

# Routes

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



## DOCUMENTATION TECHNIQUE

Les produits en béton  
et la voirie à faible trafic

## LE POINT SUR

Bénodet : du béton  
aux couleurs de l'été

## CHANTIER

Lumbres : une voirie  
industrielle en BCMC

### 2 EDITORIAL

### 3-5 LE POINT SUR



**Bénodet**

Du béton aux couleurs de l'été

### 6 SCIENCES ET TECHNIQUES



Le nombre d'or (1<sup>ère</sup> partie)

### 7-14 DOCUMENTATION TECHNIQUE



Les produits en béton  
et la voirie à faible trafic

### 15-17 RÉFÉRENCE

**Beinheim**

Pavés et dalles pour traversée  
de village (Bas-Rhin)

**Huningue**

Parvis avec dalles et pavés  
en béton grenailé (Haut-Rhin)

**Bayonne**

Béton architectural routier en  
désactivé (Pyrénées-Atlantiques)

### 18-19 CHANTIER



**Lumbres**

Une voirie industrielle en BCMC

### 20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture :

Bénodet (Finistère) : les abords  
en béton désactivé du Syndicat  
d'initiative.

# Pour un développement durable

Les infrastructures routières et aéroportuaires ainsi que les équipements annexes représentent, pour la profession du ciment et du béton, un marché à fort potentiel de développement. C'est pourquoi, depuis plusieurs années, nous travaillons à y faire progresser nos parts de marché.

Notre action a porté ses fruits, nous permettant d'enregistrer d'incontestables progrès, notamment dans le domaine des terrassements où le ciment est de plus en plus utilisé dans la stabilisation des sols (remblai, déblai) et le traitement des plateformes (couche de forme).

L'action de promotion engagée sur l'aménagement urbain a été couronnée de succès : les produits en béton (pavés, dalles, bordures et caniveaux, mobilier urbain) et les techniques de béton coulé en place (désactivé, imprimé, bouchardé, hydrosablé) ont accompli, ces dernières années, des progrès très significatifs.

Les infrastructures aéroportuaires (pistes, taxiways, aires de stationnement...) ont représenté, quant à elles, une activité très soutenue pour notre profession.

Enfin, le béton extrudé (séparateurs béton GBA et DBA, cunettes et caniveaux en béton...) a parfaitement su répondre aux exigences de plus en plus contraignantes en matière de sécurité, d'écologie et d'environnement. Sur ce

marché, le béton a progressé à un rythme soutenu, dépassant parfois 20 % par an.

Des progrès restent cependant à accomplir, notamment sur le plan de la compétitivité de notre offre, afin de prendre des parts de marché dans les domaines des chaussées routières neuves et de l'entretien des structures souples existantes. Cimbéton, en partenariat avec le SPECBEA (Syndicat des Entrepreneurs de Chaussées en Béton et des Equipements Annexes) et le SNBPE (Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi) ont mis au point et réalisent, depuis quelques années, des structures innovantes en béton pour la construction et l'entretien des routes et autoroutes (BCMC et BAC/GB).

De plus, nous travaillons actuellement, pour répondre aux exigences de la loi sur les déchets, à l'élaboration d'une nouvelle génération de matériaux - les bétons de fraisats d'enrobés - destinés aux structures de chaussées et aux travaux annexes à la route.

Et notre volonté d'agir ne s'arrête pas là. La profession du ciment et du béton met tout en oeuvre, tant sur le plan industriel que constructif, pour que la fabrication des produits, leur mise en place et leur vie dans l'ouvrage routier respectent au mieux les exigences d'un développement durable.

**Anne Bernard-Gély**

Directeur Général de Cimbéton

**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@cimbeton.net](mailto:centrinfo@cimbeton.net)

Site Internet : [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)

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

Directeur de la publication : Anne Bernard-Gély  
Directeur de la rédaction, coordinateur des reportages et rédacteur des rubriques *Documentation technique* et *Sciences et techniques*: Joseph Abdo - Reportages, rédaction et photos: Romualda Holak, Jacques Mandorla, Gilles Nilsen - Réalisation : Ilot Trésor, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris - Email : [mandorla@club-internet.fr](mailto:mandorla@club-internet.fr) - Conception maquette: Dorothée Picard - Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 2002 - ISSN 1161 - 2053 1994





Place du casino : association de dalles polies en béton clair et noir, dont l'adhérence est excellente même par temps de pluie.

# Bénodet : du béton aux couleurs de l'été

Riche d'un exceptionnel patrimoine naturel, Bénodet (Finistère) entretient soigneusement son image de station balnéaire très attractive. Une stratégie qui doit beaucoup à la qualité des aménagements urbains et à l'originalité des réflexions qui nourrissent leur conception.

Située à la frontière de deux pays bretons, le pays fousnantais et le pays bigouden, Bénodet jouit d'un cadre naturel assez exceptionnel, qu'elle a non seulement su préserver, mais aussi mettre en valeur. À tel point que cette petite commune du Finistère sud a fait du tourisme son unique ressource. Ainsi la population, de 2750 habitants l'hiver, approche les 30000 à partir du mois de juillet, avec l'afflux d'estivants français et étrangers, dont une forte proportion d'anglo-saxons venus goûter aux charmes du "yachting" (voile de plaisance), une tradition vivace depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle. Il est vrai que cette station balnéaire, appréciée pour sa douceur de vivre, dispose de nombreux atouts : l'estuaire de l'Odet et

ses rives sauvages, une baie magnifique à contempler sous le soleil couchant et abritant les différentes activités nautiques, la présence de quatre plages ou encore la possibilité de rallier par bateau les îles de Glénant, distantes d'une douzaine de milles...

## ■ Des aménagements lumineux et de qualité

Beaucoup d'efforts sont déployés par la municipalité pour entretenir et améliorer l'image de la ville. "Une attention toute particulière est accordée aux aménagements urbains, explique Christian Pennanech, maire de Bénodet. Le visiteur doit percevoir une différence avec l'environne-

ment dans lequel il vit le reste de l'année : une solution d'aménagement clair invite à la détente, même si elle conserve son caractère urbain".

Deuxième exigence, offrir au public des prestations de qualité, tant au niveau du



Banc en béton préfabriqué de la Place de l'église Notre-Dame de la Mer.

mobilier urbain (bancs, jardinières), de plage (cabines) ou des sols, afin d'inciter les usagers au respect. Une démarche à rapprocher de la nécessité de choisir des produits durables, résistants à l'atmosphère saline et à l'érosion provoquée par le sable. La solution : le béton désactivé, employé depuis 1989, et qui est de plus en plus associé à des chaînages en pierre naturelle (en granit essentiellement). *"Nous sommes amenés à résoudre une contradiction apparente, les élus étant toujours un peu soupçonnés de "bétonner" le littoral, poursuit Christian Pennanech. C'est paradoxal, car le béton a toute sa place et notre mission est de revaloriser un matériau qui, tout en conservant ses caractéristiques de résistance et de longévité, permet d'offrir une qualité d'aspect et d'ambiance qui est aux antipodes de sa réputation".*

## ■ Des bétons inédits en front de mer

*"Les principes d'aménagement et le choix des matériaux sont soumis, dans le cadre de la Loi sur le littoral de 1986 renforcée en 1989, à l'approbation de l'Architecte des Bâtiments de France dans la bande de 100 m longeant la côte, qui a le statut de ZPPAUP, Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager"* souligne Françoise Le Gall, directrice générale des services de la mairie. Parmi les nombreux exemples de la nécessaire intégration de l'aménagement au site, on citera la réalisation d'un chemin piétonnier d'une longueur de 100 m, reliant le quai du commandant l'Herminier et son embarca-



Chemin piétonnier en béton de sable blanc désactivé s'harmonisant agréablement avec la plage et la nature.



Quai du commandant l'Herminier : un béton désactivé à mi-chemin entre l'urbain et l'estival.

dère au port de plaisance de Penfoul. *"Nous aurions voulu le réaliser en sable stabilisé, mais les contraintes d'entretien et de durabilité nous ont dirigé sur le béton"* souligne le maire.

Mais comment obtenir l'aspect du sable avec un béton ? *"Nous avons proposé une solution en partenariat avec Lafarge Ciments"* explique Christian Lescoat, directeur régional sud de Quéguiner, négociant-spécialiste du béton préfabriqué et du béton prêt à l'emploi, bien représenté en Bretagne grâce à un réseau de 16 agences, 3 usines de préfabrication et 5 centrales BPE. Le produit, rapidement accepté après la réalisation de deux échantillons, est innovant : un béton de sable "micassé" (un kaolin de couleur blanche), désactivé et formulé à base d'un ciment de laitier de haut-fourneau (CEM III A 42,5 N CE), dont la couleur claire tirant très légèrement sur le vert confère au produit une luminosité toute particulière. *"Nous envisageons de remplacer progressivement toutes les zones traitées en sable stabilisé par ce béton de sable"* indique le maire.

## ■ Confort de marche

Autre avantage de ce micro-béton : un aspect de surface extrêmement régulier, compte tenu de la très faible granulométrie des éléments (sable 0/4). *"Le béton est, par essence, un matériau dur, souligne le maire. Le travail de conception, partagé entre l'architecte-conseil, l'Architecte des Bâtiments de France et les services de la mairie, tend, entre autres, à adoucir ce matériau par un choix approprié des granulats"*. Exemple : les abords du lotisse-



Giratoire de la Pointe St Gilles en béton préfabriqué clair.



Bordure d'îlot directionnel en ciment blanc et granulats naturellement rétro-réfléchissants (quartz, mica).

ment de la Résidence Service qui accueille des personnes âgées. Solution : un granulat de petite taille, allié à un soin particulier porté à la planéité des surfaces, exemptes de tout décrochement (pentes douces). Ici, l'association du béton désactivé et de pavés en béton anime l'espace.

Une association savamment étudiée : *"Notre spécificité est de pouvoir valoriser la finition tant du béton coulé en place que des éléments préfabriqués, dalles, pavés, bancs, jardinières ou autres éléments de mobilier urbain, explique Michel Raphalen, directeur de production de Quéguiner. Cette offre coordonnée permet d'assurer la*





Place de la Mairie : une déclinaison de bétons désactivés, tant coulés en place que préfabriqués (bordures).



Christian Pennanech  
maire de Bénodet

“Je suis frappé par la souplesse d’adaptation du béton aux différents sites, du très urbain au plus naturel.”

cohérence de l’aménagement”. Et cela aussi bien pour des sites en front de mer que pour des aménagements routiers (giratoires, îlots séparatifs), plus “fonctionnels”. Ainsi, pour proposer des solutions durables et répondre aux attentes du maître d’ouvrage, le négociant a développé, grâce à l’appui de son bureau d’études-produits, des bordures à base de ciment blanc et de granulats naturellement réfléchissants (quartz, mica). Solution plus efficace et plus pérenne que les peintures brillantes.

### ■ Mise en œuvre : un encadrement indispensable

“Nous nous inscrivons, avec nos interlocuteurs, dans une démarche de partenariat fondée sur une indispensable écoute” assure Christian Lescoat. Des propos que Christian Pennanech complète en expliquant que tous les intervenants essayent d’agir dans l’intérêt du chantier. “Mais il nous arrive encore de constater un manque de formation et de maîtrise chez certaines entreprises”. Ce problème récurrent pour les entreprises routières, qui s’étaient positionnées sur ce marché, s’est résolu grâce à l’intervention de sous-traitants spécialisés. Le seul point délicat, pointé par le maire et par Loïc Fortun, contrôleur principal à la subdivision de Quimper, réside dans la régularité du dénudage des granulats. Ce qui a entraîné, de la part de la municipalité et de la DDE, une grande vigilance sur les

chantiers. D’autant que les travaux ont lieu en basse saison, de novembre à avril, où la météo est plus contraignante.

L’encadrement et le suivi des travaux par la maîtrise d’œuvre et la maîtrise d’ouvrage sont manifestement à la hauteur, comme en témoigne le haut niveau de qualité constaté sur les aménagements de Bénodet en béton désactivé. Leur surface cumulée atteint à ce jour 6 000 m<sup>2</sup> : place Saint Thomas, place du général de Gaulle, abords du Syndicat d’initiative, rue de Kerguelen, rue et place de l’église, venelle des ormeaux, avenue de la plage, avenue de la mer, place de la Mairie, port de Penfoul... et bien d’autres références. “Nous constatons un réel développement du béton désactivé pour des ouvrages piétons et un essoufflement des enrobés de synthèse, explique Loïc Fortun. De nombreuses communes nous demandent, en effet, des produits durables, esthétiques et exigeant peu d’entretien”.

### ■ UNE SOLUTION RADICALE POUR L’ENTRETIEN

En optant pour des bétons désactivés de couleur claire, la municipalité s’oblige à un entretien régulier, nécessaire au maintien de la qualité d’accueil de la station balnéaire. “Ces matériaux sont tolérants vis-à-vis des salissures pendant les 6 premiers mois, explique Christian Pennanech, maire de Bénodet. Passé ce délai, les dépôts commencent à être visibles”. Longtemps circonspect sur la possibilité de “rattraper” un béton désactivé terni par le temps, et surtout souillé par les huiles et hydrocarbures, le maire a récemment trouvé une solution radicale, permettant de rendre leur aspect originel à des bétons vieux de 10 ans.

La solution, mise au point par une entreprise bénodettoise, est un appareil à triple jet d’eau tournant sous pression, qui décape la surface du béton sans déchausser les granulats. Et qui peut être éventuellement associée à l’utilisation d’un dégraissant. Le traitement offre de nouvelles perspectives au béton, notamment sur les chaussées ou places de parking, où les souillures sont inévitables.

“Le béton acquiert un avantage décisif sur les enrobés clairs ou de synthèse, dont le liant se détériore et dont la couleur vire au gris au bout de quelques années” ajoute l’élu.

### ■ Stimuler la créativité

Si le béton désactivé fait recette, grâce à son bon positionnement économique, d’autres solutions comme le béton grenailé (dénudage mécanique) ou même le béton gris balayé, pour un traitement plus sobre de voies circulées, intéressent la municipalité. “Notre mission est de stimuler l’imagination des concepteurs pour faire évoluer les finitions et traitements de surface, conclut Jean-Christophe Redon, délégué régional Routes pour la région ouest chez Lafarge Ciments. Si le béton de sable en est un exemple, la demande pour des bétons désactivés et légèrement polis en est un autre. Notre rôle n’est pas d’imposer des solutions, mais bien d’accompagner l’émergence des produits et finitions de demain, initiée par les concepteurs”. ●

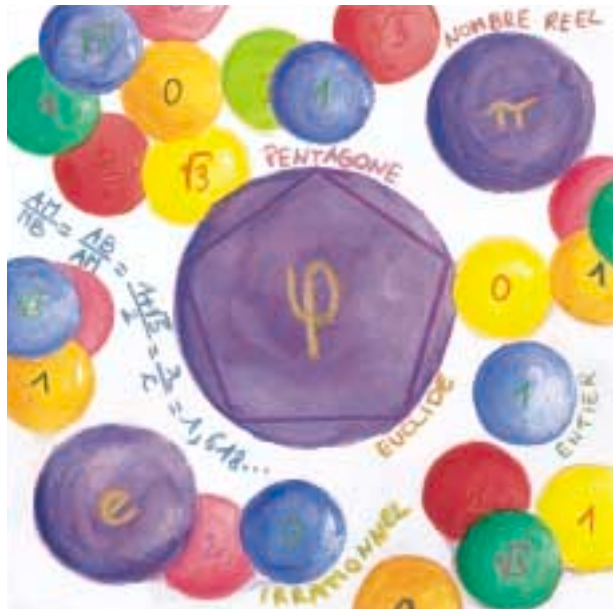
## Le nombre d'or (1<sup>ère</sup> partie)

Dans l'ensemble infini des nombres, l'égalité n'est pas la règle. Quelques privilégiés sortent du lot :  $\pi$  (valeur approchée : 3,1416) et  $e$ , base des logarithmes népériens (valeur approchée : 2,7182), mais aussi un nombre célèbre, désigné par la lettre grecque  $\phi$  et appelé "Nombre d'or".

Correspondant à une proportion considérée comme particulièrement esthétique, le nombre d'or revient fréquemment dans les propos des artistes et des poètes. L'idée s'est répandue, y compris dans les milieux universitaires, que les grands artistes de l'Antiquité et de l'âge classique, notamment les architectes, ont eu recours au nombre (ou à la section) d'or pour réaliser leurs œuvres. Au fur et à mesure, ses partisans le voyaient partout : dans un tournesol, dans une toile de maître, dans un temple grec ou dans un mollusque. Selon eux, il serait la clef de voûte de l'univers. Mais qu'est ce que le nombre d'or et qu'en est-il réellement de ses vertus et de son universalité ?

### ■ Le nombre d'or dans l'histoire

Il s'agit d'un nombre irrationnel dont la valeur exacte est égale à  $(1 + \sqrt{5})/2$ , soit en valeur approchée : 1,618. Il est certain que sa découverte empirique remonte à l'Antiquité la plus reculée, probablement à l'époque de Pythagore et de ses disciples. Mais, c'est à Euclide qu'on doit la première définition écrite : dans le Livre VI de son traité *Les Eléments*, il définit ce qui deviendra le nombre d'or comme le rapport particulier entre deux segments de droite\*. En fait, Euclide, ayant découvert que ce nombre est lié aux propriétés de certains polyèdres réguliers, définit ce partage en moyenne et extrême raison pour construire plus facilement le pentagone régulier (polygone à 5 côtés), le décagone régulier (polygone à 10 côtés) et deux polyèdres réguliers, le dodécaèdre dont les douze faces sont des pentagones réguliers convexes, et l'icosaèdre dont les vingt faces sont des triangles équilatéraux. Si l'essentiel des propriétés géométriques du nombre d'or est contenu dans *Les Elé-*



ments, Euclide ne semble pas lui accorder un intérêt privilégié, pas plus qu'aux figures géométriques qui lui sont rattachées. Mais les mystiques de son époque ont accordé leur faveur au nombre d'or, en raison de sa présence obsédante dans la géométrie des décagones et pentagones réguliers, auxquels les Grecs attribuaient la valeur symbolique de perfection, de vie, de beauté et d'amour.

D'Euclide à nos jours, le nombre d'or n'a cessé de fasciner les hommes de science et de l'art. Au Moyen Âge, une place exceptionnelle doit être faite à Léonard de Pise, dit Fibonacci (1175-1240) qui fut l'un des plus grands mathématiciens de cette époque. Homme d'affaires international, il avait profité de ses voyages pour s'initier aux sciences du Moyen-Orient. On lui doit un important traité, le *Liber Abaci*, où il aborde toute une variété de problèmes théoriques et pratiques, en particulier une suite de nombres, à laquelle la postérité a donné le nom de "Suite de Fibonacci", qui converge vers le nombre d'or\*.

Le nombre d'or a été introduit en Europe au XIII<sup>e</sup> siècle grâce à une traduction en latin des *Eléments* d'Euclide, à partir d'une ver-

sion arabe, due au mathématicien Campanus de Novare. Mais le premier traité spécifique sur le nombre d'or, considéré dans ses propriétés mathématiques, ses attributs esthétiques et ses aspects mystiques, est l'œuvre du moine franciscain Fra Luca Pacioli, mathématicien de renom. Son ouvrage, intitulé *Divina Proportione* et publié à Venise en 1509, eut le privilège d'être illustré par Léonard de Vinci. Il eut immédiatement un énorme retentissement international qui, de surcroît, popularisa les *Eléments* d'Euclide et notamment le principe de partage en moyenne et extrême raison. En 1596, l'astronome allemand Johannes Kepler qualifia la *Divina Proportione* de "joyau de la géométrie",

qualificatif qui paraît pleinement justifié. Puis, plus rien d'important jusqu'aux XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles où historiens, archéologues, artistes, philosophes, architectes ou scientifiques l'évoquent : le philosophe allemand Adolf Zeising, les archéologues Jay Hambidge et Frédéric Lund, les ingénieurs Ernst Moessel et Matila Ghyka... Ce dernier publie en 1927 *L'esthétique des proportions dans la nature et dans les arts* et en 1931 *Le nombre d'or* qui connaissent un gros succès et immortalisent la division en moyenne et extrême raison d'Euclide sous un nouveau vocable : le *nombre d'or*. Puis le poète Paul Valéry, l'architecte Le Corbusier, le photographe Henri Cartier-Bresson, les peintres Sérusier, André Lhote, Juan Gris, Gino Severini, le docteur Funck-Hellet, les historiens d'art Elisa Maillard, André Chastel, René Huyghe, et bien d'autres encore, accréditèrent la thèse du rôle majeur du nombre d'or dans l'art et l'architecture. Et, de nos jours, le nombre d'or continue de susciter de nombreuses recherches, essentiellement d'ordre psychologique et esthétique. ●

\* Suite dans le prochain numéro : *Le nombre d'or dans les mathématiques*.



# Les produits en béton et la voirie à faible trafic

La voirie à faible trafic, réalisée en produits en béton, se développe en France. Son succès est dû à la satisfaction qu'elle apporte aux usagers, comme aux responsables des réseaux, pour des raisons techniques, économiques, écologiques et esthétiques.



## LA VOIRIE À FAIBLE TRAFIC

Une voirie est dite à faible trafic lorsque le nombre de véhicules qui y circulent, par jour et par sens, est inférieur à l'équivalent de :

- 150 poids lourds de charge utile supérieure à 5 tonnes ;
- ou 190 poids lourds de poids total autorisé en charge supérieur à 3,5 tonnes.

Ceci correspond à environ 1 500 véhicules par jour et par sens, tous modèles confondus, sans distinction de charges. Cette appellation recouvre un très grand nombre de routes. On distingue :

- la voirie et l'aménagement urbain ;
- la voirie rurale (agricole, viticole et forestière) ;
- la route communale et certaines routes départementales ;
- les aires de trafic industrielles et les aires de stationnement.

## LES PRODUITS DE VOIRIE EN BÉTON

### Le marché des produits de voirie et d'aménagements urbains

#### ● Définition

Les voiries concernées sont celles dont le trafic est inférieur à 150 poids lourds par jour ( $t_3$ ).

#### ● Les domaines d'utilisation

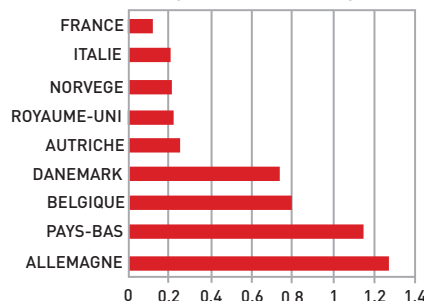
Rues et voiries de lotissement, parkings et aires de stationnement,

accès aux bâtiments industriels et publics, aires non circulées, voies d'accès privées... Ceci représente, en France, un marché annuel total supérieur à 100 millions de m<sup>2</sup>.

### Le potentiel français de développement

Le marché français des produits en béton est particulièrement en retard par rapport à celui des pays voisins et en particulier par rapport à l'Allemagne. À titre d'exemple, l'Allemagne produit 100 millions de m<sup>2</sup> de pavés (contre 8 millions à la France) et 60 millions de m<sup>2</sup> de dalles (contre 7 millions à la France). Le potentiel de développement est donc très fort. L'examen du graphique ci-dessous met en évidence ce retard considérable. À titre indicatif, faire passer la consommation française de pavés à 0,6 m<sup>2</sup> par habitant et par an (la moitié de la consommation allemande) conduirait à quadrupler notre marché national.

Production annuelle de pavés en béton en m<sup>2</sup> par habitant et par an



### ARGUMENTS GÉNÉRAUX

Si la voirie réalisée à partir de produits en béton a un fort potentiel de développement, c'est grâce notamment à la satisfaction qu'elle apporte aux usagers comme aux responsables pour des raisons esthétiques, économiques, techniques et écologiques.

#### Raisons esthétiques

Elles sont dues essentiellement à la variété des formes, des dimensions, des teintes et des textures.

##### ● Les formes et les dimensions

Étant un matériau moulable, le béton peut adopter une multitude de formes et de dimensions comme en témoigne le grand nombre de modèles de bordures, de pavés, de dalles et de mobiliers urbains.



Bordure franchissable et caniveau associé.

##### ● Les couleurs

Gris ou blanc, le ciment mélangé aux granulats, donne au béton sa teinte de fond qui peut toujours être modifiée par l'ajout de colorants. Dans le cas des produits en béton désactivé, la couleur des granulats contribue à la teinte finale. La variété des couleurs est alors très grande. Il est ainsi possible de réaliser des produits polychromes, voire veinés.



Dalles et pavés veinés ou polychromes.

##### ● Les textures

Elles vont des surfaces lisses (grésées, polies) aux surfaces traitées (lavées, désactivées, grenillées, bouchardées, imprimées, etc.). Suivant la nature et la profondeur du traitement choisi, le relief de surface obtenu est plus ou moins accentué et l'esthétique de surface dépend alors directement du choix des granulats.



Dalles et pavés lavés.

#### Raisons économiques

Les produits en béton sont constitués d'éléments disponibles localement (sable, granulats, ciment, eau) et contrairement au bitume, s'accrochent bien des différents types de granulats et de sables. Les sites de production et les négoces sont nombreux et parfaitement répartis sur l'ensemble du territoire.

##### ● Une technique à l'échelle locale

Elle est du ressort des entreprises locales, formées à la mise en œuvre des produits d'environnement et de voirie. Elle utilise des granulats extraits le plus souvent localement, qu'ils soient d'origines alluvionnaires ou de roches massives, roulées ou concassées.

##### ● Une technique très compétitive

###### Au stade de la construction

Dans la gamme des composants "qualitatifs", les produits en béton sont compétitifs par rapport à d'autres matériaux, notamment si l'on considère leur apport esthétique. Il convient aussi de souligner que la consommation totale d'énergie pour la réalisation d'un m<sup>2</sup> de revêtement en dalles ou pavés béton est plus faible que pour un m<sup>2</sup> de bitume.

###### Après la construction

- Le béton ne nécessite pratiquement aucun entretien sur la période de service prévue, d'où un niveau plus élevé de service à l'utilisateur.
- En considérant le coût global intégrant les notions de durée de vie, de démontabilité et de réemploi pour accès aux réseaux enterrés, de temps de mise à disposition, d'entretien, etc., la solution produits en béton se révèle intéressante. Par ailleurs, l'aptitude au démontage et au réemploi conduit, à terme, à un coût d'exploitation et à un coût global plus faibles que les solutions classiques, tout en préservant la fonction esthétique.
- Autres avantages économiques : possibilité d'obtention d'une subvention pour la construction de la chaussée durable, alors que l'on ne peut pas en avoir pour l'entretien et récupération de la TVA sur l'investissement, alors que les dépenses d'entretien ne le permettent pas.

#### Raisons techniques

##### ● Une qualité certifiée

Les composants de voirie en béton sont des produits industriels et bénéficient, à ce titre, d'une grande maîtrise de leurs conditions de fabrication. Les marques NF pour les bordures, les pavés et les dalles attestent de la conformité des produits aux textes normatifs correspondants :

- NF P 98-302 "Bordures et caniveaux préfabriqués en béton" ;
- NF P 98-303 "Pavés voirie en béton" ;
- NF P 98-305 "Pavés structurés en béton" ;





- NF P 98-307 "Dalles en béton pour revêtements de sols". Ces textes définissent les éléments et spécifient leurs caractéristiques dimensionnelles, d'aspect et de résistance aux sollicitations extérieures (climatique et trafic). La marque QUALIF-IB "Produits d'environnement" atteste de la conformité des mobiliers urbains avec le texte de référence établi par la firme productrice et approuvé par la commission paritaire de gestion du certificat de qualification.

### ● Une grande souplesse d'emploi et de mise en œuvre

La modularité des produits en béton leur permet de s'adapter à tous les sites. Il est, en effet possible, de traiter simplement, aussi bien les grandes surfaces que celles plus réduites, les pentes ainsi que les courbes de faible rayon. Par ailleurs, la pose des pavés et des dalles sur lit de sable autorise les déposes et les réemplois permettant ainsi des interventions localisées.

### ● Une robustesse reconnue

Grâce à leurs caractéristiques de haut niveau parfaitement maîtrisées, les produits de voirie en béton résistent aussi bien aux sollicitations mécaniques (trafic) que climatiques (gel, sels de déverglaçage). Par ailleurs, le caractère modulaire des revêtements de sols réalisés au moyen de pavés et de dalles permet d'éviter l'apparition de fissures en surface (sous l'effet des phénomènes de dilatation, retrait, etc.) inhérents aux autres types de revêtements.

### ● Des outils pour le dimensionnement et la mise en œuvre

Des outils (logiciels CERIB, guides FIB, guides CIMBÉTON, fascicule 29, fascicule 31) permettent la réalisation d'ouvrages de grande qualité.

## ■ Raisons écologiques

Le béton est un éco-produit. La variété des produits et leur aspect permettent une bonne intégration au site ainsi qu'une personnalisation des aménagements. Les pavés et les dalles gazon autorisent une bonne cohabitation entre espaces verts et automobiles. Des pavés et des dalles en béton spécialement conçus pour assurer l'infiltration directe des eaux pluviales, apportent une réponse aux "techniques d'assainissement alternatives" et, en particulier, à la technique des chaussées réservoir. En effet, la voirie représente une grande partie des surfaces urbaines d'où l'idée d'utiliser les structures des chaussées pour stocker provisoirement les eaux de ruissellement à la manière d'un bassin de rétention. L'infiltration au travers du revêtement s'effectue soit par l'utilisation d'éléments en béton perméable soit au travers des joints. Les pavés en béton ont été utilisés avec succès sur de nombreux sites de chaussées réservoirs.



## LES MATÉRIAUX URBAINS

### Coûts à la construction des produits préfabriqués en béton

Matériaux	Bordures	Pavés	Dalles	Mobilier urbain
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- marque NF</li> <li>- esthétique, variété des couleurs, et des aspects</li> <li>- souplesse d'emploi</li> <li>- durabilité, bonne résistance aux sollicitations mécaniques, climatiques</li> <li>- signalisation</li> <li>- mécanisation de la pose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- marque NF</li> <li>- esthétique, variété des couleurs, des formes, des aspects</li> <li>- durabilité, bonne résistance aux sollicitations mécaniques, climatiques</li> <li>- signalisation horizontale</li> <li>- démontabilité</li> <li>- mécanisation de la pose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- marque NF</li> <li>- esthétique, variété des couleurs, des formes, des aspects</li> <li>- souplesse d'emploi</li> <li>- durabilité, bonne résistance aux sollicitations mécaniques, climatiques</li> <li>- signalisation horizontale</li> <li>- démontabilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- marque QUALIF-IB</li> <li>- esthétique, variété des couleurs, des formes, des aspects</li> <li>- durabilité, bonne résistance aux sollicitations climatiques</li> <li>- signalisation verticale</li> <li>- interchangeabilité</li> </ul>
<b>Inconvénients ou contraintes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rigueur dans la réalisation des joints</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nécessité d'une bonne qualité de mise en œuvre (joints serrés, calage de rives)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mal adapté aux trafics élevés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mise en œuvre doit respecter les indications du fournisseur</li> </ul>
<b>Fourchette de prix prix (€/m²) *</b>	selon le modèle de bordure	23 - 61 selon l'aspect esthétique	27 - 77 selon l'aspect esthétique	selon le type de mobilier et l'aspect esthétique

\* Les prix indiqués ci-dessus correspondent à des structures complètes (fournitures et poses comprises)

### RÉPONSE DES PRODUITS EN BÉTON AUX BESOINS ET EXIGENCES

#### ■ Les besoins

Pour l'aménageur, les enjeux portent à la fois sur la structuration de l'espace, sur sa personnalisation, sur l'intégration dans l'environnement et sur l'esthétique, tout en renforçant la sécurité d'usage de l'espace. Les critères du gestionnaire concernent plus particulièrement la souplesse d'emploi et de réemploi, la facilité d'entretien et la pérennité.

Les considérations d'ordre économique constituent aussi, bien évidemment, un enjeu majeur pour l'ensemble des acteurs.

#### ■ Les exigences

##### ● La structuration de l'espace urbain et sa personnalisation

Les objectifs peuvent être multiples : réaliser une nouvelle répartition dans l'affectation des sols (matérialiser des cheminements privilégiés pour une catégorie d'usagers, créer de nouveaux espaces...), homogénéiser un lieu, une place, un quartier, mettre en valeur une façade, un monument, renforcer la sécurité des usagers.



##### ● Les caractéristiques superficielles

Les besoins portent particulièrement sur les respects de la sécurité et du confort des usagers. La satisfaction à ce besoin se décline en exigences fonctionnelles tout à fait essentielles que constituent la résistance (au glissement ou au dérapage) et l'uni de surface.

##### ● La durabilité

D'une manière générale, la durabilité et la qualité à terme des ouvrages résultent de nombreux facteurs : la qualité du revêtement, de la conception de la structure de l'ouvrage, de réalisation de l'ouvrage et de son entretien.

Les différents acteurs concernés disposent de nombreux outils contribuant à obtenir cette qualité dont :

- la certification de qualité et les normes attachées aux produits de revêtement, aux bordures et caniveaux qui constituent une garantie de leur tenue vis-à-vis des sollicitations mécaniques liées au trafic, climatiques ou résultant de l'entretien, dans la mesure toutefois où leur mise en œuvre a été faite conformément aux règles de l'art. Les spécifications correspondantes portent notamment sur les tolérances dimensionnelles, sur l'aspect, sur la résistance mécanique et sur la résistance au gel-dégel ;

- les outils d'aide à la conception mécanique des ouvrages : guides et logiciels ;
- les CCTG (fascicules 29 et 31) et les CCTP ;
- le guide *Aménagements urbains et produits de voirie en béton* qui donne notamment les indications relatives à l'entretien.

##### ● L'esthétique et l'intégration à l'environnement

Les exigences de l'aménageur portent sur la variété des formes, des dimensions, des teintes et des textures qui lui permettent d'enrichir, de personnaliser, d'intégrer son projet tout en assurant les fonctions usuelles dévolues aux revêtements de sols. Les variétés offertes sont actuellement quasi sans limites. En effet, matériau moulé, le béton adapte sa forme. La palette des couleurs est étendue grâce au jeu des colorants et des granulats. Par ailleurs, les techniques de fabrication modernes permettent de proposer des textures diverses telles que l'aspect lavé, sablé, grenailé, flammé, etc.



##### ● La souplesse d'emploi

Compte tenu des multiples interventions sur la voirie urbaine, il convient de s'assurer de la bonne réparabilité du revêtement utilisé. La modularité autorise une adaptation aisée à la réalisation des contours mouvementés ou à la réalisation des points singuliers. Cette modularité facilite également les mariages avec d'autres matériaux.

##### ● Le critère économique

L'approche financière doit tenir compte de la satisfaction apportée aux exigences précédemment évoquées. Il convient de considérer qu'une solution esthétique n'est pas nécessairement une solution onéreuse. Dans la gamme des revêtements "qualitatifs", les coûts des produits modulaires en béton sont tout à fait compétitifs. Par ailleurs, le poste "coût initial" du revêtement ne représente le plus souvent qu'une fraction limitée de l'enveloppe budgétaire globale de l'aménagement pris dans son ensemble, alors que sa contribution est tout à fait déterminante pour les usagers.

#### ■ La réponse des bordures et des caniveaux en béton

##### ● La structuration de l'espace

- Traitement des emprises et des tracés : bordures de trottoir, bordures séparatives, îlots directionnels, etc.
- Fonction de collecte des eaux pluviales : caniveaux simple ou double pente.





### ● Les caractéristiques superficielles

Les bordures et caniveaux présentent de bonnes qualités d'adhérence et affichent une nouvelle esthétique grâce aux couleurs et aux textures variées et maîtrisées.

### ● La souplesse d'emploi, la mise en œuvre et l'entretien

Les bordures en béton s'adaptent à tous les sites. Leur modularité est le facteur clé dans cette adaptation. Il est, en effet, possible de traiter simplement aussi bien les changements de pente que les courbes. Des éléments de faible longueur permettent de traiter des courbes de rayons réduits. Leur mise en œuvre est simple bien que devant être exécutée avec soin.

### ● Une qualité des produits certifiée par la marque NF

La marque NF atteste de la conformité des produits à la norme NF P 98-302 "Bordures et caniveaux préfabriqués en béton". Il convient de souligner que dans le cadre des marchés publics, la conformité aux normes est obligatoire. La conformité est attestée soit par la marque NF soit par des essais de réception dans le cas des produits n'entrant pas dans le champ de la certification NF.

### ● Le critère économique

Les techniques de fabrication actuelles et les traitements de surface associés permettent la mise sur le marché de produits esthétiques, disponibles localement, à des coûts très compétitifs dans la gamme des produits qualitatifs.

## ■ La réponse des pavés et des dalles en béton

### ● Modules variés

Les normes françaises donnent les définitions suivantes :

- un produit est un **pavé** lorsque le rapport de sa surface vue (exprimée en cm<sup>2</sup>) à son épaisseur (en cm) est inférieur à 100,
- un produit est une **dalle** dans les autres cas, étant précisé que leur plus grande dimension est limitée à 0,80 m\*.

Il existe sur le marché une grande variété de modules conformes à ces définitions, aussi bien pour les pavés que pour les dalles. Des dalles de plus grandes dimensions sont également commercialisées. Ces

\* Les normes européennes EN 1338 et EN 1339 en cours d'élaboration, qui seront transposées en normes françaises dès leur parution, donnent les définitions suivantes : un produit est un pavé si le rapport de sa longueur à son épaisseur est au plus égal à 4, un produit est une dalle dans les autres cas, étant précisé que leur plus grande dimension est limitée à un m.

dalles, généralement armées et dont les dimensions peuvent aller jusqu'à 2 m x 2 m, font l'objet de dispositions spécifiques relatives à leur méthode de dimensionnement, leurs conditions de mise en œuvre et la garantie de leurs performances.

### ● La structuration de l'espace

Par le jeu des teintes et des aspects de surface, les pavés et les dalles constituent une composante essentielle dans la création et la limitation des espaces.

### ● Des caractéristiques superficielles reconnues

Les pavés et les dalles en béton offrent de bonnes résistances au glissement grâce à des textures variées, adaptées à l'usage et bien maîtrisées.

### ● L'esthétique et l'intégration à l'environnement

Les pavés et les dalles en béton ont une vocation esthétique affirmée grâce à une large variété de couleurs, de formes, de dimensions et de combinaisons. Le revêtement doit être cohérent avec l'environnement. Les composantes de cette cohérence sont l'intégration au site (ancien, moderne, urbain, rural, etc.), la liberté de créativité des architectes, la personnalisation d'un site, d'un quartier ou d'une ville. L'éventail des solutions qu'offrent, vis-à-vis de ces composantes, les revêtements modulaires en béton est quasi sans limite. En effet, l'aménageur peut jouer sur la forme des modules, leur couleur, leur texture, leur appareillage et sur les mariages des modules entre eux.



### ● Une grande souplesse d'emploi

Grâce à la modularité, les pavés et les dalles en béton s'adaptent à tous les sites. Il est en effet possible de traiter simplement, aussi bien les grandes surfaces que les surfaces réduites, les pentes que les courbes. Des éléments de faible module permettent de traiter des courbes de rayons réduits. Leur mise en œuvre est simple et doit être exécutée avec soin. La pose sur sable autorise les déposes et les réemplois permettant ainsi des interventions localisées.

### ● Une qualité certifiée par la marque NF

Les marques NF pour les pavés et pour les dalles attestent de la conformité des produits aux textes normatifs correspondants :

- NF P 98-030 "Pavés voirie en béton"
- NF P 98-305 "Pavés structurés en béton"
- XP P 98-307 "Dalles en béton pour revêtements de sols"\*

Il convient de souligner que dans le cadre des marchés publics (États et Collectivités Territoriales), la conformité aux normes est obligatoire. Cette conformité est attestée soit par la marque NF soit par des essais de réception. Ces derniers présentent toutefois l'inconvénient de différer notablement la pose des produits en attendant le résultat de leurs essais de réception, sous peine d'une dépose ultérieure possible.

Les textes normatifs définissent les éléments, spécifient leurs caractéristiques dimensionnelles, d'aspect et de résistance aux sollicitations extérieures (climatique et trafic). La maîtrise des techniques de production industrielle permet de fabriquer des produits de grande durabilité.

### ● Le critère économique

Une technique éprouvée pour un coût global compétitif. La technique des revêtements modulaires est très ancienne et bénéficie à ce titre d'une riche expérience.

Aujourd'hui : les logiciels de dimensionnement développés par le CERIB et proposés aux prescripteurs permettent l'optimisation technico-économique des ouvrages projetés, l'approche financière d'un projet doit prendre en compte le coût global de l'ouvrage intégrant les notions de durée de vie, de démontabilité et de réemploi pour accès aux réseaux enterrés, de temps de mise à disposition, d'entretien, etc., l'aptitude au démontage et au réemploi des revêtements modulaires conduit à terme à un coût d'exploitation et à un coût global plus faibles que les solutions classiques tout en préservant la fonction esthétique.

➔ **Nota :** Une étude canadienne récente (*Whole-life cost analysis of concrete paving*, Anthony NS Beaty, Royal Military College, Canada) semble confirmer en effet, que si l'on intègre les faibles coûts de maintenance et la possibilité d'une réutilisation après démontage, la solution du type revêtement modulaire en béton présente un coût global inférieur aux solutions à base d'enrobés bitumineux.

## ■ La réponse du mobilier urbain en béton

### ● Structuration de l'espace et sa personnalisation

**Une grande variété d'équipements pour les fonctions multiples.** Le caractère malléable du béton, la grande variété des couleurs et des aspects de surface possibles, sont autant d'atouts pour une réponse intéressante à ces aspirations d'identité et de personnalisation.

Actuellement, les élus recherchent la personnalisation de leurs espaces tendant à leur conférer une identité, voir un cachet en parfaite harmonie avec l'environnement. Face à ces aspirations, le mobilier urbain apporte des réponses variées.

\* Le fascicule 29 du CCTG fait référence à la marque QUALIF-IB. Celle-ci a été remplacée en 1996 par la marque NF.



### ● La garantie des produits

Une qualité certifiée par le QUALIF-IB "Produits d'environnement". Il existe, depuis 1989, un certificat de qualification, le QUALIF-IB "Produits d'environnement", dûment reconnu par les pouvoirs publics. Cette certification s'adresse à tous les produits en béton qui ne sont pas déjà couverts par un texte normatif : il s'agit, par exemple, des murs de soutènement, des petits éléments de soutènement, des bancs publics, des bornes, des jardinières, des entourages d'arbres,...

Le principe du certificat est fondé sur l'établissement, par la firme, d'un cahier des charges par famille de produits définissant les performances garanties ainsi que les méthodes d'essais permettant de vérifier qu'elles sont atteintes, ce cahier des charges référentiel étant approuvé par la Commission de gestion du certificat (composée, comme toutes les autres, de manière tripartite : utilisateurs, organismes techniques, fabricants) et la mise en place par la firme d'un système d'assurance de la qualité intégrant notamment des essais sur produits finis.

L'application correcte du système fait régulièrement l'objet d'audits de l'organisme chargé des inspections. Il est à noter que ce certificat prend en compte les aspects liés à la sécurité en service des produits : c'est par exemple le cas pour les bancs publics, pour lesquels il est demandé la conformité à la norme NF P 99-610 : "Mobilier urbain d'ambiance et de propreté. Caractéristiques de robustesse et de stabilité des bancs publics". De manière générale, et pour tous les types de produits, l'aspect et les caractéristiques dimensionnelles, mécaniques, physiques ou de stabilité sont vérifiés.

### ● L'esthétique et l'intégration à l'environnement

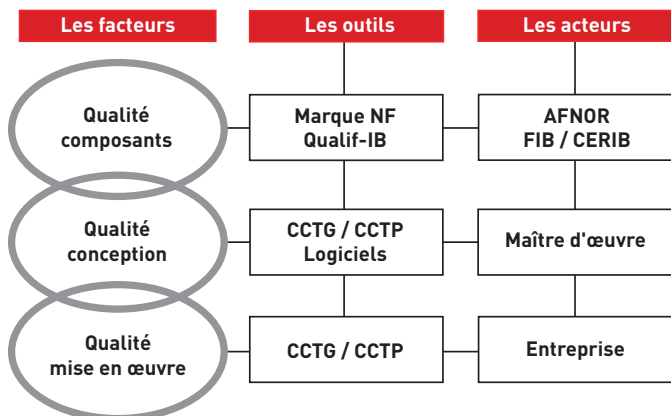
Fabriqués par moulage, le mobilier urbain en béton offre une grande liberté de création dans la forme, mais aussi dans l'aspect par le choix des granulats, des colorants et des traitements de surface. La gamme des éléments de mobilier urbain et de jardin préfabriqués en béton est très diversifiée.

Pour ces produits, dont les caractéristiques d'aspect et d'esthétique sont très importantes, les techniques modernes employées permettent une grande variété de formes et de couleurs répondant aux exigences les plus pointues.





## CONCEPTION DES OUVRAGES



D'une manière générale, la qualité d'un ouvrage est le produit des trois facteurs clé suivants : qualité des composants, qualité de la conception, qualité de la mise en œuvre.

Comme dans le cas d'une chaîne, la défaillance d'un seul de ces trois facteurs peut, en effet, entraîner la défaillance de l'ouvrage : c'est le cas, en particulier, de la conception.

### ● Bordures et caniveaux

#### Dimensionnement mécanique

Les bordures et caniveaux certifiés NF sont classés selon la norme NF P 98-302 en fonction de leurs performances mécaniques. Trois classes permettent de satisfaire les applications courantes :

- **Classe A** : lorsque des efforts particulièrement importants sur les bordures peuvent être escomptés, notamment pour les voiries urbaines à circulation intense (franchissements fréquents par des véhicules lourds, parkings PL) ;
- **Classe B** : pour les emplois courants (autres voiries urbaines) ;
- **Classe C** : lorsqu'on peut avoir la certitude que des éléments ne seront soumis qu'à des efforts réduits (zones pavillonnaires, lotissements).

#### Classe de résistance renforcée vis-à-vis du gel et des sels de déverglaçage

Ces éléments, repérés par un marquage complémentaire "+R" conformément au règlement particulier de la marque NF, offrent une garantie spécifique vis-à-vis de conditions climatiques sévères (gel/dégel), validée par un essai de laboratoire.

### ● Pavés et dalles

Les chaussées revêtues de pavés et de dalles doivent être dimensionnées. Ce dimensionnement consiste à déterminer les caractéristiques du revêtement (épaisseur, classe de résistance) en fonction du trafic et l'épaisseur des assises convenables en fonction de la portance du sol, du trafic et de la nature des assises.

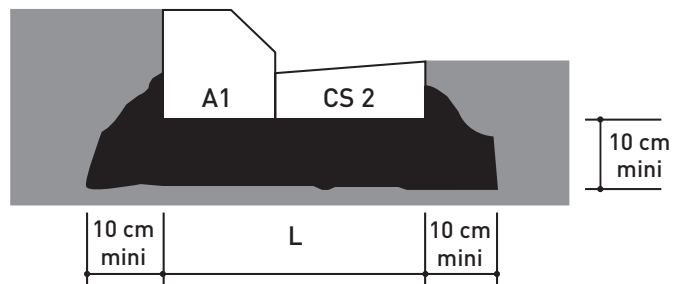
Les outils de dimensionnement : les logiciels "pavés" et "dalles" développés par le CERIB, le guide *Aménagements urbains et produits de voirie en béton* - Collection Technique CIMBÉTON, le guide de conception et de réalisation des chaussées en pavés de béton - FIB, le guide de conception et de réalisation des chaussées en dalles de béton - FIB.

## RÉALISATION DES OUVRAGES

### ■ Bordures et caniveaux

#### ● Textes de référence

- Le fascicule 31 du CCTG *Bordures et caniveaux en pierre naturelle ou en béton et dispositifs de retenue en béton* qui exige la conformité à la norme française "Bordures et caniveaux en béton".
- Le guide *Aménagements urbains et produits de voirie en béton* - Collection Technique CIMBÉTON.



EXEMPLE DE FONDATION

#### ● Grandes règles

- **Réception des produits** : pour les fabrications titulaires du droit d'usage de la marque NF, le contrôle est limité à l'aspect et à la conformité du marquage.
- **Compactage du fond de forme**.
- **Fondations** : épaisseur 10 cm, béton B16\*
- Dans le cas de franchissement fréquent par les véhicules lourds, le massif de fondation peut être en béton armé coulé en place.
- **Pose** : elle s'effectue sur le béton frais de la fondation avec interposition d'un lit de mortier (épaisseur 3 cm, dosé à 250 kg de ciment par m<sup>3</sup>) ou sur une bordure de calage de rive avec interposition d'un lit de mortier identique au précédent.
- **Calage** : impératif, il s'effectue par un solin continu, par un épaulement au droit de chaque joint ou par une bordure de calage de rive.
- **Joints** : ils sont réalisés avec un espace d'environ un cm rempli en partie ou en totalité d'un mortier faiblement dosé (200 à 250 kg de ciments par m<sup>3</sup>) ou par un espace vide de 2 à 3 mm avec un joint de dilatation d'au moins 0,5 cm tous les 10 m.



➔ **Nota** : Le respect du dosage en ciment des joints est impératif afin que le mortier autorise la libre dilatation de l'ouvrage sans générer de contraintes pour les arêtes des bordures. À titre d'exemple, pour un ouvrage de longueur 200 m, une élévation de température de 30 °C (ex : jour-nuit) se traduit par un allongement de 6 cm qu'il convient d'absorber dans les joints pour éviter les désordres (la dilatation d'un ouvrage linéaire est d'environ 0,01 mm/m/°C).

\* La classe B 16 est définie par la norme XP P 18-305 : la caractéristique à la compression est de 16 MPa.

## ■ Pavés et dalles

Le comportement d'un revêtement modulaire sous l'effet des charges verticales et des efforts horizontaux est directement lié aux caractéristiques du revêtement et de sa mise en œuvre. Compte tenu des efforts horizontaux (freinage, accélération, virages, carrefours...), l'influence de la technique de pose est fondamentale. Ces efforts étant toujours multidirectionnels, les facteurs d'un bon comportement sont :

- le blocage des rives ;
- le serrage et le remplissage des joints (les pavés à écarteurs autorisant une bonne maîtrise de la largeur des joints) ;
- le choix des produits ;
- l'appareillage [disposition des pavés ou des dalles les uns par rapport aux autres].

On veillera notamment à ce que la mise en œuvre n'entraîne pas la réalisation d'une ligne de joints continue dans le sens principal de la circulation.

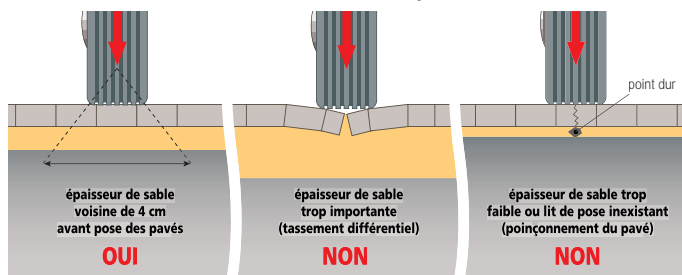
### ● Textes de références

- Le fascicule 29 du CCTG *Travaux, construction, entretien des voies, places et espaces publics, pavés et dallés en béton ou en roche naturelle*.
- Le guide de conception et de réalisation des chaussées en pavés de béton - FIB.
- Le guide *Aménagements urbains et produits de voirie en béton* - Collection Technique CIMBÉTON.

### ● Grandes règles de la mise en œuvre

- **Réception des produits :** pour les fabrications titulaires du droit d'usage de la marque NF, le contrôle est limité à l'aspect et à la conformité du marquage
- **Préparation de la plate-forme :** le sol naturel est décapé, tassé s'il y a lieu et amélioré si sa portance est insuffisante.
- **Réalisation des assises :** la pente de la dernière couche doit être la même que celle prévue pour le revêtement (au minimum 1 cm par mètre pour assurer l'évacuation des eaux de ruissellement).

### • Pose sur sable ou sable stabilisé\* (pavés et dalles)



- Lit de pose : épaisseur constante : 2 à 4 cm - sable 0/5

- Joints serrés : garnis, selon le cas, de sable ou de sable stabilisé de granulométrie plus fine que le lit de pose (ex : 0/1)

- Compactage : uniquement sur les pavés (dame ou cylindre équipés d'une jante caoutchoutée)

- Regarnissage des joints



### • Pose des dalles sur mortier

Uniquement pour les faibles trafics (ex : véhicules de charge par roue au plus égale à 900 daN)

- Lit de pose : épaisseur  $\geq 3$  cm et dosage en ciment  $\geq 250$  kg/m<sup>3</sup>

- Humidification des dalles avant pose sur mortier frais

- Joints : épaisseur 1 à 2 mm (coulis de ciment dosé à 800 / 1 000 kg de ciment par m<sup>3</sup>), épaisseur un cm (350 kg à 400 kg/m<sup>3</sup> pour les joints balayés ou finis à l'éponge et 400 à 600 kg/m<sup>3</sup> pour les joints lissés à la truelle).

- Nettoyage

- Joints de dilatation (un cm) tous les 10 m

- Délai d'ouverture à la circulation (fixé par le CCTP en général 7 jours)



## CONCLUSION

Le décisionnaire, qui est soucieux de la satisfaction des usagers - dans l'immédiat, mais aussi par la suite - et de la bonne gestion des deniers de la collectivité, dispose de tous les éléments de comparaison. Il lui faut tout prendre en compte, bien peser ses budgets tout en prévoyant l'avenir - ce qui n'est pas toujours simple. Après examen approfondi, la solution, c'est le béton... ●

\* Le sable stabilisé est obtenu par incorporation de ciment dans le sable sans apport d'eau (150 kg/m<sup>3</sup>). Il se justifie en cas de problème particulier (fortes pentes, présence d'eau, technique de nettoyage agressive...).

# 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@cim beton.net](mailto:centrinfo@cim beton.net) Site Internet : [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)



# Pavés et dalles pour traversée de village (Bas-Rhin)

**P**our Rémy Kraebihl, responsable technique de la Communauté des communes de la Plaine de la Sauer et du Seltzbach, la priorité du projet était clairement définie : *“Ne plus laisser la voiture être la reine de la vie urbaine, mais harmoniser l'équilibre entre nos 2 000 habitants et les 4 500 véhicules qui circulent chaque jour. Pour cela, on a réduit l'emprise de la chaussée de 8-10 m à 6,50 m pour la route et à 5,50 m au niveau des commerces. On a ensuite remis en valeur les abords de la chaussée et la place de la mairie, en utilisant des dalles et pavés colorés, qui ont été choisis par une Commission d'élus”*.

Pour Catherine Linder, paysagiste : *“Afin d'établir un dialogue entre l'espace de la voirie et l'environnement traversé, nous avons effectué un découpage en séquences, rompant avec la linéarité du parcours et dialoguant avec l'existant : rapport au paysage lointain (lisière de forêt alluviale et arbres fruitiers) par un traitement de « route de campagne » ; réduction de l'espace alloué à la voiture par l'aménagement d'une bande de « jardins de village » ; valorisation du patrimoine dans le centre ancien par un aménagement minimaliste (recadrage de perspectives par la plantation de frênes et soulignement des bâtiments publics). Les revêtements de sol et mobilier urbain ont été conçus comme le soulignement discret d'espaces aux fonctions diversifiées, permettant de préserver une homogénéité à l'ensemble de l'aménagement, avec dégradé de gris au vert clair”*.

- **Lieu :** Beinheim
- **Maître d'ouvrage :** Communauté des communes Plaine de la Sauer et du Seltzbach
- **Maître d'œuvre :** Catherine LINDER, paysagiste, Offendorf (67) - Suivi technique assuré par la DDE de Soufflenheim (67) et le Bureau d'études Berest (Illkirch-Graffenstaden - 67)
- **Entreprise :** TP Jean-Charles Klein (Herrlisheim - 67)



- **Fournisseur des produits :** Kronimus (Iffezheim - Allemagne)
- **Objectifs des travaux :** Embellissement de la traversée du village, ralentissement de la circulation et aménagement de la place de la mairie.
- **Description des travaux :** Réalisation de trottoirs et bordures, de places de stationnement le long de la traversée principale et pavage autour de la mairie.  
**Surface et linéaire réalisés en produits béton :** 2 500 ml de bordures type Mutzig 16 x 18 x 30 x 100 et profil spécial de sécurité en revêtement RGR 239 - 6 000 m<sup>2</sup> de trottoirs en pavés City-Truck 18 x 30 x 8 cm, coloris Angers blanc moucheté RGR 369 - 1 200 m<sup>2</sup> pour la zone de stationnement le long des trottoirs en pavé Arconda ECO 13,4 x 20,1 x 8 cm, coloris basalte noir RGR 2 - 400 m<sup>2</sup> pour le dallage sur la Place de la Mairie en dalles type Milan 30 x 30 x 10 cm, pose en diagonale, RGR 507 orange. ●

# Parvis avec dalles et pavés en béton grenailé (Haut-Rhin)

**A**fin d'aménager les abords extérieurs de deux importantes réalisations de la commune (le Centre culturel Le Triangle et la Maison de Sports, séparés d'à peine 30 mètres), la ville d'Huningue a privilégié les dalles et pavés en béton grenailé. Pour Dominique L'Huissier, responsable des Services techniques de la ville : *"Il fallait répondre à deux objectifs : assurer la sécurité des passants et valoriser l'esthétique du lieu. C'est pourquoi, nous avons supprimé le stationnement des voitures devant les bâtiments et créé, à la place, un espace paysager, piétonnier et convivial. On possède désormais des abords de bâtiments très lumineux et, en même temps, parfaitement souples ce qui permet le passage occasionnel de véhicules de secours ou d'entretien"*.

Pour Jean-Marie Martini, architecte du projet, l'utilisation de dalles en béton sur le parvis permet d'être en parfaite harmonie de chromie avec le granit naturel et les bétons (blanc, bouchardé et poli) du Centre culturel. Et, ajoute le maître d'œuvre : *"Ces dalles de grand format, 40 x 60 cm, spécialement réalisées pour notre projet, ont facilité la mise en œuvre, renforcé la résistance des abords et permis une économie de coût par rapport au granit naturel"*.

- **Lieu :** Huningue
- **Maître d'ouvrage :** Ville d'Huningue (68)
- **Maître d'œuvre :** Studio d'Architecture Jean-Marie Martini (Mulhouse - 68)
- **Entreprise :** Durrenwaechter - Groupe RTS (Saint-Louis - 68)
- **Fournisseur des produits :** Heinrich et Bock (Saverne - 67)
- **Nature des travaux :** Réalisation du parvis reliant le Centre culturel Le Triangle et la Maison des sports
- **Description des travaux :** Utilisation



de dalles en béton grenailé, de grand format, dont la couleur est en harmonie avec le granit naturel utilisé sur le bâtiment

- **Surface et linéaire réalisés en produits béton :** 1 830 m<sup>2</sup> de dalles en béton grenailé 40 x 60 x 8 cm – 170 ml de blocs-marches grenailés 100 x 40 x 14 cm – 32 m<sup>2</sup> de pavés fil d'eau grenailés 16 x 24 x 14 cm – 150 m<sup>2</sup> de pavés grenailés 20 x 30 x 8 cm. ●





# Béton architectonique routier en désactivé (Pyrénées-Atlantiques)



**P**our réaliser la voie de circulation qui passe devant le Conseil Général des Pyrénées-Atlantiques à Bayonne, la solution retenue a été celle d'un béton architectonique routier en désactivé.

Le choix du béton désactivé est parfaitement justifié. D'abord, le béton devait résister au passage de voitures et camions (classe de trafic T<sub>1</sub>). Ensuite, il devait s'intégrer dans le paysage local : la rue est, en effet, située dans le quartier des Cordeliers faisant partie du centre ancien de la ville et bénéficiant d'une opération de réhabilitation urbaine. Ce qui explique le choix, par l'architecte, de granulats locaux provenant des rivières de La Nive et de L'Adour, dont le rendu rustique au coloris crème rosé, leur permet de bien se fondre dans l'existant. Pour Marcel Valerdi, de l'entreprise CMR (Compagnie Moderne de Routes) : "Le

*défi, que nous avons relevé, consistait à trouver un bon compromis entre un béton routier normal et un béton désactivé, afin d'obtenir une réalisation à l'esthétique impeccable".*

- **Lieu :** Quartier des Cordeliers (Bayonne)
- **Maître d'ouvrage et Maître d'œuvre :** Ville de Bayonne
- **Entreprise :** CMR (Bayonne - 64)
- **Fournisseur de béton :** Unibéton
- **Fournisseur d'adjuvants :** Chryso (Sermaises - 45)
- **Technique utilisée :** béton désactivé
- **Description des travaux :** Le béton a d'abord été vibré à l'aiguille puis à la règle, afin d'améliorer sa compacité et ses résistances mécaniques. Des

désactivants ont ensuite été pulvérisés sur la surface du béton frais, afin de retarder sa prise en surface. Ces désactivants de surface, de type aqueux, possèdent différents niveaux d'attaque : Chrysodéco Lav P05 (profondeur de gravure : 4 mm environ) et Chrysodéco Lav P06 (5 mm). Ils s'appliquent sans protecteur de bordures et sans solvant de nettoyage, permettent de commencer le lavage plus tard ce qui améliore l'organisation du chantier, et résistent particulièrement bien au délavage en cas de temps pluvieux (ainsi, malgré la pluie tombée lors de la première semaine de coulage du béton, aucune protection n'a été nécessaire).

- **Surface réalisée en béton :** 2 500 m<sup>2</sup>
- **Formulation du béton (pour un m<sup>3</sup>) :**

Ciment :	350 kg
<small>(CEM I 52.5 PMES Bussac)</small>	
Gravillons 10/14 concassés alluvionnaires (Adour) :	450 kg
Gravillons 20/40 roulés et colorés (Nive) :	800 kg
Sable 0/4 :	500 kg
Eau :	140 litres
- **Caractéristiques contrôlées du béton :**

Résistance en fendage à 28 jours :	> 3,3 MPa
Affaïsement au cône d'Abrams :	5 cm
Teneur en air occlus :	3,5 %





Cimenterie de Lumbres : la refonte du plan de circulation a exigé la création d'une voie d'accès en BCMC (béton de ciment mince collé).

# Lumbres : une voirie industrielle en BCMC

À l'occasion de la refonte du plan de circulation de sa cimenterie à Lumbres (Pas-de-Calais), Holcim France a choisi le BCMC (béton de ciment mince collé). Et profité de l'opération pour tester le BCMC non scié. Une première mondiale !

**P**lus de 30 000 m<sup>2</sup> de BCMC réalisés en France ! Force est de constater que depuis les premiers essais, menés en 1996 et 1997, cette technique de chaussée importée des Etats-Unis, après avoir suscité beaucoup de curiosité de la part des concepteurs et enrichi l'éventail des compétences des entreprises, a aujourd'hui atteint le stade de la maturité. Plébiscité pour sa rapidité d'exécution, sa durabilité et sa compétitivité économique, le béton de ciment mince collé sur enrobé s'impose sur de nombreux chantiers comme la solution à l'orniérage, à l'arrachement, au fluage des chaussées hydrocarbonées soumises à un fort trafic : voies lentes d'autoroutes, gares de péage, aires de stationnement pour poids lourds, carrefours, giratoires, arrêts de bus, plateformes

industrielles... Pour tous ces domaines d'application, le BCMC apporte une vraie réponse, comme en témoigne l'absence de dégradation, et donc de réparation, observée sur chaque chantier, ce qui confirme la pérennité de cette technique d'avenir. D'où l'intérêt des maîtres d'œuvre et des maîtres d'ouvrage, préoccupés par l'impact financier des opérations d'entretien des chaussées en enrobés et par leur répétition.

Il n'est donc pas étonnant que, dans le cadre de la réorganisation des flux de sa cimenterie de Lumbres (Pas-de-Calais), Holcim France ait opté pour le BCMC. Objectif : réaliser une voirie desservant de nouvelles cuves de stockage d'hydrocarbures, nécessaires au process industriel et acheminés par camions-citerne de 40 tonnes.

Longue d'environ 250 m, la chaussée, assise sur une plateforme de 70 cm d'épaisseur (35 cm de sol traité en place à la chaux, 35 cm de limons traités au ciment), est constituée de 8 cm de béton collé sur 8 cm de grave bitume. La présence de béton en surface, notamment au niveau de l'aire de



La variabilité des largeurs de chaussée a imposé une mise en œuvre manuelle.



La surface du béton est lissée soigneusement, afin d'offrir une bonne qualité de l'uni,...

déchargement, est un atout supplémentaire, ce matériau étant insensible aux attaques chimiques d'hydrocarbures.

## ■ Mise en œuvre manuelle

Comme toute technique béton, le BCMC peut être mis en place à la machine à cofrage glissant ou à la main, un mode opératoire qui a été retenu ici compte tenu de la variabilité de la largeur de la chaussée : 7 m sur une section droite et une section courbe, 6 m sur la troisième, plus une plateforme de 15 m de large pour faciliter le déchargement des porteurs.

Cette infrastructure est organisée en périphérie d'un bassin de rétention d'eau, à des fins de protection de l'environnement. "Malgré la relative importance du chantier et sa forme tortueuse, les 1 800 m<sup>2</sup> de béton ont été appliqués en l'espace de 6 journées par une équipe de 8 maçons" relève Gilles Tarley, conducteur de travaux au sein de l'entreprise Gailledrat, pionnier du BCMC. Un calendrier qui ne comprend pas la réalisation préalable des bordures en béton extrudé, coulées en place, ainsi qu'une voie pour pompiers.

### ■ LE CHANTIER EN BREF

- **Lieu :** cimenterie de Lumbres (Pas-de-Calais)
- **Projet :** création d'une voie d'accès pour poids lourds à des cuves de stockage d'hydrocarbures
- **Contraintes :** offrir une structure résistante et pérenne
- **Solution :** une chaussée en BCMC
- **Surface de voirie traitée :** 1 800 m<sup>2</sup>
- **Coût de l'opération :** 300 000 € TTC
- **Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre :** Holcim France
- **Entreprise :** Gailledrat
- **Fournisseur du ciment :** Holcim (cimenterie de Dannes)
- **Fournisseur BPE :** Holcim Bétons (centrale d'Arques - St Omer)



... puis elle est balayée transversalement à des fins d'adhérence.

## ■ Des zones exemptes de sciage

"Depuis que nous avons introduit le BCMC en France, nous avons cherché à réaliser des économies pour l'adapter au contexte très concurrentiel, explique Ludovic Baroin, directeur d'agence chez Gailledrat. À partir des formules utilisées aux USA, nous avons commencé par agir sur la matière première en optimisant le dosage en ciment et en supprimant les fibres polypropylène qui n'apportaient rien de fondamental au BCMC". Puis, il fallait minimiser les travaux de sciage qui représentent 10 à 15 % du coût de la prestation. "Techniquement, cela n'est pas absurde car la performance de la structure repose, avant tout, sur le collage des deux matériaux, que le béton soit ou non fissuré" ajoute Ludovic Baroin. Convaincue qu'en l'absence de connaissances théoriques suffisamment précises sur le sujet, une expérimentation s'imposait, Holcim France s'est prêtée bien volontiers à l'exercice. "Deux sections sont exemptes de sciage, une de 20 m dans une des deux parties droite et une de 10 m dans la partie courbe" explique Pascal Dumur, responsable du marché routes.

## ■ Quelques fissures à peine visibles

Après plusieurs mois d'exploitation et un hiver particulièrement rigoureux, seules quelques fissures sont apparues. À la grande surprise de Pascal Dumur : "Certes, nous étions confiants, mais qu'une chaussée en béton de 7 m de large et 20 m de long ne présente qu'une fissuration limitée, c'est assez surprenant." Ces premiers résultats sont porteurs d'espoir. "Le BCMC avait déjà fait preuve de sa compétitivité, reprend Ludovic Baroin. Si, comme le laisse supposer cette expérimentation, on peut s'affranchir partiellement voire totalement du sciage, la compétitivité

### ■ FORMULATION DU BÉTON POUR 1 M<sup>3</sup>

● <b>Ciment :</b> CEM I 52.5 PMES Dannes	330 kg
● <b>Gravillons 5/12 :</b> calcaire (Carrières du Boulonnais)	920 kg
● <b>Sable 0/4 :</b> siliceux de Tamise (Granulats Marins de Dunkerque)	460 kg
● <b>Sable 0/4 :</b> calcaire (Carrières du Boulonnais)	460 kg
● <b>Plastifiant Resireducto</b> (FOSROC) :	0,3%
● <b>Entraîneur d'air Resiair</b> TP (FOSROC) :	0,2%
● <b>Eau :</b>	160 litres
● <b>Plasticité (affaissement) :</b>	5 cm

du BCMC s'en trouverait renforcée". En particulier sur tous les ouvrages où la présence d'une fissuration, non canalisée par le sciage en un maillage net et régulier, n'est pas importante.

## ■ 10 à 15 % d'économies

"L'inconvénient éventuel pourrait être esthétique, ce qui peut poser un problème pour un aménagement urbain précise le directeur d'agence. En revanche, pour une aire de poids lourds ou une voie lente, la perspective d'économiser 10 à 15 % sur le coût des travaux est un argument décisif". Pour convaincre les maîtres d'ouvrages et les maîtres d'œuvre, le BCMC non scié devra faire ses preuves sur d'autres chantiers. "Nous sommes d'ores et déjà prêts à relever le défi sur une opération en vraie grandeur" conclut Ludovic Baroin. ●



L'ouvrage en BCMC est situé en périphérie d'un bassin de rétention d'eau.



Les joints de retrait représentent 10 à 15 % du coût d'exécution (ici le sciage).

## Remue-méninges

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

### ■ Clôture infernale

Lors de la construction d'une maison de campagne, on décide d'entourer le terrain rectangulaire par une clôture métallique. Pour cela, on dispose de M mètres

de clôture. Sachant qu'un des côtés du terrain est déjà délimité par une palissade, quelle surface maximale de terrain est-il possible de clôturer avec ces M mètres ?

### Réponses du Remue-méninges de Routes n°80 :

**Question 1 :** le dernier terrassier a travaillé 4 heures. Pour parvenir à ce résultat, posez  $x =$  le nombre d'heures travaillées par le dernier ouvrier et  $y =$  le nombre d'ouvriers. Puis calculez le nombre total d'heures de travail de deux façons différentes : en considérant une progression arithmétique

décroissante et le fait que la tranchée aurait été réalisée en 24 heures seulement par toute l'équipe. En simplifiant par  $y$ , vous obtenez alors  $x = 4$ .

**Question 2 :** il n'est pas possible de savoir combien d'ouvriers composaient l'équipe, car  $y$  (nombre total d'ouvriers) se simplifie dans l'équation.

## VIENT DE PARAÎTRE



### Le béton en milieu rural, durable et écologique

Cette brochure, éditée par Cimbéton et le SNBPE (Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi), présente les multiples usages du Béton Prêt à l'Emploi dans le domaine rural.

Au sommaire : Bâtiments, dallages et salles de traites - Fosses à lisier, fumières et silos d'ensilage - Cuves, bassins, chais et caves - Voiries rurales (agricoles, viticoles et forestières) - Gîtes ruraux, pistes cyclables et aménagements décoratifs.

Édition 2002. Référence : B66



### Les carrefours giratoires en béton

Ce document rappelle les spécificités des carrefours giratoires (typologie, sollicitations,...), présente les différentes solutions structurelles apportées par le béton, précise leur domaine d'application et dresse un bilan des avantages techniques et économiques de la solution.

Édition 2002. Référence : T56

Ces deux documents sont disponibles gratuitement auprès de Cimbéton, soit par fax au 01 55 23 01 10, soit par Email : [centrinfo@cimbeton.net](mailto:centrinfo@cimbeton.net)

## GROS PLAN

### ● Le CFTR, symbole du partenariat entre l'Administration des routes et l'industrie routière

Le CFTR (Comité français pour les techniques routières), constitué en association loi 1901 en juin 1998, a pris le relais de la Commission des avis techniques. Sa vocation est multiple :

- Produire et valider des avis techniques.
  - Mettre en œuvre des procédures de qualification et de certification.
  - Être la référence de l'ensemble des partenaires publics et privés de l'industrie routière.
  - Publier et diffuser des documents exprimant l'état de l'art.
- Au CRTF, grâce à cette nouvelle organisation, l'Administration, les maîtres d'œuvre, les maîtres d'ouvrage et les entreprises travaillent de concert.

Pour en savoir plus :  
<[www.cftr.asso.fr](http://www.cftr.asso.fr)>

## AGENDA

16 - 18 octobre 2002

### Salon AITF

Cimbéton sera présent (stand C13-D12) au 53<sup>e</sup> Salon des équipements et des techniques territoriales, organisé par l'Association des Ingénieurs Territoriaux de France (AITF), qui se tiendra à Alpeexpo (Grenoble).

11 - 12 décembre 2002

### Séminaire AIPCR

Le Comité français de l'AICPR organise un séminaire sur "La route et le développement durable" au Sofitel Bercy (Paris 12<sup>e</sup>), destiné en priorité aux maîtres d'ouvrage d'infrastructures routières, maîtres d'œuvre et industriels.

Inscriptions auprès de : TCI Congrès - Tél. : 01 48 24 30 04 - Fax : 01 48 24 30 05 - Email : [tcicongres@tci.tm.fr](mailto:tcicongres@tci.tm.fr)