



23. CADASTRE ET CARACTÉRISTIQUES DES REVÊTEMENTS ROUTIERS

Cette fiche présente les résultats de deux études relatives aux interrelations entre revêtements routiers et bruit qui ont été effectuées en 1997 dans le cadre de l'élaboration du premier plan bruit. Seule, la partie de la fiche concernant le « cadastre des revêtements routiers en Région de Bruxelles-Capitale » a été mise à jour en 2005 afin d'y intégrer les dernières données disponibles en la matière.

Les résultats de ces deux études sont par ailleurs décrits en détail et complétés par d'autres sources d'informations dans le chapitre du vademecum du bruit routier urbain (IBGE/ARIES 2002-2004) consacré aux « Paramètres influençant la production et la propagation du bruit routier » ainsi que dans la fiche technique correspondante.

(voir site de l'IBGE, <http://www.ibgebim.be/francais/contenu/content.asp?ref=1098>).

1. Introduction

Dans la production de bruit dû au trafic, le type de revêtement routier joue un rôle important, parallèlement aux autres paramètres tels que le volume, la vitesse et le type de trafic. Pour mieux appréhender cette question, l'IBGE a fait effectuer deux études :

- « Les revêtements routiers » : un inventaire des revêtements routiers existants (basé sur l'étude de 1997 réalisée par A-Tech et Fige ; le résultat a été rassemblé dans 32 fiches contenant les principales caractéristiques de chaque revêtement routier), un cadastre complet des revêtements routiers dans la Région de Bruxelles-Capitale (sous forme de listing et de cartes), une analyse et des recommandations (voir référence 2) ;
- « Les caractéristiques des revêtements routiers » : mesures acoustiques effectuées sur les revêtements routiers (9 types) dans la Région de Bruxelles-Capitale (voir référence 3) ;

Un résumé des conclusions des deux études, complété de quelques autres résultats issus de la littérature, est présenté ci-dessous.

2. Catégories de revêtements routiers

De manière générale, on distingue trois grandes catégories de revêtements routiers : les revêtements en asphalte, les revêtements en béton et les dalles en pierre naturelle. Il existe de nombreuses variantes dans ces groupes selon le choix de matériau, le mode de placement, etc. Avant d'étudier leurs caractéristiques sonores, nous vous donnons un aperçu succinct des principales caractéristiques non acoustiques de plusieurs revêtements routiers fréquents (réf. 2).

2.1. Caractéristiques non acoustiques

Le tableau ci-dessous donne le degré d'adhérence, une moyenne des frais de réalisation (coût du renouvellement des recouvrements sur des sous-couches existantes, sauf pour le béton de ciment), la moyenne des frais d'entretien (p. ex. assainissement en cas d'apparition de fissures ou d'ornières), la durée de vie moyenne, les problèmes spécifiques éventuels de chaque revêtement et une estimation de la consommation d'énergie à la construction. L'influence du revêtement routier sur la consommation d'énergie des véhicules n'a pas été mentionnée étant donné qu'elle est assez limitée et qu'elle est par ailleurs dominée par l'influence du type de conduite. Nous voyons également que tous les revêtements routiers peuvent être (partiellement) fabriqués à base de produits recyclés et sont eux-mêmes recyclables. Enfin, le tableau donne les vitesses conseillées (par temps de verglas ou de pluie, un avertisseur de danger est nécessaire sur l'enrobé drainant et par temps de pluie, sur l'asphalte splitmastix) et les lieux typiques d'utilisation.



Tableau 23.1 : Caractéristiques non acoustiques des revêtements routiers (cf. réf. 2, 1997)

Revêtement routier	Béton bitumeux	Asphalte splitmastix	Enrobé drainant	Asphalte coulé	Pavés de pierre naturelle	Pavés en béton	Béton de ciment
Adhérence	Modérée	Modérée	Modérée	Toujours bonne			Toujours bonne
Coût de construc.(€/m ²)	4	0,1	13,9	7,4			1200 y compris couche d'assise
Coût d'entretien (€/m ²)	1,0-1,5	1,0-1,5	2,0 par entretien	0			6/an
Durée de vie (ans)	12-15	12-13	10-15	>= 30			30
Problèmes spécifiques	Ornières ou fissures	Ornières, fissures, ou pluie	Enlèvement Verglas, pluie	Néant	Polissage superficiel, tassement	Tassement	Néant
Energie pour la construc.	Env. 507	Env.531	Env. 507 ou moins	Env. 531			Env. 630
Recyclabilité	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Concassé
Vitesse typique	Toutes	Pluie <= 80	Toutes	Toutes	Jusqu'à env.50	Jusqu'à env.50	Toutes
Sites typiques	Pas de limite	Pas de limite	Autoroutes Agglom. Grandes routes	Autoroutes Grandes routes	Agglom. Zones de trafic limité Parkings	Agglom. Zones de trafic limité Parkings	

2.2. Méthodes de mesure du bruit dû au trafic

- Méthode SPB : Statistical Pass-By: on mesure le bruit (ainsi que la vitesse et la composition) d'un trafic normal à un endroit donné ;
- Méthode CPB : Controlled Pass-By: on mesure le bruit d'un véhicule de référence donné, que l'on fait passer devant le microphone à une vitesse donnée ;

Ces deux méthodes de passage mesurent le bruit total produit.

- Méthode de la remorque: on tire une remorque isolée acoustiquement, avec des microphones montés au niveau des pneus, sur le revêtement routier ;

Avec cette méthode, seul le bruit de roulement est enregistré.

2.3. Caractéristiques acoustiques

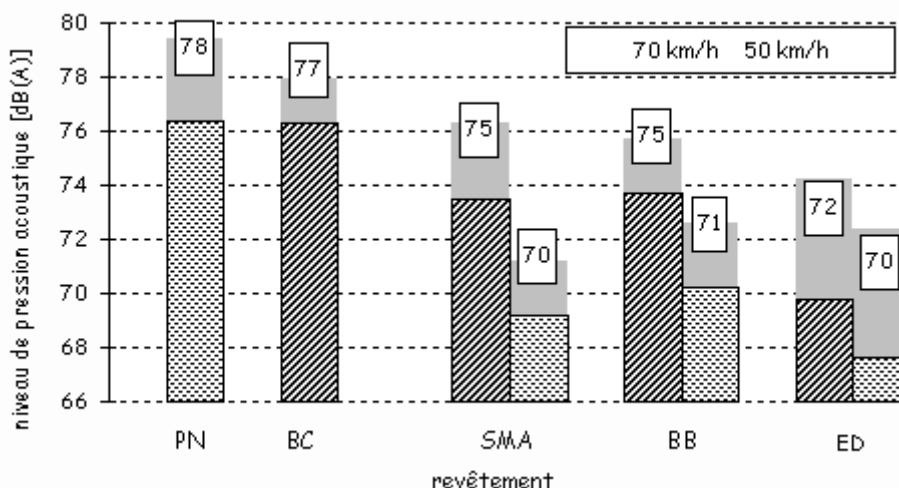
Nous pouvons dire en général qu'un revêtement est plus silencieux à mesure que la couche de recouvrement a une grande capacité d'absorption acoustique, que la mégatexture est petite (pas de grandes irrégularités) et que les petits granulats dominent dans la macrotexture (cf. réf. 4 et 5).

Nous allons commenter les résultats de l'inventaire général des revêtements routiers existants (réf. 2) et, au paragraphe suivant, les résultats spécifiques des mesures effectuées dans la Région de Bruxelles-Capitale (réf. 3).

La figure 23.2 reproduit les résultats de la base de données de FIGE selon la méthode de passage statistique (SPB) pour les voitures de tourisme et ce, pour une sélection de 5 revêtements: dalles en pierre naturelle (50 km/h), béton de ciment (70 km/h), asphalte splitmastix (70 et 50 km/h), béton bitumeux (70 et 50 km/h) et enrobé drainant (70 et 50 km/h). Chaque fois, la valeur moyenne (ligne en gris) et l'écart type (en gris) des mesures prises de la base de données de FIGE sont donnés.



Figure 23.2 : Niveau des émissions sonores sur les différents revêtements routiers – résultats de mesures pour les voitures de tourisme à 70 km/h (hachuré) et à 50 km/h (pointillé) selon la méthode SPB



La première constatation est que la différence entre la valeur moyenne inférieure et supérieure est considérable, à savoir 8 dB(A). Le type de revêtement routier est donc réellement un paramètre important pour le bruit dû au trafic. Nous voyons en second lieu que la dispersion des différents revêtements est importante (jusqu'à 2,5 dB(A)). Cela s'explique principalement par le fait que l'exécution et la qualité d'un même type de revêtement routier varient considérablement d'un endroit à l'autre.

En moyenne, les revêtements routiers peuvent être subdivisés comme suit (du plus silencieux au plus bruyant) en ce qui concerne les vitesses dans le trafic urbain:

- enrobé drainant (ED) ;
- asphalte splitmastix (SMA) ;
- béton bitumineux (BB), asphalte coulé, béton de ciment (BC) et pavés en béton silencieux ;
- autres revêtements en ciment de béton et autres pavés en béton ;
- dalles en pierre naturelle (PN).

L'inventaire des revêtements routiers existants donne également des informations sur la répartition de fréquence. C'est un paramètre important de la nuisance sonore constatée ainsi que pour le calcul de mesures anti-bruit. Les figures suivantes comparent les spectres d'émission du béton bitumineux à pores fermés au béton bitumineux à pores ouverts (pour une même granularité), mesurés selon la méthode SPB à +/- 70 km/h.

Figure 23.3 : Répartition de l'énergie acoustique dans les gammes de basse (63 à 630 Hz), moyenne (800 à 1.600 Hz) et haute fréquence (2.000 à 10.000 Hz) pour les bétons bitumineux 0/11 à pores fermés

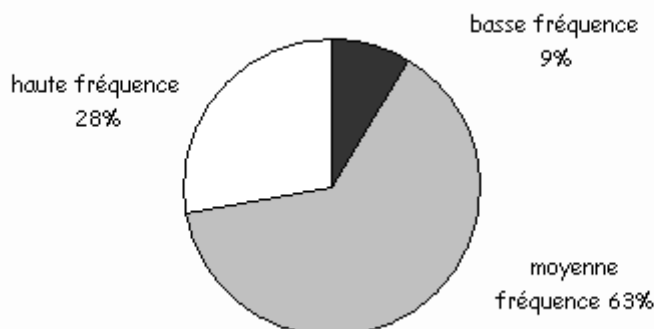
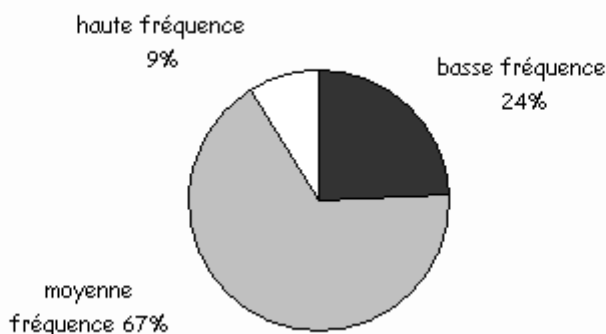




Figure 23.4 : Répartition de l'énergie acoustique dans les gammes de basse (63 à 630 Hz), moyenne (800 à 1.600 Hz) et haute fréquence (2.000 à 10.000 Hz) pour les bétons bitumineux 0/11 à pores ouverts.



Le béton bitumineux à pores ouverts atténue donc surtout les hautes fréquences (grâce aux propriétés d'absorption acoustique) mais est plus bruyant pour les basses fréquences (en raison de la rugosité de sa surface). Globalement, l'effet insonorisant prime, de sorte qu'avec le béton bitumineux à pores ouverts, le bruit est moins fort et semble plus sourd qu'avec le béton bitumineux ordinaire.

3. Mesures acoustiques sur les revêtements routiers en Région de Bruxelles Capitale

3.1. Méthode

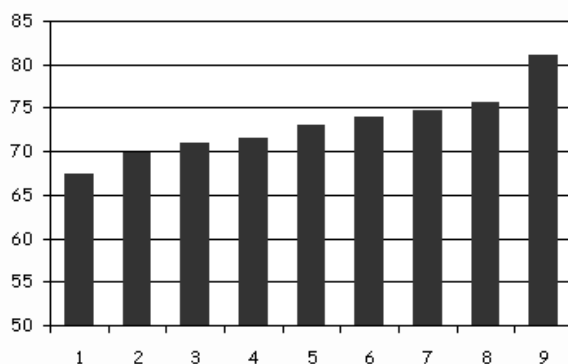
Dans l'étude effectuée par A-Tech et FIGE (réf. 3), des mesures acoustiques standardisées ont été réalisées selon les méthodes CPB et de la remorque (voir § 1.2) sur 9 types de revêtements routiers qui apparaissent couramment en Région bruxelloise et pour une gamme de vitesses normales en milieu urbain (de 30 à 70 km/h).

Pour la méthode CPB, on a utilisé 3 véhicules de référence et les passages ont été effectués pour les différentes vitesses avec plusieurs accélérations et moteur coupé.

Les graphiques ci-dessous illustrent les résultats (moyenne de 3 véhicules) pour des passages à 50 km/h (moteur allumé).

3.2. Résultats

Figure 23.5 : Bruit en dB(A) mesuré selon la méthode CPB à 50 km/h sur 9 revêtements routiers différents



- 1: enrobé drainant (bd. Léopold III, direction sud, Evere)
- 2: asphalte "grenu" (av. F. Roosevelt, Bruxelles-Ville)
- 3: asphalte de type I (bd Léopold III, direction nord, Evere)
- 4: asphalte de type IV (av. de Tervuren, Woluwe-Saint-Pierre)
- 5: dalles en béton (drève de Lorraine, Bruxelles-Ville)
- 6: klinkers (rue de Stalle, Uccle)
- 7: asphalte de type II (bd. Lambermont, Schaerbeek)



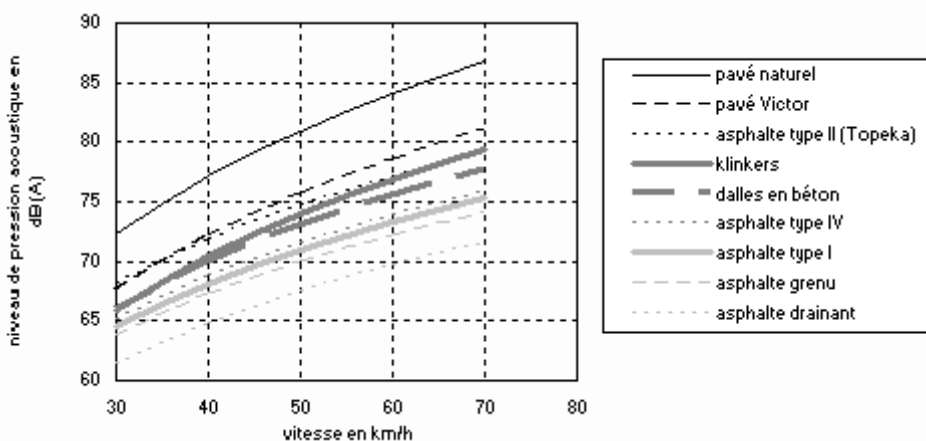
Si on compare ces résultats à la base de données du FIGE (qui contient un grand nombre de mesures effectuées ailleurs, sur des types de revêtements similaires), on découvre plusieurs caractéristiques typiques des revêtements routiers bruxellois :

- Les types d'asphalte: type I (gros granulats), type IV (petits granulats) et asphalte drainant correspondent assez bien à la valeur moyenne de la base de données. L'asphalte de type II est toutefois plus bruyant de 2 dB(A). Cette différence s'explique probablement par le traitement de surface utilisé lors de la rénovation dans la Région. Pour la couche d'usure de l'asphalte de type II, on utilise un concassé avec une taille de pierre importante, tandis que l'asphalte de type I et IV est fini avec du fin gravillon. L'asphalte "grenu" appartient, d'un point de vue acoustique, à la famille des asphaltes splitmastix. Les valeurs mesurées à Bruxelles correspondent bien à la moyenne pour l'asphalte splitmastix dans la base de données ;
- Les pavés Victor et les klinkers sont plus bruyants de 2-3dB(A) par rapport à la moyenne statistique des pavés de béton de la base de données. Cette différence pourrait s'expliquer par les joints plus larges ;
- De même, les dalles en pierre naturelle sont plus bruyantes de +/- 2dB(A) par rapport à la moyenne de la base de données ; les irrégularités assez considérables en sont la cause ("belgian blocks").

3.2.1. Revêtement routier et vitesse

Les mesures effectuées dans la Région de Bruxelles-Capitale sont également intéressantes parce qu'elles donnent un bon aperçu de l'influence de la vitesse sur les émissions sonores et ce, même à faible vitesse (la plupart des mesures existantes ont été effectuées à grandes vitesses). La figure 23.6 donne les mêmes résultats de mesures que la figure 23.3, mais pour toute la gamme de vitesses. Le bruit de roulement augmente progressivement avec la vitesse de déplacement.

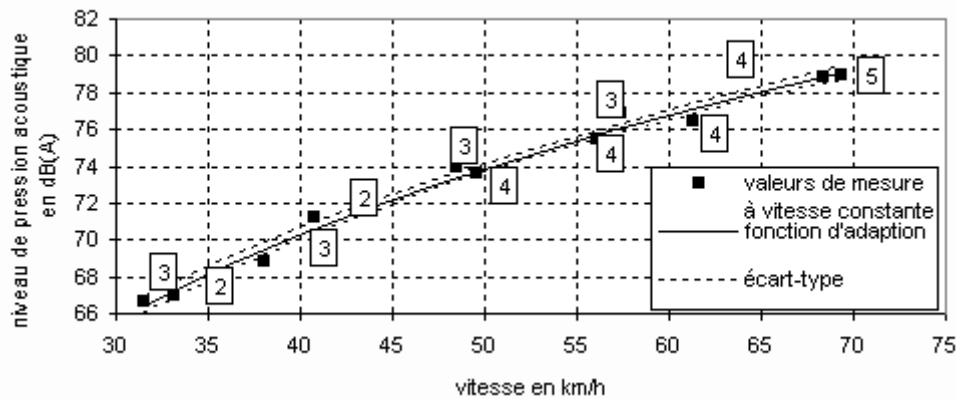
Figure 23.6 : Bruit en dB(A) en fonction de la vitesse, mesuré selon la méthode CPB sur 9 revêtements routiers différents



La figure 23.7 donne un exemple de résultats selon la méthode CPB pour un véhicule de référence de type Renault Clio sur un revêtement routier en pavés Victor. L'axe des abscisses donne la vitesse et l'axe des ordonnées, le niveau sonore maximal en dB(A) ; dans la case près de chaque point de mesure, est indiquée le rapport de boîte utilisé. La ligne continue donne la courbe de régression et la ligne pointillée, l'écart type.



Figure 23.7 : Influence de la vitesse sur le niveau sonore global - Renault Clio sur pavés Victor



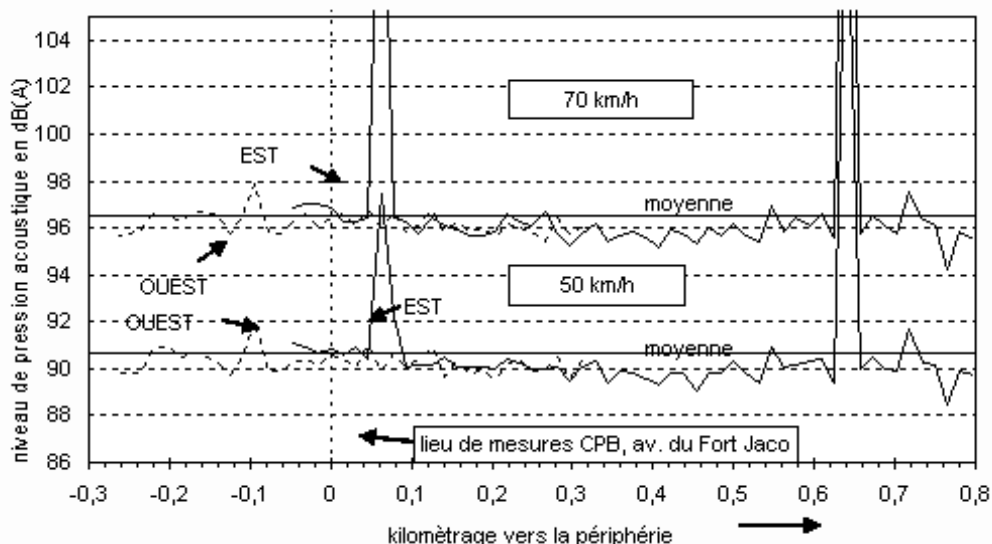
3.2.2. Méthode de la remorque

En complément des mesures CPB, des mesures ont été effectuées selon la méthode de la remorque aux 9 mêmes endroits dans la Région de Bruxelles-Capitale. Ceci est intéressant pour plusieurs raisons: la méthode de la remorque permet de mesurer uniquement le bruit de roulement, le choix du véhicule n'influence pas les résultats, pas plus d'ailleurs que le choix de l'endroit où sont effectuées les mesures (car le bruit est mesuré sur toute la longueur de la section de route).

Les résultats des mesures avec la remorque sont très semblables aux résultats des mesures CPB en ce qui concerne le comportement relatif des différents revêtements. Nous constatons à nouveau que l'asphalte drainant et l'asphalte grenu sont les revêtements routiers les plus silencieux, tandis que les pavés Victor et les dalles en pierre naturelle sont les plus bruyants.

A titre d'illustration de cette méthode, la figure 23.8 montre le comportement acoustique typique d'un revêtement routier en dalles de béton. Le graphique illustre le bruit de roulement pour des vitesses de 50 km/h et 70 km/h sur les deux bandes de roulement de la drève de Lorraine (ouest en ligne pointillée, est en ligne continue). La ligne en gras indique la moyenne et la ligne pointillée verticale, le point de mesure choisi pour la méthode CPB. Dans cet exemple, nous voyons donc clairement que les caractéristiques du revêtement routier peuvent varier considérablement sur la longueur de la section de route. Les joints entre les dalles en béton engendrent des pointes de bruit très significatives, ce qui entraîne une augmentation du niveau sonore moyen mesuré.

Figure 23.8 : Drève de Lorraine – dalles en béton – méthode de la remorque

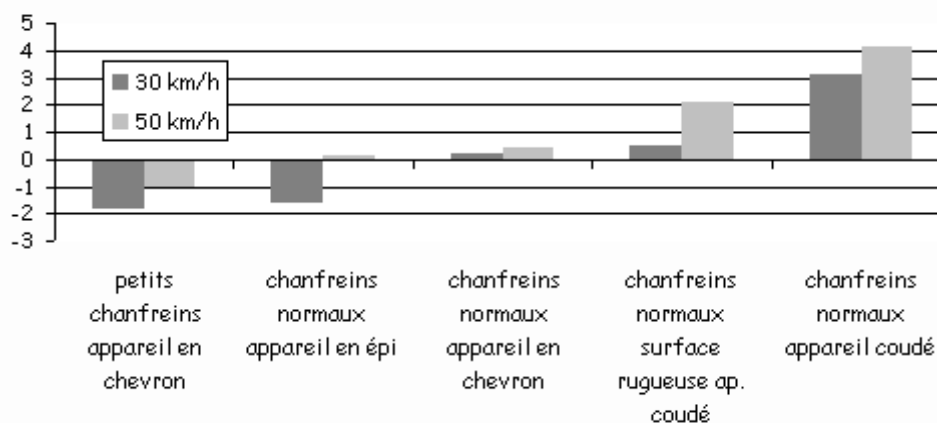




3.2.3. Importance de l'aménagement et du choix de matériaux

Afin de montrer que non seulement le type de revêtement routier, mais aussi la façon dont il est aménagé et le choix de matériau spécifique peuvent être des facteurs importants qui influencent la production de bruit, nous donnons ci-après l'exemple de plusieurs variantes de pavés en béton. La figure 23.9 illustre l'influence du chanfrein (il vaut mieux des petits que des gros chanfreins), de la rugosité de la surface (sur une surface rugueuse, il y a moins de bruit d'air-pumping que sur une surface lisse) et de la disposition (figure de Lanoye L. 1997, réf. 7).

Figure 23.9 : Comparaison du bruit de roulement sur des pavés en béton par rapport au bruit de roulement sur du béton bitumineux, à 30 km/h et à 50 km/h (référence 7)



4. Cadastre des revêtements routiers

Pour permettre à la Région d'orienter sa politique en matière de lutte contre les nuisances sonores et de prendre des mesures ciblées sur base d'informations complètes et concrètes, l'IBGE a fait établir en 1997 un cadastre exhaustif des revêtements routiers dans la Région de Bruxelles-Capitale. Celui-ci a été réactualisé par l'AED en 2003.

Les principaux paramètres du bruit dû au trafic figurant dans ce cadastre sont:

- la catégorie de revêtement routier: dalles en béton, béton bitumineux/asphalte coulé/enduisage gravillonné, enrobé ou asphalte drainant, dalles en pierre naturelle, pavés en béton et asphalte splitmastix (SMA)/asphalte "grenu" ;
- l'état du revêtement routier: bon (comme neuf, uniquement quelques petites imperfections), moyen (ni bon, ni mauvais) ou mauvais (grandes parties défectueuses) ;
- la vitesse des véhicules: la vitesse légalement autorisée en km/h.

Outre ces paramètres acoustiques, le cadastre donne également pour chaque section de route (selon URBIS) la priorité du trafic, la catégorie de trafic sur la route (rapide, de transit, local, cul-de-sac, site propre pour les bus), le voisinage de la route (habitations ou bureaux, industries ou commerces, ou non bâti) et la pente de la voie.

Ce cadastre est disponible sous la forme d'une base de données et sous une forme cartographique.

4.1. Résultats

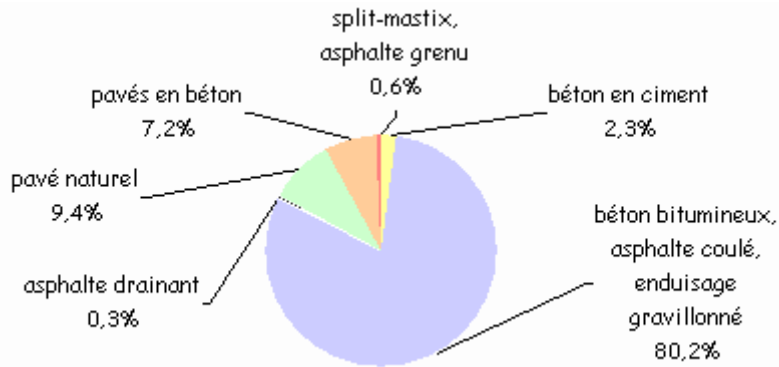
4.1.1. Type et état des revêtements routiers en 1997

La longueur totale du réseau routier de la Région de Bruxelles-Capitale est de 1914,4 km, dont 1758 km sont affectés à la circulation routière et 1794 km sont bordés de maisons ou de bureaux. La majeure partie des routes (soit 97,3%) sont soumises à la limitation de vitesse à 50 km/h, et sur 1,3% la vitesse de 30 km/h ne peut pas être dépassée; sur 1,4%, on peut rouler à 70 km/h ou plus.

La figure 23.10 illustre les parts des différents revêtements routiers dans le réseau routier de la Région.



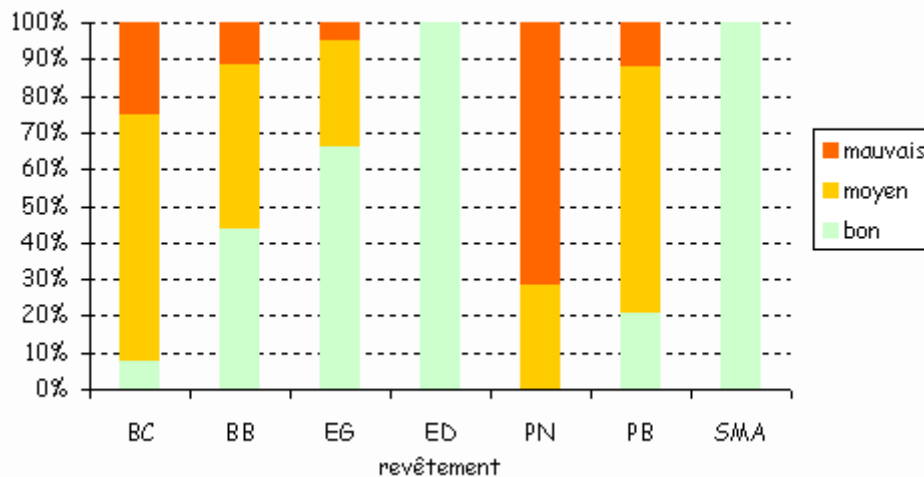
Figure 23.10 : Répartition des différents types de revêtements routiers dans le réseau routier de la Région de Bruxelles-Capitale



Au total, 41% du revêtement routier est en bon état, 43% est moyen et 16% en mauvais état.

La figure 23.11 montre l'état du revêtement routier pour les différents types de revêtement. Nous constatons que ce sont précisément les revêtements routiers les plus bruyants en soi, à savoir le béton de ciment, les dalles en pierre naturelle et les pavés en béton, qui sont les revêtements en moins bon état.

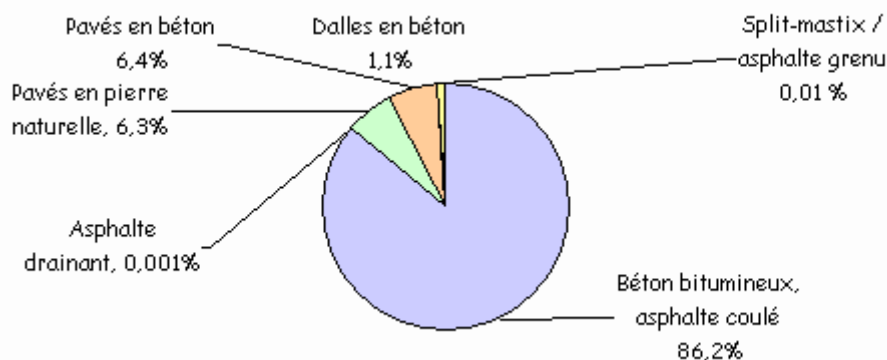
Figure 23.11 : Les différents types de revêtements routiers et leur état (répartition en %)



Où BC = béton de ciment, BB = béton bitumineux et asphalte coulé, EG = enduisage gravillonné, ED = enrobé drainant, PN = pavé naturelle, PB = pavé en béton, SMA = splitmastix asphalte et asphalte "grenu".

4.1.2. Type et état des revêtements routiers en 2003

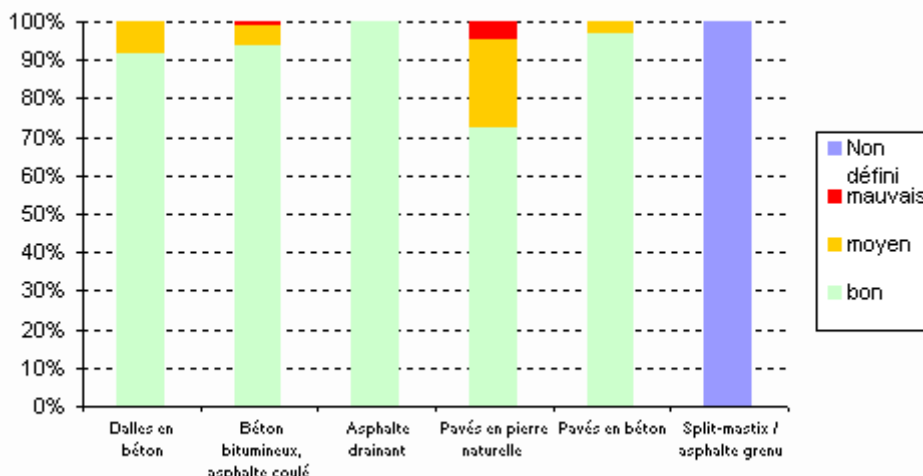
Figure 23.12 : Répartition des différents types de revêtements routiers dans le réseau routier de la Région de Bruxelles-Capitale





Le béton bitumineux, qui était déjà largement utilisé en 1997, représente toujours la grande majorité (86%) des revêtements routiers de la Région bruxelloise. L'utilisation de pavés en pierre et en béton tend par contre à diminuer.

Figure 23.13 : Les différents types de revêtements routiers et leur état (répartition en %)



En 2003, 92,4% des revêtements ont été inventoriés comme étant en bon état ce qui représente un progrès considérable par rapport à la situation observée en 1997 (40,6%).

5. Conclusion

Etant donné l'augmentation importante de la circulation, la Région de Bruxelles-Capitale se voit de plus en plus contrainte à chercher des solutions au problème du bruit dû au trafic. Dans l'hypothèse où les axes routiers bruyants doivent rester ouverts au trafic, les mesures suivantes pourraient être prises afin de réduire leurs nuisances acoustiques (classées des moins chères aux plus coûteuses) :

- Limiter la vitesse autorisée et faire respecter cette limitation ; limiter les flux de véhicules dans les voiries de quartier

Dans de nombreux cas, cette solution peut déjà apporter une amélioration considérable. La figure 23.6 montre qu'une limitation de vitesse de 50 à 30 km/h sur les dalles en pierre naturelle ou les pavés en béton permet de réduire le niveau sonore de 7 à 8 dB(A). Cette réduction de bruit est équivalente à une réduction de 1/5 du trafic par rapport à la valeur de départ.

- Assurer un entretien régulier des voiries permettant d'éviter les irrégularités :

Cette mesure, éventuellement combinée à la première, peut souvent entraîner d'importantes réductions de bruit à faible coût.

- Remplacer le revêtement routier par un revêtement moins bruyant :

Dans certains cas, le remplacement des dalles en pierre naturelle par des dalles en béton bien disposées peut réduire le bruit dû au trafic, tout en respectant les critères esthétiques de l'environnement urbain. Dans d'autres cas, le remplacement par de l'asphalte, de préférence de l'asphalte drainant, peut être une bonne solution. La liste des revêtements commentés dans cette fiche n'est certainement pas complète. Il y a beaucoup d'innovations dans le domaine des revêtements peu bruyants, tels que les revêtements composites (une couche de béton de ciment, recouverte de matériau bitumineux), les revêtements fins et ultra-fins, le BTO (béton très ouvert, voir réf. 5). Il est certainement intéressant de suivre ces évolutions de près et de tester l'application des meilleures alternatives.

Lors de l'application de toutes ces mesures, il faut évidemment accorder la priorité aux routes bordées d'habitations ou de bureaux et où le bruit dû au trafic provoque une nuisance importante.

Le remplacement par un revêtement routier peu bruyant n'est approprié qu'aux endroits où domine le bruit de roulement, car le type de revêtement a peu d'influence sur le bruit d'origine mécanique ou aérodynamique. C'est par exemple le cas sur une courte section à proximité d'un carrefour, sur un revêtement en bon état.



Il est clair que les problèmes de bruit dû au trafic doivent être examinés au cas par cas pour trouver la solution la plus appropriée. Il existe de nombreuses mesures, allant de la gestion du trafic au placement d'écrans insonorisants, en passant par l'isolation des habitations. Pour pouvoir opérer un choix judicieux entre les différentes options, l'analyse coûts-bénéfices sociaux (voir réf. 8) ou l'analyse multi-critères sont des instruments utiles. Cette approche permet de tenir compte des aspects économiques (frais d'investissement, frais de maintenance, durée de vie, taux d'escompte), écologiques (les nuisances sonores et leurs coûts externes) et d'autres aspects encore, tels que la sécurité routière et l'esthétique.

Sources

1. ARIES-CONSULTANTS 2004. « Inventaire des revêtements routiers de la Région de Bruxelles Capitale », janvier 2004.
2. A-TECH et FIGE 1997. "Prescriptions administratives et techniques pour la préparation d'éléments de planification en matière de lutte contre le bruit – Lot 2: Le revêtement routier", étude effectuée à la demande de l'IBGE..
3. A-TECH et FIGE 1997. " Prescriptions administratives et techniques pour la préparation d'éléments de planification en matière de lutte contre le bruit – Lot 3: Caractéristiques des revêtements routiers", étude effectuée à la demande de l'IBGE.
4. CAESTECKER C. 1997. "Proefvakken van geluidsarme cementbetonverhardingen", article présenté au 18ème Congrès belge de la route, Bruges, septembre 1997.
5. DESCORNET G. 1997. Présentation lors de la journée d'étude "Les revêtements routiers et le bruit dans l'environnement urbain", Bruxelles, septembre 1997.
6. IBGE/ARIES 2002-2004. « Vademecum du bruit routier urbain », vol. I et II, réalisé dans le cadre d'un projet Life-Bruit (CE) en association avec l'AED, l'AATL, l'IBSR et l'AVCB (voir <http://www.ibgebim.be/francais/content/content.asp?ref=1098>).
7. LANOYE L. 1997. "Gebruik van betonstraatstenen in doortochten", article présenté au 18ème Congrès belge de la route, Bruges, septembre 1997.
8. VAN HOUT, K. 1995."Kosten-batenanalyse van geluidsschermen en fluisterasfalt", Eindverhandeling aanvullende opleiding milieubeheer-milieukunde, K.U.L. Leuven.

Autres fiches à consulter

Carnet "Le Bruit à Bruxelles"

- 8. Cadastre du bruit du trafic routier en Région de Bruxelles-Capitale
- 24. Gestion du trafic et aménagement des voiries
- 25. Comportement des automobilistes
- 26. Parc des véhicules privés et bruit
- 27. Parc des bus publics et bruit

Carnet "Les transports et l'environnement à Bruxelles"

- Transport de personnes en Région de Bruxelles-Capitale
- Transport de marchandises en Région de Bruxelles-Capitale
- Voiries en Région de Bruxelles-Capitale
- Transports publics urbains : métro, tram et bus

Auteur(s) de la fiche

BOULAND Catherine, DELLISSE Georges

Mise à jour (données relatives au cadastre des revêtements routiers) et relecture :

BOURBON Christine, DE VILLERS Juliette, SAELMAECKERS Fabienne, SIMONS Jean-Laurent

Date de mise à jour : septembre 2005 (uniquement données relatives au cadastre des revêtements routiers).