

Routes

Ciments • Liants hydrauliques routiers • Bétons
Travaux et équipements routiers - Terrassements - Aménagements urbains - Aéroports



→ **LE POINT SUR**

La Gironde :
le béton, entre histoire
et industrie

→ **DOCUMENTATION
TECHNIQUE**

Les pistes cyclables :
la solution béton

→ **CHANTIER**

Moselle : 4 km
de déviation en BAC

Sommaire

2 EDITORIAL

3-5 LE POINT SUR



La Gironde

Le béton :
entre histoire et industrie

6 SCIENCES ET TECHNIQUES



L'eau : du macroscopique
au microscopique (1^{ère} partie)

7-14 DOCUMENTATION TECHNIQUE



Les pistes cyclables :
la solution béton

15-17 CHANTIER



La Moselle

4 km de déviation en béton
armé continu (BAC)

18-19 CHANTIER



Mortagne-sur-Sèvre

Voies urbaines : sobriété,
élégance et pérennité

20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture : la Place du Haillan
(Gironde) en béton bouchardé
rehaussé de dalles de pierre.

Editorial

Le *Routes* nouveau est arrivé !

Avec le présent numéro, CIMENTON a le plaisir de vous présenter la nouvelle formule de la revue *Routes*.

Le but recherché est double : d'une part, permettre aux lecteurs de mieux identifier la revue et ses champs d'application, d'autre part enrichir l'information en y ajoutant de nouvelles rubriques.

Pour améliorer l'identification de la revue sans créer de rupture avec le passé - le rouge et le blanc restant toujours les couleurs dominantes -, nous avons modifié la couverture en changeant le graphisme du titre *Routes*, en visualisant plus fortement la signature CIMENTON, en mettant en avant les principaux sujets du sommaire et, enfin, en définissant plus clairement les champs d'application du magazine (travaux et équipements routiers, terrassements, aménagements urbains et aéroports).

À l'intérieur de la revue, en plus d'une nouvelle typographie et d'une mise en avant plus forte des titres et des visuels, nous avons créé deux nouvelles rubriques :

- *Sciences et techniques*, destinée à éveiller la curiosité des lecteurs sur les connaissances scientifiques fondamentales dont on trouve des applications au quotidien,

- *Le saviez-vous ?*, véritable mine d'informations générales dans le domaine routier : manifestations, congrès, salons, formation, sorties d'ouvrages, chiffres clefs, remue-ménages...

Nous espérons que cette nouvelle formule répondra encore mieux à vos attentes.

Cette revue étant la vôtre, n'hésitez donc pas à nous faire part de vos réactions, à suggérer des sujets ou à poser des questions.

Joseph Abdo
Cimbéton

CIMbéton

CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



7, Place de la Défense
92974 Paris-la-Défense cedex

Tél. : 01 55 23 01 00

Fax : 01 55 23 01 10

Email : centrinfo@cimbeton.net
Site Internet : www.infociments.fr

Pour tous renseignements concernant les articles de la revue, contacter Cimbéton.

Directeur de la publication : Frédéric Velter -
Directeur de la rédaction, coordinateur des reportages et rédacteur des rubriques *Documentation technique* et *Sciences et techniques* : Joseph Abdo -
Reportages, rédaction et photos : Marc Deléage, Romualda Holak, Yann Kerveno, Jacques Mandorla, Gilles Nilsen -
Réalisation : Ilot Trésor, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris - Email : mandorla@club-internet.fr -
Conception maquette : Dorothee Picard -
Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2002 -
ISSN 1161 - 2053 1994



Lacanau : un programme d'aménagement sur 13 000 m² réalisé avec des pavés en béton préfabriqué coloré.

Le béton : entre histoire et industrie

Si le nom du département - Gironde - n'est pas forcément connu hors de nos frontières, celui du chef-lieu - Bordeaux - est par contre universellement célèbre. Au pays des très grands crus, le béton a définitivement convaincu les aménageurs de son potentiel à répondre à toutes les contraintes.

La Gironde est une synthèse par essence. Synthèse de deux fleuves : la Garonne pyrénéenne et la Dordogne auvergnate qui joignent leur destin dans le plus important et rebelle des estuaires européens. Mais également synthèse économique : aux traditions multiséculaires de la production viticole s'allie maintenant l'industrie de pointe dans l'aéronautique ou l'aérospatiale.

Pénétrer dans Bordeaux par la rive droite est un spectacle marquant. Dès qu'on s'engage sur le fameux pont de pierre napoléonien, s'offrent à nous plus de trois kilomètres de façades somptueuses formant comme un rempart, symbole de la prospérité et de la

richesse de la ville. Le long de ces façades, on prépare le renouveau du tramway dans la cité bordelaise. Ce vaste plan d'aménagement urbain date déjà de plusieurs décennies, tant les projets furent nombreux pour redonner au centre-ville le lustre qu'il a perdu depuis le déclin de l'activité maritime.

■ Piste cyclable

Au milieu des années 1990, sur les quais rive gauche de la ville, on a construit une piste cyclable, longue de trois kilomètres : réalisée en deux tranches, coulée sur 15 centimètres et finie à la règle vibrante, cette piste de 3 mètres de large en béton brut

balayé signale, comme une frontière, la présence du fleuve en contrebas. Parcourue chaque jour de la semaine par les citoyens ayant remis leur voiture au clou pour mieux circuler en ville, et le week-end par les familles et les jeunes chaussés de rollers,

■ EN RÉSUMÉ

La Gironde

- f Superficie : 10 725 km²
- f Population : 1 300 000 habitants
- f Nombre de communes : 540
- f Préfecture : Bordeaux

la piste des quais s'est imposée comme un élément urbain à part entière.

■ Béton urbain

La rive droite a longtemps été mise au ban de la ville. Mais l'arrivée du tramway, la construction d'un nouveau franchissement sur la Garonne (Bordeaux ne compte jusqu'à aujourd'hui que quatre ponts) et la mise en œuvre de la Zone d'aménagement concertée Cœur de Bastide, du nom du quartier, devraient lui donner un élan nouveau. Sur cette rive, au pied du bourrelet de la Garonne, un des vastes ensembles de logements de Floirac a fait appel au béton désactivé pour garnir ce cheminement piétonnier. L'importante granulométrie, un calcaire 10-20 notamment, et deux couleurs différentes de bétons confèrent aux trottoirs un aspect de vieux chemin, le confort du béton en plus. L'aspect retenu assure la liaison entre la nature verdoyante de la colline toute proche et la facture urbaine du quartier et de ses immeubles.

■ Béton champêtre

Connu pour ses prestigieux vignobles (Margaux, Saint-Estèphe, Pomerol, Pessac-Léognan...), le département de la Gironde recèle également quelques joyaux de la culture occidentale, de Saint-Émilion à la très bordelaise place de la Bourse de Gabriel. Nichée au Cœur de l'Entre-deux-Mers, entre Garonne et Dordogne, l'abbaye de la Sauve-Majeure, inscrite au Patrimoine mondial de l'Humanité, domine encore l'ensemble du village de leur masse impo-



La Sauve-Majeure : le désactivé a été choisi pour répondre à l'imposante présence de l'abbaye.



Floirac : les deux couleurs de béton désactivé apportent une agréable touche rustique au cheminement piétonnier qui traverse le vaste ensemble urbain.

sante, symbole de la volonté mystique d'élévation qui occupa les hommes des siècles durant. Construire un aménagement urbain au pied de ce pan d'histoire demande un tact et une discrétion que seul, probablement, le béton désactivé peut apporter. Ainsi, la dalle de la très ancienne halle a-t-elle été entièrement reprise en désactivé et en pierre, tout comme la rue qui permet de redescendre jusqu'à la principale artère du village. Ce dont témoigne Pascale Berthelot, secrétaire générale de la mairie de la Sauve-Majeure : *"Le béton désactivé rentrerait parfaitement dans les critères que nous avions fixés, avec un rapport qualité-prix intéressant : n'oublions pas que nous travaillons avec les deniers publics. De plus, l'esthétique convenait à ce que nous souhaitions faire et le projet a plu à l'architecte des Bâtiments de France qui suivait le dossier."*

■ Aménagements contemporains

La ville de Lacanau, rendez-vous des passionnés de surf, a réalisé en front de mer un programme de grande envergure où le pavage béton tient la vedette. Cet aménagement est scindé en cinq tranches où promenades, placettes et zones de stationnement se côtoient sans jamais entacher la beauté du site.

Le matériau dominant est constitué de béton préfabriqué coloré sur 13 000 m². Il a été choisi pour ses qualités d'économie, mais aussi pour ses possibilités d'intégration supérieure à celles de la pierre naturelle,

probablement perçue comme trop riche, trop sombre et pas assez conviviale. Pour Jean-Claude Serris, concepteur de l'aménagement : *"Le pavé béton s'entretient facilement et peut être rapidement déposé à l'occasion d'éventuels travaux. De plus, il vieillit bien, comme le prouve l'état des tranches précédentes"*.

Aux portes du Médoc, Le Haillan est une ville de périphérie, surtout connue pour abriter le centre d'entraînement des footballeurs des Girondins de Bordeaux. Il y a quelques années, pour redonner un peu de lustre à la place du centre-ville, un vaste aménagement a été réalisé en béton bouchardé, agrémenté d'une fontaine aux sculptures modernes. L'ensemble, de facture contemporaine, combine les dalles de pierres naturelles marquant les chemins piétonniers et le béton bouchardé à l'aspect rugueux et rustique. Longée par une avenue très passante, servant à se rendre sur les plages de l'océan Atlantique, cet espace est idéal pour laisser sa voiture, effectuer quelques courses ou patienter un peu à l'écart du trafic, en attendant le bus.

■ Aménagements industriels

De l'autre côté de la Garonne, le terminal multimodal d'Hourcade à Bègles, cité populaire du sud de l'agglomération bordelaise, est une importante plaque tournante du fret dans la région. Conçu comme lieu de jonction entre les trafics ferroviaires et routiers, point clé sur l'axe Bénélux-Espagne, il a été réalisé en béton armé continu dont la



Bouliac : dans ce square, la fontaine et son parvis en béton désactivé rappellent les jardins à la française.

magazine *Routes* s'est largement fait l'écho dans son numéro 78 de décembre 2001. Connectées à la gare de triage d'Hourcade, les trois cours de stockage ont été réalisées en béton afin de garantir une grande pérennité à cet aménagement lourd, notamment pour résister au poids des containers gerbés sur trois hauteurs.

Question hauteur, la commune de Bouliac n'a rien à envier à personne puisqu'elle surplombe l'agglomération bordelaise, ce qui en fait un espace résidentiel de choix très prisé du secteur. Au milieu d'un carrefour, la commune a implanté une fontaine en pierre dont elle a entouré la base de béton désactivé. L'ensemble ainsi constitué donne au promeneur l'impression de se trouver dans des jardins à la française alors que, paradoxalement, il se trouve sur un espace public... Pour Sandra Demay, de Béton Chantier Aquitaine, c'est bien la preuve que le béton a su trouver une place incomparable dans les aménagements urbains : "Le



Sandra Demay
Béton Chantier Aquitaine

“Dans le département de la Gironde, le béton désactivé séduit beaucoup.”

désactivé a été largement utilisé par les communes et ce sont aujourd'hui les particuliers qui s'approprient ce matériau pour leurs réalisations personnelles.” En Gironde, nombreux sont, en effet, les chantiers réalisés pour embellir une cour de maison, une descente de garage ou des cheminements propres au milieu des jardins. ●

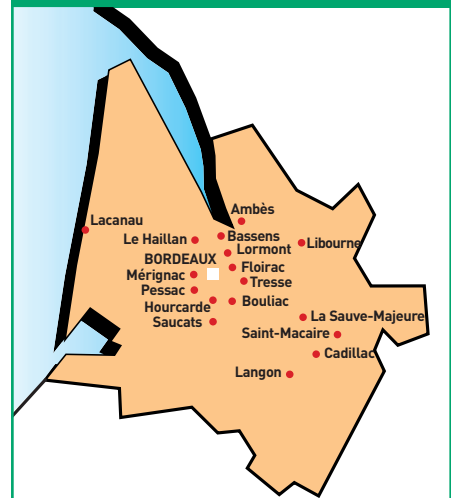


Plate-forme multimodale d'Hourcade : le béton armé continu a été retenu pour sa grande résistance au poinçonnage des containers.



Bassens : le béton désactivé des trottoirs apporte une indéniable valeur esthétique et un meilleur confort aux usagers.

RÉFÉRENCES CHOISIES



- **Bordeaux**
Piste cyclable : 3 km
- **Floirac**
Trottoirs : 600 m²
- **Hourcade**
Plate-forme multimodale : 60 000 m² (béton armé continu)
- **Lacanau**
Front de mer : 13 000 m² (pavés béton)
- **La Sauve-Majeure**
Trottoirs et place : 310 m²
- **Le Haillan**
Place : 800 m² (béton bouchardé)
- **Libourne**
Allées Robert Boulin : 700 m²
- **Lormont**
Trottoirs : 400 m²
- **Mérignac**
Rond-point : 60 m²
- **Pessac**
Médiathèque (béton poli de ciment blanc)
- **Tresse**
Séparateur en béton désactivé : 1,5 km linéaire
Trottoirs du village : 400 m²

MAIS AUSSI...

- **Béton désactivé** : Ambès, Bassens, gare de Bordeaux, Cadillac, Langon, Saint-Macaire, Saucats...
- **Béton imprimé** : Parvis du casino de Bordeaux, du Mégarama, du Millénium...

L'eau : du macroscopique au microscopique (1^{ère} partie)

Abondante sur terre, l'eau est présente en nous (elle constitue en masse les 2/3 du règne animal et végétal) et autour de nous (elle couvre les 2/3 de la surface du globe). Indispensable au quotidien, l'eau sert à nous nourrir, à nous entretenir, à nous servir dans nos activités. Aussi, sans l'eau, il n'y a pas de béton. Le ciment en a besoin pour s'hydrater, former les gels puis les cristaux dont la formation est indispensable à l'obtention des résistances.

Pourquoi cette place si importante de l'eau dans les phénomènes de l'univers ? D'où tient-elle ce privilège ?

■ Propriétés physico-chimiques

Élément de la vie quotidienne, l'eau est si familière que l'on en oublie souvent l'importance et l'originalité. Au niveau microscopique, ses propriétés physico-chimiques sont particulières, voire anormales quand on les compare à celles des composés chimiques similaires, tels le gaz carbonique et l'acide sulfhydrique. L'observation de l'eau entraîne donc beaucoup d'interrogations :

- **Pourquoi l'eau sur Terre est-elle à l'état liquide alors que son poids moléculaire est faible ?** Elle devrait normalement se trouver à l'état gazeux, à l'instar de composés similaires, tels le gaz carbonique ou l'acide sulfhydrique.
- **Pourquoi la capacité calorifique de l'eau est-elle très élevée, comparée à celle d'autres substances ?** Non seulement, l'eau gèle plus vite que les composés de poids moléculaires similaires, mais elle s'évapore beaucoup plus lentement. Si l'eau se comportait comme ses cousins chimiques, elle gèlerait à -65°C et bouillirait à -55°C . Compte tenu des températures qui ont régné sur Terre depuis la création de notre planète, toute l'eau aurait dû se transformer en vapeur.
- **Pourquoi l'eau est-elle un liquide très mouillant, avec sa tendance à remonter le long de la surface d'un solide, en défiant apparemment les lois de la gravité ?**
- **Pourquoi l'eau est-elle un solvant**



Structure électronique de la molécule d'eau.

presque universel avec son pouvoir à ioniser une substance chimique insoluble, à disperser et isoler ses ions pour assurer sa dissolution ?

● **Pourquoi la glace flotte-elle à la surface de l'eau ?** L'eau a une densité maximale à 4°C , à l'inverse de toutes les autres substances, c'est-à-dire un volume qui croît lorsque la température passe de 4 à 0°C . Cette circonstance joue un rôle énorme dans la vie sur la Terre. En automne, au fur et à mesure que l'eau se refroidit tout en restant au-dessus de 4°C , les couches supérieures deviennent plus denses et tombent au fond, cédant la place à des couches plus chaudes venues d'en bas. Si la température descend en dessous de 4°C , les couches supérieures cessent de se contracter et ne descendent plus au fond. À partir de cette température, la couche supérieure se refroidit graduellement pour geler à 0°C . C'est cette particularité de l'eau qui s'oppose à ce que les rivières gèlent sur toute leur épaisseur. On imagine le désastre qui

s'ensuivrait si l'eau venait à perdre brusquement cette propriété remarquable.

- **Comment expliquer ces anomalies ? Ont-elles une origine commune ?**

■ L'eau au niveau microscopique

Pour comprendre ses particularités macroscopiques, il est nécessaire de descendre au niveau microscopique. La molécule d'eau résulte de la combinaison des deux atomes chimiquement réactifs les plus répandus dans l'univers, l'oxygène et l'hydrogène. Composé chimique de formule H_2O , la molécule d'eau n'est pas un amoncellement fortuit d'atomes, mais une architecture complexe assurée par des liaisons chimiques parfaitement définies.

La couche orbitale qui entoure le noyau d'un atome d'hydrogène est assez grande pour contenir deux électrons mais n'en contient qu'un. La couche d'un atome d'oxygène qui peut en contenir huit, n'en contient que six. Ces deux types d'atomes, dont les couches ne sont pas saturées, sont instables, leurs électrons étant à peine maintenus en place. Mais, quand il forme de l'eau, l'oxygène comble ses espaces vides avec les électrons des deux atomes d'hydrogène, de même que chaque atome d'hydrogène remplit sa propre couche avec un électron d'atome d'oxygène. Ces liaisons, dites covalentes, donnent une molécule stable dont les atomes se disposent en chevron, l'atome d'oxygène constituant le sommet de l'angle qui est d'environ 105° (Fig. 1). ●

(Suite et fin de cet article dans le prochain numéro).

Les pistes cyclables : la solution béton

Dans certains pays, en particulier les Pays-Bas et l'Allemagne, la circulation à bicyclette est une tradition culturelle et les pistes cyclables y existent déjà depuis longtemps. Aujourd'hui, ce moyen de transport se développe régulièrement dans d'autres pays. En France, on redécouvre, avec un peu de retard, les nombreuses vertus de la « petite reine ».



La bicyclette est un moyen de transport économique, non bruyant, propre. C'est aussi un mode de déplacement qui maintient en forme, qui est agréable à utiliser et non dangereux pour les autres. Mais, dans la rue ou sur la route telle qu'elle est aménagée traditionnellement, pédaler relève de l'exploit et constitue souvent un mode de déplacement dangereux et désagréable pour les cyclistes.

Il est donc impératif d'améliorer leur sécurité et leurs conditions de circulation par un réaménagement de l'espace urbain, où les vélos auront leur place. Une telle politique est maintenant de plus en plus appliquée en Belgique, au Luxembourg, en Suisse et en France, après être devenue la règle ou presque aux Pays-Bas et en Allemagne. La technique béton a pleinement accompagné ces évolutions. Technique résistante et

durable pour les chaussées aéronautiques et les chaussées routières à fort trafic, telle était sa réputation d'origine ; elle s'est maintenant considérablement élargie à la très grande diversité des typologies et des fonctions des voiries, et en particulier aux pistes cyclables, où sont mis en valeur ses avantages techniques, esthétiques et économiques. L'objet de cette documentation technique est de présenter aux prescripteurs, concepteurs et décideurs, les principes de conception et de dimensionnement ainsi que les règles de l'art relatives aux pistes cyclables en béton coulé en place. Elle ne traite que des pistes cyclables proprement dites, construites en site propre. Les pistes créées sur une route ou sur une voirie existante et qui ne sont isolées du trafic automobile que par un marquage au sol, n'y sont pas prises en considération.

DOMAINES D'APPLICATION

Il existe principalement deux catégories de pistes cyclables :

- les pistes cyclables en site propre longeant une route ou une voie existante. Leur fonction est d'assurer la sécurité des usagers entre l'habitation et l'école ou le lieu de travail. Elles sont séparées de la chaussée par une berme revêtue ou non, qui est parfois agrémentée de plantations ;
- les pistes cyclables dont le tracé est totalement indépendant de toute route ou voirie existante, destinées à la pratique du cyclisme de loisirs. Il s'agit de créer des itinéraires spécifiques, éloignés des routes et permettant la découverte de régions et de sites touristiques. La création de ces pistes peut très souvent se limiter à l'aménagement de sentiers existants. L'assiette des anciens chemins aménagés le long des voies d'eau, de même que celle des voies de chemin de fer abandonnées, constituent ainsi des sites privilégiés.

LA CONCEPTION

D'une manière générale, la réalisation d'un revêtement en béton dans de bonnes conditions et son bon fonctionnement dans le temps nécessitent de respecter, dans sa conception, certaines règles fondamentales touchant à l'infrastructure, à l'assainissement, au drainage et aux matériaux constituant la chaussée. Pour contrôler certains phénomènes inévitables et propres au matériau béton tels que le retrait hydraulique ou le retrait thermique, il est nécessaire de prévoir des dispositions constructives spécifiques : les joints.



■ Infrastructure

Les qualités principales d'un revêtement en béton sont sa tenue à la fatigue, qui garantit sa durabilité, et sa grande rigidité, qui permet d'assurer une bonne répartition des charges sur le sol support. Celui-ci n'est de ce fait, que peu sollicité.

Les structures en béton se passent donc de fondations complexes et l'économie ainsi engendrée les rend très compétitives, notamment dans le cas des pistes cyclables où l'absence - en principe - de trafic (automobiles et poids-lourds) autorise des simplifications substantielles dans la conception de l'infrastructure. Trois cas peuvent se présenter :

• cas d'un sol de faible portance

Des solutions d'amélioration (couche de forme ou traitement des sols en place) sont à prévoir chaque fois que la portance du sol au moment des travaux est P_0 ($CBR \leq 3$) ou P_1 ($3 < CBR \leq 6$). Les améliorations nécessaires sont données dans le tableau 1.

Tableau 1 : Choix des améliorations du sol support

Portance	Améliorations nécessaires		
Portance prévisible de la plate-forme à court terme	Épaisseur de la couche traitée en place	Épaisseur de la couche de forme non traitée	Nouvelle portance
$P = P_0^*$; $CBR \leq 3$	35 cm	50 cm	P_2
$P = P_1$; $3 < CBR \leq 6$	20 cm	30 cm	P_2

* De plus, si ce niveau de portance nulle ($P = P_0$) caractérise aussi la portance à long terme de la plate-forme, la solution d'amélioration sera associée à des travaux de drainage.

- cas d'un sol hétérogène et portant

Une couche de réglage, d'une épaisseur de 10 cm, doit être interposée entre le sol support et le revêtement béton.

- cas d'un sol homogène et portant

La structure béton est réalisée directement sur le sol convenablement préparé (nivelé et compacté).

■ Caractéristiques géométriques

Elles sont définies en fonction de la catégorie de la piste cyclable (en bordure d'une route existante ou en site propre) et du trafic moyen de vélos prévu par jour.

● Profils en travers-types

Pour les pistes cyclables longeant des routes existantes à fort trafic, la solution la plus sûre est de prévoir une piste à sens unique de chaque côté de la chaussée. En effet, les pistes à double sens de circulation posent, dans ce cas, des problèmes de sécurité au niveau des carrefours. Ces pistes doivent être séparées de la chaussée par une berme revêtue ou non, qui est parfois agrémentée de plantations. La largeur de cette berme de sécurité doit être d'au moins 1 m sur les routes à fort trafic. Le long des voiries secondaires, elle peut être ramenée à une bande de sécurité de 0,50 m. Pour garantir la sécurité des cyclistes, un dévers de 1 à 2% doit être prévu pour assurer l'évacuation des eaux de ruissellement (voir coupes en travers-types, figures 1 et 2).

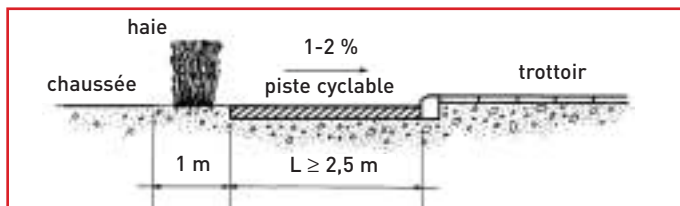


Fig. 1 : Coupe en travers-type d'une piste cyclable bidirectionnelle en zone urbaine

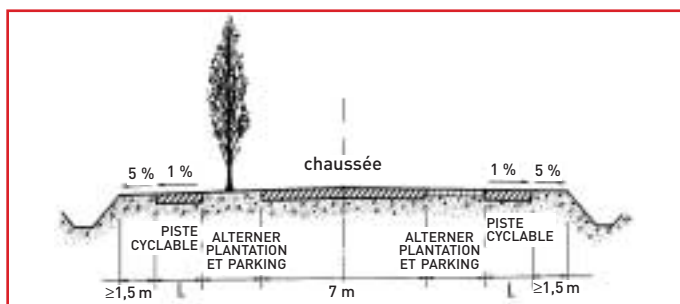


Fig. 2 : Coupe en travers-type d'une piste cyclable unidirectionnelle aménagée de part et d'autre d'une route à fort trafic

Pour les pistes cyclables destinées à la pratique du cyclisme de loisirs (conçues indépendamment de tout itinéraire routier), une bande unique à double sens de circulation convient parfaitement (voir coupe en travers-type, figure 3).

● Largeur

Elle est déterminée en fonction de la conception adoptée (piste à sens unique ou à double sens de circulation) et en fonction du trafic prévisible de vélos. Le tableau 2 permet la détermination de la largeur des pistes cyclables.

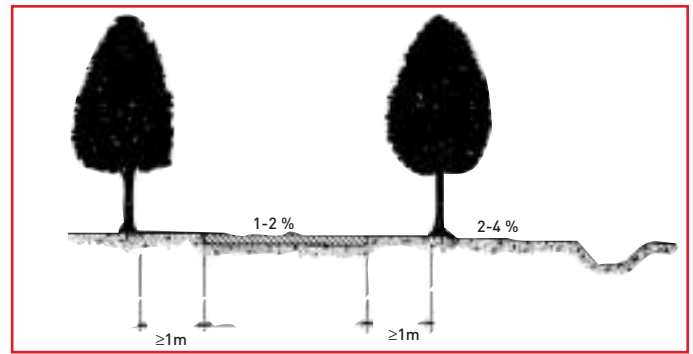


Fig. 3 : Coupe en travers-type d'une piste cyclable bidirectionnelle destinée à la pratique du cyclisme de loisirs

Tableau 2 : Détermination de la largeur des pistes cyclables

Largeur des pistes cyclables : L		
Trafic estimé : nombre moyen journalier de vélos	Piste à sens unique de circulation	Piste à double sens de circulation
≤ 500	1,50 m	2,50 m
de 500 à 1 000	2,00 m	3,00 m
de 1 000 à 2 000	2,50 m	3,50 m
> 2 000	3,00 m	4,00 m

■ Joints

Les joints ont pour but de localiser la fissuration du béton (phénomène inévitable, du fait de sa nature et des variations climatiques journalières ou saisonnières), de manière précise et déterminée à l'avance. En fait, un revêtement en béton se présente comme une succession de dalles séparées par des joints. La réalisation correcte des joints est donc une condition essentielle à la pérennité de la piste cyclable. On distingue deux grandes familles de joints :

● Joints transversaux

Ils sont perpendiculaires à l'axe de la route et sont classés en deux catégories : les joints de retrait / flexion et les joints de construction.

Joints de retrait/flexion

Leur rôle est de réduire les sollicitations dues au retrait et au gradient de température. Ils sont réalisés en créant à la partie supérieure du revêtement, une saignée ou une entaille qui matérialise un plan de faiblesse selon lequel le béton est amené à se fissurer sous l'action des contraintes de traction ou flexion. Ces joints doivent avoir une profondeur comprise entre un quart et un tiers de l'épaisseur du revêtement et une largeur comprise entre 3 et 5 mm (Fig. 4).

L'espacement optimal des joints dépend du retrait du béton, des caractéristiques de friction de l'infrastructure et de l'épaisseur du revêtement. Le transfert de charges aux droits des joints est d'autant mieux assuré que leur espacement est

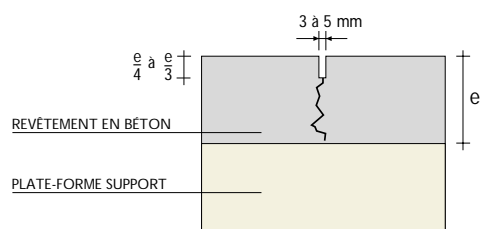


Fig. 4 : Schéma d'un joint de retrait / flexion

réduit. Toutefois, l'expérience et la pratique ont permis d'établir une corrélation directe entre l'espacement des joints et l'épaisseur du revêtement. Le tableau 3 présente les espacements recommandés en fonction des épaisseurs de la dalle.

Tableau 3 : Espacement des joints de retrait/flexion en fonction de l'épaisseur de la dalle

Épaisseur de la dalle (cm)	Espacements des joints (m)
12	3,00
13	3,25
14	3,50
15	3,75
16	4,00
17	4,25
18	4,50
19	4,75
20	5,00

Joint de construction

Ils sont réalisés après chaque arrêt de bétonnage supérieur à une heure. La dalle est retaillée à 90°, pour obtenir un bord franc, et solidarisée avec la coulée de béton suivante, à l'aide de goujons d'un diamètre de 20 à 30 mm, placés à mi-hauteur dans le sens longitudinal et espacés de 0,75 m (Fig. 5).

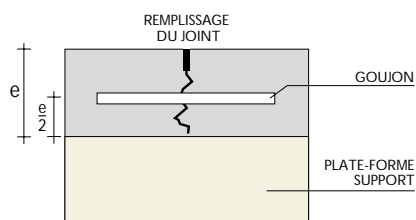


Fig. 5 : Schéma d'un joint de construction

● Joints de dilatation

Leur rôle est de compenser les variations dimensionnelles des dalles, dues essentiellement à l'élévation de la température. Ils ne sont requis que dans certains cas particuliers pour séparer complètement la dalle des équipements fixes comme les regards, les socles de lampadaire, les bâtiments, les approches d'ouvrages d'art, les virages à faible rayon de courbure, etc. Ils constituent une interruption totale du revêtement sur toute son épaisseur. La saignée est remplie d'une fourrure en matière compressible dont l'épaisseur est comprise entre 10 et 20 mm (Fig. 6). Un soin particulier doit être accordé à la réalisation de ces joints.

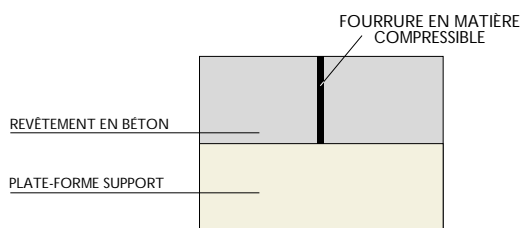


Fig. 6 : Schéma d'un joint de dilatation

● Disposition des joints

Pour concevoir un schéma de jointoiement, on tiendra compte de certaines règles de bonne pratique, qui sont détaillées ci-après :

- les joints de retrait/flexion découpent un revêtement en dalles. Il est préférable de donner à ces dalles une forme carrée ou rectangulaire avec un rapport dimensionnel maximal de 1,5 à 1 (Fig. 7) ;

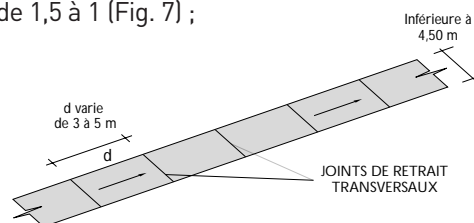
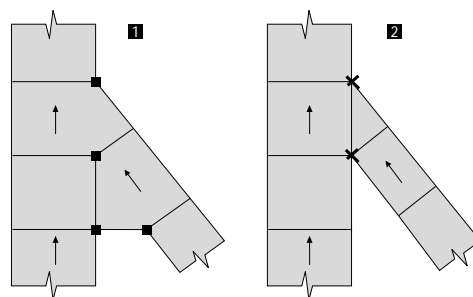


Fig. 7 : Schéma de jointoiement pour une piste cyclable

- des formes autres que carrées ou rectangulaires sont cependant permises pour adapter le revêtement aux besoins du tracé, de la géométrie du revêtement. Ces formes sont telles qu'elles ne comportent pas d'angles aigus (Fig. 8).



1 Bonne disposition des joints à l'intersection de deux voiries en béton.
2 Mauvaise disposition des joints à l'intersection de deux voiries en béton.

Fig. 8 : Disposition des joints à l'intersection de deux pistes cyclables

- des joints de dilatation doivent être exécutés pour isoler le revêtement de certains équipements fixes comme les regards, les socles de lampadaire, etc. (Fig. 9).

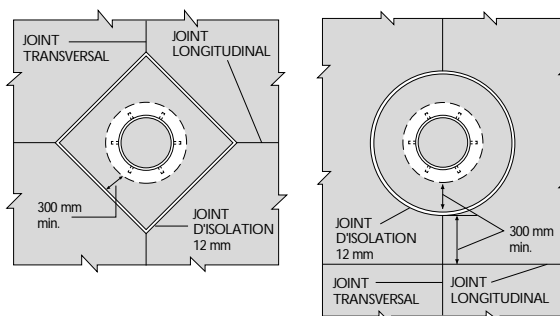


Fig. 9 : Disposition d'un joint de dilatation autour d'un couvercle de regard d'égout

LE DIMENSIONNEMENT

Pour une piste cyclable en béton construite en site propre, il n'y a pas en principe de trafic poids lourds ni véhicules légers (les vélos ne comptent pas) et son dimensionnement ne dépendra que de la qualité de la plate-forme support et des caractéristiques mécaniques du béton utilisé. Mais il ne faut pas perdre de vue que, dans sa conception, une piste cyclable peut être appelée à supporter occasionnellement le passage des véhicules de service ou d'intervention et, en certains points particuliers (croisements avec des voies d'accès à des habitations, à des usines, etc.), un trafic d'accès permanent. Le dimensionnement d'une piste cyclable doit donc tenir compte de ces particularités.

■ Choix de la classe de trafic

Nous distinguons deux domaines :

- en section courante, une piste cyclable ne devrait en principe subir que le passage des vélos et occasionnellement le trafic des véhicules de service. Nous retenons ici une classe de trafic t_7 , telle qu'elle est définie dans le tableau 4,
- en situation de croisement avec des voies d'accès, une piste cyclable est amenée à subir un trafic permanent dont l'intensité peut varier en fonction de la zone desservie. En ces points particuliers, la piste cyclable sera dimensionnée comme une structure routière. Nous retenons ici deux classes de trafic, t_6 et t_5 , telles qu'elles sont définies dans le tableau 4.

Tableau 4 : Classes de trafic pour pistes cyclables

Classe de trafic / Nature du trafic	Section courante	Croisement avec des voies d'accès	
	t_7	t_6	t_5
exprimé en poids lourds (de charge utile supérieure à 5 tonnes)	0-2 PL/j	2-10 PL/j	10-25 PL/j
exprimé en nombre total de véhicules (tous véhicules)	0-40 VH/j	40-200 VH/j	200-500 VH/j

Tableau 5 : Classification des sols en fonction de leur portance

P	Examen visuel (essieu de 13 t)	Indice portant CBR	Module de déformation à la plaque EV_2 (MPa)
P_0	Circulation impossible, sol inapte, très déformable	$CBR \leq 3$	$EV_2 \leq 15$
P_1	Ornières derrière l'essieu de 13 t déformable	$3 < CBR \leq 6$	$15 < EV_2 \leq 20$
P_2 ou PF_1	pas d'ornières derrière l'essieu de 13 t	déformable	$6 < CBR \leq 10$
P_3 ou PF_2		peu déformable	$10 < CBR \leq 20$
P_4 ou PF_3		très peu déformable	$20 < CBR \leq 50$
P_5 ou P_{EX}		très peu déformable	$CBR > 50$
			$120 < EV_2 \leq 200$
			$EV_2 > 200$

■ Evaluation de la portance de la plate-forme

Pour dimensionner correctement une voirie, il est indispensable d'évaluer la portance à long terme du sol (notée p) ou de la plate-forme support de chaussée (notée PF). Cette portance est égale à la portance à long terme du sol mis à nu par les terrassements, augmentée, le cas échéant, du gain de portance obtenu soit par une éventuelle couche de forme, soit par un éventuel traitement en place du sol. Le tableau 5 donne les critères de classification des sols, soit par l'essai CBR, soit par un examen visuel, soit par l'essai à la plaque.

■ Définition de la classe de résistance du béton

Le tableau 6 donne les caractéristiques mécaniques requises d'un béton de classe 5, conformément à la norme NF P 98-170.

Tableau 6 : Caractéristiques mécaniques du béton

Caractéristiques mécaniques	Béton de ciment (dosé à environ 300 kg ciment/m ³)
résistance à la traction par flexion à 28 jours	4,5 MPa
résistance à la traction par fendage (essai brésilien)	2,7 MPa

■ Détermination de l'épaisseur

Hypothèses de calcul : période de service : 20 ans ; taux de croissance annuel du trafic : 0% ; béton classe 5.

Le tableau 7 constitue une fiche de structures-types pour les pistes cyclables en béton.

Tableau 7 : Dimensionnement des pistes cyclables en béton

Classe de trafic / Portance support	Section courante		Croisement avec des voies d'accès	
	t_7	t_6	t_6	t_5
P_0	14 cm	B.C.	16 cm	B.C.
	35 cm	M.T.C.C.	35 cm	M.T.C.C.
P_1	14 cm	B.C.	16 cm	B.C.
	20 cm	M.T.C.C.	20 cm	M.T.C.C.
P_2	14 cm	B.C.	16 cm	B.C.
P_3	12 cm	B.C.	14 cm	B.C.
P_4	11 cm	B.C.	12 cm	B.C.

B.C. : béton de ciment - M.T.C.C. : matériaux traités à la chaux et/ou au ciment.

Pour une couche de roulement réalisée avec un béton de classe 4, il convient d'ajouter 2 cm aux valeurs figurant dans ce tableau.

EXÉCUTION DES TRAVAUX

■ Exécution type

L'exécution des travaux suit, en règle générale, le processus suivant :

- les travaux préparatoires : tracé, décapage de la terre végétale et exécution éventuelle des réseaux enterrés ;
- les terrassements : exécution des déblais, des remblais et réalisation, le cas échéant, de la plate-forme support de la piste cyclable (couche de forme en GNT ou traitement des sols en place au ciment et/ou à la chaux) ;
- mise en œuvre du béton, l'enchaînement des opérations est le suivant : travaux préalables, pose des coffrages, le cas échéant, humidification éventuelle de la plate-forme, bétonnage, talochage, confection des joints, traitement de surface, cure du béton frais.

■ Conditions de mise en œuvre

Pour réaliser un revêtement en béton dans de bonnes conditions, des dispositions doivent être prises avant et pendant l'exécution des travaux.

● Protection du chantier

La protection du chantier se fait par balisage de manière à empêcher le passage des véhicules, des piétons, etc. sur le béton frais. Il faut, le cas échéant, prévoir l'aménagement de passages pour piétons et de passerelles d'accès aux habitations.

● Protection des ouvrages existants

Les ouvrages contigus au chantier, tels que façades d'immeubles, candélabres, calepinage en pavés, bordures, etc., doivent être protégés. Deux possibilités existent :

- soit par application d'un produit de protection qui facilite le nettoyage ultérieur,
- soit par la mise en place d'un film plastique de protection.



● Préparation de la plate-forme support de chaussée

Il importe de soigner la préparation de la plate-forme destinée à recevoir le béton. Pour cela, il faut :

- débarrasser la plate-forme de toutes traces de boue, de matières organiques, etc.,
- évacuer les eaux superficielles,
- soigner le compactage de la plate-forme. La présence d'un petit rouleau vibrant sur le chantier est indispensable. Le

compactage est effectué, avant la pose des coffrages, sur une largeur égale à celle du revêtement augmentée - le cas échéant - de 50 cm de chaque côté,

- vérifier le profil de la plate-forme : une tolérance de 2,5 cm, mesurée à la règle de 3 mètres posée dans n'importe quelle direction, est admise,
- éliminer, le cas échéant, les ornières formées par les véhicules ou engins appelés à circuler sur la plate-forme. Il est recommandé de les combler avec une couche granulaire et de la compacter. Tout comblement avec une couche de sable doit être proscrit, et ceci quelle que soit son épaisseur.

● Coffrages : types, pose et vérification

Les coffrages sont constitués par des éléments en bois ou en tôle d'acier d'une hauteur égale à celle de la dalle à exécuter. Le montage correct des coffrages exige, tout d'abord, une implantation du tracé du projet. Le repérage s'effectue au moyen de piquets solidement enfoncés dans le sol et disposés à intervalles de 5 mètres environ. Les points correspondant au niveau supérieur des coffrages sont visualisés sur les piquets. On les relie ensuite par un cordeau qui détermine le niveau des coffrages et de leur emplacement. Les coffrages seront posés directement sur la plate-forme support. On enfonce ensuite les fiches dans le sol et on procède à l'assemblage des éléments soit à l'aide d'éclisses, soit à l'aide de broches de liaison.

On ne doit observer ni écart en hauteur ni écart en plan supérieur à 1 cm par rapport à l'alignement théorique. Une dernière opération consiste à enduire soigneusement d'huile les faces intérieures des coffrages afin d'éviter de provoquer des arrachements du béton lors du décoffrage. A l'exception des chantiers dont la mise en œuvre est effectuée à l'aide d'une machine à coffrages glissants, l'utilisation des coffrages est indispensable pour la mise en œuvre du béton.

● Humidification de la plate-forme

Dans le cas où le matériau de la plate-forme est susceptible d'absorber une partie de l'eau du béton, il est recommandé d'arroser la plate-forme immédiatement avant le bétonnage.

● Fabrication et approvisionnement du béton

Le béton peut être fabriqué dans des centrales de chantier dont le fonctionnement est continu (cas des grands chantiers) ou discontinu (cas des petits chantiers). Pour les pistes cyclables, la taille des chantiers ne justifie pas, en général, le déplacement d'une centrale. Il est conseillé dans ce cas de faire appel à une centrale de béton prêt à l'emploi (BPE).

L'approvisionnement du béton se fait soit par des camions-malaxeurs (livraison assurée par une centrale BPE), soit par des camions-bennes (béton fabriqué par une centrale de chantier).

● Bétonnage

La mise en œuvre du béton est une opération très importante, dont dépendent en grande partie la réussite d'un aménagement et sa pérennité dans le temps. Il convient donc d'y apporter un soin particulier et de prendre en compte tous les paramètres techniques et climatiques qui peuvent influencer lors du déroulement de cette opération.

Prise en compte des conditions climatiques

L'entreprise devra se tenir informée des conditions météorologiques afin de prendre les dispositions nécessaires en cas de pluie, vent, forte chaleur ou gel. Les conditions atmosphériques ont une action sur la vitesse d'évaporation de l'eau du béton. L'entreprise devra prendre des précautions en fonction des conditions climatiques telles que celles définies dans le tableau 8.

Tableau 8 : Précautions en fonction des conditions atmosphériques

		Température ambiante			
Hygrométrie		De 5 à 20°C	De 20 à 25°C	De 25 à 30°C	> 30°C
De 60 à 100%	Conditions normales de bétonnage	Cure renforcée		Cure renforcée et arrosage maintenu de la plate-forme	Cure renforcée
De 50 à 60%					Bétonnage à partir de 12 heures
De 40 à 50%	Cure renforcée Arrosage maintenu de la plate-forme	Cure renforcée et arrosage maintenu de la plate-forme		Bétonnage à partir de 12 heures	Cure renforcée et arrosage maintenu de la plate-forme
< 40%					Pas de bétonnage sans mesures spéciales

● Vibration du béton

La vibration du béton est une opération obligatoire. Réalisée avec soin, elle confère au béton une grande compacité, des caractéristiques mécaniques élevées et, par conséquent, une grande durabilité. Différents procédés de mise en œuvre du béton existent. Le choix de l'un ou de l'autre de ces procédés se fait en tenant compte du type de chantier à réaliser, de la géométrie du projet, de l'emprise disponible de part et d'autre du revêtement, etc.

Les procédés de mise en œuvre sont les suivants :

- mise en œuvre à l'aiguille et à la règle vibrante,
- mise en œuvre au rouleau Striker,
- mise en œuvre au vibrofinisseur,
- mise en œuvre à la machine à coffrage glissant.



● Talochage

Après la vibration du béton, la surface du revêtement peut présenter quelques irrégularités (cavités apparentes, vaguelettes, etc.). Un lissage à l'aide d'une taloche ou d'une lisseuse - manuelle ou mécanisée - est donc fortement recommandé.

● Confection des joints

La réalisation correcte des joints est une condition essentielle à la pérennité du revêtement. Pour la réalisation des joints de construction ou d'arrêt de bétonnage, il convient de retailler la dalle à 90° afin d'obtenir un bord franc, et de la solidariser avec la coulée de béton suivante, à l'aide de goujons de 30 mm de diamètre, placés dans le sens longitudinal, à mi-hauteur de la dalle et espacés de 0,75 mètre. L'exécution des joints transversaux de retrait/flexion s'effectue de deux manières.

Exécution des joints moulés

Les joints moulés doivent être exécutés aussitôt après la mise en œuvre du béton. Ils doivent avoir une profondeur minimale égale au quart de l'épaisseur de la dalle béton.

Ils sont réalisés par enfoncement dans le béton frais d'une languette ou profilé en plastique, en contre-plaqué ou en bois aggloméré, d'épaisseur comprise entre 3 et 5 mm, qui demeurera dans le béton après son durcissement. Après achèvement du joint, la



surface du béton doit être rectifiée par talochage de part et d'autre du joint sur environ 50 cm.

Exécution des joints sciés

Le sciage des joints doit être exécuté lorsque le béton de la dalle a suffisamment durci pour éviter que la scie ne laisse des traces à la surface du béton, donc obligatoirement après l'opération de cure du béton frais.

Il est capital de bien choisir le moment du sciage. Ce délai varie entre 6 et 48 heures, après le bétonnage, en fonction des caractéristiques du béton et des conditions climatiques. Ces joints sont réalisés à l'aide d'une machine à disques diamantés réglée sur une profondeur de l'ordre du quart ou du tiers de l'épaisseur de la dalle. La largeur de sciage est d'environ 3 à 4 mm.



● Traitement de surface

Après la mise en œuvre du béton, la surface du revêtement présente un aspect uni, plein et plan. On cherche alors à lui conférer de bonnes qualités antidérapantes. Ces dernières résultent d'une combinaison adéquate de micro et de macrorugosité. Le passage d'une toile de jute humidifiée



permet d'enlever la laitance de surface et de mettre en relief les grains de sable. On obtient ainsi une texture de type "papier de verre" qui présente une bonne microrugosité. Pour améliorer le drainage, plusieurs techniques de traitement de surface ont été mises au point, répondant aux exigences de sécurité, d'adhérence,



d'esthétique et d'intégration à l'environnement. On peut citer à ce propos, le brossage, l'hydrosablage, le dénudage, le bourchardage et le béton imprimé.

● Cure du béton

Pour éviter la dessiccation de la surface de la dalle de béton sous l'effet des agents atmosphériques (vent, soleil, variation de l'hygrométrie...), on procède immédiatement après la mise en œuvre du revêtement, à la protection du béton. Celle-ci peut être réalisée soit par la mise en place d'un film en polyéthylène, soit par la pulvérisation d'un produit de cure.



■ Conclusion

En France, se développe un intérêt croissant pour les structures en béton dans la construction des pistes cyclables. Cet essor est dû à des raisons techniques et économiques :

- **techniques** : le revêtement en béton présente de nombreux avantages (polyvalence, avec fonction circulation et fonction esthétique), solidité, résistance à l'érosion et sécurité ;
- **économiques** : durabilité et coût d'entretien réduit.

Depuis plusieurs années, le développement de cette technique est l'un des signes concrets qui traduit bien cette prise de conscience vers une politique d'aménagement à long terme, autant qualitative que quantitative. ●

CIM *béton*

CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



7, Place de la Défense 92974 Paris-la-Défense cedex Tél. : 01 55 23 01 00 Fax : 01 55 23 01 10
Email : centrinfo@cim beton.net Site Internet : www.infociments.fr



La déviation 2 x 2 voies de la RN 4 en béton armé continu collé sur grave-bitume.

4 km de déviation en béton armé continu (BAC)

Pour améliorer la circulation sur la RN 4, la DDE de la Moselle a réalisé une déviation 2 x 2 voies de 4 km de long en béton armé continu collé sur grave-bitume. Deux planches expérimentales permettront également de vérifier la validité de certaines hypothèses de dimensionnement.

Afin d'obtenir une meilleure fluidité du trafic sur la RN 4, la Direction Départementale de l'Équipement de la Moselle a décidé d'éviter les villes de Bebing et d'Imling. Longue de quatre kilomètres, cette déviation reliant l'échangeur de Heming-Est à celui de Sarrebourg-Ouest a été ouverte à la circulation en 2002.

■ BAC collé sur grave-bitume

Intéressée par les performances apportées par les dernières avancées techniques en matière de construction routière, la DDE de la Moselle a retenu une solution en

béton armé continu collé sur grave-bitume GB3 grenailée. Cette démarche fait suite à une expérimentation menée à Angoulême mais avec la perspective d'un climat plus rude dans le cas présent.

Cette chaussée comporte une couche de forme de 50 cm d'épaisseur en moyenne, recouverte d'un enduit bicouche, d'une couche d'accrochage et de 9 cm de grave bitume de classe 3 (norme NF P 98-138). Après grenailage de cette dernière, la couche de roulement est réalisée en BAC de classe 5 (norme NF P 98-170). Celle-ci est ensuite recouverte par un BBTM 0/10 de classe 1 (norme XP P 98-137).

■ PRINCIPAUX INTERVENANTS

- ✂ **Maître d'ouvrage :** Etat / Ministère de l'Équipement / DDE 57
- ✂ **Maître d'œuvre :** DDE 57 - Arrondissement GT2 - Subdivision travaux 1
- ✂ **Assistance technique à la maîtrise d'œuvre :** Gilles Laurent (CETE de l'Ouest, représentant le SETRA)
- ✂ **Couche de forme, grave-bitume et échangeurs :** Colas Est
- ✂ **Chaussée béton et bétons extrudés :** Gailledrat (mandataire)



Le bétonnage est réalisé à l'aide d'une machine à coffrage glissant et les armatures sont placées au moyen de trompettes.



Le passage d'une toile de jute humide unifie la surface de la chaussée.

Après avoir nettoyé la grave-bitume grenillée, le béton est déversé sur le tapis d'alimentation qui facilite sa répartition à l'avant de la slip-form.

Pour la chaussée Nord (sens Strasbourg/ Metz), le BAC a une épaisseur de 17 cm sur la voie lente et de 14 cm sur la voie rapide. Pour la chaussée Sud, il mesure 16 cm d'épaisseur sur la voie lente et 14 cm sur la voie rapide. Chacune de ces chaussées adopte un profil en pente unique pour faciliter l'évacuation des eaux pluviales. Ces épaisseurs concernent environ 90 % de cette déviation. Pour vérifier certaines hypothèses de dimensionnement liées à la technique du BAC, deux planches expérimentales ont aussi été prévues : la première planche, concernant une structure composite "12 cm BAC/9 cm GB3", a été réalisée sur une longueur de 123 m ; la seconde planche, ayant une structure composite "10 cm BAC/9 cm GB3", a été mise en place sur une longueur de 175 m. D'après la méthode de dimensionnement française,

ces planches devraient avoir une durée de service de respectivement 10 ans et 4 ans (ces durées s'entendent sans entretien).

En dehors des planches expérimentales, la chaussée en BAC a été dimensionnée pour une durée de vie de 30 ans. Au terme de ces durées prévues sur les planches expérimentales (10 ans et 4 ans), un rechargement en enrobé d'épaisseur 10 cm est prévu pour prolonger la durée de service jusqu'au délai de 30 ans.

■ Une slip-form réglée en 8 m de large

Après grenailage et nettoyage approfondi (balayage et lavage au jet d'eau haute pression) de la surface de la grave-bitume, les 56 aciers (représentant un total de 560 tonnes), nécessaires à chaque chaussée,

sont mis en place manuellement avant le coulage du béton. À l'exception des deux planches expérimentales où les aciers sont fixés sur des distanciers, ceux-ci sont disposés en trois faisceaux, les "trompettes" fixées à l'avant de la machine à coffrage glissant (*slip-form*) qui se charge ensuite de les placer automatiquement et régulièrement à la fibre neutre du béton. Celui-ci provient de la centrale installée à proximité du chantier par Gailledrat, mandataire

■ FORMULATION DU BÉTON POUR 1 M³

0/4 roulé sable du Rhin Beschwiller :
550 kg

0/6,3 concassé Raon-l'Étape : 235 kg

6/14 concassé Raon-l'Étape : 1 085 kg

Ciment : Ciments d'Origny CEM II B
32,5 R 330 kg

Plastifiant Sika 22S : 0,5 % du poids de ciment

Entraîneur d'air Sika AER : 0,05 % du poids de ciment

Eau totale : 161 litres



Un talochage manuel complète l'action du *super-smoother*.



Un châssis automoteur assure l'application du produit de cure.

du groupement Gailledrat-Colas Est chargé des travaux.

“Certifiée Iso 14000, l'entreprise Gailledrat a pris les précautions nécessaires en matière de protection de l'environnement : bassins de rétention, de décanation...” précise Jean-Jacques Bartoletti, son directeur des travaux. Le béton est déversé dans la trémie de l'alimentateur à tapis roulant chargé de répartir le béton à l'avant de la machine à coffrage glissant. Celle-ci assure simultanément le coffrage et la vibration du béton sur une largeur de 8 m. “Ainsi, elle réalise en une seule passe la totalité de la largeur de la chaussée, à une cadence moyenne de 60 m/h” commente Jean-Jacques Bartoletti.

A l'arrière de la machine, une taloche de grande dimension (*super-smoother*) lisse la surface du béton, que complète ponctuellement un talochage manuel.

Un chariot tracté assure un brossage transversal superficiel avant le passage d'une toile de jute humide chargée d'unifier la surface de la chaussée. Enfin, pour terminer, un chariot automoteur pulvérise un produit de cure.



Un joint plastique est inséré automatiquement à l'avancement.

■ Joint axial couturé tous les mètres

Un joint axial partage chaque chaussée en deux parties en délimitant une voie lente large de 3,65 m et une voie rapide de 4,35 m. C'est encore la *slip-form* qui réalise cette opération en insérant automatiquement dans l'épaisseur du béton un joint plastique déroulé à l'avancement, juste avant le talochage. Ce joint remplace avantageusement le traditionnel trait de scie axial apportant gain de temps et fiabilité. Ce joint est couturé tous les mètres par un fer de liaison d'un mètre de long et de 10 mm de diamètre. Fixée sur la *slip-form*, une guillotine centrale alimentée manuellement l'enfonce mécaniquement dans la dalle. On unifie la surface de la dalle béton par un talochage final.

■ Caniveaux à fente et cunettes béton

A chaque extrémité du BAC, l'entreprise Gailledrat a mis en œuvre un joint lourd de type G, homologué par le Setra, pour maîtriser la dilatation des barres d'acier. Le terre-plein central, large de 3 m, et les deux bandes d'arrêt d'urgence, d'une largeur de 2,50 m, sont réalisés après l'achèvement des deux chaussées en BAC. Ces parties se composent d'une grave non traitée épaisse de 31,5 cm, recouverte de 4 cm de béton bitumineux. A l'aide d'une machine de type Gomaco, l'entreprise Gailledrat s'est aussi chargée de la réalisation de 7 000 m de cunettes en V, en béton extrudé. A cela s'ajoutent 3 000 m de caniveaux à fente en béton extrudé autour d'une manche en polyane remplie d'air. ●



Un joint lourd de type G est prévu à l'extrémité du BAC.

■ UN CHANTIER SUIVI À LA LOUPE

Aux traditionnels essais et prélèvements réalisés en interne par l'entreprise Gailledrat s'ajoutent ceux du laboratoire du CETE de l'Est. En début de journée, la teneur en eau des granulats est mesurée pour maîtriser au mieux l'apport en eau.

Les essais sur le béton frais sont classiques : cône d'Abrams (plasticité), teneur en air occlus, vérification de la masse volumique (épreuve pour déterminer le rendement). Ils ont été effectués par Gérard Villon, technicien supérieur du LRPC de Nancy, qui précise : “Pour l'affaissement au cône d'Abrams (*slump-test*), l'objectif était de se situer dans une fourchette de 2 à 3 cm : nous sommes arrivés à 2,59. Quant à la teneur en air occlus, prévue entre 3 et 5%, elle a atteint 4,2%. Chaque jour, j'effectue également trois prélèvements de trois éprouvettes pour des tests de résistance en fendage à 28 jours. Pour les planches expérimentales, il en faut deux fois plus avec des tests à 7 jours.”

Des échantillons de ciment et d'adjuvants sont aussi prélevés systématiquement chaque jour. “Un protocole d'accord a été mis en place avec la cimenterie dans le sens d'un engagement de leur part sur la régularité de leur fourniture” ajoute Jean-Jacques Bartoletti.



Sur ce chantier ont été réalisés 3 000 m de caniveaux à fente en béton extrudé.



Mortagne-sur-Sèvre : un aménagement simple mais rehaussé par l'utilisation de béton préfabriqué.

Voies urbaines : sobriété, élégance et pérennité

Choix des produits, esthétique, fonctionnalité, rigueur de l'aménagement, sécurité et convivialité... En pesant toutes les composantes de son projet d'aménagement, la ville de Mortagne-sur-Sèvre a signé une réalisation remarquable par son économie de moyens et son adéquation au site.

Petite ville de Vendée de 6 200 habitants située à 8 km de Cholet, Mortagne-sur-Sèvre a souffert, comme beaucoup de communes rurales, de l'absence de déviation. La RN 149, qui relie Nantes à Poitiers, traverse l'agglomération avec son cortège de 5 000 véhicules par jour, dont 10% de poids lourds. Autre facteur d'écla-

tement du tissu urbain, la présence de quatre quartiers se développant de façon indépendante.

Dès 1996, la municipalité lance donc un premier appel d'offres pour un aménagement de la voirie, qui sera progressivement enrichi par une réflexion plus large, sous-tendue par un enjeu ambitieux : recréer une cohésion urbaine afin de rétablir le lien social. Pour inciter les riverains à laisser leur voiture au garage, la mairie, maître d'ouvrage et maître d'œuvre, a cherché à recréer un sentiment de sécurité. Car la vitesse excessive des camions et l'ampleur du trafic avaient peu à peu chassé les piétons de l'espace public. "Nous avons voulu redonner une

dimension humaine, en resserrant l'espace urbain" explique Paul Lombard, directeur des services techniques de la ville.

■ Aménagement plus humain

La solution a consisté à réduire la largeur des voies de 7,40 m à 6,20 m, afin de ne plus constituer une barrière infranchissable par les piétons et d'augmenter la largeur des trottoirs. Cette philosophie a débouché sur la création d'un rond-point devenu, précise Paul Lombard, "le rond-point de rencontre et même de référence, car l'ouvrage, à l'image des anciennes portes des cités, marque l'entrée du centre-ville". A cette

■ PRINCIPAUX INTERVENANTS

- f Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre :** ville de Mortagne-sur-Sèvre
- f Entreprises :** Cholet TP (mandataire), Eurovia, Sofultrap
- f Fournisseur :** Bonna Sabla



Pavés en béton (Sobérite).

nouvelle organisation, plus structurée, s'ajoute une réflexion sur les matériaux et les solutions d'aménagement. Par souci de sobriété, les services techniques de la ville suggèrent alors l'aménagement de simples bordures de couleur claire contrastant avec l'enrobé et obéissant à un tracé tout en lignes courbes qui permettent de guider les automobilistes en souplesse. C'est pourquoi le choix s'est porté sur des produits de faible hauteur (10 cm) ne créant pas de rupture entre les domaines piéton et routier. *"Quand l'automobiliste s'engouffre dans une voie large et mal aménagée, il accélère pour sortir du paysage hostile, explique Paul Lombard. Ici, on a cherché à exprimer de la douceur pour calmer, détendre et apaiser"*.

■ Un béton haut de gamme

Par souci d'homogénéité de traitement, la ville s'est orientée vers une gamme de produits de même couleur. La contrainte économique ayant écarté d'office la solution de la pierre, le donneur d'ordre s'est tourné vers Sobépré et son produit phare, la Sobérite. Filiale de Bonna Sabla, ce fabricant de produits de voirie en béton préfabriqué est renommée pour sa capacité à imiter les matériaux naturels, ainsi que pour la durabilité de ses produits, conséquence d'un traitement dans la masse et d'une forte compacité (pas de fissures, de dépigmentation ou d'efflorescence). *"Nous avons fourni 25 produits différents, dont quelques créations originales dessinées par Paul Lombard"*, témoigne Emmanuel Vautier, chef de produit chez Bonna Sabla.

Choisis en fonction de l'architecture locale, le coloris et les granulats des caniveaux, bordures, dalles, pavés, jardinières et autres emmarchements en béton ressemblent à s'y méprendre à du granit. Le béton, livré bouchardé, a même parfois été retaillé sur chantier avec une finition manuelle, comme en témoigne la fourniture de pavés éclatés en béton. *"La qualité de ce matériau inspire*



Pose d'une bordure à la ventouse.

le respect", souligne Jacques Bignonnet, conducteur de travaux chez Cholet TP, entreprise mandataire.

■ Productivité sur chantier

Après l'enfouissement des réseaux, les entreprises se sont attelées aux travaux d'aménagement urbain : dépose des anciennes bordures, terrassement, implantation des piquets et des fils de guidage puis pose des nouveaux caniveaux et bordures. Après application d'un lit de béton fibré, dosé à 250 kg de ciment, les entreprises ont fait appel à un dispositif de pose à la ventouse. *"Contrairement aux traditionnels crochets, placés de part et d'autre, la ventouse permet de positionner directement l'élément à sa place définitive, explique Noël Rebeilleau, chef de chantier chez Eurovia. Il ne reste plus qu'à donner quelques coups de maillet en caoutchouc pour bien l'ancrer dans le béton"*.

La résistance des produits en béton préfabriqué a aussi permis un gain de productivité : *"Habituellement, il est indispensable de protéger l'arête des bordures par un tapis d'enrobé provisoire de 50 cm de large, tant que la chaussée n'est pas finie, ajoute le chef de chantier, évoquant les dommages causés par les pneumatiques des poids lourds. La qualité exceptionnelle des bordures nous a permis de faire une économie totale de 4 400 € (2 300 € sur la*



L'insertion du végétal est l'une des composantes principales du programme d'aménagement de Mortagne.

■ LE CHANTIER EN BREF

- ƒ **Lieu** : commune de Mortagne-sur-Sèvre (Vendée)
- ƒ **Le projet** : réaménagement de voies urbaines soumises à un fort trafic
- ƒ **Contraintes** : concilier résistance, esthétique et sécurité
- ƒ **Solution** : des bordures en béton préfabriqué
- ƒ **Longueur de voirie traitée** : 1500 m
- ƒ **Coût des travaux** : 3,5 millions € (23 millions de F) dont 533 000 € (3,5 millions de F) pour la fourniture des produits en béton préfabriqué

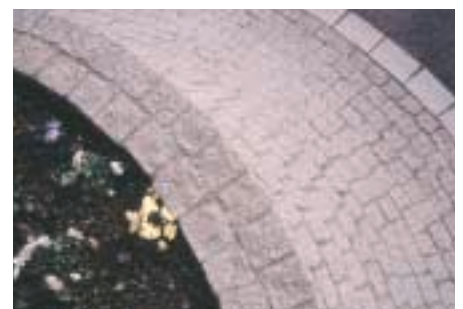
main d'œuvre et 6 € par mètre linéaire d'enrobé sur 350 m".

■ Une cohérence à l'échelle de la ville

"Le choix de matériaux simples, économiques, sobres et durables, se justifiait par une vision d'ensemble de requalification du paysage urbain de Mortagne" explique le maire Alain Pauvert. Après avoir traité la rue de Nantes, la rue Nationale, la rue St Jacques, la place de la Roseaie et deux ronds-points, la ville a orné la place Pichat d'un giratoire réalisé avec la même gamme de produits en béton préfabriqué. *"Nos produits connaissent un véritable engouement, conclut Emmanuel Vautier. Les donneurs d'ordres ont compris qu'il valait mieux privilégier des produits durables, peu sensibles aux modes, et surtout adaptables à l'extrême diversité des situations rencontrées"*. ●



Une création originale : la poubelle en béton.



Un rond-point planté en pavé éclaté : la différence avec le granit est imperceptible car le béton contient des particules de quartz.

LE SAVIEZ-VOUS ?

🔍 Le coin du curieux

■ Bornage

Savez-vous que la numérotation des routes françaises, appelée bornage, date de 1786 ? Le 22 avril de cette année-là, en effet, est implantée sur le parvis de Notre-Dame, la borne zéro à partir de laquelle seront mesurées toutes les distances routières en France. Vingt-cinq ans plus tard, en 1811, toutes les routes, sortant de Paris pour aller vers la province, sont numérotées dans le sens des aiguilles d'une montre : le n° 1 est donné à la route qui va en direction de Rome (renumérotée en 1840, elle deviendra la célèbre Nationale 7). La pose des bornes kilométriques et hectométriques date de 1853 et les premiers feux routiers apparaissent à Paris en 1923. Quant à la ligne jaune, elle est créée en 1932 pour être définitivement remplacée par la ligne blanche en 1973.

💡 Remue-méninges

Voici, pour vous détendre... ou pour vous irriter, une énigme routière à résoudre. Réponses dans le prochain numéro de Routes.

■ Histoire de camions

Un camion de 35 tonnes (A) part de Paris le 18 mars à 7 heures du matin. Il apporte un engin de levage sur un important chantier de l'autoroute Paris - Lille. Alourdi par sa charge, il ne roule qu'à 32 km/h de moyenne. Le même jour, à midi, un autre camion (B), chargé de 12 tonnes de mobilier en béton, quitte Lille en direction de Paris, pour se

rendre sur le même chantier. Il roule sur l'autoroute à la moyenne de 47 km/h.

Sachant que la distance Paris - Lille est de 200 km, pouvez-vous répondre aux deux questions suivantes :

- lequel de ces deux camions, (A) ou (B), sera situé le plus près de Lille au moment où ils se croiseront ?

- comment s'appellent les deux chauffeurs ?

📖 VIENT DE PARAÎTRE



📖 Voiries et aménagements urbains en béton : revêtements et structures réservoirs

Ce guide traite, sur 176 pages couleurs, du cycle de l'eau dans les infrastructures urbaines, des concepts de structure réservoir, des matériaux et constituants, de la conception et du dimensionnement, de la mise en œuvre, de la démarche qualité, de la maintenance et de l'entretien. Format 18,5 x 26 cm. Réf. : T.57 Disponible gratuitement auprès de Cimbéton.

✉ Courrier des lecteurs

Donnez-nous votre avis : cette rubrique est la vôtre ! N'hésitez donc pas à nous écrire pour exprimer une opinion personnelle, suggérer des sujets, poser des questions ou formuler des critiques. Contactez la rédaction de Routes soit par fax au 01 55 23 01 10, soit par email : centrinfo@cimbeton.net

✦ FORMATION

📅 **12 juin 2002 : stage à l'ESTP sur les chaussées composites** (ce stage peut aussi être organisé sur demande).

Les progrès de la technique routière doivent contribuer à une diminution du prélèvement en matériaux naturels. Les chaussées composites, qui permettent de réduire significativement les épaisseurs des structures, vont dans ce sens. Une chaussée composite, c'est schématiquement un revêtement béton (éventuellement armé continu) mis en œuvre sur un matériau bitumeux et recouvert éventuellement d'un béton bitumineux très mince (BBTM). Ce mélange des techniques permet de tirer profit des qualités de durabilité du béton de ciment et de souplesse des produits bitumineux.

Contact :

Mme Laurence Albert-François
au 01 44 41 11 35 ou par email
<lalbert@adm.estp.fr>.

📅 AGENDA

📅 **1^{er} mai 2002**

Date limite de remise des dossiers d'inscription au Concours de l'Association Mondiale de la Route (AIPCR). Ce concours est ouvert à tous les professionnels témoignant d'un intérêt pour le secteur de la route et des transports. A gagner : 5 voyages tous frais payés pour le XXII^e Congrès mondial de la Route à Durban (Afrique du Sud) en octobre 2003.

Pour en savoir plus :
www.piarc.org

📅 **Avril - Mai - Juin 2002**

Plusieurs réunions d'information sur la voirie sont organisées par le Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi et Cimbéton.

Pour en savoir plus :
www.snbpe.org