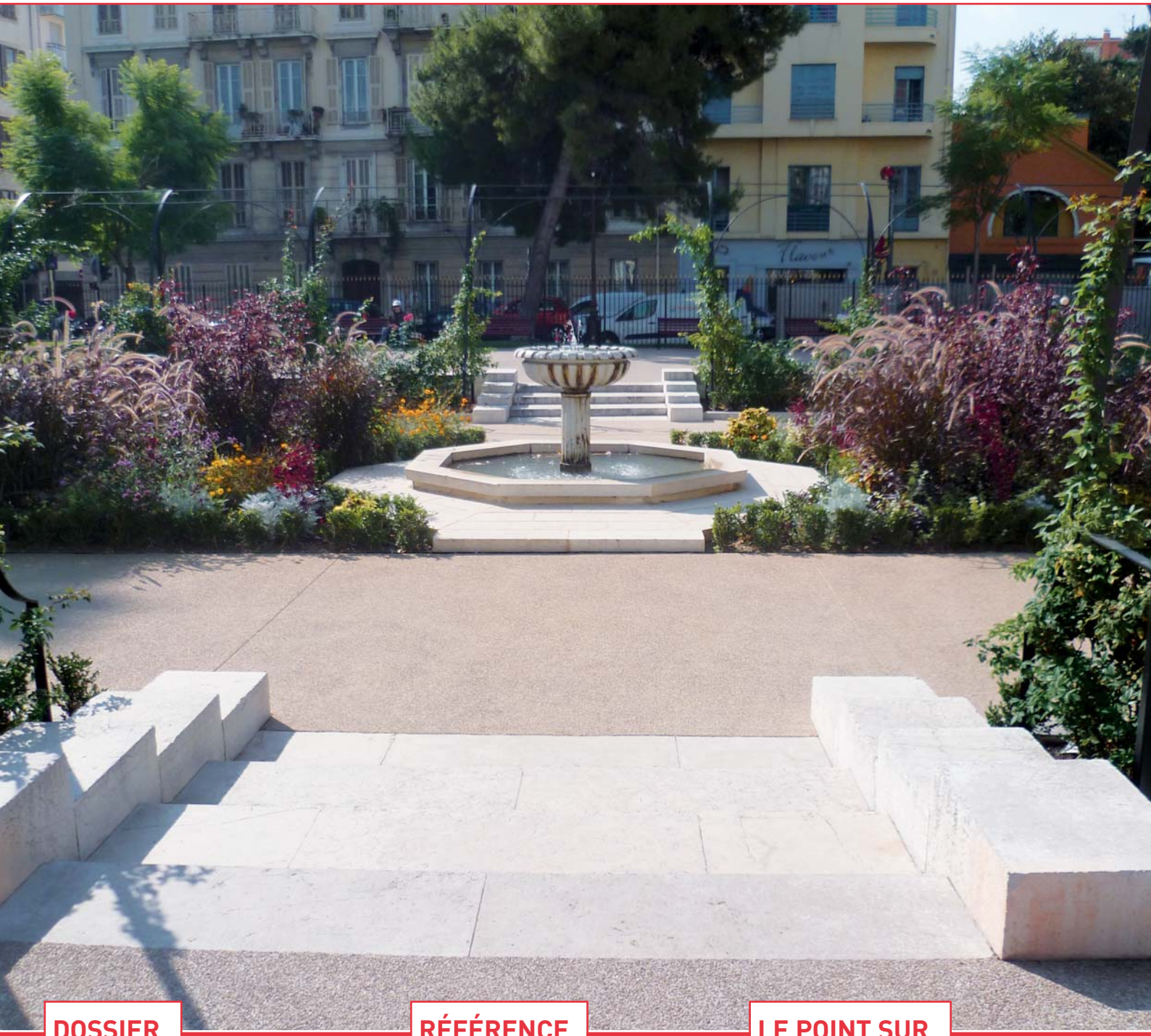
Revue trimestrielle Cimbéton
Mars 2011 – n°115

# ROUTES

## Ciments - Liants hydrauliques routiers - Bétons

Travaux et équipements routiers - Terrassements - Aménagements urbains - Aéroports



**DOSSIER**

Principales conclusions du 11e Symposium international des routes en béton – Séville (Espagne) 13/15 octobre 2010

**RÉFÉRENCE**

Avallon : un giratoire en dalles béton goujonnées, partie intégrante de la rocade de contournement

**LE POINT SUR**

Six réalisations en béton désactivé sur la Côte d'Azur : "Small is beautiful"

CIMbéton
CENTRE D'INFORMATION SUR LE CIMENT ET SES APPLICATIONS

# Sommaire


**2 ÉDITORIAL**

**3-8 LE POINT SUR**

La Côte d'Azur
Six réalisations en béton désactivé : "Small is beautiful"

**9-16 DOSSIER**

Séville (Espagne) 13/15 octobre 2010
Principales conclusions du 11e Symposium international des routes en béton

**17-19 RÉFÉRENCE**

Yonne
Avallon : un giratoire en dalles béton goujonnées, partie intégrante de la rocade de contournement

**20 LE SAVIEZ-VOUS ?**


En couverture : dans le square Durandy à Nice (Alpes-Maritimes), le maître d'ouvrage a traité les cheminements en béton désactivé avec une couleur plus dense autour de la placette centrale.

# Éditorial

## XXIVe Congrès Mondial de la Route

**La XXIVe édition du Congrès Mondial de la Route se tiendra du 26 au 30 septembre 2011 à Mexico (Mexique) au Centro Banamex.**
Ce Congrès est organisé par l'Association Mondiale de la Route **"AIPCR"**, le Secretaria de Comunicaciones y Transportes **"SCT"** et l'Asociacion Mexicana de Ingenieria de ViasTerrestres **"AMIVTAC"**.
Placée sous le signe de la mobilité durable et du développement social, cette édition se fixe comme objectif de montrer que la route, le développement, le social et l'environnement sont compatibles.
Le programme s'articule autour de séances plénières, de séances spéciales, de séances d'orientation stratégique, d'une séance posters et d'une séance spéciale pour les nouveaux participants.

### Les séances plénières

**La cérémonie d'ouverture** au cours de laquelle le Président mexicain, Felipe Calderón Hinojosa, inaugurera le XXIVe Congrès Mondial de la Route.

**La séance des ministres,** qui a pour sujet "Mobilité durable dans le contexte d'une politique sociale", sera présidée par le Secrétaire aux Communications et aux Transports du Mexique. La séance sera divisée en trois thèmes : Financement durable - Mobilité sûre - Responsabilité environnementale. Les Ministres du monde entier seront invités à partager leur point de vue, à expliquer les défis auxquels sont actuellement confrontés leurs pays et les solutions qu'ils mettent en œuvre.

**La séance des conférences magistrales,** durant laquelle trois conférences magistrales seront prononcées lors du Congrès par des experts de renommée internationale en leur domaine. Ces conférences porteront sur les domaines de la politique, des finances et de l'ingénierie.

**La cérémonie de clôture** comprendra un résumé des points saillants du Congrès et une présentation des futures orientations de l'Association Mondiale de la Route, y compris son Plan stratégique 2012 - 2015. La ville hôte du prochain Congrès Mondial de la Route invitera les congressistes à découvrir le pays, futur organisateur du congrès.

### Les séances spéciales

13 séances spéciales seront organisées en collaboration avec d'autres organisations internationales, afin de débattre de questions d'actualité et émergentes dans les domaines clés du secteur routier.

### Les séances d'orientation stratégique

Ces séances, qui s'appuieront sur les rapports nationaux, seront centrées sur les défis auxquels doit faire face le secteur du transport et des routes, d'un point de vue politique et stratégique. Elles seront organisées et présidées par les quatre coordinateurs des thèmes du Plan stratégique 2008 - 2011 de l'Association Mondiale de la Route.

### La séance posters

Toute communication individuelle, retenue à la suite de l'appel à communications, sera exposée une demi-journée. Lors de ces séances d'affiches, les auteurs pourront rencontrer les congressistes et dialoguer avec eux.

### La séance spéciale pour les nouveaux participants

Cette séance est destinée aux personnes assistant pour la première fois au Congrès Mondial de la Route. L'Association Mondiale de la Route sera présentée en mettant l'accent sur ses objectifs, ses missions, son organisation et son mode de fonctionnement. Un temps pour les questions-réponses sera prévu.

Le congrès sera accompagné d'une exposition et de visites techniques.

Pour s'informer, découvrir le programme technique ou le programme des accompagnants, réserver un hôtel, s'inscrire en ligne ou encore réserver un emplacement à l'exposition, les sites Internet **www.aipcrmexico2011.org** ou **www.piarcmexico2011.org** sont à votre disposition.

**Joseph ABDO - Cimbéton**


CIMbéton
CENTRE D'INFORMATION SUR LE CIMENT ET SES APPLICATIONS

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

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

**Directeur de la publication :** Anne Bernard-Gély **Directeur de la rédaction, coordinateur des reportages et rédacteur de la rubrique** *Remue-méninges* **:** Joseph Abdo **- Reportages, rédaction et photos :** Joseph Abdo, Marc Deléage, Romualda Holak, Michel Levron, Yann Kerveno **- Réalisation :** Ilot Trésor, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris - Email : mandorla@club-internet.fr **- Direction artistique :** Arnaud Gautelier **- Maquette :** Dorothée Picard **- Dépôt légal :** 1er trimestre 2011 - ISSN 1161 - 2053 1994

Square Durandy (Nice) : compte tenu de la fréquentation du site, le béton désactivé a été retenu car c'est un matériau facile d'entretien et qui se tient bien dans le temps.

# Six réalisations en **béton désactivé** sur la Côte d'Azur : "Small is beautiful"

**C'est une tendance lourde : pour traiter le sol de certains espaces publics, maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre sont de plus en plus séduits par le béton désactivé, son esthétisme, sa facilité d'entretien et sa durabilité. Ce véritable engouement se constate même pour de petites surfaces, qui permettent aux professionnels de se lancer dans de belles innovations. Illustrations à travers six réalisations sur la Côte d'Azur.**

## VIEUX NICE : BÉTON DÉSACTIVÉ ET BRIQUES POUR LE PARVIS D'UNE ANCIENNE CHAPELLE

Située dans le Vieux Nice, l'ancienne chapelle de la Providence, propriété de la Fondation de Cessole, a été mise à la disposition de La Semeuse pour y créer un centre culturel de proximité. Très ancienne association niçoise d'éducation populaire avec 4 500 adhérents, La Semeuse y développe, depuis 2002, des activités culturelles et artistiques accessibles au plus grand nombre.

En 2007, après l'acquisition d'une bande de terrain jouxtant ce centre culturel, il a été décidé d'aménager l'extérieur du site. Il s'agissait de rénover le parvis de l'ancienne chapelle, de créer une sorte de petit

Vieux Nice : par son traitement très original (le béton désactivé a été inséré dans un damier de briques rouges), ce parvis de 160 m² peut servir de scène de spectacle puisqu'il est fermé par des gradins.

amphithéâtre pour accueillir des spectacles en plein air, d'avoir un ascenseur pour permettre l'accès au parvis des handicapés et de faciliter l'accès des secours incendie.
Soutenu par Sandrine Filippini, adjointe au maire déléguée au handicap, le projet a été confié à l'architecte Michel Clermont.
*"En Ligurie voisine, le traitement des sols urbains est depuis très longtemps considéré comme une cinquième façade"*, précise l'architecte. *"C'est pourquoi, pour animer le parvis, j'ai d'abord opté pour une alliance de briques et d'ardoises. Mais c'était un peu sévère et onéreux. En définitive, j'ai choisi le béton désactivé gris, inséré dans un damier de briques rouges, briques que l'on retrouve en nez de marche des escaliers et des gradins"*.
Réalisée par l'entreprise MB Constructions sur une épaisseur de 12 cm avec des granulats 4/6 concassés du Var, la mise en œuvre du béton désactivé a été particulièrement délicate, notamment pour des problèmes d'accès dans le Vieux Nice. Un petit chantier très complexe où il faut s'adapter à l'environnement urbain très dense.
Mais le résultat est là. Par son traitement de sol très original, ce parvis de 160 m² peut aussi servir de scène de spectacles puisqu'il est fermé par des gradins en ciment et briques pouvant accueillir environ 70 personnes.
*"J'ai pu passer des heures sur cette surface de la taille d'un mouchoir de poche pour valider toutes les options, la maîtrise d'ouvrage m'ayant accordé une liberté totale. Je souhaite que cette petite réalisation vive et vieillisse le mieux possible"*, se plaît à penser Michel Clermont.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maîtrise d'ouvrage :** Association La Semeuse
**Maîtrise d'œuvre :** Michel Clermont, architecte
**Entreprise générale :** Occelli
**Entreprise (béton désactivé) :** MB Constructions
**Fournisseur du béton :** Lafarge Bétons Sud-Est

## NICE : UNE INNOVATION POUR UNE PROMENADE DU PARC DE LA COLLINE DU CHÂTEAU

Site naturel classé, le parc de la colline du Château est un promontoire de 92 mètres qui offre un superbe panorama sur la ville de Nice et la Baie des Anges. Avec ses escaliers et ses zones de repos à flancs de colline, c'est un lieu de promenade et de détente très prisé des Niçois et des touristes, une partie du plateau supérieur étant d'ailleurs aménagée en terrain de jeux pour enfants.
En 2009, la Ville de Nice a réalisé des travaux pour rénover certaines promenades en mauvais état. Notamment le revêtement d'une allée piétonne de 1,50 m de large menant à une placette située à l'opposé de l'entrée du cimetière.
Pour cette surface d'environ 450 m², l'architecte des Bâtiments de France ne souhaitait ni un béton stabilisé, ni un béton désactivé classique dont il trouvait le rendu trop urbain. Il préférait avoir un aspect plus traditionnel, et même rustique, qui rappelle les calades chères au pays niçois avec de petites pierres enfoncées dans le sol sur un lit de chaux et de graves.
Mais, compte tenu de la pente du terrain, vent et pluie risquaient de balayer les joints. Cette option ne pouvait donc pas être retenue par le service gestionnaire du site.
*"Tout en conservant l'idée, il fallait donc pouvoir trouver une solution pour stabiliser efficacement l'ensemble"*, précise Emmanuel Robert, responsable de projets au sein de la Direction adjointe des Espaces verts. *"Je me suis alors souvenu d'un article publié dans le numéro 100 de la revue "Routes" sur le nouveau parvis des arènes de Nîmes, traité en béton désactivé avec de gros granulats 20/50 très saillants. J'ai donc demandé à Christian Genet, gérant de MB Constructions, s'il pouvait étudier quelque chose de similaire. Et, bien sûr, son entreprise a relevé le défi !"*.
MB Constructions a donc incorporé, dans le béton frais coulé sur une épaisseur de 12 cm, des pierres calcaire presque blanches de granulométrie 20/40 et du 6/14 de la carrière de Saint-André. Puis elle a désactivé l'ensemble pour faire saillir les gros granulats.
La formulation de ce béton a été mise au point avec Gilles Tessera, responsable "Produits spéciaux" chez Lafarge Bétons Sud-Est.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maîtrise d'ouvrage :** Communauté Urbaine Nice Côte d'Azur
**Maîtrise d'œuvre :** Ville de Nice, Direction de l'Environnement et des Espaces verts, Direction adjointe des Espaces verts
**Entreprise (béton désactivé) :** MB Constructions
**Fournisseur du béton :** Lafarge Bétons Sud-Est

Colline du Château (Nice) : l'ensemble ressemble à une allée gravillonnée mais avec un minimum d'entretien. Pour donner un aspect rustique à la placette, des pierres en calcaire ont été incorporées dans le béton frais.

INTERVIEW

Christian Genet
Gérant de MB Constructions
et Président du SPECBEA

# "Nous n'avons pas de limite à l'innovation"

Les réalisations en béton désactivé, présentées dans ce dossier, ont toutes été mises en œuvre par MB Constructions, une PME de 12 personnes installée à Gattières dans les Alpes-Maritimes. Christian Genet, son gérant, est également Président du SPECBEA (SPEcialistes de la Chaussée en Béton et de ses Aménagements), Syndicat de Spécialité à la FNTP (Fédération Nationale des Travaux Publics). Il répond ici aux questions de la revue "Routes".

**Comme le montre ce dossier, le béton désactivé séduit de plus en plus les maitres d'ouvrage et les maitres d'œuvre. Pourquoi un tel engouement ?**

*Cet engouement s'explique pour plusieurs raisons essentielles : son esthétique, sa luminosité, sa facilité d'entretien et sa durabilité. De plus en plus, il y a une forte demande pour que les revêtements de sols des espaces publics (voies piétonnes, jardins publics...) soient esthétiques. Cela passe souvent par un aspect le plus naturel possible en harmonie avec les couleurs des roches locales. C'est d'ailleurs pourquoi, pour nous approvisionner, on privilégie toujours le partenariat avec le béton prêt à l'emploi (BPE) et les carrières qui sont à proximité de la réalisation. De plus, le béton est une pâte à laquelle, lors de sa mise en œuvre, on peut donner la forme que l'on veut tout en gardant l'esthétique du produit fini, avant sa prise.*
*Par ailleurs, le béton désactivé est facile d'entretien. Alors que, dans un jardin public, les gravillons doivent faire l'objet d'un entretien régulier, rien de tel qu'un sol traité en béton désactivé pour réduire au minimum la maintenance.*
*Enfin, c'est un matériau qui vieillit parfaitement et se tient très bien dans la durée.*
*Ainsi, même si le béton désactivé est plus cher qu'un revêtement dérivé du pétrole, le maître d'ouvrage est gagnant au bout du compte, grâce à son faible coût d'entretien et à sa bonne tenue dans le temps.*

**Les prescripteurs ne sont-ils pas en train de découvrir que l'on peut utiliser le béton désactivé sur des petites surfaces ?**

*Absolument. Aujourd'hui, on est capable de réaliser des surfaces très réduites. Il m'arrive de faire des chantiers de 150 m² et moins. Conséquence : cette capacité nous ouvre de plus en plus les marchés d'aménagements urbains, de jardins publics, de parvis de bâtiments...*

**Souvent les maitres d'œuvre vous demandent de marier le béton avec d'autres matériaux. Vous devez donc innover en permanence.**

*Au sein de l'entreprise, j'ai un show-room et un petit centre de recherches à la disposition des maitres d'œuvre. S'ils ont une demande spécifique, on réalise des échantillons. Et s'ils sont satisfaits, c'est tout naturellement qu'ils prescrivent les bétons de voirie et d'environnement dans leurs appels d'offres.*
*Inversement, il nous arrive de conseiller les prescripteurs pour qu'ils optent pour des solutions auxquelles ils n'avaient peut être pas pensé. Ce travail de conseil est très important car il instaure une relation de confiance entre nous et renforce notre partenariat.*

**Mais n'y-a-t-il pas un risque que l'on vous demande de réaliser des projets de plus en plus complexes et donc difficilement faisables ?**

*Non je ne le crois pas. Encore une fois, tout est dans le rapport de confiance entre le prescripteur et nous. Il nous fera confiance si on lui dit que ce qu'il nous demande n'est pas faisable. Mais c'est très rare car nous adorons les défis. Nous ne mettons pas de limite à l'innovation.*

**J'imagine que vos équipes sont très spécialisées.**

*Même quand il est pratiqué par des grands groupes, notre métier ne peut fonctionner qu'avec de petites structures hyper-spécialisées et très soudées. Sur un chantier, chaque ouvrier sait très exactement ce qu'il doit faire, le phasage des différentes opérations étant extrêmement délicat et précis. Il y a un vrai savoir-faire.*
*La qualification et l'expérience de nos ouvriers sont essentielles à la réussite du projet.*
*De même, la qualité du béton livré sur le chantier doit être conforme à notre attente. Nous avons, en permanence, une collaboration très étroite avec le personnel des centrales à béton car ce matériau est primordial pour obtenir le rendu final.*

**Comment voyez-vous l'évolution de votre métier ?**

*Il faut en être bien convaincu : notre avenir est dans le "toujours plus de qualitatif" plutôt que dans le quantitatif. En effet, une réalisation mal faite est une contre-référence pour toute la Profession.*
*Pour moi, un béton d'environnement et de voirie bien fait, c'est 40 ans de bonheur. S'il est mal fait, c'est 10 ans de galère !*

Square Durandy (Nice) : le béton désactivé, un matériau qui s'intègre bien au bâti environnant.

## NICE : LE SQUARE DOMINIQUE DURANDY FAIT PEAU NEUVE ET POUR LONGTEMPS

Situé à l'arrière de l'ancienne villa Rambourg, devenue la Bibliothèque municipale de Nice, le square Dominique Durandy (du nom d'une figure niçoise qui vécut de 1868 à 1922) a récemment fait l'objet d'un réaménagement. Cet espace de 2500 m² est notamment connu parce qu'il accueille tous les dimanches des philatélistes, numismates et autres cartographes pour une bourse d'échanges. Ce lieu avait déjà fait l'objet d'une rénovation dans les années 1970 mais les allées en enrobé rouge traditionnel avaient mal vieilli. Elles avaient donc besoin d'un sérieux "lifting".

Pour cette rénovation, la Direction de l'Environnement et des Espaces verts de la Ville de Nice a repris à l'identique le tracé du jardin en l'ouvrant davantage vers la façade de la bibliothèque pour mieux la mettre en valeur.

Afin de donner un aspect davantage naturel, le maître d'ouvrage a souhaité traiter tous les cheminements en béton désactivé, en supprimant les bordurettes en pierre blanche. Ce choix a été fait pour une double raison. Compte tenu de la fréquentation du site, il fallait un matériau facile d'entretien et qui se tienne bien dans le temps. Et aussi parce que les responsables du projet souhaitaient pouvoir disposer de teintes qui soient en harmonie avec les autres composantes du jardin, notamment la fontaine centrale avec son dallage en pierre blanche.

*"Avec Christian Genet, nous avons opté pour des granulats 4/6 provenant de la carrière de la Somat à la Turbie"*, explique Romain Betti, responsable de travaux à la Direction adjointe des espaces verts. *"Mais sur une surface de plus de 1 000 m² traitée sur une épaisseur de 12 cm, nous avons voulu différencier deux espaces en jouant sur la couleur du béton désactivé. Sur un premier espace, qui concerne les circulations générales, nous avons laissé la couleur jaune claire du granulat naturel. Et sur un second, la placette centrale autour de la fontaine, nous avons intégré des oxydes dans le béton pour avoir un jaune un peu plus soutenu".*

Le square étant situé dans un site protégé, le projet a été soumis à l'architecte des Bâtiments de France qui l'a validé. Et comme le béton désactivé se patine avec le temps, plus il vieillit, mieux il s'intègre au bâti environnant.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maîtrise d'ouvrage :** Communauté Urbaine Nice Côte d'Azur

**Maîtrise d'œuvre :** Ville de Nice, Direction de l'Environnement et des Espaces verts, Direction adjointe des Espaces verts

**Entreprise (béton désactivé) :** MB Constructions

**Fournisseur du béton :** Béton Contrôle Côte d'Azur (groupe Vicat)

## PÉGOMAS : DU BÉTON DÉSACTIVÉ DEUX COULEURS SUR UNE DALLE DE PARKING SOUTERRAIN

Réalisé par Georges V Côte d'Azur (groupe Nexity), le programme immobilier La Closeraie est située à Pégomas, à l'entrée Est de l'ancien centre-ville. Sur un terrain de 5 000 m², le promoteur a construit trois bâtiments de 88 logements (R+2 et R+3) avec un parking souterrain de 130 places.

*"Pour les cheminements de cette résidence, nous ne voulions pas d'une simple allée banale, tout en respectant le budget. Nous souhaitions un espace de promenade et de détente, animé par des jardinières et des mini-placettes, l'ensemble étant à la fois esthétique, facile d'entretien et durable"*, explique Gérard Garcia, l'architecte du programme. *"Mais nous devions également tenir compte de contraintes techniques, notamment l'écoulement des eaux, puisque nous sommes au-dessus de la dalle de parking"*.

Après avoir étudié plusieurs options – enrobé, béton balayé, pavage… –, promoteur et maître d'œuvre se sont mis d'accord pour traiter cet espace de 550 m² en béton désactivé. Un traitement de sol qui sert également à la protection de la dalle d'étanchéité du parking.

Le béton a été coulé sur une épaisseur de 10 à 12 cm. Sur une telle surface, le maître d'œuvre a souhaité créer des effets de rupture. C'est pourquoi, il a proposé à MB Constructions, entreprise chargée de la mise en œuvre, d'avoir deux couleurs de béton,

La Closeraie (Pégomas) : les deux couleurs de béton désactivé sont séparées par une bande blanche de dallage qui marque l'ensemble, un peu comme un tapis de sol.

un gris naturel et un jaune ocre, les granulats 4/6 provenant de la carrière Saint-André.

Les deux couleurs sont séparées par une bande blanche de dallage qui marque l'ensemble un peu comme un tapis de sol. De même, pour tenir compte des contraintes techniques, notamment la dilatation du béton et la présence d'avaloirs, une allée dallée anime l'espace. Ainsi, plutôt que d'essayer de masquer les contraintes techniques, il a été décidé d'en jouer et d'en tirer le meilleur profit...

*"Même si elle est plus onéreuse qu'un autre revêtement, la solution du béton désactivé nous a plu, à la fois pour des raisons d'esthétique et de facilité d'entretien"*, précise Marc Di Maggio, directeur technique adjoint de George V Côte d'Azur. *"Et ce d'autant plus que nous connaissons bien ce produit et la façon dont il est parfaitement mis en œuvre par MB Constructions. Car, il faut le savoir : un béton désactivé peut être une catastrophe s'il est mal réalisé"*.

## PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maîtrise d'ouvrage :** SCI Pégomas 2, représentée par George V Côte d'Azur (groupe Nexity)

**Maîtrise d'œuvre :** Atelier Couël, Bretones, Garcia

**Entreprise (béton désactivé) :** MB Constructions

**Fournisseur du béton :** Lafarge Bétons Sud-Est

## MOUGINS : BÉTONS BALAYÉ ET DÉSACTIVÉ POUR UN HÔTEL DE LUXE

Construit en bordure du Royal Mougins Golf Club, le Mas du Grand Vallon - résidence hôtelière de luxe - comprend plusieurs bâtiments (services communs, chambres et appartements...).

Tous les cheminements (voirie d'accès et parkings, allées piétonnes, abords de la piscine) ont été traités en béton sur une épaisseur de 12 cm et avec deux types de finition : balayé (240 m²) et désactivé (1 110 m²), mais avec des granulats de différentes grosseurs.

La voie d'accès et ses parkings ont été traités de manière différente. Les parkings en épis sont en béton balayé gris pour une double raison : ce matériau tolère les taches dues aux véhicules et se patine dans le temps ; il permet de marquer le ruban de la voie qui arrive à la réception de l'hôtel.

Cette voie étant en pente, elle longe des murs de soutènement en pierre calcaire. Pour être en phase avec cet aspect naturel et rustique, le maître d'œuvre a décidé de traiter la chaussée en béton désactivé avec un gros granulat concassé de couleur ocre (6/14 de la carrière de Gourdon).

*"En termes de couleurs et de texture, on a une bonne homogénéité entre les pierres des murs et les gros granulats"*, se félicite Philippe Caron, l'architecte. *"De plus, pour accentuer cette harmonie et créer des séquences sur cette voie, les joints de fractionnement ont été traités avec des bandes de pavés de granit. On retrouve ces mêmes pavés, mais de façon plus généreuse pour certaines surfaces, notamment le portail d'entrée"*.

Pour les cheminements piétons (1,50 m de large) qui distribuent les bâtiments et pour les abords de la

Mas du Grand Vallon (Mougins) : pour le béton désactivé des abords de la piscine, un granulat 4/6 a été utilisé car il est anti-dérapant et plus confortable pour les clients aux pieds nus.

piscine, le maître d'œuvre a également opté pour du béton désactivé de couleur ocre, mais avec un granulat beaucoup plus fin (4/6 de la carrière de la Somat de La Turbie).
*"Nous avons choisi ce type de granulat parce qu'il est anti-dérapant et plus confortable, les clients circulant souvent les pieds nus, notamment autour de la piscine"* poursuit Philippe Caron.
Et là encore, pour animer l'ensemble, les joints de fractionnement ont été traités, non plus avec des pavés de granit mais avec des pierres claires.
Pour ces allées, outre un résultat de très bonne qualité, le béton désactivé permet de supprimer les bordures, d'où une continuité avec la nature environnante. Autre intérêt de ce matériau : pouvoir réaliser des courbes dans les allées.
Enfin, le béton désactivé s'avère particulièrement adapté pour les valises à roulettes des clients, ainsi que pour les voiturettes de service.

Mas du Grand Vallon (Mougins) : les voies piétonnes ont été réalisées en béton désactivé avec un granulat fin de couleur ocre.

**PRINCIPAUX INTERVENANTS**

**Maîtrise d'ouvrage :** Le Mas du Grand Vallon (Résidence hôtelière)
**Maîtrise d'œuvre :** Philippe Caron, architecte
**Entreprise aménagements extérieurs :** Atrium Paysage
**Entreprise (bétons désactivé et balayé) :** MB Constructions
**Fournisseur du béton :** Béton Contrôle Côte d'Azur (groupe Vicat)

Villa Paloma (Monaco) : le béton désactivé permet d'éviter toute rupture visuelle dans le traitement du sol, apportant simplicité et homogénéité.

## ABORDS DU MUSÉE NATIONAL DE MONACO (VILLA PALOMA) : PRIORITÉ À L'HOMOGÉNÉITÉ

Le 10 septembre 2010, la Villa Paloma, désormais nouveau Musée national de Monaco, a été inaugurée avec l'exposition de l'artiste allemand Thomas Demand. L'occasion pour les visiteurs de découvrir cette villa rénovée, avec sa façade d'un blanc immaculé, et qui fait face à la mer et au Rocher.
Pour traiter l'espace autour de la Villa, l'architecte Alexis Blanchi et le muséographe-architecte Renaud Piérard souhaitaient un matériau minéral qui soit neutre par rapport au Jardin exotique tout proche et à la qualité architecturale de la Villa. Et ce d'autant que cet espace est susceptible d'exposer des œuvres d'art.
*"Pour mettre en valeur la façade, nous ne voulions surtout pas "alourdir" ce lieu. Et, contrairement à ce qui se fait souvent avec les calepinages en pierres, nous voulions éviter toute rupture visuelle dans le traitement du sol. L'idée était donc de rechercher au maximum la simplicité et l'homogénéité"*, précise Alexis Blanchi.
Pour cela, le maître d'œuvre a plusieurs fois rencontré Christian Genet, qui est venu dans son atelier lui proposer différents échantillons et a beaucoup travaillé pour mettre au point un béton désactivé avec des granulats, à la fois denses et clairs comme demandé.
Résultat : la voie d'accès et le parvis (810 m²), les marches et les contre-marches (180 mètres linéaires) sont traités sur 12 cm en béton désactivé de granulats 6/14 presque blanc, en provenance de la carrière Saint-André. Ce matériau permet d'avoir différentes lectures du lieu selon le moment. Quand le visiteur arrive, l'impression de pureté lisse et blanche l'emporte. Puis quand il marche sur la voie, le rapport au matériau change. Sa texture, son toucher deviennent alors centraux.
De plus, pour libérer un maximum de vue, le parvis a été décaissé ce qui permet au visiteur de s'asseoir sur les marches pour profiter de la mer et du Rocher et d'avoir une relation tactile avec le béton désactivé.
Le maître d'ouvrage est aujourd'hui entièrement satisfait du résultat, en parfaite harmonie avec la qualité culturelle et esthétique du lieu.

**PRINCIPAUX INTERVENANTS**

**Maîtrise d'ouvrage :** Principauté de Monaco
**Maîtrise d'œuvre :** Alexis Blanchi, architecte
**Entreprise générale :** SIVIA'M SAM (Screg Sud-Est, filiale de Colas, groupe Bouygues)
**Entreprise (béton désactivé) :** MB Constructions
**Fournisseur du béton :** Lafarge Bétons Sud-Est

13 octobre 2010 : session d'ouverture avec les allocutions de bienvenue des différentes institutions organisatrices du Symposium.

# 11e Symposium international des routes en béton
## Séville 2010 – Conclusions

**Le 11e Symposium international des routes en béton s'est tenu du 13 au 15 octobre 2010 à Séville (Espagne) au Barceló Renacimiento Conference Centre. Il a été organisé par EUPAVE (European Concrete Paving Association), OFICEMEN (Spanish Cement Association), IECA (Spanish Institute for Cement and its Applications) et AFCA (Andalusian Cement Association). Ce Symposium, qui a reçu le parrainage de l'Association Mondiale de la Route "AIPCR" et de l'ISCP (International Society for Concrete Pavements), a bénéficié aussi de l'appui du "Ministerio de Fomento" et de "Junta de Andalucía".**

## L'ORGANISATION

Placé sous le signe du partage du savoir technique et de l'expérience, le 11e Symposium s'était fixé comme objectif de montrer aux participants que la route en béton est la réponse pour relever les nouveaux défis que sont le changement climatique et l'épuisement des ressources naturelles et, en particulier, les ressources énergétiques.

L'organisation de cet événement a fait appel aux compétences de trois Comités :

- Un **Comité d'honneur**, présidé par le Prince of Asturias,
- Un **Comité d'Organisation**, constitué de membres des quatre entités organisatrices,
- Un **Comité Scientifique et Technique**, présidé par Carlos Jofré (IECA) rassemblant des experts internationaux dans le domaine des chaussées en béton.

La participation au Symposium a été excellente avec 556 participants, en provenance de 39 pays.

Avec 556 participants, en provenance de 39 pays, principalement de l'Europe (dont 19 de France), de l'Amérique du Sud mais aussi de l'Amérique du Nord, la 11e édition du Symposium International sur les Chaussées en Béton a confirmé son statut de forum international d'échange d'expériences et d'innovations.

## LE PROGRAMME TECHNIQUE

### Le contenu

Le programme du Symposium a été conçu autour de quatre grands thèmes et d'une session spéciale :

- Thème 1 - **Conception et optimisation technico-économique des structures béton :** coût global, évaluation technique, revêtement à longue durée de vie, ainsi que normalisation, réglementation et spécifications.
- Thème 2 - **Construction durable :** revêtement à faible impact $CO_2$, consommation de carburant, recyclage, effet albédo, sécurité–adhérence, revêtement à faible émission sonore, structures composites, chaussées poreuses ou drainantes, changements climatiques, revêtements dépolluants.
- Thème 3 - **Techniques d'entretien, de réhabilitation et de réparation :** remise en circulation rapide, Béton de Ciment Mince Collé (BCMC), réfection et renforcement en béton, dalles en béton manufacturé.
- Thème 4 - **Applications alternatives et spéciales :** tunnels et ponts, bus et tram, aéroports et ports, sols industriels, bétons d'environnement et de voirie, séparateurs en béton, nouveaux matériaux "bétons à Ultra Hautes Performances", techniques innovantes en béton.
- Session spéciale - **Valorisation des matériaux en place aux liants hydrauliques :** traitement des sols, retraitement des chaussées et recyclage des matériaux du BTP.

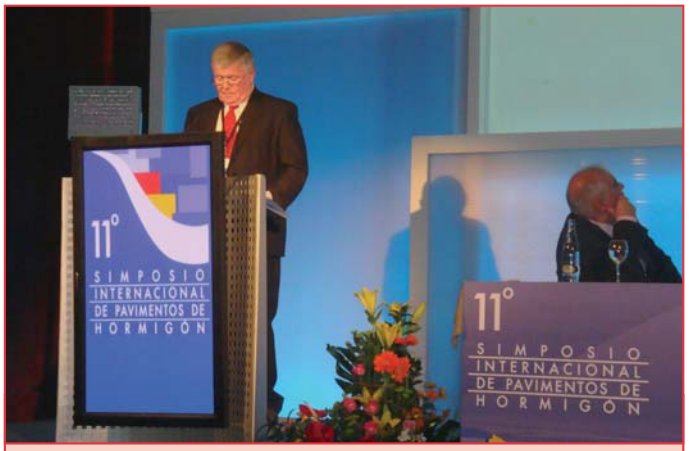
L'appel à communication, qui s'est achevé le 15 mars 2010, a généré 194 propositions, dont 85 en provenance de 27 pays ont été acceptées pour une présentation orale par le Comité scientifique.

Le Symposium, qui s'est déroulé sur trois jours, a été accompagné d'une exposition et de plusieurs visites techniques.

### Le déroulement

Le programme technique s'est déroulé de la manière suivante :

- Session d'ouverture, avec les allocutions de bienvenue des différentes institutions organisatrices du Symposium.
- Deux conférences spéciales :
  - **Jean-Pierre Christory (LROP, France) :** ***Aires dédiées aux transports collectifs de surface : des réponses innovantes aux enjeux d'intégration, d'exécution et de robustesse.*** Cette communication a décrit les enjeux des infrastructures de mobilité, leurs spécificités et le rôle incontournable de l'innovation dans la mise au point de nouvelles solutions techniques fiables et garantissant l'obtention des performances visées sur de longues périodes de service (nouvelles solutions anti-vibratiles, systèmes préfabriqués associant rail et revêtement, etc.).
  - **Leif Wathne (ACPA, USA) :** ***Développement durable et Routes, traitons-nous les bons sujets ?*** S'appuyant sur des données internationales en matière d'impacts sur l'environnement générés par la construction, l'entretien, le recyclage et l'utilisation de la route, cette communication a soulevé des questions et des interrogations sur la démarche adoptée par la communauté routière internationale pour décliner concrètement le développement durable. Elle a pointé les défauts de la méthode actuelle, qui se contente d'évaluer uniquement les impacts de la phase construction, sans se préoccuper des impacts générés durant la phase d'utilisation de la route. Or, c'est justement, au niveau de la phase d'utilisation que les impacts sur l'environnement sont les plus élevés. Preuve à l'appui, Leif Wathne illustre ses propos en s'appuyant sur les résultats de plusieurs études internationales et, plus particulièrement, sur ceux de l'étude réalisée à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris et publiée par CIMBÉTON *"Béton et développement durable – Analyse du cycle de vie de structures routières, CIMBÉTON 2005"*. Celle-ci a, en effet, abouti aux conclusions suivantes :
    - Pour tous les indicateurs environnementaux prévus par la norme XP P 01010, excepté l'indicateur Déchets, les




Jean-Pierre Christory pendant sa conférence spéciale *"Aires dédiées aux transports collectifs de surface : des réponses innovantes aux enjeux d'intégration, d'exécution et de robustesse".*

Leif Wathne pendant sa conférence spéciale *"Développement durable et Routes : traitons-nous les bons sujets ?".*

## PROGRAMME DU SYMPOSIUM

**Mercredi 13 octobre 2010**

**08h30** Accueil et enregistrement

**09h30** Session d'ouverture

**10h00** Conférences spéciales

**11h00** Visite de l'exposition

**11h30** Session technique 1 **conférences générales**

**13h30** Déjeuner

**15h00 Trois sessions en parallèle**
- Session 2 - **Construction durable**
- Session 3 - **Techniques pour entretien, réparation et réhabilitation de qualité**
- Session 4 - **Applications spéciales et alternatives**

**16h30** Visite de l'exposition

**17h00 Trois sessions en parallèle**
- Session 5 - **Conception et dimensionnement**
- Session 6 - **Techniques pour entretien, réparation et réhabilitation de qualité**
- Session 7 - **Applications spéciales et alternatives**

**Jeudi 14 octobre 2010**

**09h00 Trois sessions techniques en parallèle**
- Session 8 - **Symposium TREMTI**
- Session 9 - **Construction durable**
- Session 10 - **Applications spéciales et alternatives**

**10h30** Visites techniques en parallèle : Autoroute Séville – Cádiz, Pont à Cádiz, Port de Huelva, Port Algeciras, Contournement de Marchena, Foire de Écija

**Vendredi 15 octobre 2010**

**09h00 Deux sessions en parallèle**
- Session 11 – **Conception et dimensionnement**
- Session 12 – **Construction durable**

**10h30** Visite de l'exposition

**11h00 Deux sessions en parallèle**
- Session 13 - **Applications spéciales et alternatives**
- Session 14 – **Construction durable**

**12h30** Conclusion du Workshop DUT

**13h00** Conclusion du Symposium TREMTI

**13h30** Session de clôture

impacts générés par la phase construction sont faibles (de 1 à 7 % en fonction de l'indicateur) par rapport à ceux générés par le trafic durant la phase d'utilisation de la route (de 93 à 99 %).

- Une réduction de la consommation des véhicules, de l'ordre de 5%, durant la phase d'utilisation permet de compenser les impacts engendrés lors de la phase de construction. D'où l'intérêt de choisir des revêtements routiers conçus pour réduire la consommation des véhicules.

- Présentation des rapports généraux dévolus aux cinq thèmes présentés ci-dessus.
- 13 sessions techniques traitant l'apport de la chaussée béton, tant sur le plan technique qu'économique et environnemental.

## LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

L'ensemble des communications retenues comportent des informations techniques et des données aussi détaillées qu'utiles. Il est impossible de les résumer dans ce compte-rendu. Néanmoins, nous pouvons en tirer certaines conclusions d'ordre général :

### L'universalité de la technique béton

Les techniques béton se développent dans tous les pays et sur tous les continents : en témoigne le nombre élevé (194) de communications publiées lors de ce Symposium.
Il est intéressant de noter que certaines communications ont pour sujet les résultats obtenus par la mise en œuvre d'une technique spécifique, dans différents pays des deux côtés de l'Atlantique. On note également l'évolution remarquable des chaussées en béton dans plusieurs pays d'Amérique Latine.

### La durabilité des structures béton

Encore une fois, les données fournies dans les différentes communications confirment que les chaussées en béton, lorsqu'elles sont bien dimensionnées et bien construites, offrent à la fois une durée de vie très longue et un entretien minimum. Plusieurs communications ayant trait à des retours d'expériences ou des cas concrets ont été présentées au cours du Symposium. De plus, les participants ont eu l'occasion de circuler sur l'autoroute en béton reliant Séville à Cadiz, en service depuis près de 40 ans.

L'autoroute en béton, reliant Séville à Cadiz, est en service depuis 40 ans !

Trois types de chaussées béton prédominent : chaussées en béton non armé et à joints non goujonnés, chaussées en béton non armé à joints goujonnés, chaussées en béton armé continu. Ces trois types de revêtements ont un comportement satisfaisant à long terme.

Cette durabilité démontre clairement que les chaussées en béton sont issues d'une technologie éprouvée en matière de conception, de dimensionnement, de formulation des matériaux et de technique de construction. La question de l'espacement entre joints fait toutefois encore l'objet de discussions. Des dalles plus courtes permettent de réduire les contraintes dues aux variations de température et d'humidité, et pourraient de ce fait avoir une épaisseur plus faible.
En Amérique Latine, plusieurs autoroutes ont été construites selon ce principe, c'est-à-dire avec un revêtement relativement mince et un espacement réduit des joints transversaux et longitudinaux (dalles ne dépassant pas 2,40 m en longueur). Cependant, on ne dispose pas à ce jour de recul suffisant pour pouvoir évaluer précisément la performance de cette approche.

En outre, il a été souligné que la durabilité doit être recherchée tout en respectant les critères de construction durable. Parmi les facteurs favorisant la durabilité des chaussées en béton figurent :
- L'utilisation de ciments avec additifs actifs ;
- L'utilisation de matériaux recyclés à partir de chaussées existantes, rigides ou souples ;
- L'utilisation de matériaux répondant à des spécifications techniques élevées ou particulièrement contraignantes, et donc rares, lorsqu'ils sont réellement nécessaires (par exemple : granulats résistant au polissage, utilisés uniquement dans le revêtement de surface).

Quoi qu'il en soit, la durabilité demeure une question extrêmement complexe, de nombreux facteurs devant être pris en compte. Les programmes informatiques spécialement conçus pour aider les concepteurs routiers et les décisionnaires dans leur utilisation de modèles de durabilité sont des outils qui peuvent s'avérer très utiles. L'un de ces modèles et son programme associé, développés aux Pays-Bas, ont été présentés pendant le Symposium.

Dans les régions aux hivers rigoureux, il est fréquent de recourir à des entraîneurs d'air pour parvenir à une résistance au gel-dégel satisfaisante. Néanmoins une teneur en air trop importante résultant d'un malaxage insuffisant peut engendrer un béton à faible résistance mécanique.
À l'issue d'une étude réalisée en Allemagne sur les mécanismes de fonctionnement de différents entraîneurs d'air, des recommandations pratiques ont été formulées pour éviter ce problème. En Russie une nouvelle méthode a été mise au point pour estimer le facteur d'espacement, autre paramètre déterminant pour obtenir des bétons résistants au gel. Selon les auteurs, cette méthode peut aisément être appliquée à l'aide d'un équipement standard, disponible dans tout laboratoire de construction routière.

D'autres méthodes peuvent également être utilisées pour anticiper la résistance au gel-dégel sur la base d'essais réalisés sur éprouvettes. Toutefois, une étude comparative menée en Belgique a conclu que certains résultats nécessitent une formulation plus précise afin d'éviter les divergences d'interprétation. Par ailleurs, la dispersion des résultats s'est avérée importante.

## L'intérêt environnemental des structures béton

### Réduction de la consommation des véhicules

Il a été souligné que, sur une durée de service de 30 ans, l'incidence potentielle sur l'environnement due à l'utilisation de la route (trafic) est 50 à 100 fois supérieure à l'incidence de la construction et de l'entretien réunis. Ainsi le moyen le plus efficace de réduire sensiblement l'impact sur l'environnement consiste à limiter la consommation de carburant.
De nombreuses études ont déjà mis en évidence l'effet positif des chaussées béton en ce sens. Certains essais réalisés en Suède montrent des écarts de consommation de carburant, en faveur des revêtements béton, de 1,1 % pour les voitures et de 6,7% pour les camions. Ces valeurs se rapprochent de celles constatées précédemment au Canada et dans d'autres pays. La consommation plus importante de carburant sur les chaussées en bitume s'explique par une résistance au roulement plus importante, ce qui a été confirmé par une étude menée au Japon.

### Atténuation de l'effet de serre

Il a été souligné, à maintes reprises, l'intérêt d'une surface claire et réfléchissante pour atténuer l'effet de serre et, par conséquent, le réchauffement climatique.
Transformer une chaussée sombre en chaussée plus claire présente donc de nombreux avantages auxquels les décideurs deviennent de plus en plus sensibles.

De par sa clarté, le revêtement béton participe à la réduction de l'effet de serre, appelé "effet albédo".

À cet égard, l'indice de réflexion ou "albédo", de la chaussée béton est élevé, ce qui est avantageux. D'autre part, les chaussées en béton permettent, de par leur clarté, de limiter la consommation d'énergie requise pour l'éclairage artificiel nocturne des routes. Elles permettent d'atténuer l'effet de serre et contribuent au refroidissement planétaire, en limitant la quantité de radiations solaires absorbées par la surface de la Terre. En outre, il est possible d'obtenir des surfaces claires, même en utilisant des granulats sombres dans la formulation du béton.

### Possibilité d'absorption et d'élimination des polluants

Une nouvelle génération de ciments au dioxyde de titane $TiO_2$ permet de construire des chaussées béton dépolluantes. La quantité d'oxyde d'azote, dont le $NO_2$, peut être réduite de moitié en cas de pic de pollution.
Les résultats sont encourageants, à la fois avec des dalles en béton coulé en place et avec des éléments modulaires préfabriqués en béton.

Des bétons spéciaux permettent de dépolluer l'air des villes.

## Le confort des chaussées béton

Plusieurs communications ont traité du problème de l'amélioration du confort des chaussées béton et ont conclu qu'il est possible de réduire leur niveau sonore, sans sacrifier leurs propriétés antidérapantes. Plusieurs solutions sont possibles. À l'heure actuelle, la solution la plus efficace est le recours à la technique du béton dénudé ou désactivé (granulats apparents), avec des granulats de faible dimension (6 à 8 mm) et un béton de haute qualité. Plusieurs pays, dont l'Autriche et la Belgique, appliquent cette technique avec succès depuis de nombreuses années.
Les textures de béton dénudé sont souvent associées à la construction de chaussées en deux couches. Les granulats répondant à des normes moins exigeantes que les granulats de la couche de roulement peuvent être utilisés dans la couche inférieure, et peuvent être produites par recyclage à partir d'anciens revêtements. La construction en deux couches est une technique bien maîtrisée qui peut également être utilisée sur les chantiers en espace restreint, en particulier dans les tunnels.

## Conception, dimensionnement et règles de l'art

Une chaussée à longue durée de vie doit être soutenue de manière uniforme par une couche de fondation non érodable. Des expériences positives ont été menées en ce sens en Espagne, avec l'utilisation de béton maigre vibré.
D'autres pays, où les agents de déverglaçage sont abondamment utilisés, préfèrent faire appel à des matériaux traités au ciment, protégés soit par une mince couche de béton bitumineux, soit par un géotextile non tissé résistant aux alcalis.

## Des techniques d'auscultation, d'entretien et de réparation parfaitement au point

Toutes les chaussées nécessitent, de temps à autre, des travaux de réparation ou de remise en état. Mais sur des chaussées en béton correctement dimensionnées, construites et entretenues, la fréquence de ces interventions est très faible.
Il existe des techniques d'auscultation pour les routes, les autoroutes et les voies rapides afin d'identifier la nature des travaux d'entretien à réaliser. On utilise fréquemment le déflectomètre à masse tombante (FWD) pour évaluer la capacité portante du béton, de même que certains équipements spécialement conçus pour les chaussées en béton, tel le "Faultimètre". L'incidence des gradients thermiques et/ou d'humidité doit faire l'objet d'une attention particulière pendant l'analyse des résultats de ce type de mesures.
Il existe aussi des techniques de réparation efficaces. Il a notamment été constaté que les réparations de fissures longitudinales, dues aux variations d'humidité dans la couche de base, peuvent durer plus de vingt ans.
En outre, pour les travaux d'entretien avec une exigence de remise en service dans des délais courts, il existe sur le marché des ciments permettant une prise ultra-rapide du béton des dalles réparées, autorisant ainsi une remise en service après quelques heures seulement. Des dalles préfabriquées peuvent également être utilisées pour les réparations occasionnelles.
Lorsqu'une remise en état de la structure de chaussée s'avère nécessaire, la chaussée en béton existante peut être recouverte d'une nouvelle couche en béton. Il faut noter que les resurfacages en béton sont de plus en plus fréquemment pratiqués sur chaussées bitumineuses, une technique que l'on appelle BCMC ou béton de ciment mince collé. Plusieurs possibilités existent : un rechargement épais ou, si la chaussée existante est en bon état, des rechargements en béton très mince collé. Concernant les nouvelles chaussées bitumineuses, des essais sont réalisés sur la pertinence de couches de roulement ultra-minces à base de mortiers haute et très haute performance, pouvant contenir des granulats en roche dure, résistant au polissage.
Durant le Symposium, quelques études de cas, portant sur le renforcement en béton de structures bitumineuses, ont été

présentées. Cette technique est généralement appliquée pour remédier aux problèmes de défaillance structurelle, de plus en plus fréquents sur les chaussées bitumineuses vieillissantes. S'il s'avère difficile d'ajuster les niveaux des éléments contigus, une solution consiste à détruire la chaussée existante pour la remplacer par une chaussée en béton. Un exemple remarquable est l'autoroute périphérique de la ville de Mexico, longue de 42 km et large de 35 à 49 m, par laquelle transitent plus de 110 000 voitures par jour.
L'élargissement des routes est une solution fréquemment choisie pour améliorer la mobilité. Une solution technico-économique et ingénieuse pour élargir les chaussées en bitume consiste à ajouter une nouvelle voie en béton sur la droite ainsi qu'une bande d'arrêt d'urgence en béton. En Allemagne, en Belgique et aux Pays-Bas, les expériences sont positives et montrent qu'aucune disposition constructive particulière n'est nécessaire pour relier les voies nouvelles en béton aux chaussées bitumineuses existantes.

## Les structures béton pour les Transports en Commun en Site Propre

De nombreuses villes dans le monde doivent faire face à des problèmes de congestion de trafic dans leurs centres, leurs zones suburbaines et sur leurs voies d'accès. Dans les pays à forte densité de population, ce phénomène existe également sur les routes interurbaines.
Des voies dédiées aux transports collectifs permettent de garantir aux usagers leurs temps de trajet et leurs heures d'arrivée. L'orniérage lié au trafic canalisé est un problème spécifique à ce type d'infrastructures, qui pose des problèmes d'ordre général, notamment la stabilité des véhicules ou le risque d'hydroplanage par temps pluvieux. Ce type d'orniérage peut aussi avoir pour effet d'entraver le fonctionnement des systèmes de guidage optique et de gêner l'accès des passagers, en particulier les usagers en fauteuil roulant.
Les chaussées en béton sont le moyen le plus sûr d'éviter l'orniérage, et leur longue durée de vie permet de réduire au minimum les restrictions de circulation des bus liées aux travaux d'entretien. Quelques exemples de voies dédiées aux bus en Belgique, en France, en Espagne et aux Pays-Bas ont été présentés au cours du Symposium.

Voie de bus en site propre, réalisée en béton, ce qui présente l'avantage d'éviter l'orniérage.

## Les structures béton pour les carrefours giratoires

Les carrefours giratoires sont, eux aussi, particulièrement touchés par les dégradations affectant les structures de chaussées sur les réseaux routiers. Dans de nombreux pays d'Europe, la circulation aux grands carrefours est très souvent régulée par des carrefours giratoires, qui constituent le meilleur moyen de sécuriser et de fluidifier le débit de circulation.

Carrefour giratoire en béton, permettant de supprimer les travaux d'entretien difficilement réalisables en cas de circulation importante.

La circulation importante autour de ces carrefours giratoires induit des contraintes importantes sur la chaussée, dues à la force centrifuge et à la surcharge exercée par les roues extérieures des véhicules inclinés. Le recours à une chaussée en béton permet d'éviter, à la fois, les effets de ces contraintes, tels l'orniérage, le plissement des couches de surface, l'arrachage des granulats de surface et la fissuration, et supprime les travaux d'entretien difficilement réalisables en cas de circulation importante.
La Suisse, l'Autriche, les Pays-Bas, la Belgique et la France figurent parmi les pays adeptes de cette solution. En Belgique, le premier carrefour giratoire avec un revêtement en béton armé continu (BAC) a été ouvert à la circulation en 1995 et est toujours en service.

## Les structures béton pour la sécurité dans les tunnels

Les chaussées en béton contribuent, de manière significative, à améliorer la sécurité dans les tunnels. En cas d'incendie, il est capital que la chaussée n'aggrave pas la situation. Le béton

Le béton, matériau clair, est idéal pour les chaussées en tunnel.

est un matériau incombustible qui ne dégage ni fumée ni gaz toxique et ne contribue pas à la charge calorifique.
Certains pays, en particulier l'Autriche et l'Espagne, ont choisi d'imposer les chaussées en béton dans les tunnels de longueur supérieure à 1 km.

## La sécurité des ouvrages linéaires

Les séparateurs de voie en béton représentent une solution fiable et pérenne pour améliorer la sécurité des usagers. Les séparateurs peuvent être divers, préfabriqués ou coulés en place à l'aide de machines à coffrages glissants. Au Royaume-Uni l'administration des routes a fait le choix des séparateurs en béton pour le terre-plein central des autoroutes et des grands axes routiers.

Les dispositifs de retenue en béton permettent d'assurer une sécurité optimale aux usagers de la route.

Le concept de séparateur béton se généralise à d'autres types d'applications. On peut citer les murs antibruit intégrés, les barrières anti-tempêtes, les barrières de sécurité anti-terrorisme, ou encore des barrières spéciales préfabriquées ne présentant aucune déformation en cas de choc important, destinées à protéger les obstacles ou les piles de ponts.

## Le béton dans la voirie à faible trafic

L'une des raisons qui motivent le choix d'un revêtement en béton pour les routes à faible trafic est son coût d'entretien réduit. De plus, des études menées dans différents pays, dont

La voirie à faible trafic en béton offre une grande durabilité.

la Pologne et l'Espagne, ont démontré que son coût de construction peut s'avérer inférieur aux autres options possibles.
Par ailleurs, le béton peut supporter, mieux que tout autre matériau, le poinçonnement provoqué par des charges concentrées, qualité recherchée dans les aménagements urbains et les zones réservées aux équipements municipaux comme les centres de recyclage ou les aires de jeux.

## Le béton pour les plates-formes industrielles

Le revêtement des zones industrielles et portuaires est classiquement en béton. Très souvent, ces chaussées supportent des charges concentrées importantes, appliquées par des engins spéciaux et très agressifs. De nombreux facteurs doivent être pris en compte pour dimensionner ces ouvrages, notamment la dimension des dalles, la superficie et l'emplacement des zones de chargement, d'où la nécessité de recourir à des méthodes de dimensionnement spécifiques : l'une d'elles a été développée en Allemagne. L'utilisation simultanée de fibres plastiques et aciers est une innovation intéressante qui allie le retrait limité, dû aux fibres plastiques, et la haute résistance à la fatigue, due aux fibres aciers.
Depuis plus d'une dizaine d'années aux Pays-Bas, les chaussées en béton sans aucun joint (jusqu'à 4 000 m²) de nombreux ports et stations services ont bénéficié de cette approche, et rares sont celles qui présentent des fissures. Pour cette application, les fibres d'acier recyclées à partir de pneus usagés semblent être une alternative prometteuse.
Des essais menés au Royaume-Uni ont montré que ces fibres, utilisées en forte proportion, peuvent améliorer la performance du béton en terme de résistance à la compression et à la flexion, dans la même mesure que les fibres industrielles.

## Le ciment pour la valorisation des matériaux en place

Parmi les nouveautés du Symposium des routes en béton de Séville, on peut souligner la tenue d'une session spéciale sur le 3e Symposium International sur le Traitement et le RETraitement des Matériaux pour les Travaux d'Infrastructures

Traitement des sols en place au liant hydraulique routier.

TREMTI, qui s'est déroulé en novembre 2009 au Guatemala.
Ce Symposium a permis de mettre l'accent sur les principaux constats et sur les acquis :

- Le traitement des sols pour infrastructures de transport et le retraitement en place des chaussées à la chaux, au ciment et aux liants hydrauliques routiers, sont des procédés qui donnent aujourd'hui d'excellents résultats en termes de performances techniques, économiques et environnementales.
- Le caractère éprouvé du traitement des matériaux, justifiant ainsi la place de plus en plus importante qu'occupe le procédé dans la conception des ouvrages et l'intérêt qu'il suscite dans les milieux professionnels concernés,
- L'impact positif des améliorations technologiques et méthodologiques (matériels de traitement et de retraitement, matériels et procédures de contrôle) sur la maîtrise de la technique et son évolution,
- Le rôle déterminant des études préalables dans la réussite des projets,
- L'important travail de codification entrepris dans de nombreux pays sous forme de normes, guides, règles de bonnes pratiques...
- La prise de conscience en faveur de l'environnement, explicitée dans différentes communications, a été la grande nouveauté de TREMTI 2009. On a pu constater que les aspects environnementaux et sociétaux sont aujourd'hui au coeur des préoccupations des Maîtres d'ouvrage, Maîtres d'œuvre, entreprises et fournisseurs de liants, et ceci dans tous les pays et sur tous les continents. Au-delà de ce constat général, deux communications originales se sont attachées à analyser les impacts environnementaux, économiques et sociétaux liés aux techniques de valorisation des matériaux en place, à les quantifier et à les comparer aux impacts des techniques traditionnelles.

Atelier de retraitement de chaussées en place au liant hydraulique routier.

À la lumière des paragraphes qui précèdent, il apparaît qu'à toutes les questions posées actuellement par les différentes parties prenantes des techniques de chaussées (décideurs, administrations, concepteurs, entrepreneurs, usagers,...), le béton apporte une réponse positive, qui justifie le mot d'ordre du Symposium : "La réponse aux nouveaux défis".

## CONCLUSION

Outre l'organisation générale unanimement saluée, les participants au Symposium de Séville ont particulièrement apprécié :

- La mobilisation de tous les acteurs de la filière : donneurs d'ordre, concepteurs, universitaires, fabricants de matériels, entreprises routières, producteurs de liants,...
- La cohérence et l'exhaustivité du programme,
- L'innovation et les retours d'expérience sur des applications routières et urbaines diverses, qui confirment le bon comportement à long terme des structures et revêtements béton,
- La volonté de mettre l'accent sur l'environnement et l'apport des techniques béton dans ce domaine ont constitué l'une des grandes nouveautés de ce Symposium.

Enfin, nous tenons à souligner particulièrement l'intérêt suscité par les deux conférences spéciales.

CIMbéton
CENTRE D'INFORMATION SUR LE CIMENT ET SES APPLICATIONS
7, Place de la Défense 92974 Paris-la-Défense cedex - Tél. : 01 55 23 01 00 - Fax : 01 55 23 01 10
Email : centrinfo@cimbeton.net - Site Internet : www.infociments.fr

Avallon (Yonne) : les dimensions du giratoire - 26 mètres de diamètre intérieur pour un diamètre extérieur de 33 m, soit une chaussée béton large de 7 m – ont été imposées par la nécessité de réaliser cinq branches d'entrée/sortie.

# Avallon : un giratoire en dalles béton goujonnées, partie intégrante de la rocade de contournement

**Pour accéder à la future zone d'activités intercommunale et au hameau de Chassigny-le-Bas, le giratoire construit sur la RD 606 est dimensionné pour une classe de trafic TC5 et une durée de vie d'au moins 30 ans. D'où le choix du béton goujonné, une technique réputée pour son endurance.**

*"Adoptant la forme d'un demi-cercle, le projet d'aménagement de la rocade urbaine d'Avallon a été découpé en six tranches. Actuellement, la tranche 5 est en cours d'aménagement (intersection rocade - RD 957)"* explique Gérard Vincent, technicien au Service Études et Travaux du Pôle Aménagement du Territoire du Conseil général de l'Yonne.

*"La tranche 4 consiste à construire un carrefour giratoire sur la RD 606, en lieu et place de l'ancien carrefour en T"* précise Franck Semence, chef du Service Études et Travaux du Conseil général de l'Yonne.

*"Il doit répondre aux spécifications d'une classe de trafic TC5 soit de 2,5 à 6,5 x $10^6$ poids lourds, correspondant à un nombre cumulé de poids lourds par sens sur la voie la plus chargée que devra supporter la chaussée pendant sa durée de vie d'au moins 30 ans, sans entretien particulier. En effet, une moyenne de 900 poids lourds par jour a été mesurée en 2008 au niveau de ce carrefour"* ajoute Nelly Gervais, chef du Bureau d'Études Routes.

Pour ne pas pénaliser la circulation routière pendant les travaux, une voie provisoire de contournement a été

## PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage et maître d'œuvre :** Conseil général de l'Yonne - Direction générale des infrastructures et des transports - Service des études

**Entreprises :** Eurovia - Sous-traitant béton : Pass & Cie

**Fournisseur du béton :** Cemex Bétons (Groupe Cemex)

**Fournisseur du ciment :** Calcia (Groupe Italcementi)

Le giratoire a été dimensionné pour une classe de trafic TC5 et une durée de vie d'au moins 30 ans.

aménagée. Autre avantage : les travaux peuvent se dérouler en toute sécurité.

## Un cahier des charges extrêmement précis

Etant données les spécifications, le béton s'imposait de lui-même comme une bonne solution technique. Pour la réalisation de son premier giratoire en béton (le seul autre carrefour en béton présent dans l'Yonne a été construit par la DDE à Gron, près de Sens *(voir article dans le numéro 82 de la revue Routes)*, l'équipe technique du Conseil général hésitait entre un projet à base de dalles béton goujonnées et un autre en BAC (béton armé continu).
Finalement, Joseph Abdo, Directeur délégué Routes chez Cimbéton, le Centre d'informations de l'Industrie cimentière, a conseillé de privilégier la première solution pour plusieurs raisons : elle est mieux adaptée techniquement à ce projet, elle est plus économique, elle offre une mise en œuvre plus simple et elle permet de réaliser plus facilement des interventions sous le giratoire. C'est donc la technique de dalles béton goujonnées qui a été incluse dans l'appel d'offres.
*"Les dimensions du giratoire – 26 mètres de diamètre intérieur pour un diamètre extérieur de 33 m, soit une chaussée large de 7 m – ont été imposées par la nécessité de réaliser cinq branches d'entrée/sortie. L'objectif est, en effet, de préparer ainsi l'avenir en disposant, dès aujourd'hui, d'un accès à la future zone d'activités intercommunale et d'un autre pour la desserte du hameau de Chassigny-le-Bas"* précise Franck Semence.

La bordure en béton, délimitant la zone centrale végétalisée, a été coulée en place comme la chaussée.

Les îlots séparateurs des branches ont été réalisés en béton coloré en jaune orangé, dont la surface a été ensuite balayée, ce qui permet de bien les différencier de la chaussée.

Au total, le giratoire couvre une surface de près de 3 600 m². De plus, comme il est situé au sommet d'un mamelon naturel, il bénéficie d'une légère pente qui facilite l'évacuation des eaux pluviales vers sa périphérie.

## Une mise en œuvre manuelle plutôt que mécanisée

Pour ce chantier, la société Cemex a proposé deux formulations pour le béton : une pour une mise en œuvre mécanisée et l'autre pour une réalisation manuelle.
*"Les deux bétons de convenance ont été présentés aux membres de l'équipe du Conseil général chargés de la supervision de ces travaux. Les deux formulations ont été validées, mais seule la "manuelle" a été finalement retenue, en raison des caractéristiques techniques du chantier"* explique Michaël Marras, chef des ventes secteur Bourgogne chez Cemex.
En effet, si l'emploi d'une machine est souvent la meilleure solution pour réaliser des dalles béton en partie droite, il n'en est pas de même pour les parties courbes.
*"Le béton destiné à ce chantier est assez ferme puisque sa classe de consistance dans la norme NF EN 206-1 est la classe S2, ce qui correspond à un affaissement au cône d'Abrams (slump test) compris entre 50 et 90 mm, selon la formulation. La mise en œuvre manuelle a permis de privilégier ainsi la valeur haute, pendant toute la durée du chantier, en réduisant la quantité d'eau"* précise Michaël Marras.
Au total, 750 m³ de béton ont été livrés par camions malaxeurs depuis la centrale de béton prêt à l'emploi d'Avallon, située à seulement 2 km à vol d'oiseau du chantier. Ces livraisons intervenaient surtout le matin, pour s'achever en début d'après-midi.

## Des paniers métalliques posés en trois phases

Une fois isolé de la circulation, l'ancien carrefour a été entièrement démoli. L'entreprise Eurovia s'est chargée de l'ensemble des terrassements, de la réalisation de la plateforme compactée de portance PF2 (110 MPa)

Gros plan du béton coloré et balayé.

La dalle de transition entre béton et enrobé évite les phénomènes de pianotage en entrée et sortie de giratoire.

et de l'intégration des divers réseaux enterrés et fourreaux.
Après avoir mis en place les coffrages, l'entreprise Pass & Cie a disposé des paniers métalliques pour dessiner, avec précision, des carrés rayonnants de 25 à 30 m².
*"Sur ces paniers sont fixés des goujons métalliques régulièrement espacés, à raison de trois par mètre. Positionnés à mi-hauteur de la dalle et à cheval sur les futurs joints, ils assurent la liaison et le transfert des charges au niveau des joints de retrait. Cette opération est menée en trois temps : d'abord au niveau de l'anneau côté centre, puis au niveau des branches de raccordement et enfin au niveau de l'anneau extérieur"* commente Michel Monteiro, directeur de Pass & Cie.
À chaque étape, le béton est coulé en une seule passe sur 20 cm d'épaisseur. Sa surface est ensuite balayée afin de lui donner sa texture superficielle, puis protégée par la pulvérisation d'un produit de cure.
*"Dès le lendemain, la dalle est sciée sur le tiers de son épaisseur au niveau des rangées de goujons. Quelques jours plus tard, ce trait de scie est à nouveau scié avec une lame plus large, mais seulement sur les deux-trois premiers centimètres. Les joints chanfreinés ainsi obtenus sont ensuite dépoussiérés au nettoyeur haute pression, avant d'être comblés par une résine bitumineuse. On évite ainsi la pénétration de poussières et d'eau, dans et sous la dalle. Cette technique assure une bonne maîtrise de la fissuration de l'ensemble du giratoire"* précise Michel Monteiro.
Sur chaque zone d'entrée/sortie, le raccordement entre béton ferme et enrobé souple s'effectue à l'aide d'une dalle de transition afin de disposer d'une zone semi-rigide/semi-souple entre la chaussée en enrobé et le giratoire en béton : pour cela, l'enrobé recouvre la dalle en béton sur une longueur d'un mètre. Cette approche permet d'éviter les phénomènes de pianotage, se manifestant habituellement lorsque ces deux matériaux se rencontrent, et assure un gage certain de longévité.
Les îlots séparateurs des branches ont été réalisés en béton coloré jaune orangé, dont la surface est ensuite balayée : une solution choisie pour sa robustesse et son esthétique, mais aussi pour bien les différencier de la chaussée.
Enfin, les bordures en béton délimitant la zone centrale végétalisée ont été également coulées en place, après perçage de la dalle pour y insérer leurs aciers d'ancrage.
Les voies d'entrée et de sortie, qui sont des zones très sollicitées, ont été traitées en béton.

## Un béton de classe d'exposition XF4

Emblématique pour le département de l'Yonne, ce chantier a été contrôlé de très près. *"Aux éprouvettes s'ajoutent des contrôles au niveau de chaque camion malaxeur à son arrivée sur le chantier. Nous mesurons notamment l'ouvrabilité et la teneur en air occlus du béton"* détaille Ludovic Niez, chargé du suivi des travaux au niveau du Conseil général.
Le béton réalisé est de classe d'exposition XF4 laquelle, selon la norme NF EN 206-1, s'applique lorsque le béton est soumis à une attaque significative due à des cycles gel/dégel avec agent de déverglaçage, alors qu'il est mouillé.
Le minimum de teneur en air occlus du béton était fixé à 5 % et le maximum à 6-7 %, ce qui fait conclure à Michaël Marras : *"En cas de gel, les cavités d'air présentes dans le béton jouent donc le rôle de vase d'expansion à l'eau libre, protégeant ainsi le béton des risques d'éclatement par suite du gel"*.

**FORMULATION DU BÉTON POUR 1 M³**

**Dénomination :** CXB Extrudé C35/45 XF4 G3 S2
**Ciment :** CEM II 32,5 R Calcia (cimenterie de Beffe - Cher) : 360 kg
**Sable 0/4** (carrière Cemex de Briare - Loiret)
**Granulats 4/10 et 10/20** (carrière Stemag de Sainte-Magnance - Yonne)
**Superplastifiant :** Chryso Fluid Optima 350
**Entraîneur d'air :** Chryso Air G100
**Eau**

Sciés, chanfreinés et comblés avec une résine bitumineuse, les joints garantissent une parfaite maîtrise de la fissuration des dalles béton.

# LE SAVIEZ-VOUS ?

## Remue-méninges

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

### Les deux boîtes gigognes

Deux boîtes métalliques, ayant la même forme, sont remplies d'une poudre colorante.
Les dimensions de ces deux boîtes sont homothétiques.
La première pèse 4 kg et sa hauteur est de 18 cm.
La deuxième pèse 2 kg et sa hauteur est de 14 cm.
En supposant que l'épaisseur des parois métalliques est négligeable par rapport aux dimensions des boîtes, quel est le poids net de la poudre colorante dans chaque boîte ?

**Solution du Remue-méninges de *Routes N°114* : Soirée dansante**

**Rappel du problème posé :** 50 personnes assistent à une soirée dansante. Combien d'hommes participent à cette soirée, sachant que Martine a dansé avec 15 hommes, Annie avec 16 hommes, Sophie avec 17 hommes, et ainsi de suite jusqu'à Sylvie qui a dansé avec tous les hommes présents à la soirée ?

**Solution :** ce problème est facile à résoudre si l'on choisit convenablement l'inconnue.
Soit "x" le nombre de femmes qui participent à cette soirée dansante.
Le nombre d'hommes devient donc "50 – x".
La première femme, Martine, a dansé avec 15 ou (14 + 1) hommes,
La deuxième femme, Annie, a dansé avec 16 ou (14 + 2) hommes,
La troisième femme, Sophie, a dansé avec 17 ou (14 + 3) hommes,
Et ainsi de suite, jusqu'à la $x^{ième}$ femme, Sylvie, qui a dansé avec tous les hommes présents dans la soirée, ce qui correspond à (14 + x) hommes.
On a donc la relation :
$x + (14 + x) = 50$
$2x = 50 - 14$
$x = 18$
Le nombre de femmes qui participent à la soirée dansante s'élève à 18.
**Le nombre d'hommes est donc de 32.**

## Agenda

### Journées Techniques Cimbéton 2011

Les prochaines journées techniques sur le thème **"Traitement des sols et Retraitement des chaussées aux liants hydrauliques"**, organisées par Cimbéton, se dérouleront à :
- **Dijon (mardi 5 avril),**
- **Saint-Brieuc (mercredi 29 juin)**
- **Agen (mercredi 16 novembre).**

**Invitations disponibles sur simple demande auprès de Cimbéton.**

### 8-10 juin 2011 Salon des Solutions Techniques Territoriales (Marseille)

Cimbéton, le SNBPE et le SNPB seront présents à la quatrième édition du Salon des Solutions Techniques Territoriales (SSTT), organisé par les associations de cadres techniques territoriaux AITF et ATTF.
Associé aux Assises Nationales de l'Ingénierie Territoriale, ce Salon rassemblera fournisseurs et prestataires de service de secteurs d'activités tels que l'environnement, le transport, l'aménagement urbain, la prévention ou les télécommunications.
Il aura lieu à Marseille au Parc Chanot du 8 au 10 juin 2011.
**Pour en savoir plus : www.salonstt.com**

### 22-24 septembre 2011 Congrès National des Sapeurs-Pompiers (Nantes)

Cimbéton et ses partenaires SNBPE, SNPB, FIB, CERIB et ACOB seront présents à la **118e édition du salon du Congrès National des Sapeurs-Pompiers** qui aura lieu au Parc des Expositions de la Beaujoire à Nantes, du 22 au 24 septembre 2011.
Thème : "Entreprises, risques et environnement".
**Pour en savoir plus : http://congres2011.pompiers.fr**

### 17-19 octobre 2011 Congrès de l'AFTES (Lyon)

Cimbéton et ses partenaires SNBPE, SNPB, FIB, CERIB et SPECBEA seront présents (Stands 324-326) au salon du Congrès de **l'Association Française des Tunnels et de l'Espace Souterrain (AFTES)**, qui aura lieu à la Cité-Centre de Congrès à Lyon, du 17 au 19 octobre 2011.
Thème : "Les espaces souterrains de demain".
**Pour en savoir plus : www.aftes.asso.fr**

CIMbéton
CENTRE D'INFORMATION SUR LE CIMENT ET SES APPLICATIONS
7, Place de la Défense
92974 Paris-la-Défense cedex
Tél. : 01 55 23 01 00 - Fax : 01 55 23 01 10
Email : centrinfo@cimbeton.net
Site Internet : www.infociments.fr