

Les chaussées en béton : contribution au choix des techniques

Les chaussées en béton continuent de susciter bien des interrogations, voire des préjugés défavorables, le plus souvent en complète contradiction avec la réalité des techniques actuelles. C'est le pourquoi de ce document, destiné d'abord aux décideurs, qui vise à balayer les idées reçues et à faire le point sur les évolutions touchant la conception et la mise en œuvre de ces chaussées d'un autre genre.



▲ Chaussée autoroutière en béton.

EN FINIR AVEC LES CONTREVÉRITÉS...

● DANS LES CHAUSSÉES EN BÉTON, FAUT-IL PRÉVOIR DES JOINTS DE DILATATION ET DES ARMATURES (TREILLIS SOUDÉ) ?

NON Certains types de chaussées en béton construites anciennement, surtout à l'étranger, comportent des dalles longues (de l'ordre de 30 m), séparées par des joints de dilatation. Ces dalles sont parfois légèrement armées (1 kg/m^2) ou encore munies de joints de retrait-flexion intermédiaires. La grande longueur de ces dalles provoque des mouve-

ments importants au droit des joints de dilatation, qui deviennent difficiles à entretenir malgré des dispositifs sophistiqués de transfert des charges.

D'autres types de chaussées anciennes à dalles courtes non armées et à joints non goujonnés, dont la fondation et le drainage n'ont pas fait l'objet d'une conception correcte, peuvent présenter (après avoir supporté un trafic lourd, de l'ordre de deux fois le trafic prévu lors du projet) des défauts au niveau des joints : battements, mise en marches d'escalier, pompage. Ces défauts rendent la chaussée inconfortable avant de mettre sa viabilité en péril.

Les chaussées modernes en béton sont réalisées sur les modèles suivants :

– **dalles courtes** (4 à 5 m), non armées, à joints goujonnés ou non ;



▲ Le béton armé continu (BAC).

- dalles épaisses (de 30 à 35 cm), courtes et non armées ;
- revêtements en béton armé continu, dont le retrait est repris par la traction des armatures. Ils conduisent à une fissuration fine de type béton armé et permettent ainsi de s'affranchir des joints. Ces revêtements ne comportent de joints de dilatation qu'en des endroits particuliers tels que l'abord des ouvrages d'art ou encore les courbes de très faible rayon, carrefours ou croisements.

Parallèlement, les dispositions constructives, maintenant classiques (variant selon la classe du trafic et les conditions climatiques), permettent d'obtenir une très grande durabilité de la chaussée et de ses conditions d'appui :

- fondations non érodables ;
- drainage des interfaces (notamment à l'aide de géotextiles) ;
- surlargeur de dalle (0,50 m venant en déduction de la BAU ou de l'acotement stabilisé) ;
- goujonnage éventuel des joints de retrait-flexion.

Structure innovante BAC/GB

Le béton armé continu BAC, inventé aux États-Unis en 1921, s'est développé en France depuis 1983, essentiellement à travers la structure de type BAC + béton maigre. Elle présente l'inconvénient d'être de construction plus onéreuse que la structure bitumineuse épaisse de même capacité structurelle.



▲ Chantier innovant en béton armé continu collé sur une fondation en grave bitume.



Entre 1995 et 1998, l'administration et la profession ont étudié et mis au point une structure innovante de type BAC + grave bitume, dont le dimensionnement laisse espérer une compétitivité économique vis-à-vis des structures bitumineuses épaisses.

Définition et objectif

La structure innovante BAC/GB repose sur l'existence d'un collage durable à l'interface BAC/GB.

Elle est constituée d'une couche en béton armé continu d'épaisseur réduite (14 à 16 cm), coulée sur un support bitumineux propre et rugueux (neuf ou existant) d'épaisseur minimale 8 cm.

Compte tenu de l'hypothèse de collage à l'interface béton/enrobé, la chaussée se comporte comme une structure monolithique ayant une durée de vie équivalente à celle d'une structure en BAC classique, d'épaisseur 19 cm / 15 cm, soit 34 cm.

L'objectif recherché, en réduisant l'épaisseur totale de la structure sans entamer sa capacité portante, est de redonner à la structure BAC la compétitivité qui lui a fait défaut.

Fonctionnement mécanique

Du fait de sa rigidité élevée et de l'hypothèse de collage à l'interface BAC/GB, la grave bitume joue le rôle d'une couche dimensionnante. Les efforts de traction par flexion induits par le trafic sont répartis sur deux couches traitées, au lieu d'une seule.



▲ 12 heures après le coulage, l'engin de brossage circule déjà sur la dalle.

L'innovation de cette structure de chaussée a été de profiter de la présence de la couche de fondation traitée au bitume en tant que couche non érodable, pour l'intégrer à la structure et la faire travailler comme une couche de base dimensionnante. Nous ne sommes pas en présence d'une structure rigide classique, mais d'une structure originale constituée de :

- une couche en BAC assurant le rôle d'une couche de roulement et d'une couche de base dimensionnante ;
- une couche de grave bitume assurant le rôle d'une couche de fondation non érodable et d'une couche de base dimensionnante.

Domaines d'emploi

Le concept BAC/GB à interface collée est destiné aux routes à moyen et fort trafics, telles les autoroutes, les routes nationales et une partie des routes départementales.

Il s'applique :

- **soit en construction neuve.** La structure innovante est alors réalisée en totalité sur une plate-forme support de bonne qualité (cf. PF3) ;
- **soit en renforcement de structures bitumineuses.** Dans ce cas, le BAC est coulé sur le support bitumineux existant, rendu propre et rugueux par rabotage ou fraisage.

● POUR CIRCULER SUR DU BÉTON, FAUT-IL ATTENDRE 28 JOURS ?

NON Cela ne s'évalue pas en jours mais en termes de résistance atteinte par le béton - cette résistance en place dépend de la formulation et de la maturité du béton (température).

On peut rétablir une circulation de véhicules lourds lorsque le béton a atteint 90 % de sa résistance caractéristique. Dans des conditions de température normales, cela correspond à :

- environ 3 à 4 jours pour les bétons traditionnels : la circulation pour les véhicules légers peut alors être autorisée à 24 heures ;
- environ 12 heures pour les bétons accélérés (et 6 heures pour les véhicules légers).

Avec des bétons spéciaux (par exemple à base de ciment aluminé), la circulation globale peut être rétablie au bout de 2 heures.

Enfin, les bétons secs compactés, du fait de leur stabilité immédiate, peuvent être remis en circulation dès la fin du compactage.

● PEUT-ON RÉPARER LE BÉTON ?

OUI L'un des avantages prépondérants des routes en béton est sans doute leur durabilité et l'entretien réduit qu'elles nécessitent, à condition, comme pour toute technique routière, d'être bien conçues et bien construites.

Bien que les chaussées en béton ne nécessitent que peu de travaux d'entretien, il ne faut pas pour autant les négliger.



▲ Connecteur LCPC-Freyssinet, pour la restauration du transfert des charges au droit des joints.

C'est en effectuant rationnellement cet entretien que l'on peut minimiser les coûts tout en prolongeant la durée de vie de la chaussée.

Les techniques d'entretien courant du béton concernent :

- le regarnissage des joints ;
- la réparation des défauts localisés et des fissures, le cas échéant ;
- la régénération des propriétés d'adhérence.

En outre, on dispose d'une large gamme de solutions d'entretien préventif ou curatif :

- restauration du transfert des charges aux joints par connecteurs ;
- stabilisation des dalles par injection ;
- rechargement mince ou épais ;
- reconstruction avec recyclage du béton.

● LE BÉTON EST-IL GÉLIF ?

NON Les chaussées en béton de ciment ne craignent ni le gel ni le dégel.

Pour le gel, l'adjonction d'un entraîneur d'air dans le béton, lors de sa fabrication, le protège très efficacement du froid et des sels de déverglaçage. En période de dégel, la rigidité du béton permet de s'affranchir, plus que toute autre technique, des chutes de portance du sol support.

● EN VILLE, UNE CHAUSSÉE EN BÉTON POSE-T-ELLE DES PROBLÈMES POUR LES INTERVENTIONS SUR RÉSEAUX ENTERRÉS ?

NON Pour les travaux neufs, tout se joue au moment de la conception :

- préparer soigneusement le projet ;
- prévoir des fourreaux sous la chaussée ou éventuellement dans le béton ;



▲ Le mariage "béton-pavé" pour faciliter l'accès aux réseaux enterrés.

– avoir recours, le cas échéant, à des bandes de pavés autobloquants.

Pour les réparations, celles-ci sont généralement plus aisées et plus durables dans les revêtements en béton. En effet, on dispose maintenant des méthodes et des matériels pour effectuer les ouvertures de tranchées (scies, tranches) et reconstituer une chaussée de qualité.

● LE BÉTON EST-IL INCONFORTABLE ?

NON

Le manque de confort observé sur certaines chaussées en béton anciennes était dû soit au mode de construction de l'époque, soit à leur évolution.

De par leur longévité, certaines de ces chaussées sont toujours en service et donnent à l'utilisateur une image médiocre du confort de roulement. Il n'en est plus rien maintenant. Les dispositions constructives modernes, adaptées aux différentes familles de chaussées, permettent, moyennant une bonne exécution, d'obtenir un fini conforme aux exigences de l'itinéraire, conférant à la route un niveau de confort en rapport avec les aspirations actuelles des usagers.

● LE BÉTON FAIT-IL DU BRUIT ?

NON

Pour améliorer l'adhérence et l'écoulement des eaux sur les chaussées en béton, plusieurs techniques de traitement de surface étaient utilisées pour répondre aux exigences de sécurité. On peut citer, à ce propos, les techniques du brossage, du striage, du cloutage, du cloutage-dénudage et du rainurage qui, tout en satisfaisant pleinement aux exigences d'adhérence, peuvent présenter des inconvénients au niveau acoustique (bruit de roulement).

Depuis plusieurs années, de nouvelles techniques de traitement se sont développées pour répondre aux exigences qui préoccupent les maîtres d'œuvre (bruit, projections d'eau). On peut citer les techniques du dénudage chimique ou désactivation (en travaux neufs) et la technique du grenailage (en régénération des caractéristiques de surface).



▲ Le béton désactivé pour le respect du style local.

Ces solutions offrent des résultats de mesure du niveau de bruit satisfaisants. En outre, des bétons drainants pour couches de roulement sont en cours de développement et les premières applications sont encourageantes.

En outre, il est tout à fait possible de procéder, à plus ou moins court terme, à la mise en place d'une couche de surface bitumineuse recouvrant le revêtement en béton. Cette couche peut être soit un BBTM (béton bitumineux très mince) d'épaisseur 2 à 3 cm, soit un enrobé drainant d'épaisseur 4 cm, soit enfin un enduit superficiel "haute performance" à granulats de diamètre inférieur à 8 mm.

Cette couche de surface bitumineuse, dense ou drainante, améliore les caractéristiques superficielles de la chaussée (confort, uni, réduction du bruit, etc.) et assure une bonne étanchéité du revêtement béton, augmentant ainsi sa durabilité.

● LE BÉTON EST-IL CHER ?

NON

En fait, cette donnée est extrêmement relative, et ce pour plusieurs raisons :

– après avoir mis en concurrence les différentes techniques, l'élément de comparaison doit être le coût global sur une durée de service donnée (circulaire de la direction des



▲ Quelques aspects de surface.

Routes n° 89-46 du 8 août 1989) [Coût global = coût de construction + coûts actualisés d'entretien sur la période de service choisie];

– il faut également tenir compte de l'économie résultant de la diminution de la gêne imposée aux usagers et considérer d'autres facteurs non chiffrables, tels que l'intégration à l'environnement;

– les contraintes budgétaires pour l'entretien sont généralement importantes, ce qui milite en faveur de structures à faible coût d'entretien.

● LA ROUTE EN BÉTON EST-ELLE L'AFFAIRE D'ENTREPRISES SPÉCIALISÉES ?

Cela est vrai pour des chantiers de moyenne ou grande dimension.

Pour des chantiers de routes à faible trafic, la production du béton peut être assurée par des centrales BPE et la réalisation est du ressort des entreprises locales : une voie n'est pas plus difficile à faire qu'une dalle industrielle en béton. De multiples entreprises, régionales ou locales, connaissent déjà parfaitement les techniques de mise en œuvre et possèdent le matériel nécessaire.



▲ Une technique à la portée des entreprises locales.

● ROUTE EN BÉTON ? JE N'EN AI JAMAIS FAIT !

Faire une route en béton n'est pas du domaine de l'aventure :

- la technique est au point ;
- le marché se développe ;
- des références existent partout en France et dans les pays voisins ;
- les documents officiels ne manquent pas ;
- une large documentation technique est proposée par les syndicats de spécialités ;
- des sessions de formation existent ;
- il est facile de s'informer, il est facile de se former.

LES QUALITÉS ET LES PERFORMANCES



▲ Le béton pour la solidité (piste BAC de l'aéroport de Lorient-Lann-Bihoué).

● PERFORMANCES

Dans le domaine routier, en particulier, le béton jouit d'une bonne image de marque, liée à sa durabilité et à sa solidité.

DURABILITÉ

Le béton est le plus durable des matériaux de construction routière.

En France, les références sont nombreuses :

- autoroutes de dégagement de la région parisienne ;
- routes urbaines à Paris construites dans les années trente ;
- pistes aéroportuaires (Orly 1960) ;
- aires de stationnement d'aéroports (Orly 1960) ;
- routes secondaires détenant des records de longévité (50 à 60 ans).

SOLIDITÉ

Le béton est un matériau très solide qui offre un vaste ensemble de qualités. En particulier, il résiste :

- aux charges et au poinçonnement ;
- à la chaleur : il demeure rigide et stable par temps chaud sans déformations ni ornierage ;
- au froid : pas de sensibilité au gel et aux sels de déverglaçage ;
- aux hydrocarbures ;
- à l'érosion : absence d'érodabilité des bords du revêtement, ainsi qu'aux inondations : la chaussée conserve sa cohérence.



▲ Le béton pour la durabilité.

● ENTRETIEN

ENTRETIEN RÉDUIT

Grâce à ses qualités mécaniques, le béton ne nécessite que peu de travaux d'entretien : l'usager n'est pas dérangé.

TECHNIQUES D'ENTRETIEN OPÉRATIONNELLES

Les techniques d'entretien décrites dans la première partie de ce document sont bien connues, rapides et économiques.

TECHNIQUES DE RENFORCEMENT OPÉRATIONNELLES

À la fin d'une période de service, pour adapter la structure à l'évolution du trafic, il est possible – aujourd'hui – d'effectuer des travaux de renforcement progressifs, en particulier les couches minces collées en béton, et sélectifs (réfection de voies lentes).

● ÉCONOMIE

DURÉE DE VIE

Selon le dimensionnement et le trafic réel, des durées de vie très élevées ont été observées (30 à 60 ans).

COÛT GLOBAL

Pour une durée de vie donnée, le coût global (coût de construction + coût d'entretien actualisé) d'un revêtement en béton est très compétitif par rapport à celui d'autres solutions, et moins sensible aux fluctuations du marché.

ÉCONOMIE DE GRANULATS :

- chaussée en béton de moindre épaisseur ;
- emploi de granulats locaux.

GESTION ET ENTRETIEN

La gestion prévisionnelle de l'entretien comporte des éléments bien définis et fiables, et permet une programmation réaliste.

● CONCEPTION

TECHNIQUES OPÉRATIONNELLES VARIÉES :

- revêtement en dalles courtes ;
- revêtement en dalles courtes goujonnées ;
- revêtement en dalles épaisses ;
- béton armé continu ;
- béton compacté.

POUR LES VOIRIES À FAIBLE TRAFIC, EMPRISE RÉDUITE ET TERRASSEMENT RÉDUIT

● CONSTRUCTION

STRUCTURE

Moins épaisse en moins de couches.

DISPONIBILITÉ DES MATÉRIAUX :

- le béton est disponible partout ;
- les centrales à béton demeurent ouvertes toute l'année.

TECHNIQUE À L'ÉCHELLE LOCALE

Elles sont du ressort des entreprises locales pour les petits chantiers. Une route n'est pas plus difficile à réaliser qu'une dalle en béton.

RAPIDITÉ D'EXÉCUTION

Elle est fonction du matériel utilisé. En général, le matériel est adapté à l'importance du chantier. La cadence varie peu en fonction des épaisseurs mises en place. Les rendements pratiques moyens journaliers vont de 150 m² par jour pour un chantier artisanal réalisé à la règle vibrante à 10 000 m² par jour pour un chantier autoroutier fortement industrialisé.



▲ Machine à coffrages glissants : rapidité et qualité d'exécution.

ÉQUIPEMENTS ANNEXES

Pour la petite voirie : possibilité de construire des bordures et des caniveaux intégrés.

Pour les routes plus importantes : les techniques du béton extrudé sont efficacement utilisées pour la réalisation des séparateurs, des caniveaux, trottoirs, bordures de trottoirs, multitubulaires, etc.

● SÉCURITÉ

La route en béton assure la sécurité des usagers.

UNI :

- le problème des joints étant désormais résolu, les routes en béton apparaissent aujourd'hui confortables, sûres et agréables pour l'utilisateur ;
- maintien de l'uni pendant de très longues périodes.



▲ Les séparateurs béton pour la sécurité des usagers.



▲ Des kilomètres de nouvelles pistes cyclables en béton : confort, plaisir et sécurité des usagers.

ADHÉRENCE :

- absence de déformation et d'ornièrage, donc pas de rétention d'eau sur la chaussée et, par suite, moins de risques d'aquaplaning ;
 - possibilités de textures différentes en fonction des besoins et de la nature du projet, aboutissant à une bonne adhérence.
- En outre, il existe maintenant différents procédés de régénération de surface adaptés à chaque situation.

VISIBILITÉ

La route en béton est claire. Par conséquent :

- elle réfléchit très bien la lumière ;
- elle requiert moins d'éclairage ;
- elle apporte une distance de visibilité nocturne plus grande.

● ÉNERGIE

Les routes en béton sont économes en énergie. Économiser de l'énergie, c'est économiser des devises.



▲ Voirie de lotissement en béton : résistante, durable, esthétique, claire et sûre.



▲ Le béton pour l'intégration à l'environnement.

● **ENVIRONNEMENT**

ÉCONOMIE :

- moindre consommation de granulats.
- emploi de granulats locaux.

INTÉGRATION À L'ENVIRONNEMENT

Béton architectonique en milieu urbain.

BRUIT

Traitement de surface adapté : dénudage chimique, béton drainant.

RECYCLAGE

Le recyclage du béton est maîtrisé et constitue ainsi un gisement de matériaux pour de nouvelles routes.

CONCLUSION

Des chaussées en béton sont construites depuis plus d'un siècle. Tous les pays industrialisés peuvent citer des exemples de chaussées encore en service ayant largement dépassé la cinquantaine d'années. Il ne faut pas en conclure que les techniques sont figées : c'est un domaine où l'innovation est extrêmement active et où les échanges d'informations sont importants, au plan national comme au plan international.

Les solutions sont diversifiées : les techniques simples et artisanales de la petite voirie ne sont pas à comparer aux chantiers autoroutiers très industrialisés et à haut rendement. À chaque champ d'application correspond un éventail de possibilités dont il faut évaluer les avantages et difficultés au plan technique comme au plan économique et rechercher à chaque fois l'optimum.

Enfin, la conception et l'exécution d'une chaussée en béton, petite ou grande, ne sont pas plus difficiles à maîtriser que toute autre technique routière. Il est sans doute nécessaire d'y apporter une certaine attention, de laisser une moindre part à l'improvisation et d'aborder rationnellement et sans préjugés les différentes étapes.

Il est facile de se former à la technique et de s'informer des derniers développements. De nombreux supports techniques existent et peuvent apporter, le cas échéant, tout complément d'expertise qui se révèle nécessaire.

Pays	Réseaux	Autoroutes béton	RN béton	CD béton
France		13 %	0,5 %	0,2 %
Allemagne		51 %	15,0 %	35,0 %
Belgique		40 %	20,0 %	31,0 %
États-Unis		60 %	40,0 %	40,0 %

Part du béton dans les réseaux routiers de quelques pays.



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
 E-mail : centrinfo@cimbeton.asso.fr • internet : www.cimbeton.asso.fr