

## Des revêtements de haute qualité pour les sites propres pour autobus

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hartmut Johannes Beckedahl in : Stadtverkehr février 2006 (pp. 29, 30).

### Introduction

Parmi les procédés de revêtement des chaussées pour autobus, on trouve les pavés, le béton, les revêtements semi-rigides et l'asphalte. Les principales difficultés pour les chaussées fortement sollicitées proviennent, d'une part, de la circulation sous de fortes charges et des contraintes particulières et, d'autre part, des conditions ambiantes des voiries urbaines comme, par exemple, les canalisations souterraines.

Il est souvent impossible de garantir l'absence de canalisations dans les sites propres urbains. Dans de tels cas, le problème réside dans des tranchées creusées au cours de la durée de vie du revêtement. La qualité de la chaussée ou du couloir pour autobus n'est généralement pas améliorée par la tranchée, celle-ci conduit plutôt à un raccourcissement de la durée de vie du revêtement. S'il n'est pas possible d'éviter des canalisations dans les sites propres, il faut prévoir, en vue de leur installation, des couvercles coulissants ou autres réservations qui, en particulier dans le cas des revêtements rigides ou semi-rigides, conduisent à des concentrations de contraintes débouchant sur des fissures.

Les revêtements béton ou semi rigides sont, après creusement des tranchées et emploi de matériaux de remblaiement, plus difficiles à réparer que les autres revêtements car des matériaux spéciaux sont nécessaires et/ou le délai entre la réparation et la libération de la chaussée est plus long qu'avec les autres types de revêtements. En outre, des différences d'aspect entre le revêtement d'origine et la réparation sont à peu près inévitables. On voit avec les pavés si ceux-ci sont des pavés de réparation. Les différences sont accrues si le matériau de réparation et le matériau du reste de l'ouvrage sont différents, par exemple quand des tranchées creusées dans du béton ou des pavés sont recouvertes d'asphalte (fig. 2). Avec le béton, d'éventuelles difficultés supplémentaires doivent être considérées, ainsi pour une réparation durable, il faut des chevilles et/ou des scellements.

### Pavés

Les pavés ne sont généralement pas adaptés à la circulation d'autobus lourds (fig. 1). Ce n'est pas seulement un constat sur de nombreux exemples de détériorations mais également une prescription indirecte des directives RstO 01 (Directives pour la standardisation des revêtements routiers RstO 01 édition 2000 FGSV éditeur, Cologne 2001) [Réf. bibl.1, Tableau 3] "Chaussées parcourues par des autobus et revêtements" qui indique clairement que pour une charge de plus de 150 autobus par jour, une construction de classe II est recommandée. Les pavés ne sont plus utilisables pour la classe II et les classes supérieures.

Mais si l'on calcule la classe de construction en partant de la contrainte calculée B, on voit vite que même pour un nombre d'autobus nettement inférieur à 150 bus/jour [Réf. bibl.1, Tableau 3] des classes supérieures peuvent être nécessaires et, partant, les pavés ne peuvent plus être employés comme le montre l'exemple ci-après :

Pour une durée de vie de 30 ans, la classe II/I doit être choisie si la contrainte calculée B est supérieure au passage de l'équivalent de 3 millions/10 millions d'essieux de 10 t. En simplifiant, le passage d'autobus articulés équivalant chacun à 3 essieux de 10 t et considérant que les autobus ne sont pas guidés ce qui fait un coefficient de largeur de couloir  $f_2 = 2,00$  (correspondant à une largeur de couloir de 2,50 m), on atteint déjà la classe II avec 46 autobus par jour et la classe I avec 153 autobus par jour. Pour une détermination précise de la classe de construction, il faut considérer la charge par essieu des voitures effectivement utilisées, leur coefficient d'utilisation et les charges accessoires des essieux.

À l'inverse des pavés, les autres types de revêtement cités plus haut peuvent être utilisés pour le revêtement de chaussées fortement sollicitées en général et pour les chaussées pour autobus en particulier. Cependant, des exigences et conditions d'ambiance particulières devront être respectées lors du choix des matériaux et de la composition des mélanges de revêtement.

## Revêtements en béton

Alors que l'asphalte et les revêtements semi-rigides sont posés sans joints, la chaussée en béton doit, en raison de la quasi absence d'élasticité du béton, être divisée en dalles par des joints pour que le retrait survenant lors de la prise du béton ainsi que les dilatations et retraits dus aux changements de température ne provoquent aucune détérioration. Les joints à leur tour, constituent des points faibles de la chaussée car, avec le temps, ils perdent leur étanchéité, l'eau s'infiltre dans le revêtement et peut déclencher des dégâts tels que la création de dénivelées ou des crevasses.

Le gros avantage du béton, sa grande résistance à l'orniérage, a prédestiné ce type de revêtement à être utilisé pour les revêtements de chaussées pour autobus et aux points d'arrêt.

son temps de mise en œuvre plus long, les longues coupures pour réparation et les passages parfois problématiques du béton à l'asphalte ainsi que les concentrations aux réservations, par exemple, aux encastresments (fig. 2) conduisent pourtant souvent à refuser ce type de revêtement.

## Revêtements semi-rigides

Une véritable alternative au revêtement rigide en béton est le revêtement semi-rigide (fig. 3). Il consiste en un asphalte à pores ouverts représentant l'ossature flexible dans laquelle on coule une masse liquide prend en une masse rigide et comble les vides. En une troisième phase, la surface est passée au rouleau compresseur. L'inconvénient de ce mode de construction est, comme pour le béton, une concentration de contraintes près des réservations ainsi que le prix et la durée de mise en œuvre qui s'appliquent aux diverses phases de la mise en œuvre.

## Revêtements asphaltés

Les revêtements asphaltés consistent généralement en une couche supérieure d'asphalte et une sous-couche en asphalte. Parmi les qualités pour la couche supérieure on trouve le béton asphalté, l'asphalte à pores ouverts, l'asphalte coulé et l'asphalte splittmastix. Fondamentalement ces deux dernières qualités conviennent bien aux fortes charges rencontrées sur les chaussées pour autobus. Les fortes charges et les contraintes particulières peuvent, en relativement peu de temps, provoquer des déformations permanentes qui sont souvent de dimensions inacceptables. Cela vaut aussi bien pour les pavés que pour les revêtements asphaltés (voir en figure 1 de l'article de U. Seidel Traduction RATP ETI 06-0191/12 l'illustration de défauts de mise en œuvre de l'asphalte à proximité d'un point d'arrêt).

La mise en œuvre de l'asphalte doit être adaptée aux conditions ambiantes afin d'optimiser la stabilité et la résistance à l'orniérage. Cela a été obtenu à Wuppertal par une mise en œuvre innovante, développée à l'université des mines et testée dans le laboratoire local. Ces asphaltes ont été posés en juillet 2005 par le service "Entretien de la voirie" de la ville de Wuppertal à côté d'un asphalte classique sur une zone d'essai d'un couloir pour autobus très chargé avec un point d'arrêt. L'évolution de l'orniérage sera observée pendant plusieurs années.

Les résultats de laboratoire montrent que sur la section où a été mise en œuvre l'alternative proposée, on peut tabler sur une profondeur d'ornière moitié moindre de celle de la section classique alors que la sollicitation par la circulation est supérieure de 63 % (fig. 5). Les asphaltes classiques ne diffèrent des asphaltes innovants que par le liant. Alors que dans les asphaltes classiques on utilise un bitume routier 50/70, on utilise dans l'asphalte innovant un liant innovant, un bitume modifié à haute teneur en polymères. Des essais en laboratoire ont montré les avantages ci-après liés à la mise en œuvre de ce liant :

- très grande robustesse en couche d'assise et en couche de surface.
- cohésion nettement améliorée entre les agrégats et le liant.
- plus grand module E de l'asphalte
- moindre sensibilité aux variations de concentration.

Les figures 4 et 5 montrent, à titre d'exemple, les résultats des essais en laboratoire. Les essais de fatigue (fig. 4) ont été menés au moyen de l'essai indirect de traction sur un échantillon de couche porteuse en asphalte 0/22 CS et présentés sous forme de courbes de Wöhler. Dans des conditions d'essai identiques par ailleurs, l'asphalte innovant procure une durée de vie cinq fois supérieure à celle obtenue avec le liant classique.

Une fois l'asphalte posé, la concentration doit atteindre au moins 97 %. Une moindre concentration serait considérée comme un défaut, ce qui n'est en aucune façon une chose rare et qui se résout par un rabais sur le prix ou par une prolongation de garantie. Les effets de la concentration (fig. 5) ont été vérifiés sur des échantillons d'asphalte splittmastix 0/11 S fabriqués selon diverses concentrations. Grâce à l'essai d'orniérage on a alors testé les échantillons à différentes concentrations, les conditions d'ambiance demeurant les mêmes par ailleurs. Alors qu'avec l'asphalte innovant, la profondeur d'ornière double quand la concentration diminue de 100 à 94 % et reste ensuite au même niveau qu'avec un asphalte conventionnel, cette profondeur est multipliée par 6 quand la concentration de l'asphalte classique diminue de 100 à 95 %.

Avec une mise en œuvre adaptée, les chaussées pour autobus fortement chargées peuvent alors atteindre aussi une grande durée de vie sans redouter les effets de la photo figure 1 de l'article de U. Seidel (Traduction RATP ETI 06-0191/12). Les études en laboratoire effectuées avant l'essai pratique sur la chaussée d'essai de Wuppertal confirment ce fait. On prévoit que la section de comparaison en asphalte classique présentera, après une même durée, une profondeur d'ornière double de l'asphalte innovant. Autrement dit, on peut partir de l'idée que la section revêtue d'asphalte innovant pourra être utilisée deux fois plus longtemps avant qu'une réfection soit nécessaire. Sur la période d'utilisation, il en résultera une économie des coûts de réalisation et d'entretien des chaussées pour autobus. Les résultats expérimentaux fiables des essais pratiques le laissent augurer, un à deux ans seulement après la mise en service.

Bibliographie :

[1] Directives pour la standardisation des revêtements routiers RstO 01 édition 2000 FGSV éditeur, Cologne 2001

Figures

Figure 1 : Déformation d'un pavage au voisinage d'un point d'arrêt (Photo Schnieder)

Figure 2 : Revêtement en béton, endommagé au voisinage d'un changement de section transversale (gare routière) (Photo Schnieder)

Figure 3 : Revêtement semi-rigide au voisinage d'un point d'arrêt (Photo DEUTAG)

Figure 4 : Résistance à la fatigue avec un liant classique B 50/70 et avec un liant innovant PmB 25H  
Anfangsdehnung : dilatation initiale ; Lastwiederholungen... : Nombre de passages de charges avant la rupture.

Figure 5 : Effets de la concentration sur la résistance à l'orniérage (comparaison entre la liant classique B 50/70 et le liant innovant PmB 25 H  
Spurtiefe : Profondeur d'ornière ; Verdichtungsgrad : concentration

L'auteur :

L'Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hartmut Johannes Beckedahl représente l'unité d'enseignement et de recherche conception des routes et travaux routiers à l'université des mines de Wuppertal, faculté de transports, département sciences de l'ingénieur.