

Les routes en béton deviennent silencieuses

Autor(en): **Werner, Rolf / Egmond, Bram van**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin du ciment**

Band (Jahr): **66 (1998)**

Heft 2

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-146453>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Finisseuse de couche inférieure avec machine à poser les goujons (à droite); le béton spécial pour la couche supérieure mise en place ensuite est amené par une bande transporteuse.

Photo: Rolf Werner, TFB

Les routes en béton deviennent silencieuses

Les revêtements en béton sont aujourd'hui réalisés normalement avec des surfaces atténuant le bruit.

Sur les autoroutes suisses, les revêtements en béton soumis au trafic ont en moyenne 27 ans. L'impression que ces revêtements sont relativement bruyants n'est pas trompeuse, car jusqu'il y a quelques années, il a été prêté peu d'attention à cet aspect. Comme il y a longtemps que l'on n'a plus exécuté de revêtements d'autoroutes en béton en Suisse, il n'était pas possible d'appliquer ou de tester dans notre pays les différentes mesures pour atténuer le bruit. C'est pourquoi le présent article est basé sur des connaissances et expériences venant de l'étranger, où de nombreuses routes soumises à un trafic intense ont été réalisées en béton. Le tronçon Pilsen – passage de la frontière Rozvadov/Waidhaus de l'autoroute tchèque D 5, d'une longueur totale de 61,5 km, en est un exem-

ple: prévu initialement en enrobé, le revêtement a finalement été exécuté en béton; il se compose d'une couche inférieure de 17 cm et d'une couche supérieure de 7 cm. Afin de réduire le bruit de roulement, les surfaces de la chaussée ont été texturées en sens longitudinal [1].

Exigences concernant les surfaces des routes

Toutes les surfaces, qu'elles soient en béton ou en enrobé, doivent répondre à des exigences contradictoires [2, 3]; elles doivent

- correspondre aux données géométriques du projet et être suffisamment planes pour garantir un écoulement de l'eau et un confort pour l'utilisateur satisfaisants;
- être antidérapantes, afin que la sécurité du trafic soit garantie même lors de conditions atmosphériques défavorables;
- résister à l'usure;
- être structurées de façon à engendrer le moins de bruit possible.

L'origine des bruits de roulement

Parmi les nombreuses possibilités de réduire le bruit, il faut donner la priorité à la lutte menée aux points d'émission du bruit. Pour le trafic routier, cela concerne les bruits de moteur ainsi que d'admission et d'échappement générés par les véhicules, et la réduction du bruit de roulement qui dépend de la vitesse. Pour les voitures, le bruit de roulement est dominant à des vitesses > 30 km/h, et pour les camions, à des vitesses à partir de 60–70 km/h [4]. La nature des bruits de roulement est déterminée dans une large mesure par la géométrie de la chaussée et par les pneus (*figure 1*). Des défauts d'uni espacés de plusieurs cm déforment les pneus. Ceux-ci résonnent en vibrant, c'est-à-dire qu'ils produisent principalement des vibrations à basse fréquence. Les surfaces parfaitement lisses empêchent l'air de s'échapper librement sous les pneus; les pneus sifflent (vibrations à haute fréquence désagréables). Entre les deux se trouvent les surfaces microrugueuses, que l'on peut comparer à du papier de verre grossier: les grains font saillie uniformément sur la surface, espacés d'environ 5 à 10 mm maximum. Cela entraîne moins de vibra-

tions des pneus et l'air peut s'échapper plus ou moins librement [5]. Les revêtements poreux (bétons et enrobés drainants) provoquent en outre un déplacement des bruits vers les basses fréquences, lesquelles agressent moins l'oreille humaine [4]. Les défenseurs de certains modes de construction atténuant le bruit avancent souvent comme argument des diminutions du niveau sonore de l'ordre de quelques dB (A). Ces valeurs sont à considérer avec pru-

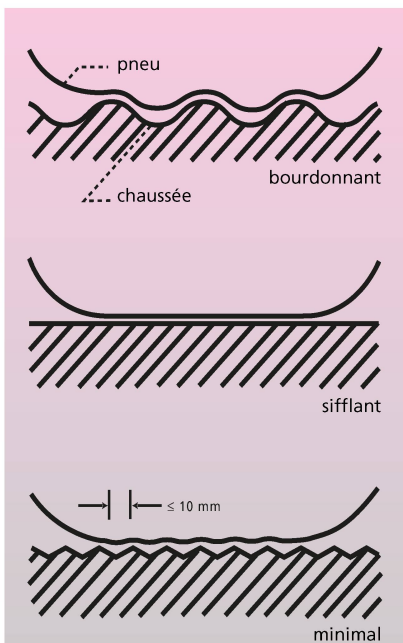


Fig. 1 Bruits de roulement et géométrie des surfaces de chaussées selon [5].

Dessin: TFB



Talocheuse longitudinale en action.

Photo: Rolf Werner, TFB

dence, car elles dépendent beaucoup de la méthode de mesure et des conditions environnantes. Des explications détaillées figurent dans l'encadré «Mesure du bruit».

Des améliorations simples

Les routes en béton sont de plus en plus réalisées en construction non armée, en deux couches frais sur frais: on met en place d'abord la couche inférieure sur la hauteur prévue, et on la compacte avec des pervibrateurs. Goujons et fers de liaison sont généralement introduits automatiquement par vibration. La couche supérieure est ensuite mise en place au moyen de la deuxième finisseuse à coffrage glissant; le compactage s'exécute également avec des aiguilles vibrantes. Les ondulations transversales ou diagonales dans la surface du béton (mégastructure) sont ensuite immédiatement éliminées par une talocheuse longitudinale. On obtient ainsi déjà une certaine diminution du bruit. Une texturation longitudinale permet d'obtenir une amélioration supplémentaire à relativement peu de frais. En Allemagne, on exécute cette texturation en traînant sur la surface un tissu de jute. En Espagne, on préfère recourir à une combinaison comprenant tissu

de jute et peigne en matière plastique [5].

En ce qui concerne le bruit, le comportement des revêtements en béton à texture longitudinale peut être comparé à celui des revêtements en asphalt splittmastix.

Les bétons lavés

Les surfaces de béton sur lesquelles des granulats anguleux peu espacés font saillie réduisent le niveau sonore de façon plus durable que les surfaces lisses. Des études faites en Autriche [6] ont démontré que les bétons lavés de ce genre sont à fabriquer de préférence avec une granulométrie discontinue 4/8 mm, et qu'ils devraient présenter une profondeur de rugosité (espace entre le plan tracé par les pointes profilées et la surface de la pâte de ciment durcie) de 0,8 à 0,9 mm.

Jusqu'à présent, c'est principalement en Autriche et aux Pays-Bas que des expériences ont été faites avec des surfaces en béton lavé. Le plus souvent, on applique sur une couche inférieure d'environ 22 cm d'épaisseur et de composition traditionnelle, une couche supérieure de 4 cm d'épaisseur, dont la composition peut être par exemple la suivante [7]:



Mise en place de béton drainant.

Photo: Heidelberger Zement

ciment	450 kg/m ³
sable 0/2 mm	590 kg/m ³
gravier 4/8 mm	1140 kg/m ³
retardateur de prise	0,9–1,3 kg/m ³
rapport eau/ciment	0,38

La couche inférieure et la couche supérieure sont mises en place en une seule opération, soit avec une finisseuse combinée, soit avec deux finisseuses se suivant directement. Les opérations suivantes s'en trouvent simplifiées [3, 4, 6]:

- mise en place et compactage de la couche inférieure avec la première finisseuse à coffrage glissant
- pose des goujons et des fers de liaison
- amenée du béton de la couche supérieure par bande transporteuse
- répartition et compactage de la couche supérieure avec une finisseuse à coffrage glissant combinée ou avec deux finisseuses à coffrage glissant, amélioration de la planéité par une talocheuse longitudinale
- aspersion avec un retardateur de prise
- recouvrement avec une feuille plastique ou aspersion avec un produit protégeant contre l'évaporation

- fraisage des joints transversaux (le moment dépend de la composition du béton et de la température)
- brossage sur environ 0,9 mm de profondeur (18–30 h après la mise en place du béton)
- traitement de cure

Lors de mesures du bruit faites en Au-

triche avec une remorque conçue à cet effet, on a mesuré des diminutions du niveau sonore d'environ 7 dB (A) par comparaison avec des surfaces en béton «traditionnelles». Dans la gamme des fréquences supérieures à 1000 Hz, particulièrement désagréables pour l'oreille humaine, les diminutions sont de 6–10 dB (A) [5].

Mesure du bruit

Les bruits de roulement peuvent être enregistrés de différentes manières:

- Avec la méthode consistant à enregistrer le bruit des véhicules qui passent, le niveau maximal est mesuré au moyen de microphones fixes, installés à 7,5 m de distance de l'axe de la chaussée, à une hauteur de 1,2 m. Ce procédé est utilisé entre autres en Allemagne.
- En Autriche et en Suisse, on préfère mesurer le niveau de bruit au moyen d'une remorque conçue à cet effet: des microphones placés tout près des roues de mesure standardisées fournissent une valeur statistique moyenne.

L'oreille traite les impressions acoustiques de façon à peu près logarithmique. Cela se comprend, car elle enregistre un domaine de pression acoustique allant de $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ à $2 \times 10 \text{ N/m}^2$. Le niveau sonore est également indiqué à une échelle logarithmique:

$$\text{niveau sonore } L = 20 \times \log (p/p_{\text{ref}}) \text{ [dB]}$$

p_{ref} correspond en l'occurrence à la plus petite pression acoustique perceptible, soit $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$.

L'échelle va du seuil d'audibilité ($L = 0 \text{ dB}$) au seuil de douleur ($L = 120 \text{ dB}$).

L'oreille ne peut percevoir des différences qu'à partir de 3 dB. Différentes sources sonores sont additionnées ou soustraites logarithmiquement. C'est pourquoi un niveau sonore doublé (deux sources de bruit identiques) entraîne une augmentation du niveau de 3 dB seulement. L'homme perçoit comme plus ou moins forts des sons de différente fréquence, mais d'un même niveau sonore. C'est pourquoi les valeurs mesurées dans les différentes gammes de fréquences sont corrigées, en tenant compte de la nature et de l'intensité des diverses sources de bruit. Des quatre courbes de pondération de fréquence en résultant, on utilise à peu près exclusivement la courbe A; c'est pourquoi le niveau de bruit est indiqué en dB (A).

Les revêtements en béton avec surface en béton lavé sont ainsi beaucoup plus silencieux que les revêtements en asphalt splittmastix par exemple. Des expériences faites en Autriche montrent que cet effet d'atténuation du bruit dure plusieurs années. Les surfaces en béton lavé se différencient en cela des enrobés

drainants, dont les performances en absorption de bruit sont au début supérieures, mais disparaissent en quelques années (voir encadré «enrobé»).

Enduits minces

Les anciens revêtements en béton, qui sont source de trop d'émissions

de bruit ou dont la qualité antidérapante est insuffisante, peuvent être améliorés durablement par un traitement avec enduit synthétique [8]. Comme pont d'adhérence et liant, on utilise des résines époxy, dans lesquelles on répand du gravillon 3/4 mm ou 2/3 mm résistant au polissage. En plus d'une considérable diminution du niveau sonore – les réductions publiées vont de 3 à 8 dB (A) [5, 9] – et d'une diminution des sons à haute fréquence, ce procédé a l'avantage d'être applicable voie de circulation par voie de circulation. Il n'exige en outre pas d'ajustement en hauteur, et les marquages ne sont pas touchés.

En Suisse, on a utilisé des enduits minces dans les tunnels de routes nationales, afin d'améliorer la qualité antidérapante des revêtements en béton; la réduction du bruit obtenue par la même occasion est un effet secondaire bienvenu.

Bétons drainants

Les bétons drainants ou bétons poreux n'ont pas pour seul effet d'évacuer l'eau de surface; ils réduisent également le bruit. C'est surtout aux Pays-Bas que l'on a fait beaucoup d'expériences avec les bétons drainants [5]. L'intérêt pour ce mode de construction a également beaucoup augmenté en Allemagne

Bibliographie

- [1] **Fleischer, W.**, et **Steffen, H.**, «Über 60 km Autobahn in Betonbauweise», *Beton* **48** [1], 18–24 (1998).
- [2] **Huschek, S.**, «Zur Optimierung der Oberflächeneigenschaften von Betonfahrbahndecken», *Strasse und Autobahn* **41** [1], 22–27 (1990).
- [3] **Fleischer, W.**, et **Freudenstein, S.**, «Neue Technologien beim Bau von Betonfahrbahndecken», *TIS Tiefbau – Ingenieurbau – Strassenbau* **38** [8], 4–14 (1996).
- [4] **Mager, G.**, «Lärmindernde Strassendecken in Wien», *Perspektiven* **1995** [1], 45–48.
- [5] **Vollpracht, A.**, «Lärminderung mit Betonfahrbahndecken», *Strassen- und Tiefbau* **45** [12], 15–18 (1991).
- [6] **Sommer, H.**, «Optimierung der lärmindernden Waschbetonoberfläche», *Strassenforschung, cahier* **447**, édité par le Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten, Vienne (1995).
- [7] **Krenn, H.**, «Generalsanierung einer Betonautobahn am Beispiel des Bauloses Thalgau an der A1», *Zement und Beton* **1992** [2], 26–29.
- [8] Norme SN 640 736: «Entretien des revêtements en béton» (décembre 1995).
- [9] **Pichler, W.**, «Erfahrungen mit lärmindernden Oberflächen für alte Betondecken», rapports en allemand, 7. Internationales Betonstrassen-Symposium, Vienne, 3–5 octobre 1994, pages 51–54.
- [10] **Hermann, K.**, «Béton poreux», *Bulletin du ciment* **61** [14], 1–7 (1993).
- [11] **Weyringer, H. W.**, «Ökonomische und ökologische Gesichtspunkte bei der Reinigung von offenporigen Asphaltdeckschichten», *Die Asphaltstrasse* **27** [8], 14–17 (1993).
- [12] **Özkul, O.**, «Langzeitverhalten von bituminösen Drainbelägen – Teil 2: Funktionalitäts- und Gebrauchsdauer», rapport concernant le mandat de recherche 3/87 donné par l'Union des professionnels suisses de la route (Zurich, novembre 1996).
- [13] **Isenring, T.**, «Langzeitverhalten von bituminösen Drainbelägen – Teil 1: Lärmverhalten von Drainbelägen», rapport intermédiaire concernant le mandat de recherche 3/87 donné par l'Union des professionnels suisses de la route (Zurich, août 1991).

Photo: Rolf Werner, TFB



Réalisation de la surface en béton lavé atténuant le bruit par brossage mécanique.

au cours de ces dernières années. La teneur en vides des bétons drainants est de 20–25 %. On obtient ce pourcentage en utilisant des granulométries discontinues (par exemple 5/8 mm) et peu de sable. L'adjonction de dispersions synthétiques est indispensable, car celles-ci améliorent la résistance du béton drainant au gel et au sel de déverglaçage, ainsi qu'à la traction par flexion, et réduisent le besoin en eau du béton frais [10].

La mise en place des bétons drainants exige une grande expérience et des essais préalables très poussés. Elle peut se faire avec des finisseuses traditionnelles. Des poutres vibrantes spéciales ont toutefois été mises au

point pour le compactage. L'épaisseur des couches de béton drainant est de quelque 5 cm. Ces couches peuvent être mises en place sur différents bétons de couche inférieure, également sur d'anciens bétons. La mise en place devrait se faire en deux couches fraîches sur fraîches, sans pont d'adhérence. Les bétons drainants ne diffèrent guère des enrobés drainants en ce qui concerne le niveau sonore et la diffusion de fréquences. Les deux genres de revêtements ont des effets positifs et des effets négatifs:

- Les vides se colmatent relativement vite, ce qui diminue l'effet d'atténuation du bruit et la capacité d'évacuation d'eau.

Enrobé drainant

Les couches de surface bitumineuses à pores ouverts (enrobés drainants, revêtements drainants bitumineux) sont mises en place sous forme de couches à forte teneur en vides, d'environ 5 cm d'épaisseur. La composition granulométrique de leur squelette s'inscrit dans un fuseau étroit, et les granulats témoignent d'une résistance élevée des arêtes ainsi que d'une haute résistance au polissage. La capacité drainante est déterminante pour la réduction de l'aquaplaning et des drapeaux de fines gouttelettes se formant au passage des véhicules. Comme avec les revêtements en béton drainant, les vides atténuent les bruits de roulement.

Plus de 1 million de m² de revêtements drainants bitumineux ont été mis en place en Suisse, ce qui justifie pleinement d'étudier leur comportement en longue durée [12, 13]. En ce qui concerne la durabilité et la fonctionnalité, on a tiré, entre autres, les conclusions suivantes [12]:

- bonne qualité antidérapante; à plus de 60 km/h, guère de différences avec les revêtements traditionnels
- diminution de la perméabilité au cours du temps: durée de la capacité drainante et du pouvoir d'atténuation du bruit limitée à 5–6 ans sur les routes cantonales, et à 8–10 ans sur les autoroutes
- le service hivernal doit être adapté
- les essais visant à augmenter la perméabilité des revêtements drainants n'ont guère été couronnés de succès
- la réparation des revêtements drainants est pratiquement impossible

En complément, ce qui concerne l'atténuation du bruit [13]:

- niveau sonore nettement plus bas qu'avec des surfaces fermées uniquement à de grandes vitesses
- le niveau du bruit augmente avec l'âge des revêtements
- la mise en place sur des tronçons avec circulation à vitesse réduite n'est pas forcément judicieuse

- En cas de temps froid et humide, il y a rapidement un risque de verglas; la consommation de sel est plus élevée que pour les revêtements de chaussée fermés.
- Les revêtements en béton drainant sont difficiles à réparer.

Les expériences faites jusqu'à présent avec les revêtements en béton drainant ne suffisent pas pour juger de façon concluante de leur utilité pratique. Il est probable que l'on pourra en tirer les mêmes conclusions que pour les revêtements en enrobé drainant (voir encadré «Enrobé drainant»), dont quelque 70 millions de m² ont été mis en place en Europe en 1992 [11].

Rolf Werner
et Bram van Egmond, TFB