LES *OVERLAYS* ET LES *INLAYS* EN BETON DE CIMENT

Les overlays et les inlays sont deux techniques de rénovation de chaussées. En Belgique, elles se sont principalement développées sur des itinéraires soumis à un charroi lourd et intense, sujets à l'orniérage et aux déformations. Elles conviennent toutefois également pour le renforcement des routes secondaires.

Le recouvrement (overlay) consiste à recharger une chaussée existante, quel que soit sa nature, d'un nouveau revêtement en béton. L'ancienne structure est ainsi directement revalorisée comme fondation.
L' insert (inlay), quant à lui, consiste à enlever tout ou partie de l'épaisseur du revêtement existant et à le remplacer par un nouveau revêtement en béton. Ces deux techniques font appel, soit au béton armé continu, soit aux dalles de béton.

Les calculs de dimensionnement montrent que les overlays et les inlays sont souvent plus durables qu'une démolition complète de la structure en place suivie d'une reconstruction classique. Ils apportent un renforcement de la chaussée et sont de plus toujours moins onéreux et d'exécution plus rapide.

DOSSIER CIMENT

14
janvier 1998

overlay / inlay

revêtement de route
béton
réparation / rénovation

(94) Ef2 (W7)

BBSfB

Dans le contexte actuel des réductions importantes de crédits alloués à l'entretien des routes et vu le vieillissement généralisé du réseau et l'évolution croissante des dégradations, il importe d'adopter des solutions durables et économiques lors du renouvellement des revêtements.

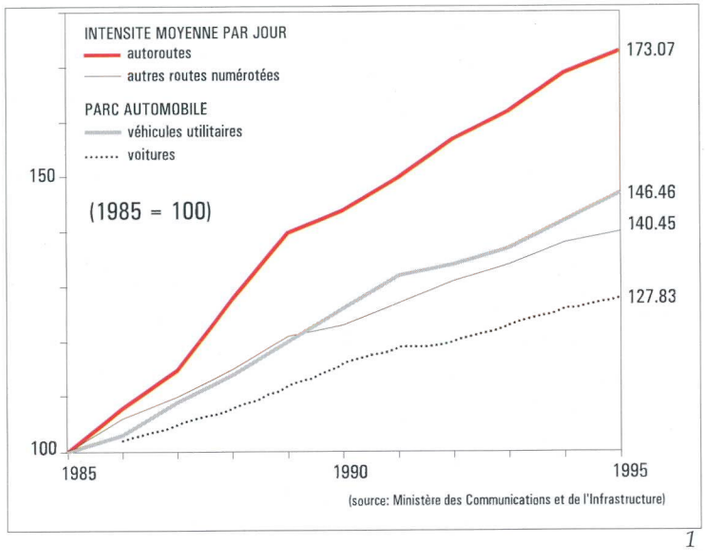
Pour réaliser de tels travaux, il est nécessaire de tenir compte de l'importance du trafic et des difficultés qu'il engendre et d'utiliser des procédés de rénovation peu contraignants afin de réduire au strict minimum les perturbations causées aux usagers et aux riverains.

Par ailleurs, le trafic sur les autoroutes et les routes importantes a augmenté par endroit de près de 70 % en dix ans *(fig. 1)*. Le nombre de poids lourds atteint fréquemment 20 % de ce trafic et les dépasse souvent.
La charge maximale autorisée par essieu, actuellement encore de 13 tonnes en Belgique, présente pour la chaussée une agressivité considérable. Elle est accrue par la conception des véhicules actuels: trois essieux arrière simples, les fameux 'tridem', beaucoup plus sollicitants pour les revêtements que les essieux simples *(fig. 2)*.

La surcharge éventuelle des véhicules ne fait qu'accroître cette agressivité.

Ces considérations constituent un facteur important dans le choix de la structure de la chaussée à rénover et de son revêtement. Parmi les solutions envisageables pour la rénovation d'une chaussée, on peut citer:

1. *La démolition et le remplacement complet* de l'infrastructure par une structure "classique": sous-fondation drainante, fondation en empierrement stabilisé ou non, ou en béton maigre et revêtement bitumineux ou en béton. Cette solution s'applique plus souvent à des voiries qui n'ont plus été modernisées depuis les années soixante ou plus. Elle se justifie également en cas d'abaissement du profil en long.
   Ailleurs, cette solution est de plus en plus souvent rejetée car elle soustrait à la circulation le tronçon en rénovation pendant une longue période et occasionne des déviations du trafic sur des voiries en général peu aptes à le supporter.



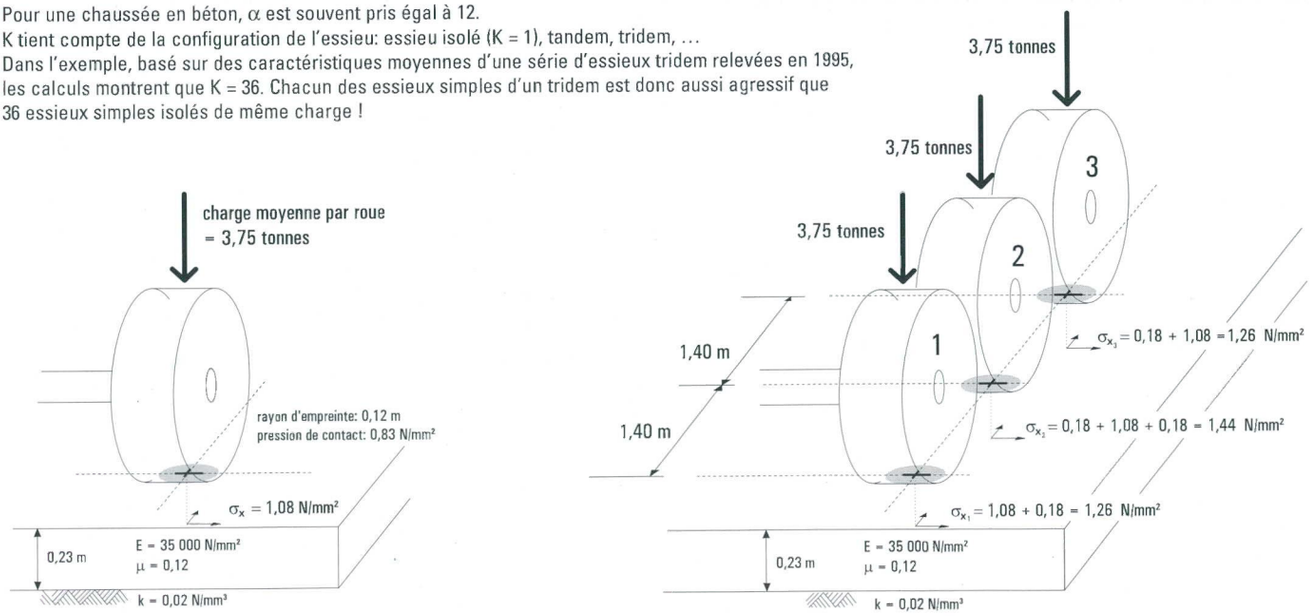
1

1- Evolution de la circulation entre 1985 et 1995.
2- Essieu simple et «tridem» : comparaison des sollicitations.

Le LCPC (*) définit l'agressivité CA d'un essieu par le rapport du dommage de la chaussée induit par le passage de cet essieu de charge P au dommage que produirait le passage d'un essieu standard de référence P_0 :

$$CA = K\,(P/P_0)^{\alpha}$$

Pour une chaussée en béton, α est souvent pris égal à 12.
K tient compte de la configuration de l'essieu: essieu isolé (K = 1), tandem, tridem, ...
Dans l'exemple, basé sur des caractéristiques moyennes d'une série d'essieux tridem relevées en 1995, les calculs montrent que K = 36. Chacun des essieux simples d'un tridem est donc aussi agressif que 36 essieux simples isolés de même charge !



(*) Laboratoire Central des Ponts et Chaussées - France ("Conception et dimensionnement des structures de chaussée", réf. D 9511 - déc. 1994)

2

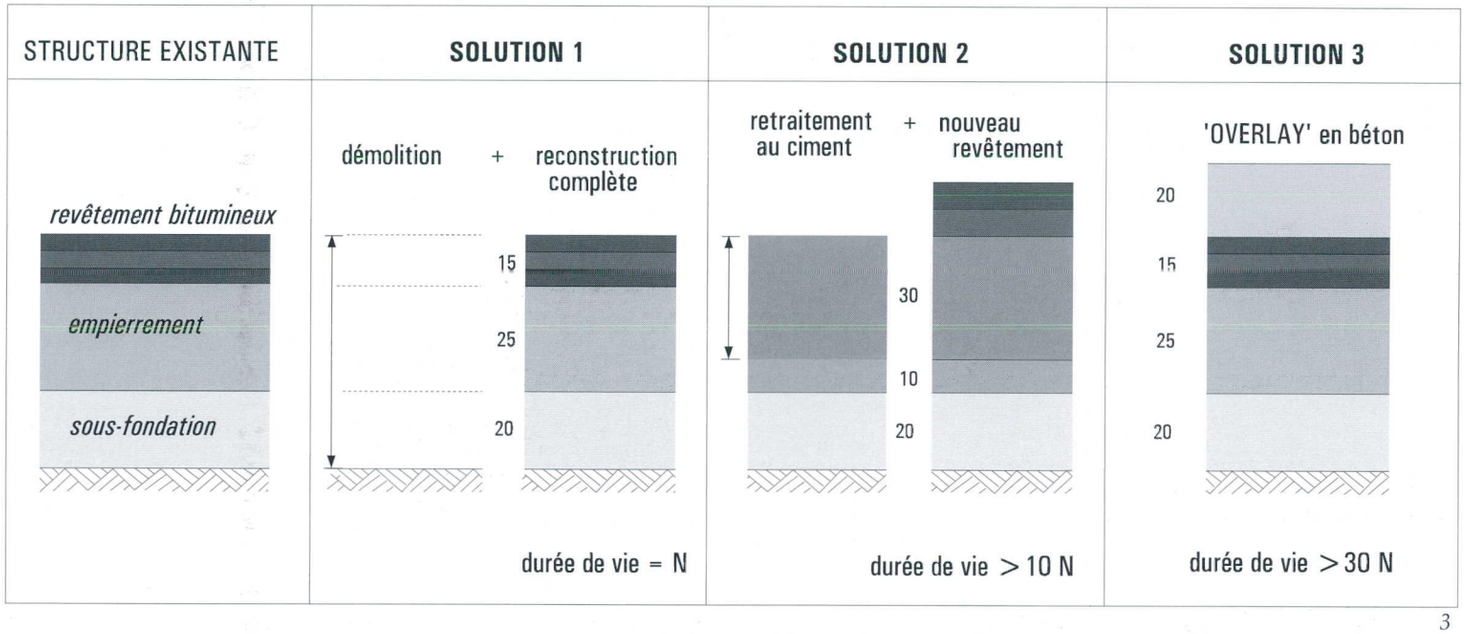
2. *Le retraitement au ciment* de la chaussée existante, à recouvrir ensuite d'un nouveau revêtement. Ce procédé (voir photo) consiste à mélanger in situ avec du ciment l'empierrement de la fondation, recouvert ou non d'un revêtement hydrocarboné. Il a pour but de renforcer la chaussée. Cette technique est principalement utilisée sur des voiries secondaires ou en renforcement de fondations existantes sur des routes plus importantes, voire même sur des autoroutes.

3. *L'overlay et l'inlay* en béton de ciment qui permettent de renforcer la chaussée dans une proportion très importante et garantissent une grande longévité tout en évitant au maximum les frais d'entretien ultérieurs. Ces techniques réduisent la durée des travaux et limitent la gêne qui en découle pour les usagers et les riverains.

Dans le cas d'une application récente - et pour fixer les idées - il a été établi que la durée de vie de ces structures, déterminée en nombre de passage d'essieux de 13 tonnes, varie dans des proportions importantes *(fig. 3)*.

Le retraitement au ciment (solution 2) constitue un renforcement structurel tout en reposant partiellement sur une assise déjà stabilisée au cours de sa vie antérieure. Les calculs montrent que sa durée de vie est 10 fois supérieure à celle de la solution 1.

L'*overlay* en béton (solution 3) résiste au moins 30 fois plus longtemps que la solution 1. De plus, un élargissement de la dalle de béton au moyen d'un filet d'eau ou d'une bande de contrebutage (coulé en même temps que le revêtement) pour écarter le trafic du bord de la chaussée, augmentera encore cette durée de vie.



3

3- *Exemples de solutions envisageables pour la rénovation d'une chaussée.*
4- *Machine de retraitement (fraisage - broyage - malaxage)*
A l'arrière-plan : épandeuse de ciment.

4

LES *OVERLAYS*

Les recouvrements en béton de ciment répondent particulièrement bien aux impératifs des travaux de rénovation routière, notamment là où les niveaux des seuils des bâtiments riverains ne s'opposent pas au relèvement de la chaussée.
En fonction du support à recouvrir, de l'importance du trafic, ou de la disposition des lieux, un revêtement discontinu en dalles de béton goujonnées ou non, ou un revêtement en béton armé continu sera choisi, en épaisseur adéquate *(cfr. tableau - notez la présence importante d'une couche d'enrobés bitumineux denses sous les recouvrements en béton).*

Dans le cas de recouvrements minces, dont l'épaisseur est inférieure à 16 cm, la technique du béton armé de fibres d'acier (BAF) a parfois été utilisée. Elle trouve également des domaines d'utilisation dans les installations industrielles. ([1])

De très nombreux *overlays* ont été mis en œuvre sur le réseau routier belge. Plus de 2.000.000 de m² ont déjà été réalisés à ce jour et remplissent correctement leur fonction en toute sécurité et sans dépenses d'entretien particulières. Parmi ceux-ci, on peut citer la N2 Leuven-Diest, la N4 au sud de Namur, la N10 à Scherpenheuvel, la N5 Philippeville-Couvin, la N7 Bruxelles-Tournai, la N21, la N61, la N71,...

Trois exemples marquants sont repris ci-après *(voir figures ci-contre).*

- ***La N2 - Leuven-Diest*** (entre O.L.V. Tielt et Assent)

Il s'agit de la première application en Belgique d'un recouvrement en dalles de béton de ciment armées, réalisé en 1960.
L'ancienne route était constituée de dalles en béton d'épaisseur variable, de 18 cm à l'axe, avec hanches épaissies jusqu'à 23 cm. Elle a été construite en 1933-1934. En 1960, la route a été élargie par une fondation en béton maigre de 25 cm d'épaisseur. Le recouvrement, de 18 cm d'épaisseur, a été réalisé par une dameuse *Van Steenkiste* (poutre de 10 cm de large épousant la forme du bombement à donner à la chaussée).

- ***La N 4 au sud de Namur***

Cet *overlay* en béton armé continu (BAC) a été réalisé sur plus de 60 km entre 1979 et 1985 sur le territoire des Provinces de Namur et de Luxembourg.

Construite en 1962, la chaussée comportait 4 voies de circulation adjacentes et était constituée d'un revêtement hydrocarboné de 16 cm d'épaisseur posé sur une fondation en empierrement de 60 cm.

De 4.000 véhicules/jour en 1962, le trafic est passé à 16.000 véhicules/jour en 1979, dont 15 % de poids lourds. Les pointes de trafic pendant les week-ends de juillet ont atteint 34.000 véhicules/jour ! Depuis la fin de la construction de l'autoroute E411, en 1987, le trafic s'est stabilisé à environ 12.000 véhicules/jour.

- ***La N10 - Traversée de Scherpenheuvel***

De construction plus récente (fin 1994), cet overlay a la particularité de traverser l'agglomération bâtie de Scherpenheuvel. Le revêtement en béton, de granulométrie 0/20, a reçu un traitement de surface par dénudage chimique lui conférant ainsi un uni de surface dont les bruits de roulement sont remarquablement réduits.
(voir également photo en couverture)

REVETEMENT EXISTANT	anciennes dalles de béton - fissurées, - en marche d'escalier	revêtement hydrocarboné	
		- orniéré (<4 cm)	- faïencé - déformé - orniéré ($\geq$ 4 cm)
TRAVAUX PREPARATOIRES	1- morcellement des dalles en éléments <1 m² 2- stabilisation au rouleau vibrant 3- reprofilage en enrobés bitumineux type III (épaisseur variable: ca. 5 cm)	raclage des crêtes (si nécessaire)	1- raclage (si nécessaire) 2- reprofilage en enrobés bitumineux type III (épaisseur variable: ca. 5 cm)
TYPE D'OVERLAY — TRAFIC LOURD *autoroutes, routes importantes*	B.A.C. (épaisseur 20 à 23 cm) ou DALLES GOUJONNEES (épaisseur 23 à 25 cm)		
TYPE D'OVERLAY — TRAFIC MOYEN *routes secondaires ou communales*	DALLES GOUJONNEES (ép. 20 cm) ou DALLES NON GOUJONNEES (ép. 23 cm)		
TYPE D'OVERLAY — TRAFIC FAIBLE *routes communales ou rurales*	DALLES NON GOUJONNEES (ép. 18 à 20 cm)		

LES REVETEMENTS EN BETON DE CIMENT (3)

Conception

Deux grandes familles composent les revêtements en béton de ciment selon qu'ils sont discontinus ou continus.

Les revêtements en béton de ciment discontinus sont constitués de dalles dont la longueur, qui autrefois dépassait les 10 mètres, a aujourd'hui été ramenée entre 4 et 5 mètres, pour éviter des fissures de retrait, voire des cassures transversales non désirées.

Généralement, les dalles ne sont pas armées. Lorsque la charge du trafic est importante, les joints transversaux sont goujonnés, les goujons étant soit posés préalablement sur des berceaux métalliques (photo a), soit enfoncés par vibration dans le béton frais.

Les revêtements en béton armé continu (BAC) se caractérisent par la présence d'une armature correctement dimensionnée et placée, qui permet de contrôler la fissuration du béton (photo b).

Les techniques actuelles d'exécution

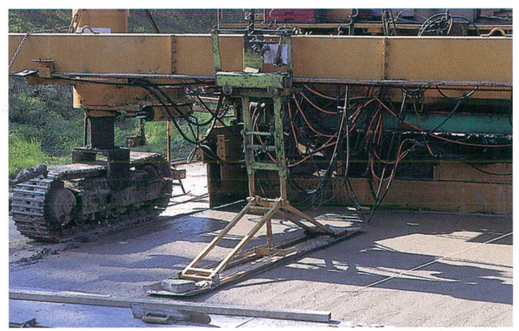
Les anciennes vibro-finisseuses, poutres dameuses ou autres pilettes utilisées entre coffrages fixes ont fait place aux machines à coffrages glissants, guidées électroniquement et dont le béton est serré par vibration interne. Elles sont de plus équipées d'une poutre lisseuse longitudinale, super-smoother, assurant un excellent uni de surface (photo c).

Les traitements de surface

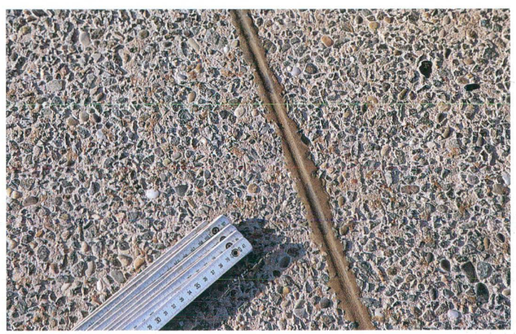
Le simple brossage transversal est toujours utilisé sur les routes rurales et en agglomération en raison de son faible bruit de roulement et de son coût attractif. Le cloutage, effectué par enchâssement mécanique de pierres dures dans le béton frais, et le striage profond ont été remplacés par la technique plus moderne et efficace du dénudage chimique de la surface du béton durci. Après pulvérisation d'un retardateur de prise sur le béton frais, le revêtement est brossé après 24 h pour faire apparaître le squelette pierreux (photo d). Appliquée sur un béton de ciment à granulométrie plus fine (0/20 ou moins), cette technique offre des performances en termes de confort (bruit de roulement) et de sécurité (rugosité) nettement meilleures (voir graphique).

a - Goujons sur berceaux

b - Armature continue

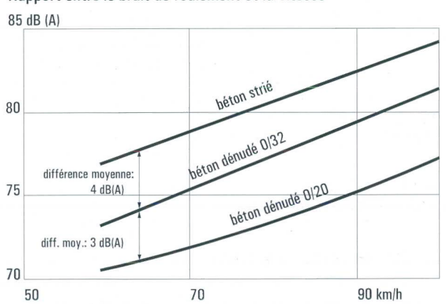


c - «Super-smoother»



d - Béton (coloré) dénudé

Rapport entre le bruit de roulement et la vitesse



(source: LIN)

LES *INLAYS*

La technique de l'*inlay*, ou insert d'une dalle de béton de ciment dans les couches de revêtements existantes, sera utilisée là où il n'est pas possible de remonter le niveau de la voirie soit en raison de la présence de propriétés riveraines, soit parce que seulement une partie de la chaussée doit être réfectionnée, soit dans le cas où le gabarit des passages supérieurs ne permet pas le rechargement.

Elle est particulièrement adaptée pour les voies de droite ou voies lentes des routes et autoroutes soumises à trafic lourd, et donc plus sujettes aux déformations que les voies de dépassement utilisées principalement par les véhicules légers et dont l'action sur les structures est considérablement plus faible.

Les premiers *inlays* réalisés en Belgique sur des routes nationales datent respectivement de 1984 pour la N7 à Gaurain et de 1987 sur la même N7 et la N501 à Vaulx, dans le Tournaisis.

Il s'agissait là de réalisations expérimentales en revêtements minces de béton armé de fibres d'acier (BAF), et de béton armé continu mince (BACm).

Après plus de 10 ans de service intense, le comportement de ces revêtements minces est très satisfaisant. Une des raisons de ce succès réside dans la bonne adhérence du béton à son support constitué d'enrobés bitumineux denses fraisés. (1)

- ***La N7 - Bruxelles-Tournai, à Gaurain***

  Cette route se trouve à la sortie des carrières du Tournaisis et est soumise à un trafic très lourd.

  Sur 6.500 m², un revêtement en dalles mince en BAF de 10 et 12 cm d'épaisseur a été réalisé, en dalles de 10 et 15 m de longueur. Sur 13.000 m², le revêtement mince a été construit en béton armé continu, en épaisseurs de 12 et 14 cm.

- ***La N7 Bruxelles-Tournai à Vaulx***

  Elle supporte le même trafic très lourd qu'à Gaurain.

  Sur 3.600 m², un *inlay* mince en BAF de 12 cm d'épaisseur a été réalisé. Il est constitué de dalles de 10 m de longueur comprenant un taux moyen de fibres métalliques de 0,65 %.

- ***La N501 - route industrielle de Vaulx***

  Elle supporte également un trafic très lourd lié à l'accès des carrières vers l'autoroute de Wallonie.

  Sur 8.000 m², un revêtement en BACm de 12 et 14 cm d'épaisseur comprenant un taux d'armatures variant de 0,65 à 0,88 % a été construit.

Plus récemment, quatre chantiers importants ont été réalisés sur autoroute. (2)

(voir figures ci-contre)

- ***Autoroute A7, tronçon commun des Autoroutes de Wallonie (E42) et Bruxelles-Paris (E19)***

  A hauteur de Mons, l'autoroute est soumise à un trafic lourd très important. Des *inlays* en dalles de béton de ciment 0/20 goujonnées ont été réalisés sur les voies de droite, les plus chargées. Leurs dimensions sont les suivantes: 5 m de long, 20 cm d'épaisseur et 4,50 m de large pour limiter les effets de bords.

  En juillet 1993, un tronçon de 1.600 m dans le sens Paris-Bruxelles a été construit. Les goujons ont été fixés préalablement sur des berceaux métalliques.

  En août 1995, des tronçons totalisant 4 km, séparés par des ponts existants, ont été réalisés dans le sens Bruxelles-Paris. Dans ce cas les goujons ont été enfoncés par vibration dans le béton frais.

  Pour les deux chantiers, les étapes principales de leur exécution ont été les suivantes:

  1. sciage des bords du revêtement et rabotage des couches ornierées sur les 20 cm;
  2. établissement d'un drain vertical longitudinal en béton poreux ou en pierrailles au point bas de la fouille pour éviter la stagnation d'eau dans le coffre durant l'exécution des travaux et ensuite sous le futur revêtement en béton;
  3. nettoyage au jet d'eau à haute pression de la surface rabotée afin d'améliorer l'adhérence;
  4. placement des goujons sur berceaux ou par vibration dans le béton frais;
  5. bétonnage suivi du répandage du retardateur de prise et placement de la protection plastique;
  6. sciage des joints transversaux et longitudinaux;
  7. dénudage et protection contre la dessiccation;
  8. scellement des joints transversaux et longitudinaux.

  Le confort de roulement est excellent, et la différence entre les deux revêtements, bitumineux et béton, est imperceptible même pour un observateur averti. Après cinq ans, le joint longitudinal axial entre ces deux revêtements ne présente aucune dégradation.

  (voir photo à la dernière page)

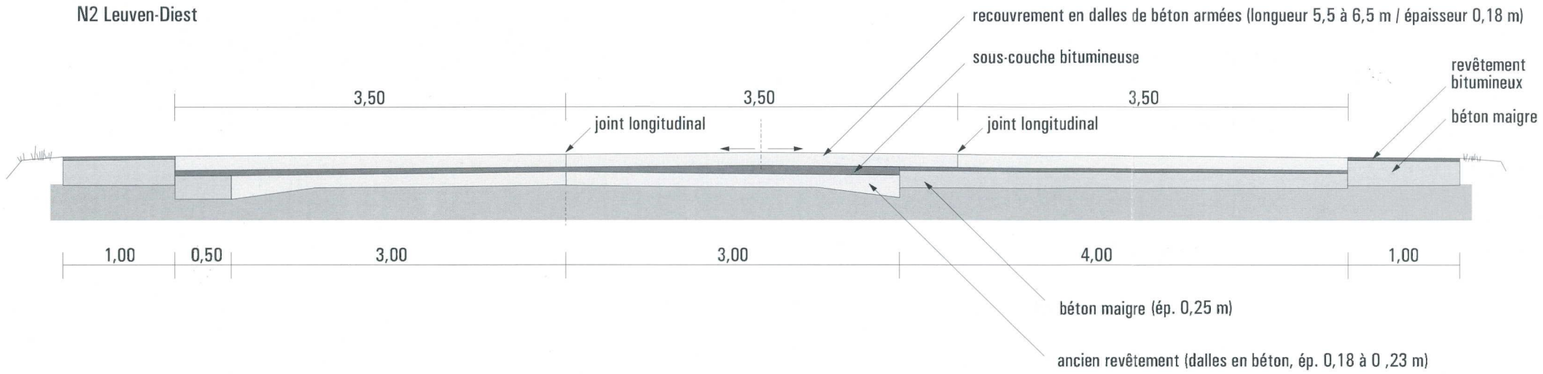
- ***Autoroute Liège-Aachen (E 40), à hauteur de Battice***

  Ici le choix s'est porté sur un *inlay* en béton armé continu de 4,50 m de large et 23 cm d'épaisseur. Il a été réalisé en deux tronçons de deux kilomètres environ en direction de Aachen (1995-1996).

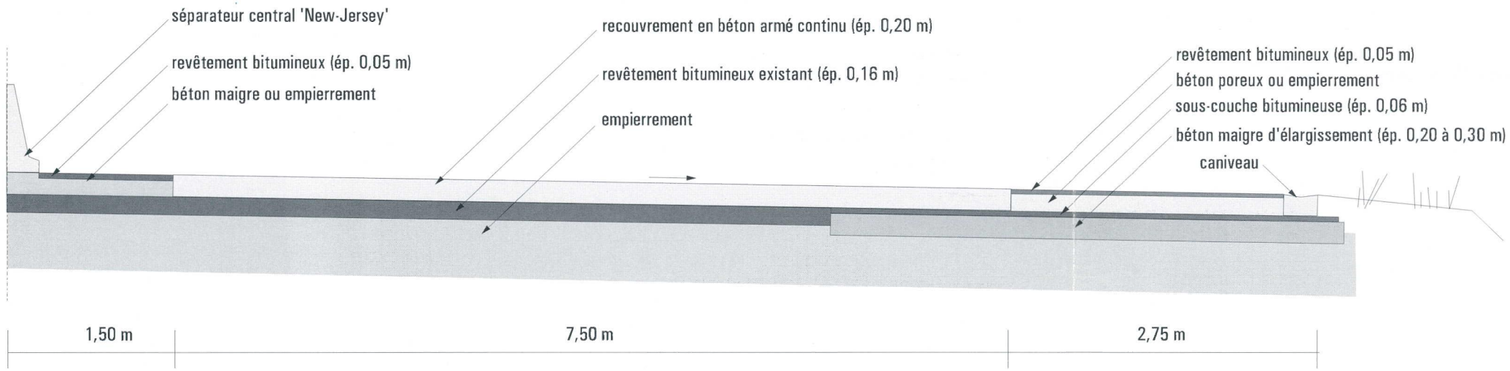
  Les chantiers se sont déroulés de la manière suivante:

  1. rabotage des couches de revêtement bitumineux de la voie de droite (lente) fortement ornierée après sciage des bords du revêtement sur toute l'épaisseur;
  2. établissement de drains verticaux longitudinaux en pierrailles 20/40 de part et d'autre de l'excavation jusqu'au niveau de la sous-fondation existante, pour éviter la stagnation d'eau dans le coffre;
  3. réalisation d'une nouvelle fondation en béton maigre de 20 cm d'épaisseur à partir de l'ancien empierrement de fondation de l'autoroute, mélangé en centrale et recouvert d'un enrobé bitumineux dense type III de 6 cm;
  4. construction du revêtement en béton armé continu de 23 cm d'épaisseur à base de granulats de grès 0/32; la protection contre la dessiccation a été assurée au moyen d'une émulsion de bitume;
  5. recouvrement de toute la chaussée, voies de circulation et bande d'arrêt d'urgence, au moyen d'une couche de 4 cm de *Split Mastic Asphalt (SMA)*; ce type de revêtement est appelé revêtement composite.

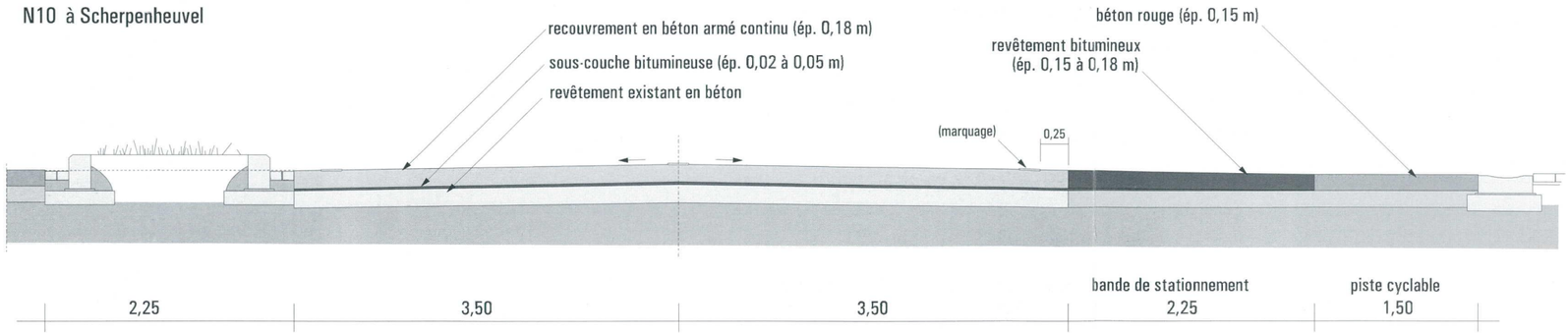
N2 Leuven-Diest



N4 au sud de Namur

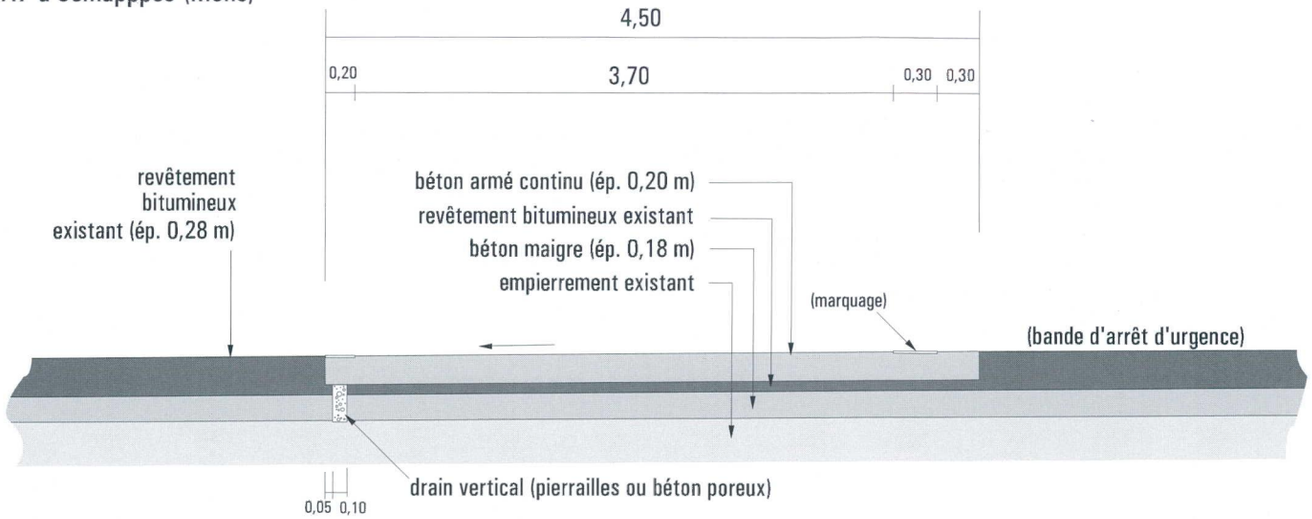


N10 à Scherpenheuvel



(source: LIN - Wegen Vlaams-Brabant)

A7 à Jemapppes (Mons)



1

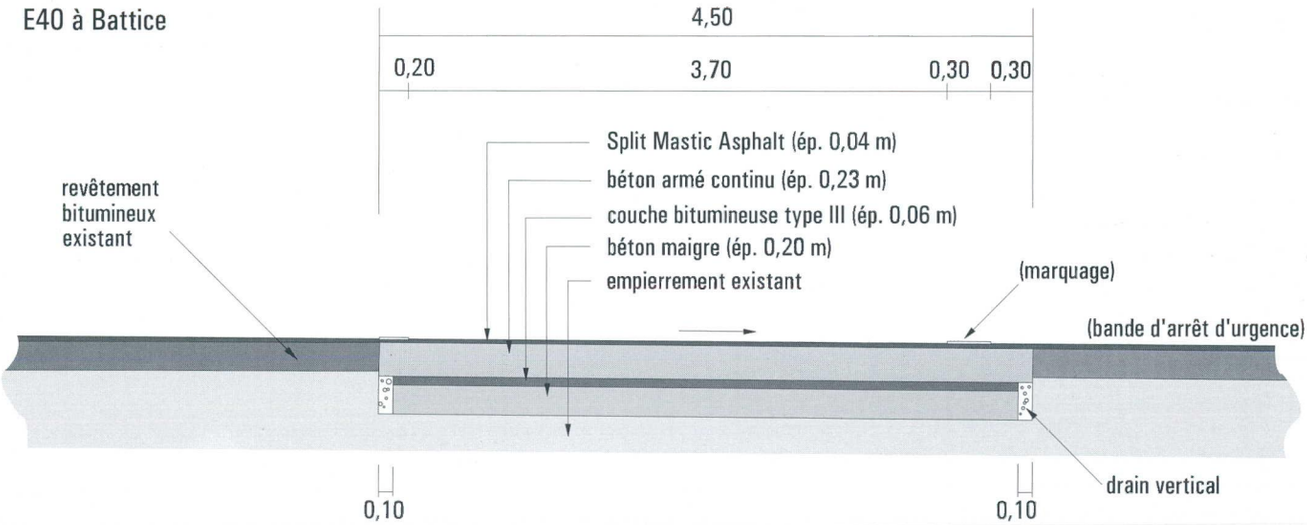
1 - Mons : inlay en dalles de béton
Mise en place des goujons

2a- Battice : inlay en béton armé continu
Vue du drain vertical et longitudinal
2b- Battice : traitement de surface par brossage avant protection du béton et recouvrement au moyen d'un enrobé mince (SMA)

2a

2b

E40 à Battice



FEBELCEM

ce bulletin est publié par :
FEBELCEM - Fédération de l'Industrie Cimentière Belge
rue Volta 8
1050 BRUXELLES
tél. (02) 645 52 11
fax (02) 640 00 70
www.febelcem.be
info@febelcem.be

auteur :
Ir. A. Jasienski

éditeur responsable :
J.P. Jacobs

dépôt légal :
D/2002/0280/07
(réimpression, avril 2002)

photo (+ photo en couverture): M. Gronenberger

CONCLUSIONS

Les diverses réalisations d'*overlays* et d'*inlays* exécutées à ce jour en Belgique montrent le grand intérêt de ces techniques, malgré des conditions de trafic très contraignantes. Par exemple, dans le cas du premier *inlay* de Mons, les travaux se sont entièrement déroulés sur 15 jours calendrier, au mois de juillet 93.

Plusieurs possibilités se présentent au niveau de la conception: béton en dalles goujonnées ou non, béton armé continu, revêtement en béton à faible bruit de roulement ou revêtement composite.

Eu égard au contexte économique actuel, la rénovation de chaussées au moyen d'un revêtement en béton présente de nombreux avantages. Elle apporte un renforcement structurel de la chaussée et, dans le cas de l'*inlay*, permet le traitement de la seule voie la plus chargée.

Moyennant une bonne organisation de chantier, la durée de soustraction de la chaussée au trafic peut être réduite au strict minimum, notamment en utilisant des bétons performants à durcissement plus rapide, les *'fast-track'* ([4]). Les techniques actuelles permettent en outre d'améliorer sensiblement la sécurité des usagers, ainsi que les niveaux d'uni et de bruit de roulement du revêtement.

Ce bulletin a été réalisé avec la participation de
M. B. Van Mol, Ingénieur principal
Direction des Routes de Mons du M.E.T.

BIBLIOGRAPHIE

[1] VERHOEVEN K.
Recouvrements minces en béton de ciment
Bruxelles : CRIC
RR Cric 52-f-1990, 49 pp.

[2] JASIENSKI A. & al.
Belgian Applications of Concrete Inlays on Motorways
Sixth International Purdue Conference on
Concrete Pavement Design and
Materials for High Performance, November 1997
Purdue University, West Lafayette

[3] SION P.
La route en béton de ciment
Bruxelles : FIC (FEBELCEM), 1988, 71 pp.

[4] HENDRIKX L.
Réparations et rénovations rapides de revêtements en béton
Dossier Ciment, bulletin n° 12, juin 1997
Bruxelles : FEBELCEM