

Routes

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



DOCUMENTATION TECHNIQUE

Tunnels ferroviaires :
la voie béton, solution
pour améliorer la sécurité

CHANTIER

Nice : du BCMC désactivé
pour renforcer les zones
d'arrêts de bus

LE POINT SUR

Poitiers : une très large
gamme de voiries en béton

Sommaire

2 EDITORIAL

3-5 LE POINT SUR



Agglomération de Poitiers
Une large gamme de voiries en béton

6-8 TREMTI 2005



9-13 DOCUMENTATION TECHNIQUE



Tunnels ferroviaires : la voie béton, solution pour améliorer la sécurité

14-15 CHANTIER



Vérargues (Hérault)
Des pavés drainants végétalisés pour trottoirs et allées de lotissement

16-17 CHANTIER



Nice (Alpes-Maritimes)
Du BCMC désactivé pour renforcer les zones d'arrêts de bus

18-19 CHANTIER



Pyrénées-Atlantiques
Du béton autocompactant pour protéger les fibres optiques

20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture : à Poitiers, sable-ciment et dalle en béton gris ont redonné de la modernité au forum de la bibliothèque universitaire.

Editorial

Symposium International TREMTI 2005 : jour J - 115

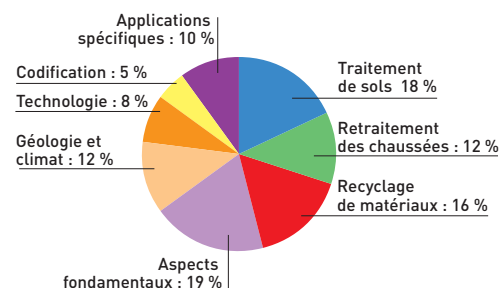
Nous voilà à 115 jours de l'événement tant attendu : TREMTI 2005. En effet, le second Symposium International TREMTI "Traitement et Retraitement des Matériaux pour Travaux d'Infrastructures" aura lieu du 24 au 26 Octobre 2005 au Palais des Congrès (Hall Bordeaux) - Porte Maillot - à Paris.

Ce Symposium est organisé par Cimbéton et la Chambre Syndicale de la Chaux, et parrainé par le Congrès Mondial de la Route (AIPCR). Il sera accompagné d'une exposition comportant trois formules de promotion : des stands, un Espace Club et des panneaux d'affichage. Une soirée de Gala, avec dîner et animations, aura lieu le mardi 25 octobre 2005 aux Pavillons de Bercy.

Les préparatifs vont bon train, conformément au calendrier prévu. Deux Comités s'attèlent à cette tâche : un **Comité d'Organisation** et un **Comité Scientifique et Technique**.

L'appel à communication, lancé au mois de septembre 2004, a généré 187 envois de résumés, en provenance de 27 pays répartis sur les cinq

continents, dont 135 ont été acceptées par le Comité Scientifique et Technique. C'est un réel succès et nous nous en réjouissons. Ces communications ont été classées dans 8 sessions à caractère technique, technologique et scientifique, comme l'indique le graphique ci-dessous.



Pour s'informer, s'inscrire en ligne, réserver un emplacement à l'exposition, connaître le programme technique ou le programme des accompagnants, réserver un hôtel, un site internet est à votre disposition : www.tremti.org

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
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 : Marc Deléage, Romualda Holak, Serge Horvath, Yann Kerveno, Jacques Mandorla - Réalisation : Ilot Trésor, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris - Email : mandorla@club-internet.fr - Conception maquette : Dorothee Picard - Dépôt légal : 2^e trimestre 2005 - ISSN 1161 - 2053 1994



Poitiers (Vienne) : le forum de la bibliothèque universitaire a retrouvé sa vocation piétonnière, grâce au sable-ciment et aux dalles en béton gris.

Agglomération de Poitiers : une large gamme de voiries en béton

L'agglomération poitevine, riche d'art et d'histoire, où Charles Martel s'illustra et où le Futuroscope s'est installé, a choisi de concilier modernité et tradition. Pas surprenant donc que les voiries en béton y trouvent aisément leur place.

Une des caractéristiques de la ville de Poitiers est de disposer, en son sein, de deux équipes de paveurs et de maçons, une dizaine pour chaque spécialité, qui interviennent en permanence sur le territoire municipal et fréquemment en centre ville. Aux maçons : les travaux verticaux, la réalisation des trottoirs en béton. Aux paveurs : la pose de bordures béton et la réalisation, également, de trottoirs en béton. Ces équipes ont notamment réalisé, dans le centre-ville, un chantier en béton désactivé, comme celui de l'impasse Saint-Michel, dans le secteur sauvegardé de Poitiers.

Cette ruelle est emblématique de ce que les solutions bétons peuvent apporter dans des sites architecturalement et patrimonieusement sensibles. Étroite et encaissée entre de hautes maisons, cette impasse présente les caractéristiques des voies médiévales qu'on imagine, dans leur état



Impasse Saint-Michel : le béton désactivé offre des solutions d'aménagements pérennes et esthétiques.

originel, avec une voirie aléatoire, voire même mal fréquentée pour peu qu'on ait l'esprit peureux.

Au XXI^e siècle, les clichés ont cédé la place à la modernité : aujourd'hui, c'est une voie mettant en œuvre des matériaux contemporains qui s'offre aux pas de riverains. Reprise en béton désactivé, dont la formule (ciment blanc et granulométrie) a été élaborée avec l'architecte des Bâtiments de France, elle présente un aspect ancien, tout en combinant les atouts du béton désactivé.

■ Alliance du béton et de la pierre

Claude Beauquin, ingénieur du Patrimoine au Service départemental de l'Architecture, confirme l'intérêt des voiries bétons : *“Les voiries en béton nous offrent des solutions dans les secteurs sensibles,*



Impasse Petite Roue : le béton désactivé fait la liaison entre ancien et moderne.

notamment lorsqu'on souhaite imiter les chemins empierrés. Sur plusieurs réalisations du département, nous avons mis en œuvre des bétons avec les plus gros granulats qu'il était possible de passer dans la toupie. Les graves ciments sont aussi utilisables dans certaines configurations, tout comme les bétons désactivés classiques : dans ce cas, nous avons une préférence pour les bétons comportant des granulats concassés plutôt que roulés”.

Dans cet aménagement de l'impasse Saint-Michel, le calepinage et le caniveau central ont été réalisés en pavés de pierre naturelle qui s'allient naturellement aux granulats du béton désactivé. L'impasse de la Petite Roue, devant la médiathèque dotée d'un vaste parvis en béton désactivé, a aussi bénéficié de l'apport de ce produit mis en œuvre par les équipes municipales, dans lequel une rampe et un escalier, réhaussé de pierres calcaires, composent un espace délicat à l'œil.

■ Rénovation complète

Plus ambitieuse, la rénovation de la place Montierneuf a fait l'objet d'un programme de réhabilitation complet en 2004, après avoir été, pendant des décennies, dévolue uniquement aux voitures. Bordée de commerces, cette place du centre-ville de Poitiers est aussi délimitée par une église

romane et agrémentée d'arbres. Le béton, fait avec un granulat calcaire 5/12,5 y a été utilisé comme élément de liaison entre les espaces et pour conserver les teintes claires, caractéristiques de la région et du bâti ancien.

Pour Stéphane Depont, responsable du Service des rues et places de la ville de Poitiers : *“Nous visons à créer des espaces partagés. Ainsi, la place de Montierneuf est une "aire piétonne circulée" où le piéton est prioritaire, dans un espace partagé dans lequel les voitures roulent à 10 km/h. On a simplement pensé à ajouter des potelets pour empêcher les voitures d'accéder aux espaces réservés complètement aux piétons”.*

■ Le béton, matériau esthétique et urbain

En ville, les problématiques d'aménagement sont aussi diverses que complexes et sont reliées à l'histoire de chaque quartier. Ainsi le projet concernant le marché de Bellejouane, réalisé en 2003, est plus volumineux puisqu'il s'agissait de déplacer un centre commercial, installé dans un quartier de barres et de tours datant des années 60.



Marché de Bellejouane : le béton désactivé est particulièrement à l'honneur.

“Nous avons confié cette opération à un cabinet spécialisé pour remettre le centre commercial au cœur du quartier, dans un espace libre entre la bibliothèque, l'école, le gymnase, la crèche, le centre d'animation et une résidence pour personnes âgées” ajoute Stéphane Depont. Le marché hebdomadaire d'une dizaine de places, qui se tenait aux abords du centre commercial a lui aussi été déplacé. *“Nous étions à la fois maître d'œuvre et maître d'ouvrage sur cette opération. Nous avons donc choisi les matériaux et retenu le béton désactivé pour réaliser les trottoirs qui bordent le centre commercial et offrent un confort de circulation aux piétons. Deux bétons désactivés ont été mis en œuvre pour cette réalisation : l'un composé de calcaire 5/12,5 et de dioritique 6/10 sur une base de ciment gris, l'autre sur une base de ciment blanc avec des granulats calcaires 5/12,5. La difficulté était de trouver un matériau qui soit esthétique mais aussi relativement urbain, puisque c'est une réalisation de cœur de quartier. Nous avons donc pris le parti de tout traiter en béton, y compris les trottoirs, parce que le béton se salit peu et qu'il se nettoie facilement”.*

L'espace dévolu au marché a, de son côté, été traité par une alliance de béton désactivé et d'enrobé.

■ Sable renforcé

Comme la plupart des campus universitaires, celui de Poitiers a été construit dans un endroit qui était alors à l'orée de la ville. Le temps passant, l'urbanisme a grignoté les espaces alentours pour finir par absorber l'entité universitaire. La grande place de 11 000 m², vaste forum donnant accès à la bibliothèque universitaire et aux facultés de Sciences humaines, de Lettres et de Droit, n'a pas résisté à la prise de pouvoir de la voiture.

Grâce à un partenariat inscrit dans le dernier contrat de plan, un programme de refonte complète de la place a été réalisé depuis l'année dernière, mariant dalles en béton et sables ciments pour les circulations piétonnes, tout en ramenant du végétal dans cet espace, uniquement minéral à l'origine.

Stéphane Depont précise : *“Nous utilisons maintenant régulièrement cette alliance de sables et de ciment, et nous savons aujourd'hui comment l'employer. Dosé à 8 %, ce mélange a été mis en œuvre sur*

10 cm d'épaisseur. C'est un matériau idéal, notamment quand il est placé sous des arbres, car il produit un très bel effet visuel pendant l'été. Dans cette réalisation, nous voulions réserver cet espace aux piétons, en transformer la moitié en espaces verts et travailler sur les circulations. Le choix des demi-dalles en béton répond, quant à lui, à une volonté d'améliorer le confort des piétons'.

■ La parfaite jonction entre trois univers

Pour Stéphane Depont, le sable renforcé s'exprime particulièrement bien dans le cadre d'un jardin, comme le square Jean Mermoz : "Nous étions à la recherche d'une couleur agréable pour réaliser les cheminements piétonniers et nous voulions disposer d'un matériau confortable pour les utilisateurs, différent d'un stabilisé classique qui présente trop de contraintes, notamment lorsque la météo est défavorable. Pour ce chantier, réalisé en l'an 2000, le sable renforcé, d'une granulométrie de 0/10, a été mis en oeuvre sur 10 cm d'épaisseur. Et pour la refonte des trottoirs, la ville a fait appel au béton désactivé qui fait le lien entre les



Square Jean Mermoz : mariage réussi du béton désactivé et du sable ciment.



Piscine de la Pépinière : élégante cohabitation de la pierre et du sable renforcé.

espaces verts et le monde plus urbain qui l'entoure".

Plus emblématique encore de la jonction entre trois univers – urbain, voie de circulation et espace verts –, la rocade Est de Poitiers a été soumise à un aménagement particulier en 2002 et 2003. Cette "deux fois deux voies", avec terre plein central, a été portée à "deux fois trois voies" pour intégrer de chaque côté un couloir de bus et une piste cyclable.

Et c'est encore au sable ciment que l'agglomération a fait appel, à la fois pour les espaces latéraux et pour le terre-plein central qui sert de parking à l'occasion de manifestations sportives drainant de nombreux spectateurs : les cheminements piétonniers ont été matérialisés par une coulée en béton balayé, la différence de texture et de couleur servant alors à indiquer les usages.

■ Combinaisons de matériaux

Le choix des voiries béton ne relève donc pas du hasard pour l'agglomération poitevine, comme le révèle Stéphane Depont : "Nous essayons de faire en sorte d'avoir des structures fermées pour les trottoirs, y compris au cœur des espaces verts, et aussi bien en centre-ville qu'ailleurs".

Le parvis de la piscine de la Pépinière témoigne de cette volonté de combiner les matériaux puisqu'il fait cohabiter une grande dalle en pierre naturelle, du béton et du sable renforcé. Preuve que, seul ou en association, le béton offre plus d'une solution aux aménagements de qualité. ●

■ LE SABLE CIMENT RENFORCÉ

Utilisable pour réaliser des sols à faible trafic, le sable renforcé, dosé à 8 %, est régulièrement utilisé dans la Vienne depuis sept à huit ans, parce que les couleurs respectent les tonalités locales et se fondent dans l'environnement. "Nous le mettons en œuvre généralement pour réaliser des allées" explique Claude Jarrassier, conducteur de travaux chez Eurovia.

"Dans ce cadre, nous utilisons un mini-finisher qui ouvre une largeur comprise entre 1,30 et 2,80 m, puis nous appliquons le sable ciment sur environ 11 cm d'épaisseur en un passage, en plusieurs passages si la couche doit être plus épaisse".

L'ensemble est ensuite passé au cylindre avec un tandem de 1,20 à 1,40 m de large, comme l'enrobé.

"À noter que, par grande chaleur, l'application de sable-ciment nécessite la pose de bâches sur toute la surface, afin d'obtenir un bon résultat" conclut Claude Jarrassier.



Harmonie parfaite entre le sable renforcé et le végétal.



2nd Symposium International TREMTI 24-26 octobre 2005 PALAIS DES CONGRÈS - Paris (France)



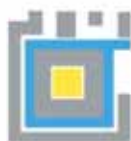
Inscrivez-vous dès aujourd'hui à l'aide
du formulaire ci-contre
ou bien directement en ligne sur le site
www.tremti.org



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

Organisé par

Avec le parrainage
de l'AIPCR



Chambre Syndicale Nationale
des Fabricants de Chaux
Grasses et Magnésiennes





2nd 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 : _____

Montant de l'inscription

Le montant de votre inscription au Symposium est de **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 **830 € H.T.** Dans ce cas, indiquez impérativement votre numéro actif de membre individuel de l'AIPCR (5 chiffres) ci-dessus.

Le droit d'inscription au 2nd 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

Je souscris à l'assurance-annulation proposée par TREMTI, après avoir pris connaissance de celles-ci, au prix de 21 € HT pour une inscription 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

Droit d'Inscription du congressiste	880 € H.T.	€ H.T.
Droit d'Inscription du congressiste, membre de l'AIPCR	830 € H.T.	€ H.T.
Option Assurance annulation	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.
	MONTANT TOTAL H.T.	€ H.T.
	T.V.A 19,6 %	€
	MONTANT TOTAL T.T.C. A PAYER	€ T.T.C.

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 30056 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 55 23 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

Tél. : + 33 (0) 1 55 23 01 00 - Fax : + 33 (0) 1 55 23 01 10

Email : tremti2005@club-internet.fr

www.tremti.org

Tunnels ferroviaires : la voie béton, solution pour améliorer la sécurité

Les arguments en faveur de la voie béton en tunnels ferroviaires sont très nombreux : amélioration des conditions d'intervention des secours, évacuation facilitée des usagers en cas d'accidents, amélioration de la pérennité de l'ouvrage, réduction des nuisances, des poussières et du bruit, augmentation du confort des passagers, opérations de maintenance et d'entretien plus rapides et plus simples, coûts de construction réduits pour la maintenance de la voie, mise en conformité au gabarit européen sans retailler le tunnel...



Tunnel du Pragal (Portugal) d'une longueur de 2 km, mis en service en l'an 2000. Ce système de voie béton procure un accès aisé aux véhicules de secours et de maintenance : on distingue, sur la gauche, le poteau d'incendie pour l'alimentation de la colonne sèche.

Au cours de ces dernières années, de nombreuses sociétés ferroviaires européennes se sont résolument engagées à moderniser leur réseau et à favoriser l'innovation technique, tout en améliorant les conditions globales de sécurité. De nombreuses études, suivies de réalisations récentes, montrent la fiabilité de ces techniques. De plus, la réduction des coûts est réelle et la sécurité globale de l'ouvrage est augmentée : transposer ces techniques dans les tunnels pour améliorer la sécurité est ainsi devenu une réalité.

LA NÉCESSAIRE AMÉLIORATION DES CONDITIONS DE SÉCURITÉ

Comme les tunnels routiers, où depuis 1949 on a dénombré 36 incendies significatifs, les tunnels ferroviaires peuvent être aussi le siège de catastrophes et d'incendies sévères. Pour ces derniers, 23 sinistres ont été recensés et analysés, dont 6

en France, parmi lesquels deux ont marqué les esprits, aussi bien par leur intensité que par les pertes en vies humaines ou les pertes d'exploitation. Le premier a lieu en 1972, année où le Tunnel de Vierzy (Aisne) est le siège d'un très grave accident : suite à un éboulement, deux trains de voyageurs se percutent de front. On dénombrera plus de cent morts. Ce sinistre décidera la SNCF à lancer une campagne d'investigation de ses tunnels, en vue de procéder à leur rénovation.

Le second accident a eu lieu en 1996 : le déraillement et l'incendie d'une navette de fret dans le tunnel sous la Manche causent d'importants désordres à la structure et à la voie de cet ouvrage, avec pour conséquence la fermeture du tunnel pendant deux ans. Par la suite, les incendies récents dans les tunnels du Crêt d'eau (2002) et de Mornay (2003) ont mis en évidence la faiblesse des moyens de prévention et de secours pour procéder à l'évacuation des personnes, en raison de la difficulté à cheminer sur le ballast.

LES TUNNELS FERROVIAIRES : ENJEUX DE SOCIÉTÉ

Il s'agit, avant tout, d'une question de préservation de notre environnement et une volonté politique tant française qu'européenne. Le transport des marchandises et des produits dangereux ou combustibles qui les composent devrait, en effet, se faire par le fer plutôt que par la route.

Le transfert d'une partie des marchandises de la route vers le rail, de part le développement du ferroutage, auquel il faut ajouter l'augmentation du trafic voyageurs, agit statistiquement sur les risques d'accidents, notamment dans les sections en tunnels. En conséquence, comme pour les tunnels routiers, les tunnels ferroviaires sont soumis aux mêmes risques d'accidents. La société civile, n'acceptant plus – ou mal – les conséquences des catastrophes, les sociétés concessionnaires et les autorités administratives doivent mettre toutes les chances de leur côté, en donnant la meilleure sécurité possible aux ouvrages potentiellement dangereux.

LES TUNNELS FERROVIAIRES EN FRANCE

À ce jour, on a recensé 1 532 tunnels représentant 640 kilomètres de voies ferrées, dont 1 300 sont en exploitation : 4 ont plus de 5 km de longueur, 15 plus de 3 km, 27 plus de 2 km et 116 plus d'un kilomètre. À noter que, dans notre pays, la construction de près de 50 % de ces tunnels date de la seconde moitié du XIX^e siècle ! Les voies sont pratiquement toutes constituées de traverses (bois ou béton) sur ballast. Si cette technique permet de respecter au mieux les contraintes géométriques du plan de roulement (profil en long et dévers), il convient de souligner ses inconvénients incontournables, générés par la mise en œuvre elle-même : l'usure de la voie est inévitable (il faut alors procéder à des rechargements), les quantités de roches concassées, utilisées pour le ballast, sont importantes, la mise en œuvre génère bruit et poussières (des dispositions doivent être prises pour respecter les conditions de travail réglementaires), le ballast s'use et doit être renouvelé (une dépollution est souvent nécessaire), enfin, les coûts d'entretien sont importants. Il n'est donc pas surprenant que Réseau Ferré de France (RFF) ait affecté 450 millions d'euros à l'entretien de l'ensemble de son réseau.



LA POSE DE VOIES FERRÉES DANS LE MONDE

L'entretien du réseau est, pour tout concessionnaire, une nécessité vitale et une charge financière de première importance. En cas d'usure prématurée et/ou d'incidents, le trafic est détourné ou la vitesse réduite, avec tous les retards et conséquences pour l'économie du gestionnaire, comme pour celle du client initial. En Angleterre, le Réseau Ferré Britannique est en crise à cause du coût trop élevé de la maintenance des voies ballastées : les coûts de maintenance augmentant chaque année, maintenir le réseau en état est une bataille perdue d'avance. Un virage semble toutefois pris avec la mise en service d'une voie béton sur le Channel.

D'autres pays ont constaté les avantages de cette technique. Au Japon, la voie béton existe depuis près de 40 ans et aux États-Unis, elle en est au stade de généralisation. En Allemagne, Pays-Bas, Italie, Espagne et Portugal, la voie béton est de plus en plus utilisée, à l'air libre comme dans les tunnels ferroviaires. Il est démontré que même si le coût d'installation de la voie "fixe", par rapport à la voie traditionnelle en ballast, est plus élevé, les surcoûts sont rapidement amortis, grâce à une diminution importante des coûts de maintenance et une plus grande disponibilité de la voie. En Allemagne, la voie fixe en béton permet d'atteindre une vitesse de 300 km/h, dans des conditions économiques et avec un niveau de confort optimal pour l'usager. En Espagne, depuis deux ans, le Ministère de l'Équipement impose les voies béton pour tous les tunnels de plus d'un kilomètre (type métro, RER ou TGV). Et au nord de Madrid, des essais à grande vitesse (plus de 350 km/h) vont bientôt être réalisés sur deux tunnels de 25 km, en cours de finalisation.

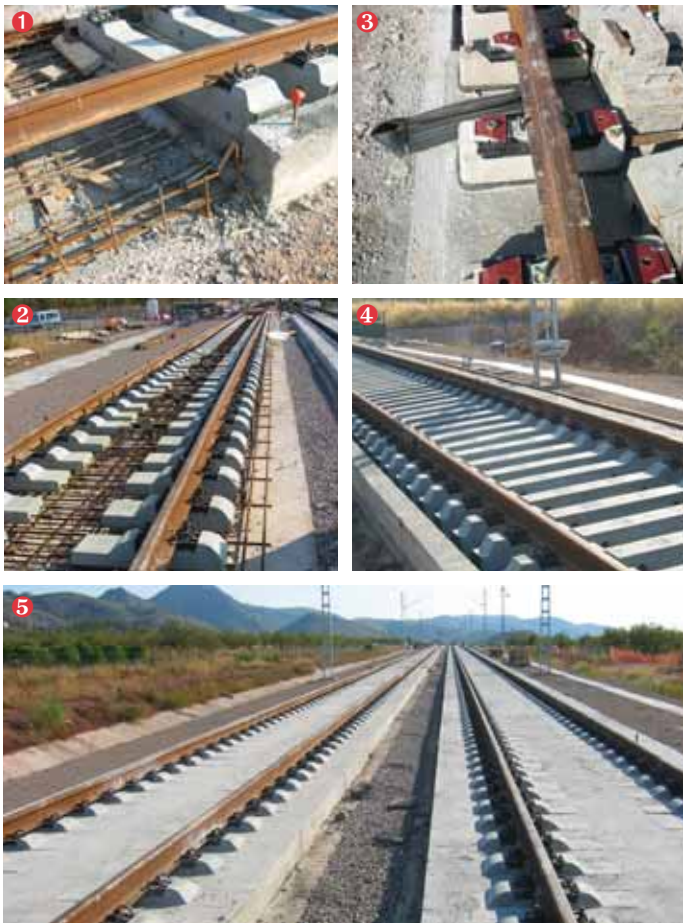
LA VOIE FIXE OU VOIE BÉTON : LES TECHNIQUES POSSIBLES

Trois techniques existent actuellement : toutes utilisent une dalle en béton armé, installée soit en continu grâce à une machine spécialisée (slip-form), soit en éléments préfabriqués, soit par la mise en œuvre de béton coulé en place. Ces trois techniques sont :

- Le système spécialisé de traverses béton noyées dans la dalle béton
- L'attache directe de la voie sur "selles"
- Le rail noyé ou ERS "Embedded Rail System" : les rails sont maintenus dans des gorges moulées dans le béton par l'intermédiaire d'une résine souple.

■ Les traverses béton noyées dans la dalle béton

Les traverses peuvent être maintenues en place de plusieurs façons : la plus courante est l'utilisation de ballast. Si cette méthode est très avantageuse à la construction, elle nécessite cependant une hauteur totale de voie importante et beaucoup d'entretien. Une autre technique existe, consistant à noyer la traverse dans un béton de calage. La pose est facilement réalisable et nécessite peu de maintenance. Les traverses sont équipées d'inserts qui permettent la mise à la hauteur de la



voie, avant le coulage du béton. Les photographies ci-dessus montrent les différentes étapes de la construction de la voie :

- ❶ La pose des traverses béton sur chape béton
- ❷ La disposition d'armatures intermédiaires
- ❸ Le positionnement des rails : selles - boulons - ressorts
- ❹ L'installation de bordures latérales (augets)
- ❺ La constitution de la dalle définitive

Si ce type de voie peut être utilisé en tunnels ferroviaires, l'accès des moyens d'entretien, et notamment des véhicules de type routier, est toutefois limité. La hauteur de construction est proche de celle d'une voie ballastée, ce qui limite l'accès de véhicules routiers pour les opérations d'entretien, mais favorise, en revanche, les conditions de cheminement des personnels ou l'évacuation des usagers en cas d'incidents ou d'accidents.

■ L'attache directe de la voie

Les travaux de pose d'une voie ferrée à attache directe sur dalle mince en béton armé ont concerné la ligne SNCF dite de Moret à Lyon, à proximité ouest de la gare de Saint-Martin d' Estréaux (Loire). Le tunnel non électrifié, à doubles voies, d'une longueur de 1 382 mètres, a fait l'objet d'une campagne de travaux de réhabilitation et de rénovation en 2003, des infiltrations d'eau ayant occasionné des désordres dans le bon fonctionnement de la signalisation, engendrant une instabilité permanente de la plate-forme des voies ferrées s'en était suivie.

La mise en oeuvre d'une épaisseur importante de ballast et l'encombrement de l'assainissement conduisaient à réaliser en terrain rocheux des travaux de terrassements importants.

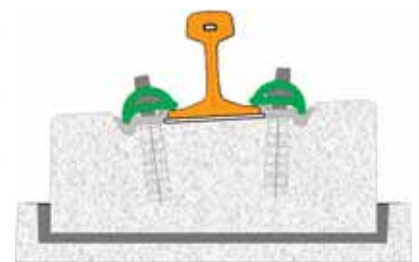
Pour s'affranchir de ces travaux de déroctage lourds et coûteux, RFF, maître d'ouvrage, a retenu sur proposition de la SNCF une solution technique permettant d'optimiser l'encombrement vertical de la voie et de sa structure d'assise, par la réalisation d'une dalle mince en béton, associée à une pose de voie directe sur selles. Cette solution permet de réserver les possibilités d'évolutions ultérieures en matière des gabarits GB et d'électrification.

Innovante pour la France, cette technique ouvre des perspectives permettant de pérenniser le débouché et le dégagement des gabarits, et de réduire les interventions d'entretien des voies. La surface de la dalle mince en béton armé est réglée avec une tolérance de l'ordre du centimètre. Les rails sont fixés sur des selles élastiques "VIPA" usinées et commercialisées par la société Pandroll. Celles-ci sont réglées puis scellées dans le béton, assurant d'obtenir le niveau exact du plan de roulement des rails, conformément aux tolérances prescrites par la SNCF.

Cette pose permet d'envisager un relèvement futur de la vitesse commerciale des trains. Elle facilite son entretien par l'emploi de matériels mécanisés et informatisés. Le ballast présente l'avantage d'être souple et d'absorber les bruits au passage des convois.

Aujourd'hui, les coûts d'entretien des voies et les renouvellements des traverses et du ballast sont lourds et pénalisants. Ces travaux nécessitent, en effet, d'importants tonnages de matériaux, avec ce que cela comporte comme contraintes sur l'environnement, car les manipulations du ballast engendrent, lors de la mise en oeuvre, d'énormes dégagements de poussières, notamment dans les endroits confinés comme les tunnels.

Le rail est fixé par l'intermédiaire d'une selle en acier ou en béton de résine, scellée dans la dalle en béton armé, avec l'avantage d'une faible hauteur du complexe "dalle - support de voie".



■ Le rail noyé ou ERS "Embedded Rail System"

● Description



Une résine de fixation collera définitivement le rail dans la dalle en béton.

Il s'agit d'un système de fixation en continu : les rails sont maintenus dans une engravure qui peut être moulée dans une dalle en béton. La caractéristique principale du système ERS est l'absence totale des éléments de fixation traditionnelle tels que plaques, boulons, selles, ressorts...

Après réglage et calage, le rail est enrobé et collé par une résine bi-composante, dont les capacités mécaniques sont fonction des besoins du projet (atténuation de

bruit ou des vibrations). La résine doit rester invariable dans le temps et résister au rayonnement, aux agressions chimiques, thermiques et mécaniques. Elle doit aussi être facile à employer dans des conditions courantes de chantier :

- Conditionnement adapté des composants
- Consistance et temps de polymérisation réglés au travail à réaliser
- Collage parfait sur toutes les surfaces
- Insensibilité à l'humidité

● Principaux points forts du système ERS

- Réduction des bruits et des vibrations
- Augmentation de la durée de vie des rails, rendue possible par le support vertical et le calage latéral en continu par résine élastique ainsi que par l'absence de forces dynamiques induites par la flexion des traverses
- Réduction de hauteur de construction (tunnels, ouvrages d'art, gares)
- Technique utilisable pour toute la gamme des rails existants
- Soudage et meulage des rails sans contraintes en-dehors de la réservation
- Réglages sans outillage supplémentaire
- Entretien réduit au minimum : plus de fluage des patins, plus de pièces qui se desserrent ou se corrodent
- Facilité du remplacement du rail en cas d'accident

● Avantages financiers

Ils sont perceptibles aussi bien sur le coût de la construction que sur les dépenses d'entretien.

Coût de la construction :

- Réduction du coût de la réalisation par la possibilité d'augmenter le gabarit du tunnel (lors des travaux de rénovation) et de diminuer le diamètre du tunnel (surface bétonnée, excavations) en travaux neufs.
- Réduction du temps de pose des rails (le réglage et le coulage sont plus simples que les fixations classiques) : en tenant compte de l'ensemble des paramètres, la pose en rail noyé est comparable, au niveau économique, aux autres systèmes existants.

Dépenses pour l'entretien :

- Entretien pratiquement nul pour le rail : plus de réglages, plus de boulons à resserrer
- Accès facile pour des véhicules sur pneus : inspection et entretien de l'équipement du tunnel
- Réparations ponctuelles sans problèmes sur les rails : remplacement des rails cassés, rechargement des rails usés...
- En cas d'accidents graves (choc, déraillement, feu), nécessitant de remplacer des longueurs importantes, le support ne bougera pas, rendant les réglages et la pose plus économiques qu'avec des fixations classiques.

● Avantages techniques

- Le rail est, naturellement, isolé électriquement
- Le collage continu donne des valeurs négligeables de dilatation, même sur de grandes longueurs
- La durée de vie des rails est augmentée la disparition d'effet ondulatoire (usure excessive du rail sur les traverses) et des efforts de fatigue.

● Sécurité

- Le support (dalle en béton) est incombustible
- L'accès aux véhicules routiers des premiers secours est possible sans dispositifs supplémentaires
- L'évacuation des passagers n'est pas gênée par les rails, traverses ou autres dispositifs de fixation.

● Diminution du bruit

Le bruit est un élément de confort incontournable. Le système ERS permet la diminution du bruit solidien grâce à la rigidité de l'ensemble du système et l'absence totale de ponts acoustiques entre rail et support. Le bruit aérien est également diminué par l'encapsulation du rail (effet de "silent bloc").

● Références

Le système ERS a été installé dans de nombreux tunnels depuis 1982 : métro de Londres, tunnel sous la Manche, Lantau tunnel (Hong Kong), Pragal (Portugal), Alcobendas-station et Zaragoza (Espagne), Gothanbourg (Suède), Utrecht, Goolboog, Pijnacker et Den Haag (Pays-Bas)...

RAPIDITÉ PAR LA MISE EN PLACE D'ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS

La fabrication en usine de plaques d'appui ou dalles préfabriquées pour voie ferrée est une alternative à la constitution de dalle coulée en place. Les premières applications en Hollande datent de 30 ans. La préfabrication en usine d'éléments de dimension importantes (de 2 à 8 mètres de long pour 2,60 m de large et 20 centimètres d'épaisseur) permet des tolérances de fabrication de l'ordre de + ou - 0,1 mm, un "usinage" étant possible. Les éléments peuvent être en béton armé ou précontraint de classe C 55 et les armatures permettent la répartition des sollicitations et charges. Les plaques ainsi réalisées accueillent tous les systèmes : ERS ou classique, les fixations de rails étant alors pré-installées. La pose des éléments est effectuée conformément à la géométrie de la voie sur une couche portante à base de liant hydraulique de 20 à 30 cm d'épaisseur. Les plaques sont ajustées sur chantier grâce à des éléments de calage. Le transport des plaques de près de 10 tonnes est effectué par un engin classique de transport. Sur place, un engin de levage à portique, utilisable à l'air libre comme



Des engins de levage de type "Travellift" sont utilisés pour positionner les éléments de grande dimension.

en tunnel, permet le bon positionnement de chaque plaque préalablement numérotée conformément à la géométrie de la voie. Les plaques sont ensuite assemblées entre elles par un mortier de scellement. Le système a été agréé par l'Office fédéral des chemins de fer allemands.

ÉVALUATION DES RISQUES ET AMÉLIORATION DE LA SÉCURITÉ

Les risques d'accidents

Les accidents en tunnels se traduisent par les mêmes effets que ceux ayant lieu à l'air libre. Sans être exhaustif, on peut citer :

- **Les déraillements d'un convoi** : plusieurs centaines de voyageurs peuvent être impliqués. Il s'agit alors, pour les services de secours, de procéder dans des conditions extrêmes à l'évacuation de nombreuses personnes, suivant le type de train (TER ou TGV). Le risque d'un incendie est alors toujours possible. Quand des marchandises sont en cause, la solution retenue pour les secours sera fonction de la dangerosité des marchandises transportées.
- **Les collisions frontales ou lors de croisements de trains** : des opérations de désincarcération des passagers et le traitement éventuel d'incendies sont à mener. Dans ces opérations, et compte tenu de la configuration des lieux, les secours doivent intervenir dans des conditions défavorables (éclairage réduit, étroitesse et espace confiné, gaz toxiques, vapeurs...).
- **L'incendie** : ce sont les cas les plus graves pour les tunnels ferroviaires et le métro. Selon les cas (incendie de train de voyageurs, transport de matières dangereuses ou de marchandises), les paramètres concernent le développement des fumées, les températures, la destruction des équipements, les victimes et leur évacuation, la durée de l'opération, les moyens à mettre en œuvre, la pénibilité de l'opération.

Les aspects opérationnels

Les difficultés pour traiter ces accidents sont liées aux contraintes d'approche des secours. Il convient de réduire les délais d'évacuation et d'approche afin de permettre aux voyageurs de pouvoir échapper au danger des fumées et aux secours d'arriver au plus près du sinistre. La rapidité sans transfert de charge est primordiale.

Les accès au tunnel

Les moyens de secours en personnels et matériels routiers doivent pouvoir intervenir dans les délais les plus brefs, à l'une ou l'autre des deux têtes des tunnels. La construction de chemins d'accès accessibles aux véhicules et engins spéciaux des pompiers et secouristes est nécessaire.

L'implantation de la plupart des tunnels se situant en zone montagneuse, avec des pentes à fort pourcentage, les pistes doivent être utilisables par tous les temps : c'est pourquoi, le traitement des chemins d'accès par stabilisation au ciment est une bonne solution.

La progression à l'intérieur du tunnel

Les matériels de secours, du type brancards, tuyaux, pompes..., approvisionnés par les pompiers ou stockés aux têtes du tunnel, doivent pouvoir être transportés à l'intérieur, au plus près du sinistre. Des solutions de transport par lorries obligent à des reprises de matériels conduisant à des pertes de temps supplémentaires et à la réduction des capacités de volumes transportés très réduits. Les véhicules rails-routes qui pourraient équiper les pompiers n'apportent qu'une

capacité ponctuelle et ne permettent pas une évacuation rapide et importante des blessés et passagers, notamment dans les tunnels de grandes longueurs. Les pompiers suisses ont été les précurseurs pour trouver des dispositions constructives afin de faciliter l'accès de leurs véhicules de secours.

Les dispositions relatives à la sûreté

Les voies ferrées sont, comme on a pu le vérifier en France, très sensibles aux actions terroristes ou de malveillance. La recherche de dispositifs ou d'engins explosifs piégés, quand ils sont annoncés à l'avance, est toujours longue et difficile. La voie béton, de part la simplicité de ses formes et la difficulté d'y trouver des cachettes, constitue une bonne protection.

Les mesures envisagées

Les mesures de la circulaire publiée en l'an 2 000, après l'accident survenu dans le tunnel routier du Mont-Blanc, concernant les tunnels de longueur supérieure à un kilomètre, sont applicables aux 30 tunnels ferroviaires supportant des conditions de circulations importantes. D'ores et déjà, la SNCF envisage, au niveau des accès, la construction de pistes pour permettre aux véhicules d'accéder au plus près des têtes de tunnels et la création d'escaliers pour que les sauveteurs puissent descendre les talus à l'entrée des têtes. À l'intérieur, est prévue l'installation de prises de courant électrique de 12 KVA, tous les 100 mètres, d'un côté du tunnel, ainsi que de prises géophones. Dans certains tunnels seront mises en œuvre des colonnes sèches. L'ensemble de ces travaux doit être achevé en 2005 et devrait représenter un investissement de 61 millions d'euros sur 3 ans.

CONCLUSION

La nécessité pour les pompiers d'avoir accès à l'intérieur du tunnel dans les délais les plus rapides, conduit à envisager l'application de solutions techniques permettant de pénétrer directement avec camions et moyens lourds, et de pouvoir rouler sur les voies, ce qui est impossible avec des voies posées sur ballast. Une des solutions consiste à supprimer le ballast pour fixer directement les rails sur une dalle en béton armé. De telles techniques existent depuis plusieurs années en Europe et sont régulièrement mises en œuvre pour la construction de voies ferrées, y compris pour des lignes à grandes vitesses. ●



Le tunnel du métro de Madrid (Espagne), station d'Alcobendas : à droite, on aperçoit l'un des ascenseurs permettant la descente directe sur la voie béton de véhicules de secours ou de maintenance.



Vérargues (Hérault) : les pavés drainants végétalisés en béton permettent de consolider durablement les sols, de les drainer efficacement et de réduire considérablement les risques d'inondation.

Des pavés drainants végétalisés pour trottoirs et allées de lotissement

Une chaussée drainante, complétée par des trottoirs et allées en pavés drainants végétalisés en béton, protège un lotissement communal des inondations consécutives à de fortes pluies, tout en apportant une solution discrète et esthétique.

Les sols de la plupart des agglomérations sont habituellement consolidés par des matériaux étanches (bitume, béton, pavés...). Une solution satisfaisante dans la plupart des cas, mais parfois inappropriée dans les zones soumises à de fortes précipitations. De telles surfaces empêchent, en effet, l'infiltration des eaux. Leur évacuation

s'effectue par voie de surface jusqu'à des canalisations qui arrivent rapidement à saturation. Résultat : c'est l'inondation. Pour y remédier, il faut adapter la perméabilité du revêtement de sol pour limiter le ruissellement. Pour mémoire, les revêtements de béton ou d'asphalte ont un facteur de ruissellement (quantité d'eau s'écoulant en surface) de 0,9. Cette valeur descend à 0,4 - 0,5 pour des surfaces en grilles gazon et à 0 - 0,2 pour une pelouse.

présentant un facteur de ruissellement particulièrement bas. Pour assurer l'infiltration de l'eau dans la nappe souterraine, il faut aussi que le sous-sol soit perméable. Le pavage et la sous-couche support doivent donc être configurés de manière à jouer pleinement le rôle d'un grand réservoir tampon. Une surface à structure réservoir écrête ainsi les débits de pointe de ruissellement, en stockant temporairement la pluie dans la structure inférieure, et diminue les volumes transitant dans les réseaux par infiltration dans le sol support. La rétention temporaire des eaux de ruissellement soulage alors les canalisations et les cours d'eau.



Les pavés drainants en béton se posent sur une couche de 3-4 cm de sable lissé.

■ Un pavage perméable à l'eau

Le rôle d'un sol stabilisé perméable est de retenir et de faciliter l'absorption des eaux pluviales. Les plantes captent une partie de cette eau, une autre partie s'évapore progressivement et le reste s'infiltré jusqu'à la nappe phréatique. Une des méthodes les plus efficaces pour assurer une bonne infiltration des eaux de pluie est de consolider le sol avec un pavage perméable à l'eau,

■ PRINCIPAUX INTERVENANTS

- Maître d'ouvrage : Mairie de Vérargues (34)
- Maître d'œuvre : DDE de l'Hérault
- Entreprise de pose : Mazza
- Fournisseur des pavés béton Uni-Vert : Simat

■ CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES PAVÉS UNI-VERT

- **Fonctions** : stabilisation du sol, drainage des eaux pluviales, support de végétation
- **Épaisseur** : 9 cm
- **Poids** : 120 kg/m²
- **Nombre de pavés au m²** : 18
- **Contenu d'une palette** : 10 m² de pavage

■ Protéger le lotissement des inondations

“À Vérargues, on avait prévu la construction d'un lotissement communal de 19 lots sur trois hectares, dont 6 600 m² d'espaces verts et des parcs de stationnement engazonnés. Seul problème : le recours à un revêtement de sol imperméable aurait entraîné des risques d'inondation, lors des orages, par la saturation du collecteur d'eaux pluviales en partie basse du terrain” explique Louis Adell, maire de cette commune de 650 habitants. D'où l'idée de réaliser des chaussées drainantes (avec géotextile, drain dans la couche de ballast, grave-bitume et chaussée en enrobé drainant) ainsi que des trottoirs et allées en pavés drainants végétalisés. “Après avoir, avec René Acco de la DDE, visité un chantier récemment réalisé à Pezenas, présentant les mêmes caractéristiques topographiques que notre futur lotissement, j'ai été convaincu de l'efficacité d'un tel procédé. Ainsi, nous avons évité la création d'un bassin de rétention d'une capacité de 700 m³ d'eaux stagnantes, apportant mauvaises odeurs, mouches, moustiques et surtout risques de chutes ou de noyades d'enfants” ajoute Louis Adell.



Les pavés drainants en béton se posent bord à bord, comme des pavés autobloquants.



Les bordures latérales en béton assurent le parfait blocage des pavés.

■ Des pavés qui préservent le milieu naturel

“Les pavés Uni-Vert de Simat s'emploient pour consolider durablement les sols et les drainer, tout en respectant le milieu naturel. Ils réduisent considérablement les risques d'inondation et les dégâts qui en résultent grâce à une infiltration élevée, un faible débit d'écoulement et le délestage des réseaux et cours d'eau” souligne Jean-Louis Couffignal, responsable commercial de Simat.

Ces pavés drainants doivent à la fois supporter et transmettre les différentes charges de circulation, ménager un volume de terre suffisant, compatible avec le développement correct du gazon, et protéger l'humus, support du gazon, contre les tassements excessifs sous charge. Le stockage temporaire de l'eau se fait dans les vides des pavés et du matériau constituant la structure réservoir. “En outre, ils préservent le milieu naturel par l'activation des fonctions du sol, le renouvellement des eaux souterraines et la création de zones d'habitat pour la végétation” précise la société Simat.

■ Une facilité de mise en œuvre

“Comme il s'agit d'un sol porteur, graveleux et alluvionnaire, un simple décapage de la terre végétale, suivi de la mise en œuvre de 15 cm de tout-venant (0-31,5), suffit pour réaliser la couche support. Après compactage, l'application de 3 à 4 cm de sable a été suivie d'un réglage parfaitement à niveau. Quelques pavés sont installés comme points de référence, puis le reste est posé à l'avancement, à la règle ou au cordeau, comme des pavés autobloquants courants” explique Jacques Enjalbert, conducteur de travaux de l'entreprise Mazza. “Comme sur tout chantier de pose de pavés

autobloquants, il faut soigner la mise en place des bordures béton pour bien bloquer les pavés sur les cotés” précise la société Simat, présente au démarrage du chantier. Pour cette opération de 2 500 m², la pose a été manuelle. Pour de grandes surfaces rectilignes, elle peut être mécanisée pour gagner en productivité. “Si le terrain n'avait pas été porteur, il aurait alors été nécessaire de terrasser jusqu'à 25-30 cm du sol fini, afin de réaliser une couche de fondation supplémentaire en tout-venant compacté de 15 cm environ d'épaisseur, sous la couche support” ajoute la société Simat.

Après la pose, le remplissage des cavités est réalisé avec un mélange de terre végétale et de sable, suivi d'un balayage. “Le compactage de toute la surface s'effectue depuis les bords à l'aide d'une plaque vibrante jusqu'à l'entière stabilité du revêtement. Pour pratiquer cette opération de manière optimale, il est indispensable que la surface soit sèche” précise Jean-Louis Couffignal. Sous l'effet du compactage, le mélange de terre végétale et de sable se tasse de 2 à 3 cm environ. Ce manque doit être compensé avec le même mélange. On peut dès lors y incorporer les semences de gazon avant le dernier remplissage. Il suffit ensuite de balayer à nouveau la surface.

L'engazonnement se fait à l'aide de graines robustes à croissance lente et l'entretien de ces zones végétalisées est très réduit : des tontes régulières avec une tondeuse standard, un épandage deux à trois fois par an d'engrais faiblement dosé et un arrosage léger, si nécessaire. ●

■ DES PAVÉS À LA FOIS DRAINANTS ET PROPRES

Des automobiles étant susceptibles de stationner sur les trottoirs végétalisés, il faut logiquement s'attendre à ce que ces véhicules perdent un peu de carburant ou d'huile. Mais l'essence, s'évaporant bien plus rapidement que l'eau, ne contaminera pas la nappe phréatique. De son côté, l'huile minérale accumulée dans la couche de terre végétale s'élimine au contact de l'air, en quelques jours. Signalons enfin qu'une grande partie des produits minéraux adhère aux plantes et est donc éliminée lors de la tonte.



Nice : les 5 kilomètres de couloirs de bus et de bandes cyclables, réalisés entre le boulevard Grosso et la rue Defly, viennent compléter les 4 km existant déjà avenue de la Californie.

Du BCMC désactivé pour renforcer les zones d'arrêts de bus

À Nice, afin de résister durablement aux intenses sollicitations liées au freinage et au démarrage des bus, les zones d'arrêt de bus sont réalisées en BCMC (béton de ciment mince collé).

Après la réalisation d'un tramway Nord-Sud, Nice continue de clairement donner la priorité aux transports en commun en aménageant des couloirs de bus en site propre sur l'axe Est-Ouest. L'objectif est de relier le Port au CADAM (Centre Administratif Départemental des Alpes-Maritimes). Les 5 kilomètres, récemment réalisés entre le boulevard Grosso et la rue Defly, viennent compléter les 4 km existant déjà avenue de la Californie. En septembre 2005, démarreront les travaux liés à la dernière tranche, vers l'aéroport.

Cette opération fait intervenir deux maîtres d'ouvrage publics : la Communauté d'Agglomérations de Nice Côte d'Azur (CANCA), pour le couloir de bus et la



La répartition du béton mobilise une équipe de 8 à 10 personnes.

bande cyclable au titre de la compétence transport, et la Ville de Nice, pour les réaménagements latéraux (trottoirs et chaussées VL) lorsque cela s'avère nécessaire. Un groupement de commandes Ville de Nice / CANCA a donc été créé pour cette opération, conformément au code des marchés publics. Le service de Philippe Martin (Mission Tramway - Ville de Nice) en est le coordonnateur, alors que le suivi des travaux (maîtrise d'œuvre interne) est assuré par Jean-Luc Castelli.

■ Une bordure infranchissable "sur mesure"

Le couloir de bus est séparé de la circulation automobile par une bordure infranchissable, large de 30 cm et haute de 21 cm : "L'objectif était d'avoir une bordure pas trop haute pour ne pas donner l'impression visuelle d'un mur. Mais elle devait aussi être d'une hauteur qui soit réellement dissuasive, même vis-à-vis des véhicules tous terrains. C'est pourquoi, nous avons auparavant mesuré la hauteur moyenne du pont arrière d'un certain nombre d'automobiles dans un parc de

stationnement." explique Philippe Pouchol, ingénieur principal du service technique de la Ville de Nice (Mission Tramway).

Des aménagements spécifiques, améliorant la circulation des piétons et des personnes à mobilité réduite, accompagnent ces travaux. Les quais sont élargis à 3,50 m et rehaussés à 21 cm pour se trouver à niveau avec les bus. Une bordure haute, spécialement conçue pour les stations de bus, permet à ces derniers de venir s'accoler sans danger à la bordure du quai. À ce jour, seize arrêts de bus sont accessibles aux personnes à mobilité réduite. "Au droit de chaque carrefour, les trottoirs sont élargis : cela permet des traversées de chaussée plus

■ PRINCIPAUX INTERVENANTS

- **Maîtrise d'ouvrage :** Ville de Nice et Communauté d'Agglomérations de Nice Côte d'Azur (CANCA)
- **Maîtrise d'œuvre :** Missions Tramway (Mairie de Nice et CANCA)
- **Entreprise de mise en œuvre du béton :** MB Constructions
- **Fournisseur BPE :** BCCA (Groupe Ciments Vicat)

courtes, avec une meilleure visibilité donc une sécurité accrue. Ces "oreilles" sont munies de bandes d'éveil à la vigilance de 1,5 m de longueur, collées le long de la bordure du trottoir, perpendiculairement à l'axe des passages piétons et entre les poteaux matérialisant la traversée." précise Philippe Pouchol. L'abaissement des bordures de trottoirs à 2 cm de la chaussée au droit des passages piétons, conformément à la réglementation, facilite l'accès des personnes à mobilité réduite. Sur une bonne partie de son parcours (4 km), le couloir de bus mesure 5 m de large, intégrant une bande cyclable de 1,50 m de large. Deux parcs de stationnement (400 places au total) seront construits à l'extrémité ouest de la ligne, afin de faciliter l'accès des automobilistes au centre-ville par les transports en commun.

■ Le béton choisi pour son endurance

Chaque arrêt de bus est une zone mécaniquement très sollicitée en raison de la répétition incessante des freinages et des démarrages. Avec des enrobés, ces sollicitations engendrent des phénomènes de fluage qui s'aggravent avec la chaleur. D'où le choix d'aménager les zones d'arrêt en béton, un matériau reconnu pour son indéformabilité, son endurance et sa durabilité. L'emploi d'une solution de type BCMC (béton de ciment mince collé) s'est vite imposé pour sa simplicité. En effet, le béton n'intervient alors qu'en couche de surface, collée sur la même plate-forme que le restant de la chaussée bus en enrobés renforcés. "Disposées sur la place Garibaldi, plusieurs planches d'essais en BCMC avaient déjà prouvé l'efficacité du procédé en situation réelle." ajoute Philippe Pouchol.

■ Scier avant de désactiver

L'entreprise routière SNAF Routes s'est chargée de la préparation des supports avant le coulage du béton au droit des arrêts de bus par l'entreprise sous-traitante MB Constructions. Acheminé sur le chantier par camion-toupie, le béton provient de la centrale BPE de Nice-Var, située près de l'aéroport (à une demi-heure de trajet, en moyenne). "Pour résister durablement, le béton est surdosé en ciment CEM I 52,5 Vicat : 350 kg/m³ au lieu de 330 kg. Sa formulation, contrôlée par le CETE, est faite de sable calcaire concassé lavé 0/4 de la



Sciage en carrés de 1,30 m de côté, sur le tiers de l'épaisseur du béton.

carrière de la Courbaisse, de granulats silico-calcaires concassés lavés 6/10 de la Durance, de plastifiant et d'entraîneur d'air MBT." signale Claude Lacroix, directeur commercial de BCCA (Béton Contrôlé Côte d'Azur – Groupe Ciments Vicat). À l'arrivée de chaque toupie, contrôle qualité oblige, un test d'Abrams (slump-test) était pratiqué pour vérifier la consistance du béton : de plastique à ferme (type S2, soit un affaissement au cône d'Abrams de 6 à 8 cm). Une fois le béton déversé suivant l'avancement des travaux, il est réparti manuellement, puis vibré à l'aiguille avant d'être nivelé à la règle sur une largeur constante de l'arrêt de bus, puis taloché et enfin soigneusement lissé. Pour Christian Genet, président de MB Constructions : "C'est une opération qui mobilise de huit à dix personnes, car il est impératif d'agir rapidement. Le béton est scié, sur une profondeur de 3 cm, en éléments de 1,30 m par 1,30 m pour les joints de retrait. Le choix de ce quadrillage de découpe est lié à l'épaisseur du béton, soit 10 à 15 fois l'épaisseur. Ce sciage, réalisé à l'aide d'une lame mince spécial béton frais, évite d'avoir à combler les joints et doit impérativement intervenir avant la désactivation : en effet, si les granulats étaient apparents, le trait de scie ne serait pas parfaitement droit. Contrairement à ce qui se pratique couramment, nous employons le désactivant Pieri en phase aqueuse. Il est tout aussi efficace que ceux utilisés en phase solvantée, mais il évite de protéger les abords, les bordures ou les plaques d'égouts car le produit s'enlève très facilement au nettoyeur haute pression".



La pulvérisation du désactivant a lieu après lissage du béton.

■ LE CHANTIER EN BREF

- **Longueur totale de la voie bus :** 9,9 km (du port au CADAM)
- **Nombre d'arrêts :** 27 ou 28 (selon le sens de circulation)
- **Distance moyenne entre arrêts :** 350-400 m (maximum : 510 m)
- **Types de véhicules :** bus standards (12 m) et articulés (18 m).

Une dizaine de jours plus tard, l'entreprise MB Constructions applique un traitement anti-taches et anti-salissures sur le BCMC. Egalement en phase aqueuse, ce traitement ne fait pas briller le granulat, ce qui permet de conserver l'aspect minéral souhaité. Dès que le tronçon de rue est totalement traité (chaussée, quai, trottoirs, aménagements), il est remis aussitôt en circulation.

■ Une vitesse moyenne de 15 km/h

Le montant total des travaux entre le Port et le CADAM est estimé à 25,2 millions d'euros TTC (hors acquisitions foncières). Les subventions attendues de l'Etat, du département des Alpes-Maritimes et de la région PACA représentent environ 25 % du montant global. "Vingt-cinq millions d'euros pour 10 km de site propre, c'est dix fois moins cher que pour un tramway classique, tout en offrant une bonne qualité de transport grâce à la séparation des flux." commente Philippe Pouchol. En effet, ces aménagements spécifiques évitent aux autobus de subir les ralentissements de la circulation générale et le stationnement sauvage. Avantage appréciable : la réalisation du couloir bus en site propre permet aux autobus du réseau Ligne d'Azur d'atteindre leur vitesse commerciale de 15 km/h.

Au final, une dizaine de lignes emprunteront ce site propre, ce qui représente une cadence, en heure de pointe, d'un bus toutes les minutes trente à deux minutes, selon les tronçons. ●



L'élimination du désactivant fait apparaître les granulats du béton.

Pyrénées-Atlantiques : pour enfouir 850 kilomètres de fibres optiques, le chantier a été réalisé en flux tendu, recevant jusqu'à 17 touppies de béton par jour.



Du béton autocompactant pour protéger les fibres optiques

Le désenclavement des départements ruraux passe aujourd'hui par des axes routiers, mais également par la mise en place de véritables autoroutes de l'information. C'est, en tout cas, le pari des Pyrénées-Atlantiques qui sont en train de mailler leur territoire.

850 kilomètres de fibres optiques à enfouir en un peu plus d'une année, c'est le chantier titanesque mais discret qui a débuté, en début d'année 2005, dans les Pyrénées-Atlantiques qui souhaite ainsi

devenir l'un des tous premiers départements de France couvert par les communications à haut-débit (ADSL). Maître d'ouvrage, le Conseil général met à profit le réseau routier départemental pour faire circuler ces véritables autoroutes de l'information, protégées dans le sol par un un béton autocompactant.

Le choix d'un tel matériau répond à une nécessité de vitesse de mise en œuvre et d'exécution du chantier. "Nous sommes

contraints de travailler très vite" explique Sébastien Labourdette, conducteur de travaux de l'entreprise A3TP, chargée de procéder à l'installation des fibres optiques sur une centaine de kilomètres en Béarn. Les procédés mis en œuvre sont connus et éprouvés puisqu'une trancheuse ouvre le sol, extrait les gravats, puis grâce à un caisson de pose spécialement adapté par l'entreprise, positionne les fourreaux de fibres optiques au fond de la tranchée puis le grillage d'avertissement, 20 centimètres au dessus du fond.

LE CHANTIER EN BREF

- **Lieu** : département des Pyrénées-Atlantiques
- **Projet** : amener des communication haut débit dans tout le département par la pose de fibres optiques
- **Solution** : béton autocompactant en tranchée
- **Linéaire à réaliser** : 680 km
- **Maîtrise d'ouvrage** : Conseil général des Pyrénées-Atlantiques
- **Maîtrise d'œuvre** : IRIS 64
- **Entreprises** : A3TP, MATP et TP Ouest
- **Fournisseur BPE** : Unibéton



850 kilomètres de fibres optiques ont été enfouies sous le réseau routier.

De 300 à 1 500 mètres par jour

Coulé en permanence, le béton autocompactant est raclé au ras de la chaussée par la machine, puis livré à lui-même. Dix jours plus tard, une raboteuse entre en piste pour venir terminer l'ouvrage en raclant sur cinquante centimètres de large et cinq centimètres de profondeur, pour



Le béton autocompactant se place tout seul dans la tranchée et est aplani directement par la machine.

reprandre les éventuelles coulures avant qu'un finisseur remette l'enrobé en place. La vitesse d'avancement est largement tributaire de la qualité du sol.

"Il y a plusieurs cas de figures qui dépendent du contexte dans lequel le chantier avance. Lorsque nous sommes en hors chaussée, sur le bord de la route, nous pouvons avancer de 1 500 mètres par jour, parce qu'on peut laisser les déblais sur les côtés pour les remettre ensuite. Par contre, lorsque nous sommes contraints de travailler directement sur la chaussée, la cadence tombe à 500 mètres par jour, voire à 300 mètres s'il y a un rond-point". En effet, sur une chaussée normale, les travaux s'effectuent en circulation alternée et la remise en circulation intervient très rapidement quatre heures après, alors que sur un rond-point la circulation n'est absolument pas interrompue. *"Pour les ronds points, spécifiquement, le béton est amendé d'un accélérateur de prise"* poursuit le conducteur de travaux.

■ Une question de rythme

De telles cadences impliquent une organisation d'une rigueur extrême et une parfaite entente entre les fabricants du béton et les entreprises. *"Avec ce type de béton, de l'Uni 3RP pour les passages à remise en circulation rapide et de l'Uni 3R pour les autres situations, le gain de temps est appréciable : le béton étant autonivellant, il est donc inutile de le vibrer pour le mettre en place"* explique Jean-Philippe Albistur, de chez Unibéton, dont deux centrales approvisionnent la partie béarnaise de ce vaste ouvrage.

"Comme c'est un chantier complexe en terme de contraintes, nous devons toujours coller au rythme de l'entreprise. Nous avons donc utilisé un dispositif-maison de suivi de transport baptisé "Cristal", qui permet d'optimiser l'organisation des journées. L'entreprise nous faxe avant 16 heures ses commandes pour le lendemain. Nous sommes ainsi en mesure d'organiser parfaitement le travail de la flotte de toupies spécialement dédiée à ce chantier. De plus, nous savons précisément la qualité du béton dont l'entreprise aura besoin, ses volumes et sa cadence, avec des pics pouvant atteindre 17 toupies par jour".

Les tableaux synthétiques des premières semaines de chantier montrent combien cette organisation est efficace ! En effet, à fin mars 2005, pour les commandes passées effectivement avant 16 heures, 90 % des livraisons ont été faites dans les temps et 63 % des toupies ont été vidangées sans aucune attente sur le chantier.

■ Un travail en circulation alternée

"Une organisation irréprochable est cruciale pour ce type de chantier. Il nous a fallu régler les détails au début du chantier et jouer sur la plasticité du béton pour trouver la configuration optimale. Désormais, nous avons une formulation unique qui permet de répondre à toutes les situations" témoigne Jean-Philippe Albistur. Pour l'entreprise A3TP, rompre à l'installation de lignes EDF, la pose des fibres optiques sort de l'ordinaire : *"C'est un chantier peu banal pour nous : nous avons en permanence trois équipes au travail, 12*

■ UN CHANTIER HORS NORMES

Amener les communications à haut débit sur l'ensemble du département des Pyrénées-Atlantiques, donc au cœur des Pyrénées, est une gageure relevée par le Conseil général qui doit devenir réalité à la fin de l'année prochaine. Ainsi, 164 des 165 répartiteurs de France Telecom seront desservis par le haut débit, constituant le réseau le plus important de France, auxquels s'ajoutent 167 points spécifiques qui seront connectés par la fibre optique, dont des zones artisanales, des collèges, lycées...

L'ensemble du chantier représente 680 kilomètres de génie civil à réaliser par sept entreprises qui installeront 850 kilomètres de fibres optiques. Porté politiquement et financièrement par le Conseil général, le projet a été confié en concession à IRIS 64, qui regroupe le Conseil général et le groupement Sogetrel/LD Collectivités.

L'ensemble du projet coûtera 62 millions d'euros, financé à 30 % par des fonds privés, Sogetrel, LD Collectivités et la Caisse des Dépôts et Consignation et à 70 % par des fonds publics provenant de l'Europe, du Conseil régional d'Aquitaine et du Conseil général des Pyrénées-Atlantiques. Au plus fort de sa charge, le chantier mobilise jusqu'à 300 personnes.

personnes avec la trancheuse, une équipe " finition " qui met en œuvre la racleuse et une équipe " chaussée " qui termine les travaux. De plus, nous travaillons presque en permanence en circulation alternée sur la voirie départementale, ce qui réclame beaucoup d'attention" conclut Sébastien Labourdette. ●



La circulation est rapidement ouverte avant les phases de rabotage et de finition.

LE SAVIEZ-VOUS ?



Remue-méninges

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

■ Au Vélodrome

Deux cyclistes tournent, à vitesse constante, sur la piste circulaire d'un vélodrome dont la longueur est de 170 mètres.

Quand ils se déplacent en sens contraire, ils se croisent toutes les 10 secondes.

Quand ils se déplacent dans le même sens, l'un double l'autre toutes les 170 secondes.

Question : quelle est la vitesse de chaque cycliste ?



ÉDITION

Catalogue des publications



Ce catalogue édité par Cimbéton présente, en 54 pages couleurs, plus d'une centaine de dossiers, de revues spécialisées et de produits multimédias sur les ciments et les

bétons, dans les secteurs essentiels de la construction : travaux routiers, bâtiment, génie civil.

Ces publications se répartissent en trois familles :

- **des brochures d'information :** elles ont pour but d'apporter une aide au maître d'ouvrage dans ses choix, au maître d'œuvre dans sa conception et à l'entreprise dans son dialogue avec ces deux interlocuteurs.
- **des guides techniques :** ces documents thématiques sont directement utilisables par les professionnels et concernent la conception et la réalisation des ouvrages.
- **des documents pratiques :** ils sont destinés à apporter, sur le terrain ou sur le chantier, une information immédiate et très concrète sur des sujets précis de mise en œuvre.

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

Solution du Remue-méninges de Routes n°91 : Dîner international

Rappel du problème posé : 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 :

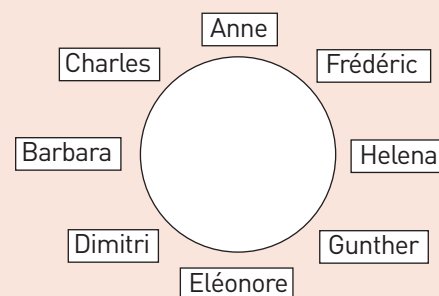
- Anne : anglais, français, portugais.
- Barbara : anglais, portugais, russe.
- Charles : anglais, russe.
- Dimitri : anglais, allemand, portugais, russe.
- Eléonore : allemand, espagnol, néerlandais.
- Frédéric : français, espagnol, néerlandais.
- Gunther : allemand, italien.
- Helena : espagnol, italien.

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.

Question : complétez les cartons placés sur la table avec l'initiale des convives, sachant que la place d'Anne est fixée comme le montre la figure jointe.

Solution : on part de Helena et Gunther, forcément voisins car ils remplissent les deux conditions imposées par l'énoncé (ce sont les seuls qui parlent italien), pour construire de proche en proche la disposition de la table, telle qu'elle est illustrée sur la figure jointe. Une autre disposition, symétrique de celle-ci, est tout à fait valable.



AGENDA

Fin 2005 - Début 2006

Tunnels ferroviaires : voyage d'études en Espagne

Cimbéton va organiser, en association avec IECA (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones) et le Ministère de l'Équipement espagnol, un voyage d'études sur les principaux tunnels ferroviaires en Espagne, principalement autour de Madrid. Ce voyage aura lieu l'hiver prochain (les dates seront précisées ultérieurement).

Nombre limité de places.

Contact : Serge Horvath (Cimbéton)

Tél. : 01 55 23 01 00

Email : s.horvath@cimbeton.net



24 - 29 avril 2006

Intermat - Paris Nord-Villepinte

L'édition 2006 de ce Salon réunira, sur 350 000 m², tous les acteurs mondiaux de la filière BTP : constructeurs et fournisseurs de matériels, d'équipements et de services pour les travaux publics, le bâtiment et l'industrie des matériaux. Neuf pays présenteront des pavillons nationaux : Chine, Corée, Espagne, Etats-Unis, Finlande, Italie, Grande-Bretagne, Inde et République Tchèque. 1 500 exposants et 200 000 visiteurs sont attendus.

Contact : www.intermat.fr



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