

# Routes

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



## LE POINT SUR

Bordeaux : bétons désactivés et balayés, entre contraintes techniques et recherche d'esthétique

## CHANTIER

Segré : le remblai technique, le moyen de raccourcir un chantier d'une semaine à une journée !

## CHANTIER

Millau : des glissières béton à 270 mètres de hauteur !

### 2 EDITORIAL

### 3-6 LE POINT SUR



**Agglomération de Bordeaux**  
Bétons désactivés et balayés :  
entre contraintes techniques  
et recherche d'esthétique

### 7-12 TREMTI 2005



### 13-15 CHANTIER



**Segré (Maine-et-Loire)**  
Le remblai technique :  
le moyen de raccourcir  
un chantier d'une semaine  
à une journée !

### 16-17 CHANTIER



**Millau (Aveyron)**  
Des glissières béton  
à 270 mètres de hauteur !

### 18-19 SCIENCES ET TECHNIQUES



Une nouvelle jeunesse  
pour la station d'étude  
du malaxage du  
LCPC - Centre de Nantes

### 20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture : Des glissières  
anti-franchissement en béton  
extrudé équipent le terre-plein  
central du viaduc de Millau.

# Symposium International TREMTI 2005 : jour J – 200

**N**ous voilà à 200 jours de l'événement tant attendu : TREMTI 2005. En effet, le second Symposium International TREMTI "Traitement et Retraitement des Matériaux pour Travaux d'Infrastructures" aura lieu du 24 au 26 Octobre 2005 au Palais des Congrès (Hall Bordeaux) – Porte Maillot – à Paris.

Organisé par Cimbéton et la Chambre Syndicale de la Chaux, et parrainé par l'Association Mondiale de la Route – AIPCR, ce Symposium sera accompagné d'une exposition comportant trois formules de promotion (Stands, Espace Club, Panneaux d'affichage). Une soirée de Gala aura lieu aux Pavillons de Bercy le mardi 25 Octobre 2005.

Les préparatifs vont bon train, conformément au calendrier prévu. Deux Comités s'attèlent à cette tâche :

- **Un Comité d'Organisation** constitué de représentants de Maîtres d'Ouvrage, d'Entreprises routières, d'Entreprises de terrassements, de Fabricants de matériels et de Producteurs de liants.

- **Un Comité Scientifique et Technique** rassemblant des experts nationaux et internationaux dans les domaines du traitement des sols, du retraitement des chaussées et du recyclage des matériaux.

L'appel à communication, lancé au mois de septembre 2004, a généré 187 résumés de communications, en provenance de 26 pays répartis sur les cinq continents. C'est un réel succès et nous nous en réjouissons. Ces propositions ont été évaluées par le Comité Scientifique et Technique et classées dans 8 sessions à caractère technique, technologique et scientifique. Les textes complets des communications sont attendus pour fin mars 2005.

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, le site internet [www.tremti.org](http://www.tremti.org) est à votre disposition.

Nous vous y attendons.

**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-méninges* : Joseph Abdo - Reportages, rédaction et photos : Ludovic Casabiel, Marc Deléage, Romualda Holak, Yann Kerveno, Jacques Mandorla - Réalisation : Ilot Trésor, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris - Email : [mandorla@club-internet.fr](mailto:mandorla@club-internet.fr) - Conception maquette : Dorothee Picard - Dépôt légal : 1<sup>er</sup> trimestre 2005 - ISSN 1161 - 2053 1994



Tresse : la vaste place de la mairie fait la part belle aux matériaux naturels, béton désactivé et pierre.

# Bétons désactivés et balayés : entre contraintes techniques et recherche d'esthétique

Comme toute agglomération, Bordeaux doit faire face au développement du trafic automobile, à la montée en puissance des deux roues, à l'amélioration et l'embellissement des espaces piétonniers... Pour la circulation intense des poids lourds, des vélos et des piétons, le béton a des réponses appropriées pour chaque usage.

**B**ordeaux : son port, ses façades majestueusement XVIII<sup>e</sup> siècle et, depuis quelques mois, son tramway. Après avoir longtemps hésité entre le site propre en surface et le métro, Bordeaux et son agglomération ont fini par opter pour le premier système, devenu colonne vertébrale des déplacements urbains, et catalyseur de toutes les volontés de renouveau.

Dans le maelström du chantier du tramway, la cité semble s'être brusquement engagée dans une furieuse remise à niveau de ses aménagements urbains. On ne compte plus les trottoirs ou les places refondus, remodelés, requalifiés parfois, tant sur la rive gauche que sur la rive droite de la Garonne.

*“Pour les aménagements piétonniers, les réseaux sont un moindre problème, car il est toujours possible de baliser pour laisser sécher. En outre, l'emploi des bétons sur ce type d'aménagements confine autant à la recherche d'esthétique que de durabilité. C'est intéressant, que ce soit en terme de couleurs, de textures ou de finition. Mais comme pour tous les matériaux non modulaires que nous utilisons, nous insistons pour que soient intégrées des bandes structurantes, de calepinage ou de joints par exemple, pour éviter les rustines lorsque nous sommes contraints d'intervenir”* estime Pascal Besançon de la Communauté urbaine de Bordeaux. L'une des problématiques les plus sérieuses des grands ensembles



Les trottoirs de l'avenue qui relie Eysines au Bouscat sont réalisés en béton désactivé, entrecoupé d'un calepinage en brique.

urbains est bien entendu de gérer, d'organiser, de répartir au mieux le flux sans cesse grandissant de voitures qui sillonnent l'espace urbain.

Rive gauche, loin du fleuve, alors que l'agglomération s'approche du grand air de la forêt de pins la séparant de l'Atlantique, plusieurs voies ont été percées ou aménagées, nécessitant la mise en place de ronds-points nouveaux, dont les abords sont le plus souvent traités en béton désactivé et équipés du mobilier urbain typique.

## ■ Bétons désactivés et balayés

Comme tous les bourgs autrefois ruraux, Eysines a été rattrapé par la ville vorace et en fait aujourd'hui partie de l'agglomération, dernier rempart avant le Médoc et la forêt. Le petit bourg, suffisamment éloigné toutefois du grand centre, a conservé son aspect largement mis en valeur par les aménagements en béton désactivé qui y ont été réalisés. Étroits en certains endroits, les trottoirs ont cédé de leur largeur aux contraintes de la circulation moderne, mais s'insèrent avec éclat entre la voie de circulation proprement dite et les façades qu'on dirait presque repoussées, éloignée des voitures. Un calepinage en brique rythme ces bandes



Le Bouscat : bétons balayés et désactivés délimitent l'espace, selon l'usage piéton ou cycliste.



À Blanquefort, le béton désactivé redonne tout son charme au vieux lavoir et valorise les abords de la charmante petite église.

piétonnières surélevées, en faisant ressortir l'essence. Trait de liaison entre le centre de l'agglomération et Eysines, l'avenue d'Eysines au Bouscat est à proprement parler une artère urbaine qui bat plus ou moins vite en fonction des heures de la journée. Le béton désactivé y a été mis en œuvre pour remettre un peu d'ordre le long d'une route qui s'est vue rattrapée par l'urbanisation et qui a vu fleurir les magasins sur chacun de ses côtés.

Deux espaces se côtoient sur les trottoirs dont les fonctions différentes sont essentiellement marquées par la différence des bétons : désactivés pour les cheminements piétonniers et balayé pour la piste cyclable. Avec le développement de la circulation des deux roues en ville, et notamment des vélos, le béton balayé est largement mis à contribution dans l'agglomération bordelaise pour la réalisation de pistes cyclables, comme à Pessac par exemple, où le béton désactivé a également droit de cité.

Dans le cadre de la remise à niveau de la rue Phénix-Haut-Brion, entre le campus universitaire et les célèbres vignobles aujourd'hui enchâssés dans la ville, ce sont des carrefours en surélévation, véritables "casse vitesse", qui ont été traités en béton désactivé.

Un peu plus loin dans la rue, le béton désactivé a été utilisé dans le prolongement de la chaussée pour marquer plus encore, par la différence de couleur, un



rétrécissement également destiné à faire lever le pied aux automobilistes nerveux. Dans cette même commune, un vaste espace accueillant chaque semaine un important marché a également été réalisé en béton désactivé. Transition avec le centre de la commune, situé de l'autre côté de la voie ferrée, il fait le lien entre une importante voie de circulation et un parc, reliant ainsi avec goût deux espaces urbains forts différents.

## ■ Espace d'échange

À Blanquefort, au nord de l'agglomération, le béton désactivé a été retenu pour réaliser deux aménagements réussis devant le lycée Jean Monnet et le fameux lycée agricole de la région, puis un peu plus loin, aux portes du Médoc, autour d'une église de caractère. Au pied de ce monument modeste, le béton réalisé avec des gros granulats concassés calcaires et des roulés de Garonne donne un air résolument rural à cette place qui fait le lien entre plusieurs éléments, reliant plusieurs époques et plusieurs territoires : l'église, le bâtiment à la ligne moderne de

la Poste et de l'Agence nationale pour l'emploi, un parking et un vieux lavoir encastré, légèrement en contrebas.

Devant les lycées, la problématique à résoudre était toute autre puisqu'il s'agissait de mettre en place un espace d'échange entre les ensembles scolaires, la route et le réseau de bus de l'agglomération. Traité à l'aide de deux bétons désactivés de couleur différente, gris souris pour l'un et beige rosé pour l'autre, rythmé par des caniveaux et des dalles, planté d'arbres à l'avenir prometteur, l'ensemble s'étale en forme de demi-lune, introduisant une jonction qu'on dirait naturelle entre les lycées et la rue, fort passante.

### ■ Donner une âme au bourg

À Tresse, sur les hauteurs de la rive droite, le petit bourg, autrefois campagnard, est devenu une ruche à l'heure de la sortie de l'école. Les voitures s'y croisent, les piétons s'y égayent pour rejoindre le centre commercial ou pour atteindre le parking dans un fourmillement sensible.

Depuis 2003, l'ensemble du bourg a été traité en béton désactivé, trottoir, place de la mairie. Là encore, le lien est fait entre les espaces et leur fonction avec comme élément central une pergola moderne de métal et de briques invitant à déambuler ou

à s'asseoir. Trois matériaux sont liés dans cet ensemble réussi : le béton désactivé, la brique et la pierre.

De son côté, le Bec d'Ambès annonce la jonction entre Garonne et Dordogne, espace marécageux à fleur d'eau, surtout remarquable par les équipements industriels qu'il héberge, des installations du Port autonome aux ensembles pétroliers...

Difficile dans ce pays au caractère fuyant de saisir l'âme de l'endroit, à quelques encablures de Bordeaux mais semblant si éloigné, comme à Saint-Louis de Montferand. On n'y est plus dans l'agglomération proprement dite, la commune n'est ni rattachée à la conurbation bordelaise, ni en pleine campagne, tant les espaces alentours sont peu valorisés par l'agriculture. Le bourg, récemment remis en état, comporte deux espaces distincts : le centre dont les trottoirs et la place ont été réalisés en pavés de béton, et l'avenue centrale qui traverse le village, aménagée en béton désactivé et pavés de béton clair. De chaque côté de l'avenue, les fonctions sont ainsi parfaitement délimitées, tant par la nature du sol que par le mobilier urbain, la place de stationnement, les trottoirs. Le centre bourg a ainsi gagné une âme certaine, tout en étant clairement rattaché à l'agglomération.



Tresse : le béton désactivé entoure une pergola moderne, faite de métal et de briques, invitant à déambuler ou à s'asseoir.

### ■ Béton armé continu

Les bétons décoratifs sont-ils des produits à la mode dans l'agglomération bordelaise ? Vincent Dronnet (Lafarge) n'est pas loin de le penser, tant les aménagements se sont multipliés ces trois dernières années : *"Il y a probablement un phénomène de mode : la bouche à oreille fonctionne et nous cueillons aussi certainement les fruits de l'intense travail de promotion mené depuis quelques années auprès des prescripteurs"*.

Parmi les granulats utilisés sur l'agglomération, on trouve non seulement des roulés de Garonne bleus gris ou de Dordogne, mais aussi des calcaires concassés venant de Charente, plus au nord. Mais une agglomération doit aussi parfois répondre à des problématiques plus lourdes, comme celles des circulations intenses de poids lourds. La Communauté urbaine de Bordeaux a choisi, dans ce cadre, de faire appel, lorsque c'est possible, au béton armé continu (B.A.C.).

À l'occasion de la réalisation d'une piste expérimentale pour le constructeur automobile Ford, la Communauté urbaine a testé avec succès cette formule qu'elle va étendre maintenant aux voiries fortement sollicitées, comme celles menant aux installations du port par exemple (lire l'interview de Pascal Besançon). Cette voie, destinée à mener des essais d'accélération hors circulation, est posée sur un sol inégal et de mauvaise qualité, très compressible



À Blanquefort, le béton désactivé a été retenu pour réaliser deux aménagements réussis devant le lycée Jean Monnet et le fameux lycée agricole de la région.

dont les valeurs de tassement, selon les études menées en amont, pouvaient atteindre 20 centimètres ! C'est la solution B.A.C. qui fut retenue pour réaliser cette chaussée longue de 265 mètres et large de 5,25 mètres.

Toutes ces réalisations récentes montrent combien la mise en œuvre du béton est aujourd'hui entrée dans les mœurs des aménageurs bordelais, parce que ce matériau répond avec tact aux problèmes quotidiens soulevés par la vie urbaine et son développement. ●

## ■ À PESSAC, LE BÉTON AUTORISE LES COFFRAGES RONDS

« La Communauté urbaine, qui a conçu le réaménagement de la rue Phénix-Haut-Brion, avait une exigence : que les coffrages, placés autour des regards ronds, soient également circulaires. Cela n'a pas été facile à mettre en place, mais nous sommes parvenus à relever ce défi. Résultat : une meilleure tenue dans le temps pour ces ouvrages qui doivent supporter, en plus, les passages piétons » indique Jean-Jacques Dupriez, gérant de l'entreprise Sopega-TP à Mérignac, qui a réalisé de nombreux chantiers sur la Communauté Urbaine de Bordeaux.



## ■ INTERVIEW



**Pascal Besançon**  
Directeur adjoint de la  
Communauté Urbaine de  
Bordeaux, chef du centre de  
voirie et proximité

« Nous pensons surtout au confort des usagers. »

**Les chaussées en béton sont-elles nombreuses sur le territoire de la Communauté Urbaine de Bordeaux ?**

Non. Jusqu'à présent, nous n'avons pas été de grands utilisateurs de voiries en béton, mais aujourd'hui nous nous intéressons de près à ces techniques.

Nous avons mené un chantier expérimental en béton armé continu (B.A.C.) pour la réalisation d'une piste d'essai pour le constructeur automobile Ford : pour nous, ce fut une bonne occasion de tester cette technique.

Et nous venons de lancer un appel d'offres pour la réalisation d'une chaussée de ce type, incluant des giratoires, pour accéder à la zone portuaire. Cela dit, nous avons également des réalisations hors chaussée.

**Pour quels types d'aménagements faites-vous appel au béton ?**

Pour les chaussées où la technique du béton armé continu permet notamment de s'affranchir des problèmes liés aux fissurations. Cela dit, ce n'est pas utilisable partout, notamment dans les endroits où l'on est en présence de réseaux. Nous réservons donc les applications à certaines catégories de voiries : voies rapides urbaines, voiries poids lourds à haute densité ou voiries de type agricole.

Sans oublier les giratoires car cette technique permet d'éviter les phénomènes d'orniérage, même si les ferrallages sont un peu plus compliqués à mettre en œuvre.

Pour les configurations avec réseaux, nous nous orientons généralement vers des solutions de graves non traitées et de bétons bitumineux qui sont plus facilement réparables. Nous essayons, en tout cas, de limiter la panoplie de structures auxquelles nous pouvons avoir recours.

**Quels avantages trouvez-vous à la réalisation de chaussées en béton ?**

Les structures en béton offrent des avantages liés au contexte, à la technique et à l'exploitation. Aujourd'hui, tout ce qui est lié à la gestion et au fonctionnement est perçu plutôt négativement : conséquence, les crédits affectés à l'entretien n'iront pas en augmentant significativement. Par contre, la notion d'investissement durable est aujourd'hui plus porteuse.

Au sein du Pôle opérationnel de la Communauté Urbaine de Bordeaux, nous créons et nous gérons. Avec cette vision qui est la nôtre, nous essayons de construire des ouvrages pérennes, car nous savons que nous n'aurons pas forcément, dans l'avenir, d'importants moyens pour entretenir. L'avantage du béton est double : on investit pour longtemps et on limite l'entretien au minimum.

**Et sur le plan technique ?**

Dès qu'on est en présence de trafic intense ou très canalisé, nous sommes confrontés à des contraintes tangentielles, à des risques d'effet multicouches et d'orniérage. Le béton offrant d'excellentes résistances en la matière, il est tout indiqué pour des giratoires, des rampes ou des couloirs de bus, par exemple. Et comme les techniques de conception et de mise en œuvre sont plus pointues que pour d'autres types de chaussées, il est impératif de réussir le dimensionnement et la réalisation.

**Et pour conclure ?**

Je dirai que nous pensons particulièrement à la sérénité et au confort des usagers.

Moins nous intervenons sur une voirie, mieux nous nous portons. Or, avec une chaussée béton, les seules interventions que nous ayons à effectuer sont destinées à garantir un bon niveau d'adhérence, ce qui permet d'éviter tous les travaux structurels lourds sur les voies rapides urbaines ou sur les voies industrielles.



## 2<sup>nd</sup> Symposium International TREMTI 24-26 octobre 2005 PALAIS DES CONGRÈS - Paris (France)



À présent, en ligne sur le site  
**[www.tremti.org](http://www.tremti.org)**  
→ le programme du Symposium  
→ le bulletin d'inscription  
→ les offres d'hébergement à tarifs spécialement négociés  
→ le programme des excursions pour accompagnants



### TRAITEMENT ET RETRAITEMENT DES MATÉRIAUX POUR TRAVAUX D'INFRASTRUCTURES (CHAUX, CIMENT ET LIANTS HYDRAULIQUES ROUTIERS)

Organisé par



Chambre Syndicale Nationale  
des Fabricants de Chaux  
Grasses et Magnésiennes

Avec le parrainage  
de l'AIPCR





Le traitement des sols pour infrastructures de transport et le retraitement en place des chaussées sont des procédés qui donnent aujourd'hui d'excellents résultats en termes de performances techniques et économiques, ainsi que de respect de l'environnement. Elles sont largement utilisées pour la construction et l'entretien des infrastructures de transport. La chaux aérienne calcique, le ciment et les liants hydrauliques routiers sont les produits de traitement les plus employés, que ce soit sous forme pulvérulente ou sous forme de coulis.

Un premier symposium international intitulé "Subgrade Stabilisation and In Situ Pavement recycling using Cement" s'est tenu en Espagne, à Salamanque, du 1<sup>er</sup> au 4 octobre 2001.

Il a permis de mettre l'accent sur les principaux constats et sur les acquis suivants :

- Le caractère éprouvé du traitement et du retraitement des matériaux justifiant 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, 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...

Il a aussi permis de dégager des axes de discussion :

- Reconnaissance des gisements et compréhension des phénomènes susceptibles de perturber l'action des produits de traitement,
- Impact des conditions de fabrication (traitement en centrale comparé au traitement en place) et de la qualité de la mise en œuvre sur le comportement des structures,
- Durabilité des ouvrages en matériaux traités.

## PRÉSENTATION DU SECOND SYMPOSIUM INTERNATIONAL TREMTI 2005

Le second symposium international intitulé "Traitement et Retraitement des Matériaux pour Travaux d'Infrastructure" (TREMTI) sera organisé en France, à Paris, du 24 au 26 octobre 2005, par Cimbéton, à Paris, sous le parrainage de l'Association française des producteurs de chaux, sous le parrainage de l'Association Mondiale de la Route (AIPCR). TREMTI 2005 se déroulera au Palais des Congrès de Paris à la Porte Maillot.

L'objectif général du second symposium international TREMTI 2005 est, à partir des conclusions antérieures, de mettre l'accent sur les avancées obtenues depuis Salamanque en 2001, notamment sur les thèmes suivants :

- Approfondissement de la connaissance des inter-actions liant-matériau,
- Évolutions technologiques,
- Élargissement de la gamme des matériaux concernés et de leurs domaines d'application.

Il est important de souligner que le symposium international TREMTI 2005 élargira sa portée au domaine, en plein développement, du recyclage des matériaux issus de la déconstruction des ouvrages du Bâtiment et des Travaux Publics, par traitement à la chaux, au ciment et aux liants hydrauliques routiers.

Le programme comprendra des sessions plénières, traitant de sujets généraux sur le traitement, le retraitement et le recyclage, et de sujets sur les aspects fondamentaux, l'influence de la géologie et du climat,... et des sessions parallèles consacrées à des sujets plus spécifiques, tels que la codification des techniques, le transfert des connaissances, les applications spéciales, la technologie,... Une synthèse des sessions parallèles sera présentée en session plénière.

## EXPOSITION / SALON DU SYMPOSIUM INTERNATIONAL TREMTI 2005

Une exposition se tiendra en même temps que le symposium international TREMTI 2005 (voir figure 1).

Un hall d'exposition (hall Bordeaux) d'environ 500 m<sup>2</sup> sera aménagé au même étage que l'amphithéâtre Bordeaux, lieu des conférences. Les pauses entre les différentes sessions de conférences se dérouleront au sein même de l'espace exposition, afin de permettre aux congressistes de visiter les différents stands.

Trois possibilités sont proposées aux acteurs des techniques abordées par le symposium international TREMTI 2005, pour présenter leurs services et leurs produits :

- Stands d'exposition
- Panneaux d'affichage
- Espace Club

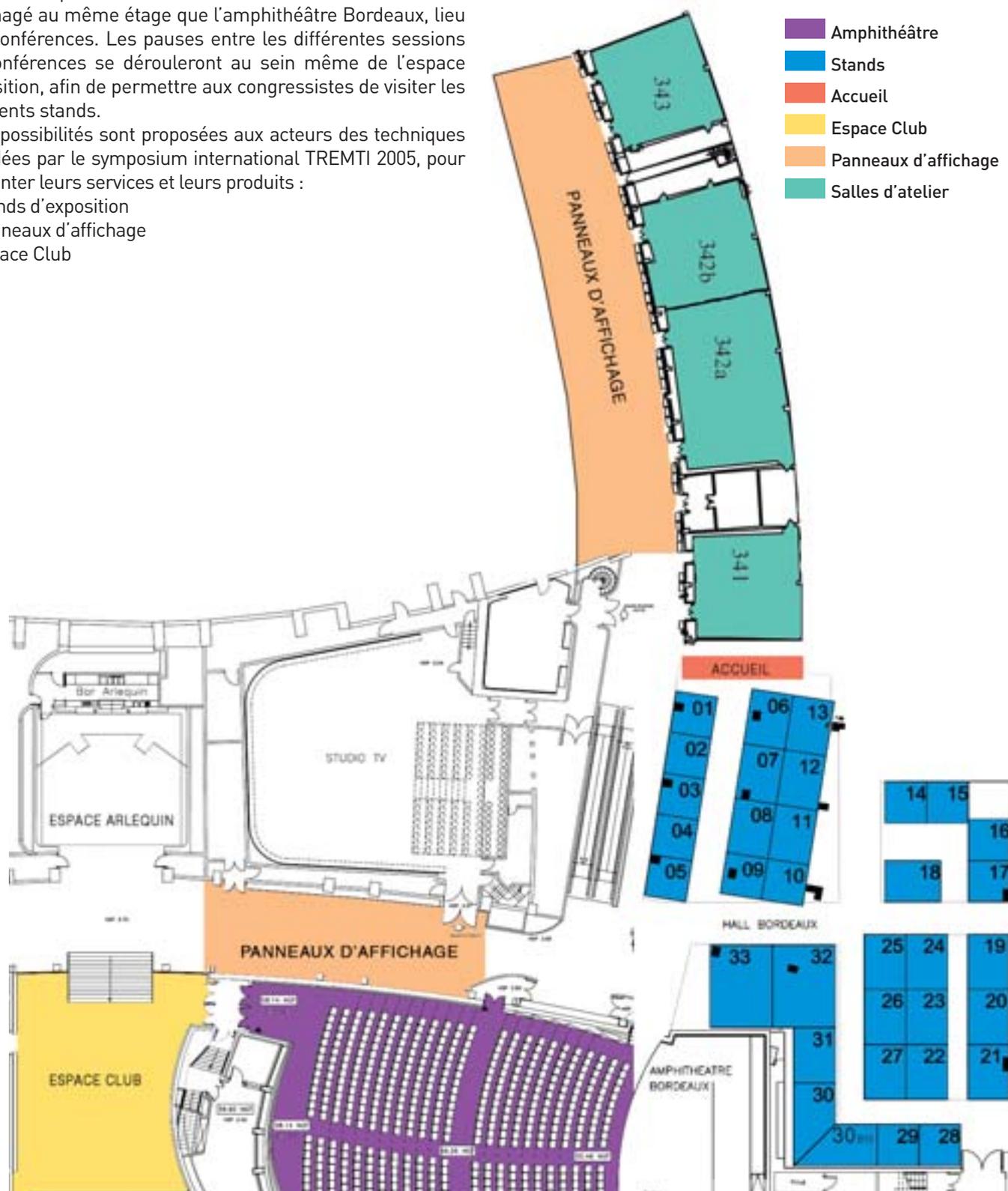


Figure 1 : Plan général du symposium international TREMTI 2005

## ■ Dimensions et implantation des stands d'exposition

Les stands d'exposition sont proposés sous la forme de modules de 9 m<sup>2</sup>, 12 m<sup>2</sup> ou 27 m<sup>2</sup>. Le hall Bordeaux a été découpé en 34 lots. Il est possible de réserver plusieurs lots (figure 2).

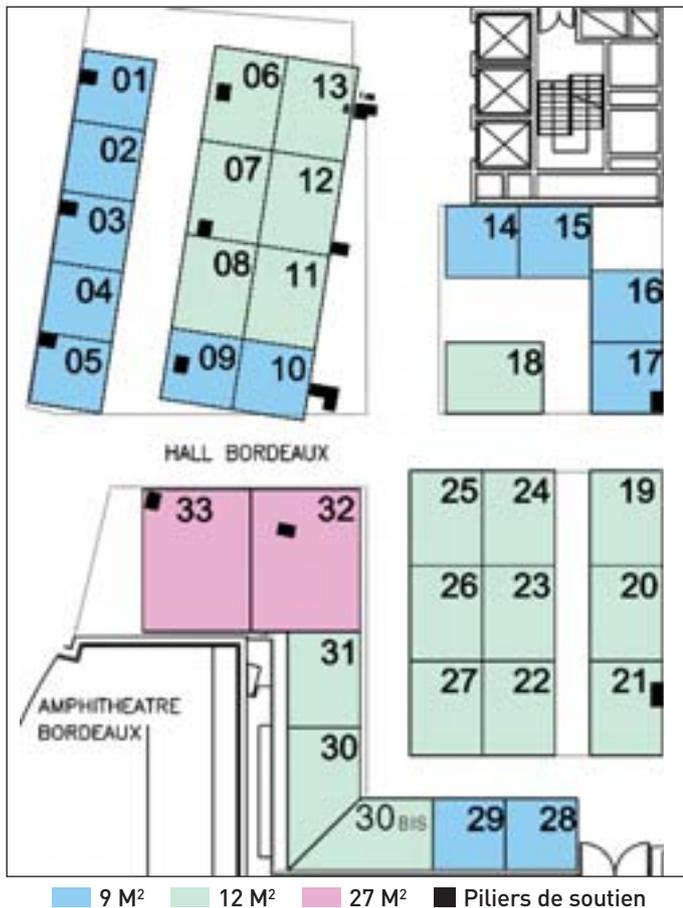


Figure 2 : Implantation des stands d'exposition

## ■ Panneaux d'affichage

Des panneaux d'affichage sont proposés pour permettre aux acteurs des techniques abordées par le symposium international TREMTI 2005 de présenter leurs produits et services. Ceux-ci se situeront (voir figure 1) dans l'allée qui mène de l'amphithéâtre Bordeaux à l'Espace Club (0,95 m de largeur sur 1,55 m de hauteur) et dans celle qui mène aux salles d'atelier (1 m de largeur sur 1,60 m de hauteur).

## ■ Espace Club

Cet espace divisé en Comptoirs (figure 3), est situé près de l'une des entrées de l'amphithéâtre (voir figure 1). Sa très large baie vitrée donne sur la place de la Porte Maillot. Ce lieu d'exception permettra aux exposants choisissant cette option de recevoir leurs invités de façon privilégiée.

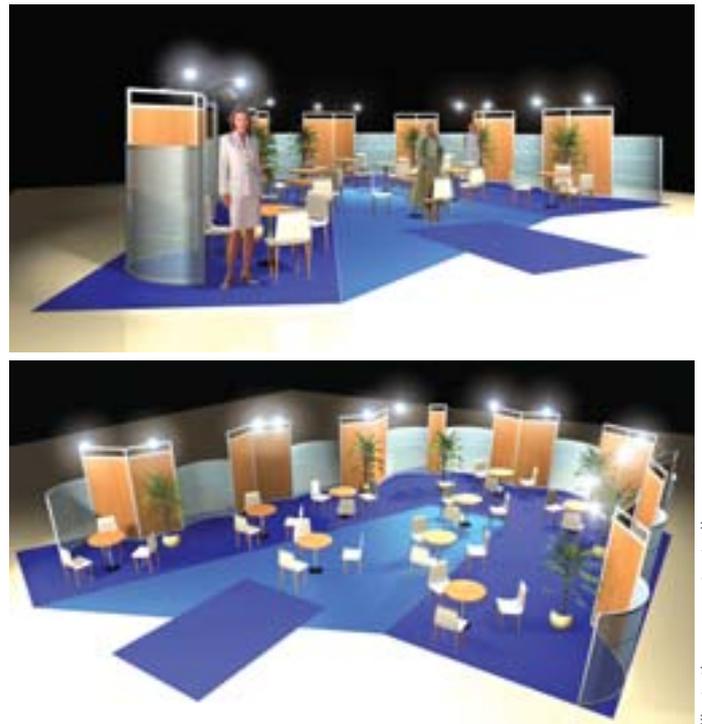


Figure 3 : Disposition de l'Espace Club

## AUTRES MOYENS DE PROMOTION

### ■ Diffusion de plaquettes publicitaires dans la sacoche du congressiste

La possibilité d'insérer des plaquettes publicitaires (une seule plaquette par entité) dans la sacoche individuelle du Symposium International TREMTI 2005, remise à chaque congressiste, est également proposée. Les plaquettes devront avoir un format maximum de 21 x 29,7 cm et ne pas dépasser 8 pages imprimées.

### ■ Insertion d'annonces publicitaires dans le programme final remis aux congressistes

Le programme officiel du Symposium International TREMTI 2005 offre également l'opportunité d'insérer des annonces publicitaires en quadri, d'un format d'une 1/2 page ou d'une page, dans le programme final remis à chaque congressiste.

## ■ CONTACT

**Pour réserver ou obtenir des informations complémentaires sur les différentes formes d'exposition et les différents moyens de promotion proposés par le Symposium International TREMTI 2005, contacter :**

Jacques MANDORLA

ÎLOT TRÉSOR, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris

Tél. : 33 (0)1 45 77 03 14 - Fax : 33 (0)1 45 75 53 25

Portable : 33 (0)6 09 78 20 89 - [tremti2005@club-internet.fr](mailto:tremti2005@club-internet.fr)

[www.tremti.org](http://www.tremti.org)



# 2<sup>nd</sup> Symposium International TREMTI 24-26 octobre 2005 PALAIS DES CONGRÈS - Paris (France)



## FORMULAIRE D'INSCRIPTION (un par participant)

À remplir et à renvoyer à :

TREMTI 2005 / CIMBÉTON, 7 place de la Défense, 92974 Paris-la-Défense cedex FRANCE

Participant (à compléter lisiblement et en lettres capitales)

M.  Mme  Melle

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Fonction : \_\_\_\_\_ Société ou organisme : \_\_\_\_\_

N° de membre AIPCR : \_\_\_\_\_ E-mail : \_\_\_\_\_

Téléphone : \_\_\_\_\_ Fax : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Code Postal [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] Ville : \_\_\_\_\_ Pays : \_\_\_\_\_

Réglez votre inscription au Symposium avant le 30 juin 2005 et bénéficiez du **tarif préférentiel : 730 € H.T.** Pour tout paiement après le 30 juin 2005 : **880 € H.T.** Si vous êtes **membre individuel de l'AIPCR**, vous bénéficiez d'une réduction de 50 € H.T. sur le tarif officiel, soit **680 € H.T.** pour une inscription et paiement avant le 30 juin 2005 et **830 € H.T.** après cette date. Dans ce cas, indiquez impérativement votre numéro actif de membre individuel de l'AIPCR (5 chiffres) ci-dessus.

### Le droit d'inscription au 2<sup>nd</sup> Symposium International TREMTI 2005 est un forfait global incluant :

- le droit d'accès au Symposium (conférences et exposition-Salon)
- les déjeuners et pauses café des lundi 24 et mardi 25 octobre 2005
- le cocktail de bienvenue du lundi 24 octobre 2005 au Palais des Congrès
- la soirée de Gala (dîner + animations) du mardi 25 octobre 2005 au soir
- un exemplaire du programme du Symposium et le CD-ROM des communications du Symposium
- la traduction simultanée

### Date-limite d'inscription : 10 octobre 2005

Après cette date, il sera encore possible de s'inscrire, mais uniquement sur place. Les documents (programme, CD des communications, etc...) du Symposium et l'accès à la soirée de Gala peuvent être limités.

### Option Assurance annulation

Pour connaître les garanties proposées par cette assurance-annulation, consulter le site [www.tremti.org](http://www.tremti.org)

- Je souscris à l'assurance-annulation proposée par TREMTI, après avoir pris connaissance de celles-ci, au prix de :
- 17 € HT pour une inscription et paiement avant le 30 juin 2005 à 730 € HT (ou à 680 € HT pour un membre actif de l'AIPCR)
  - 21 € HT pour une inscription et paiement après le 30 juin 2005 à 880 € HT (ou à 830 € HT pour un membre actif de l'AIPCR)

### Inscription d'accompagnants pour la soirée de Gala

J'inscris \_\_\_\_\_ accompagnant(s) à la soirée de Gala du mardi 25 octobre, à raison de 135 € H.T. par accompagnant. Cette inscription donne aussi accès au cocktail de bienvenue du lundi 24 octobre, au Palais des Congrès.

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

### Adresse de facturation

Si les coordonnées de facturation sont différentes de celles du participant, remplissez le formulaire ci-après.

M.  Mme  Melle

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Fonction : \_\_\_\_\_ Société ou organisme : \_\_\_\_\_

E-mail : \_\_\_\_\_

Téléphone : \_\_\_\_\_ Fax : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Code Postal [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] Ville : \_\_\_\_\_ Pays : \_\_\_\_\_

## MODALITÉS DE PAIEMENT

	Avant le 30 juin 2005	Après le 30 juin 2005	
Droit d'Inscription du congressiste	730 € H.T.	880 € H.T.	€ H.T.
Droit d'Inscription du congressiste, membre de l'AIPCR	680 € H.T.	830 € H.T.	€ H.T.
Option Assurance annulation	17 € H.T.	21 € H.T.	€ H.T.
Droit d'Inscription d'accompagnants pour la soirée de Gala	135 € H.T. par personne Nombre de personnes : .....		€ H.T.
	<b>MONTANT TOTAL H.T.</b>		<b>€ H.T.</b>
	<b>T.V.A 19,6 %</b>		<b>€</b>
	<b>MONTANT TOTAL T.T.C. A PAYER</b>		<b>€ T.T.C.</b>

Le règlement doit se faire en **Euros seulement** et doit être choisi parmi les différents moyens proposés ci-après.  
**Tous les frais bancaires seront à charge du donneur d'ordre.**

### Paiement par chèque bancaire

Établir le chèque bancaire, en euros uniquement, **à l'ordre de CIMBÉTON / TREMTI**. Pour un paiement par chèque bancaire en Euros émis **hors de France, un forfait de 14 € de frais de gestion est à ajouter au montant total T.T.C. à payer.**

### Paiement par virement bancaire

Un virement bancaire du montant total T.T.C. à payer sera effectué auprès de :

Banque : CCF COURBEVOIE DEFENSE

Adresse de la banque : Immeuble PCBI - 7 Place de la Défense, 92974 Paris-La-Défense Cedex

Code bancaire : 30056 – Numéro de compte : 0092 200 12 15

Bénéficiaire du compte : TREMTI 2005/ CIMBÉTON

Code Swift : CCF RF RPP – Code IBAN : FR 76 300056 00092 0092 200 12 15 12

**Tous les frais bancaires sont à charge du donneur d'ordre.**

**Pour un paiement par virement bancaire, il est impératif de :**

- Mentionner le nom du participant et de la société sur le bulletin de virement afin d'attribuer le paiement. Sans nom, le paiement ne peut être attribué.
- Envoyer une copie de l'ordre de virement bancaire par fax au **+ 33 (0)1 53 25 01 10**, pour faciliter l'identification des participants sur les relevés bancaires.

### Paiement par carte de crédit

Pour ce moyen de paiement, inscription et paiement obligatoires par le site Internet **www.tremti.org**

Votre inscription au Symposium, l'inscription optionnelle à l'assurance-annulation et celle d'accompagnants pour la soirée de Gala ne seront confirmées qu'après encaissement de votre paiement.

Une facture sera envoyée à l'adresse de facturation indiquée.

Confirmation d'inscription souhaitée par :  e-mail  fax

J'accepte que les données mentionnées sur ce formulaire d'inscription soient utilisées pour des mailings uniquement en rapport avec l'activité du Symposium International TREMTI :  OUI  NON

Je confirme que j'ai lu et que j'accepte les conditions d'inscription au Symposium International TREMTI 2005, les termes d'assurance-annulation repris sur le site Internet **www.tremti.org**, si souscription de celle-ci et les conditions de paiement du formulaire d'inscription au Symposium International TREMTI 2005.

Nom : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Date : \_\_\_\_\_ Signature : \_\_\_\_\_

## TREMTI 2005 / CIMBÉTON

**7 place de la Défense, 92974 Paris-la-Défense cedex FRANCE.**

**Email : tremti2005@club-internet.fr Fax : + 33(0)1 45 75 53 25**

**www.tremti.org**



Le BCRT (béton chantier de remblaiement technique) est bien adapté aux tranchées et à la réalisation de remblais techniques à l'arrière de piédroits d'ouvrages d'art neufs ou anciens.

# Le remblai technique : le moyen de raccourcir un chantier d'une semaine à une journée !

L'emploi d'un béton de remblaiement spécifique, facilement excavable, autocompactant et autoessorable, fait gagner un temps précieux sur les chantiers de redimensionnement des ouvrages d'art réalisés à l'occasion du passage en 2 x 2 voies d'anciennes routes.

“**R**endu nécessaire par l'accroissement de la circulation, l'élargissement des routes existantes se heurte souvent au goulot d'étranglement que représentent les ponts en maçonnerie. Leur redimensionnement est une opération lourde et parfois risquée : il faut démonter les parapets, évacuer en décharge les matériaux de remplissage puis mettre en oeuvre un matériau comme de la GNT (grave non traitée) qu'il faut compacter dans un ouvrage déjà fragilisé. D'où l'intérêt d'une solution alternative, fondée sur un remblaiement sans compactage, qui assure l'obtention rapide d'une assise avec des performances techniques permettant la construction d'une dalle, avec la certitude d'une répartition des charges sans tassement ” explique Alain Bertrand,

responsable du service études et travaux sur ouvrages d'art du Conseil Général du Maine-et-Loire.

“ Initialement mis au point par Lafarge, le BCRT (béton chantier de remblaiement technique) est donc bien adapté à la réalisation de remblais techniques de remplissage d'ouvrages anciens en maçonnerie. Cette grave fluide autocompactable, autoessorable et excavable est fabriquée en centrale de BPE et livrée sur chantier par camion-malaxeur. Selon la configuration du chantier, elle peut être coulée à la goulotte ou au tapis distributeur ” précise Florent Hirel, responsable secteur Mayenne-Haut-Anjou de Lafarge Béton Pays de Loire. Cette technique peut aussi être transposée sur des ouvrages neufs tels que les P.I.P.O. (passages inférieurs portique ouvert) où se

posent souvent des problèmes d'accessibilité et de compactage des remblais techniques pour les ouvrages en déblais.

## ■ Raccourcir les délais des déviations et réduire les nuisances sonores

Dans le cadre d'un aménagement routier 2 x 2 voies par doublement de la voie existante, la solution classiquement retenue pour les rétablissements des voiries en déblais en P.I.P.O. est celle d'un terrassement global sur l'ensemble chaussée existante et nouvelle chaussée. Ce qui implique la réalisation d'une déviation hors emprise, une technique longue et coûteuse (occupation temporaire de terrains, construction de chaussée

provisoire...). “ Avec le BCRT, il devient possible de réaliser un demi-ouvrage à l'emplacement de la chaussée actuelle, en prévoyant une déviation - très courte - sur l'emprise de la future deuxième voie. Il suffit ensuite de réaliser le second demi-ouvrage en rétablissant la circulation sur la voie initiale. Autre avantage, la gêne à l'utilisateur diminue pour une meilleure sécurité ” ajoute Alain Bertrand.

## ■ Vérifier les poussées hydrauliques

Le premier chantier a été réalisé, en 2000, à la Chapelle-sur-Oudon, ville située au sud de Segré sur le trajet de la RD 863. Haut de 6,20 m, ce passage inférieur en déblais sous route départementale a été construit en deux moitiés successives. Il accueille deux chaussées de 7 m avec bande d'arrêt d'urgence et terre plein central. Le premier demi-ouvrage étant construit, l'objectif était de remblayer au moyen de 600 m<sup>3</sup> de BCRT la zone comprise entre le talus et le piédroit, de façon à remettre la chaussée en circulation dans les meilleurs délais.

“ Puisque ce produit est mis en oeuvre par déversement quasi liquide sur plusieurs mètres de hauteur, il est logique de se demander si les poussées hydrauliques exercées sur l'ouvrage en maçonnerie pourront être supportées par celui-ci. Pour définir les coefficients de ces poussées, nous avons bénéficié de l'appui de Jean-Pierre Magnan, directeur du service géotechnique du LCPC “ souligne Pierre Fraquet, chargé d'études du département géotechnique du LRPC (laboratoire régional des ponts et chaussées) d'Angers (CETE Ouest). Raison pour laquelle diverses méthodologies et expérimentations ont été menées par Lafarge sur ce chantier.

### ■ PRINCIPAUX INTERVENANTS

- **Maître d'ouvrage :** Conseil Général du Maine-et-Loire
- **Maître d'œuvre :** Direction des routes et des déplacements du Maine-et-Loire
- **Mise en œuvre :** Entreprise Camille Jugé
- **Fournisseur du béton :** Lafarge Bétons Pays de Loire (centrales de Chazé-Henry et de Segré)



La Chapelle-sur-Oudon : des capteurs de déformation sont fixés sur les armatures du béton armé de ce passage sous la RD 863, haut de 6,20 m, afin d'apprécier les efforts exercés sur celles-ci.

Première d'entre elles : « Vérifier, à partir d'une méthodologie de mise en œuvre, que ce matériau n'apportait pas des poussées sur les piédroits supérieures à celles classiquement retenues pour ce type d'ouvrage, et donc sans incidence sur le ferrailage » précise Alain Bertrand.

Puis la fixation de capteurs de déformation sur les armatures du béton armé de l'ouvrage, pour apprécier les efforts exercés sur celles-ci : l'objectif étant de vérifier sur les piédroits que les efforts n'étaient pas plus importants avec ce produit qu'avec la mise en place d'un remblai standard suivie d'un compactage. Enfin, l'inspection de l'ouvrage avant intervention pour un inventaire détaillé des moindres fissures spontanées sur tout ouvrage neuf.

Un dernier test consistait à placer des distancemètres de précision entre les murs verticaux du pont pour évaluer la tendance à leur rapprochement sous la poussée exercée par le remblaiement des deux cotés. Les résultats ont été clairs : la poussée exercée sur les parois ne dépasse pas celle exercée par un remblai traditionnel. “ Bonne nouvelle : les hypothèses prises en compte sont vérifiées, car sinon il aurait fallu réaliser un sur-ferrailage du pont, opération difficilement envisageable après coup. En fait, malgré une mise en œuvre sous forme liquide, ce béton de remblaiement se comporte plutôt comme un semi-liquide. L'excès d'eau, nécessaire pour sa mise en œuvre, est très

rapidement évacué gravitairement à travers la couche inférieure et la partie qui exerce une vraie poussée hydraulique se limite donc à la hauteur du tout dernier mètre coulé. La partie déjà mise en œuvre se comporte comme un remblai “ normal ” et sert de drainage. Seul impératif : le déversement doit être symétrique de part et d'autre de la paroi, avec un décalage de hauteur maximal d'une cinquantaine de centimètres, comme en traditionnel ” explique Pierre Fraquet.

Sur le chantier, les contraintes sont modestes : respecter une épaisseur minimum de 40 cm, stabiliser la zone d'accès des camions-toupies, prévoir un exutoire (drain le long de semelles, par exemple) à la base de l'ouvrage et vider le fond de fouille - par pompage, si nécessaire - pendant la mise en œuvre.

## ■ Le BCRT fait office de couche de forme

“ Un des atouts de ce matériau est sa grande stabilité dimensionnelle. Il devient donc superflu de réaliser une dalle de transition et donc les corbeaux, ainsi que les drainages derrière les piédroits ” explique Alain Bertrand.

“ Grâce à sa portance homogène, le BCRT peut aussi faire office de couche de forme routière sur 10-15 m de part et d'autre du pont ” ajoute Pierre Fraquet. Autre avantage, la fonction drainante subsiste après la prise, ce qui permet de se



Positionné en partie haute, un treillis métallique sert ponctuellement de renfort.



Ce passage nécessite un remblaiement sur une hauteur de 6 mètres.



Deux camions-toupies permettent de réaliser le chantier dans la journée.

dispenser des habituels drains verticaux, ce qui est donc plus économique.

Au final, cela procure un gain de temps appréciable : la mise en place du remblai prend une journée seulement au lieu d'une semaine. Et puisqu'on peut se dispenser de la réalisation de corbeaux, de dalles de transition et de drains, le gain de temps peut atteindre deux à trois semaines. *“Le raisonnement en coût global montre qu'il s'agit d'une solution compétitive”* ajoute Alain Bertrand.

*“De plus, cette technique pourrait s'avérer intéressante sur les chantiers en site urbain ou péri-urbain. Comme le matériau est stable après décoffrage, y compris dans le cas de parois verticales provisoires, lors de la construction d'un passage inférieur sous route, cela évite d'avoir à battre un rideau de palplanches pour la réalisation de chaque demi-ouvrage. Les nuisances sonores et la transmission, par le sol, de vibrations au voisinage sont ainsi évitées”* précise Pierre Fraquet.

## ■ Circulable en 15 jours

À la sortie nord de Segré, sur le trajet de la RD 775 qui relie Angers à Rennes, un passage inférieur vient d'être réalisé selon la technique déjà employée à La Chapelle-sur-Oudon. Seule différence : une montée en résistance par rapport à la première réalisation. *“Il suffit de jouer sur le dosage en ciment CEM 1 du BCRT. Pour qu'un produit soit facilement réexcavable, une résistance à la compression de 0,7 MPa est habituelle. Avec une résistance de 1,5 à 2 MPa, le matériau reste réexcavable mais nécessite l'emploi d'engins de chantier. Sur cette opération, une résistance à la compression de 2 MPa était demandée car des camions devaient pouvoir circuler à environ 2 m de la paroi verticale décoffrée”*

explique Florent Hirel.

Comme pour le chantier de La Chapelle-sur-Oudon, c'est l'entreprise Camille Jugé (Châteauneuf-sur-Sarthe) qui s'est chargée de la mise en oeuvre de 600 m<sup>3</sup> de BCRT. Celui-ci était produit par les centrales de BPE de Chazé-Henry et de Segré, situées de part et d'autre du pont. Ce choix a permis de tenir les cadences et d'avoir la garantie d'une mise en oeuvre symétrique. La société Lafarge a réalisé des prélèvements en cours de coulage pour vérifier la conformité du BCRT avec la résistance prévue. La première moitié du passage inférieur a été coulée avec un coffrage provisoire de 6 m de haut (ce qui évite de battre un rideau de palplanches) afin d'autoriser une remise en circulation rapide (une quinzaine de jours, réalisation des couches de circulation et du balisage comprise). Pour assurer une bonne tenue en hauteur, un renforcement ponctuel avec une épaisseur de treillis métallique avait été décidé par le Conseil Général. La seconde moitié de l'ouvrage est réalisée en avril 2005, après le coulage du tablier et du piédroit.

## ■ Une demande de label IVOR

*“Habituellement, ce sont les « inventeurs » d'un produit, d'un système ou d'une technique qui demandent sa validation, via un label IVOR qui officialise le caractère innovant dans le cadre du génie civil. Dans le cas présent, c'est le Conseil Général du Maine-et-Loire qui demande cette reconnaissance, ce qui n'est pas courant”* confie Pierre Fraquet. *“Le Conseil Général du Maine-et-Loire s'intéresse de près à l'innovation. C'est son rôle de montrer qu'il existe des moyens d'avancer dans la technique et d'être ainsi une force de proposition auprès des professionnels”* précise Alain Bertrand.

## ■ LE LABEL IVOR : L'INNOVATION EN EXEMPLE

Le Comité IVOR a pour rôle de mettre l'accent sur de nouveaux matériaux ou procédés de construction en leur délivrant un label, dès qu'ils ont été mis en oeuvre avec succès dans un ouvrage de génie civil. Lorsqu'il attribue un label, le Comité l'accompagne d'une appréciation sur l'ouvrage de référence et sur le domaine d'emploi de l'innovation. Ce label est un outil d'aide à la décision pour les maîtres d'ouvrage. Il leur donne des informations utiles pour exercer leur responsabilité en acceptant une innovation dans un ouvrage à construire. Il lui donne des éléments de jugement qui sont indépendants du concepteur de l'ouvrage et de l'inventeur de l'innovation. En fonction des observations faites lors du suivi de l'ouvrage de référence, une révision de l'appréciation et du dossier IVOR peut être décidée. Le fonctionnement de ce Comité est assuré par la Mission génie civil de la Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques du Ministère de l'équipement, des transports, du logement, du tourisme et de la mer.

La démarche IVOR porte, dans le cas présent, sur les deux ouvrages réalisés dans le Maine-et-Loire. *“Ils seront donc tous deux considérés comme ouvrages de référence, lorsque que le label sera attribué”* signale Pierre Fraquet. Sans plus attendre, d'autres départements envisagent déjà d'employer cette technique pour certains de leurs ouvrages d'art. ●



Le viaduc de Millau (Aveyron) développe ses deux kilomètres à près de 300 m au-dessus du vide.

# Des glissières béton à 270 mètres de hauteur !

Le terre-plein central du viaduc de Millau est équipé de glissières anti-franchissement en béton extrudé, interrompues toutes les demi-travées pour accompagner les déplacements du tablier.

**D**essiné par l'architecte Norman Foster, le viaduc de Millau (Aveyron) développe ses deux kilomètres à près de 300 m au-dessus du vide. Inauguré en janvier 2005, il permet à l'autoroute A 75 (Clermont-Ferrand / Béziers) de franchir la vallée du Tarn. Dans le prolongement de l'A 71, cet axe de transit Nord-Sud facilitera les trajets entre, d'une part, l'Île-de-France et le nord de l'Europe et, d'autre part, la façade méditerranéenne et l'Espagne. Cette alternative à l'axe rhodanien, souvent proche de la saturation, devrait permettre d'absorber le probable accroissement du transport routier de marchandises intra-européen ces prochaines années.



L'atelier mobile comporte une extrudeuse (machine à coffrage glissant) alimentée par camion-toupie.

Pour l'utilisateur, le viaduc ressemble à s'y méprendre à une autoroute classique 2 x 2 voies, complétée de part et d'autre par une bande d'arrêt d'urgence de 3 m de large. Seule différence majeure : celle-ci est bordée par une glissière de sécurité prolongée par une corniche extérieure surmontée d'écrans brise-vent de 3 m de haut. Comme sur toute autoroute, la vitesse autorisée est de 130 km/h pour les automobiles.

Après avoir assuré le financement, les études et la construction du viaduc de Millau, le groupe Eiffage en assurera

l'exploitation pendant 75 ans. Sa construction s'est appuyée sur les savoir-faire complémentaires des différentes sociétés du groupe : Eiffage TP pour les piles et culées, Eiffage pour le tablier en acier, les pylônes et les haubans, Forclum pour les réseaux électriques et Appia pour le revêtement routier.

## ■ Conjuguer au mieux l'acier et le béton

Les concepteurs de cet ouvrage d'exception ont décidé d'associer le béton et l'acier, en optimisant leurs performances techniques au profit de l'esthétique et de la fiabilité. Le béton employé pour les piles offre toutes les qualités d'endurance requises et l'acier rend possible la construction d'un tablier d'un poids relativement faible, soutenu par des haubans. Le pont repose donc sur sept piles en béton de différentes hauteurs, distantes de 343 m. Ces piles creuses à géométrie variable ont été réalisées en un béton armé haute performance. Avec sa pile P2 culminant à 245 m de hauteur, ce viaduc

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

- **Maîtrise d'ouvrage** : CEVM (Compagnie Eiffage du Viaduc de Millau)
- **Maîtrise d'œuvre** : Setec TPI
- **Entreprise** : AER, sous-traitant de Maza, filiale d'Appia

est devenu le plus haut pont du monde. Le tablier du pont a été assemblé de chaque côté du futur viaduc. Les deux morceaux de chaussée ont ensuite été progressivement lancés au-dessus du vide, en s'appuyant sur les sept piles et des palées (piles provisoires). La jonction entre les deux parties du tablier à 270 m au-dessus du vide a été réalisée en mai 2004, le chantier ayant débuté en octobre 2001. L'assemblage définitif a nécessité un ajustement de grande précision des deux moitiés du tablier par réglages successifs (horizontal, vertical puis angulaire). Difficultés supplémentaires : le pont est en pente (3 %) et décrit une légère courbe... Une fois le clavage terminé, les pylônes métalliques ont été posés dans le prolongement des piles. En forme de Y renversé, ces pièces d'acier de 700 tonnes chacune et de 90 m de haut sous-tendent les haubans reliés à la chaussée. La pose de 130 haubans a duré en douze semaines.

Composé de 173 caissons, l'acier du tablier (acier à haute limite élastique) est soumis à de fortes sollicitations : ses mouvements peuvent atteindre une amplitude de 60 cm. Pour les couches de roulement, il a été utilisé un enrobé spécifique. En revanche, les bandes d'arrêt d'urgence et le terre-plein central sont réalisés avec un enrobé classique.

## ■ Un dispositif anti-franchissement extrudé

Sécurité des usagers oblige, le terre-plein central est bordé de part et d'autre par une glissière en béton extrudé. Ce dispositif anti-franchissement évite qu'en cas d'accident, ou d'erreur de conduite, un camion se retrouve en contre-sens sur l'autre voie de circulation. "Le béton produit par la centrale Pataud, présente sur la plate-forme située au nord du chantier près de la barrière de péage, est acheminé par camion-toupie jusqu'à l'extrudeuse" explique Serge Bengold, chef de secteur grands travaux d'AER (Eiffage).



L'extrudeuse se charge du moulage en continu et de la vibration du béton en une seule opération.



Interrompues tous les 172 m, les glissières encadrent le terre-plein central où viennent se raccorder les haubans. Pour assurer le maintien en place des morceaux en cas de choc, la glissière comporte des aciers filants en tête et pied.



Le béton est alors déversé dans la trémie de cette machine à coffrage glissant. Celle-ci se charge de mouler le béton pour le mettre en forme et en place, en l'extrudant en continu, tout en le vibrant. Un fil de référence en planimétrie et en altimétrie guide l'opérateur de la machine. Des filières, disposées à l'avant de l'extrudeuse, se chargent de la bonne mise en place de quatre aciers filants continus dans les glissières. "En effet, en plus des deux classiques câbles métalliques intégrés en tête pour retenir les blocs en cas de choc, deux aciers filants de renfort ont été prévus en pied de glissière" précise Serge Bengold.

Rappelons également que la réalisation de glissières en béton extrudé exige le recours à un béton très ferme (affaïssement au cône d'Abrams compris entre 1 et 3 cm). De part son utilisation en bordure d'autoroute, il se doit également de bien résister au gel et aux sels de déverglaçage. D'où l'emploi sur ce chantier d'un béton de type B 30 GS. Notons aussi que les opérations d'auto-contrôle et de contrôle ont été encore plus strictes que sur un chantier courant.

Ces glissières se prolongent de quelques mètres sur les deux rives du viaduc. Au total, leur linéaire est de 5 070 m. Contrairement à ce qui se passe sur un chantier autoroutier classique où le coulage de la glissière en béton a lieu d'un seul tenant sur plusieurs kilomètres, l'opération a été réalisée ici en plusieurs tronçons, en raison de la complexité du passage du chantier.

L'extrusion a mobilisé la machine à coffrage glissant pendant quinze jours. Deux à trois semaines de coffrage / maçonnerie ont aussi été nécessaires, notamment pour le coffrage à la main des parties de glissière situées au droit des pylônes.

"En accord avec les Ponts et Chaussées, la note de calcul tient compte de la flexion de l'ouvrage. Pour éviter les fissures et ruptures que pourraient engendrer la grande amplitude de 60 cm de mouvement du tablier métallique, la glissière béton s'interrompt donc tous les 172 m, à chaque demi-travée, au lieu de deux ou trois kilomètres comme c'est habituellement le cas. Le raccordement entre glissières s'effectue à l'aide d'un capot métallique spécifiquement conçu pour absorber la dilatation" ajoute Serge Bengold.

Dans le cadre du suivi qualité, le comportement de cet ouvrage sera régulièrement contrôlé de près, notamment au niveau de son vieillissement. ●

## ■ LE VIADUC EN BREF

- Longueur du tablier : 2 460 m
- Largeur : 32,05 m
- Chaussées : 2 x 2 voies de circulation de 3,50 m, plus bande d'arrêt d'urgence de 3 m de large dans chaque sens de circulation et terre-plein central
- Poids total : 250 000 tonnes
- Hauteur totale au sommet des pylônes : 343 m
- Hauteur de la plus grande pile béton : 245 m sous tablier
- Hauteur des pylônes au-dessus du pont : 87 m
- Hauteur maximale du tablier au dessus du Tarn : 270 m
- Volume de béton pour les piles et les culées : 205 000 tonnes
- Durée des travaux : 39 mois

## Une nouvelle jeunesse pour la station d'étude du malaxage du LCPC - Centre de Nantes



Vue d'ensemble de la station rénoverée avec son tapis échantillonneur.

Le 14 octobre 2004, le LCPC - Centre de Nantes a inauguré sa station d'étude du malaxage rénoverée, en présence de professionnels (entreprises BTP, cimentiers, adjuvantières, syndicats professionnels, centres de recherche...).

La fabrication des matériaux granulaires du génie civil est une phase importante car elle conditionne, en grande partie, l'obtention des propriétés visées ainsi que leur homogénéité et, a fortiori, la performance des ouvrages dans lesquels ils sont introduits. De plus, c'est une phase consommatrice de temps et d'énergie. C'est à ce double titre qu'il est particulièrement important d'étudier la fabrication. Pour cela, le LCPC s'était équipé d'une station d'étude du malaxage dès les années 80. Après plus de 25 ans de bons et loyaux services, la station était

vieillesse : sa mécanique était moins fiable et son système de pilotage obsolète.

### ■ Un outil essentiellement dédié aux matériaux cimentaires

Le LCPC a donc entamé une opération de rénovation de ce grand équipement qui s'est étalée de 2000 à 2004, pour un montant d'environ 450 000 € avec le soutien de la Région des Pays de la Loire. Dans sa nouvelle configuration, la station ressemble à une centrale de béton prêt à

l'emploi : elle possède un système de pesage de granulats, d'adjuvants, d'eau et de ciment à l'échelle industrielle ainsi qu'un malaxeur pour une fabrication en cycle discontinu.

Toutefois, en y regardant de plus près, on peut relever des différences importantes :

- un dispositif sur chariot permet de changer rapidement le malaxeur utilisé. La station peut ainsi accueillir tout malaxeur de 300 à 1000 litres ;
- non soumis aux exigences de cadence de l'industrie, les systèmes de dosage et de pesage sont très précis. Ils sont complétés

par un dispositif d'ajout des additions minérales livrées en big-bag, permettant ainsi de multiplier les constituants disponibles. Un système d'ajustement semi-manuel permet également de réaliser des corrections fines des formules en cours de fabrication ;

- un tapis échantillonneur disposé sous le malaxeur permet de prélever de façon semi-automatique (donc sans biais lié à l'opérateur) un nombre important d'échantillons dans une gâchée pour tester l'homogénéité et la valeur moyenne de ses propriétés. À cette fin, l'équipe de la division TGCE (Technologie du génie civil et de l'environnement) en charge de l'équipement peut réaliser des essais sur béton frais (granulométrie, ouvrabilité, rhéologie) comme sur béton durci (résistances, module élastique...);
- la station a été pré-cablée et équipée d'un système d'acquisition permettant de brancher, à la demande, de nombreux capteurs pour suivre la fabrication : hygromètres sur les trémies à granulats, hygromètre, tachymètre, plasticimètre et wattmètre sur le malaxeur...;
- le système de pilotage de la station est convivial et évolutif. Il permet de choisir la formule de béton à fabriquer mais également le procédé complet de fabrication : par exemple, l'ordre et la durée des différentes séquences d'introduction des constituants ainsi que le temps de malaxage. Plus original, l'ensemble des données recueillies sur les capteurs peuvent être utilisées pour modifier, en



Chariot permettant l'échange rapide de malaxeur.

temps réel, le protocole de fabrication. Par exemple, l'incorporation d'un constituant peut être déclenchée lorsque le wattmètre atteint une valeur-seuil.

### ■ Un puissant outil de recherche appliquée

En conclusion, avec ce grand équipement rénové et les moyens d'essais et humains qui y sont rattachés, le LCPC (certifié ISO 9001) met à la disposition du monde du génie civil un outil de recherche appliquée puissant qui permet notamment d'étudier :

- l'efficacité des systèmes de malaxage à

l'échelle industrielle à travers la mesure du degré d'hétérogénéité et du niveau moyen des propriétés des matériaux obtenus ;

- l'optimisation du procédé de fabrication des matériaux. Celle-ci peut se faire par l'amélioration des séquences d'introduction des constituants, le choix d'un malaxeur adapté, le suivi et la correction en ligne des performances du matériau fabriqué. Ce point est particulièrement intéressant pour les bétons modernes fortement adjuvés : bétons à hautes performances (BHP), bétons fibrés ultra-performant (BFUP) et bétons autoplaçants (BAP) ;
- enfin, plus marginalement, les performances des sondes hygrométriques pour granulats.

Cet outil, essentiellement dédié aux matériaux cimentaires, pourrait être adapté pour l'étude de la fabrication discontinuée d'autres matériaux granulaires du génie civil à froid comme les émulsions ou la mousse de bitume. ●



Centralisation des connecteurs du système d'acquisition.



Système d'ajout d'additions minérales livrées en big-bag.

#### ■ POUR EN SAVOIR PLUS

Contactez les auteurs de cet article au LCPC - Centre de Nantes :

**Thierry Sedran :**  
thierry.sedran@lcpc.fr

**Bogdan Cazacliu :**  
bogdan.cazacliu@lcpc.fr

# LE SAVIEZ-VOUS ?



## Remue-méninges

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

### ■ Dîner international

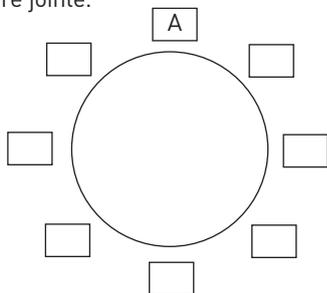
Un dîner réunit huit personnes, de nationalités différentes, autour d'une table ronde. Voici les noms de ces personnes, avec les langues que chacune d'elles parle :

- Anne : anglais, français, portugais.
- Barbara : anglais, portugais, russe.
- Charles : anglais, russe.
- Dimitri : anglais, allemand, portugais, russe.
- Eléonore : allemand, espagnol, néerlandais.
- Frédéric : français, espagnol, néerlandais.
- Gunther : allemand, italien.
- Helena : espagnol, italien.

Anne, la maîtresse de maison, doit faire un plan de table en prenant en compte les deux conditions suivantes :

- Chaque convive doit pouvoir converser sans problème avec chacun de ses deux voisins,
- Il faut assurer une alternance entre hommes et femmes.

Complétez les cartons placés sur la table avec l'initiale des convives, sachant que la place d'Anne (A) est fixée comme le montre la figure jointe.



### Solution du Remue-méninges de *Routes* n°90 : Pesée de billes

**Rappel du problème posé :** on dispose de 29 billes identiques d'aspect, mais de poids différents. Les plus légères pèsent 1 g, les normales pèsent 2 g et les plus lourdes 3 g. On trie ces billes selon leur poids et on les place dans trois boîtes : A, B et C.

On observe qu'il y a 13 billes dans la boîte A, 7 billes dans la boîte B et 9 billes dans la boîte C.

**Question :** peut-on diviser ces 29 billes en deux ensembles pesant le même poids, c'est-à-dire indiquer combien de billes il convient d'extraire de chaque boîte A, B et C de telle sorte qu'ensemble elles pèsent le même poids que les billes restantes ? Naturellement, aucune pesée préalable n'est autorisée.

**Solution :** si le nombre de billes, placées dans chacune des boîtes A, B, C, est pair, la solution serait triviale. Il suffirait, dans ce cas, de prendre la moitié des billes de chaque boîte et le tour est joué.

Mais, le nombre des billes dans les boîtes est impair et, de surcroît, on ne connaît pas la correspondance entre les poids des billes (1g, 2g et 3g) et les boîtes numérotées A, B et C.

Avec trois boîtes A, B et C et trois types de billes (1g, 2g et 3g), il existe six correspondances possibles entre les boîtes et les billes, qui sont :

A	B	C
1g	2g	3g
1g	3g	2g
2g	1g	3g
2g	3g	1g
3g	1g	2g
3g	2g	1g

Avec une seule pesée autorisée, la probabilité de trouver la bonne correspondance entre les boîtes et les billes permettant d'aboutir à la solution du problème est 1/6.

Mais, si l'on parvient à identifier la correspondance réelle qui existe entre les boîtes et les poids des billes et sachant que la bille 3g a le même poids que les deux autres réunies, il devient dès lors facile de

résoudre le problème : il suffit de prélever, dans la boîte contenant les billes de 3g, un nombre de billes correspondant à la moitié plus un demi et, dans chacune des deux autres boîtes, un nombre de billes correspondant à la moitié moins un demi.

Il faut donc trouver une astuce permettant, en une pesée, d'identifier avec certitude la correspondance effective entre les boîtes et les billes. Pour y arriver, la méthode consiste à prélever par la pensée un nombre adéquat de billes de chacune des boîtes A, B et C et de calculer leur poids pour chacune des correspondances explicitées ci-dessus. Le but est d'obtenir six valeurs différentes, sinon l'opération doit être répétée en modifiant les nombres de billes prélevées dans les boîtes A, B et C.

On y arrive en prélevant fictivement 1 bille, 2 billes et 4 billes respectivement dans les boîtes A, B et C. Le poids des sept billes ainsi prélevées est calculé pour chacune des six correspondances évoquées ci-dessus. On obtient :

$$\begin{aligned}1x1 + 2x2 + 4x3 &= 17 \\1x1 + 2x3 + 4x2 &= 15 \\1x2 + 2x1 + 4x3 &= 16 \\1x2 + 2x3 + 4x1 &= 12 \\1x3 + 2x1 + 4x2 &= 13 \\1x3 + 2x2 + 4x1 &= 11\end{aligned}$$

Les résultats étant distincts, il suffit alors d'effectuer réellement le prélèvement suivant : 1 bille de la boîte A, 2 billes de B et 4 billes de C. On pèse les sept billes ainsi prélevées et, en fonction du résultat obtenu (11g, 12g, 13g, 15g, 16g et 17g), on identifie la correspondance réelle qui existe entre les boîtes et les poids des billes. Connaissant la correspondance, on peut facilement trouver la solution.

Par exemple, si le résultat de la pesée est 12g (la 4<sup>e</sup> correspondance), on peut affirmer dès lors que les boîtes A, B et C contiennent respectivement les billes 2g, 3g et 1g. Il suffit donc de prélever 6 billes, 4 billes et 4 billes respectivement dans les boîtes A, B et C. Leur poids est de :  $6x2 + 4x3 + 4x1 = 28$  g. Dans les boîtes A, B et C resteront donc respectivement 7, 3 et 5 billes. Leur poids est de :  $7x2 + 3x3 + 5x1 = 28$  g. CQFD



## VIENT DE PARAÎTRE

### Parkings aériens

#### Le béton, la solution à votre projet



Cette brochure présente les atouts des solutions constructives en béton, dans les domaines des parcs de stationnement en superstructure. Elle met particulièrement en évidence le travail des architectes et des

bureaux d'études, auxquels les parkings aériens offrent un champ de création extrêmement vaste, qui est propice à l'expression d'un langage formel original et à la mise au point de solutions novatrices touchant à la fois la conception, la fabrication et les méthodes de l'entreprise. Référence : B 68

Ce document est disponible gratuitement auprès de Cimbéton, soit par fax au 01 55 23 01 10, soit par email : [centrinfo@cimbeton.net](mailto:centrinfo@cimbeton.net)



## AGENDA

8 - 10 juin 2005

### Assises nationales des Ingénieurs Territoriaux de France (Reims)

Cimbéton sera présent (stands 67 et 68) au Salon des Equipements et des Techniques Territoriales, organisé par l'Association des Ingénieurs Territoriaux de France (A.I.T.F.) et qui se tiendra à Reims.



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)