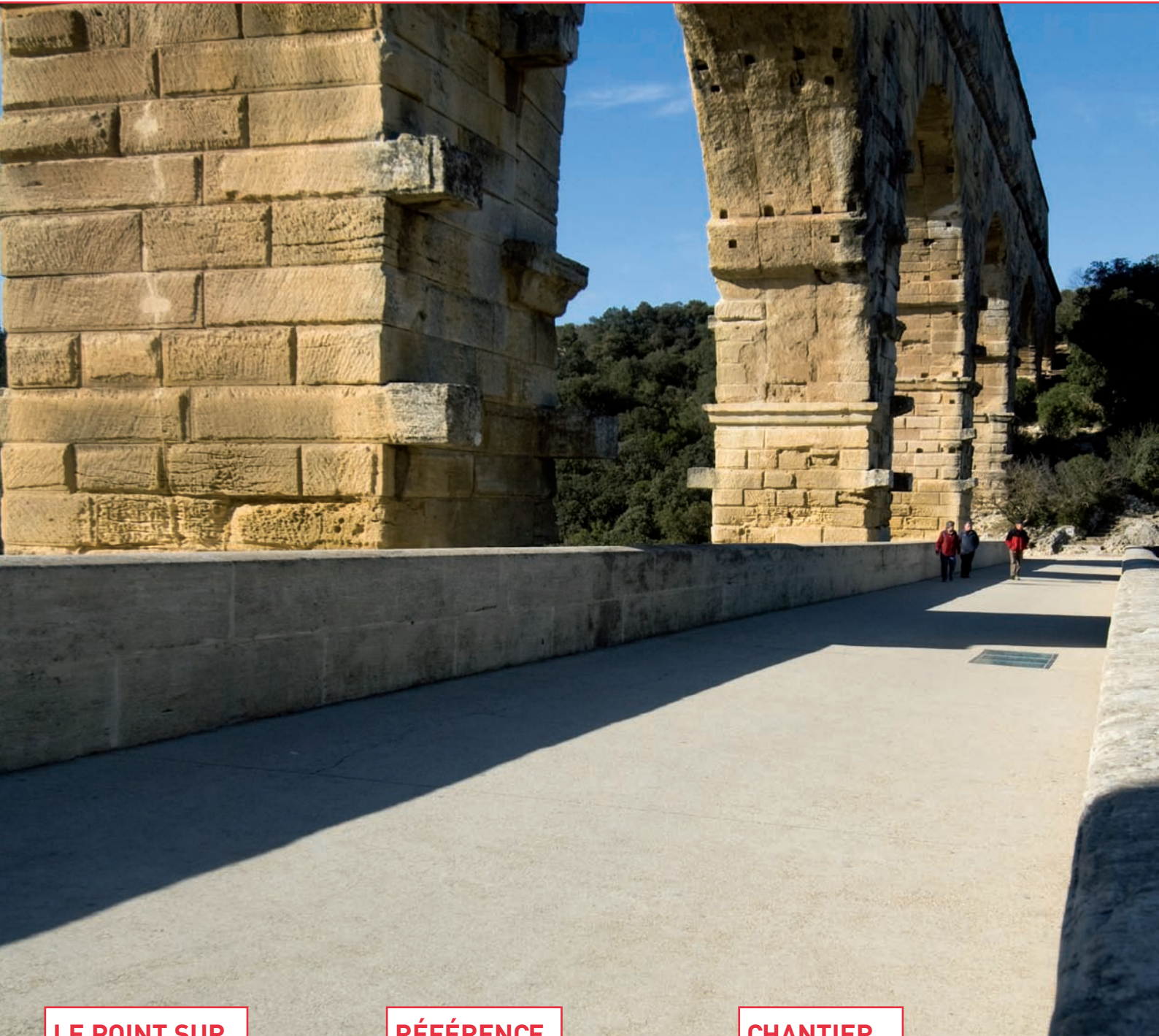


# ROUTES

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



## LE POINT SUR

Gard : dans un contexte historique ou résolument contemporain, le béton trouve toujours sa place

## RÉFÉRENCE

Tramway de Clermont-Ferrand : une plate-forme en béton grenailé bien sous tous rapports

## CHANTIER

Aéroport Bâle-Mulhouse : 37 000 m<sup>2</sup> de chaussées aéronautiques en béton

## 2 ÉDITORIAL

### 3-6 LE POINT SUR



**Gard** : dans un contexte historique ou résolument contemporain, le béton trouve toujours sa place

### 7-10 RÉFÉRENCE



**Puy-de-Dôme**  
Tramway de Clermont-Ferrand : une plate-forme en béton grenaillé bien sous tous rapports

### 11-13 INNOVATION



Le "Bton Scintillant®" : un nouveau matériau de signalisation routière

### 14-15 CHANTIER



**Puy-de-Dôme**  
Du traitement en place au liant hydraulique routier sur 3 hectares d'aire de stockage de pneus

### 16-17 CHANTIER



**Nord**  
Une chaussée multi-usages en béton qui serpente à travers champs

### 18-19 CHANTIER



**Haut-Rhin**  
Aéroport Bâle-Mulhouse : 37 000 m<sup>2</sup> de chaussées aéronautiques en béton

## 20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture : sur le Pont du Gard, les cheminements en béton occupent 1 500 mètres linéaire sur les deux rives du Gardon.



## La 8<sup>e</sup> édition d'INTERMAT a bien tenu le cap, malgré le contexte difficile

La 8<sup>e</sup> édition d'INTERMAT s'est déroulée du 20 au 25 avril 2009 à Paris-Nord Villepinte. Ce rendez-vous triennal des acteurs mondiaux de l'industrie des matériels et équipements pour la construction a accueilli plus de 184 000 visiteurs.

Malgré le contexte de difficulté économique mondiale et une fréquentation en baisse de 11,7 %, cette édition a néanmoins bien "tenu le cap", ont annoncé ses organisateurs.

Cette baisse a surtout été ressentie auprès des visiteurs internationaux, dont la part s'est établie à 33 % cette année contre 45 % lors de la précédente édition de 2006.

En revanche, une bonne nouvelle : le nombre des exposants a progressé, passant de 1 400 à 1 470, même si la part des exposants internationaux a marqué un léger recul : 67 % contre 75 %.

Cette édition aura été marquée par le succès du programme "Road construction" qui a mis la route durable à l'honneur, en développant trois thèmes essentiels : le bilan carbone des machines, la certification européenne des matériaux et leur traçabilité et, enfin, la sécurité, la normalisation et la réglementation européenne.

Rappelons que cet événement "Road construction" était placé sous l'égide du Comité Européen des fabricants de matériels de construction et était présidé par Michel Demarre, Vice-Président de la FIEC (Fédération de l'Industrie Européenne de la Construction) et Président du Comité Français de l'AIPCR (Association mondiale de la route).

Laissons à Maryvonne Lanoë, commissaire général d'INTERMAT, le soin de conclure : "Nous sommes particulièrement fiers de constater que le salon a tenu ses promesses dans le contexte de crise que nous connaissons tous. Les industriels participant à la manifestation confirment que leur investissement s'est déjà avéré gagnant".

Le prochain INTERMAT aura lieu à Paris-Nord Villepinte en 2012.

**Joseph ABDO**  
Cimbéton

**CIMbéton**

CENTRE D'INFORMATION SUR  
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



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

Tél. : 01 55 23 01 00

Fax : 01 55 23 01 10

Email : [centrinfo@cimbeton.net](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 de la rubrique *Remue-ménages* : Joseph Abdo - Reportages, rédaction

et photos : Marc Deléage, Romualda Holak, Yann Kerveno, Michel Levron, Jacques Mandorla - Réalisation : Ilot Trésor, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris - Email : [mandorla@club-internet.fr](mailto:mandorla@club-internet.fr) -

Direction artistique : Arnaud Gautelier - Maquette : Dorothee Picard - Dépôt légal : 2<sup>e</sup> trimestre 2009 - ISSN 1161 - 2053 1994



À Nîmes (Gard), le vaste projet de l'espace Arènes-Esplanade-Feuchères fait la place belle aux bétons désactivés.

## Gard : dans un contexte historique ou résolument contemporain, le béton trouve toujours sa place

**Nîmes, le chef-lieu du département du Gard, est une ville d'histoire, à n'en pas douter : l'agglomération s'impose, en effet, comme une des villes du sud de la France la plus ancrée dans son passé romain. Pour autant, la ville doit continuer de vivre.**

“**L**e centre-ville avait mal vieilli, particulièrement le grand espace qui va des arènes à la gare SNCF qui n'était plus adapté à notre époque. La cité risquait d'être asphyxiée par la circulation des véhicules” résume Jean-Luc Delauzun, directeur de la Mission grands projets urbains de la ville de Nîmes.

Situé entre l'Écusson, le centre historique de la ville, et la gare SNCF, l'espace Arènes-Esplanade-Feuchères (AEF) s'est, de plus, trouvé au milieu des évolutions de la ville et de l'agglomération au-delà du viaduc SNCF qui partageait, jusqu'à peu, la ville en deux entités semblant étanches entre-elles.

Ce que confirme Jean-Luc Delauzun : “Nîmes est aujourd'hui devenue la ville centrale d'une agglomération de 27 communes qui s'est développée

intensément au sud, parce qu'au nord c'est le royaume de la garrigue. L'ensemble du projet Arènes-Esplanade-Feuchères devait donc compenser ce déplacement du centre de gravité urbain, tout en mettant en valeur les monuments du centre-ville”.

### Repousser la voiture et privilégier les piétons

Chantier de longue durée qui prendra fin en 2012, le projet AEF a déjà permis de donner un écrin aux arènes de Nîmes, vaste et imposant monument dont la revue Routes a, dans son numéro 100, relaté les travaux d'aménagements réalisés sur 9 hectares par Alain Marguerit et l'Atelier du Paysage.

“Dans ce centre, nous voulions essentiellement repousser la voiture et

#### PRINCIPAUX INTERVENANTS

##### Nîmes (Arènes-Esplanade-Feuchères)

**Maître d'ouvrage :** Ville de Nîmes

**Maître d'œuvre :**

Atelier des paysages

**Entreprise :** Sols Méditerranée

##### Pont du Gard

**Maître d'ouvrage :** DDE Gard et CCI du Gard

**Maître d'œuvre :** Jean-Paul Viguier

**Entreprise :** Sols Méditerranée

##### Vauvert

**Maître d'ouvrage :** Ville de Vauvert

**Entreprise :** Sols Méditerranée

**Fournisseur du ciment**

**sur tous les sites :** Lafarge Ciments



Nîmes : des granulats hors-norme 60-80 ont été mis en œuvre pour la réalisation du béton du parvis des arènes.

offrir plus de place aux piétons, en leur proposant simultanément une offre de transport alternative. Sur le plan architectural, nous cherchions à redonner des perspectives, en supprimant les obstacles aux déplacements et à la vue : feux de circulation, bordures de trottoirs, îlots... Le béton se prête particulièrement bien à ce genre de projet grâce à la planéité qu'il apporte" poursuit Jean-Luc Delauzun.

Le choix du béton pour l'ensemble de ce chantier s'est donc fait dans le respect total du caractère historiquement sensible des lieux, compte tenu de la présence de ces arènes romaines.

La Commission supérieure des monuments historiques a suivi le dossier avec une grande attention : "Il fallait trouver un matériau qui soit en parfaite cohérence avec la pierre des arènes, tant au niveau de la résistance que de l'esthétique".

La solution première qui consistait à utiliser la pierre pour réaliser l'ensemble des sols s'est vite révélée impossible. "Il aurait fallu que nous mettions en œuvre des dalles de 1,60 x 0,80 mètres. Et qu'elles soient épaisses de 20 centimètres, afin de permettre la circulation des poids lourds qui sont parfois amenés à emprunter l'esplanade des arènes pour y décharger du matériel, comme lors d'un concert par exemple. Au-delà du seul coût financier de cette opération, largement trop élevé, cela aurait été un travail titanique !" détaille Jean-Luc Delauzun.

Ce sont finalement les fouilles archéologiques réalisées pour l'occasion qui donneront une piste, avec la mise au jour du sol originel des arènes : un empierrement réalisé à base de cailloux.

Pour retrouver cet aspect antique, et après abandon de l'option revêtement stabilisé, la solution retenue est celle d'un béton désactivé et sablé, coulé sur 20 centimètres d'épaisseur et réalisé avec de gros granulats 20-50, certains pouvant aller jusque 60-80. À noter que

les cheminements ont été réalisés avec la même formule de béton, mais avec des granulats à granulométrie moindre (6-11 et 11-22).

### ■ Pouvoir travailler en ville pendant les mois d'été

Le béton n'est pas seulement présent dans le centre historique de Nîmes, il a aussi conquis d'autres espaces.

"Pour les trottoirs de la ville, nous mettons aujourd'hui régulièrement en œuvre du béton balayé. On emploie aussi ce matériau pour la création de pistes cyclables : en effet, il se prête bien à ce genre d'équipement en apportant un excellent confort et une parfaite planéité aux personnes qui circulent à vélo" confirme Jean-Yves Wozniak, directeur de la voirie, de la circulation et de l'aménagement de l'espace public à la mairie de Nîmes.

Pour Jean-Yves Wozniak, l'utilisation du béton en voirie présente de nombreux avantages, et tout particulièrement à Nîmes : "Nous sommes dans une région où, traditionnellement, les centrales à enrobés sont fermées pendant l'été : le recours au béton nous permet donc de travailler en ville pendant les mois d'été. Ensuite, c'est un matériau de teinte claire qui permet d'augmenter la luminosité dans les rues étroites. Enfin,



Nîmes : autour des arènes, les circulations piétonnières ont été aménagées avec une granulométrie moindre pour augmenter le confort des piétons.



Nîmes : le béton désactivé a été choisi pour les trottoirs du parvis sud de la gare routière.



Nîmes : les pistes cyclables, qui traversent la zone commerciale au sud de la ville, ont été réalisées en béton balayé.



Nîmes : le béton balayé offre tout le confort nécessaire à la circulation des vélos.

*grâce au temps de séchage réduit du béton, on peut maintenir ouverts les accès sur des parties non circulées”.*

Dans les abords modernes de la ville, au sud notamment où elle s'est principalement développée, le recours au béton a été fréquent pour composer des pistes cyclables, de part et d'autre de l'avenue qui traverse l'immense centre commercial situé entre la ville et l'autoroute.

Au sein de Carré sud, autre centre commercial, du béton désactivé a aussi été mis en œuvre sur les trottoirs étroits et des cheminements piétons au cœur du complexe.

### Un calepinage en béton coloré rouge dans la masse

Commune de 10 000 habitants située dans l'ouest du département du Gard, au cœur du vignoble des Costières et à 20 km de Nîmes, Vauvert fait aussi appel, depuis plusieurs années, au béton désactivé pour la rénovation de ses espaces publics.

La reconstruction des arènes locales a, là aussi, été une bonne occasion pour reprendre de fond en comble l'esplanade qui en fait le tour.

*“Cette place était, jusqu'à maintenant, en enrobé classique” rappelle Patrice Sévrin, directeur des services techniques de la ville de Vauvert. “Nous avons profité du chantier pour la refaire et y interdire la circulation et le stationnement. Lors de l'étude préparatoire du projet, nous sommes longuement interrogés sur la nature du matériau à utiliser : enrobé, enrobé de couleur, dallage ou béton. Or, nous avons réalisé un aménagement en béton désactivé dans un autre endroit de la ville qui nous donnait toute satisfaction et qui avait une excellente tenue dans le temps : nous avons donc décidé de poursuivre avec ce même matériau”.*

À la suite du chantier des arènes, et après la remise à niveau de tout le réseau pluvial circulant sous la place, l'esplanade a donc été coulée en béton désactivé avec un calepinage fait de bandes de béton balayé coloré en rose. *“Nous sommes satisfaits de cet aménagement réalisé par la société Sols : l'important, pour nous, était de respecter un délai suffisamment long avant le coulage de la dalle, au moins trois mois, pour que le sol puisse se stabiliser parfaitement. De plus, comme le béton désactivé tient très bien dans le temps et se nettoie facilement, nous n'avons pas le problème que nous pouvons rencontrer, par ailleurs, avec des espaces composés de dalles posées*



Vauvert : le calepinage de la place a été réalisé avec des bandes structurantes de béton coloré rouge dans la masse.



Vauvert : la finesse du granulat offre tout le confort requis pour les déplacements piétons.

en joints secs, qui ne résistent pas au nettoyage à haute pression” témoigne Patrice Sévrin.

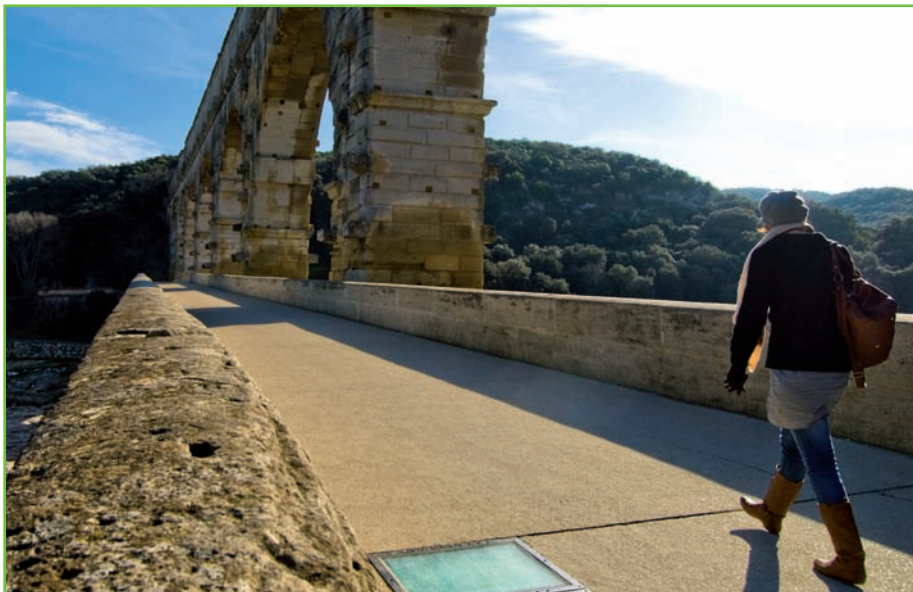
À Vauvert, sur les places de l’Aficion, de la mairie et des halles, le béton désactivé a trouvé un espace pour exprimer toutes ses qualités, et continuera à s’y exprimer dans l’avenir. Ce que confirme Patrice Sévrin : “Nous avons pour projet, au cours des prochaines années, de reprendre tous les trottoirs de la rue de la République : il est évident que nous pensons au béton désactivé pour cet aménagement que nous réaliserons en plusieurs tranches”.

### ■ Béton désactivé et fibré au service du pont du Gard

Si les arènes de Nîmes sont un monument d’exception, legs des Romains, le département recèle un autre monument de grande ampleur : le Pont du Gard, à 27 kilomètres de Nîmes. Le célèbre pont-aqueduc à trois niveaux, long de 273 m et haut de 49 m, construit par les Romains au I<sup>er</sup> siècle après Jésus-Christ, n’a pratiquement pas pris une ride et surplombe toujours le Gardon avec aisance.

Lors du projet de réfection des abords du site, à l’aube du 3<sup>e</sup> millénaire, les cheminements piétonniers permettant l’accès à l’ouvrage depuis les deux rives ont été réalisés en béton, pour un linéaire d’un kilomètre et demi sur 4,5 mètres de large et 15 centimètres d’épaisseur.

Pour Jean-Yves Goube, directeur de l’aménagement et du développement



Pont du Gard : le béton a été choisi pour la chaussée qui relie les deux rives sous l’aqueduc et permet de le longer. Grâce à sa couleur et à sa texture, il se fond parfaitement dans ce lieu historique.

durable du site : “Depuis la mise en place des cheminements en béton désactivé et fibré, nous n’avons pas rencontré de problèmes particuliers sur le site. Pour moi, la tenue dans le temps du béton est très bonne, malgré l’intense fréquentation puisque 1 200 000 visiteurs se pressent chaque année pour contempler l’édifice ! Cet important trafic piétons ne cause aucune dégradation aux revêtements. Nous devons juste être attentifs aux déplacements d’engins amenés à circuler pour effectuer des travaux : pour cela, nous avons recours à des engins sur pneu ou à chenilles en caoutchouc. De plus, nous faisons en sorte que ces engins circulent bien au

centre de la voie. Enfin, les quelques fissures constatées sont dues aux mouvements du pont, car il s’agit d’un ouvrage qui vit et se dilate tout naturellement”.

Enfin, pour terminer ce point sur le département du Gard, il ne faut pas oublier les belles références en béton des quais de Port-Camargue, sur la commune du Grau-du-Roi (voir l’article paru dans le numéro 103 de la revue Routes). Ce vaste espace en béton de 4 000 m<sup>2</sup>, situé entre les commerces et le quai d’honneur, a été réalisé avec des bétons différents : un béton balayé pour la zone la plus proche de l’eau, qui est aussi une voie de circulation cycliste et piétonne, un béton désactivé devant les commerces et des pavés autobloquants en béton pour le quai lui-même. ■



Pont du Gard : les cheminements en béton occupent 1 500 mètres linéaire sur les deux rives du Gardon.



Port-Camargue : les pavés en béton font aussi partie de la panoplie des matériaux utilisés pour les quais du port.



Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme) : en centre-ville, la plate-forme en béton grenailé s'intègre parfaitement au nouvel aménagement de la place de Jaude.

## Tramway de Clermont-Ferrand : une plate-forme en béton grenailé bien sous tous rapports

Inauguré le 14 octobre 2006, le tramway de Clermont-Ferrand transporte aujourd'hui quelque 55 000 voyageurs par jour sur une ligne de 14 km qui traverse la ville du nord au sud. Il s'agit d'un tramway d'un genre nouveau : le Translohr - c'est son nom - est monté sur pneumatiques et guidé par un rail central. Une technique particulièrement adaptée à la topographie clermontoise. Pour réaliser la plate-forme, notamment dans le centre-ville, le maître d'ouvrage a opté pour un béton dont la surface est grenailée. Un choix dont il se félicite pleinement.

**D**epuis près de trois ans, le Translohr, couleur fleur de lave – un rouge profond qui rappelle la nature volcanique de la région –, circule en site propre dans les rues de Clermont-Ferrand, reliant Champratel (au nord) à La Pardieu Gare (au sud), ce qui représente 14,2 km parcourus en 45 minutes.

Il dessert une part importante de la population et des activités de l'agglomération (75 000 habitants, 54 000 emplois, 17 000 scolaires, 20 000 étudiants, 80 % des lits d'hôpitaux et cliniques...), dans un rayon de 500 mètres autour de ses 31 stations. Comme c'est souvent le cas, la

réalisation du tram a été l'occasion de transformer la ville : réorganisation des transports urbains et interurbains ; création de six parkings-relais le long de la ligne ; aménagements urbains (voies piétonnes, pistes cyclables, revitalisation du centre-ville et de ses places, notamment les places de Jaude et Centrale)...

### Une technologie en phase avec la plate-forme en béton

Pour le choix du matériel et la réalisation des infrastructures, le SMTIC (Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération

### CHIFFRES CLÉS

**Longueur de la ligne :** 14,2 km

**Composition du réseau :**  
31 stations et 62 quais

**Nombre total de rames :** 26

**Capacité d'une rame :** 238 places

**Trafic quotidien :**  
55 000 voyageurs (avec des pics à 57 000) transportés par 160 rames par jour et par sens

**Coût du projet :**  
290 millions d'euros HT, dont 145 millions d'euros HT pour l'infrastructure

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maîtrise d'ouvrage :** SMTC (Syndicat Mixte des Transports en Commun de l'agglomération clermontoise)

**Assistance à maîtrise d'ouvrage :** Systra

**Groupement ensemblier d'entreprises :**

- Matériel roulant et prestations associées : Lohr
- Plate-forme en béton : ETF (Eurovia Travaux Ferroviaires) et Sobeau Auvergne (groupe Vinci) ; Sols Confluence (groupe Sols) sous-traitant pour la réalisation de la plate-forme voie en béton grenailé
- Rail de guidage : Eurovia Travaux Ferroviaires (groupe Vinci)
- Equipements électriques : Cegelec ; Ineo (courants faibles)

**Fournisseur du béton :** Lafarge Bétons Sud-Est (Cournon d'Auvergne)

**Fournisseur du ciment :** Lafarge Ciments

clermontoise), maître d'ouvrage, a choisi la procédure de l'appel d'offres avec un groupement ensemblier.

La société Lohr, qui à l'époque venait de mettre au point un tramway sur pneus guidé par un rail central, a donc constitué un groupement d'entreprises dont il était le mandataire et a remporté la compétition.



Le court rayon de giration du Translohr (10,5 m seulement) lui permet de s'insérer parfaitement dans le tissu urbain clermontois.



La réalisation du tramway a été l'occasion de transformer les aménagements urbains de la ville : voies piétonnes, pistes cyclables...

*"Pour desservir des milieux urbains denses avec des rues courbes ou des pentes importantes, la technologie ferroviaire n'est pas toujours adaptée", indique Jean-François Argence, directeur commercial de l'activité "Transport public" chez Lohr. "C'est pourquoi nous avons conçu le Translohr, tram sur pneu avec un guidage assuré par deux galets inclinés en forme de V et pinçant un rail central. Cela a des conséquences sur le type de plate-forme. D'ailleurs, en observant la coupe d'une plate-forme Translohr et celle d'une plate-forme tramway fer classique, on voit clairement que le gabarit limite d'obstacles (GLO) est plus étroit sur notre matériel. Pour notre technologie, nous préconisons une plate-forme en béton, à la fois pour des raisons esthétiques, d'entretien et de durabilité. Coulé sur 25 à 30 cm d'épaisseur, il sert en même temps de couche de fondation et de roulement. À la différence de la couche de roulement en enrobé qui a une durée de vie de 7 à 8 ans, celle en béton est de quelque 30 ans. Quant aux risques d'ornièrage, dus à la charge sur les pneus, ils n'existent pas sur une plate-forme en béton".*

### Une engravure dans le béton pour poser le rail

Dans le cahier des charges, il y avait deux options pour réaliser la plate-



Après la réalisation de l'engravure, le rail a été posé et scellé avec de la résine.

forme : soit faire une chaussée classique en enrobé, soit la faire en béton.

*"Après étude, nous avons décidé de retenir le béton pour la partie de la ligne qui passe en centre-ville entre les stations Delille Montlosier et Saint-Jacques Dolet, ainsi qu'au nord entre Croix de Neyrat et Les Vignes, soit sur environ 4 km de la plate-forme", explique Louis Virgoulay, Vice-Président du SMTC.*

*"Ce choix a été fait notamment pour des raisons esthétiques, la surface de la plate-forme en béton étant grenailée pour faire apparaître les granulats et pour donner un aspect plus urbain. J'ajoute qu'on a également choisi la solution béton pour la très grande majorité des 54 traversées routières empruntées par les poids lourds et pour les 16 appareils de voie".*





Aux carrefours, la délimitation du gabarit limite d'obstacles été réalisée en bande de résines avec un saupoudrage de granulats naturels 2,5/5 de coloris gris flanelle.

Deux entreprises du groupe Vinci, Sobeia Auvergne et ETF (Eurovia Travaux Ferroviaires), à l'époque Vossloh Infrastructure Service, ont réalisé la plate-forme en béton, tandis qu'Eurovia Dala (groupe Vinci également) effectuait celle en enrobé.

"Pour la réalisation de la plate-forme béton, après une mise au point très pointue au niveau des études, au cours desquelles nous avons opté pour une dalle goujonnée dont l'épaisseur était de 24 cm (16 cm au niveau de l'engravure du rail central), nous avons simplement sous-traité la mise en œuvre du béton à Sols Confluence", précise Noëlle Dubernard, conducteur de travaux chez Sobeia Auvergne.

"Au total, nous avons coulé quelque 16 000 m<sup>2</sup> de béton qui était produit par Lafarge Bétons Sud-Est à Cournon d'Auvergne. Le béton était pompé sur le site, tiré à la règle et taloché. Puis il était jointoyé tous les 5 à 6 mètres, de façon perpendiculaire à l'axe de la voie. Pour les appareils de voie (aiguillages, zones de croisement, parties intermédiaires...), on a également coulé du béton car l'enrobé ne peut pas combler tous les vides de ces appareils. Enfin, pour les carrefours, la délimitation du gabarit limite d'obstacles a été réalisée en bande de résines avec un saupoudrage de granulats naturels 2,5/5 de coloris gris flanelle choisi par le SMTC".

Une fois le béton durci, une engravure



Lors du grenailage, la laitance est enlevée, ce qui fait apparaître les granulats et les détails du béton sur quelques millimètres.

était alors réalisée pour poser le rail. "Pour l'enrobé comme pour le béton, il a fallu faire un réceptacle pour le rail", explique Patrick Cirelli, directeur de projet chez ETF. "Dans le cas de la structure béton, on a réalisé une engravure. Pour cela, le béton a été scié et enlevé sur une profondeur de 8 cm. Puis ETF est venu poser son rail, qui était scellé, de chaque côté, avec de la résine".

### Une formulation très subtile du béton

Quelques semaines après le coulage et la pose du rail, le béton a été grenailé pour mieux l'intégrer au tissu urbain. "Technique désormais bien connue, le béton grenailé est un état de

### LOHR : UNE BELLE PERCÉE SUR LE MARCHÉ DU TRAM

Groupe familial alsacien installé près de Strasbourg, la société Lohr est spécialisée dans la conception et la réalisation de systèmes de transports. Employant 2 000 personnes, elle a notamment lancé, au début de la présente décennie, une nouvelle génération de tramway.

Le Translohr, tout en conservant les caractéristiques du tramway moderne (guidage permanent, grande capacité, réversibilité des rames, plancher bas, traction électrique...), a innové en utilisant le pneumatique pour remplacer le bogie ferroviaire, tandis que le guidage est assuré par un rail central. D'où notamment un fonctionnement silencieux (pas de contact fer/fer), une emprise minimale, un franchissement des pentes jusqu'à 13 %, des infrastructures légères et économiques, une maintenance simplifiée...

Outre Clermont-Ferrand (le premier en exploitation), Translohr est aujourd'hui en service à Padoue (mars 2007) et Tianjin en Chine (mai 2007). Une nouvelle ligne sera inaugurée en 2008 à Shanghai. La mise en service de la ligne Venise-Mestre est prévue au premier trimestre 2010 et celle de Saint-Denis-Sarcelles à la fin de 2011.

La ligne Châtillon-Viroflay, en région parisienne, est en cours de finalisation contractuelle avec la RATP. Quant au chantier de L'Aquila en Italie, il est arrêté en raison du récent tremblement de terre.

À ce jour, une dizaine de villes seraient intéressées par le Translohr.

surface obtenu par la projection, à forte puissance, de billes métalliques à la surface du béton durci", expose Nicolas Brisson, chargé d'affaires chez Sols Confluence. "La laitance étant ainsi enlevée, les granulats et les détails du béton apparaissent alors en surface".



Un ferrailage longitudinal a été réalisé à l'aplomb de l'engravure du rail et des paniers de goujons transversaux.

Et Jérémie Judon, commercial sur la centrale Lafarge Bétons Sud-Est de Cournon, de révéler : "Pour ce chantier, la mise au point du béton a été très subtile car il fallait qu'il soit aisément pompable et que sa formulation réponde à des critères esthétiques et de résistance au gel et aux sels de déverglaçage. C'est pourquoi, sous l'autorité de Sobeau Auvergne qui avait missionné le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées d'Autun, une série d'essais a été réalisée afin de parfaire la mise au point de la formule du béton, qui

a été réalisée par notre laboratoire interne, sous la responsabilité de Cyril Lyonnet".

### Une autre aventure va se poursuivre

Avec l'exploitation de ces 14 km, l'aventure du tramway de Clermont-Ferrand n'est pas pour autant terminée comme l'indique Louis Virgoulay : "Le projet d'extension de la ligne au nord va entrer dans sa phase concrète. Longue de 2,5 km, cette extension sera réalisée avec la même technologie et permettra de mieux desservir des équipements comme le stade Gabriel Montpied, la piscine de Flamina ou l'Institut des métiers. Pour la réalisation de la plate-forme, je sais que les cimentiers s'y intéressent et étudient un coulage du béton en continu. Quant à la seconde ligne, prévue sur un axe est-ouest, nous avons choisi la technologie du bus à haut niveau de sécurité. L'étude de faisabilité est en cours".

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

**Ciment CEM I 52,5 PMES gris :** 300 kg  
**Granulats 0/4 roulés :** 720 kg  
**Granulats 10/20 concassés :** 1 100 kg  
**Filler calcaire Betocarb P2 :** 70 kg  
**Entraîneur d'air :** 0,1 %  
**Superplastifiant :** 1 %  
**Eau/liant équivalent :** < 0,55



Pour les 16 appareils de voie (zones de croisement, aiguillages, parties intermédiaires...), le béton a été préféré à l'enrobé.

### INTERVIEW



**Louis VIRGOULAY**  
Vice-Président du SMTC

“ L'idéal aurait été de faire toute la plate-forme en béton ! ”

“ Nous avons choisi le véhicule Translohr notamment pour sa facilité d'insertion en milieu urbain clermontois : seulement 2,20 m de large et donc un minimum d'intervention sur le bâti et la voirie ; court rayon de giration (10,5 m) ; poids relativement léger (9 tonnes pour les essieux moteurs et 8 tonnes pour les essieux porteurs).

De plus, grâce à sa motorisation et à l'adhérence du pneu, ce véhicule franchit aisément certaines pentes qui peuvent être de l'ordre de 10 % avec des démarrages rapides en côte et un freinage puissant. Nous le recommandons pour des villes qui, comme Clermont-Ferrand, ont des problèmes d'insertion du tram dans la géographie urbaine.

D'ailleurs l'an dernier, nous l'avons fait découvrir à 59 délégations. Après trois ans d'exploitation, la plate-forme en béton nous donne toute satisfaction grâce à son excellente tenue.

L'esthétique de la couche de roulement en béton grenailé est intacte.

L'entretien est réduit au minimum. Et surtout la durabilité de la plate forme est d'environ 30 ans : c'est incontestablement un atout essentiel.

En fait, je ne vous cache pas que l'idéal aurait été de faire toute la plate-forme en béton ! ”.



L'Aiguillon-sur-Vie (Vendée) : intégration de bordures en “Bton Scintillant” sur un nez d’îlot de route départementale.  
À gauche : vue de jour.  
À droite : vue de nuit.

## Le “Bton Scintillant®” : un nouveau matériau de signalisation routière

**Les sociétés B-ton Design et Naullet ont développé un nouveau concept de béton préfabriqué : en incorporant des microbilles de verre dans ce matériau, elles sont parvenues à réaliser un béton innovant en matière de signalisation routière.**

L'entreprise B-ton Design, membre de l'association Bétocib, conçoit tout mobilier design en béton pour les architectes, les urbanistes et les paysagistes. Elle vient d'inventer un nouveau béton, appelé “Bton Scintillant”, dont le procédé de fabrication, breveté par le groupe VM Matériaux, consiste à réfléchir tout type de lumière, aussi bien naturelle qu'artificielle..

L'innovation technique, très originale, consiste à inclure une couche

homogène de microbilles de verre à la surface d'éléments préfabriqués en béton (bordures, pavés, dalles...), réalisés par la société Naullet, basée à La Roche-sur-Yon et filiale de VM Matériaux.

### Des microbilles de verre réfléchissantes

Ces microbilles sont fournies par la société Sovitec, basée à Florange (Moselle), leader européen de la production de ces éléments destinés, entre autres, à la signalisation routière horizontale.

Pour fabriquer ces microbilles, Sovitec utilise du groisil (ou calcin), matériau constitué de fragments de verre recyclé. Uniquement constituées de verre blanc, afin de maximiser l'effet rétro-réfléchissant, les microbilles vont ensuite acquérir leur forme sphérique après passage dans un four de “sphérulisation”. Les billes sont

alors tamisées selon les tailles, puis traitées en surface afin d'améliorer leur adhérence et d'assurer ainsi une meilleure durabilité du système.

Les billes de verre utilisées ont pour caractéristique de réfléchir la majeure partie des rayons lumineux vers leur source : soleil, éclairage public, phares de voiture, enseignes...

Le degré de l'effet rétro-réfléchissant est, par ailleurs, réglable en jouant sur le diamètre des microbilles : plus on l'augmente et plus la restitution des sources lumineuses est importante.

Lors du processus de fabrication, toutes les microbilles sont directement enchâssées dans la peau du béton : localisées exclusivement à la surface du matériau, elles contribuent ainsi à son renforcement en le “chargeant”. Avantage technique crucial : la profondeur d'enfoncement des billes dans le béton, à 60 % minimum de leur diamètre, empêche leur arrachement et l'usure de la peau réfléchissante.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

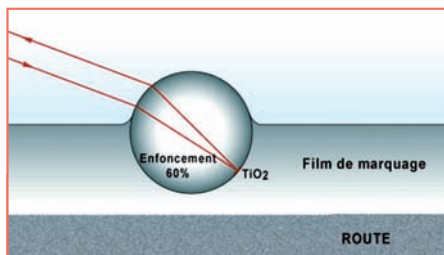
**Inventeur du “Bton Scintillant” :**  
Pascal Dupont

**Préfabrication :** Naullet  
(Groupe VM Matériaux)

**Fournisseur du ciment :**  
Ciments Calcia

**Microbilles de verre :**  
Groupe Sovitec

**Rapports d'essais :** CERIB



Exemple du principe de l'effet rétro-réfléchissant des microbilles dans les produits de marquage routier.

Les microbilles réfléchissantes peuvent aussi être teintées en surface, à l'aide de pigments naturels résistant aux UV, et se décliner en tous coloris : bleu, vert, rouge... Et, avantage esthétique, on peut même choisir de coordonner la couleur du béton avec celle des billes.

Enfin, ce process est totalement respectueux de l'environnement. En effet, afin que le béton présente une excellente surface scintillante, il n'est utilisé aucun traitement mécanique ou chimique agressif. C'est également ce procédé qui garantit l'intégrité des qualités mécaniques et physiques des bétons mis en œuvre.

### ☐ Sécurité routière et valorisation esthétique

Ce nouveau béton, aux propriétés pérennes, propose un très large choix d'applications concrètes aussi bien dans les éléments de signalisation routière et urbaine que dans des réalisations esthétiques pour l'architecture et l'aménagement paysager ou urbain.

En matière de sécurité routière, le “Bton Scintillant” trouve parfaitement sa place sur les routes, les bordures de trottoirs, les ronds-points de carrefours giratoires, les tunnels, les voies de tramway et de bus, les pistes cyclables... En résumé, partout où des zones sensibles, faiblement ou pas du tout éclairées, ont besoin d'être signalées efficacement aux usagers.

Les éléments en béton préfabriqué peuvent prendre la forme de bordures, avec une ou plusieurs faces réfléchissantes, de pavés ou de dalles unis ou matricés (pour fournir de l'anti-glissance), de cônes, bornes ou cubes de signalisation, de pas japonais...



Gros plan sur les microbilles de verre incluses dans la surface du béton.

De plus, si le “Bton Scintillant” assure pleinement sa fonction de guidage la nuit, grâce à la présence des microbilles de verre à sa surface, il est aussi parfaitement visible de jour, même par temps de pluie ou de brouillard.

En matière de valorisation esthétique pour l'architecture et l'aménagement paysager ou urbain, le “Bton Scintillant”

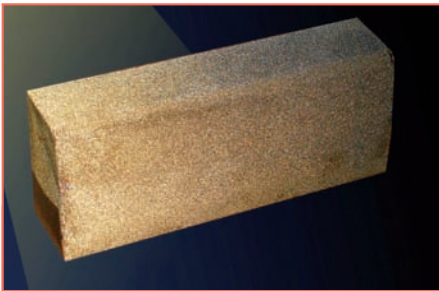
s'applique largement : voies piétonnes, bâtiments, abords de bâtiments historiques, places publiques, ponts, zones commerciales... Et, en fonction des projets d'aménagement, il va être utilisé aussi bien pour la conception de jardinières, bacs à arbres, panneaux signalétiques, bancs et assises individuelles, bornes, bordures, dalles pour sols et soubassements...

### DES BÉTONS À GRANDE RÉSISTANCE

Le CERIB (Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie du Béton) réalise de nombreux essais pour qualifier les performances des faces de parement des produits en béton destinés à être utilisés en voirie : pavés selon la norme NF EN 1338, dalles selon NF EN 1339, bordures et caniveaux de trottoirs selon NF EN 1340, mobilier urbain et de jardin selon NF EN 13198...

Les principaux essais sont de quatre types :

- **l'essai d'usure par abrasion au disque large** : il consiste à faire tourner, contre la face de parement du produit en béton, un disque d'acier de diamètre 200 mm et de largeur 70 mm pendant 60 secondes à une vitesse de 75 tours/minute. Plus la largeur d'empreinte formée par le disque sur le parement du produit en béton est étroite, plus ce produit possède une bonne aptitude à résister à l'usure. Un produit de voirie en béton, avec une largeur d'empreinte inférieure à 23 mm, présente des performances satisfaisantes pour son usage.
- **l'essai d'absorption d'eau totale** : il consiste à immerger le produit en béton dans de l'eau, puis à le faire sécher à 105°C. La quantité d'eau absorbée est mesurée par différence de masse. Pour satisfaire à la durabilité de ses performances, un produit de voirie en béton doit absorber moins de 6 %.
- **l'essai de résistance au gel et aux sels de déverglaçage** : il consiste à déposer à la surface du parement une solution saline dosée à 3 % de NaCl, puis à faire subir 28 cycles de 24 h, avec des températures variant de - 20°C à + 20°C. On mesure ensuite la quantité de matière qui s'est écaillée à la surface du produit en béton. Un produit de voirie en béton ayant un comportement acceptable au gel présente moins de 1 kg/m<sup>2</sup> de matériau se détachant à sa surface.
- **l'essai de résistance à la glissance au pendule de frottements SRT** : il consiste à déterminer la glissance d'une surface par frottement à faible vitesse d'un patin de caoutchouc. L'essai est réalisé avec le pendule de frottements, qui donne des valeurs pendulaires sur une échelle graduée, en fonction de la résistance à la glissance. Plus la valeur est élevée, plus la surface présente des frottements et donc une meilleure résistance à la glissance. La norme NF P 98-335 précise que le risque de glissement est avéré lorsque la valeur moyenne de résistance à la glissance est inférieure à 35.



Bordure en “Bton Scintillant”, avec effet rétro-réfléchissant de nuit.

### ☐ Energie, économie à l’usage et recyclage intégral

Pour Didier Gazeau, directeur d’exploitation de la société Naullet : “Le “Bton Scintillant” présente trois avantages majeurs. D’abord, il fonctionne sans aucun apport de source énergétique : en effet, il utilise tout naturellement le soleil et ses rayons, les phares des véhicules dont la lumière est renvoyée sans éblouir et les éclairages publics pour les zones piétonnières. Ensuite, il ne nécessite aucun entretien et peut même, si on le réalise en béton autonettoyant, se laver automatiquement grâce aux eaux de pluie. Enfin, dernier avantage majeur, le “Bton Scintillant” est directement et entièrement recyclable : il peut être broyé en grave et utilisé ainsi en revêtements routiers”.

Toutes ces qualités HQE® (Haute Qualité Environnementale) démontrent que l’innovation, présentée par le “Bton Scintillant”, s’inscrit donc parfaitement dans la démarche de Développement durable.

“Les applications du “Bton Scintillant” sont très nombreuses : en plus de toutes celles déjà évoquées comme la matérialisation de virages dangereux ou de carrefours à risques, on peut imaginer de marquer les zones de ralentissement de nuit, en inscrivant par exemple le mot “Ralentir” en lettres rétro-réfléchissantes sur la bande de roulement ou sur une bordure. Ou encore de signaler sur la chaussée, par marquage sur une dalle en béton, l’approche d’un stop. Autre intérêt du “Bton Scintillant” en termes d’applications : il permet de réaliser des éléments préfabriqués sur mesure et de s’adapter ainsi à toute configuration routière ou urbaine” conclut Didier Gazeau. ☐

### INTERVIEW



Pascal DUPONT

“ Le “Bton Scintillant” possède une très grande résistance et ne nécessite aucun entretien ”

#### En quoi consiste votre procédé breveté ?

À inclure des microbilles de verre à indice de rétro-réflexion élevé dans la peau du béton, de manière homogène et avec une maîtrise de l’enchâssement : on réalise ainsi un véritable tapis de billes à la surface du matériau. De plus, le processus de fabrication rend parfaitement solidaires les microbilles de verre et la matrice béton.

#### Quels sont les avantages de ces microbilles ?

Elles sont réalisées avec du verre recyclé et il n’y a aucun phénomène d’alcalinité avec le béton, car le verre est recuit. Les microbilles peuvent aussi être colorées pour d’autres applications spécifiques : marquages jaunes des arrêts temporaires (bus...), marquages bleus des emplacements réservés aux personnes handicapées... Autre avantage important : les microbilles n’ont aucun effet éblouissant, caractéristique qu’on a testée chez Sovitec, l’entreprise qui les fabrique.

#### Quel est le diamètre des billes ?

On utilise deux diamètres différents : 800 micromètres pour des intensités de réflexion standards servant à la signalisation de points classiques et 1 200 micromètres pour les points où l’avertissement doit être très fort, comme par exemple les entrées et sorties d’autoroutes, afin de faire

ralentir les conducteurs à l’approche de points dangereux comme les chicanes... Intégrer des billes, dont le diamètre est de plus ou moins un millimètre, à nos processus de préfabrication d’éléments en béton est, en soi, une véritable prouesse technique.

#### Quel type de béton utilisez-vous ?

La formulation du béton est, bien entendu, tenue secrète : je peux cependant vous dire qu’il s’agit d’un béton XF1 - C25/30, à base de ciment CEM I, qui possède la caractéristique d’être un béton à moulage différé, c’est-à-dire que son décoffrage a lieu seulement le lendemain du coulage.

#### Avez-vous besoin d’un agrément SETRA ?

En réalité, ce n’est pas nécessaire car les bordures en “Bton Scintillant” ne sont pas considérées comme des marquages au sol. En revanche, les bordures en “Bton Scintillant” répondent à la norme NF et possèdent le marquage CE.

#### Quelles sont les principales qualités du “Bton Scintillant” ?

En plus de leur capacité réfléchissante, les éléments préfabriqués en béton présentent une grande résistance, comme le démontrent les essais effectués par le CERIB, le Centre d’Etudes et de Recherches de l’Industrie du Béton (voir encadré page 12). Enfin, une fois que les bordures, dalles et pavés préfabriqués en béton sont mis en place, aucune intervention technique de remplacement, ou de rénovation, de la surface réfléchissante n’est à effectuer. Conséquence : cette absence d’entretien fait réaliser une économie appréciable aux maîtres d’œuvre.

#### Pour en savoir plus

B-ton Design  
425 rue de Grignon 78450 Chavenay  
Tél. : 01 30 54 32 34  
Email : [contact@btndesign.com](mailto:contact@btndesign.com)  
Site : [www.btndesign.com](http://www.btndesign.com)



Joze (Puy-de-Dôme) : l'atelier de "traitement en place" au complet sur le site de réalisation d'une plate-forme de 3 hectares.

## Du traitement en place au liant hydraulique routier sur 3 hectares d'aire de stockage de pneus

Évitant une noria de camions pour évacuer d'importants déblais et rapporter des tonnes de cailloux, le traitement en place au liant hydraulique routier d'un terrain de près de trois hectares permet d'obtenir une plate-forme ayant la portance attendue.

**S**tocker et recycler des pneumatiques usés (*voir encadré*) est une activité qui impose d'utiliser beaucoup de surface au sol. D'où la nécessité impérieuse pour la société Procar de créer une aire spécifiquement consacrée à cette activité à Joze (Puy-de-Dôme).

"Cette plate-forme est destinée à subir un important trafic de poids lourds et d'engins de maintenance. Elle doit donc être particulièrement résistante et avoir une planéité durable" explique Didier Desvignes, directeur du site Procar.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maîtres d'ouvrages :** Procar et Damota Victor

**Entreprise :** Sacer Sud-Est

**Négoce :** Point P - Travaux publics (Groupe Saint-Gobain)

**Fournisseur du liant hydraulique routier :** Vicat Ciment

### Un traitement sur 30 cm de profondeur

"Pour réaliser cette plate-forme, qui s'apparente en fait à une chaussée poids lourds XXL, la solution classique aurait été de terrasser sur 80 cm de profondeur et de rapporter 80 cm de cailloux. Comme la plate-forme fait presque trois hectares, il aurait fallu terrasser 50000 m<sup>3</sup> de matériaux et rapporter 18000 m<sup>3</sup> de cailloux! Sans compter un coût non négligeable et un trafic de poids lourds entrants et sortants qui aurait encombré les routes avoisinantes pendant plusieurs semaines. Il fallait donc trouver une solution plus économique et privilégiant le développement durable. D'où notre proposition de traiter le sol en place au liant hydraulique routier sur les 30 cm superficiels" commente Jean-Marc Sancelme, chef de chantier de l'entreprise Sacer Sud-Est, chargée des travaux.

Sur un plan environnemental, cette solution est d'autant plus appropriée que ce chantier s'inscrit dans une zone Natura 2000, en raison notamment de sa proximité avec le cours de l'Allier. Réemployer les matériaux en place permet également d'économiser les ressources naturelles (cailloux), de limiter la pollution (moins de trafic routier, moindre usure des routes) et de réduire les risques d'accidents routiers (moins de circulation de camions).



Un bon arrosage, avant et après le passage du rotomulaxeur, assure la bonne hydratation du liant hydraulique routier.



Après le premier arrosage, l'épandage du liant hydraulique routier intervient à raison de 32 kg/m<sup>2</sup>.

### Adapter la mise en œuvre à la nature du sol

Une des particularités de ce chantier est la mise en relation du maître d'ouvrage et de l'entreprise avec le fournisseur de liant par le biais du négoce. En effet, c'est Eric Lasteyras, chef de dépôt Point P - Travaux Publics (groupe Saint-Gobain) qui a proposé l'emploi d'un liant hydraulique routier, préféré à un ciment classique.

"Ce liant hydraulique routier convient particulièrement bien à ce type de chantier où l'on est en présence d'un sol fin et marneux, ayant tendance à capter beaucoup d'eau. Il apporte aussi la résistance à la compression demandée, par une rapide montée en performances liée à sa base clinker" souligne Cédric Jovin, chargé d'affaires chez Vicat Ciment.

Polyvalent, ce liant hydraulique routier peut être utilisé pour le traitement de sols, en place ou en centrale, destiné à la réalisation de couches de base, de fondation ou de forme. Différents dosages existent donc.

L'envoi d'échantillons de sol et de liant au laboratoire de la Sacer a permis de s'assurer de leur parfaite compatibilité et d'affiner le dosage pour trouver le meilleur compromis sur le plan technico-économique. Au final, un dosage à 5% de liant (soit 32kg/m<sup>3</sup>) permet d'atteindre, en tout point, une portance finale supérieure à 50 MPa.

"En matière d'organisation, l'atelier de traitement de la Sacer Sud-Est a mis en place un planning prévisionnel pour la livraison des 700 tonnes de liant hydraulique routier nécessaires à ce chantier et provenant de l'usine de

production Vicat, située à près de 150 kilomètres de distance. Ensuite, l'approvisionnement du chantier proprement dit s'est effectué au fur à mesure des besoins : un camion-porteur toutes les deux heures le premier jour, puis un chaque heure et demie le deuxième jour et les jours suivants" détaille Eric Lasteyras.

### Adopter la mise en œuvre à la nature du sol

Cette nouvelle plate-forme étant construite dans un ancien champ, la première étape a consisté à éliminer la végétation et à décaper la terre végétale, soit environ 11000 m<sup>3</sup>. Des opérations de déblaiement/remblaiement ont ensuite permis d'unifier le profil du terrain.

"Après mise en place des réseaux d'assainissement et d'eaux pluviales, le traitement du sol a eu lieu par zones successives, à raison d'environ 3 000 à 4 000 m<sup>2</sup> par jour" signale Jean-Marc Sancelme.

Sur la première parcelle, le liant hydraulique routier a été mis en œuvre par épandage, juste après un arrosage adéquat du sol. Ensuite, le passage du rotomalaxeur, travaillant le sol sur 30 cm d'épaisseur, a précédé le passage de la niveleuse et du rouleau compresseur à roues.

"Le résultat n'étant pas parfaitement homogène, il a été opté pour une méthode plus radicale : un double arrosage et un double malaxage" explique Cédric Jovin.

Après le premier arrosage du sol puis l'épandage du liant hydraulique routier, le rotomalaxeur travaille donc une première fois le sol. Le second arrosage suivi d'un second passage du



Le passage du rotomalaxeur mélange, de façon homogène, le sol et le liant hydraulique routier.

### SAVOIR VALORISER LES PNEUMATIQUES USÉS

En France, depuis l'entrée en vigueur du décret n° 2002-1563 du 24 décembre 2002, tous les pneumatiques usés doivent être récupérés et dirigés vers un collecteur agréé Aliapur, tel que Procar. Les principaux producteurs de pneumatiques se sont, en effet, regroupés pour fonder Aliapur, filière française de valorisation des pneus usagés.

Les pneus ainsi collectés sont revendus en occasion ou rechapés à l'aide d'une nouvelle bande de roulement. Cela concerne environ un pneu sur six. Ceux qui ne sont pas réutilisables sont orientés vers une filière de valorisation "matière" ou "énergie" : granulés (sols amortissants, tapis, terrains sportifs), aciéries (en remplacement de l'antracite), cimenteries (combustible), carrières (réhabilitation de sites) ou chantiers TP (bassins de rétention, murs anti-bruit, routes). En 2008, Aliapur a collecté un total de 300 000 tonnes de pneus usagés. Pour mémoire, 360 000 tonnes de pneus neufs sont, en moyenne, mis sur le marché chaque année.

rotomalaxeur garantit un mélange plus intime et plus homogène du liant hydraulique routier et du sol.

Suivent le passage de la niveleuse, du rouleau compresseur et l'application d'une émulsion pour étanchéifier la surface traitée. "Afin d'assurer la meilleure qualité possible, notre laboratoire effectue avant et après traitement une mesure de portance du sol, en différents points du chantier" signale Jean-Marc Sancelme. ■



Le nivelage précède le passage du compacteur à roues.



Illies (Nord) : une voie en béton qui rencontre un vif succès auprès des cultivateurs, promeneurs, cyclistes, membres du club hippique de Herlies...

## Une chaussée multi-usages en béton qui serpente à travers champs

**Agriculteurs, piétons, cyclistes, cavaliers et même automobilistes peuvent maintenant se partager la chaussée en béton de 760 mètres de long, réalisée à l'aide d'une machine à coffrage glissant, qui relie Illies à Herlies à travers champs.**

**D**epuis plusieurs années, le chemin de terre reliant les communes d'Illies et de Herlies, dans le département du Nord, était de moins en moins emprunté par les agriculteurs en raison de sa détérioration progressive.

*"Cependant, le week-end et lors des vacances scolaires, il l'était de plus en plus par les promeneurs et les cyclistes adeptes du tout terrain. Et il ne faut pas oublier qu'il dessert aussi un étang de*

*pêche : une raison supplémentaire pour envisager le réaménagement de ce chemin"* explique Bruno Hoyaux, technicien territorial, responsable du projet au sein de l'Unité territoriale Marcq-La Bassée de la communauté urbaine Lille Métropole.

Mais le véritable élément déclencheur a été, en fait, un projet parallèle de création d'un collecteur de refoulement d'eaux usées reliant Illies au centre de traitement de Herlies. Comme ce dernier devait suivre le même trajet que le chemin de terre, l'idée est née de faire d'une pierre deux coups, en menant conjointement les deux opérations.

*"Elle est ainsi passée de 2,50 m de large à 3,50 m en moyenne. À cela s'ajoutent des aires de croisement, prévues environ tous les 200 m. Ces réaménagements sous-entendent de combler le fossé existant, pour le recréer un peu plus loin lorsque la largeur de l'emprise le permet, sinon on le passe en tranchée drainante. En effet, selon les zones, la largeur de l'emprise varie de 6,50 à 13 mètres"* précise Bruno Hoyaux.

En prévision de besoins futurs, ce "double chantier" est aussi l'occasion de mettre en place une gaine de signalisation, parallèlement à la canalisation d'assainissement.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage et maître d'œuvre :**  
Communauté urbaine Lille Métropole / Unité territoriale de Marcq - La Bassée

**Entreprise :** Eurovia Béton (sous-traitante de Jean Lefebvre Lille Flandres)

**Fournisseur du béton :** Unibéton (centrale de Saily-la-Bourse)

**Fournisseur du ciment :**  
Ciments Calcia

### Une emprise variant de 6,50 à 13 mètres

Les canalisations d'assainissement passant dans l'ancien accotement du chemin, les déblais ont pu servir à consolider les zones nécessaires à l'élargissement de la plate-forme de la chaussée.



La pulvérisation d'un produit de cure protège la prise du béton.



Le linéaire de 420 m de l'ancien chemin empierré de 2,50 m, élargi à 3,50 m, est prolongé par 340 m de voie nouvelle pour atteindre une longueur totale de 760 mètres "Il se raccorde ainsi, côté Herlies, sur le prolongement d'une voie communautaire élargie pour la circonstance et, côté Illies, sur un carrefour existant" poursuit Bruno Hoyaux.

### ■ Du béton pour résister au passage des tracteurs

À l'emplacement de l'ancien chemin, composé de cailloux et de grave non traitée, la portance de sol mesurée se situe entre 60 à 70 MPa.

"Sur cette partie, nous avons juste réalisé un décapage superficiel d'une dizaine de centimètres pour enlever de la boue et des herbes. D'où une économie non négligeable en termes de déblais et de transport de matériaux. Parallèlement, le choix du béton s'est vite imposé pour répondre à la nécessité d'avoir une solution robuste et durable. Ce chemin juxta, en effet, des champs et il n'est pas rare qu'un agriculteur appuie l'une des roues de son tracteur sur la voie pour faire pivoter son engin : nous avons donc préféré le béton à l'enrobé car il supporte sans encombre ce genre d'épreuve et réclame très peu d'entretien" souligne Bruno Hoyaux.

Pour mettre au point le cahier des charges, Bruno Hoyaux a demandé conseil à Cimbéton afin de définir les caractéristiques du béton, en conformité avec les normes existantes et les règles de l'art. Il a été décidé de choisir un béton C35/45 selon la norme NF EN 206-1, ce qui correspond à un béton de classe 5 selon la norme NF P 98170.

"La formulation du béton a été ajustée pour convenir parfaitement à la méthode de mise en œuvre à la machine à coffrage glissant. C'est pourquoi nous avons remplacé le sable concassé fillerisé par du sable roulé. De plus, nous avons subdivisé les granulats 4/20 concassés en 4/10 et 4/20 afin d'obtenir une courbe granulométrique plus régulière" commente Ludovic Hannecart, responsable laboratoire de la centrale Unibéton de Sailly-la-Bourse.

"Par ailleurs, à la demande d'Eurovia



La machine à coffrage glissant met en forme le béton, le règle et le vibre de façon régulière d'un bout à l'autre du chantier, sur une épaisseur de 20 cm.

Béton, le ciment CEM II 42,5 a été remplacé par un CEM III 42,5 pour des raisons locales d'approvisionnement" ajoute Nicolas Turpain, responsable commercial de la centrale de BPE Unibéton de Sailly-la-Bourse.

### ■ Une machine à coffrage glissant dans les champs

Sur la partie concernant la nouvelle voie, on a réalisé un décapage de la terre végétale sur 20-25 cm et du limon sur 30 cm. Ce limon, traité à la chaux et stocké, est ensuite utilisé pour les remblais du chantier d'assainissement, ce qui permet de réaliser d'importantes économies en matière de matériaux.

Quant à la partie élargie qui permet de passer de 2,50 m à 3,50 m, elle est décapée avant mise en place de 30 cm de grave non traitée recyclée.

Après la mise en place d'un géotextile et d'une épaisseur de tout venant (20 à 40 cm, selon les zones), on a effectué le compactage et la mise en œuvre d'une couche de réglage de fond de forme de 15 cm d'épaisseur qui supportera les 20 cm d'épaisseur de la chaussée béton.

"Les camions viennent en marche arrière déposer le béton à l'avant de la machine à coffrage glissant. Celle-ci le met en forme, le règle et le vibre de façon régulière d'un bout à l'autre du chantier" explique Pierre Rupp, conducteur de travaux d'Eurovia Béton, sous-traitante de l'entreprise Jean Lefebvre Lille Flandres pour la partie béton.

Détail important : le terrain a dû

auparavant être stabilisé de part et d'autre de la chaussée, là où s'appuient les chenilles de la machine. Enfin, le béton est taloché et balayé pour lui donner la rugosité nécessaire, puis il est protégé par la pulvérisation d'un produit de cure.

"Il faut noter que les joints de reprise de bétonnage d'un jour sur l'autre et les zones de raccordement du chemin aux aires de croisement comportent des goujons d'acier de 25 mm de diamètre et de 45 cm de long, espacés tous les 30 cm" signale Pierre Rupp.

Deux jours après la fin des travaux, les premiers promeneurs pouvaient déjà parcourir ce nouveau chemin à travers champs.

Depuis sa mise en service, cette voie en béton rencontre un vif succès : les cultivateurs l'utilisent à nouveau en semaine, tandis que le week-end s'y croisent les promeneurs, les parents avec poussette, les cyclistes, les pêcheurs, les membres du club hippique de Herlies...

À noter que les voitures peuvent aussi l'emprunter à condition de respecter la limitation de vitesse (30 km/h) et la sécurité des autres usagers. ■



Des aciers sont prévus au niveau du raccordement des aires de dépassement.



Aéroport de Bâle-Mulhouse (Haut-Rhin) : 37 000 m<sup>2</sup> de chaussées aéronautiques ont été réalisés en béton coulé en place sur une épaisseur de 40 cm au-dessus de 20 cm de grave-ciment compactée.

## Aéroport Bâle-Mulhouse : 37 000 m<sup>2</sup> de chaussées aéronautiques en béton

**Pour obtenir des performances techniques et esthétiques durablement irréprochables, les nouvelles chaussées aéronautiques en béton de l'aéroport de Bâle-Mulhouse associent mise en œuvre semi-manuelle et dalles goujonnées.**

**G**râce à sa situation géographique privilégiée, l'aéroport international de Bâle-Mulhouse poursuit d'année en année son développement. La société Amac-Aérospace vient d'y faire construire un hall de 5000 m<sup>2</sup> pour aménager et entretenir ses avions. À cela s'ajoutent 25000 m<sup>2</sup> de chaussées aéronautiques pour assurer sa desserte. Et sur ce même site, Air Service Basel a également investi dans un nouveau hall de 6000 m<sup>2</sup> et 12000 m<sup>2</sup> de chaussées aéronautiques.

### Une mise en œuvre semi-manuelle et nocturne

Titulaire de ces deux marchés, la société Hsols Industriels a d'abord demandé à l'entreprise Colas de renforcer le support en mettant en place 20 cm de grave-ciment compactée. Puis, Hsols Industriels a posé, selon un calepinage très précis, les caniveaux préfabriqués en béton.

*"Sur l'emplacement des futurs joints sciés, qui délimitent des carrés de 6,5 m de côté, des goujons métalliques et leurs chambres de glissement ont été positionnés à mi-épaisseur de la future dalle. Régulièrement espacés, ces différents éléments ont ensuite été réglés dans les trois dimensions avant d'être immobilisés"* explique Gaspar Helder, directeur commercial de Hsols Industriels.

Acheminé jusqu'au chantier par camion-toupie, le béton prêt à l'emploi a été déversé, au fur et à mesure et en une seule passe, entre les éléments de



La machine à table vibrante assure réglage et vibration du béton.

coffrage sur une épaisseur de 40 cm. *"Le bétonnage a eu lieu essentiellement en nocturne, afin d'éviter les très hautes températures diurnes du mois de juillet et également pour se prémunir contre les problèmes d'approvisionnement du chantier. Le recours à deux centrales à béton permettait de réaliser environ 1 100 m<sup>2</sup> de chaussée par nuit !"* précise Gaspar Helder.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

#### Maîtres d'ouvrages :

Amac-Aérospace et Air Service Basel

#### Maîtrise d'œuvre :

Bureau d'études CTE

#### Entreprises :

Hsols Industriels (67870 Griesheim)

Colas (agence de Pfstatt)

Sogea Urban (agence de Mulhouse)

**Fournisseurs du béton :** Foltzer-Béton (groupe Holcim) et Bétons Michel

#### Fournisseur du ciment :

Holcim Ciments



Le bétonnage a permis de réaliser environ 1 100 m<sup>2</sup> de chaussée par nuit. Au premier plan, goujons et chambres de glissement délimitent des carrés de 6,50 m de côté.

En raison de la forte épaisseur de la dalle, le réglage et la vibration du béton sont assurés par une machine à table vibrante. Pour les zones plus difficiles d'accès, une règle vibrante disposée au bout d'un bras télescopique vient remplir un rôle similaire.

Grâce à la précision du guidage laser, cette opération donne aussi à la dalle la forme recherchée : une pente régulière de 1,5% vers le caniveau, afin de faciliter l'écoulement des eaux pluviales. Un talochage manuel soigneux vient ensuite faire disparaître les éventuels petits défauts.

"Ce procédé semi-manuel, avec mise en place mécanisée du béton puis finition manuelle, permet d'obtenir une surface plus régulière et plus homogène qu'avec une machine" poursuit Gaspar Helder. Pour donner une bonne accroche au roulement, la surface de la dalle est ensuite balayée. Suivent la pulvérisation d'un produit de cure et un léger arrosage, destinés à maintenir une humidité permanente suffisante, afin d'assurer la prise progressive et homogène du béton.

Environ 4 heures après le talochage, la



Le béton est lissé avec un hélicoptère, puis balayé manuellement.

dalle est sciée sur le tiers de son épaisseur. Ces joints, chanfreinés à 45°, sont ensuite étanchés à l'aide d'un produit bi-composant à base de polysulfure-polymère.

### Des goujons pour assurer le transfert de charges

Sur ces deux chantiers, les chaussées aéronautiques doivent répondre à des performances mécaniques élevées pour notamment supporter, sans encombre, le passage de lourds Airbus A380.

"Le béton a été formulé en conséquence, en collaboration avec les laboratoires de Foltzer-Béton (groupe Holcim) et de Bétons Michel. Il s'agit d'un béton ayant une consistance suffisamment fluide pour faciliter sa mise en œuvre, mais l'emploi d'adjuvants appropriés permet de conserver un ratio eau / ciment de 0,45. Dans cette dalle, il n'y a ni armatures ni fibres métalliques : ce sont les performances intrinsèques du béton qui lui donnent sa résistance. Le transfert de charges est assuré par des goujons insérés dans des chambres de glissement : ce procédé a été développé par Hsols Industriels et avalisé par le bureau d'études CTE" commente Gaspar Helder.

### Priorité au confort de roulement des avions

"Cette solution technique permet d'éviter les phénomènes de pianotage entre dalles. L'association goujons / chambres de glissement permet, en effet, d'assurer une dilatation de chaque dalle dans les sens transversal et horizontal. Ainsi les

plaques peuvent librement bouger dans le plan horizontal sans aucun risque de soulèvement, ce qui est extrêmement important pour le confort de roulement des avions, surtout à petite vitesse. Autre avantage, cela réduit l'usure de leurs pneumatiques" précise l'architecte Gérard Sutter, maître d'œuvre du chantier Air Service Basel.

S'il n'y a aucune tolérance en ce qui concerne le pianotage, l'impératif est aussi de ne pas voir apparaître des fissures au fil du temps.

"Sur d'autres chaussées réalisées récemment à proximité de ce chantier à l'aide d'autres techniques, nous avons pu observer des bords épauprés, des arrondis, des stries, un aspect ondulé. Un résultat totalement inacceptable pour nous et notre client. C'est pourquoi nous avons privilégié la solution Hsols Industriels, d'autant plus que nous avions déjà travaillé ensemble, avec succès, sur un autre chantier. Les propositions d'autres entreprises adoptant une solution totalement mécanisée pouvaient sembler un peu plus économiques, mais elles ne donnaient pas la garantie d'obtenir des résultats satisfaisant pleinement nos critères" poursuit Gérard Sutter.

En effet, sur cette réalisation, l'aspect esthétique de l'ouvrage et sa pérennité sont des critères importants.

"Sur cet aéroport, la circulation et le stationnement de jets privés, vrais bijoux de l'aéronautique, avec à bord une clientèle haut de gamme plutôt exigeante, obligent à ne faire aucune fausse note esthétique. En descendant de l'avion, le premier contact visuel est, en effet, celui du sol : il doit donc être d'une qualité irréprochable. Or un ouvrage entièrement réalisé à la machine ne donne pas ce fini de qualité qu'apportent un talochage manuel régulier et la réalisation de joints rectilignes et de largeur constante. De plus, il n'est pas envisageable de voir stagner des flaques d'eau à la moindre pluie : pour d'aussi grandes dalles, la pente doit favoriser, grâce à sa régularité, l'écoulement des eaux pluviales. Ce qui sous-entend des coffrages soigneusement réglés, avec des limites périphériques bien ajustées. Au final, le côté un peu artisanal est, pour nous, très rassurant" conclut Gérard Sutter. ■



## Remue-méninges

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

### Eclairage maximum

A quelle hauteur, au-dessus de la table, doit se trouver la flamme d'une bougie pour qu'elle éclaire au maximum une pièce de monnaie posée sur cette table ?



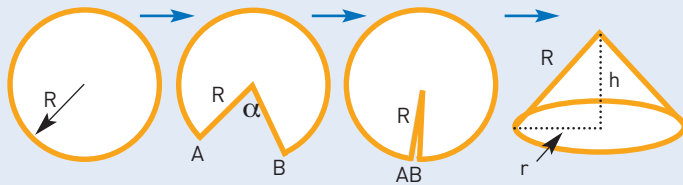
#### Solution du Remue-méninges de Routes N°107 : Capacité maximum d'un entonnoir

**Rappel du problème posé :** pour fabriquer un cône, il n'y a pas plus simple : dans un disque en fer blanc de rayon R donné, on découpe un secteur correspondant à un angle  $\alpha$  et on le retire.

Le cône est obtenu en incurvant la partie restante du disque et en collant les deux bords libres laissés par le secteur découpé.

**Question :** quelle doit être la valeur de  $\alpha$  pour que le cône ait la capacité maximale ?

**Solution :**



Soit  $x$  la longueur de l'arc AB. Par suite du découpage du secteur  $\alpha$  et du pliage, le rayon R du disque en fer blanc sera la génératrice du cône et la circonférence de la base du cône aura pour longueur  $x$ . Le rayon  $r$  de la base du cône est alors donné par l'égalité :  $x = 2\pi r$ .  
D'où :  $r = x / 2\pi$  (1)

La hauteur du cône est, d'après le théorème de Pythagore, donnée par l'expression :  $h^2 = R^2 - r^2$

En remplaçant  $r$  par sa valeur donnée par l'équation (1), nous obtenons l'équation :

$$h^2 = R^2 - (x / 2\pi)^2$$

D'où :  $h = [R^2 - (x / 2\pi)^2]^{1/2}$  (2)

Le volume du cône est :  $V = 1/3 \pi r^2 h$

En remplaçant les termes  $r$  et  $h$  par leurs valeurs données par les équations (1) et (2), nous obtenons :

$$V = 1/3 \pi (x/2\pi)^2 [R^2 - (x/2\pi)^2]^{1/2}$$

$V$  est maximal si l'expression  $(x/2\pi)^2 \cdot [R^2 - (x/2\pi)^2]^{1/2}$  est maximale. Ou si son carré  $[(x/2\pi)^2 \cdot [R^2 - (x/2\pi)^2]^{1/2}]^2 = (x/2\pi)^4 \cdot [R^2 - (x/2\pi)^2]$  est maximal.

Or, cette dernière expression est de la forme :

$$(x/2\pi)^2 \cdot (x/2\pi)^2 \cdot [R^2 - (x/2\pi)^2]$$

Elle est maximale lorsque :

$$(x/2\pi)^2 \cdot [R^2 - (x/2\pi)^2] = 2/1 \text{ (voir démonstration dans Routes N° 100)}$$

D'où :  $x = 5,15 R$

Or :  $x = (2\pi - \alpha) R$  - D'où :  $(2\pi - \alpha) R = 5,15 R$

$\alpha = 1,13$  radians, soit  $64,74^\circ$ .

**Le cône est donc de capacité maximale lorsque l'arc du secteur découpé est de  $65^\circ$  (valeur arrondie).**

## Vient de paraître

### Chaussées composites en béton de ciment - Tome 1 Structures neuves en BAC collé sur GB Guide de dimensionnement

Ce document de 40 pages présente les structures composites en béton armé continu, mis en œuvre sur un matériau bitumineux et pouvant être recouvert d'un béton bitumineux très mince (BBTM). Ce mélange des techniques permet de tirer profit de la durabilité du béton de ciment et de la souplesse des produits bitumineux.



Référence : T 65

Ce document est disponible gratuitement auprès de Cimbéton par fax au 01 55 23 01 10, par email à [centrinfo@cimbeton.net](mailto:centrinfo@cimbeton.net) ou par téléchargement sur le site [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)



## Agenda

### Journées techniques Cimbéton 2009

Nous vous informons que Cimbéton organise, au cours du second semestre de 2009, trois journées techniques sur les thèmes du **Traitement des sols** et du **Retraitement des chaussées aux liants hydrauliques**.

Elles se dérouleront à Toulouse (23 septembre), Clermont-Ferrand (20 octobre) et Caen (10 décembre).

Invitations disponibles sur simple demande auprès de Cimbéton.

### SYMPOSIUM TREMTI 2009

**Mercredi 11, jeudi 12 et vendredi 13 novembre à Antigua (Guatemala)**

Après Salamanque (2001) et Paris (2005), la 3<sup>e</sup> édition du Symposium TREMTI sur le Traitement et le Retraitement des Matériaux pour Travaux d'Infrastructures aura lieu au Guatemala, dans l'hôtel "Casa Santo Domingo" de la ville d'Antigua.



Pour en savoir plus : [www.iccg.org.gt](http://www.iccg.org.gt)

### Salon des Maires et des Collectivités locales (Porte de Versailles - Paris) 17 au 19 novembre 2009

CIMBÉTON sera présent (stand E29) dans le Hall 2-2 (Bâtiment, Travaux Publics, Voirie, Aménagements urbains) du prochain Salon des Maires et des Collectivités locales.

Ce stand est animé en partenariat avec le Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi (SNBPE) et le Syndicat national du pompage à béton (SNPB).

L'an dernier, ce rendez-vous majeur de l'achat public territorial avait réuni 48 900 visiteurs.

Pour en savoir plus : [www.salondesmaires.com](http://www.salondesmaires.com)



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)