



île de France

Opter pour des revêtements acoustiques

Comprendre les relations entre revêtement routier et bruit

Le passage d'un véhicule sur une surface est à l'origine de ce que l'on appelle le « bruit de roulement » qui devient prédominant sur le bruit moteur dès que la vitesse augmente.

Le revêtement routier joue un rôle essentiel sur le bruit de roulement.



Composition de la chaussée...

Une chaussée se compose de plusieurs couches. La couche supérieure appelée revêtement routier doit satisfaire à différentes exigences : supporter sans dégradation les contraintes exercées par les roues des véhicules, offrir une bonne adhérence pour la sécurité des usagers lors des virages et freinages, veiller à ce que la consommation des véhicules soit la plus réduite possible et permettre une conduite confortable et peu bruyante.

A l'exception des chaussées pavées, le revêtement se compose généralement de gravillons, de sable, de particules de remplissage (aussi appelées « fillers » ou « fines ») et d'un liant.

Ce dernier peut représenter jusqu'à 8% du poids total du revêtement et joue un rôle fondamental puisqu'il lie les ingrédients de la couche supérieure et permet d'assurer une bonne liaison avec la couche inférieure.

Le liant peut être du bitume, du ciment ou de la résine de synthèse. En France, la grande majorité des revêtements routiers sont de type bétons bitumineux (BB), alors que d'autres pays comme la Suisse ou la Belgique utilisent davantage les bétons de ciment (BC).

Le bruit de roulement généré par le contact entre les pneus et la couche supérieure de la chaussée est la résultante de plusieurs phénomènes acoustiques (voir caractéristiques développés dans les onglets à droite).

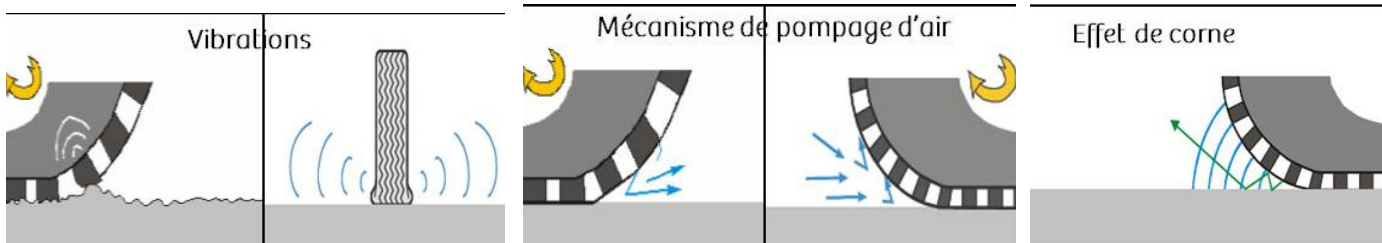
Les vibrations engendrées par l'interaction entre les pneumatiques et la chaussée, qui génèrent des sons plutôt graves.

Un phénomène de « pompage d'air » causé par la compression/détente de l'air situé entre les pneumatiques et les espaces vides non communicants de la chaussée, qui génère des sons plus aigus.

L'effet de corne (ou « effet dièdre ») qui correspond aux réflexions successives de l'onde sonore dans la corne (ou dièdre) formée par le pneumatique et le revêtement routier, dont la conséquence est une amplification du bruit à la manière d'un mégaphone.

Le bruit de roulement et, dans une moindre mesure, le bruit moteur peuvent également être atténués par le revêtement routier en fonction de ses capacités d'absorption acoustique.

Enfin, sur un revêtement mouillé, la projection de gouttelettes produit un surcroît de bruit dont l'impact peut être très important.





Opter pour des revêtements acoustiques

Revêtements acoustiques : gains, exigences et limites



Connaître les gains acoustiques possibles...

Les gains que l'on peut attendre sur le plan acoustique d'un remplacement de revêtement de type bitumineux « classique » par un revêtement acoustique sont de l'ordre de 3 à 6 dB(A) et peuvent aller jusqu'à 9 dB(A) selon les performances acoustiques du revêtement sélectionné, son âge et les conditions de circulation (fluide ou saccadée, vitesse, taux de poids lourds...).

Le gain acoustique est d'autant plus fort que le bruit de roulement est important et donc que les vitesses de circulation sont élevées.

A noter...

Néanmoins, des gains significatifs de l'ordre de 3 à 5 dB(A) peuvent être obtenus même sur des sections de voirie urbaine avec des vitesses de circulation faibles comprises entre 30 et 50 km/h et un faible taux de poids lourds.

Les performances acoustiques d'un revêtement diminuent également avec le temps en raison de l'usure mécanique liée au trafic et aux intempéries (apparition de fissures, ornières...) et du colmatage progressif des vides des revêtements poreux par la pollution.

.... Les autres effets bénéfiques

Amélioration du confort de conduite, y compris baisse du bruit à l'intérieur de l'habitacle du véhicule.

Amélioration de la sécurité grâce à l'utilisation d'enrobés drainants (diminution des risques d'aquaplanage, amélioration de la visibilité en cas de pluie notamment).

Gains potentiels en termes de qualité de l'air grâce à l'utilisation de revêtements poreux qui pourraient limiter la quantité de particules remises en suspension (à confirmer car les études sur ce sujet sont encore peu nombreuses à ce jour).

Des exigences et des limites

Un revêtement acoustique est d'un coût plus élevé qu'un revêtement classique en raison de son surcoût à l'achat (variable selon les produits, de +20 % au double typiquement) et à la pose mais aussi des coûts supplémentaires engendrés par la nécessité d'un entretien plus exigeant et de son renouvellement plus fréquent.

La tenue dans le temps d'un revêtement est d'autant plus faible que la porosité du revêtement augmente, ce qui oblige nécessairement à faire un compromis entre les performances acoustiques du produit et sa durabilité.

Par ailleurs, la dégradation des propriétés mécaniques du revêtement est très liée aux conditions de charge de la voirie (nombre de véhicules et taux de poids lourds notamment).

Enfin, la pose d'un revêtement acoustique et son entretien doivent être réalisés avec beaucoup de soins afin d'optimiser les gains acoustiques dans la durée.

A noter...

Pour une information plus complète, voir le dossier technique et pédagogique publié par Bruitparif en décembre 2011 « Etat des lieux des performances acoustiques des revêtements de chaussées ».

Etat des lieux des performances acoustiques des revêtements de chaussées



Le revêtement routier, qu'est-ce que c'est ?

Enjeux du revêtement routier

Une chaussée comprend toujours une couche supérieure appelée revêtement routier, ainsi qu'une ou plusieurs couches inférieures.

Le revêtement routier est exposé à l'usure, mais aussi aux effets des conditions météorologiques et doit par conséquent être remplacé et/ou entretenu à intervalles réguliers.

Le revêtement routier assume plusieurs fonctions simultanées :

il doit protéger la couche inférieure contre l'humidité (sauf dans le cas d'une couche supérieure poreuse).

il doit supporter sans dégradation les contraintes exercées par les roues des véhicules .

il doit offrir une bonne adhérence pour permettre à l'usager de freiner et de négocier ses virages en toute sécurité .

il doit permettre à l'usager de rouler confortablement .

il doit permettre de limiter le bruit généré par le roulement des véhicules (habitacle ou abords de route) .

Composition des revêtements

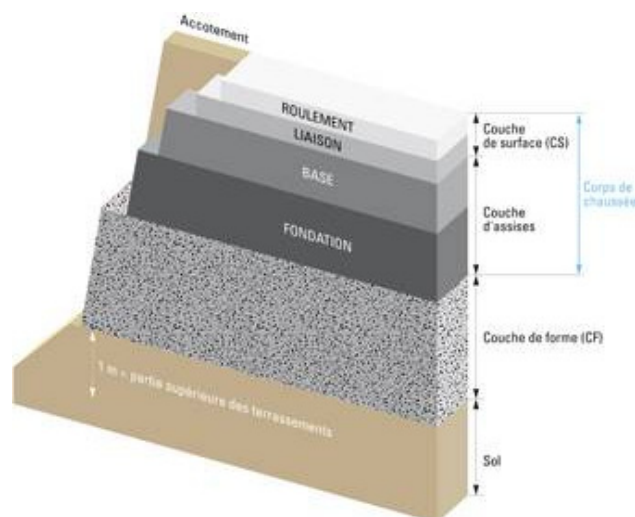
A l'exception des chaussées pavées, les revêtements routiers incluent généralement les éléments suivants :

des gravillons, appelés aussi agrégats, dont les dimensions ne peuvent dépasser certaines limites. Il s'agit du composant principal (au moins 40 à 50 % de la masse). Ils ont une taille minimale de 2 mm

du sable. Le poids du sable peut être équivalent à celui des gravillons. Les grains de sable ont une granulométrie comprise entre 0,063 mm et 2 mm

des particules de remplissage, aussi appelées « fillers » ou « fines » dont les dimensions sont inférieures à 0,063 mm

du liant. Les plus usuels sont le bitume (asphalte) et le ciment, bien qu'il existe d'autres types de liants - des résines (synthétiques), ou végétales. Le pourcentage de liant représente 4 à 8 % du poids. Il a une double fonction : lier les ingrédients de la couche supérieure les uns aux autres, d'une part, et assurer une bonne liaison entre la couche supérieure et la couche inférieure, d'autre part.



Les différents types de revêtements routiers

La plupart des routes ont un revêtement routier qui appartient à l'un des types décrits ci-dessous, sachant qu'en France les revêtements du premier type (béton bitumineux) sont majoritairement utilisés.

Les revêtements en béton

Les bétons bitumineux se composent d'un mélange de gravillons, de sable, de fillers et de bitume en guise de liant.

Ils sont en général assez résistants et capables de bien répartir le poids des poids lourds sur la couche inférieure. Ils possèdent d'ordinaire une élasticité supérieure à celle du béton de ciment.

Dans un béton bitumineux classique, on utilise des gros et petits gravillons. Combinés au liant, les petits gravillons remplissent la plupart des vides formés entre les gravillons de granulométrie plus élevée. Il subsiste 3 à 5 % de vides.

Ce type de béton bitumineux est appelé asphalte dense ou béton bitumineux étanche (BBE) et est souvent pris comme base de référence de comparaison.

Il existe de nombreuses autres sortes de bétons bitumineux :

Les bétons bitumineux drainants (BBDr)

Dans ce genre de béton bitumineux ne sont utilisés que des gravillons plutôt gros et le bitume ne remplit pas les vides laissés entre les gravillons. Il subsiste ainsi de nombreux vides (20 à 25 %) qui sont reliés entre eux. Lors de la pose d'un béton bitumineux drainant, il faut prévoir une couche étanche sous la couche supérieure en BBDr afin de protéger les couches inférieures de la route contre l'infiltration d'eau.

Le SMA (Stone Mastic Asphalt)

Littéralement asphalte coulé gravillonné, il s'agit d'un compromis entre le BBE dont il partage l'étanchéité et le BBDr dont il partage l'apparence de surface. Le SMA est plus résistant à l'usure et plus solide que l'asphalte dense mais requiert davantage de soin lors de la pose.

L'asphalte clouté : il s'agit d'asphalte dense sur lequel des gravillons sont épanchés et roulés à chaud. Le revêtement présente ainsi une meilleure résistance à l'usure.

Les bétons bitumineux à module élevé (BBME)

Dans lesquels le taux de liant est plus élevé, ce qui permet d'élever la résistance aux poids-lourds.

Les bétons bitumineux minces

Cette technique a été développée au départ pour réparer un revêtement routier usé, à certains endroits ou sur toute la surface. Des gravillons de granulométrie réduite sont utilisés. On distingue plusieurs sous-catégories en fonction de l'épaisseur :

- béton bitumineux mince BBM : 30 à 50 mm ;
- béton bitumineux très mince BBTM : 20-25 mm ;
- béton bitumineux ultramince BBUM : 12-18 mm ;
- micro-couche de béton bitumineux : 6-12 mm.

On parle généralement de BBM 0/10 ou de BBTM 0/6... Les spécifications « 0/6 » ou « 0/10 » correspondent à une composition comportant respectivement des granulats de diamètre compris entre 0 et 6 mm et entre 0 et 10 mm.

Le fait de mélanger un ensemble de grains de toutes tailles confère à la couche de béton des propriétés de bonne résistance mécanique qui sont néanmoins conditionnées par le respect d'une épaisseur minimale.



Les différents types de revêtements routiers

Les revêtements de béton de ciment

Le béton de ciment présente de nombreuses similitudes avec le béton bitumineux, à la différence que l'on utilise du ciment en guise de liant et non du bitume. Une autre différence réside dans le fait que le béton de ciment comporte une plus grande proportion de sable.

Le matériau est donc plus compact et la surface plus lisse, ce qui peut poser problème par temps de pluie où la surface a tendance à devenir glissante.

Des traitements spéciaux sont souvent appliqués pour résoudre ce problème : brossage de la surface en béton encore humide, passage d'un peigne métallique sur la surface en béton fraîchement posée, rainurage du béton durci à l'aide d'une scie diamant, meulage à l'aide d'une série de disques diamants très rapprochés, bouchardage de la surface à l'aide d'un marteau à pointes, traitement chimique de la surface...



Les pavés

Il s'agit d'un revêtement composé d'éléments distincts reliés entre eux par des joints. On distingue les pavés en pierre naturelle (granits taillés en forme de cubes généralement) des pavés artificiels fabriqués généralement en béton de ciment ou en terre cuite (nombreuses formes disponibles). Les pavés artificiels ont généralement une face supérieure plate contrairement à celle des pavés en pierre naturelle.

Très employés autrefois pour leur résistance, l'utilisation actuelle de pavés naturels est en grande partie motivée par des raisons historiques, culturelles ou esthétiques. Ils sont à bannir sur le plan acoustique.

Les enduits superficiels

Cette technique consiste à étendre sur une couche inférieure plane et en bon état, une couche de gravillons collée directement grâce à un liant.

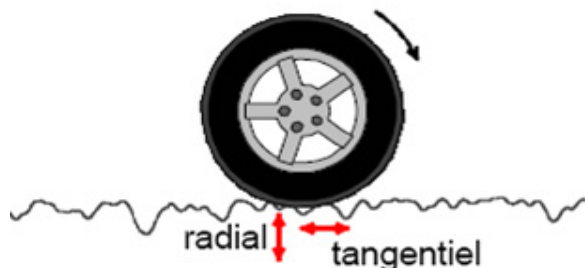
C'est ce qu'on appelle un enduit monocouche. Celui-ci a une épaisseur de 5 à 15 mm.

Il est possible de répliquer l'opération pour réaliser un enduit bicouche.



Il existe différents mécanismes à l'origine des bruits de roulement. Les deux phénomènes liés à l'interaction entre le pneu et la chaussée sont le vibrations et le «pompage d'air».

Sur le schéma à droite, les interactions entre pneu et chaussée. Elles peuvent être radiales, à savoir provoquées par les vibrations qui interfèrent avec le revêtement, ou bien tangentielles, c'est-à-dire issues du mouvement du pneu sur le revêtement (pompage d'air).



Les vibrations

Lorsque le pneu roule sur une surface qui n'est pas parfaitement lisse, les irrégularités entraînent des vibrations de la bande de roulement et indirectement des flancs du pneu. Toutefois, seules les irrégularités suffisamment profondes et larges (taille supérieure à 1,5 à 2 cm typiquement) causent des vibrations. Celles inférieures à 1-1,5 cm n'en causent pratiquement aucune.

Les vibrations des pneus sont plus importantes lorsque le revêtement routier présente des méga-irrégularités de 5 à 10 cm de diamètre. Les revêtements de type pavés ou dalles entrent dans cette catégorie et sont donc à bannir. Ils sont connus pour générer un bruit supérieur d'au moins 6 dB(A) par rapport à celui d'un revêtement classique.

Les « ondulations » assez fréquentes sur les surfaces en béton sont dues au mauvais lissage du béton encore humide et constituent un exemple type. Les méga-irrégularités peuvent également apparaître par des phénomènes d'usure : creux, fissures... Par ailleurs, la réduction du calibre du granulats du revêtement permet de réduire la profondeur des irrégularités. La forme du relief de surface joue également un rôle important : une surface qui présente des irrégularités en forme de creux (surface compactée) générera moins de vibrations qu'une surface dont les irrégularités sont en forme de bosses.

Les processus vibratoires interviennent plus particulièrement dans le domaine des basses et moyennes fréquences (80 Hz à 1250 Hz environ) et se propagent à l'ensemble du véhicule via la suspension. Le bruit perçu à l'intérieur de la voiture est donc largement impacté par la présence de méga-irrégularités.

D'autres effets liés à l'interaction entre les pneumatiques et la surface de la chaussée peuvent avoir lieu. Il s'agit des phénomènes de « stick-slip » correspondant aux secousses des éléments de profil du pneu se manifestant par des sons émis dans des fréquences élevées (supérieures à 1250 Hz). Dans le cas extrême, elle se traduit par un « crissement » dans les virages. A mentionner également le phénomène de « stick-snap » correspondant à des émissions de sons assez aigus (fréquences supérieures à 1250 Hz) qui apparaissent lorsque l'adhésion est trop forte entre le pneu et la chaussée (cas par exemple des crissements qui surviennent lorsqu'on roule dans un parking).

Le phénomène de «pompage d'air»

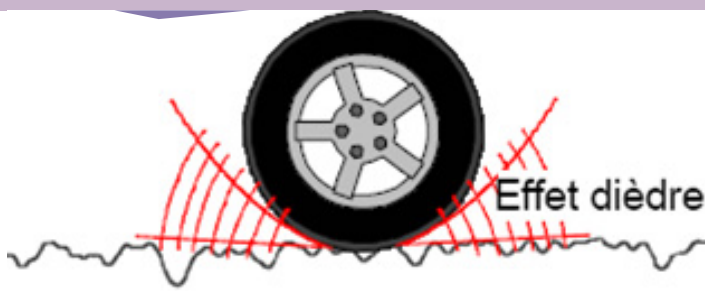
Un pneu qui roule sur une surface produit du bruit lié au phénomène de compression. Ce phénomène, responsable de l'émission sonore de hautes fréquences (1 à 5 kHz environ), est d'autant plus important que la surface de contact entre le pneumatique et la chaussée est importante.

Ce phénomène n'est pas observé sur une surface qui présente des aspérités de petites dimensions (inférieures à 1 cm typiquement) ou une bonne porosité facilitant la circulation de l'air. L'air présent dans les reliefs des pneumatiques peut alors librement s'échapper et limiter le phénomène de détente. Les aspérités de petite dimension s'obtiennent généralement en utilisant de petits gravillons à la surface (enrobés à faible granulométrie par exemple). Elles doivent être homogènes (éviter les amas de gravillons) mais ne peuvent pas former de motif régulier (pas de rainures situées à égale distance les unes des autres) qui produirait alors un sifflement. Il convient généralement d'avoir des aspérités suffisamment profondes (au minimum 0,5 mm de profondeur de texture) réparties de façon homogène dans une trame dense et de granulométrie petite à moyenne (maximum 10 mm). La porosité est quant à elle liée à la présence de trous en surface communicant avec les vides présents dans la structure du revêtement (minimum de 15 à 20 % de vides : enrobés drainants par exemple).

Le phénomène de rayonnement sonore par effet de corne (aussi appelé effet « dièdre »)

Ce mécanisme ne provoque pas de bruit en soi, mais amplifie le bruit généré par les autres phénomènes. Le son peut être répercuté plusieurs fois dans la corne d'air (ou dièdre) formé par le pneumatique et le revêtement routier, ce qui a pour effet de l'intensifier.

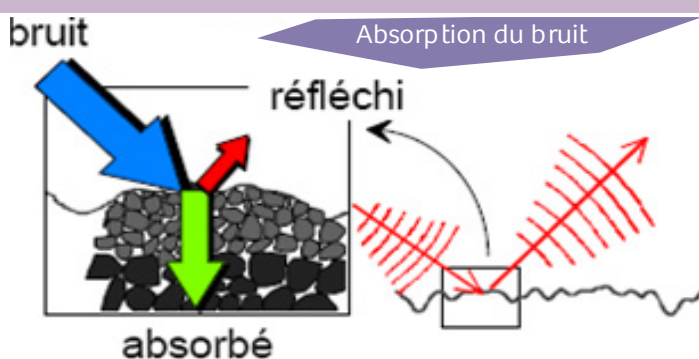
Le principe est le même que celui d'un mégaphone. L'amplification a lieu principalement dans la gamme des fréquences les plus audibles (1 à 3 kHz). Sur les revêtements drainants ou poreux, l'absorption acoustique due aux pores entraîne une diminution importante de cet effet de corne.



Les phénomènes d'absorption du bruit

Les revêtements routiers ont une capacité à absorber le son qui dépend en grande partie de leur porosité. Les vides reliés contenus dans le revêtement absorbent non seulement le bruit de contact pneu-chaussée mais également le bruit de moteur (ce qui est particulièrement intéressant en zone urbaine pour des vitesses faibles où les bruits de moteur sont importants) ainsi que les autres bruits environnants.

Pour obtenir une absorption efficace, la couche poreuse du revêtement doit avoir une épaisseur minimale de 4 cm et un pourcentage de vides minimal de 20 %.



Le phénomène de projection de gouttelettes d'eau

Sur un revêtement mouillé, un surcroît de bruit est produit dans la gamme des fréquences supérieures à 1000 Hz, dû à la projection de gouttelettes. L'impact de la présence d'eau sur le bruit dépend du type de revêtement et de la vitesse.

Pour un revêtement classique, ce phénomène peut conduire à une augmentation significative du bruit qui est plus importante proportionnellement à vitesse faible (on peut atteindre + 6 dB(A) pour des vitesses inférieures à 60 km/h sur un revêtement non-poreux) par rapport aux vitesses élevées (l'augmentation maximale de bruit se situe plutôt autour de 2 à 3 dB(A)).

Avec un revêtement acoustique drainant ou doté de macro-irrégularités suffisantes, ce phénomène est largement réduit.



Le rôle des pneumatiques

Les caractéristiques des pneumatiques ont également une influence sur le bruit du roulement. Les différences de niveaux sonores peuvent aller jusqu'à 5 dB en fonction des caractéristiques (profils, largeur, matériau) des pneumatiques utilisés.

Afin d'améliorer la sécurité et de promouvoir des pneumatiques moins bruyants, la Commission européenne impose un nouvel étiquetage à partir du 1er novembre 2012.

Outre l'indication de niveau sonore en décibel symbolisé par une icône avec une, deux ou trois ondes noires.

L'étiquette comportera les classes d'efficacité suivant leur consommation de carburant ainsi que les performances du pneu en termes d'adhérence sur sol mouillé.



Les caractéristiques des revêtements routiers acoustiques



Voici les principales caractéristiques des revêtements routiers qui influent sur le bruit de roulement :

Le revêtement routier doit comporter une structure de surface homogène et avoir le moins possible d'irrégularités de grande dimension afin d'éviter les phénomènes de vibrations des pneus.

Les surfaces compactées au rouleau sont significativement moins bruyantes que les surfaces comportant un gravillonnage superficiel.

Le revêtement routier ne doit pas être lisse mais au contraire présenter des aspérités de petite taille (< 1 cm) en quantités suffisantes. La granularité doit être fine, si possible inférieure à 8 mm. L'idéal est une granularité de 3 à 5 mm. Une texture ouverte (avec peu de sable) favorise la circulation de l'air et diminue ainsi l'effet de pompage d'air.

Le revêtement doit également avoir une bonne porosité (teneur en vides communicants élevée) afin de disposer d'une bonne capacité d'absorption acoustique. L'absorption du son augmente avec l'épaisseur de l'enrobé.

Les revêtements qui disposent d'une bonne élasticité permettent d'amortir les vibrations du pneu et donc d'absorber le bruit de manière mécanique.

Les bétons bitumineux sont plus élastiques que les bétons de ciment, ce qui explique la différence de bruit de l'ordre de 2 dB(A) généralement observé au passage d'un véhicule sur ces deux surfaces. L'introduction de polymères dans le revêtement permet de renforcer son élasticité.

Les couches inférieures doivent présenter une bonne stabilité : bien que le bruit de roulement soit dû au contact entre les pneus et la couche supérieure de la chaussée, les couches inférieures ont également une grande importance pour éviter les nuisances sonores. Si l'assise est instable, la couche supérieure ne tardera pas à se fissurer et à se fragmenter, générant ainsi un bruit de roulement excessif.

Par ailleurs, afin que les performances acoustiques puissent se maintenir dans le temps, d'autres facteurs entrent en considération :

L'introduction de filler spécial à fort pouvoir rigidifiant dans le revêtement permet d'éviter les déformations plastiques d'origine thermique ou mécanique.

L'introduction de liants à fort pouvoir cohésif dans le revêtement permet d'éviter la perte de particules et donc de maintenir dans la durée la rugosité de surface.

Les principaux revêtements acoustiques présents sur le marché

Les bétons bitumineux drainants (BBDr)

Il s'agit de bétons bitumineux disposant d'un pourcentage élevé de gravillons de granulométrie 0/14 à l'exclusion des dimensions 2/7, ce qui se traduit par un volume important de vides (au moins 20 %). L'épaisseur doit être d'au moins 4 cm.

A savoir

La pose de BBDr bi-couches offre un potentiel de réduction du bruit très important (de l'ordre de 5 à 7 dB(A)).

Les BBDr bicouches reposent sur le principe d'appliquer une couche de BBDr de petite granulométrie sur une couche de BBDr de granulométrie plus élevée. La couche supérieure finement grenue agit tel un filtre contre le colmatage, et sa surface compactée minimise la vibration des pneumatiques. Le fait de disposer d'une couche épaisse de BBDr offre une bonne absorption acoustique qui agit à la fois sur les bruits de roulement et de moteur. L'un des problèmes inhérents au BBDr bicouches réside dans la difficulté à assurer une adhérence correcte entre les deux couches. La pose de la couche supérieure exige un grand savoir-faire technique.

Nous ne détaillons pas ici la catégorie des bétons de ciment drainants qui sont très peu utilisés en France. Néanmoins leurs caractéristiques acoustiques et les avantages/inconvénients de ces revêtements sont assez proches des BBDr. Ils ont tendance à être moins performants acoustiquement que les bétons bitumineux drainants en raison d'une élasticité plus faible (écart de l'ordre de 2 dB(A)).

Inconvénients

Les revêtements routiers présentant une texture très ouverte comme les BBDr perdent progressivement leurs bonnes qualités acoustiques initiales. En raison de l'obstruction des pores par la boue, les particules, ou les matières huileuses d'une part, et du détachement d'agrégats de la couche supérieure d'autre part, tout dépend des conditions de circulation notamment. Sur voirie rapide ou autoroutière, la vitesse élevée des véhicules génère un auto-nettoyage des pores qui maintient relativement bien dans la durée la performance acoustique de ce type de revêtement.

Concernant la circulation urbaine, il faut donc procéder à des nettoyages réguliers (deux par an) à l'aide de machines spéciales pour contrer le risque de colmatage. Sans cet entretien régulier, les performances acoustiques se dégradent rapidement (environ 3 dB(A) après 4 ans). En cas de gel, l'eau emprisonnée dans les pores rend le revêtement plus glissant. En cas de neige ou de verglas, il est également moins aisé de déverglacer le revêtement. Ce problème n'est pas insurmontable, aux Pays-Bas, le béton bitumineux drainant est utilisé systématiquement sur le réseau routier principal.

Les bétons bitumineux drainants sont moins résistants aux contraintes tangentielles qu'un revêtement classique : il est donc préférable de ne pas les utiliser aux carrefours, dans les ronds-points, les virages serrés...

Enfin, ces types de revêtements sont assez délicats à mettre en œuvre lors d'une réfection ponctuelle d'une chaussée non pourvue initialement d'enrobés drainants car ils nécessitent la mise en place d'un drainage et donc la réfection de l'intégralité des couches de roulement de l'ensemble des voies d'un tronçon.

Performances acoustiques

La réduction du bruit repose sur le fait que le revêtement comporte de nombreux vides qui absorbent le bruit. La diminution obtenue des niveaux de bruit est comprise entre 3 et 9 dB(A) par rapport à l'asphalte dense selon les contextes.

Les BBDr peuvent être particulièrement adaptés pour réduire le bruit sur des voiries bordées de bâtiments des deux côtés (configuration en U ou canyon) dans la mesure où les capacités d'absorption du revêtement agissent sur le bruit supplémentaire généré par les réflexions du bruit incident sur les bâtiments.

Les BBDr offrent d'autres avantages comme :

- La réduction des projections d'eau par temps de pluie.
- La réduction des risques d'aquaplanage par temps de pluie.
- L'atténuation de l'effet d'éblouissement causé par les phares des véhicules la nuit et par temps de pluie.
- un potentiel impact positif sur la qualité de l'air par diminution du phénomène de remise en suspension des particules fines (point à conforter néanmoins car peu d'études encore disponibles à ce jour).



îledeFrance

Les principaux revêtements acoustiques présents sur le marché

Les enrobés bitumineux à couche mince ou très mince (BBM et BBTM)

On constate une tendance marquée au développement de revêtements en couches minces. La quantité restreinte de matériel nécessaire à leur construction rend ces revêtements à la fois financièrement attractifs et plus faciles à renouveler. En France, les BBM et BBTM sont en constant développement.

Parallèlement au béton bitumineux mince traditionnel, non poreux (qui peut servir à réparer un revêtement) il existe des variantes dotées de qualités acoustiques spécifiques, comme le béton bitumineux mince discontinu.

Il s'agit d'une couche de 2 à 3 cm caractérisée par un pourcentage assez élevé de gravillons (autour de 70 %), posée à chaud et compactée au rouleau. Il présente une granulométrie de 0/10 mais est dépourvu d'agrégats 2/7 d'où l'appellation « discontinu ».

L'absence d'une classe de granularité permet de diminuer l'épaisseur du revêtement. Cela favorise la création d'interstices, améliorant la porosité du revêtement (qui reste toutefois moins drainant qu'un BBDr) et donc les performances en termes d'absorption acoustique.

L'ajout dans le liant des élastomères ou de fibres de cellulose permet de conserver de bonnes propriétés mécaniques, en dépit de la minceur de la couche.

A savoir

Les bétons bitumineux minces sont moins résistants aux contraintes tangentielles qu'un revêtement classique : il est donc préférable de ne pas les utiliser aux carrefours, dans les ronds-points, les virages serrés.

Le passage sur une chaussée existante classique à du revêtement en couche mince nécessite de réaliser une couche de liaison en plus de la couche de roulement.

Les revêtements poroélastiques

Les revêtements poroélastiques sont encore en phase d'essais, mais montrent déjà un potentiel de réduction du bruit particulièrement prometteur, combinant comme leur nom l'indique efficacité acoustique des revêtements poreux et élastiques.

Il s'agit de revêtements à porosité ouverte, capables d'un bon drainage et dotés d'une grande élasticité grâce à une forte proportion de caoutchouc ou d'un autre matériau aux propriétés semblables.

Le gain initial réalisé atteint de 7 à 10 dB(A) d'après les premières expériences réalisées au Japon et en Suède, ce qui les rapproche du domaine d'efficacité des écrans anti-bruit.

Par ailleurs, la mise en mouvement élastique des éléments superficiels du revêtement, provoquée par la circulation, empêche les salissures de s'incruster dans les pores, ce qui est un atout majeur pour la durabilité des performances acoustiques.

Performances acoustiques

La réduction du bruit est liée à la texture de surface qui est dotée d'aspérités suffisamment profondes et d'une faible granulométrie.

Les qualités acoustiques des bétons bitumineux minces varient sensiblement selon les techniques de pose et les matériaux.

Les réductions obtenues se situent entre 3 et 6 dB(A). Des gains supplémentaires peuvent être obtenus en cas d'utilisation de produits dans lesquels ont été rajoutés des polymères ou des matériaux poreux.

Les BBM et BBTM offrent d'autres avantages comme :

Les bétons bitumineux minces offrent une bonne résistance à la formation d'ornières.

Ils disposent de bonnes qualités antidérapantes en raison d'une bonne rugosité de surface en fonction de leur porosité.

Ils permettent de réduire la quantité d'eau projetée, améliorant ainsi également la visibilité en cas de pluie.

De nombreuses problématiques entraînent les tests pratiques et l'installation de ce type de revêtements.

Les problèmes mis en avant sont la qualité antidérapante sur chaussée humide, l'adhérence au support, la résistance au feu ou encore les coûts élevés.

Toutefois, les revêtements poroélastiques développés à l'étranger semblent avoir repoussé suffisamment loin les problèmes signalés initialement pour que des tests en conditions réelles soient à présent réalisés.

Revêtements acoustiques et gains sonores

Les gains que l'on peut attendre sur le plan acoustique d'un changement de revêtement de type bitumineux « classique » par un revêtement acoustique sont de l'ordre de 3 à 6 dB(A).

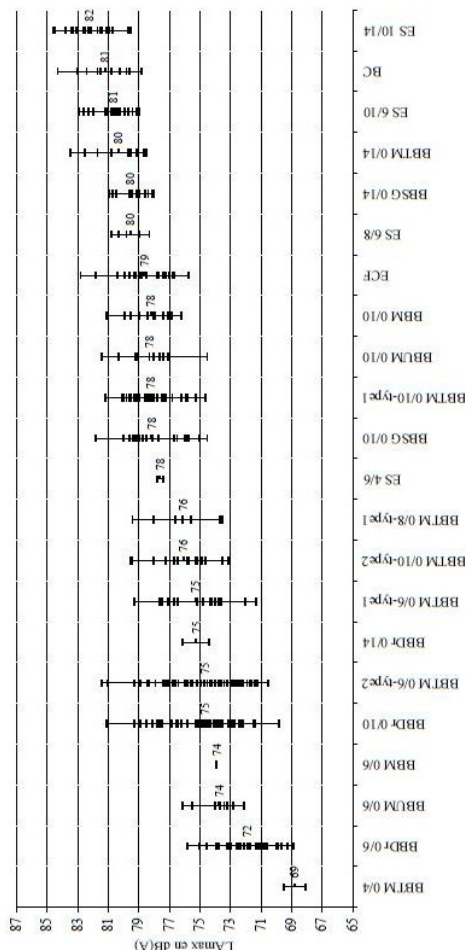
Ils peuvent aller jusqu'à 9 dB(A) selon les performances acoustiques du revêtement sélectionné, son âge et les conditions de circulation (fluide ou saccadée, vitesse, taux de poids lourds...).

Les gains mesurés

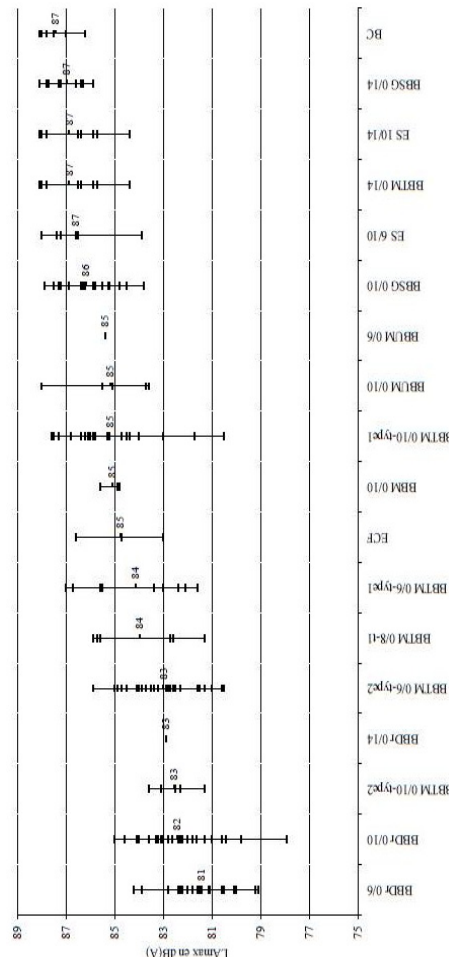
L'influence du revêtement de chaussée sur le bruit émis par les véhicules a fait l'objet en France de nombreuses mesures.

Les résultats de ces dernières sont rassemblés dans une base de données « bruit de roulement » gérée par le LRPC de Strasbourg pour le compte des laboratoires des Ponts et Chaussées (LPC), du SETRA et du CER-TU.

Graphique 1. Base de données des revêtements—403 mesures VL (LA max, température de 20°C, vitesse 90 km/h)



Graphique 2. Base de données des revêtements—201 mesures TR (LA max, température de 20°C, vitesse 80 km/h)



Evaluation et résultats

Les figures ci-dessus synthétisent les résultats des mesures effectuées entre 1995 et 2009 selon les normes en vigueur (procédure normalisée pour les mesures de bruit de roulement au passage sur véhicules isolés VI) pour les véhicules légers (VL – graphique 1.) et les poids lourds à plus de trois essieux (trains routiers TR – graphique 2.).

Les résultats sont rassemblés par technique de revêtement.

L'indicateur de bruit utilisé est le niveau sonore maximum observé (Lmax) au passage à vitesse stabilisée du véhicule (90 km/h pour les VL, 80 km/h pour les véhicules TR).

Dans les figures, chaque point représente la valeur moyenne des résultats obtenus sur les mesures d'au moins 80 véhicules isolés sur la même portion de voirie (dotée d'un revêtement donné d'un âge donné).

Contats et efficacité

On constate des différences très significatives selon le type de revêtement acoustique utilisé. Les gains peuvent aller jusqu'à 9-10 dB(A) pour les VL par rapport à des bétons bitumineux ou des bétons de ciment classiques (sans propriétés acoustiques particulières) et jusqu'à 6-7 dB(A) pour les poids lourds (TR).

Ces graphiques font ressortir que les revêtements de type bitumineux drainants ou à faible granulométrie sont les enrobés les plus performants en terme acoustique.

La grande dispersion des résultats au sein d'une même technique de revêtements (de l'ordre de 5 à 6 dB(A) pour les techniques suffisamment renseignées) met en évidence les difficultés rencontrées par les laboratoires pour déterminer les performances acoustiques réelles.

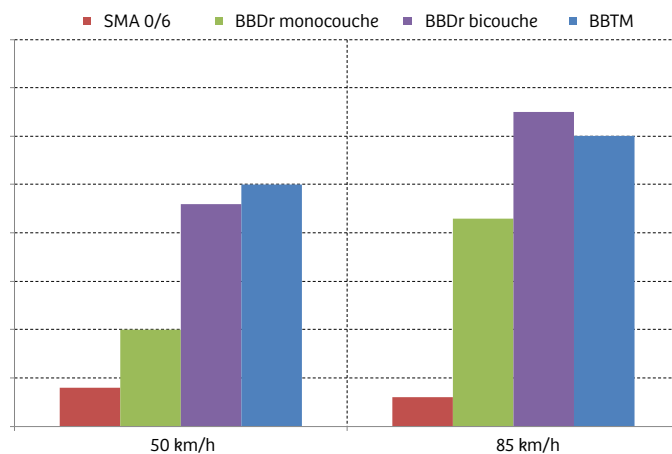
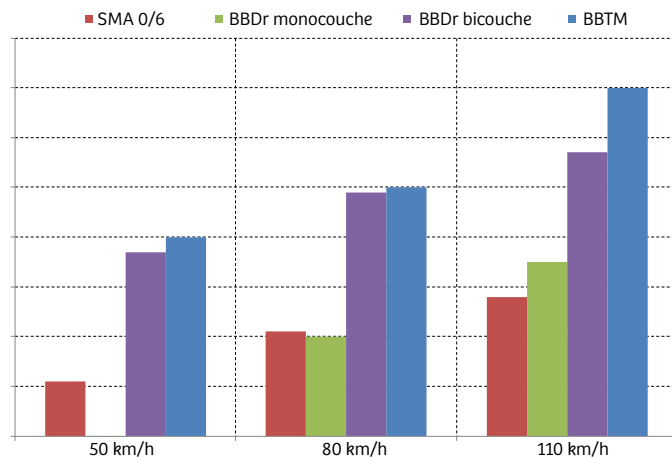
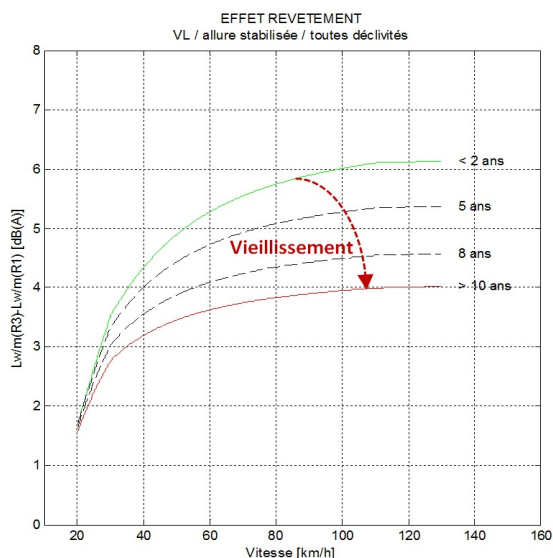
Le gain acoustique est d'autant plus fort que le bruit de roulement est important et donc que les vitesses de circulation sont élevées.

Néanmoins, des gains significatifs de l'ordre de 2 à 5 dB(A) peuvent être obtenus même sur des sections de voirie urbaine avec des vitesses de circulation faibles comprises entre 30 et 50 km/h et un faible taux de poids lourds.

La dégradation des performances acoustiques dans le temps

L'exploitation des résultats obtenus, par le LRPC (pour les revêtements : BBDr 0/10 et BBTM 0/6 type 2, réalisées à des dates différentes) montre une dégradation des performances acoustiques des revêtements avec le temps.

Ainsi, après deux ans, les niveaux sonores ont tendance à ré-augmenter d'environ 0,5 à 0,8 dB(A) par an et ce jusqu'à 10 ans environ (manque de données au-delà).



Gain acoustique obtenu pour les VL (en haut) et les PL (en bas) en fonction de la vitesse et du type de revêtement par rapport à un revêtement « classique » type

BBE - source : « Inventory study of basic knowledge on tyre/road noise », IPG

Choisir le revêtement

Le choix d'un revêtement acoustique doit être guidé par le gain acoustique initial et par la durabilité des performances acoustiques au fil du temps. Il doit par ailleurs tenir compte des conditions d'utilisation de la route (charge, composition du trafic, vitesse de circulation) et des exigences en termes de propriétés mécaniques qui en découlent.

Opter pour des revêtements acoustiques suppose la mise en oeuvre d'une politique de maintenance adaptée à la charge de trafic sur la voirie concernée et à la pérennité des performances du revêtement envisagé.

Remplacement fréquent...

Ces données viennent confirmer les résultats obtenus également par d'autres pays comme la Suisse qui a mis en place un suivi des revêtements routiers à l'intérieur des localités. Il est d'usage de considérer que la couche inférieure d'un revêtement acoustique doit être remplacée tous les 15 ans environ et la couche supérieure tous les 7 à 10 ans, soit de l'ordre de deux fois plus souvent qu'un revêtement classique.

Il est par ailleurs vivement recommandé aux gestionnaires d'infrastructures de mettre en place, lors de la réception des produits, des mesures en vue de s'assurer que la performance acoustique des revêtements est conforme à la performance affichée par le constructeur. Il apparaît également intéressant de mettre en place un suivi régulier dans le temps des caractéristiques acoustiques des revêtements (mesures tous les 5 ans par exemple pour un revêtement dense, tous les deux ans dans le cas de revêtements poreux).

La question des surcoûts

Pour évaluer correctement le coût d'un revêtement acoustique, il faut tenir compte de trois facteurs :

Les coûts inhérents à la pose qui dépendent du type de revêtement, de l'épaisseur de la couche supérieure et de l'assise. La pose de revêtements acoustiques présente au final un surcoût qui peut aller de 25 % environ (cas du SMA, de certains enduits de résine synthétique) à 200% voire 300 % environ (cas de la pose de BBDr bi-couches).

Les coûts liés à la maintenance, ils sont liés à la main d'œuvre et aux machines spécialement mobilisées pour le nettoyage périodique du BBDr par exemple.

Les coûts liés au grand entretien pour remplacement de la couche supérieure d'un revêtement par exemple.

Facteur coût

Le facteur coût doit être appréhendé différemment selon le type de projet.

S'il s'agit d'une nouvelle construction de route, le surcoût est à mettre en relation avec le gain de confort et de qualité de vie des futurs riverains de l'infrastructure. Si il s'agit d'un changement de revêtement (pour résoudre le problème du bruit généré par le trafic sur une voirie existante), le surcoût doit être comparé aux coûts des autres mesures potentielles comme la construction d'écrans, l'isolation acoustique des bâtiments, etc.

Une analyse coût-bénéfice s'avère alors nécessaire pour chaque contexte. Une étude danoise fournit des exemples de calculs comparatifs des coûts intégrés sur 30 ans des différentes mesures de lutte contre le bruit pour différents types de voiries. Le tableau ci-dessous en expose les principaux résultats.

		Rue en centre-ville	Bd urbain/ périphérique	Autoroute
Caractéristiques de la voirie (pour 1 km)	Vitesse (km/h)	50	70	110
	Nombre de voies	2X1	2X2	2X3
	Distance entre les fronts bâtis de part et d'autre de la rue (m)	15	32	30
	Nombre de véh./jrs	12000	30000	60000
	% de PL	10	10	10
	Niveau de bruit, 1er étage (dB(A))	68	73	77
	Type d'habitation	Blocs d'appartements accolés, 6 étages, avec des magasins au rdc	Blocs d'appartements accolés, 3 étages	Maisons individuelles
	Nombre d'habitation	665	399	435
Mise en place d'un revêtement type BBDr	Coût sur 30 ans (euros)	296000	360000	477000
	Réduction du bruit (dB(A))	5	6	7
	Coût (euros)/ dB(A)/ habitation	89	150	157
Pose d'écran anti-bruit	Coût sur 30 ans (euros)	Mesure non pertinente (espace insuffisant)	1335000	1590000
	Réduction du bruit (dB(A))	Mesure non pertinente	0-12 (moy. : 3.9)	4-13 (moy. : 8.5)
	Coût (euros)/ dB(A)/ hab.	Mesure non pertinente	851	430
Isolation acoustique des logements	Coût sur 30 ans (euros)	2 685 000	1 607 000	578 000
	Réduction du bruit (dB(A))	9	9	9
	Coût (euros)/ dB(A)/ hab.	449	448	148