

ROUTES

CIMENTS ≡ LIANTS HYDRAULIQUES ROUTIERS ≡ BÉTONS

Travaux et équipements routiers • Terrassements • Aménagements urbains • Aéroports



// RÉFÉRENCE

À Ivry-sur-Seine, le béton embellit la place du Général-de-Gaulle

// CHANTIER

Retraitement en place : une première "anti-pollution" à Rouen

// INNOVATION

TRAC : un "béton caoutchouc" anti-bruit et anti-vibrations



// RÉFÉRENCE
IVRY-SUR-SEINE (94)

À Ivry-sur-Seine, le béton embellit la place du Général-de-Gaulle



// CHANTIER
LA ROUVIÈRE (30)

Gard : La Rouvière choisit le retraitement en place



// CHANTIER
ROUEN (76)

Retraitement en place : une première "anti-pollution" à Rouen



// CHANTIER
DRÔME (26)

Saint-Paul-lès-Romans : béton matricé et sablé pour le centre commercial



// INNOVATION
TRAC

TRAC : un "béton caoutchouc" anti-bruit et anti-vibrations



// FOCUS
MODERNE MÉTHODE

Le béton compacté routier (BCR) fait peau neuve



// LE SAVIEZ-VOUS ?

Remue-ménages
Agenda



PHOTO DE COUVERTURE // Place du Général-de-Gaulle, ZAC du Plateau à Ivry-sur-Seine : trois types de bétons ont été utilisés (brossé, bouchardé, hydrogommé) autour de l'œuvre "Marbre d'ici" (265 m²) de l'artiste Stefan Shankland.

CRÉDITS PHOTOS // Une : Mineral Service - p. 3 à p. 5 : Mineral Service et S. Deman - p. 6 à p. 8 : F. Khéribet et mairie de La Rouvière - p. 9 à p. 11 : Eiffage - p. 12 à p. 14 : Sols, J. Abdo et Ch. Desjardins - p. 15 à p. 17 : Ch. Desjardins - p. 18 et p. 19 : Moderne Méthode.

LES JOURNÉES TECHNIQUES ROUTES 2016

Co-organisées par l'IFSTTAR, l'IDRRIM et le Cerema, les JTR 2016 se sont déroulées les 10 et 11 février à Nantes avec une participation record de 450 personnes.

Dans son discours d'ouverture, **Hélène Jacquot Guimbal, directrice générale de l'IFSTTAR**, est revenue sur les résultats de la COP 21, estimant qu'une grande avancée avait été obtenue. Elle observe également que les récentes innovations démontrent que les infrastructures de transport auront leur rôle à jouer dans la transition énergétique et dans la lutte contre le changement climatique.

Georges Tempez, directeur de la DTecITM du Cerema, a fait le point sur la situation du Cerema, deux années après sa création, tout en rappelant ses objectifs et ses priorités.

Enfin, **Marc Tassone, directeur général de l'IDRRIM**, est revenu sur les bouleversements technologiques et sociétaux que nous vivons actuellement, estimant ainsi que les infrastructures de transport seront soumises elles aussi à ces évolutions et qu'elles doivent se préparer à ce changement.

La première session thématique a ensuite été consacrée à la problématique de **la lisibilité et la visibilité de la route** pour assurer la mobilité des usagers. Celle-ci a été vue sous trois aspects distincts : en améliorant la lisibilité de la signalisation, par le développement des ITS coopératifs et par l'arrivée prochaine du véhicule autonome.

La deuxième session thématique a porté sur **les mesures de caractéristiques de surface des chaussées**. Après la présentation du nouveau guide IDRRIM sur l'état de l'art en matière d'adhérence des chaussées, les présentations ont porté sur les travaux actuellement en cours afin d'harmoniser les méthodes de mesure d'adhérence.

La deuxième journée s'est ouverte par une session consacrée aux innovations dans le domaine **des liants hydrauliques et des bétons**. Une présentation a notamment permis de revenir sur les résultats du **projet Terdouest**, dont le rapport a été publié en décembre par l'IDRRIM. Ces présentations ont également démontré tout **l'intérêt** que présente l'utilisation des liants hydrauliques dans les infrastructures de transport terrestre.

Enfin, une ultime session a permis de présenter les derniers développements en termes de **techniques à faible impact**, économes en énergie et en ressources. Cette session s'est terminée par la présentation des **récentes innovations du secteur**, et notamment le procédé Wattway.

Pour conclure, ces deux journées se sont achevées par deux ateliers thématiques : **les éco-comparateurs et l'intégration des enjeux de protection de la biodiversité et du paysage** dans les projets de conception d'infrastructure.

Ce numéro de *Routes* illustre au travers de reportages de chantiers plusieurs thématiques développées lors de la session "liants hydrauliques" des JTR 2016. Bonne lecture, Joseph ABDO.

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
Site dédié à la valorisation des matériaux aux liants hydrauliques : lhr.cimbeton.net



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

- Directeur de la publication : François Redron
- Directeur de la rédaction, coordinateur des reportages et rédacteur de la rubrique Remue-ménages : Joseph Abdo
- Rédacteur en chef : Charles Desjardins
- Reportages, rédaction et photos : SCML Médias, Marie Blanchelande, Léa Hantson
- Direction artistique et réalisation : Fenêtre sur cour / sôa
- Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2016 - ISSN 1161 - 2053 1994



Vue de l'œuvre Marbre d'ici, de Stefan Shankland, durant la phase de chantier. Le motif ondulé évoque le lit de la Seine, qui passait là il y a 360 000 ans.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage
Ville d'Ivry-sur-Seine

Aménageur
AFTRP

Maîtrise d'œuvre
BATT et Urbicus (paysagiste)

Entreprise mandataire
Fayolle

Réalisation des bétons décoratifs
Mineral Service

Réalisation de l'œuvre
« Marbre d'ici »
Stefan Shankland
avec Mineral Service

Fournisseur des granulats
// TRANS305, fournisseur de matériaux recyclés transformés en granulats par Mineral Service, pour le Marbre d'ici

// Eqiom-Groupe CRH pour les granulats des bétons bouchardé et texturé

Fournisseur du béton
// Eqiom-Groupe CRH (Alfortville) pour le béton bouchardé

// Eqiom-Groupe CRH (Tolbiac) pour le béton texturé

Fournisseur du ciment
// Eqiom-Groupe CRH (Lumbres) pour le CEM III/A 42,5 N CE CP1 NF

// Eqiom-Groupe CRH (Lumbres) pour le CEM I 52,5 N CE CP2 NF

Fournisseur d'Aggreg'Art
Moderne Méthode

Fournisseur de produit de protection de sol
Grace (Pieri Early Protec)

Entreprise paysagiste
Parc Espace Rambouillet

À IVRY-SUR-SEINE, le béton embellit la place du Général-de-Gaule

Développé dans le cadre de la ZAC du Plateau, créée en décembre 2006 aux portes sud de Paris, à Ivry-sur-Seine, le projet Ivry Grand Place comprend un ensemble immobilier et une place publique dont les travaux de revêtement ont été confiés à Mineral Service. Inaugurée à l'automne 2015, celle-ci a la particularité d'accueillir une œuvre d'art signée Stefan Shankland, réalisée de manière inédite à partir du recyclage de 10 tonnes de gravats.

DE HAUT EN BAS ET DE GAUCHE À DROITE

// La place du Général-de-Gaulle, à Ivry-sur-Seine. Parmi les enjeux incontournables, la Ville souhaitait laisser une place à la voiture, en termes de stationnement comme de circulation.

// Trois types de bétons ont été retenus pour le revêtement de la place du Général-de-Gaulle : un béton brossé pour les zones piétonnes, un béton bouchardé, permettant le passage occasionnel de gros véhicules, et un béton hydrogommé pour la partie circulée de l'espace.

// Partie piétonne de la place du Général-de-Gaulle. Un important calepinage a dessiné de grandes transversales et assuré une disposition équilibrée des joints de dilatation – couverts et non recouverts – et de retrait.



Bordée d'immeubles neufs d'une dizaine d'étages, la place du Général-de-Gaulle s'étend sur 3 600 m², en retrait de la RD 5 qui relie Paris à Choisy-le-Roi. Le plateau rectangulaire est essentiellement piétonnier, traversé dans sa longueur par une voie circulée en double sens. Son aménagement, débuté en juin 2015 pour être finalisé en octobre, a été géré en cotraitance par Mineral Service et Fayolle, en collaboration avec le bureau d'études BATT et l'agence de projets d'urbanisme, de paysage et d'architecture Urbicus. « Nous avons travaillé très en amont du projet avec Urbicus, note Samuel Béard, chef de l'agence Haute-Normandie de Mineral Service. Tant pour le choix des bétons que pour la prise en compte de la question des joints – déterminante en termes de pérennité de l'ouvrage – dans le projet architectural. »

traduction que nous avons pu faire du cahier des charges de l'aménageur, en l'occurrence l'AFTRP (1), la place devait être la plus simple possible, à savoir surtout minérale, explique Rudy Blanc, l'architecte paysagiste ayant conduit le projet pour Urbicus. Elle devait aussi pouvoir accueillir des manifestations publiques. » Autre enjeu incontournable : la volonté de la municipalité de laisser une place à la voiture.

TROIS TYPES DE BÉTONS RETENUS

Trois types de bétons ont été retenus pour le revêtement : un béton brossé, qui se déploie sur les zones piétonnes, un béton bouchardé, qui permet le passage occasionnel de gros véhicules, et un béton hydrogommé, pour la partie circulée de l'espace. « Diverses contraintes techniques ont dû être prises en compte, relève Alexandre Lamarre, conducteur de travaux chez Mineral Service. Le fait de pouvoir proposer des voiries "toutes circulations" – on a utilisé du BC5, sur 18 cm d'épaisseur –, mais aussi d'être par endroits sur sous-sols puisqu'il y a un parking souterrain. » Outre son rendu esthétique – il est très lisse –, le béton hydrogommé a l'avantage d'être facile à entretenir : s'il peut être légèrement ouvert comme ici afin de favoriser l'adhérence des véhicules, « il limite la pénétration de tout ce qui est adjuvant, huile ou encore

(1) L'Agence foncière et technique de la région parisienne est devenue le Grand Paris Aménagement en août 2015.

S'appuyant sur l'orientation des bâtiments alentour – un large front bâti avec plusieurs percées –, la réflexion de l'équipe d'Urbicus s'oriente rapidement vers le dessin d'un espace monopenté au milieu duquel se succèdent trois grandes noues, plantées de végétaux appréciant les milieux humides, de type saule et autres graminées, qui permettent de récolter les eaux de ruissellement. « Selon la

TROIS QUESTIONS À STEFAN SHANKLAND

Qu'est-ce qui a motivé votre intérêt pour l'espace public ?

Il est lié à la question de la place de l'artiste dans des situations de mutation, c'est-à-dire en dehors de son atelier ou des institutions culturelles. Il a là un rôle important à jouer, non pas seulement en tant que producteur d'œuvres, mais en tant qu'expérimentateur.

La ZAC du Plateau porte le prototype d'une nouvelle démarche appelée HQAC. Quel est son concept ?

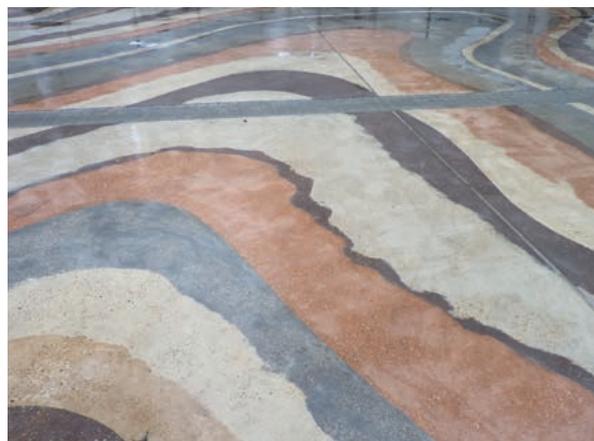
HQAC signifie « Haute Qualité Artistique et Culturelle ». J'en suis l'initiateur et elle a été mise en place à la fois avec la Ville d'Ivry et l'aménageur AFTRP. Il y a huit ans, nous avons choisi cette ZAC comme lieu d'expérimentation, avec la volonté de travailler de façon incrémentale. Cette démarche contractualise l'existence d'une action expérimentale intégrée aux phases de chantiers et s'articule autour d'une double réflexion sur la question de l'art dans l'espace public et sur l'identité d'une ville entrant dans un processus de mutation important.

L'implication des habitants était-elle importante à vos yeux ?

Tout à fait : à travers divers projets conduits dix-huit mois durant, il a toujours existé une forme de trio réunissant les acteurs traditionnels du chantier – de l'aménageur jusqu'aux entreprises –, la ville en dehors du chantier – les écoles environnantes, les riverains ou encore les 100 000 usagers par jour de la départementale voisine – et mon équipe artistique.

Plus d'informations :

<http://stefanshankland.com> et www.trans305.org



Détails de l'œuvre Marbre d'ici, de Stefan Shankland, réalisée à partir du recyclage de 10 tonnes de gravats récupérés lors de la démolition des bâtiments du quartier avant sa rénovation. Le motif ondulé évoque le lit de la Seine, qui passait là il y a 360 000 ans.

traces de pneus », précise Rudy Blanc. Enfin, un important calepinage a dessiné de grandes transversales et permis un juste équilibre technique dans la disposition des joints de dilatation – couverts et non recouverts – et de retrait.

■ MARBRE D'ICI, UN BÉTON INÉDIT

La particularité de ce chantier réside aussi dans la collaboration inédite nouée entre Mineral Service et l'artiste Stefan Shankland. Ce dernier est à l'initiative du projet TRANS305, un programme d'accompagnement artistique et culturel conçu dans le cadre de la ZAC du Plateau et dont

l'aboutissement est une œuvre intitulée *Marbre d'ici*, déployée sur 265 m² au cœur de la place. Divisée en 12 parcelles délimitées par des joints de dilatation et soutenue par une première structure bétonnée, elle est composée d'une série de bandes de béton de 2 cm d'épaisseur ; un matériau fabriqué à partir de 10 tonnes de briques, tuiles, pierres calcaires et autres gravats provenant de la démolition des bâtiments du quartier avant sa réhabilitation. « Nous les avons fait mettre de côté, confirme Stefan Shankland. Nous étions là aussi quand les archéologues sont tombés, lors de fouilles préventives,

sur le lit de la Seine datant d'il y a 360 000 ans. C'est ce qui a inspiré le motif ondulé de l'œuvre. » Les différents matériaux ont été concassés et travaillés au crible deux fois pour obtenir les granulats souhaités. « Puis nous sommes partis d'une base béton "classique" constituée de ces granulats, de sable et de ciment, associée à des matériaux plus spécifiques telles des microfibrilles et des résines fabriquées par Moderne Méthode sous l'appellation Aggreg'Art ; un mélange qui permet la réalisation de bétons minces », explique Samuel Béard. Les opérations de pesée ont été effectuées à 5 grammes près ! Ensuite, le coulage a été fait manuellement, en alternant une bande de béton sec et deux bandes béton frais (de couleurs différentes), avant que l'ensemble ne soit poncé puis recouvert d'une résine de protection.

Stefan Shankland précise avoir voulu « réinjecter quelque chose – le patrimoine matériel du siècle dernier et le dessin des méandres d'un fleuve antique – issu de temporalités autres que celles de la ZAC ». « Il s'agissait aussi de réintroduire cette notion d'un temps géologique, poursuit-il, de rapporter dans cet espace public des échelles qui le dépassent. Le motif, qui "déborde" de toutes parts, participe à évoquer ces lignes de force qu'on ne voit pas, mais qui façonnent le territoire. » ■

« LA PLACE DEVAIT ÊTRE LA PLUS SIMPLE POSSIBLE, À SAVOIR SURTOUT MINÉRALE. ELLE DEVAIT AUSSI POUVOIR ACCUEILLIR DES MANIFESTATIONS PUBLIQUES. »

Après défonçage, concassage et rabotage de l'ancienne chaussée, le liant LV-TS de Vicat est épandu sur le chemin du Bousquet.
.....

Gard : La Rouvière choisit le retraitement en place

À l'automne dernier, la mairie de La Rouvière, près de Nîmes (Gard), a fait procéder à la réfection d'une voie communale en recourant au retraitement en place à froid au liant hydraulique. Une opération réalisée par Eiffage TP Méditerranée à la satisfaction générale.



PRINCIPAUX INTERVENANTS



Maîtrise d'ouvrage

Mairie de La Rouvière

Maître d'œuvre

Mairie de La Rouvière

Entreprises

// Eiffage TP Méditerranée

// Ecostab (location d'engins)

Fournisseur du liant hydraulique

Vicat

Au Moyen Âge, le lieu-dit s'appelait Ecclesia Sancti-Martini de la Roveria. Désormais, la petite commune (7,9 km²), limitrophe de Nîmes et située à proximité du Gardon, se nomme tout simplement La Rouvière. Rurale et de plus en plus résidentielle, elle compte environ 600 habitants.

À l'ouest de la commune, le chemin du Bousquet, chemin communal, permet à la circulation automobile d'éviter le centre historique, où les rues sont étroites et les places de parking rares. Venant du sud par la D210, la voie d'abord étroite traverse un joli paysage de champs et de vignes avant de croiser la D210A, à l'entrée de l'agglomération. Elle s'élargit alors (entre 5 et 6 mètres), permettant une circulation à double sens, plus aisée. Les chemin du Bousquet et chemin des Combes permettent ensuite de rejoindre la D124 à fort trafic.

DEGRADATIONS

En octobre 2015, à l'initiative de la municipalité, le chemin du Bousquet situé à l'entrée de La Rouvière a fait l'objet d'une réfection totale à la grande satisfaction des usagers et des riverains. Technique

choisie : le retraitement en place à froid au liant hydraulique. « A l'origine, le chemin du Bousquet était un sentier pour les charrettes, explique Nicole Perrau, la maire de La Rouvière. Il est désormais utilisé comme itinéraire de contournement pour éviter le centre du village. Il a été élargi il y a une vingtaine d'années mais nécessitait une importante remise en état compte tenu de son usure. » En plus des voitures, la voie est aussi empruntée par des bus (transports scolaires et autres). Encadré d'un côté par un talus d'environ 2 m de hauteur et, de l'autre, par un fossé,

nouveau conseil auprès de CIMbéton. Évaluation faite, on m'a confirmé que ce chemin pouvait être retraité pour un résultat solide et durable. Nous nous sommes mis en quête d'une entreprise maîtrisant ce procédé dans notre région et nous nous sommes adressés à Eiffage TP Méditerranée. »

EXCELLENT RÉSULTAT

Marché passé, le chantier se déroule au milieu de l'automne, après sondages et études en laboratoire

LES 7 ÉTAPES DU RETRAITEMENT EN PLACE

Le retraitement des chaussées en place aux liants hydrauliques routiers est une technique d'entretien structurel. Elle consiste à valoriser les matériaux de la chaussée existante pour créer une structure homogène capable de supporter les sollicitations du trafic. L'ancienne chaussée est ainsi considérée comme un gisement de granulats et non comme un déchet.

Ce procédé se déroule selon le processus suivant :

- **La scarification** de la chaussée existante jusqu'à une profondeur déterminée par le dimensionnement.
- **L'ajout éventuel d'un correcteur granulométrique** lorsque la courbe granulométrique du matériau de la chaussée existante n'est pas inscrite dans le fuseau de la norme NF EN 13-285. Cette correction granulométrique permet d'avoir une bonne densification du matériau retraité et une optimisation du dosage en liant hydraulique.
- **L'humidification du matériau** d'une façon bien définie et précise pour avoir une teneur en eau correspondant à l'optimum Proctor.
- **L'épandage du liant hydraulique** (ciment ou liant hydraulique routier) selon le dosage défini par l'étude du laboratoire (kg/m²). Cette opération est réalisée à l'aide d'un épandeur doté d'un système de dosage volumétrique asservi à la vitesse d'avancement.
- **Le malaxage** est une opération qui consiste à mélanger intimement le ciment ou le liant hydraulique routier avec le matériau en place à l'aide d'un matériel spécifique (pulvimixeur) pour obtenir un matériau homogène sur toute l'épaisseur et si possible sur toute la largeur. Dans

ce dernier cas, l'opération doit être réalisée avec des machines perfectionnées de type ARC® 700 ou ARC® 1000 ou équivalent. Le malaxage du matériau est réalisé sur une profondeur telle que, une fois le matériau compacté, on obtient l'épaisseur déterminée par le dimensionnement.

- **Le compactage.** Pour réaliser correctement cette opération, trois différents compacteurs sont, en règle générale, nécessaires. Un compacteur lourd pour assurer la densification du matériau en fond de couche, un compacteur à cylindre lisse afin d'assurer la densification du matériau à la partie supérieure de la couche et, enfin, un compacteur à pneus pour assurer la bonne fermeture du matériau en surface et garantir ainsi une bonne finition. Il existe deux qualités de compactage : un **compactage q1** caractérisé par la plus forte densification du matériau (masse volumique moyenne $\geq 100\%$ de l'OPM ou masse volumique en fond de couche $\geq 98\%$ de l'OPM) et un **compactage q2**, moins puissant (masse volumique moyenne $\geq 97\%$ de l'OPM ou masse volumique en fond de couche $\geq 95\%$ de l'OPM). Le niveau de qualité du compactage dépend directement de la classe des compacteurs utilisés (la classe V4 et V5 pour un compactage q1 et la classe V3 pour le compactage q2).
- **La protection du matériau retraité.** Une couche de protection est ensuite appliquée sur la couche retraitée afin de la protéger des intempéries, de l'évaporation de l'eau et du trafic de chantier. Après durcissement de la couche traitée au ciment ou au liant hydraulique routier, une couche de surface à base de produit bitumineux est appliquée afin de garantir la fonctionnalité de la chaussée.

le chemin du Bousquet subit le ruissellement des eaux lors des précipitations qui peuvent être fortes dans la région. « Nous étions continuellement confrontés à l'apparition de trous ou de remontées d'eau. Le chemin a également beaucoup souffert lors des inondations de 2002 et de 2014, poursuit l'élue. À chaque fois, nous avons fait des réparations et, à chaque fois, les dégradations sont réapparues. »

« Nous avons donc décidé de faire des travaux de réfection plus conséquents. Le conseil municipal a fait le choix du retraitement en place à froid au liant hydraulique. Je connaissais cette technique, car elle m'avait été présentée par CIMbéton lors d'une conférence. J'avais trouvé cette approche tout à fait intéressante. J'ai pris de

permettant de déterminer les paramètres techniques de l'intervention (profondeur de retraitement, choix et dosage du liant...).

Il est lancé dans la deuxième quinzaine d'octobre 2015. « Nous avons bénéficié des vacances scolaires de la Toussaint, se rappelle Christophe Estrade, conducteur de travaux chez Eiffage TP Méditerranée, responsable du chantier. Cela a permis de neutraliser la circulation sans créer trop de perturbations pour les usagers et les riverains. »

Des travaux de préparation sont effectués. Puis une journée est consacrée à un premier décohesionnement (défonçage, concassage) et au rabotage de la chaussée.

« Sur une demi-chaussée, la structure était encore

acceptable, tandis que, sur l'autre partie, elle était abîmée et en mauvais état, détaille Christophe Estrade. Grâce à une remise au profil et un rabotage, nous avons pu procéder à une correction granulaire et retrouver une répartition uniforme des matériaux sur l'ensemble de la voie, sans changer son calibrage en largeur. »

L'atelier de retraitement intervient le lendemain. « Pour des questions de disponibilité du matériel, nous avons eu recours aux engins de la société Ecostab, une entreprise locale spécialisée dans le traitement de sols,

qui a permis d'obtenir de très bonnes performances en termes de portance, au-delà de 250 MPa. »

Parallèlement, une autre voie moins fréquentée, le chemin de Vallonguette situé non loin, bénéficie également d'un retraitement similaire sur une surface de 1 500 m², suivi de la mise en place d'un nouveau revêtement de type bicouche. Le revêtement utilisé pour finaliser l'opération de retraitement sur le chemin du Bousquet est un BBSG 0/10 appliqué à chaud avec une épaisseur de 6 cm.

« Nous avons bénéficié d'une météo très clémente.

En action sur le chemin du Bousquet, en octobre 2015, le « tracteur muni d'un malaxeur » loué à la société nîmoise Ecostab, spécialisée dans le traitement des sols.



basée à Nîmes », précise le responsable du chantier. Le convoi est composé d'une tonne à eau et d'un épandeur de liant hydraulique qui précède un « tracteur muni d'un malaxeur ». « Le liant choisi était un LV-TS de Vicat, un produit classique pour ce type de chantier, qui donne un excellent résultat. » Une niveleuse et un V4 assurent le réglage final de la chaussée, suivi d'un enduit de cure.

UNE PORTANCE « AU-DELÀ DE 250 MPA »

Une journée suffit pour traiter les 2 310 m² concernés sur une profondeur de 30 à 35 cm. « Après réglage et compactage, nous avons eu la possibilité de laisser reposer la chaussée retraitée durant une semaine, ce

Ce chantier s'est parfaitement déroulé », résume avec satisfaction Christophe Estrade pour Eiffage TP Méditerranée. Même avis du côté de la mairie. « Des élus du secteur sont venus assister au chantier pour mieux comprendre et apprécier les avantages de la technique du retraitement en place à froid au liant hydraulique, indique Nicole Perrau, la maire de La Rouvière. En ce qui nous concerne, nous sommes satisfaits par cette opération, dont les résultats sont conformes à nos attentes. Les riverains et les usagers nous ont également transmis de bons échos. Désormais, le chemin du Bousquet est beaucoup plus agréable à utiliser. » Une nouvelle réussite à mettre au bilan du retraitement en place à froid au liant hydraulique. ■

Retraitement en place : une première "anti-pollution" à Rouen

La vaste opération de réhabilitation lancée en 2011 et achevée l'an dernier dans la métropole normande a été l'occasion de confirmer l'efficacité d'une approche innovante pour résoudre le problème des chaussées polluées aux HAP : l'utilisation du retraitement en place à froid aux liants hydrauliques, associée au procédé « Recyclean® », un dispositif d'encapsulation et de protection par voie humide mis au point par Eiffage Route.

L'atelier de retraitement ARC® 1000 en action dans le quartier des Sapins à Rouen. Il s'agit de sa première utilisation en zone urbaine.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Ville de Rouen

Maîtrise d'œuvre

Ville de Rouen

Fournisseur du liant hydraulique routier

Ligex Duo et FPL - Calcia Italcementi

Entreprise

Eiffage Route

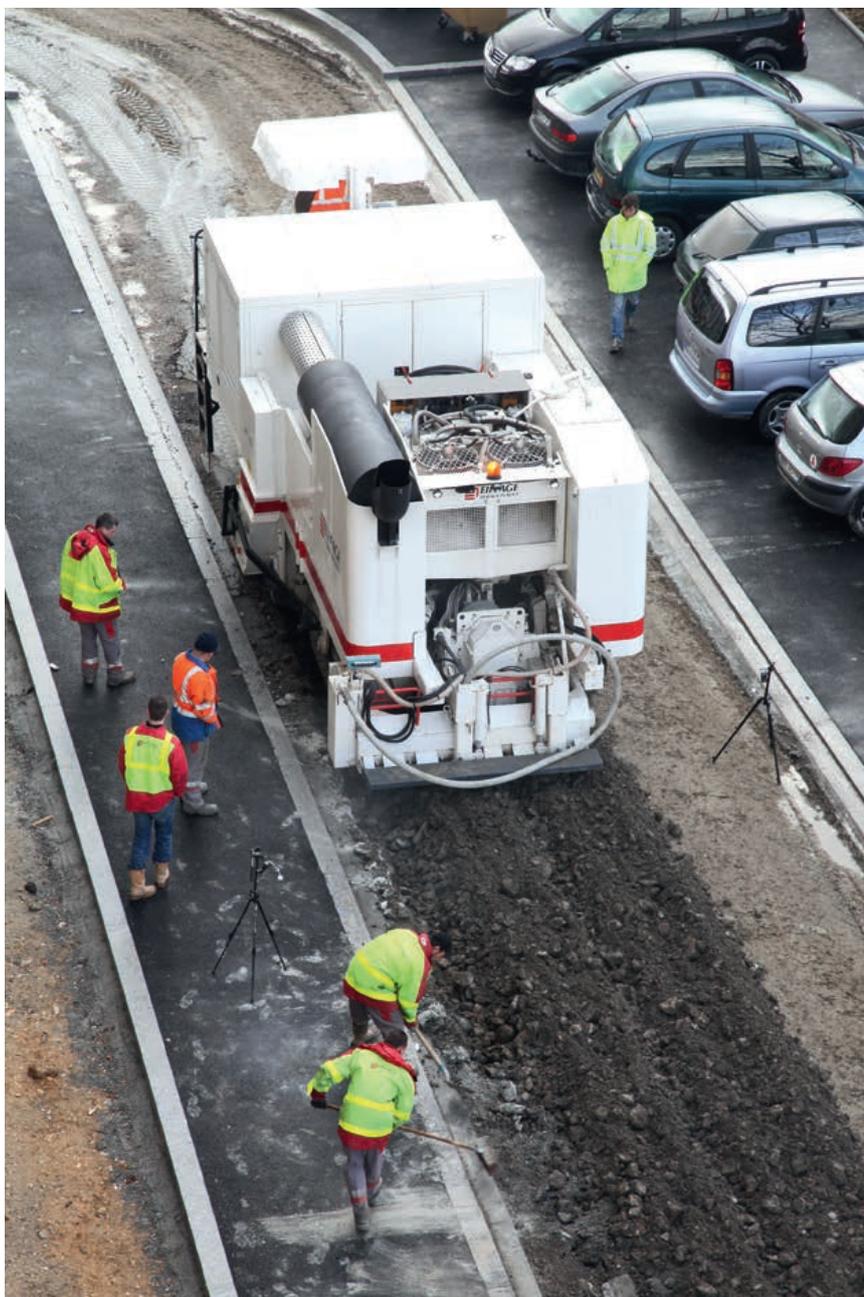
Sur les hauteurs de Rouen, à l'ouest de la commune, s'étend le quartier des Sapins, non loin des secteurs Châtelet, Lombardie et Grand'Mare. Ces zones résidentielles périphériques au tissu urbain vieillissant ont bénéficié de subventions (notamment européennes) pour améliorer le cadre de vie. Entamée en 2010-2011, une vaste opération de réhabilitation immobilière s'est déroulée sur plusieurs années (plantation d'arbres, création d'aires de jeux, etc.) et a été l'occasion de remettre à niveau la voirie.

« Nous en avons profité pour faire en sorte de redynamiser les circulations et d'ouvrir certaines voies pour désenclaver ces quartiers, en les ouvrant vers l'extérieur », explique-t-on à la mairie de Rouen.

Problème : l'appel d'offres étant passé et la société Eiffage ayant été mandatée, une pollution aux HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques, voir encadré) a été découverte dans les revêtements de plusieurs rues. « Le problème est apparu en cours de chantier », précise-t-on à la mairie.

TEST RÉALISÉ AU PAK-MARKER

La découverte n'était pas fortuite. « Nos équipes sont formées aux risques environnementaux. Elles ont détecté des odeurs anormalement fortes pouvant



être induites par la présence de goudrons dans la chaussée, explique Tenan Jasaroski, directeur technique régional d'Eiffage Route (région ouest). Un test réalisé au Pak-Marker (réactif coloré) a mis en évidence la présence de HAP dans les matériaux. Désormais, nous réalisons systématiquement ce type d'évaluation, par précaution. »

« NOUS AVONS AMÉLIORÉ ENCORE LA PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE DES MACHINES, GRÂCE AU PROCÉDÉ RECYCLEAN®. »

Dès lors, l'équation économique et technique du chantier changeait radicalement. « La première solution envisageable était d'envoyer ces matériaux en décharge de classe 1 (pour déchets dangereux, réglementée par l'arrêté du 30 décembre 2002, modifié en 2009), explique un interlocuteur de la mairie de Rouen. Mais ces installations d'enfouissement sont peu nombreuses

en France – il n'en existe que 16 – et ne sont pas forcément à proximité. D'où un surcoût important qui n'était pas envisageable. » Ainsi, pour une évacuation de matériaux en Centre d'enfouissement technique (CET) de classe 1, le transport peut atteindre environ 400 euros la tonne.

S'engage alors une vaste concertation avec les différents interlocuteurs (CETE Normandie-Centre, CETE Nord-Picardie, CEREMA, DREAL Normandie) pour tenter « d'inventer » une solution plus adaptée, la plus écologique et la moins coûteuse possible. Ces échanges, qualifiés de « fructueux » de part et d'autre, débouchent sur une double constatation.

// Premier constat : du point de vue de la réglementation, le fait de ne pas déplacer les matériaux permet de les réemployer et de ne pas les considérer comme des déchets. Ce faisant, leur localisation reste connue, identifiée et traçable.

// Second constat : du point de vue environnemental, il n'est pas logique de déplacer des déchets pollués en camions, générant ainsi une nouvelle pollution. Mieux vaut, si possible, les inérer et les réemployer sur place.

SYSTÈME DE BRUMISATION

Conclusion : la solution la plus intéressante pour la collectivité consistait donc à traiter les matériaux sur site grâce à un procédé adapté, sans risque

pour l'environnement et la santé des intervenants. « Nous disposons déjà du savoir-faire en matière de retraitement en place à froid aux liants hydrauliques grâce à nos ateliers de retraitement ARC® 700 et ARC® 1000. Nous devons nous assurer que nous pouvions utiliser ce procédé en présence de HAP, sans aucun risque pour nos équipes et pour les riverains », précise Tenan Jasaroski.

En effet, à température ambiante, les HAP ne présentent pas de risque particulier, ni en termes sanitaires ni en termes environnementaux. Mais, en cas de réchauffage, au moment du broyage par le rotor d'un atelier de retraitement notamment, ils peuvent se vaporiser et se diffuser dans l'air ambiant.

« De par leur conception, nos ateliers de retraitement de chaussées ARC® 700 et ARC® 1000 ont déjà pour caractéristique d'assurer un premier blocage très efficace des principaux polluants lors de l'incorporation de l'eau nécessaire au traitement. En effet, leur système unique de malaxeur longitudinal indépendant de l'outil de coupe constitue des systèmes en carters semi-fermés, positionnés sous le bâti de la machine », explique Tenan Jasaroski.

« Par ailleurs, poursuit-il, nous avons amélioré encore la performance environnementale des machines, grâce au procédé Recyclean®. Outre le traitement en place et à froid, les ateliers ARC® 700 et ARC® 1000 ont été dotés d'un dispositif leur permettant de protéger l'environnement et les personnels des risques de poussières ou d'émanation de vapeurs : à l'avant, l'ARC® Dosage, le semi-remorque qui comprend un réservoir d'eau et un silo de liant hydraulique, est porteur d'un système de brumisation qui permet d'humidifier légèrement la veine de liant répandue au sol. Derrière, la machine de traitement, elle, est protégée par un voile de brumisation périphérique plaquant les poussières et les vapeurs émises dans l'enceinte des carters de la machine. »

APPROCHE ENVIRONNEMENTALE

« Enfin, à l'issue du fraisage (25 cm de profondeur aux Sapins) et du malaxage, le traitement des matériaux au liant hydraulique routier aboutit à fixer les polluants dans la masse, par liaison cimentaire, avec une réduction des risques de lixiviation (extraction par l'eau ou un autre

LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

Les HAP sont des composés organiques constitués de deux ou plusieurs noyaux benzéniques. Du fait de leur tension de vapeur, ils peuvent se trouver dans l'air ambiant sous forme gazeuse ou particulaire. Issus de la distillation de la houille, les goudrons et dérivés ont été largement utilisés dans les revêtements routiers jusqu'à la fin des années 1990. Ils peuvent contenir de 10 à 50 % en poids de composés hydrocarbonés aromatiques polycycliques (HAP). Plusieurs d'entre eux, comme le benzo(a)pyrène, sont cancérigènes.

DEUX DISTINCTIONS

En 2015, le procédé Recyclean® a été lauréat du Comité Innovation Routes et Rues ainsi que du trophée FNTP-Le Moniteur dans la catégorie « Innovation technique et recherche ».

« LA MACHINE DE TRAITEMENT EST PROTÉGÉE PAR UN VOILE DE BRUMISATION PÉRIPHÉRIQUE PLAQUANT LES POUSSIÈRES ET LES VAPEURS ÉMISES DANS L'ENCEINTE DES CARTERS DE LA MACHINE. »

solvant) et de relargage. Les HAP sont encapsulés et le matériau, une fois traité, est recouvert d'une couche de roulement bitumineuse (en l'occurrence, 6 centimètres de BBSG - 0/10 classe III). Cette couverture annule tout risque d'émanation des HAP par abrasion du support ; ce revêtement étant très peu perméable, il élimine le risque de transfert des HAP par lessivage des goudrons résiduels », conclut le directeur technique régional d'Eiffage Route.

Les mesures réalisées autour de l'ARC® 1000 – cette machine a été utilisée pour la première fois en milieu urbain et dans l'enceinte d'une école située à proximité – ont prouvé l'efficacité du dispositif. L'impact du chantier n'excède pas les 10 mètres. La concentration des principaux polluants (naphtalène, benzo(a)pyrène) s'avère conforme à la réglementation pour les équipes et nulle pour les

riverains, y compris les écoliers.

« Nous avons fait quelques tests précédemment sur des petits chantiers, notamment sur la voie d'accès à l'aéroport de Rouen-Boos. Mais l'intervention dans le quartier des Sapins constitue une réalisation de grande envergure, qui valide intégralement notre approche environnementale », se réjouit Nicolas Gründer, conducteur de travaux Eiffage Route sur le chantier. Au total, fin 2014, une douzaine de rues avaient été retraitées, soit plus de 10 000 m² réalisés en plusieurs tranches, avec des rendements pouvant atteindre les 1 800 à 2 000 m²/jour.

En dépit d'un phasage parfois complexe, dû à l'importance de l'opération, les riverains ont également pu apprécier l'un des autres avantages du retraitement en place à froid : la réouverture quasi immédiate à la circulation, après épandage d'une émulsion gravillonnée. À l'heure où économie se conjugue avec écologie et respect du cadre de vie, cette technique, décidément adaptable et efficace, ajoute un nouvel atout dans son jeu. ■

Rue Henri-Saint-Pierre, sur environ 140 m, le chantier s'est déroulé à proximité immédiate de l'école des Sapins. Disposés sur des trépieds (ici, à côté des chenilles), des capteurs ont mesuré les concentrations en HAP émises lors du retraitement.



Saint-Paul-lès-Romans : béton matricé et sablé pour le centre commercial

Pour accompagner sa mise au goût du jour, l'hypermarché Leclerc de Saint-Paul-lès-Romans, près de Valence, dans la Drôme, s'est vu adjoindre un parvis en béton matricé un peu particulier.



Le parvis de l'hypermarché Leclerc fait l'objet d'un traitement résolument contemporain, avec du mobilier urbain en béton et une palette de trois couleurs : noir, gris et brun-rouge.

La vie des centres commerciaux est rythmée par les restructurations elles-mêmes générées par le développement de l'activité. À Saint-Paul-lès-Romans, l'hypermarché Leclerc a fait l'objet d'une vaste extension voici deux ans pour continuer de présenter ses plus beaux atours aux consommateurs de la région. « Le propriétaire du lieu et le directeur souhaitent tous deux quelque chose qui soit moderne en termes de revêtement pour l'entrée du centre commercial. Moderne mais aussi facile d'entretien et confortable, tant pour les piétons que pour la circulation des chariots », résume Gérard Dubœuf, de l'entreprise Sols Vallée du Rhône qui a assuré la réalisation du parvis. « Pour le maître d'ouvrage, il s'agissait d'étendre la surface de la galerie marchande sur l'avant du bâtiment et d'en profiter pour créer un parvis piéton et restructurer le parking », résume Olivier Pires, chargé d'affaires d'Al2B, le maître d'œuvre, qui a travaillé sur ce projet. « Il fallait relooker la galerie commerciale dont l'apparence avait pris pas mal de rides, en profiter pour créer de nouvelles cellules commerciales et gagner de la surface de vente. Nous sommes donc allés chercher un morceau de l'emprise nouvelle sur le parking pour gagner de la surface commerciale. Au-delà, nous avons créé un sas de 100 m² environ en imitation Corten qui fait le lien entre la zone de stationnement et la galerie proprement dite, ainsi qu'une fausse façade. » Le tout donc pour densifier l'offre commerciale en ajoutant potentiellement 6 à 7 boutiques nouvelles à celles déjà présentes dans la galerie.

PRINCIPAUX INTERVENANTS



Maîtrise d'ouvrage

SAS Roudaut

Maître d'œuvre

Al2B

Réalisation des bétons décoratifs

Sols Vallée du Rhône

Fournisseur du béton et du ciment

Vicat



Le béton noir imprimé en motifs légers est traversé par une bande de guidage au sol pour sécuriser le déplacement des personnes aveugles ou malvoyantes (PAM). À l'arrière du banc en béton, une bande d'éveil à la vigilance (BEV).

CRÉER UN PARVIS

À l'origine, le centre commercial se présentait comme nombre d'autres équipements de même facture construits dans les franges des agglomérations depuis les années 1970. Avec, à ses pieds, un vaste parking en enrobé peu gracieux. « Nous avons alors proposé de créer un véritable parvis qui soit uniquement réservé à la circulation des piétons. En essayant de faire en sorte que ce parvis sorte du cadre des parvis ordinaires. C'est pour cela que nous avons fait appel à plusieurs matériaux pour dépasser l'aspect de l'enrobé ou du béton désactivé », poursuit l'architecte. « C'était cela l'idée, trouver quelque chose qui sorte de l'ordinaire et soit plus qualitatif, ce qui a guidé notre choix vers le béton matricé, moins courant. » Pour Olivier Pires, la palette de coloris disponibles a aussi orienté le choix vers ce matériau. « Cela nous permet de nous inclure dans les tendances du moment et de mieux marier le parvis avec l'ambiance générale du lieu que

nous cherchions à obtenir », poursuit le chargé d'affaires. « Habituellement, la matrice vient en surépaisseur et crée un motif en creux. Là, il fallait que nous puissions conserver la planéité du sol, pour éviter la rétention de l'eau les jours de pluie et après, mais aussi pour que le parvis reste roulant confortablement pour les chariots des consommateurs », précise-t-il encore. Deux couleurs ont été retenues pour l'ensemble du parvis, le noir et un brun-rouge qui renvoie à la couleur de l'entrée en imitation Corten.

DEUX COUCHES

« La solution retenue a été la réalisation d'une dalle de béton de 13 cm, un C 30/35 en sous-couche couverte d'une couche de béton Exfolia spécialement destiné à être imprimé et sablé. » Le béton noir a été « imprimé » en motifs légers, de façon classique, et le béton brun-rouge, traité différemment, grâce à des pochoirs et à un sablage de la surface « justement pour ne pas marquer le sol en profondeur et juste jouer sur l'aspect grainé du sablage »,



Le béton brun-rouge renvoie à la couleur de l'entrée en imitation Corten. Il a été traité grâce à des pochoirs et à un sablage de la surface « pour ne pas marquer le sol en profondeur ».

ajoute Gérald Dubœuf. « Pour protéger l'ensemble, nous avons appliqué sur la surface une résine de protection pour la pérennité. » S'étant déroulée en deux mois, la mise en place du parvis n'a pas soulevé de problèmes particuliers, si ce n'est dans la coordination des travaux.

La prouesse de l'entreprise a été de permettre l'ouverture des magasins pendant toute la durée des travaux, un bon mois à raison de 40 m² par jour. « Nous avons dû plancher très sérieusement sur le phasage des travaux, notamment pour l'application de la résine. »

« Cerise sur le gâteau », avec une belle plus-value esthétique, les bandes PAM qui permettent aux personnes mal et non voyantes de circuler ont été réalisées grâce à un sablage pour créer la différence de texture nécessaire au cheminement à bout de canne. « Nous avons sablé le béton jusqu'aux agrégats de façon à créer cette différence de texture nécessaire. »

Une fois terminée, la dalle du parvis propose donc ce duo de couleurs noir et brun-rouge. Le noir est à peine matricé, le brun-rouge strié par des vaguelettes sablées qui lui donnent un dynamisme inhabituel. Et jusqu'à la bande PAM qui vient griffer d'un blanc éclatant la couleur du béton brut, l'ensemble posé au pied de la nouvelle entrée du centre commercial. Une belle réalisation. ■



Pour prévenir la fissuration, des joints ont été minutieusement sciés autour de ce regard.

Quelque 30 000 m² d'écrans SOUND TRAC ont déjà été installés en Île-de-France, notamment dans l'Essonne (à Lognes et à Saint-Michel-sur-Orge, le long de la RN 104, ainsi que depuis deux ans entre Arpajon et Longjumeau, sur la RN 20) ou dans le Val-de-Marne (à Orly).



TRAC : un "béton caoutchouc" anti-bruit et anti-vibrations

Le groupe Rincet a développé un procédé qui permet d'obtenir un « composite inverse » à base de ciment et de caoutchouc recyclé. Baptisé « TRAC », ce nouveau matériau permet de réaliser des murs anti-bruit performants et « écologiques » qui équipent déjà plusieurs grands axes routiers d'Île-de-France. D'autres applications – notamment anti-vibrations – sont en cours de développement.

La directive européenne 1999/31/CE du 26 avril 1999 interdit la mise en décharge des pneus usagés, tandis que les articles R 543-137 et suivants du Code français de l'environnement imposent leur valorisation. Les distributeurs doivent reprendre gratuitement un tonnage de pneus usagés égal à celui des pneus neufs qu'ils ont commercialisés l'année précédente. Cela concerne environ 170 000 tonnes de pneus usagés, non dégradables, chaque année dans l'Hexagone. Que faire de ce gigantesque gisement ? Le groupe Rincet (voir encadré) a trouvé une réponse à la fois innovante, efficace et écologique. Son nom : TRAC, pour Tyre Recycled Agglomerated Cement.

Le procédé TRAC, en apparence paradoxal, consiste « à assembler un matériau organique déformable avec un liant minéral rigide » pour réaliser un matériau de construction « à la fois massif et souple ». Il est obtenu par l'agglomération de granulats de caoutchouc avec une pâte cimentaire. Issus du recyclage de Pneumatiques usagés non rechapables (PUNR), ils sont d'une taille variant entre 1 et 5 mm, moins coûteux à fabriquer que des particules fines de caoutchouc, et liés à l'aide d'une matrice hydraulique de type ciment ou liants hydrauliques. Ces granulats font l'objet d'un cahier des charges très précis définissant leurs caractéristiques intrinsèques et de fabrication, notamment en termes de fuseau granulométrique, coefficient de forme, propreté et caractéristiques de surface.



DE GAUCHE À DROITE

// Réalisables en plusieurs couleurs (gris ciment, vert et, ici, rouge), les panneaux peuvent être végétalisés, jusqu'à être complètement dissimulés sous le feuillage.

// Des poteaux de soutien en forme de H maintiennent les panneaux d'un poids unitaire de 2,5 tonnes, qui sont rigidifiés grâce à un voile de béton de 10 cm, situé à l'arrière. Ils sont équipés de grilles anti-tags.



■ TRÈS RÉSISTANT AU VIEILLISSEMENT

Le principe de formulation – intégrant uniquement des granulats caoutchouc et une pâte cimentaire – vise, en enrobant les granulats, à obtenir un comportement du produit final proche de celui du caoutchouc. Résultat : un matériau durci aux propriétés originales et pérennes qui, du point de vue environnemental, s'inscrit dans une démarche de développement durable.

Les caoutchoucs entrant dans la composition des pneumatiques étant bien protégés contre les UV, TRAC s'avère être un matériau imputrescible, résistant aux intempéries et au vieillissement (entre 30 et 40 ans de durabilité « minimale »). Avec une température de « transition vitreuse » du granulat de l'ordre de - 45 °C, TRAC est également peu sensible aux basses températures. Avec deux composants seulement (caoutchouc et ciment), facilement dissociables, le matériau est également 100 % recyclable.

Par ailleurs, la fabrication de TRAC n'exige pas de technologie ou d'investissement spécifiques. L'aggloméré « béton/granulats » est élaboré dans des centrales à béton traditionnelles (préfabrication ou BPE) et transportable dans des toupies standards. À noter : sa mise en œuvre peut s'effectuer sur des plans inclinés.

■ MURS OU ÉCRANS ANTI-BRUIT

TRAC est préfabricable en usine, en tant que mélange moulé, coulé ou compressé. C'est sous cet aspect – dénommé SOUND TRAC – qu'il connaît son application la plus courante aujourd'hui, sous la forme d'écrans anti-bruit.

Les premières installations expérimentales ont été financées en partie par le Critt Île-de-France et l'Anvar.

Les essais supervisés par le Laboratoire régional de l'Ouest parisien des Ponts et Chaussées (LRQP), le Centre de transfert de technologie du Mans (CTTM) et le Laboratoire de recherche et de contrôle du caoutchouc et des plastiques (LRCCP) ont mis en évidence une absorption pouvant atteindre 40 décibels sur des bandes de fréquences larges et les sons graves notamment. « Grâce à la porosité de la surface, les ondes acoustiques pénètrent physiquement dans le matériau où elles trouvent un grand nombre de possibilités pour circuler et donc pour perdre leur énergie. La matrice piège les sons », résume Pascal Oger, directeur de Rincet BTP Services Matériaux, l'agence spécialisée qui pilote le développement de TRAC. Quelque 30 000 m² d'écrans SOUND TRAC ont déjà été installés en Île-de-France, notamment dans l'Essonne (à Lognes et à Saint-Michel-sur-Orge, le long de la RN 104, ainsi que depuis deux ans entre Arpajon et Longjumeau, sur la RN 20) ou dans le Val-de-Marne (à Orly).

Rincet BTP Services Matériaux, titulaire du savoir-faire et des droits de licence, instruit et délivre les agréments de fabrication sur demande afin de permettre le développement de TRAC sur tout le territoire. Un cahier des charges précis de fabrication est disponible à cet effet.

À titre d'exemple, le process de préfabrication, réalisé par CAPREMIB, est simple : « Après malaxage, le mélange caoutchouc-pâte cimentaire est placé dans un moule à l'horizontal. Un voile de béton de 10 cm d'épaisseur est coulé dessus, pour constituer l'arrière du panneau et rigidifier l'ensemble en tant qu'élément structurant. Le démoulage s'effectue 24 heures après. » Cadence de production : « Une quinzaine d'écrans par jour. »



Montés seuls ou par deux, l'un sur l'autre, les panneaux protègent les zones résidentielles des tronçons où la circulation est la plus bruyante.



Pascal Oger, directeur de Rincet BTP Services Matériaux.

LES EXPERTISES DU GROUPE RINCENT

Groupe indépendant d'ingénierie créé en 1996 par Jean-Jacques Rincet (ancien de CEBTP), spécialiste du contrôle des fondations spéciales, Rincet emploie environ 250 personnes. Basé à Evry, il possède un réseau d'une trentaine d'agences implantées en France, au Brésil et en Afrique. Il réalise 25 % de son chiffre d'affaires à l'étranger et exerce ses compétences dans trois principaux secteurs : l'expertise béton, l'expertise chaussée et l'environnement.

Ensuite, sur les lieux de l'installation, il suffit de réaliser les fondations, d'installer des poteaux de soutien en H et d'assembler le tout. « C'est de la manutention. » Les écrans, d'une dimension d'environ 4 m x 2 m et d'un poids unitaire de 2,5 tonnes, sont montés seuls ou, si besoin, par deux, l'un sur l'autre le long des tronçons les plus bruyants en général pour protéger les zones résidentielles. Ils sont ornés de dessins géométriques en relief ou de tracés en courbe qui piègent plus facilement certains bruits routiers... Dotés de grilles anti-tags, une solution efficace contre les graffitis, ils sont réalisables en plusieurs couleurs (gris ciment, vert, rouge) et aisément végétalisables. Ainsi, sur la RN 20, certains sont entièrement dissimulés par les plantes.

À leur sommet se trouve une couverture, aux formes rondes, de type boudin cylindrique, qui intercepte les ondes sonores qui frôlent le haut des écrans... Quel que soit le cas de figure, « le rendu esthétique est bon », se félicite le directeur de Rincet BTP Services Matériaux. Dernier avantage : « Une fois installés, ces écrans ne nécessitent aucun entretien. »

■ MATÉRIAUX AMORTISSANTS

Les études menées par le Laboratoire régional de l'Ouest parisien des Ponts et Chaussées (LROP) ont mis en évidence une autre propriété intéressante de TRAC : celle d'être un matériau amortissant efficace pour les infrastructures de transports lourds, de type tramway. Pour cet usage, il peut être envisagé de réaliser une structure constituée d'une couche de base en matériau TRAC surmontée d'une couche de béton sur laquelle est fixée la voie de roulement (ou les rails). C'est cette dernière qui assure la répartition des contraintes

verticales de compression lors du passage des véhicules. Les simulations réalisées dans ce domaine par Rincet s'avèrent convaincantes.

Cette possibilité d'exploiter les qualités « anti-vibratoires » de TRAC consiste à réaliser des dalles préfabriquées, assorties de fiches techniques et destinées à des domaines bien spécifiques. « Dans ce cas précis, on fait travailler le granulats caoutchouc pour ce qu'il est, c'est-à-dire pour sa capacité à transformer une énergie vibratoire (mécanique) en énergie calorifique (chaleur) », commente Pascal Oger. Actuellement en test dans le Sud-Ouest, cette nouvelle version – baptisée SUBTRAC – entrera en phase industrielle à l'horizon 2017.

Dès lors, de nombreuses applications plus standardisées sont envisageables, aussi bien dans le domaine de l'insonorisation que de l'anti-vibration, voire de la thermorégulation : chapes ou sous-couches résilientes, sols sportifs, sites industriels ou exposés à de fortes variations de température, bâtiments bruyants...

■ MATÉRIAUX PARASISMQUES

Autre domaine dans lequel TRAC pourrait s'avérer très performant : le parasismique. « Nous réfléchissons à des produits normalisés capables de renforcer la sécurité parasismique dans des habitations de type pavillon R+1 dans des régions comme le Sud-Est de la France, où le risque est plus important qu'ailleurs, commente le directeur de Rincet BTP Services Matériaux. Une nouvelle réglementation, plus exigeante, est entrée en vigueur en mai 2010, et nous pouvons apporter des réponses. Dans ce domaine, comme dans d'autres, nous sommes ouverts au partenariat... » ■

BCR Surface Pro s'applique sur la surface juste avant le passage de la truelle mécanique, avec un pulvérisateur à grand débit. Il permet au béton d'être taloché fin, avec suffisamment de pâte cimentaire en surface pour recevoir une finition balayée traditionnelle.



LE BÉTON COMPACTÉ ROUTIER (BCR) fait peau neuve

Un nouvel adjuvant de surface (BCR Surface Pro) mis au point par Moderne Méthode permet d'améliorer les finitions esthétiques du BCR tout en augmentant ses performances et sa durabilité. Un nouvel avantage compétitif pour ce béton très résistant qui, par ailleurs, ne manque pas d'atouts !

L'utilisation du béton pour la réalisation d'infrastructures routières suscite un intérêt sans cesse croissant, en France et dans le monde. Ce succès tient à ses multiples avantages. En premier lieu, la polyvalence : il permet de réaliser une vaste gamme de voies, de l'autoroute à la chaussée urbaine en passant par les axes secondaires ou les voiries rurales, forestières, agricoles ou de lotissement.

Ensuite, les nombreux avantages procurés aux usagers, aux maîtres d'œuvre et aux maîtres d'ouvrage :

- // un niveau de service élevé, associé à un haut niveau de sécurité (adhérence par tous les temps, absence d'orniérage, bonne visibilité due à une bonne réflexion de la lumière) ;
- // un bilan économique à long terme favorable procuré par sa durabilité (résistance à la chaleur, au froid et au gel), sa solidité (résistance aux charges, à l'érosion et aux agressions chimiques) et son entretien réduit ;
- // une intégration environnementale, avec l'utilisation de granulats locaux ;
- // une réalisation normée (NF P 98-128 du 9 août 2014) et une mise en œuvre rapide.

À partir des mêmes constituants, il est possible d'obtenir une grande variété de bétons aux caractéristiques adéquates pour une utilisation routière. On peut ainsi recourir à un béton perré (dosé de 300 à 350 kg de ciment par m³), à du béton fluide de composition classique (avec incorporation d'un fluidifiant), un béton poreux (porosité entre 15 et 30 %) ou encore un béton compacté, réputé pour sa résistance et sa durabilité. C'est pour ce béton, qui cumule de nombreux avantages (voir encadré), que la société Moderne Méthode vient de mettre au point un adjuvant de nouvelle génération, qui en facilite grandement la mise en œuvre.

LE BÉTON COMPACTÉ ROUTIER (BCR)

Mais d'abord, un rappel. Le béton compacté routier (BCR) est obtenu avec les mêmes constituants de base que le béton classique, à savoir un mélange de :

- // ciment : conforme à la norme NF EN 197-1, de type CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV ou CEM V ;
- // granulats : conformes aux normes NF EN 12522 et NF P 18 545. Ils constituent 75 à 85 % du volume total, et peuvent être roulés (sable siliceux) ou concassés

10 ATOUTS DU BCR

CARACTÉRISTIQUES	AVANTAGES
Forte résistance à la flexion (de 3,5 MPa à 6,9 MPa)	Supporte de lourdes charges répétées sans s'affaisser et répartit la charge sur la couche de forme aux endroits où celle-ci est moins ferme, ce qui réduit les frais d'entretien et les interruptions.
Forte résistance à la compression (de 28 MPa à 69 MPa)	Supporte les charges concentrées lourdes et l'impact de matériel minier, industriel ou militaire lourd.
Forte résistance au cisaillement	Élimine l'orniérage et les réparations qui s'ensuivent.
Haute densité, faible absorption	Garantit une excellente durabilité en dépit des gels/dégels et élimine les infiltrations à travers le revêtement.
Faible teneur en eau, faible rapport eau/ciment	Augmente la résistance, réduit la perméabilité et accroît la durabilité et la résistance aux attaques chimiques.
Emboîtement solidaire des granulats	Assure une forte résistance au cisaillement au niveau des joints et des fissures, ce qui empêche les déplacements verticaux ou les cassures.
Pas d'armature d'acier, pas de goujons	Accélère et simplifie la mise en place, réduit le coût et élimine le besoin de mesures destinées à limiter la corrosion de l'armature d'acier.
Pas de coffrage	Accélère les travaux, réduit le coût et la main-d'œuvre.
Pas de joints moulés	Accélère les travaux, réduit le coût. (Des traits de scie dans le revêtement préviennent les fissures.)
Surface rigide, durable et claire	Résiste à l'abrasion, élimine la couche de roulement et réduit donc le coût. La clarté de la surface réduit les besoins d'éclairage dans les parcs de stationnement et les aires de stockage.

(sable calcaire, gravier, grave...). Pour limiter les problèmes de ségrégation et en vue d'une meilleure qualité de surface, la dimension maximale du granulat doit être inférieure à 20 mm et le fuseau granulométrique divisé en plusieurs fractions (exemple : 0/3-3/8-8/16). Toutes les fractions doivent avoir un indice de concassage supérieur à 30 % dans le cas d'un trafic faible et environ 100 % dans le cas d'un trafic élevé. Ces granulats ont un indice de plasticité non mesurable et une teneur en matière organique inférieure à 0,2 % ;

// eau : conforme à la norme NF P 98 100, le BCR est un béton sec à affaissement nul. Sa teneur en eau doit donc être faible ;

// éventuellement, adjuvants : dans des proportions spécifiques et avec précaution. En effet, la durée courte de malaxage et la faible quantité d'eau limitent l'effet de ces adjuvants, d'où une augmentation du dosage pour en accroître l'efficacité.

Les plus courants sont des retardateurs de prise, permettant d'augmenter la durée de transport et de mise en place du béton, de maintenir longtemps la consistance recherchée du BCR ou de ménager la contrainte des reprises de bétonnage. D'autres sont des réducteurs d'eau permettant une amélioration de l'homogénéité de la pâte. Les accélérateurs de prise sont peu utilisés et les fluidifiants exclus, car ils peuvent provoquer un ressuage ou une déformation excessive à la suite du compactage.

■ GAIN ESTHÉTIQUE TRÈS APPRÉCIABLE

Dans ce domaine des adjuvants, le dernier-né de Moderne Méthode, leader européen des bétons décoratifs, marque une évolution décisive. Selon son concepteur, BCR Surface Pro change la donne en offrant deux avantages ultra-compétitifs.

D'abord, il offre un gain esthétique très appréciable car il permet au béton d'être taloché fin, avec suffisamment de pâte cimentaire en surface pour recevoir une finition balayée traditionnelle. Il peut également être teinté pour renforcer l'apparence de revêtement traditionnel coloré.

Ensuite, il procure un gain plus directement économique en augmentant les performances et la durabilité du matériau. Les tests réalisés par la société soulignent l'amélioration de la résistance de

surface aux cycles de gel/dégel, ainsi qu'aux attaques chimiques et à l'usure par abrasion.

« C'est une innovation décisive qui apporte une plus-value importante au béton compacté routier, se réjouit Frédéric Ljung, le PDG de Moderne Méthode, basée à Saint-Souplet (Seine-et-Marne). La fonctionnalité et la dimension économique du BCR alliées à l'esthétisme du dallage béton coulé sur place rendent ce procédé unique. Ce nouvel adjuvant favorise le développement de la pâte cimentaire pour une meilleure finition, augmente la résistance à l'abrasion, crée une surface plus dense et moins perméable et donne au BCR une surface fermée, lisse ou balayée. »

■ EFFICACITÉ AVÉRÉE

Moderne Méthode a fait réaliser des tests indépendants sur des chantiers récents, en conditions réelles, qui confirment les bonnes performances de son adjuvant. Pour le BCR choisi, une moitié de la surface a été traitée avec le nouveau produit et finie à la talocheuse mécanique, l'autre moitié n'a pas été traitée et finie traditionnellement au rouleau. Après 28 jours, les échantillons ont été découpés et examinés en laboratoire.

Résultats : la résistance à l'écaillage du BCR traité et exposé aux produits chimiques de déverglage a bondi de 84 %, tandis que le cycle gel/dégel accéléré dans l'eau a progressé de 15 %. Les résistances à l'impact (+ 49 %) et à l'abrasion (+ 23 %) ont été grandement améliorées, tout comme la résistance à la pénétration d'ions de chlorures (+ 34 %).

Cette efficacité avérée se double d'une utilisation aisée. « Conditionné en bidons de 210 litres ou en conteneur IBC de 1 000 litres, BCR Surface Pro s'applique sur la surface juste avant le passage de la truelle mécanique, avec un pulvérisateur à grand débit. Il suffit ensuite de s'assurer que l'adjuvant a bien été mécaniquement intégré dans la surface avant d'entamer les finitions sur la pâte cimentaire additionnelle ainsi générée », résume Frédéric Ljung. Simplicité et efficacité.

Pour en savoir plus : www.moderne-methode.com ■



// REMUE-MÉNINGES

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

PROBLÈME N°135

Du soleil à l'atome

Le problème consiste à déterminer combien de fois il faut diviser, en parties égales, un objet pour obtenir des particules de la taille d'un atome.

Supposons que l'objet en question est notre cher soleil dont le rayon est estimé à environ 10^9 m. Imaginons que l'on puisse diviser le soleil en deux parties égales. Puis chaque partie est, à son tour, divisée en deux parties égales. Et ainsi de suite... Combien de divisions successives faut-il opérer pour obtenir des particules de la taille d'un atome, dont le rayon est estimé à environ 10^{-10} m ?

SOLUTION DU REMUE-MÉNINGES DE ROUTES N°134

RAPPEL DU PROBLÈME POSÉ

Le rectangle

Soit un rectangle dont la longueur « X » et la largeur « Y » sont des nombres entiers.

Calculer « X » et « Y » pour que le nombre exprimant le périmètre du rectangle soit égal à celui qui exprime sa surface.

SOLUTION

L'énoncé précise que le périmètre du rectangle est égal à sa surface. On a donc l'équation suivante : $2(X + Y) = XY$

$$D'où : X = \frac{2Y}{Y-2}$$

Puisque les nombres « X » et « Y » doivent être positifs, le nombre (Y - 2) doit l'être également. D'où : Y > 2.

Reprenons l'équation :

$$X = \frac{2Y}{Y-2} = \frac{2(Y-2) + 4}{Y-2} = 2 + \frac{4}{Y-2}$$

Puisque « X » est un nombre entier, l'expression $\frac{4}{Y-2}$ entier. (Y - 2) doit diviser le nombre « 4 ».

Mais, avec Y > 2, cela n'est possible que si « Y » est égal à « 3 » ; « 4 » ou « 6 ».

Les valeurs correspondantes de « X » sont « 6 » ; « 4 » ; « 3 ».

Ainsi, le rectangle recherché est soit :

// Un rectangle dont les côtés sont respectivement égaux à « 3 » et « 6 ».
// Un carré dont le côté est égal à « 4 ».



// AGENDA 2016

CONFÉRENCES TECHNIQUES POUR LA VALORISATION DES MATÉRIAUX EN PLACE À FROID AUX LIANTS HYDRAULIQUES

Carcassonne : 28 avril • La Rochelle : 19 mai •

Nice : 29 septembre • Tours : 13 octobre •

Bar-le-Duc : 9 novembre

Invitations disponibles sur simple demande auprès de CIMbéton

CONGRÈS DE L'IDRRIM ET SALON INTERROUTE & VILLE

Le Congrès de l'IDRRIM et le Salon Interoute & Ville se tiendront à Paris - Porte de Versailles du 14 au 16 juin 2016.

Pour sa 3^e édition, le Congrès de l'IDRRIM, qui se déroulera uniquement les 14 et 15 juin 2016, sera centré sur la transition énergétique : « Des infrastructures indispensables, innovantes et engagées pour la transition énergétique ».

CIMbéton et ses partenaires participent au Salon Interoute & Ville à travers un stand (Hall 1.3 - C 009) où ils seront heureux de vous accueillir.



// VIENT DE PARAÎTRE

LOGICIEL

Le logiciel de comparaison économique et environnementale vient d'être enrichi d'un nouveau module de comparaison, à savoir la technique de traitement des sols en assises de chaussées versus les techniques à base de matériaux traditionnels. Ce logiciel, libre de droit, est accessible via le site : lhr.cimbeton.net

PUBLICATIONS

// L'adhérence des chaussées, état de l'art et recommandations – CEREMA/IDRRIM ; 2015.

À commander auprès du bureau de vente de la DTecITM

Collection Références - Décembre 2015 - 59 pages -

ISBN : 978-2-37-180-073-9 - Prix de vente : 48 €.

// Note d'information IDRRIM N°30 : Application des normes révisées NF EN 14227-Parties 1 ; 2 ; 3 et 5 « Mélanges traités aux liants hydrauliques – Spécifications » ; Février 2016.



// SUR LA TOILE

UN SITE ENTIÈREMENT DÉDIÉ AUX LHR

Découvrez la nouvelle version du site Internet dédié aux techniques de valorisation des matériaux en place à froid aux liants hydrauliques routiers (LHR).

lhr.cimbeton.net



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

Site dédié à la valorisation des matériaux aux liants hydrauliques : lhr.cimbeton.net