SUIVI DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES ENROBES PHONIQUES DEPLOYES SUR DES SECTIONS TRES CIRCULEES D'AUTOROUTES FRANCILIENNES

A4 : CHARENTON-LE-PONT ET JOINVILLE-LE-PONT
A6 : L'HAŸ-LES-ROSES

BILAN ANNUEL 2021

DATE DE PUBLICATION : AOUT 2022

BRUITPARIF

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

GENERALITES SUR LE BRUIT ROUTIER 1

Les composantes du bruit routier 1
Prise en compte des variations de trafic 3
La manipulation des décibels 3
Les indicateurs 4

DISPOSITIF DE MESURE 4

Date des travaux 4
Localisation des sites de mesure 4
Matériel utilisé 5
Périodes d'analyse 5

CONDITIONS DE MESURE 6

Crise sanitaire COVID-19 6
Conditions météorologiques et influence des températures 7
Conditions de trafic routier 8

RESULTATS 9

Diminutions de bruit constatées du fait des enrobés phoniques 9
Estimation de la diminution des performances acoustiques avec le temps 10

CONCLUSION 13

INTRODUCTION

La Direction des routes Île-de-France (DiRIF) a déployé en 2017 des revêtements de chaussée ayant des propriétés d'absorption acoustique sur l'autoroute A4, à hauteur des communes de Charenton-le-Pont et de Joinville-le-Pont, et sur l'autoroute A6 au droit de L'Haÿ-les-Roses. Cette opération s'inscrit dans le cadre du partenariat entre l'Etat et la Région Île-de-France pour changer la route par l'innovation et l'expérimentation. Le caractère innovant réside dans la mise en œuvre de ces revêtements sur des sections à très forts trafics.

Afin de caractériser les améliorations acoustiques apportées par ces nouveaux revêtements, Bruitparif a déployé cinq stations de mesure continue du bruit sur ces autoroutes au droit des sections ayant fait l'objet de pose des nouveaux enrobés. Ces stations, installées de manière pérenne et destinées à être exploitées sur le long terme, permettent de suivre les bénéfices des revêtements de chaussée anti-bruit et l'évolution de leurs performances acoustiques dans le temps. Ce suivi fait l'objet d'une convention de partenariat entre Bruitparif et la DiRIF.

Une première évaluation trois à quatre mois après la pose des nouveaux enrobés a été publiée par Bruitparif en février 2018[1] . Cette évaluation a été complétée par les bilans annuels sur l'intégralité des années 2018, 2019 et 2020[2]. Le bilan annuel de l'année 2021 fait l'objet du présent document.

Pour l'année 2021, les résultats ont été établis sur la période postérieure au 1er septembre 2021, période non perturbée par les restrictions mises en œuvre dans le cadre de la crise sanitaire de la COVID-19, modifiant fortement les conditions de trafic routier usuelles.

Ces bilans produits par année civile permettent de suivre l'évolution des performances acoustiques des revêtements de chaussée au cours du temps.

GENERALITES SUR LE BRUIT ROUTIER

Les composantes du bruit routier

L'exposition au bruit routier est le résultat de plusieurs composantes ainsi que de paramètres qui vont influer sur la propagation du bruit. **En ce qui concerne les sources de bruit**, il convient de distinguer :

- le bruit de roulement généré par les pneumatiques sur la chaussée,
- le bruit des moteurs et des échappements,
- les bruits indirectement liés à la circulation de type avertisseurs sonores, sirènes de véhicules d'urgence…

Ces différentes composantes varient en fonction des conditions de circulation et dépendent de différents paramètres.

Le bruit de roulement varie en fonction de la vitesse de circulation, mais également de l'état de la chaussée, du poids du véhicule et des pneumatiques utilisés. Un véhicule circulant sur une chaussée mal entretenue, dotée de nombreuses imperfections ou sur une chaussée mouillée par exemple générera un bruit plus important que sur un revêtement sec doté de propriétés d'absorption acoustique. Pour un revêtement de chaussée donné, le bruit moyen résultant du roulement des véhicules dépendra :

- du débit (Q) de véhicules, le bruit de roulement variant en fonction de 10×log(Q). Une augmentation de 25% du trafic se traduira ainsi par une augmentation de 1 dB(A), un doublement de trafic par une augmentation de 3 dB(A)… ;
- de la composition du parc roulant. Plus le taux de véhicules utilitaires et de poids lourds augmente, plus le bruit de roulement sera important, un poids lourd étant l'équivalent de 7 à 10 véhicules particuliers d'un point de vue acoustique ;

[1] *« Evaluation de l'amélioration acoustique apportée par la pose d'enrobés phoniques sur des sections très circulées d'autoroutes franciliennes - Autoroute A4 à Charenton-le-Pont et Joinville-le-Pont - Autoroute A6 à L'Haÿ-les-Roses – Premiers résultats obtenus jusqu'à fin janvier 2018, Bruitparif, février 2018 ».*

[2] *« Suivi des performances acoustiques des enrobés phoniques posés sur des sections très circulées d'autoroutes franciliennes - Autoroute A4 à Charenton-le-Pont et Joinville-le-Pont - Autoroute A6 à L'Haÿ-les-Roses - Bilan annuel 2020, Bruitparif, octobre 2021 ».*

- de la vitesse réelle (V) de circulation, le bruit de roulement variant en fonction de 20×log(V). Une augmentation de 10 km/h de la vitesse réelle de circulation (à régime stabilisé) se traduira ainsi d'un point de vue théorique par une augmentation de 1 à 2,5 dB(A) selon la gamme de vitesse (cf. tableau 1 et figure 1 ci-après).

Passage de 30 à 40 km/h	+2,5 dB(A)
Passage de 40 à 50 km/h	+2 dB(A)
Passage de 50 à 60 km/h	+1,5 dB(A)
Passage de 60 à 70 km/h	+1,3 dB(A)
Passage de 70 à 80 km/h	+1,2 dB(A)
Passage de 80 à 90 km/h	+1 dB(A)
Passage de 90 à 100 km/h	+0,9 dB(A)
Passage de 100 à 110 km/h	+0,8 dB(A)

Tableau 1 : Diminution théorique du bruit de roulement en fonction de la vitesse de circulation.

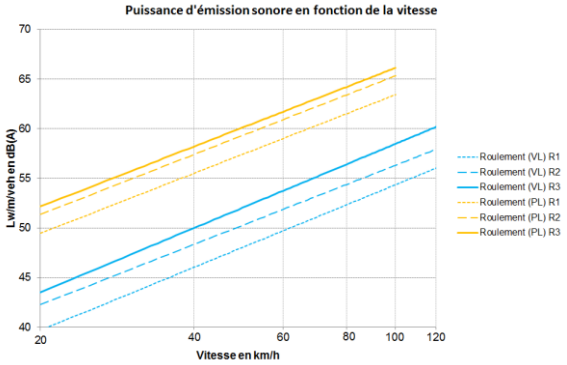

Figure 1 : Bruit de roulement d'un véhicule (exprimé en puissance d'émission sonore par mètre de ligne source - Lw/m) en fonction de la vitesse selon le type de revêtement (R1 : revêtement avec propriété absorbante ; R2 : revêtement intermédiaire ; R3 : revêtement sans propriété acoustique) et le type de véhicules (VL/PL)[3].

Les bruits des moteurs et des échappements quant à eux dépendent fortement du nombre de véhicules (taux d'occupation de la chaussée), de la composition du parc de véhicules (taux de PL et taux de véhicules 2 roues motorisés), ainsi que du régime de circulation (stabilisé ou accéléré/décéléré). Dans le cas des véhicules deux roues motorisés, les bruits de moteurs et des échappements peuvent être particulièrement forts et générer de fortes émergences sonores par rapport aux autres véhicules, notamment lorsque les pots d'échappement ont été modifiés. La figure 2 présente les variations du bruit moteur en fonction de la vitesse et de l'allure pour les véhicules particuliers et les poids lourds.

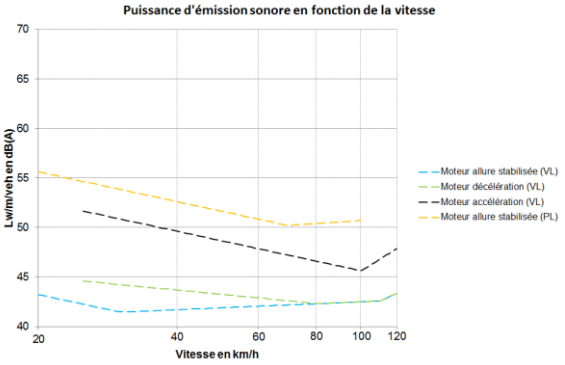

Figure 2 : Bruit moteur d'un véhicule (exprimé en puissance d'émission sonore par mètre de ligne source - Lw/m) en fonction de la vitesse selon le régime de circulation (stabilisé, accélération, décélération) et le type de véhicules (VL/PL)[3].

Au total, le bruit directement lié à la circulation est la combinaison de ces deux composantes : bruit de roulement et bruit de moteur. Pour des vitesses supérieures à 40 km/h, les bruits de moteur sont en grande partie masqués par les bruits de roulement qui prédominent. Par contre en-dessous de 30 km/h et pour les situations de congestion, les bruits générés par les moteurs et les régimes fluctuants (accélération/décélération) peuvent devenir la source prépondérante (cf. figure 3).

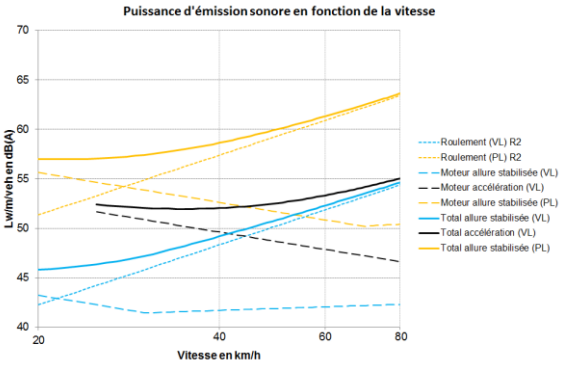

Figure 3 : Bruit d'un véhicule (exprimé en puissance d'émission sonore par mètre de ligne source - Lw/m) en fonction de la vitesse selon le régime de circulation (stabilisé, accélération, décélération) et le type de véhicules (VL/PL) pour un revêtement de chaussée intermédiaire (R2)[3].

[3] *Nouveau guide d'émission du bruit 2008, « Prévision du bruit routier, Partie 1 : calcul des émissions sonores dues au trafic routier », SETRA, juin 2009.*

Les bruits indirectement liés à la circulation, comme l'usage des avertisseurs sonores, les sirènes de véhicules d'urgence, sont quant à eux d'autant plus marqués que les conditions de circulation sont dégradées (forte congestion, travaux, véhicules en panne, véhicules de livraison à l'arrêt sur la chaussée…).

En ce qui concerne les paramètres qui influent sur la propagation du bruit, on peut lister bien entendu la topographie des lieux, certains éléments pouvant faire obstacle à la propagation du bruit et d'autres favoriser les réflexions. En un point donné, le bruit sera la résultante de l'onde sonore directe ainsi que des ondes qui se seront réfléchies sur les parois de bâtiments, sur le sol ou sur d'autres éléments.

Prise en compte des variations de trafic

Conformément à la norme NF S 31-085, il est possible de construire un modèle permettant de déterminer les variations de niveau sonore moyen à partir des variations des données de trafic routier.

$$Lp_i = Lp_{réf} + 10 \times log_{10}\left(\frac{Q_i}{Q_{réf}}\right) + C_V \times log_{10}\left(\frac{V_i}{V_{réf}}\right)$$

- *Lp_i et $Lp_{réf}$ sont respectivement les niveaux sonores moyens associés aux périodes d'étude et de référence.*
- *Q_i et $Q_{réf}$ sont respectivement les nombres de véhicules circulant sur le tronçon étudié sur les périodes d'étude et de référence.*
- *V_i et $V_{réf}$ sont respectivement les vitesses moyennes des véhicules circulant sur le tronçon sur les périodes d'étude et de référence.*
- *Cv est une valeur dépendante des conditions de circulation. Elle est égale à 20 pour des vitesses moyennes du flot supérieures ou égales à 50 km/h et dans des conditions ou la vitesse est stable et ne conduit pas à des changements fréquents de rapport de boîte de vitesse[4].*

A partir de l'exploitation de cette formule, il est possible d'estimer les écarts théoriques de niveaux sonores Δ entre deux conditions différentes de trafic routier, notées 1 et 2, sur un même site de mesure.

$$\Delta = 10 \times log_{10}\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right) + C_V \times log_{10}\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

La manipulation des décibels

Le décibel - dB - est une unité de grandeur sans dimension définie comme dix fois le logarithme décimal du rapport entre deux puissances, utilisé dans les télécommunications, l'électronique et l'acoustique. Dans le domaine de l'acoustique environnementale, on exprime couramment le niveau sonore en décibels. Les bruits usuels sont mesurés sur une échelle de 20 à 120 dB.

Le dB(A) est un indice de pondération tenant compte de la différence de sensibilité de l'oreille humaine aux différentes fréquences : pour une même énergie sonore, l'oreille perçoit les sons de moyenne (200 à 2000 Hz) et haute fréquence (2 kHz à 20 kHz) comme plus forts que ceux de basse fréquence (20 à 200 Hz).

Du fait de l'utilisation d'une échelle logarithmique, les décibels ne s'additionnent pas de façon arithmétique. Ainsi, lorsque deux sources sonores de même intensité s'ajoutent, le niveau augmente de 3 décibels. Ceci revient à dire que, lorsque le trafic routier double, toutes choses égales par ailleurs, le bruit est augmenté de 3 dB.

Multiplier par 10 la source de bruit revient, pour les mêmes raisons, à augmenter le niveau sonore de 10 dB.

[4] *Dans les autres cas, elle varie entre 0 et 20. A défaut une détermination de sa valeur optimale par traitement des mesures, il est possible d'adopter la valeur 10 pour les vitesses stabilisées inférieures à 50 km/h et la valeur 0 dans les autres cas.*

Lorsqu'il y a 10 dB d'écart entre 2 sources sonores, on ne perçoit que la source qui a le plus fort niveau. C'est ce qu'on appelle « l'effet de masque ».

Le tableau 2 ci-dessous fournit les correspondances existantes entre baisses de décibels et diminution des émissions sonores.

Correspondance entre la baisse des décibels et la diminution des émissions sonores	
Variation du bruit en dB(A)	Variation en % des émissions
0	0%
-0,5	-11%
-1	-21%
-2	-37%
-3	-50%
-4	-60%
-5	-68%
-6	-75%
-7	-80%
-8	-84%
-9	-87%
-10	-90%
-11	-92%
-12	-94%
-13	-95%
-14	-96%
-15	-97%

Tableau 2 : Correspondances entre baisses des décibels et diminution des émissions sonores

Les indicateurs

Dans le présent rapport, les résultats sont fournis pour les indicateurs énergétiques couramment utilisés dans la réglementation.

L'indicateur énergétique le plus connu est le LAeq (Level A équivalent) qui correspond au niveau sonore équivalent sur une période déterminée. Il est ainsi possible de calculer cet indicateur pour les périodes usuelles suivantes :

- 6h-18h : LAeq jour,
- 18h-22 h : LAeq soirée,
- 6h-22h : LAeq diurne,
- 22h-6h : LAeq nocturne,
- Total sur 24h : LAeq 24h.

À niveau équivalent, le bruit étant perçu plus gênant la nuit que le jour, il a été décidé par la Commission européenne d'introduire un indicateur global harmonisé tenant compte de cette différence de perception : le Lden (Level day-evening-night). Cet indicateur est calculé sur la base des niveaux équivalents sur les trois périodes usuelles (jour (6-18h), soirée (18-22h) et nuit (22-6h)), auxquels sont appliqués des termes correctifs, prenant en compte un critère de sensibilité accrue en fonction de la période. Ainsi, on ajoute 5 dB(A) le soir et 10 dB(A) la nuit. Pour le calcul de cet indicateur Lden, ainsi que de l'indicateur Ln (Lnight) également harmonisé au niveau européen, il ne doit pas être tenu compte de la dernière réflexion du bruit sur la façade, ce qui revient à retrancher trois décibels aux mesures lorsque celles-ci sont réalisées en façade d'habitation.

DISPOSITIF DE MESURE

Date des travaux

Les travaux de pose des revêtements de chaussée anti-bruit ont eu lieu lors de fermetures nocturnes des autoroutes :

- A4 au niveau de Joinville-le-Pont : entre le 11 septembre et le 5 octobre 2017,
- A4 au niveau de Charenton-le-Pont : entre le 19 juin et le 1er septembre 2017,
- A6 au niveau de L'Haÿ-les-Roses : entre le 18 septembre et le 26 octobre 2017.

Localisation des sites de mesure

Des mesures acoustiques temporaires ont été mises en œuvre afin de caractériser l'état initial avant la pose des nouveaux enrobés. Des stations permanentes ont ensuite été installées aux mêmes emplacements une fois les nouveaux enrobés posés.

C'est ainsi que l'autoroute A6 dispose depuis septembre 2017 de deux stations installées au niveau de la commune de L'Haÿ-les-Roses. Elles ont été implantées sur des candélabres d'éclairage au niveau des terre-pleins centraux à une hauteur d'environ 5,5 m du sol (cf. figure 4). Une station a été installée dans chaque sens de circulation.

L'autoroute A4 dispose également depuis novembre 2017 de trois stations de mesure permanentes positionnées sur les portiques des panneaux à message variable, au droit de la limite entre la bande d'arrêt d'urgence et la voie lente, et à environ 9 mètres de hauteur par rapport au sol (cf. figures 5 et 6). Deux stations ont été mises en place sur la commune de Charenton-le-Pont (une dans chaque sens) et une seule sur la commune de Joinville-le-Pont dans le sens Paris-Province.

Matériel utilisé

Les mesures sont réalisées au moyen de stations équipées de sonomètres de classe 1 du modèle NL52 de marque RION. Ces sonomètres font l'objet d'étalonnages accrédités COFRAC tous les 24 mois et sont vérifiés périodiquement par le laboratoire de Bruitparif.

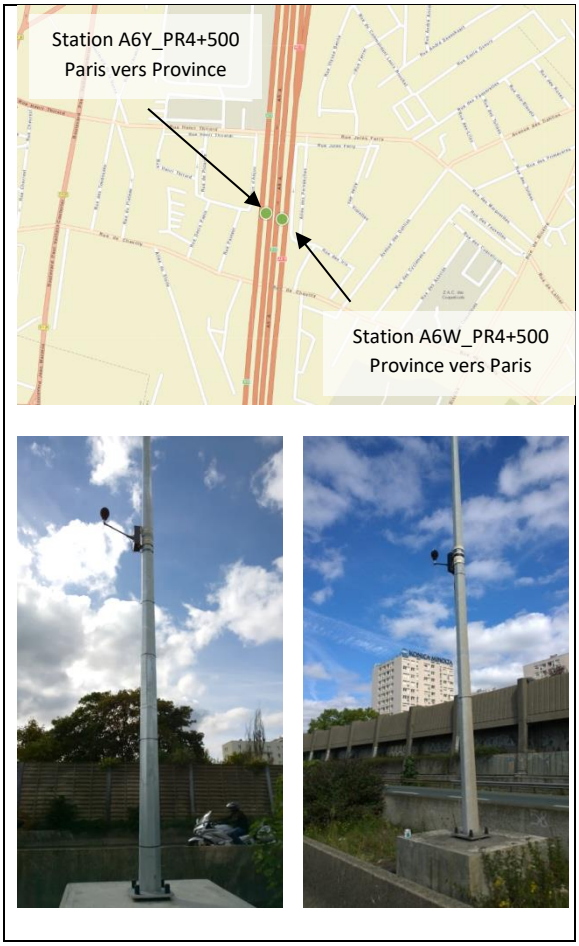

Figure 4 : Autoroute A6 - L'Haÿ-les-Roses.

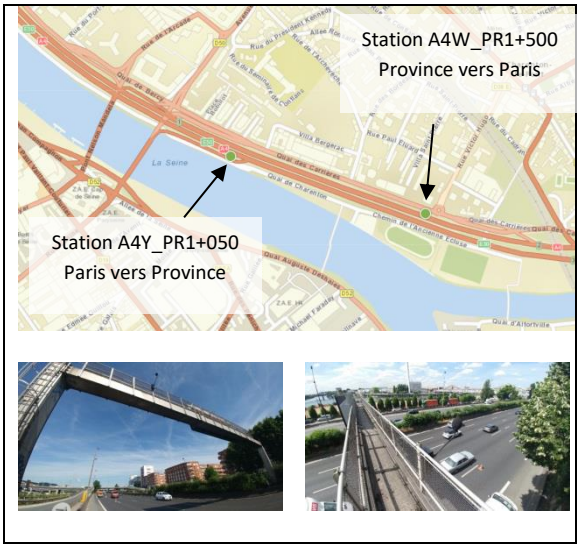

Figure 5 : Autoroute A4 - Charenton-le-Pont.

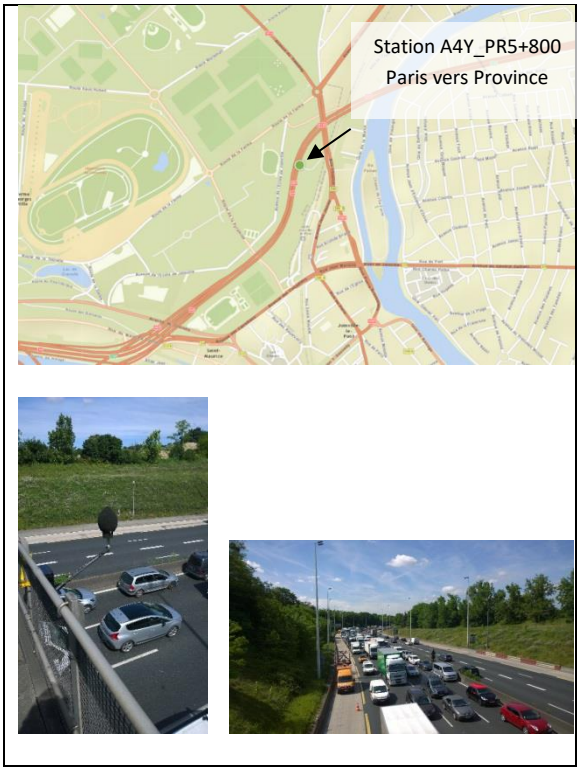

Figure 6 : Autoroute A4 - Joinville-le-Pont.

Périodes d'analyse

Les données ont été analysées en distinguant cinq périodes distinctes (cf. tableau 3) :

- la période avant travaux,
- la période de 3 mois après les travaux,
- la totalité de l'année 2018,
- la totalité de l'année 2019,
- la période de l'année 2020 avant le premier confinement national (17 mars 2020),
- la période de l'année 2021 non impactée par les restrictions de circulation associées à la

crise sanitaire et les vacances d'été (à partir du 1er septembre 2021).

Le présent bilan permet de comparer les résultats obtenus pour l'année 2021 par rapport aux résultats des autres périodes.

A noter que l'alimentation électrique des deux stations de mesure du bruit en terre-plein central de l'autoroute A6 à l'Haÿ-les-Roses a été indisponible sur l'intégralité de l'année 2021, dans les deux sens de circulation. Afin de disposer de données de bruit exploitables pour la réalisation du bilan 2021, une campagne de mesure temporaire a été mise en œuvre du 16 décembre 2021 au 27 janvier 2022. Cette campagne a été réalisée au moyen de deux stations de mesure du bruit équipées de batteries[5].

Station		Avant travaux	Après travaux	Année 2018	Année 2019	Année 2020	Année 2021
A4	Charenton-le-Pont A4Y - PR1+050 Paris vers Province	31/5/2017 23/6/2017	10/11/2017 31/01/2018	01/01/2018 01/10/2019	01/01/2019 01/01/2020	01/01/2020 17/03/2020	01/09/2021 31/12/2021
	Charenton-le-Pont A4W - PR1+500 Province vers Paris	31/5/2017 12/6/2017					
	Joinville-le-Pont A4Y - PR5+800 Paris vers Province						28/10/2021 31/12/2021[6]
A6	L'Haÿ-les-Roses A6W-PR4+500 Province vers Paris	4/9/2017 18/9/2017	27/10/2017 30/01/2018				16/12/2021 27/01/2022
	L'Haÿ-les-Roses A6Y-PR4+500 Paris vers Province						

Tableau 3 : Périodes d'analyse.

CONDITIONS DE MESURE

Crise sanitaire COVID-19

L'année 2021 a été fortement impactée par les restrictions mises en œuvre dans le cadre de la crise sanitaire de la COVID-19, modifiant fortement les conditions de trafic routier usuelles (cf. tableau 4).

Le trafic a été significativement réduit sur la première partie de l'année 2021. A titre illustratif, le tableau 5 compare les volumes de trafic sur l'autoroute A4 en distinguant les périodes avant et après le 1er septembre 2021. Le trafic a été plus important sur la seconde partie de l'année 2021 (+5,5% en moyenne).

Pour la réalisation du bilan 2021, nous considérons que les conditions de trafic usuelles sont vérifiées à partir du 1er septembre 2021.

Calendrier de la crise sanitaire en Île-de France en 2021	
16 janvier 2021	Instauration d'un couvre-feu national de 18h à 6h.
19 mars 2021	Mise en place du 3ème confinement territorialisé (avec attestation de sortie, limitation des déplacements dans un rayon de 10 km, interdiction de déplacements inter-régionaux).
3 avril 2021	Instauration du 3ème confinement national (avec attestation de sortie, limitation des déplacements dans un rayon de 10 km, interdiction de déplacements inter-régionaux) avec couvre-feu à 19h. Fermeture des établissements scolaires.
3 mai 2021	Mise en place du déconfinement en 4 phases.
19 mai 2021	Couvre-feu décalé à 21h.
9 juin 2021	Couvre-feu décalé à 23h.
20 juin 2021	Fin du couvre-feu.
30 juin 2021	Fin du déconfinement.

Tableau 4 : Calendrier de la crise sanitaire en Île-de France en 2021.

[5] Les pose et dépose des stations ont été conditionnées par le calendrier de fermeture à la circulation du tronçon PR4+500 de l'autoroute A6.

[6] Données indisponibles du 1er septembre au 26 octobre 2021 pour la station de Joinville-le-Pont A4Y - PR5+800 Paris - Province. Sur la période du 27 octobre au 31 décembre 2021, les conditions de trafic sont proches de celles du 1er septembre au 31 décembre 2022 (≈-1%).

Trafic Moyen Journalier	Année 2021	1ère partie 2021	2nd partie 2021	Variation
		1er janvier 2021 31 août 2021	1er septembre 2021 31 décembre 2021	2nd partie / 1ère partie
A4 Charenton	193 814	-1,0%	+2,0%	**+3,0%**
A4Y Joinville	113 143	-2,7%	+5,3%	**+8,0%**

Tableau 5 : Nombre moyen de véhicules par jour.

Conditions météorologiques et influence des températures

Les données météorologiques exploitées dans le cadre de cette analyse proviennent de la station Météo-France de Paris-Montsouris.

La pluie ainsi que les épisodes de vent fort affectent et perturbent la qualité des mesures de bruit. Les chaussées mouillées altèrent également significativement le bruit de roulement en modifiant le bruit de contact entre le pneu et la chaussée. Le vent fort quant à lui génère du bruit directement par action mécanique sur la membrane du microphone. Pour ne pas induire de biais dû à ces facteurs, les périodes de pluie et de vent fort n'ont pas été prises en compte dans les calculs.

De plus, les variations de température affectent le bruit de contact pneumatique/chaussée et donc le bruit de roulement associé. Plus la température est faible et plus le bruit de roulement a tendance à augmenter. L'influence de la température sur le bruit de roulement peut être estimée à -0,1 dB(A) / +1°C, d'après les différentes publications scientifiques disponibles. Aussi, une correction des niveaux sonores a été opérée pour tenir compte des différences de température entre les différentes périodes d'analyse. Le tableau 4 indique les températures moyennes au cours de chaque période.

Les températures moyennes de l'année 2021 (après le 1er septembre 2021) ont été plus faibles que les températures constatées sur la période avant travaux. De ce fait, l'influence théorique de cette différence de température sur les niveaux de bruit de roulement est comprise, selon les périodes de la journée, entre +0,7 et +1,4 dB(A). Les valeurs de correction les plus élevées correspondent à l'autoroute A4 où les températures moyennes associées à l'état initial étaient de 7°C à 14 C supérieures à la température moyenne de la seconde partie de l'année 2021.

		Journée 6h-18h	Soirée 18h-22h	Nuit 22h-6h	Jour 6h-22h	Période complète
	Année 2021 (°C)	12,8	14,3	11,2	13,2	12,5
Période 1	**1er septembre au 31 décembre 2021 (°C)**	**11,8**	**12,7**	**10,4**	**12,0**	**11,5**
Période 2	**28 octobre 2021 au 31 décembre 2021 (°C)**	**8,0**	**8,1**	**7,0**	**8,0**	**7,6**
Période 3	**16 décembre 2021 au 27 janvier 2022 (°C)**	**6,4**	**6,8**	**5,6**	**6,5**	**6,2**
Charenton-le-Pont	Avant travaux (°C)	23,3	26,6	20,3	24,0	23,0
A4Y_PR1+050	Différence avec la période 1 (°C)	-11,5	-13,9	-9,9	-12,0	-11,5
Paris vers Province	Influence sur le bruit en dB(A)	**+1,2**	**+1,4**	**+1,0**	**+1,2**	**+1,2**
Charenton-le-Pont	Avant travaux (°C)	19,5	21,8	17,0	20,0	19,0
A4W_PR1+500	Différence avec la période 1 (°C)	-7,7	-9,1	-6,6	-8,0	-7,5
Province vers Paris	Influence sur le bruit en dB(A)	**+0,8**	**+0,9**	**+0,7**	**+0,8**	**+0,8**
Joinville-le-Pont	Avant travaux (°C)	19,6	21,9	17,0	20,2	19,1
A4Y_PR5+800	Différence avec la période 2 (°C)	-11,6	-13,8	-10,0	-12,2	-11,5
Paris vers Province	Influence sur le bruit en dB(A)	**+1,2**	**+1,4**	**+1,0**	**+1,2**	**+1,1**
L'Haÿ-les-Roses	Avant travaux (°C)	15,0	16,7	14,0	15,4	15,0
A6Y_PR4+500	Différence avec la période 3 (°C)	-8,7	-9,9	-8,4	-8,9	-8,8
Paris vers Province	Influence sur le bruit en dB(A)	**+0,9**	**+1,0**	**+0,8**	**+0,9**	**+0,9**
L'Haÿ-les-Roses	Avant travaux (°C)	15,0	16,7	14,0	15,4	15,0
A6W_PR4+500	Différence avec la période 3 (°C)	-8,7	-9,9	-8,4	-8,9	-8,8
Province vers Paris	Influence sur le bruit en dB(A)	**+0,9**	**+1,0**	**+0,8**	**+0,9**	**+0,9**

Tableau 6 : Températures de l'air (source : relevés Météo-France à Paris-Montsouris).

Conditions de trafic routier

La DiRIF a mis à disposition de Bruitparif les données de trafic pour l'année 2021 pour dix-sept stations de comptage de trafic, situées à proximité des tronçons autoroutiers étudiés.

Il s'est toutefois avéré que les taux de données disponibles pour l'autoroute A6 (L'Haÿ-les-Roses) étaient insuffisants pour pouvoir estimer le trafic moyen journalier annuel[7].

A partir de l'année 2019, les données sont extraites de bornes de comptages différentes de celles exploitées pour l'analyse avant / après travaux en 2017 et 2018. Cette contrainte affecte peu la comparaison du volume de trafic entre les différentes périodes d'analyse. En revanche, elle ne permet pas une exploitation précise des données de vitesse. Aussi, seule la correction sur le volume de trafic avait été intégrée aux résultats du bilan 2019. Pour les bilans 2020 et 2021, la correction associée à la différence de vitesse moyenne avec l'année 2019 est prise en compte.

Les données de comptage « PL » sont indisponibles.

Sur le tronçon de l'autoroute A4 à Charenton-le-Pont, le trafic moyen journalier a été de 197 500 véhicules par jour sur la période avant travaux et de 197 600 véhicules par jour en 2021. Ces valeurs traduisent une stabilité du volume de trafic entre les différentes périodes d'analyse. De ce fait, l'influence théorique des écarts de trafic entre périodes analysées sur les niveaux de bruit est négligeable. La vitesse a également peu évolué entre 2019 et 2021 (73,3 km/h à ± 0,5 km/h), la correction, de l'ordre de -0,1 dB(A), a été intégrée aux résultats du bilan 2021.

Pour le tronçon de l'autoroute A4 à Joinville-le-Pont dans le sens Paris vers Province, les écarts de trafic constatés entre la période 2021 et la période avant pose sont un peu plus importants mais restent inférieurs à 5% ce qui correspond à des variations théoriques des niveaux sonores de l'ordre de +0,2 dB(A). On observe une diminution de la vitesse moyenne entre 2019 et 2021 : 83,3 km/h en 2019 et 81,8 km/h en 2021. L'influence sur le bruit de cette diminution est de l'ordre de -0,2 dB(A). Ainsi, les effets de l'augmentation du volume de trafic et de la diminution de la vitesse s'annulent.

Le tableau 7a synthétise les données de trafic disponibles sur les périodes avant travaux, après travaux et sur les années 2018 à 2021.

Tronçon	Avant travaux	Après travaux	Année 2018	Année 2019	Année 2020	Année 2021	Après/Avant 2018/Avant 2019/Avant 2020/Avant 2021/Avant
A6	257 000	251 000	-	-	-	-	-2,3% - - - -
A4 (Charenton)	197 500	203 500	202 100	199 100	203 300	197 600	+3,0% +2,3% +0,8% +2,9% 0,0%
A4Y (Joinville)	113 000	116 500	117 000	118 400	108 000	117 800	+3,1% +3,5% +4,8% -4,4% +4,2%

Tableau 7a : Nombre moyen de véhicules par jour.

Le tableau 7b propose une comparaison des conditions de trafic routier (débit et vitesse) sur les périodes 2019 à 2021.

Tronçon	Année 2019	Année 2020	Année 2021	Variation 2021/2019
A4 (Charenton)	199 100 veh/j 73,8 km/h	203 300 veh/j 74,2 km/h	197 600 veh/j 72,8 km/h	-1,0% -1,4%
A4Y (Joinville)	118 400 veh/j 83,3 km/h	108 000 veh/j 89,2 km/h	117 800 veh/j 81,8 km/h	-0,5% -1,8%

Tableau 7b : Nombre moyen de véhicules par jour et vitesse moyenne associée ; périodes 2019 à 2021.

[7] *A4-W/01+0546/P, A4-Y/01+0010/P, A4-Y/05+0500/P, A4-W/01+0800, A4-Y/01+0530/P, A4-W/00+0990, A6B-W/04+0150/P ≥ 94%*
23% < A4-Y/06+0140/P, A6A-W/04+0080/P < 34%
A6A-W/04+0480, A6A-Y/04+0500, A6B-W/04+0800, A6B-Y/04+0500, A6A-W/04+0080/P, A6A-Y/04+0000, A6B-W/04+0150/P, A6A-W/04+0800, A6B-Y/04+0000, A6B-Y/05+0130 < 3%

RESULTATS

Les périodes relatives à des événements exceptionnels (travaux, fermetures d'axes...) ainsi que les périodes de fortes précipitations ou de vent fort n'ont pas été prises en compte. Les résultats présentés correspondent aux niveaux moyens tous les jours confondus (du lundi au dimanche). Les niveaux intègrent toutes les composantes du bruit de circulation routière, bruit de roulement mais aussi le bruit de moteur voire des pics de bruit (sirènes, deux-roues particulièrement bruyants...) associés à la circulation routière.

Pour l'année 2021, les résultats ont été établis sur la période après le 1er septembre 2021, période non perturbée par les restrictions mises en œuvre dans le cadre de la crise sanitaire de la COVID-19 et les vacances d'été, modifiant fortement les conditions de trafic routier usuelles.

Diminutions de bruit constatées en 2021 du fait des enrobés phoniques

Le tableau 8 propose un comparatif des niveaux sonores observés en 2021 par rapport à avant la pose des enrobés, en tenant compte des corrections liées à l'influence de la température et des différences de trafic.

Il ressort de cette comparaison que **les enrobés phoniques permettent de conserver des réductions importantes du bruit routier sur les tronçons autoroutiers étudiés, même quatre ans après leur pose.** La réduction constatée des niveaux sonores est ainsi de 2,2 à 7,2 dB(A) selon les périodes et les sens de circulation.

Sur le tronçon étudié de l'autoroute A4 à Charenton-le-Pont, les réductions sont plus faibles dans le sens Province-Paris du fait de vitesses de circulation moindres dans ce sens[8], dues à une plus forte congestion du trafic à l'arrivée sur Paris (cf. figure 7).

Station	Période	6h-18h	18h-22h	22h-6h	6h-22h	24h
A4Y_PR1-050 Charenton-le-Pont Paris vers Province	Avant travaux	80,7	80,3	79,0	80,6	80,1
	Année 2021	78,9	78,6	76,3	78,8	78,1
	Corrections (T | V)	(+1,2 | -0,1)	(+1,4 | -0,1)	(+1,0 | -0,1)	(+1,2 | -0,1)	(+1,2 | -0,1)
	Différence*	**-2,8**	**-3,0**	**-3,6**	**-2,9**	**-3,0**
A4W-PR1-500 Charenton-le-Pont Province vers Paris	Avant travaux	79,7	79,5	77,4	79,6	79,0
	Année 2021	78,1	77,5	75,1	78,0	77,2
	Corrections (T | V)	(+0,8 | -0,1)	(+0,9 | -0,1)	(+0,7 | -0,1)	(+0,8 | -0,1)	(+0,8 | -0,1)
	Différence*	**-2,2**	**-2,7**	**-2,9**	**-2,3**	**-2,4**
A4Y-PR5-800 Joinville-le-Pont Paris vers Province	Avant travaux	80,9	80,7	79,6	80,9	80,5
	Année 2021	78,6	77,4	76,2	78,3	77,7
	Corrections (T | Q et V)	(+1,2 | 0,0)	(+1,4 | 0,0)	(+1,0 | 0,0)	(+1,2 | 0,0)	(+1,1 | 0,0)
	Différence*	**-3,6**	**-4,7**	**-4,4**	**-3,8**	**-3,9**
A6Y-PR4-500 L'Haÿ-les-Roses Paris vers Province	Avant travaux	83,5	83,4	80,8	83,5	82,8
	Année 2021	79,7	79,0	76,6	79,5	78,8
	Corrections (T | Q)	(+0,9 | -)	(+1,0 | -)	(+0,8 | -)	(+0,9 | -)	(+0,9 | -)
	Différence*	**-4,7**	**-5,4**	**-5,0**	**-4,8**	**-4,9**
A6W-PR4-500 L'Haÿ-les-Roses Province vers Paris	Avant travaux	82,8	82,6	81,2	82,8	82,3
	Année 2021	77,3	76,3	74,8	77,1	76,5
	Corrections (T | Q)	(+0,9 | -)	(+1,0 | -)	(+0,8 | -)	(+0,9 | -)	(+0,9 | -)
	Différence*	**-6,4**	**-7,2**	**-7,2**	**-6,6**	**-6,7**

Tableau 8 : Comparatif des niveaux LAeq (corrections liées aux températures « T » et au trafic routier « Q et V »).*

[8] *Vitesse moyenne du 1er septembre au 31 décembre 2021 A4 à Charenton-le-Pont : 75,8 km/h (Paris-Province) et 69,8 km/h (Province-Paris).*

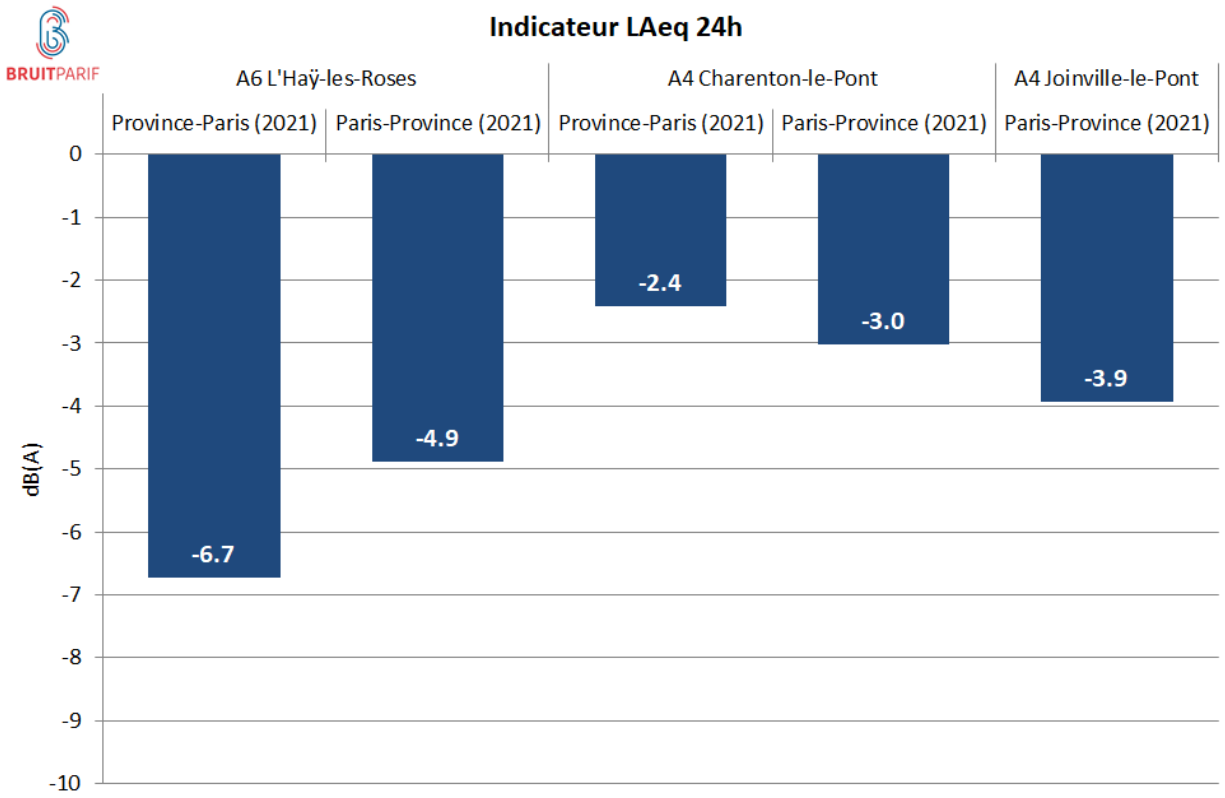

Figure 7 : Réduction moyenne des niveaux sonores LAeq 24h au cours de la seconde partie de l'année 2021 (après le 1er septembre) par rapport à la situation avant pose des revêtements (mi-2017), selon les sens de circulation (avec corrections liées aux variations des températures (A4 et A6) et des trafics (A4)).

Quatre ans après leur pose, les enrobés phoniques permettent de diminuer le bruit en moyenne sur 24h de :

- 5,8 dB(A) pour le tronçon de l'autoroute A6 à L'Haÿ-les-Roses en moyenne sur les deux sens,
- 2,7 dB(A) pour le tronçon de l'autoroute A4 à Charenton-le-Pont en moyenne sur les deux sens,
- 3,9 dB(A) pour le tronçon de l'autoroute A4 à Joinville-le-Pont pour le sens Paris vers Province.

Ces efficacités sont sensiblement les mêmes pour la période diurne (6h-22h), allant de 2,6 à 5,7 dB(A) selon les sites.

Pour l'autoroute A4, l'amélioration apportée par les enrobés phoniques est même plus importante de 0,6 dB(A) la nuit (22h-6h) par rapport à la journée (6h-22h). Cela s'explique par la plus grande fluidité du trafic la nuit, augmentant de fait la part du bruit de roulement dans le bruit routier global sur cette période.

De telles baisses correspondent à des réductions très significatives de niveaux sonores dans la mesure où elles sont comparables sur le plan acoustique à ce qu'apporteraient des réductions de 47% à 74% du nombre de véhicules, tout autre paramètre inchangé.

Estimation de la diminution des performances acoustiques avec le temps

Les analyses montrent que les niveaux sonores sur la seconde partie de l'année 2021 (après le 1er septembre 2021) sont sensiblement plus élevés que ceux observés sur l'année 2020 : +0,8 dB(A) en moyenne.

L'augmentation annuelle du niveau sonore était de +1,1 dB(A) en moyenne entre 2019 et 2020. On constaterait ainsi plutôt un ralentissement du processus de dégradation des performances acoustiques. En 2021, sur certains créneaux horaires les niveaux sonores ont peu évolué par rapport à 2020 (cf. figure 8).

Les figures 9 à 11 présentent, l'évolution des niveaux sonores moyens agrégés (total 24h, diurne 6h-22h et nocturne 22h-6h), sur les différentes périodes analysées après la pose des enrobés phoniques, en tenant compte des

corrections liées aux variations des températures et des trafics.

Sur la base des quatre premières années d'observation, on constate une diminution des performances acoustiques avec le temps. Cette diminution peut être estimée en moyenne à 1,0 dB(A) par an pour l'ensemble des tronçons autoroutiers étudiés.

À titre comparatif, le suivi réalisé depuis 2012 de l'efficacité de revêtements acoustiques sur la section du boulevard périphérique parisien de la porte de Vincennes montre une augmentation moyenne du niveau de bruit de l'ordre de 0,7 dB(A) par an (Etude Ville de Paris, Bruitparif). Les différentes études disponibles sur le sujet confirment également cet ordre de grandeur[9].

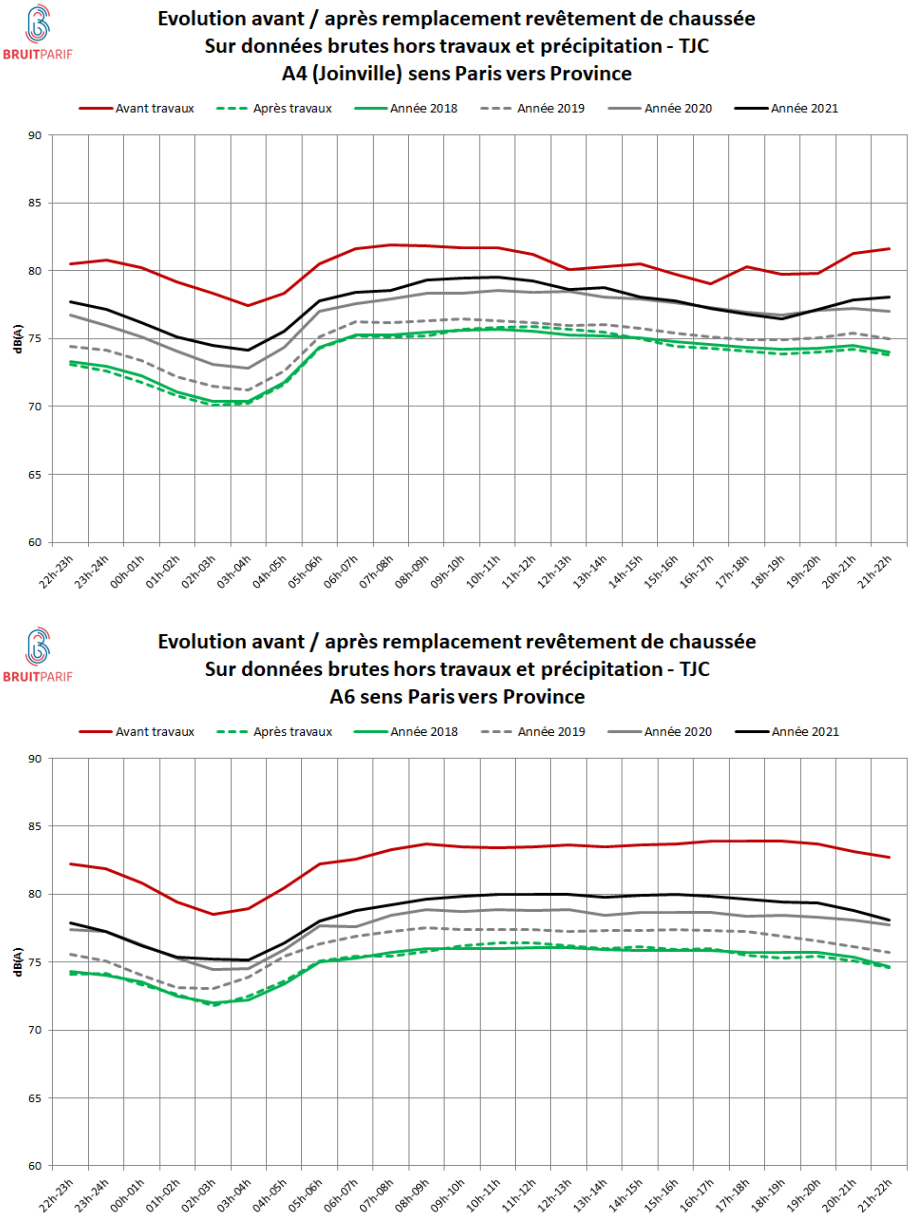

Figure 8 : Évolution des niveaux moyens de bruit horaires sur 24h en fonction des périodes d'observation pour l'autoroute A4 à Joinville-le-Pont dans le sens Paris vers Province (graphique du haut) et A6 à L'Haÿ-les-Roses dans le sens Paris vers Province (graphique du bas) ; sans correction des effets liés aux variations de température.

[9] *Exemple : « SETRA, Nouveau guide d'émission du bruit 2008, "Prévision du bruit routier, Partie 1 : Calcul des émissions sonores dues au trafic routier", F. Besnard, J.F. Hamet, J. Lelong, N. Fürst, S. Doisy, E. Le Duc, V. Guizard, SETRA, juin 2009. »*

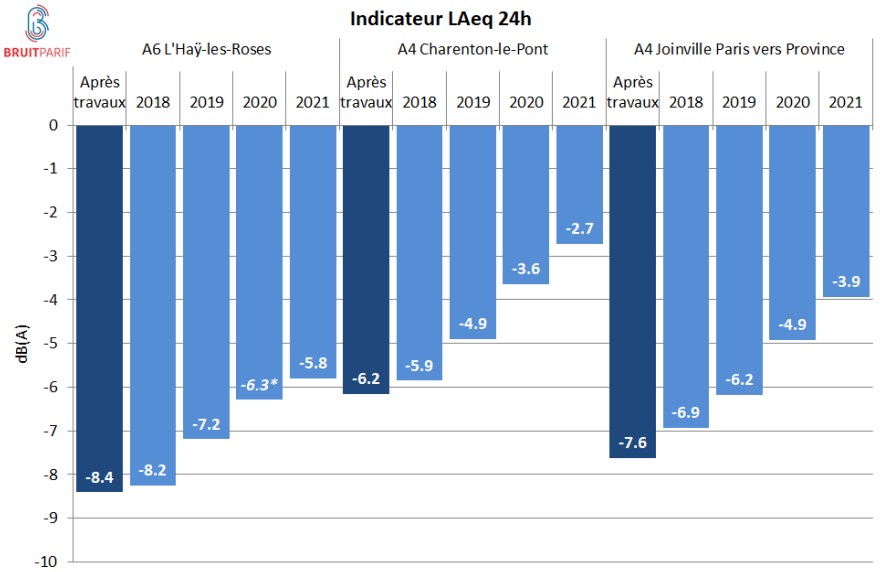

Figure 9 : Efficacité acoustique apportée par les enrobés phoniques en fonction du temps ; Indicateur LAeq 24h avec correction des effets liés aux variations des températures (A4 et A6) et des trafics (A4).

** Valeur obtenue à partir d'estimations partielles.*

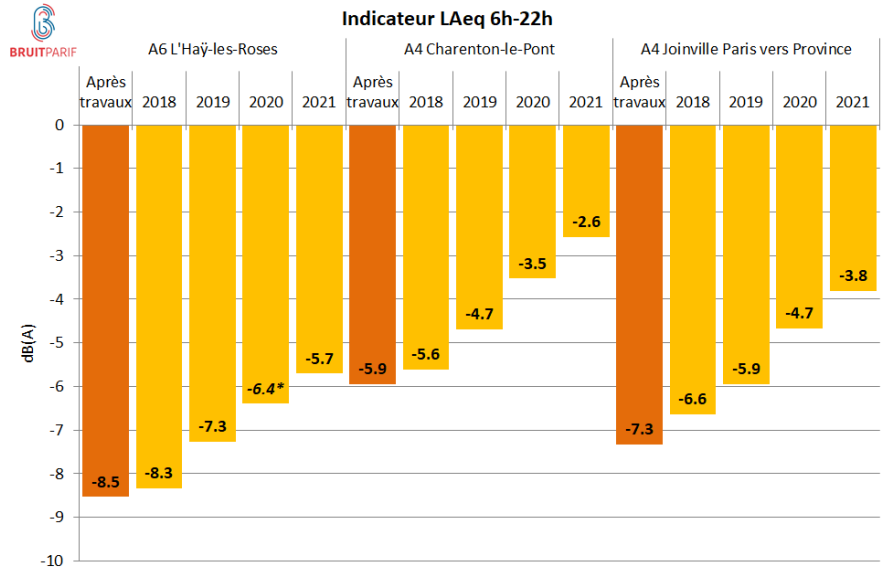

Figure 10 : Efficacité acoustique apportée par les enrobés phoniques en fonction du temps ; Indicateur LAeq 6h-22h avec corrections liées aux variations des températures (A4 et A6) et des trafics (A4).

** Valeur obtenue à partir d'estimations partielles.*

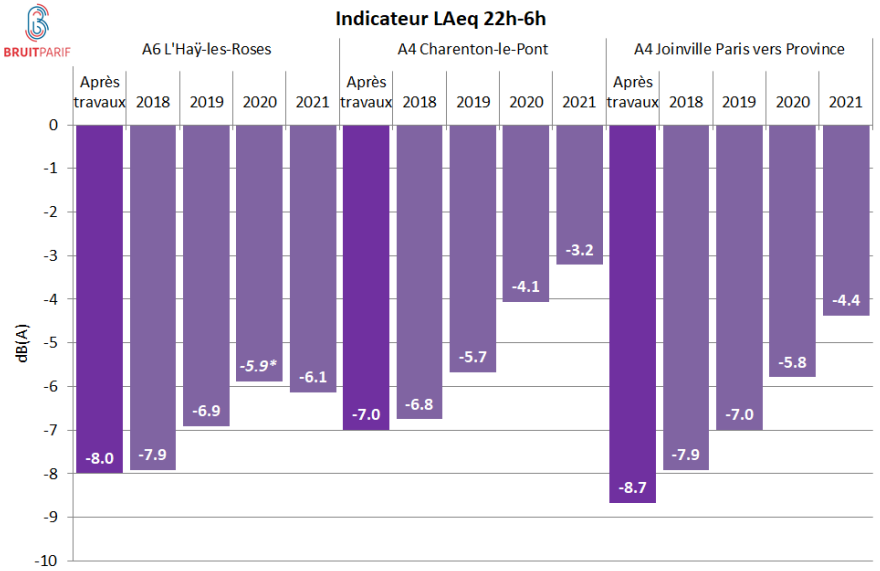

Figure 11 : Efficacité acoustique apportée par les enrobés phoniques en fonction du temps ; Indicateur LAeq 22h-6h avec correction des effets liés aux variations des températures (A4 et A6) et des trafics (A4).

** Valeur obtenue à partir d'estimations partielles.*

CONCLUSION

La Direction des Routes Île-de-France (DiRiF) a procédé, entre juin et octobre 2017, à la pose de revêtements de chaussée ayant des propriétés d'absorption acoustique sur l'autoroute A4 et sur l'autoroute A6. Afin de caractériser les améliorations acoustiques apportées par ces nouveaux revêtements, Bruitparif a déployé cinq stations de mesure continue du bruit sur ces autoroutes, au droit des sections ayant bénéficié des nouveaux enrobés à L'Haÿ-les-Roses (A6), Charenton-le-Pont (A4) et Joinville-le-Pont (A4).

Quatre ans après la pose des revêtements acoustiques, les résultats sont encore très positifs en termes d'efficacité de réduction du bruit apportée par de telles solutions, avec des niveaux sonores moyens réduits de 2,7 à 5,8 dB(A) en moyenne sur 24h, soit des diminutions équivalentes à ce qui pourrait être obtenu par une réduction de 47% à 74% du nombre de véhicules.

Quatre ans après la pose des revêtements acoustiques, les analyses indiquent toutefois une dégradation de leurs performances acoustiques avec le temps, qui peut être estimée pour l'instant à 1,0 dB(A) par an en moyenne.

Il conviendra de poursuivre les observations sur les prochaines années afin de renseigner plus précisément le rythme de dégradation de ces nouveaux revêtements, sur le plan acoustique ainsi que sur le plan de leurs propriétés mécaniques dans un contexte de fortes contraintes exercées par un trafic très dense.

SUIVI DES PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES ENROBES PHONIQUES DEPLOYES SUR DES SECTIONS TRÈS CIRCULEES D'AUTOROUTES FRANCILIENNES
BILAN ANNUEL 2021

DATE DE PUBLICATION : AOUT 2022

BRUITPARIF
CENTRE D'ÉVALUATION TECHNIQUE
DE L'ENVIRONNEMENT SONORE EN ÎLE-DE-FRANCE

Axe Pleyel 4 - B104
32 boulevard Ornano
93200 Saint-Denis

01 83 65 40 40
demande@bruitparif.fr

BRUITPARIF