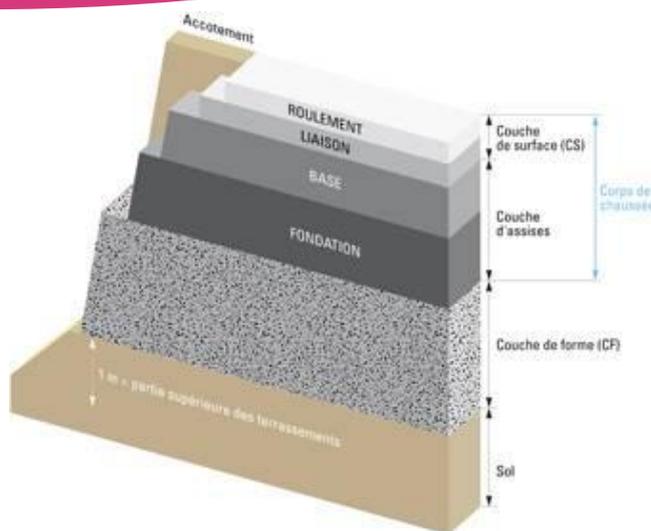


I - 3

Opter pour des revêtements acoustiques

Aller plus loin

Cette fiche récapitule l'essentiel des connaissances disponibles à l'heure actuelle sur le sujet des revêtements routiers acoustiques. Elle définit d'abord quelques notions de base relatives aux revêtements routiers et présente les principaux types de revêtements (pages 1 à 3). Elle aborde ensuite les mécanismes qui sont à l'origine des bruits de roulement (pages 4 et 5) et énumère les principales caractéristiques ou propriétés des revêtements acoustiques (pages 6 à 8). Les gains acoustiques mais aussi les limites ou contraintes qu'offrent ces revêtements sont ensuite passés en revue (pages 9 et 10). La page 11 est quant à elle consacrée à la manière dont il est nécessaire d'appréhender le facteur coût d'un revêtement acoustique.



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

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 (que ce soit dans l'habitacle ou aux abords de la route) ;
- il doit permettre de limiter la consommation des véhicules, tant du point de vue économique qu'environnemental.

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 (1/2)

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 bitumineux :

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) est 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 épandus 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 (2/2)

Les revêtements en 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 :

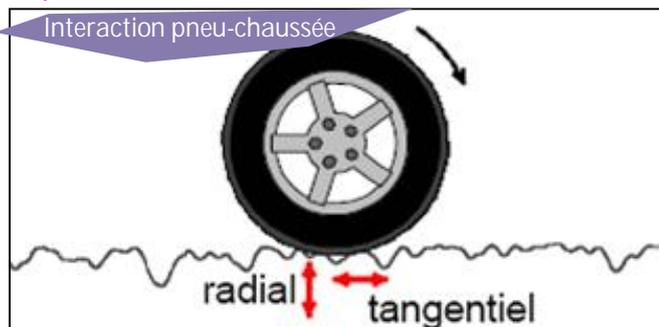
Cette technique consiste à étendre sur une couche inférieure plane et en bon état, une couche de gravillons collée directement grâce à un liant. C'est ce qu'on appelle un enduit monocouche ; celui-ci a une épaisseur de 5 à 15 mm. Il est possible de répliquer l'opération pour réaliser un enduit bicouche.



Comprendre les relations entre revêtement routier et bruit (1/2)

Différents mécanismes sont à l'origine des bruits de roulement :

Les deux phénomènes liés à l'interaction entre le pneu et la chaussée :



- **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 maximales lorsque le revêtement routier présente des méga-irrégularités de 5 à 10 cm de diamètre. D'un point de vue acoustique, 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 erreurs commises lors de la construction du revêtement peuvent aussi être à l'origine de méga-irrégularités. 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, mais ils sont de moindre importance. Il s'agit des phénomènes de « stick-slip » correspondant aux secousses des éléments de profil du pneu qui peuvent se manifester par des sons émis dans des fréquences plutôt élevées (supérieures à 1250 Hz) et, dans le cas extrême, sous la forme d'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 » :**

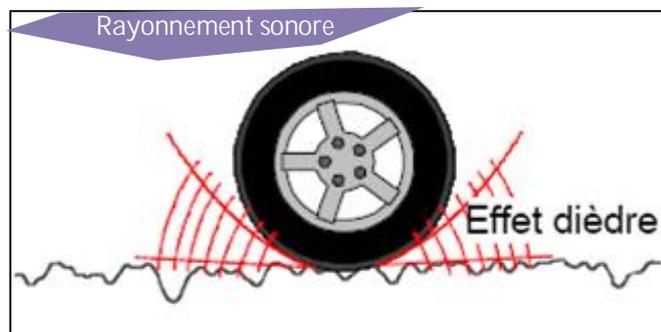
Un pneu qui roule sur une surface produit du bruit lié au phénomène de compression puis détente soudaine de l'air situé entre les pneumatiques et les espaces vides non communicants de la chaussée. Ce phénomène, dominant pour l'émission sonore dans le domaine des hautes fréquences (1 à 5 kHz environ), est d'autant plus important que la surface de contact entre le pneumatique et la chaussée est importante.

Ce phénomène n'est pas observé – ou est largement atténué – sur une surface qui présente des aspérités de petites dimensions (inférieures à 1 cm typiquement) ou une bonne porosité qui vont faciliter la circulation de l'air. L'air présent dans les reliefs des pneumatiques peut alors librement s'échapper, au moment du contact avec la chaussée, entre les aspérités ou les vides limitant ainsi le phénomène de compression, puis être ré-aspiré moins brusquement à l'arrière de la zone de contact, limitant alors 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 communicants avec les vides présents dans la structure du revêtement (minimum de 15 à 20 % de vides : enrobés drainants par exemple).

Comprendre les relations entre revêtement routier et bruit (2/2)

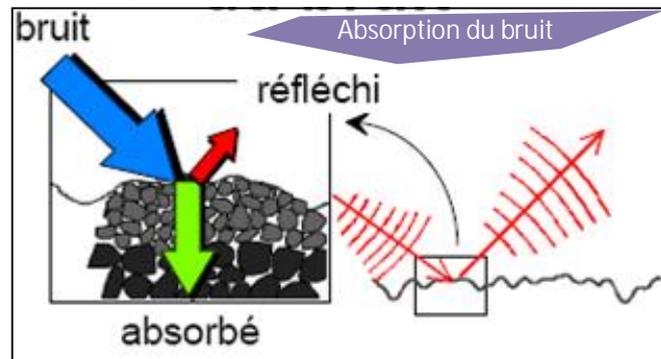
Le phénomène de rayonnement sonore par effet de corne (aussi appelé effet « dièdre »)

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 (1/2)

Les bétons bitumineux drainants (BBDr) :

Description : 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.

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.

Autres avantages : 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).

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. L'évolution est très rapide dans certains cas et lente dans d'autres. Cela dépend des conditions de circulation notamment. Sur voirie rapide ou autoroutière (vitesse supérieure à 70 km/h), 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. En circulation urbaine, ce ne peut être le cas et il faut donc procéder à des nettoyages réguliers (deux par an) à l'aide de machines spéciales pour contrer le risque de colmatage.



Aller plus loin

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, même si ce problème n'est pas insurmontable, comme le démontrent les Pays-Bas, où 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.

A savoir

La pose de BBDr bicouches offre un potentiel de réduction du bruit très important (de l'ordre de 5 à 7 dB(A)). Ce type de revêtement est assez largement utilisé dans plusieurs villes des Pays-Bas. 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)).

Les principaux revêtements acoustiques présents sur le marché (2/2)

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

Description : 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 et de favoriser la création d'interstices, améliorant ainsi la porosité du revêtement (qui reste toutefois moins drainant qu'un BBDr) et donc ses 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.

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 en raison des différences entre 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.

Autres avantages : 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.

Inconvénients ou contraintes : 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 enduits contenant de la résine synthétique comme liant

Description : Il s'agit d'enduits composés d'une couche de liant résineux, couverte d'agrégats de très petite granulométrie (2/4 typiquement).

Performances acoustiques : Il s'agit du type de revêtement le plus silencieux à ce jour, les réductions de bruit étant de l'ordre de 8 à 9 dB(A).

Autres avantages : Matériau très résistant, parfois utilisé aux endroits critiques (virages serrés, carrefours...). Qualités antidérapantes élevées et durables.

Inconvénients : Procédé coûteux et manque de retour d'expérience et d'engins de chantier adaptés.

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.

Les formulations de revêtements poroélastiques développées à l'étranger semblent avoir repoussé suffisamment loin les problèmes signalés initialement comme la qualité antidérapante sur chaussée humide, l'adhérence au support, la résistance au feu ou encore les coûts élevés, pour que des tests pratiques en conditions réelles soient à présent réalisés.

Les gains acoustiques liés à la mise en œuvre de revêtements acoustiques

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) 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...).

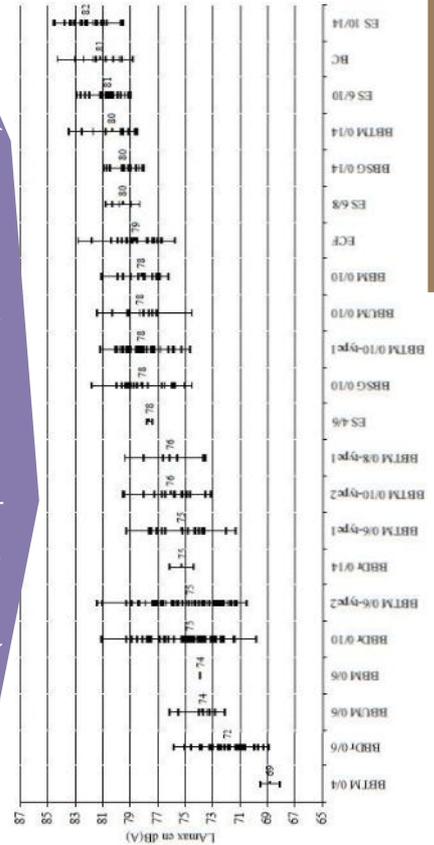
- Les gains mesurés

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

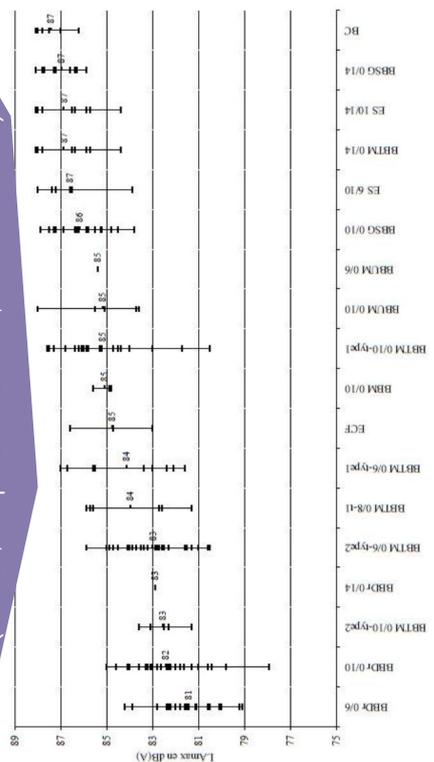
Les figures ci-contre synthétisent les résultats des mesures effectuées entre 1995 et 2009 selon les normes en vigueur (procédure normalisée pour les mesures de bruit de roulement au passage sur véhicules isolés VI) pour les véhicules légers (VL – graphique du haut) et les poids lourds à plus de trois essieux (trains routiers TR – graphique du bas). Les résultats sont rassemblés par technique de revêtement. L'indicateur de bruit utilisé est le niveau sonore maximum observé (L_{Amax}) 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).

On constate des différences très significatives selon le type de revêtement acoustique utilisé avec des gains pouvant 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 pour prévoir de façon fine en laboratoire les performances acoustiques qui seront obtenus dans la réalité.

Base de données des revêtements—403 mesures VL
(L_{Amax}, température de 20°C, vitesse 90 km/h)



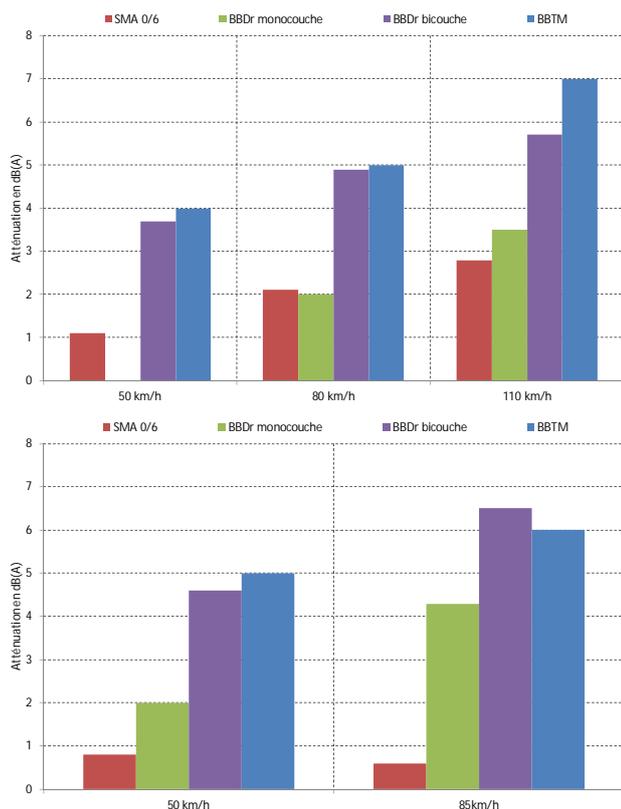
Base de données des revêtements—201 mesures TR
(L_{Amax}, température de 20°C, vitesse 80 km/h)



Aller plus loin

Des gains qui dépendent de la vitesse de circulation

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.

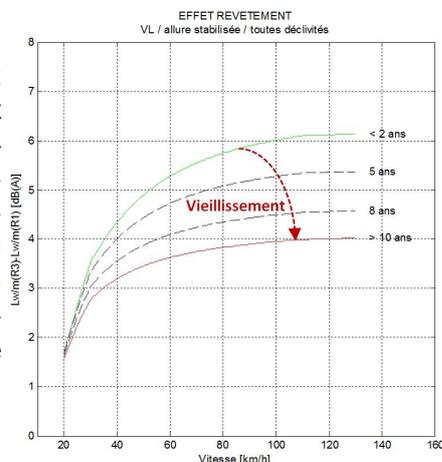


Gain acoustique obtenu pour les VL (en haut) et les PL (en bas) en fonction de la vitesse et du type de revêtement par rapport à un revêtement « classique » type BBE (source : « Inventory study of basic knowledge on tyre/road noise », IPG (Dutch Innovation Programme on noise mitigation), DWW-2005-022)

- La dégradation des performances acoustiques dans le temps

L'exploitation faite par le LRPC des résultats obtenus pour certains revêtements (BBDr 0/10 et BBTM 0/6 type 2) pour lesquels des mesures ont pu être réalisées à des dates différentes (donc à des âges différents) montre une dégradation des performances acoustiques des revêtements avec le temps.

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



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).

Le choix d'un revêtement acoustique ne doit pas être guidé uniquement par le gain acoustique initial qu'il permet d'obtenir mais aussi par la question de la durabilité des performances acoustiques au fil des années. 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 la mise en œuvre de revêtements acoustiques suppose enfin de mettre en place une politique de maintenance adaptée à la charge de trafic sur la voirie concernée et à la pérennité des performances du revêtement envisagé.

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** (main d'œuvre et machines spéciales pour le nettoyage périodique du BBDr par exemple)
- les **coûts liés au grand entretien** (remplacement de la couche supérieure d'un revêtement par exemple)

Le facteur coût doit être appréhendé de manière différente selon s'il s'agit d'une nouvelle construction de route (surcoût à mettre en relation avec le gain de confort et de qualité de vie des futurs riverains de l'infrastructure) ou s'il s'agit d'un changement de revêtement en vue de résoudre le problème du bruit généré par le trafic sur une voirie existante (le surcoût doit alors être comparé aux coûts des autres mesures potentielles comme la construction d'écrans, l'isolation acoustique des bâtiments...). Une analyse coût-bénéfice s'avère alors nécessaire pour chaque contexte. Une étude danoise (1) 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.

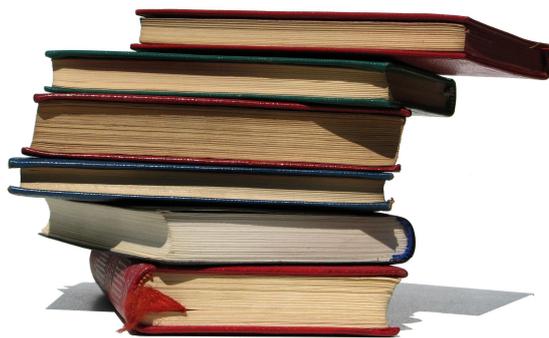
		Rue en centre-ville	Bd urbain ou périphérique	Autoroute
Caractéristiques de la voirie (pour 1km)	Vitesse (km/h)	50	70	110
	Nombre de voies	2 x 1	2 x 2	2 x 3
	Distance entre les fronts bâtis de part et d'autre de la rue (m)	15	32	30
	Nombre de véh/jour	12 000	30 000	60 000
	% de véhicules lourds	10	10	10
	Niveau de bruit au 1 ^{er} étage en dB(A)	68	73	77
	Type d'habitations	Blocs d'appartements accolés, 6 étages, avec des magasins au rdc	Blocs d'appartements accolés, 3 étages	Maisons individuelles
Mise en place d'un revêtement type BBDr	Nombre d'habitations	665	399	435
	Coût sur 30 ans en €	296 000	360 000	477 000
	Réduction de bruit en dB(A)	5	6	7
Pose d'écran anti-bruit	Coût en €/dB(A)/habitation	89	150	157
	Coût sur 30 ans en €	<i>Mesure non pertinente (espace insuffisant)</i>	1 335 000	1 590 000
	Réduction de bruit en dB(A)	<i>Mesure non pertinente (espace insuffisant)</i>	0-12 (moyenne : 3,9)	4-13 (moyenne : 8,5)
Isolation acoustique des logements	Coût en €/dB(A)/habitation	<i>Mesure non pertinente (espace insuffisant)</i>	851	430
	Coût sur 30 ans en €	2 685 000	1 607 000	578 000
	Réduction de bruit en dB(A)	9*	9*	9*
	Coût en €/dB(A)/habitation	449	448	148

Gain à relativiser dans la mesure où celui-ci n'est valide que pour une situation fenêtre fermée. Dans ces exemples, le prix total ainsi que le rapport coût/efficacité (coût par dB(A)/ habitation) sont nettement favorables à la pose d'un revêtement acoustique.

I – 3

Bibliographie

Aller encore plus loin



1. « Costs and perceived noise reduction of porous asphalt pavements », Larsen Lars Ellebjerg en Berndtsen, Hans, Proceedings Internoise 2001 (La Haye).
2. Sandberg U., Ejsmont J.A., « Tyre/road reference book », INFORMEX, Kisa, Suède (2002).
3. « Revêtements peu bruyants à l'intérieur des localités », Rapport de synthèse 2003, OFEFP/OFROU.
4. « Vademecum du bruit routier urbain, fiches sur les revêtements routiers », www.ibgebim.be.
5. European project Silence, « report of promising new road surfaces for testing », 18 august 2005.
6. « Inventory study of basic knowledge on tyre/road noise », IPG (Dutch Innovation Programme on noise mitigation), DWW-2005-022.
7. FEHRL report 2006/02, « Guidance manual for the implementation of low-noise road surfaces », European project SILVIA (Sustainable road surfaces for traffic noise control).
8. European project Silence, « Guidelines for low-noise road surface maintenance and rejuvenation », 30 january 2008.
9. « Innovative mitigation measures for road traffic noise », IPG research report (Dutch Innovation Programme on noise mitigation), DVS-2008-018.
10. « Revêtements de routes peu bruyants à l'intérieur des localités », rapport annuel 2009, OFEFP/OFROU.
11. « DVS-DRI super quiet traffic, International search for pavement providing 10 dB noise reduction », Danish Road Institute, report 178-2009.
12. European project Persuade, « State-of-the-Art regarding poroelastic road surfaces », Swedish Road and Transport research Institute (VTI) and Belgian Road Research Centre (BRRC), 19 february 2010.
13. « Routes propres et revêtements intacts pour une meilleure qualité de l'air », EMPA, 2011.
14. Diffusion de la base de données « bruit de roulement », groupe national des caractéristiques de chaussée, IDRRIM, note de sensibilisation n°5, mai 2011.