gravillons en surface).

Pour les périodes 2014 et 2017 :

- • la perte de performance sur la voie rapide reste du même ordre de grandeur avec + 1,7 à + 1,8 dB(A) soit + 0,6 dB(A) par an. Pour les autres voies (2, 3 et 4), nous constatons une stabilisation des performances avec une perte de l'ordre de + 0,3 à + 0,5 dB(A) en moyenne. Il est important de noter que l'on compare dans ce cas les résultats issus de deux dispositifs de mesure différents (biais de mesure possible). Les deux prochaines campagnes de mesure, programmées en 2018 et 2019, seront réalisées avec le dispositif de mesure de la Ville de Paris, afin de confirmer ou non cette tendance ;
- • les gains sur le BBTM 0/4 restent importants avec plus de 4 dB(A). Le plumage s'est généralisé sur l'ensemble de la zone.

• 2.3 Suivi des performances : bruit au niveau du terre-plein central

La figure 6 présente l'évolution du niveau sonore LAeq 22h-22h moyen calculé par semestre depuis 2012. Cette approche semestrielle permet de s'affranchir des variations liées aux conditions de trafic et des conditions météorologiques.

Le 1er janvier 2014, la vitesse maximale de circulation autorisée sur le boulevard périphérique parisien est passée de 80 km/h à 70 km/h, ce qui a eu pour effet de diminuer les niveaux sonores moyens. Pour s'affranchir de ce facteur de confusion, l'évaluation des performances acoustiques des revêtements de chaussée a été réalisée à partir des données disponibles depuis le 1er janvier 2014. Les résultats de la régression linéaire correspondent à une dégradation de + 0,75 dB(A) par an au niveau de la station de mesure du bruit implantée sur le terre-plein central.

Des expérimentations menées en Belgique [4], reposant sur une méthode de mesure différente (mesure au passage SPB) et portant sur d'autres types de revêtements de chaussée montrent des évolutions du bruit de roulement de l'ordre de + 0,4 à + 1,7 dB par an.

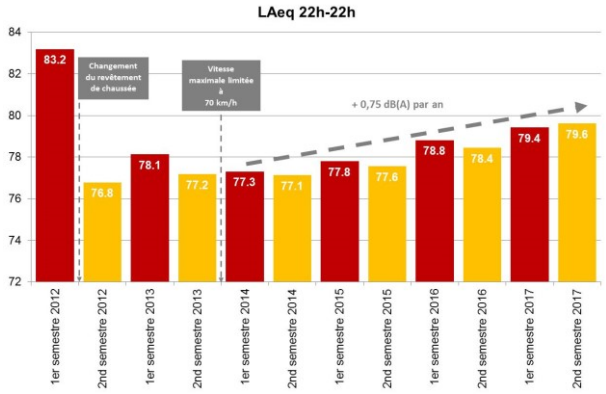


Figure 6: Evolution du niveau sonore LAeq 22h-22h moyen calculé par semestre depuis 2012.

3 Autoroutes A4 et A6

Des stations de mesure du bruit de classe 1 ont été déployées par Bruitparif sur des tronçons des autoroutes A4 et A6 où des revêtements de chaussée peu bruyants ont été mis en œuvre en 2017. Ainsi, sur l'autoroute A4, deux stations ont été installées à proximité des voies de circulation à Joinville-le-Pont (94) sur les portiques PMV, une dans chaque sens de circulation (Voir Figure 7). Sur l'autoroute A6, deux stations ont également été implantées, sur des candélabres positionnés dans chaque sens de circulation à L'Haÿ-les-Roses (94).

Figure 7: Emplacement d'une station de mesure de surveillance du bruit (A4) à Joinville-le-Pont (94).

La figure 8 présente les diminutions observées au 31 janvier 2018 pour les revêtements âgés de 3 à 6 mois. Sur l'indicateur LAeq 24h, les gains sont de l'ordre de 5 à 8,5 dB(A). Les stations déployées ont vocation à être maintenues pendant de nombreuses années afin de documenter l'évolution des performances acoustiques des revêtements de chaussée.

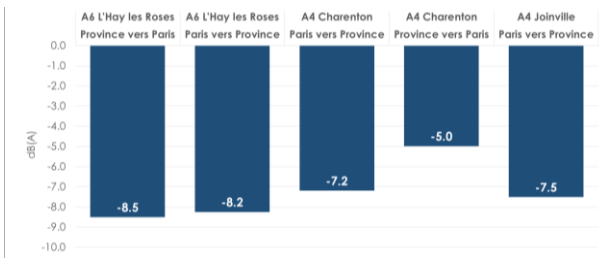


Figure 8: Evolution avant / après remplacement du revêtement de chaussée ; indicateur LAeq 24h.

4 Projet LIFE C-LOW-N ASPHALT

Dans le cadre du programme LIFE, la Ville de Paris, en partenariat avec les entreprises Colas, Eurovia et l'association Bruitparif, vont tester trois formules innovantes de revêtement de chaussée pour lutter contre la pollution sonore et le réchauffement climatique.

Dès 2018, deux enrobés et un asphalte de chaussée seront expérimentés sur trois sites pilote de 400 mètres de long chacun.

Chaque site sera équipé de divers capteurs et sera revêtu pour moitié d'un revêtement expérimental et pour l'autre moitié du revêtement standard parisien. Au total, 1200 mètres de voirie intra-muros seront donc revêtus d'un enrobé neuf. Un bitume aux propriétés acoustiques, thermiques et mécaniques.

- • Sur l'aspect acoustique, l'objectif prioritaire est de réduire la pollution sonore générée par le trafic routier sur les axes urbains grâce à ces nouveaux revêtements, en réduisant le bruit émis par le contact des pneumatiques des véhicules avec l'enrobé.
- • Sur l'aspect thermique, l'objectif est d'atténuer l'effet des îlots de Chaleur Urbain (ICU), en testant les capacités de rétention d'eau en surface des revêtements, les impacts micro-climatiques générés par leur aspersion en eau non potable en période de fortes chaleurs, et les effets de leur couleur (albédo) sur la restitution de chaleur. Les nouveaux revêtements testés présentent une micro-granularité permettant de retenir un film d'eau qui rafraîchira l'air en s'évaporant.
- • Sur la durabilité des revêtements, l'objectif est de renforcer la durabilité de ces revêtements concernant leurs propriétés phonique, mécanique et thermique tout en limitant leur surcoût par rapport aux revêtements classiques, afin de favoriser la reproductibilité de ces solutions en zones urbaines.

Le suivi long terme mis en œuvre permettra de documenter l'évolution des performances acoustiques et thermiques au cours du temps.

5 Conclusion

Les évaluations au jeune âge des revêtements de chaussée à faible bruit donnent des résultats très encourageants en ce qui concerne l'efficacité pour réduire l'exposition au bruit des populations résidant à proximité des infrastructures routières. A l'instar du boulevard périphérique parisien, il révèle cependant que des actions complémentaires doivent être envisagées pour atteindre les valeurs réglementaires.

De plus, il convient de poursuivre la surveillance « long terme » afin d'étudier la pérennité des performances acoustiques et les qualités mécaniques des revêtements de chaussée acoustiques dans un contexte de circulation routière urbaine dense.

Il est remarquable que cinq ans après le début de l'expérimentation les niveaux sonores restent inférieurs aux niveaux initiaux sur la portion du boulevard périphérique parisien étudiée.

4 Références

[1] Bruitparif, Campagne de mesure du bruit autour du boulevard périphérique parisien, *Rapport Bruitparif*, (2010). Disponible sur https://www.bruitparif.fr/publications/.

[2] Site internet Harmonica : http://www.harmonica-project.eu/fr.

[3] Bruitparif, Mesure du bruit - Bd Périphérique Pte Vincennes - Bilan à 3 mois de l'effet de la mise en œuvre des nouveaux revêtements de chaussée, *Rapport Bruitparif*, (2012). Disponible sur https://www.bruitparif.fr/publications/.

[4] C. Vuye, A. Bergiers, B. Vanhooreweder, The acoustical durability of thin noise reducing asphalt layers, *Coatings*, 6,21;doi:10.3390/coatings6020021 (2016).

Remerciements

Les partenaires des projets LIFE HARMONICA et LIFE C-LOW-N ASPHALT remercient la Commission Européenne pour sa confiance et son soutien financier, en particulier les membres du WGN d'Eurocities (groupe de travail sur le bruit) qui soutiennent activement les projets à dimension européenne.

Bruitparif remercie également la Direction des Routes Ile-de-France (DiRIF) pour leur collaboration dans le cadre de la documentation de l'environnement sonore des autoroutes A4 et A6 et, plus globalement, le Conseil Régional de l'Île-de-France, la Ville de Paris ainsi que l'ensemble des membres de Bruitparif pour leur confiance et leur soutien.