LES VOIES DE BUS EN BETON

INFRASTRUCTURE | OCTOBRE 2009

1225	(94)	f2	(A)(B)

BB/SfB

- **EXIGENCES ET CHOIX DES MATÉRIAUX**
- **CONCEPTION STANDARD D'UNE VOIE DE BUS EN BÉTON**
- **ASPECTS DE MISE EN ŒUVRE**
- **EXEMPLES EN BELGIQUE ET À L'ÉTRANGER**

Partout dans le monde, les grandes villes sont confrontées à la congestion du trafic, tant dans les centres-villes et les agglomérations urbaines que sur les voies d'accès. Dans les pays densément peuplés tels que la Belgique, ce phénomène ne se présente pas uniquement au niveau des villes, mais également entre les villes. Tout le monde connaît les inconvénients des embouteillages : perte de temps, coûts économiques et sociaux, pollution de l'air,... Pour de nombreux utilisateurs, mais également pour les habitants des villes, cette situation devient de plus en plus difficile à vivre. En outre, il convient également de tenir compte de l'intérêt de plus en plus marqué pour les questions environnementales et plus particulièrement, pour la problématique du réchauffement climatique. Pour les environnements urbains, ce sont entre autres les gaz d'échappement (NOx,..) et les particules fines qui représentent des problèmes majeurs. L'émission de CO_2 constitue un élément déterminant lorsqu'il s'agit du réchauffement de la planète.

C'est la raison pour laquelle les décideurs politiques optent généralement pour une politique de mobilité durable en réduisant la circulation automobile dans et autour des villes. Pour les courtes distances, les usagers faibles de la route sont davantage mis en avant par le biais, notamment, de zones interdites à la circulation des véhicules et la création de pistes cyclables. En ce qui concerne les autres types de trajets à l'intérieur et à l'extérieur de la ville, les pouvoirs publics optent majoritairement pour la promotion des transports en commun en prévoyant de nouvelles capacités ou des capacités accrues pour les lignes de bus, de tram et de train. En vue d'optimiser ces moyens de transport, il convient de prévoir une infrastructure adaptée, notamment des voies d'accès libres permettant le passage aisé des bus et/ou des trams.

Le présent bulletin aborde la construction de l'infrastructure pour le trafic des bus, à savoir l'aménagement soit de voies réservées aux bus, soit de parties du réseau routier où le passage des bus est important, voire très important. Les voies combinées tram-bus, qui connaissent des contraintes spécifiques de placement des rails et de vibrations, ne sont pas traitées dans cette publication.

Pour une politique de la mobilité durable, il convient de prévoir une infrastructure qui répond aux principes de la construction durable. Au fil de la présente publication, il apparaîtra clairement que les voies de bus et les arrêts de bus en béton y répondent parfaitement.

1. EXIGENCES ET CHOIX DES MATÉRIAUX

Une voie de bus doit pouvoir résister à une combinaison exceptionnelle de sollicitations. Les bus relèvent de la catégorie du trafic lourd caractérisé par des charges spécifiques sous les essieux, propres au type de bus (transport en commun, tourisme, double étage, harmonica,...). Sur les voies réservées aux bus et surtout à l'approche des arrêts de bus, la fréquence peut atteindre plusieurs passages par minute et la charge quotidienne sur la circulation peut atteindre plus de 500 bus par jour.

En ville, les bus circulent souvent à une vitesse relativement basse et leur trafic est canalisé, ce qui veut dire que les pneus empruntent toujours les mêmes parties de la voie. Ces circonstances favorisent l'orniérage sur les revêtements routiers souples. Les efforts de freinage et de torsion constituent également une charge supplémentaire pouvant entraîner l'écaillage, le décollement ou la formation d'ondulations, qui sont néfastes pour le revêtement.

En raison des contraintes spécifiques des autobus, tous les revêtements ne se prêtent pas forcément à la construction d'une voie de bus. Ainsi, l'ajout de nouveaux marquages ne suffit souvent pas pour créer une voie de bus. La voie de bus en béton constitue la seule solution sérieuse qui résiste à l'orniérage et répond aux exigences de sécurité des utilisateurs, de rentabilité économique, de sécurité et de confort.

Les critères auxquels une route en général et une voie de bus en particulier doivent répondre sont les suivants :

SÉCURITÉ D'EXPLOITATION

Une société de transport souhaite construire une infrastructure, en l'occurrence une voie de bus, dont l'utilisation peut être garantie dans les meilleures circonstances pendant les périodes de service prévues. En effet, la qualité de l'infrastructure a une influence directe sur la fiabilité et la ponctualité des transports en commun, et par extension également sur la satisfaction des voyageurs. Premièrement, la voie doit subir le moins possible de dégâts afin que les réparations, qui s'accompagnent généralement de perturbations de la circulation, ne soient pas nécessaires. Deuxièmement, une route nécessitant peu ou pas d'entretien représente un avantage considérable pour le gestionnaire. Enfin, il est important que la route puisse durer le plus longtemps possible en évitant d'importantes rénovations ou maintenances structurelles.

COÛTS ÉCONOMIQUES

Les budgets limités auxquels sont confrontés la plupart des administrations des routes et les sociétés de transport les obligent à envisager un investissement rentable sur le plan économique. Dans ce cadre, un gestionnaire intelligent tiendra compte non seulement des coûts initiaux – éventuelles expropriations, construction de l'intégralité de la structure – mais également des coûts de la durée de vie totale, y compris tous les entretiens, réparations, améliorations structurelles et démantèlement en fin de vie. Nous savons que les revêtements en béton peuvent atteindre une très longue durée de vie sans nécessiter beaucoup d'entretien. Ainsi, un coût d'investissement initial plus élevé est facilement récupéré pendant la phase d'utilisation.

SÉCURITÉ

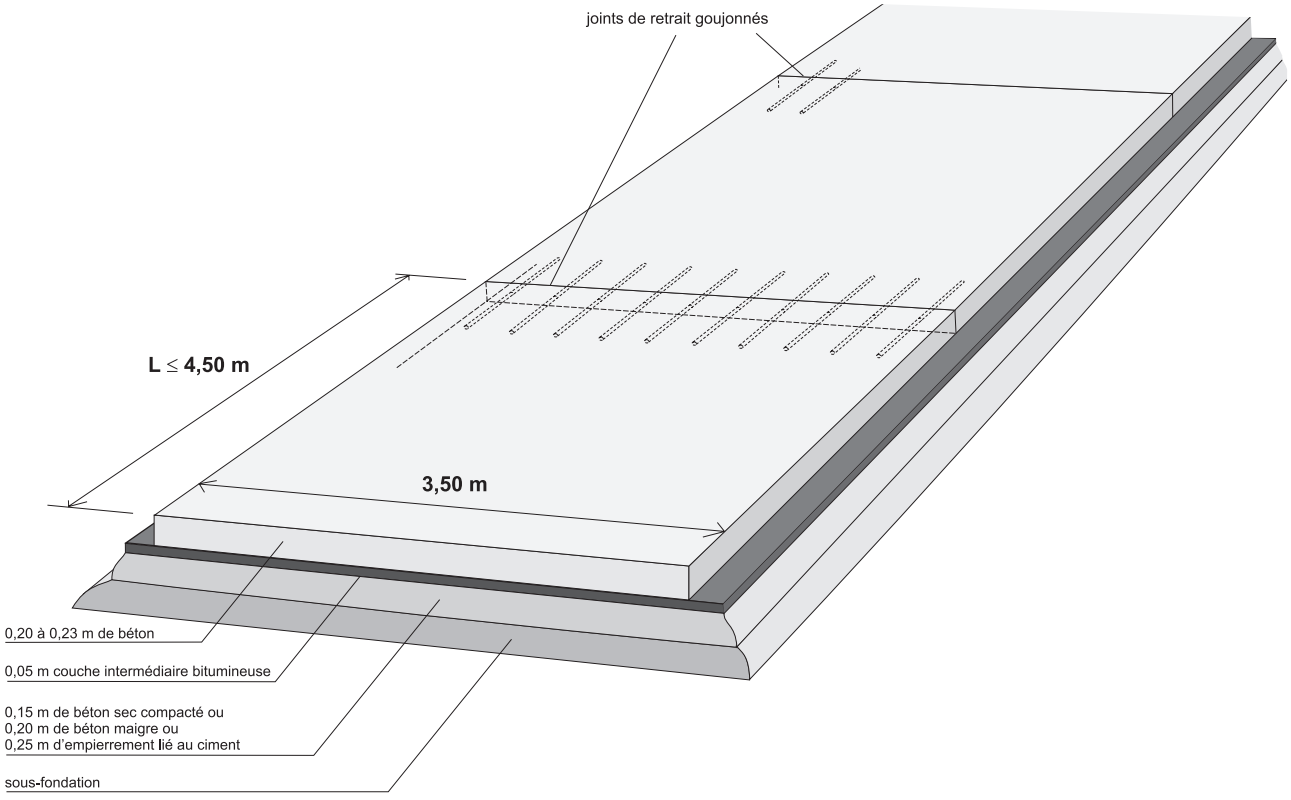
Sur le plan de la sécurité du revêtement, la rugosité et la planéité transversale constituent des critères très importants. La rugosité détermine dans quelle mesure un véhicule accroche au revêtement et est directement liée à la distance de freinage. En choisissant des granulats durs et non polissables pour la surface du revêtement, il est possible de construire des revêtements rugueux durables. En Belgique, les matériaux les plus souvent utilisés sont les granulats disponibles localement : porphyre, grès ou gravier concassé. Grâce aux fiches techniques (marquage CE + label BENOR), il est possible de déterminer si ces granulats répondent aux caractéristiques requises par les cahiers des charges-type. Par rapport à la planéité transversale, nous pensons surtout à l'orniérage, qui représente un facteur capital pour le trafic des bus. L'orniérage constitue un problème pour la bonne tenue de la route du véhicule et en cas de pluie, il est responsable du phénomène d'aquaplanage.
Un revêtement en béton bien conçu présente dès sa construction une bonne rugosité, et celle-ci ne varie pas pendant des dizaines d'années. Les voies de bus en béton ne sont pas du tout sujettes à l'orniérage.

CONFORT

Le facteur le plus pertinent pour obtenir un revêtement confortable est la planéité longitudinale. En effet, les usagers de la route, et à plus forte raison les voyageurs dans les autobus, ressentent tous les ondulations, surfaces écaillées ou différences soudaines de niveaux. Pour une voie en béton, il convient de créer, par le biais d'une réalisation professionnelle, dès la construction une surface plane qui ne variera pas pendant toute sa durée de vie. La mise en escalier au niveau des joints doit être évitée en prévoyant les mesures nécessaires dès la conception (fondation liée, couche intermédiaire en béton bitumineux, joints de retrait goujonnés).
Au besoin, il convient également de tenir compte du bruit de roulement généré par le contact entre les pneus et le revêtement. Pour les voies de bus, cela s'applique principalement aux voiries de liaison entre les villes, étant donné que dans les environnements urbains à circulation dense, le bruit des moteurs est souvent l'élément le plus déterminant, et ce, surtout lors du freinage et de l'accélération. La technique du béton lavé silencieux offre une solution adéquate tout en répondant aux exigences de durabilité.

ESTHÉTIQUE

Principalement dans les villes, il est souvent souhaitable d'intégrer le revêtement de façon esthétique au sein de l'environnement urbain. A cet effet, les bétons colorés ou imprimés offrent de nombreuses possibilités. Une autre raison de privilégier une surface colorée peut être d'améliorer la visibilité du revêtement. Dans ce cas, les choix se portent souvent sur une couleur bien visible et contrastée. Souvent, la couleur naturelle gris clair du béton se démarque déjà suffisamment parmi les revêtements bitumineux et les pavages.



2. CONCEPTION STANDARD D'UNE VOIE DE BUS EN BÉTON

Pour les voies de bus longues et ininterrompues, de liaison entre les villes ou sur autoroutes, un concept en béton armé continu peut être envisagé. En effet, en raison de l'absence de joints transversaux, ce revêtement est confortable et présente une durée de vie particulièrement élevée. Un tel concept nécessite toutefois des connaissances suffisantes en la matière, entre autres en ce qui concerne le nombre et la disposition des armatures et le placement des joints longitudinaux et des culées d'ancrage. Toutefois, étant donné que les voies de bus ne nécessitent souvent pas de longues lignes droites ininterrompues, la solution du béton armé continu n'est souvent pas la plus indiquée. Ainsi, une solution-type consiste à opter pour un revêtement en dalles de béton. Les dalles ont une longueur recommandée de 4,5 m et sont séparées par des joints de retrait goujonnés. Les goujons sont des barres lisses revêtues d'un coating permettant le retrait et la flexion des dalles à hauteur des joints tout en garantissant un transfert de charges d'une dalle vers l'autre. De cette façon, ils évitent la mise en escalier à hauteur des joints et jouent donc un rôle crucial dans le confort des voies de bus.

La largeur d'une voie de bus s'élève souvent à 3,5 m. En cas de bus lents ou guidés, la largeur peut être limitée à 3 m. S'il s'agit d'une voie de bus bidirectionnelle, il convient de scier un joint longitudinal de flexion équipé de barres d'ancrage à partir d'une largeur dépassant 4,5 m.

Le dimensionnement de la structure consiste à déterminer la nature et l'épaisseur des différentes couches composantes (revêtement, fondation, sous-fondation) en fonction du trafic attendu, du sous-sol et des circonstances climatiques. En ce qui concerne les voies de bus en site propre la circulation est relativement uniforme même si les types d'autobus peuvent varier considérablement. Les bus urbains pour le transport en commun diffèrent des cars de tourisme en termes de masse autorisée, d'essieux et de répartition du poids. Les bus articulés et les bus à double étage présentent également des caractéristiques différentes par rapport aux bus simples.

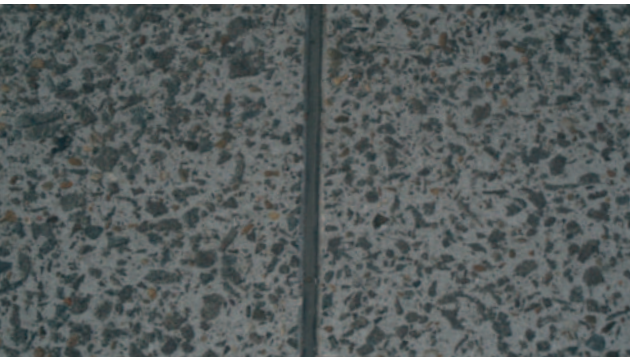
En vertu des prescriptions relatives aux structures-type de route des pouvoirs publics flamands et selon des programmes de calcul tels que DimMET ou VENCON, il apparaît qu'une épaisseur de 20 cm de dalles de béton suffit presque à chaque fois pour les voies de bus classiques, que celle-ci peut supporter jusqu'à 300 bus par jour et qu'elle peut se targuer d'une durée de vie calculée d'au moins 30 ans. Toutefois, dans certains cas, il est recommandé d'augmenter l'épaisseur (21, 22 ou 23 cm), si la largeur est limitée à 3 m et que les bords de la voie sont donc plus chargés, ce qui entraîne des tensions plus élevées, ou lorsque d'autres types de trafic lourd peuvent également emprunter la voie de bus.

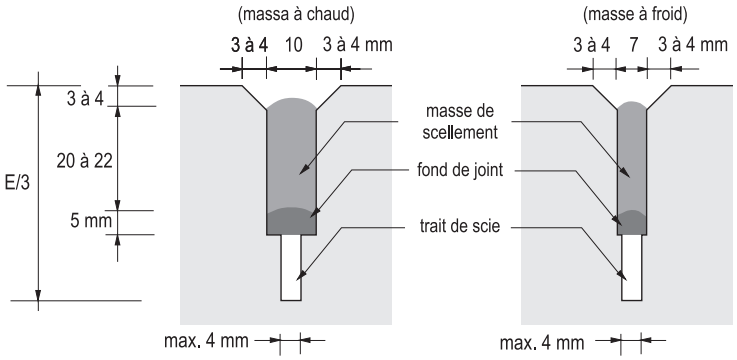
Le calcul précité se base toujours sur une structure composée d'un revêtement en béton, d'une couche intermédiaire bitumineuse et d'une fondation liée au ciment. La couche intermédiaire bitumineuse (5 cm) constitue une nécessité absolue pour les voies de bus étant donné qu'elle empêche l'érosion sous les joints et donc la mise en escalier. En combinaison avec les goujons, cette structure permet de garantir un revêtement durablement stable et confortable. Pour la fondation, les solutions standard suivantes sont souvent proposées :

- 25 cm de mélange d'empierrement lié au ciment (empierrement avec ajout de type Ia ou IIa en fonction du cahier des charges-type CCT RW 99 ou CCT 2000);
- 20 cm de béton maigre ;
- 15 cm de béton sec compacté.

Une fondation à base de liant hydraulique contribue au transfert de charges entre les dalles et résiste à l'eau ainsi qu'au gel.
En toutes circonstances, il convient de prévoir un bon écoulement des eaux de surface en intégrant un dévers de 1,5 % au minimum. Dans certains cas, un drainage longitudinal est également recommandé. Surtout dans le cas d'un inlay, où la voie de bus est intégrée dans un revêtement existant, il est nécessaire de prévoir un écoulement souterrain des eaux au niveau des joints longitudinaux.

Les joints sont réalisés sous la forme de joints de retrait sciés avec entaille et chanfreins. Différents types de scellement du joint (coulé à chaud, appliqué à froid, profilés préformés) sont envisageables.





Les finitions de surface standard sont le brossage transversal et le traitement par dénudage chimique. Ces deux textures répondent aux exigences de rugosité. Grâce au béton lavé, il est possible, par le biais d'une composition de béton adaptée, d'obtenir une surface à faible bruit.

Parfois, pour des raisons esthétiques, le béton imprimé est privilégié. Celui-ci se caractérise par la présence d'un motif particulier – pavés, briques, pierre naturelle,... – imprimé dans le béton frais au moyen de moules. Toutefois, cette solution présente des inconvénients pour d'autres exigences comme le confort. Quelques exemples d'applications sont montrés plus loin.

En ce qui concerne la composition du béton, il convient de respecter les exigences suivantes :

Surface à brossage transversal	**Surface dénudée chimiquement**
Rapport eau-ciment E/C ≤ 0,45	Rapport eau-ciment E/C ≤ 0,45
Teneur en ciment minimum ≥ 400 kg/m³	Teneur en ciment minimum ≥ 400 kg/m³
Gravillons pour revêtements en béton de ciment selon CCT RW 99 ou CCT 2000 (exigences en termes de coefficient de planéité, Los Angeles, Polishing Stone Value,...)	Gravillons pour revêtements en béton de ciment CCT RW 99 ou CCT 2000 (exigences en termes de coefficient de planéité, Los Angeles, Polishing Stone Value,...)
Mise en œuvre avec machine à coffrages glissants : Diamètre nominal maximum des granulats = 32 mm Au moins trois fractions distinctes sont utilisées (ex. 4/14 – 14/20 – 20/32). ***Mise en œuvre manuelle (poutre vibrante,...) :*** Diamètre nominal maximum des granulats = 20 mm Au moins trois fractions distinctes sont utilisées (ex. 4/6,3 – 6,3/14 – 14/20).	Diamètre nominal maximal des granulats = 20 mm Trois fractions distinctes sont utilisées (4/6,3 – 6,3/14 – 14/20). Le taux de gravillons 4/6,3 est d'au moins 20 % de la masse du mélange de gravillons et de sable. NB : en vue de limiter le bruit de roulement, le diamètre nominal maximal des granulats peut être limité davantage à 14 mm voire 10 mm ou 6 mm dans le cas d'une couche supérieure en béton bicouche.
L'utilisation d'un entraîneur d'air n'est pas obligatoire pour le béton 0/32 mis en œuvre au moyen d'une machine à coffrages glissants, mais est obligatoire pour le béton 0/20 mis en œuvre manuellement	L'utilisation d'un ***entraîneur d'air est obligatoire***. Le béton frais sur le chantier a une teneur en air d'au moins 3 %.

NB : Le présent document ne détaille pas les exigences particulières en matière de composition pour le béton lavé coloré, le béton bicouche éventuellement avec sous-couche recyclée, ou autres applications particulières. Ces méthodes seront abordées dans la description de quelques exemples.

3. ASPECTS DE MISE EN ŒUVRE

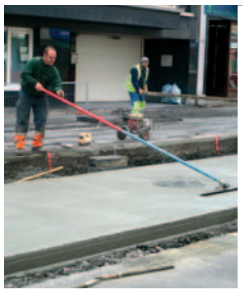
En ce qui concerne l'exécution, nous notons très peu de différences par rapport à la construction d'une chaussée normale en dalles de béton. La préférence est toujours accordée à la mise en œuvre au moyen d'une machine à coffrages glissants qui compacte fortement le béton et lui confère un aspect plan, entre autres à l'aide d'une poutre lisseuse longitudinale (« supersmoother »).

Pour les tronçons courts et à hauteur des carrefours, il est possible de travailler manuellement entre coffrages fixes. Dans ce cas, l'utilisation d'une poutre vibrante et d'aiguilles vibrantes complémentaires le long des bords constitue une solution adéquate. Les différentes phases d'exécution sont illustrées dans les photos suivantes.
(Photos réalisation Liège, rue des Guillemins)

La machine à coffrages glissants ou « slipform paver » est munie d'une série d'aiguilles vibrantes qui compactent le béton de manière optimale. La hauteur de la machine est contrôlée par des fils de guidage. Les chenilles doivent suivre un chemin stable et plat.

Le béton est amené dans des camions-bennes ou des camions-malaxeurs et réparti de manière uniforme devant la machine à coffrages glissants.

Les goujons sont soit placés au préalable sur des berceaux, soit – comme sur la photo ci-contre – insérés directement par la machine dans le béton frais par vibration. Un repère indique l'endroit où le joint sera scié ultérieurement.



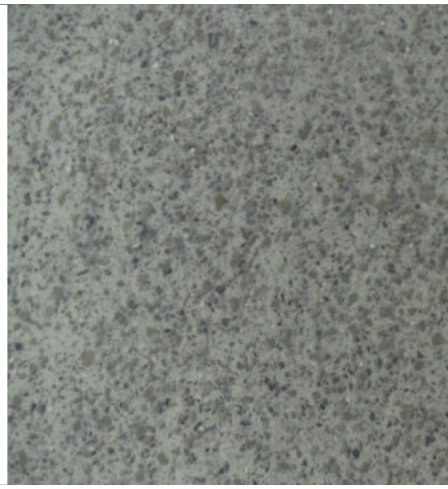
Derrière la machine, la surface en béton est lissée et les dernières finitions manuelles se font au niveau des éventuelles chambres de visites.

Entre-temps, des échantillons sont prélevés afin de tester le béton frais et le béton durci. En ce qui concerne le béton frais, la consistance et la teneur en air sont, entre autres, déterminées. La résistance à la compression et l'absorption d'eau du béton durci sont déterminées ultérieurement.

Immédiatement après le bétonnage, un retardateur de prise est répandu sur la surface du béton. Celui-ci permet d'éviter le durcissement de la laitance de ciment à la surface.

Ensuite, la surface est recouverte d'une feuille plastique. Celle-ci offre une protection idéale contre la dessiccation par le vent et le soleil.

A compter de 6 à 24 heures après le bétonnage, en fonction de la température et donc de la vitesse de prise, les joints sont sciés jusqu'à 1/3 de l'épaisseur du béton. Ainsi, pendant les jours suivants, le béton se fissurera sous cette entaille, si bien que le revêtement soit réparti en dalles de 4,5 m de longueur.



Après le sciage, la laitance de ciment sur la surface du béton est brossée à l'eau. Ainsi se crée une surface lavée ayant de très bonnes caractéristiques de rugosité et de bruit de roulement.
Grâce à la qualité de la composition du béton, la voie de bus peut être mise en service quatre à sept jours après sa pose, à savoir dès que la résistance à la compression mesurée sur carottes s'élève à 40 MPa en moyenne.

4. EXEMPLES EN BELGIQUE ET À L'ÉTRANGER

BROSSAGE CLASSIQUE

Cette photo (Bruxelles, Avenue Marcel Thiry) montre une solution standard de voies de bus en dalles de béton gris, brossées transversalement. Ici, le béton frais est protégé par la pulvérisation d'un produit de cure, immédiatement après la réalisation de la texture brossée.
La photo de couverture montre le résultat final. Noter l'assise complètement protégée et réservée pour la voie de bus. La même solution fut retenue pour la voie de bus d'Erps-Kwerps (voir photo au dos de ce document).

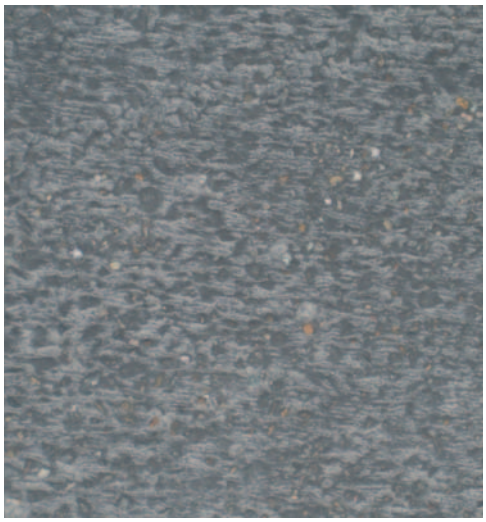
BÉTON COLORÉ

Cette voie de bus située sur la Chaussée de Haecht dans la Région de Bruxelles-Capitale, est constituée de béton de couleur rouge.
Les dalles goujonnées ont une épaisseur de 23 cm et reposent sur une couche intermédiaire bitumineuse de 5 cm et 25 cm d'empierrement stabilisé au ciment. La surface a bénéficié d'un brossage transversal.

BÉTON IMPRIMÉ

La rue de Luxembourg à proximité du Parlement européen à Bruxelles a été refaite en 2000 en béton imprimé de couleur rouge et présentant un dessin de pavés, étant donné que le pavage initial en pierre naturelle ne résistait pas au trafic intense des bus. La plupart des passants ne se rendent même pas compte que le revêtement est en béton.
Les villes de Gand, Herk-de-Stad et Hasselt, ont également opté pour du béton imprimé dans le cadre de la construction des voies de bus.

BÉTON LAVÉ



Sur la chaussée « Europalaan » à Genk, une voie de bus a été construite en dalles de béton lavé de couleur anthracite avec des bandes transversales de couleur claire qui se poursuivent dans le revêtement situé à côté.

BÉTON ARMÉ CONTINU

Même si les voies de bus en béton armé continu constituent plutôt l'exception, il s'agit d'une solution durable et très confortable. Cette photo montre la route principale N19 au niveau de Zammel-Geel.

LIAISONS ENTRE VILLES

Le projet « Phileas » à Eindhoven utilise des autobus ultramodernes qui sont dirigés par voie électronique sur un trajet préprogrammé au moyen de clous magnétiques posés dans la voie de bus en béton. Le conducteur ne doit plus conduire et sa présence est uniquement requise pour contrôler la sécurité (photo : Infratheker, PB)

Aux Pays-Bas, divers projets de « Transports Publics de Qualité » (« HOV – Hoogwaardig Openbaar Vervoer ») ont été réalisés au moyen de voies de bus en site propre et confortables en béton entre différentes villes et communes. Parmi ces projets, il convient de citer Bandstad Twente (à proximité d'Enschede), le réseau HOV d'Utrecht, la région d'Eindhoven et la « Zuidtangent » (Haarlem-Hoofddorp-Amsterdam).

CONCLUSIONS

En investissant dans les transports en commun, les pouvoirs publics optent pour une forme de circulation durable qui vise à améliorer la mobilité au sein et aux alentours des villes et à améliorer la qualité de vie. Pour parvenir à une solution qualitative, il convient de tout mettre en œuvre pour répondre aux exigences d'efficacité, de fiabilité et de respect des souhaits du client. En plus d'un système de transport adéquat (fréquence, vitesse, ponctualité, arrêts, confort, coût,...), il convient de prévoir une infrastructure adaptée (voies de bus et de tram en site propre, arrêts et quais d'embarquement).

En choisissant le béton pour réaliser le revêtement, les pouvoirs publics marient un mode de transport durable à une forme de construction durable. De par sa composition constituée de matériaux naturels, la possibilité de recyclage intégral, son caractère inoffensif pour l'environnement, sa disponibilité à proximité du chantier et surtout grâce à ses performances fonctionnelles de très haut niveau sur une durée de vie très longue, le revêtement en béton obtient d'excellents résultats dans les études ACV (Analyse du Cycle de Vie, en anglais *LCA* ou *Life Cycle Assessment* – bilan écologique) et ACCV (Analyse des Coûts du Cycle de Vie, en anglais *LCCA* ou *Life Cycle Cost Analysis* – bilan économique).

DIMENSIONNEMENT DES VOIES DE BUS

Pour que les bus puissent rouler de façon sûre et confortable, il convient de veiller non seulement à la structure et au revêtement, mais également aux caractéristiques géométriques de la chaussée. A cet égard, nous pensons plus particulièrement à la largeur minimale requise, soit en ligne droite, soit dans les tournants ou les giratoires en fonction du rayon de courbure. Les sociétés de transport (MIVB-STIB, DE LIJN, TEC-SRWT) disposent de directives et de recommandations y afférant.

Le dimensionnement dépend des dimensions et des prestations du bus ou, plus spécifiquement, du type de bus. Le tableau ci-dessous détaille les dimensions de base pour différents types de bus (selon les recommandations « De Lijn » – Recommandations relatives aux possibilités de braquage du bus »).

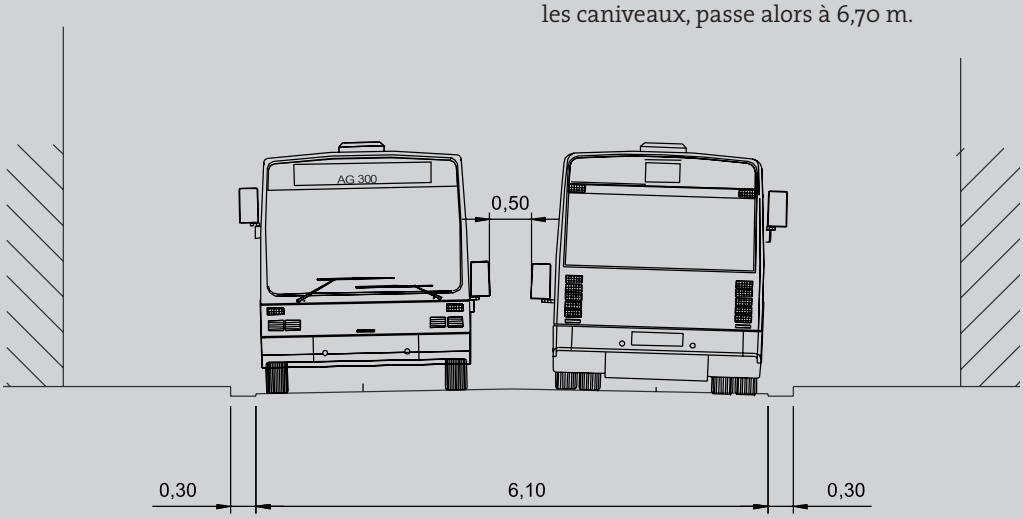
	Hauteur : 3,28 m	
	Longueur	**Largeur**
Bus urbain	8,00 m	2,25 m
Bus standard	11,65 m	2,50 m
Autobus articulé	18,20 m	2,55 m
'TELBUS'	6,24 m	2,10 m
	Dépassement rétroviseurs : 25 cm côté gauche 21 cm côté droit	

Pour une voie de bus unidirectionnelle en ligne droite, les largeurs minimum suivantes s'appliquent:

Vitesse	**Largeur minimum sans marquage et/ou caniveau unilatéral**
30 km/h	2,80 m
50 km/h	3,05 m
70 km/h	3,35 m

(source : Vademecum Veilige Wegen en Kruispunten, Agentschap Wegen en Verkeer, 2009, p. 144)

Lorsque deux bus se croisent, une marge de sécurité de 0,50 m entre les deux rétroviseurs de gauche est prise en compte. La largeur requise pour la chaussée, y compris les caniveaux, passe alors à 6,70 m.



(source : Werkboek Bussen, De Lijn, 2005, p. 3/25)

Dans un tournant, la largeur de la chaussée est déterminée par le rayon de courbure intérieure. Une marge de sécurité de 1 m est prévue pour le croisement des bus. Les valeurs de rayon de courbure intérieure et de largeur de chaussée sont reprises dans le tableau ci-contre.

Si un tram et un bus se croisent en site propre, la largeur minimum entre les bordures passe à 6,50 m avec une distance entre axes de 3,50 m, voir schéma ci-dessous.

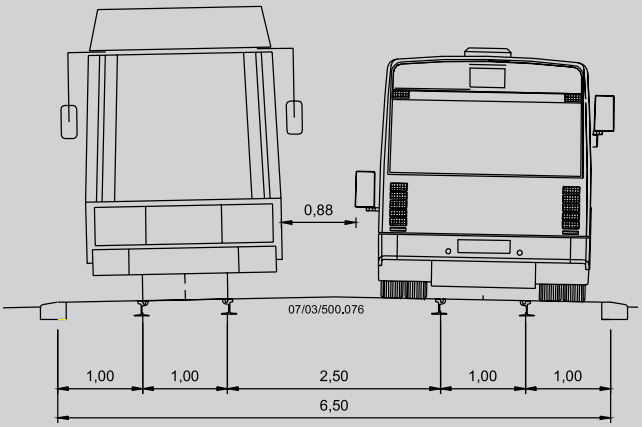
Pour les dépôts de bus, des directives spécifiques ont été prévues pour les dimensions des voies de circulation et des places de parking.

Circulation à sens unique

Rayon courbure intérieure	Largeur de la chaussée (y compris 1 filet d'eau)		
	Bus standard ou articulé	Bus urbain	'TELBUS'
3,50 m	-	-	7,20 m
6 m	6,17 m	4,76 m	
10 m	5,32 m	4,14 m	
12 m	5,03 m	4,17 m	
15 m	4,70 m	3,94 m	
20 m	4,32 m	3,46 m	
30 m	3,60 m		
50 m	3,20 m		

Circulation dans deux directions

Rayon courbure intérieure	Largeur de la chaussée (y compris 1 filet d'eau)	
	Bus standard ou articulé	Bus urbain
6 m	11,79 m	9,45 m
10 m	10,61 m	8,56 m
15 m	9,67 m	7,90 m
20 m	9,06 m	7,48 m



(source : Werkboek Bussen, De Lijn, 2005, p. 7/25)

Exemple de voies de bus et de trams combinées sur les « Leien » à Anvers

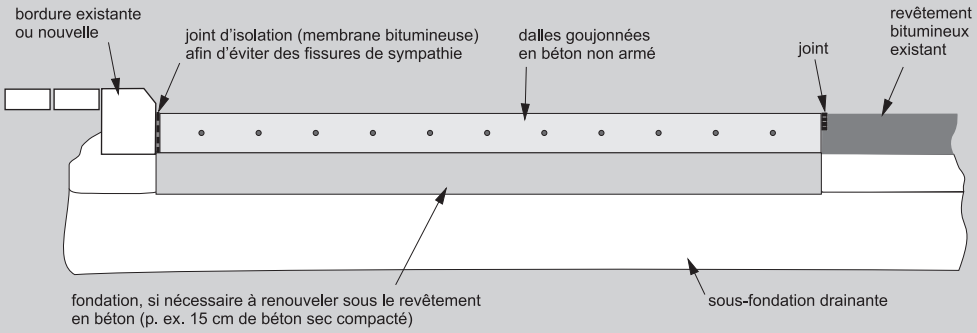
ARRÊTS DE BUS

La majorité des exigences en vigueur pour les voies de bus s'appliquent a fortiori également aux arrêts de bus. En effet, par définition, ceux-ci sont soumis à des efforts de freinage supplémentaires. Ainsi, pour les arrêts densément fréquentés, il est possible de conserver les mêmes prescriptions en matière de conception que pour les voies de bus.

Arrêt de bus en béton imprimé avec dessin de pavés à Tournai (photo : SRWT)

Souvent, un arrêt de bus est construit au moyen d'un « inlay » en béton, dans le but de remplacer un revêtement bitumineux existant. La méthode de travail consiste à scier sur l'intégralité de l'épaisseur du revêtement bitumineux et, au besoin, d'abaisser la fondation en vue de pouvoir couler l'épaisseur souhaitée de revêtement en béton. En raison des charges spécifiques et répétées sur les bords et les angles des dalles, lors de l'arrivée et du départ des bus, il est conseillé d'augmenter l'épaisseur du béton afin que celui-ci atteigne 25 cm.

Le béton est coulé contre la paroi verticale du revêtement bitumineux, sans placement de bordures. En effet, celles-ci peuvent difficilement être ancrées, ce qui provoque leur déchaussement à la suite de l'intense trafic des bus. Le joint séparant le revêtement bitumineux et le béton est réalisé au moyen d'une entaille sciée dans l'enrobé – largeur 10 mm, profondeur 30 mm – rempli d'une masse de scellement coulée à chaud.



Coupe transversale d'un inlay en béton

Pour les arrêts de bus très fréquentés, le béton représente également une solution de choix, comme la station de Jemeppe-sur-Meuse le montre.

Pour les arrêts de bus peu fréquentés, souvent situés à l'extérieur des villes, la solution du revêtement en pavés en béton est également souvent privilégiée.

QUAIS D'EMBARQUEMENT

Il convient non seulement d'accorder l'attention nécessaire au revêtement de l'arrêt de bus lui-même, mais également au quai d'embarquement pour les passagers. A cet effet, une bordure en béton préfabriqué a été développée en vue de faciliter l'accès des arrêts pour les bus ainsi que pour les passagers. En raison de la forme arrondie spécifique de la bordure en béton, le bus est dirigé et peut donc s'arrêter très près de la bordure. Le quai présente une structure lisse et permet donc de ne pas user trop vite les pneus des bus.

La hauteur du profil est adaptée aux autobus surbaissés. Grâce à la hauteur réduite pour l'embarquement, les passagers peuvent monter et descendre facilement. Ce confort supplémentaire est surtout important pour les personnes invalides, les jeunes enfants et les personnes à mobilité réduite.

La bordure est constituée de béton blanc de haute qualité (C35/45) résistant au gel et aux sels de déverglaçage. La structure en relief antidérapante est facilement repérable pour les personnes malvoyantes.
Cette bordure préfabriquée est déjà utilisée dans de nombreuses villes européennes et est désormais systématiquement prescrite par la société De Lijn dans le cadre du renouvellement des arrêts de bus en vue de rendre les transports en commun plus attrayants.

PARKINGS POUR CAMIONS

Les prescriptions de conception pour les voies de bus peuvent également être appliquées aux bandes de parking réservées aux camions. Ces parkings se retrouvent entre autres sur les aires de repos le long des autoroutes comme par exemple à Louhin et Pousset sur l'E40 au niveau de Liège. Le revêtement hydrocarboné existant a été remplacé par un inlay en dalles de béton goujonnées d'une épaisseur de 21 cm sur une couche intermédiaire en béton bitumineux.

FEBELCEM

I-2

Ce bulletin est publié par :
FEBELCEM
Fédération de l'Industrie Cimentière Belge
Boulevard du Souverain 68 - 1170 Bruxelles
tél. 02 645 52 11 – fax 02 640 06 70
www.febelcem.be
info@febelcem.be

Auteur :
ir. L. Rens

Photos couverture :
A. Nullens

Dépôt légal :
D/2009/0280/09

Ed. resp. : A. Jasienski

infobeton.be

BIBLIOGRAPHIE

HOV in de versnelling – Hoofdrol voor beton in Hoogwaardig Openbaar Vervoer,
's Hertogenbosch : ENCI, 2001

Beton in de buurt – Betonverhardingen in stedelijke gebieden
's Hertogenbosch : ENCI, 2002

Chaussées bus – Choix des matériaux et dimensionnement structurel
Lyon : CERTU (Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports,
l'Urbanisme et les constructions publiques), 2006

Wegstructuren – Dimensionering en keuze van de verharding
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 1997

Merkblatt für den Bau von Busverkhersflächen
Köln : Forschungsgeschellschaft für Straßen- und Verkherswesen, 2000

Guided Busway Design Handbook – Guidelines for the design
of kerb guided infrastructure in the UK
Camberley : Britpave (The British In-Situ Concrete Paving Association), 2004