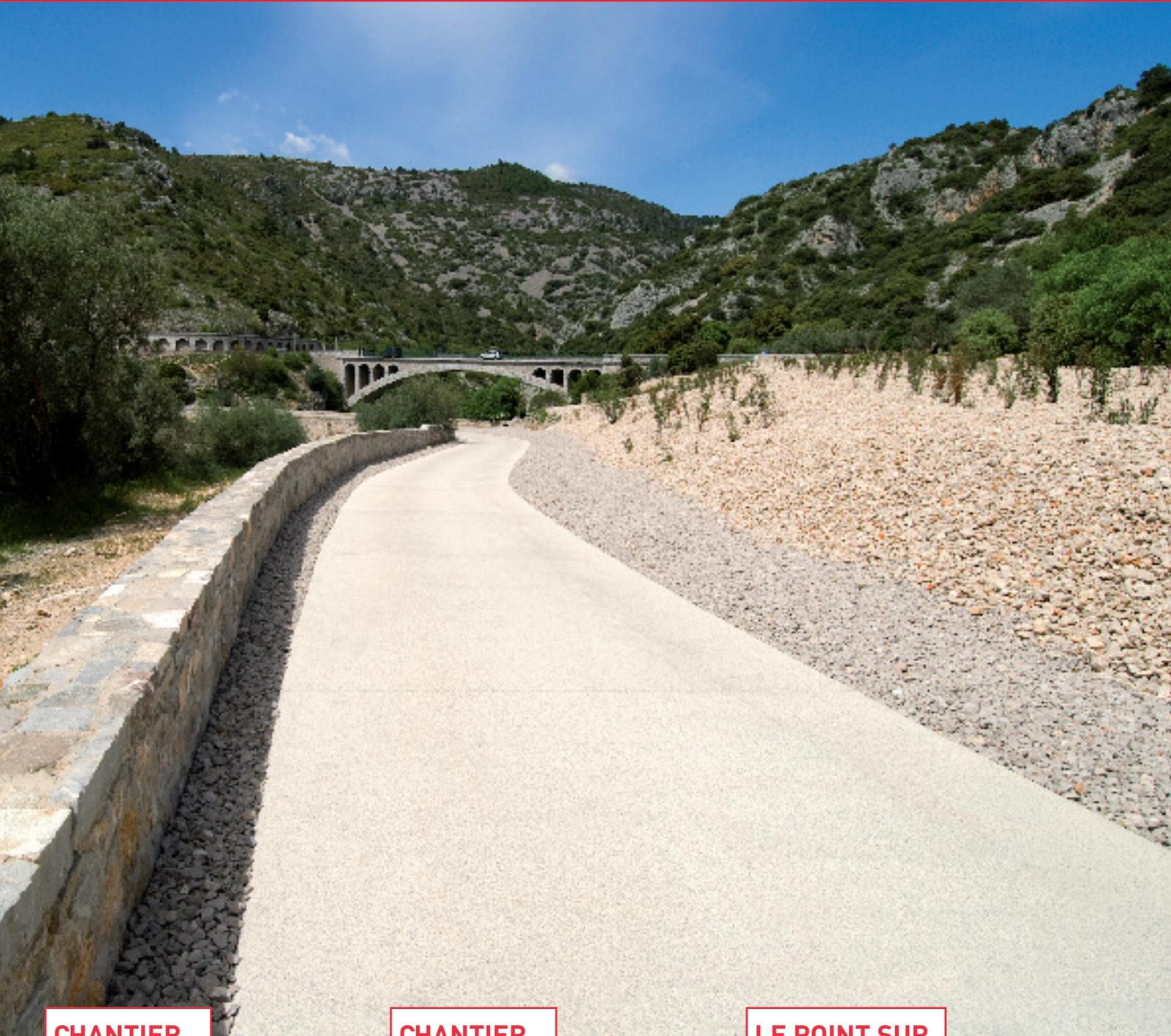


# ROUTES

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



## CHANTIER

Plan-de-la-Tour (Var) :  
des chemins communaux  
retraités au liant hydraulique  
routier sans couche  
de roulement

## CHANTIER

Tunnel de La Coupière sur  
l'A8 : un béton fluide  
à prise rapide pour enfouir  
une poutre technique

## LE POINT SUR

Hérault : un superbe écrin  
en bétons sablé et désactivé  
pour le Pont du Diable

## 2 ÉDITORIAL

### 3-5 LE POINT SUR



Hérault : un superbe écrin en bétons sablés et désactivés pour le Pont du Diable

### 6-7 RÉFÉRENCE



Oise  
Compiègne : quatre réalisations en bétons stabilisés et désactivés

### 8-10 RÉFÉRENCE



Hauts-de-Seine  
Boulogne-Billancourt : un square en béton dépolluant conçu à l'image des vitraux de l'église mitoyenne

### 11 RÉFÉRENCE



Vaucluse  
Oppède : une rue en béton désactivé bien intégrée dans un site historique

### 12-13 CHANTIER



Vendée  
La Roche-sur-Yon : un dallage industriel en béton à hautes performances mécaniques et à retrait maîtrisé

### 14-15 CHANTIER



Alpes-Maritimes  
Tunnel de La Coupière sur l'A8 : un béton fluide à prise rapide pour enfouir une poutre technique

### 16-17 CHANTIER



Plan-de-la-Tour : des chemins communaux retraités au liant hydraulique routier sans couche de roulement

### 18-19 CHANTIER



Alpes-Maritimes  
Un retraitement au liant hydraulique routier sur une route de montagne

## 20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture : au pied du Pont du Diable (Hérault), le chemin en béton sablé serpente entre l'accueil du site et le village de Saint-Jean-de-Fos.

## Nos produits et leurs impacts

**N**ous sommes des industriels et nous fabriquons principalement des "ciments", ingrédients indispensables à la fabrication des bétons. Ceux-ci sont utilisés pour la construction des bâtiments, des ouvrages d'art mais aussi des routes et des aménagements en béton.

Pour fabriquer du ciment, nous puisons dans des ressources très abondantes (calcaire et argile), nous consommons de l'énergie (2300 à 5950 MJ/tonne de ciment, en fonction de la nature du ciment) et nous rejetons dans l'environnement différents composants et, en particulier, le CO<sub>2</sub> (210 à 866 kg CO<sub>2</sub>/t de ciment, en fonction de la nature du ciment).

Mais, nous sommes aussi des fabricants de liants spécifiquement élaborés pour la route qu'on dénomme "Liants Hydrauliques Routiers ou LHR". Ces derniers sont formulés pour traiter et valoriser des matériaux ou des sols, pour leur conférer des caractéristiques géotechniques et mécaniques compatibles avec une utilisation routière.

Pour fabriquer du LHR, nous puisons dans des sous-produits (laitier, cendres volantes), nous consommons de l'énergie (1850 à 5500 MJ/t de LHR, en fonction de la nature du liant) et nous rejetons dans l'environnement différents composants et en particulier le CO<sub>2</sub> (125 à 790 kg CO<sub>2</sub>/t de LHR, en fonction de la nature du liant).

Sommes-nous, dans ces différents métiers, respectueux du principe de Développement Durable ?

À vrai dire, il est très difficile de prétendre que nous sommes une industrie "propre". Tout acte ou toute action comme marcher, respirer, produire, fabriquer..., est synonyme d'impacts sur l'environnement.

Mais, nous avons été très tôt sensibles aux aspects environnementaux et nous avons tout mis en œuvre pour optimiser l'exploitation des ressources naturelles (énergie, matière), limiter nos propres rejets dans l'environnement et contribuer, avec nos produits, à réduire ceux des autres.

Ainsi, il est possible aujourd'hui – grâce à nos produits – d'atténuer les impacts sur l'environnement engendrés par la construction routière, tout en réalisant des économies substantielles, en considérant les matériaux des sites à aménager ou à entretenir comme un gisement que l'on peut valoriser par un traitement approprié. On distingue deux grandes filières de valorisation, le traitement aux liants hydrauliques des sols naturels en place ou en centrale et le retraitement en place à froid des anciennes chaussées aux liants hydrauliques.

En outre, le béton permet de mettre au point des concepts de structures innovantes dotées de propriétés ou de fonctions agissant positivement sur l'environnement ou "solutions compensatoires". La route n'est plus une source de nuisances, mais elle est aussi une source pour régler certains problèmes tels que les inondations (concept de chaussée réservoir en béton poreux) ou la pollution de l'air (béton à fonction dépolluante).

Les différents articles et reportages de chantiers, présentés dans ce numéro, illustrent bien ces propos.

Joseph ABDO - Cimbéton

**CIM**béton

CENTRE D'INFORMATION SUR  
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



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

Tél. : 01 55 23 01 00

Fax : 01 55 23 01 10

Email : [centrinfo@cimbeton.net](mailto:centrinfo@cimbeton.net)

Site Internet : [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)

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

Directeur de la publication : Anne Bernard-Gély  
Directeur de la rédaction, coordinateur des reportages et rédacteur de la rubrique *Remue-ménages* : Joseph Abdo - Reportages, rédaction

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

Direction artistique : Arnaud Gautelier - Maquette : Dorothee Picard - Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 2009 - ISSN 1161 - 2053 1994



Saint-Jean-de-Fos (Hérault) : au pied du Pont du Diable, le chemin en béton sablé serpente sur près d'un kilomètre, entre l'accueil du site et le village.

## Un superbe écrin en **bétons sablés et désactivés** pour le Pont du Diable

Il y a dix ans, la revue Routes présentait un important "Point sur l'Hérault" (n°68), suivi peu après d'un reportage sur la réalisation de 50 000 m<sup>2</sup> de béton désactivé pour le tramway de Montpellier (n°70). Depuis, l'engouement en faveur de ce matériau n'a jamais cessé : pavés drainants à Vairargues (n°92), béton désactivé à Lattes (n°94), béton imprimé à Sète (n°95), béton coloré au stade Yves-du-Manoir à Montpellier (n°105). Pour compléter ce panorama, voici la toute dernière réalisation dans ce département : le site touristique du Pont du Diable où 7 000 m<sup>2</sup> de béton viennent d'être mis en œuvre pour accueillir les visiteurs.

**E**n France, des Ponts du Diable il en existe autant que des hôtels du Cheval blanc. Chaque vallée un peu encaissée de France ou d'ailleurs, pourvu qu'elle ressemble à

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage :** Communauté de communes Vallée de l'Hérault

**Maîtres d'œuvre :** Cap Vert Ingénierie (bureau d'études), APS (architectes-paysagistes) et Rudy Riccioti (architecte)

**Entreprise :** Sols Méditerranée

**Fournisseur du béton :** centrale Unibéton à Ceyras (Hérault)

**Fournisseur du ciment :** Ciments Calcia

une gorge aux falaises dévalant jusque dans l'eau tourbillonnante, dispose, en effet, de son ouvrage d'art ancien qui mit les bâtisseurs de l'époque à rude épreuve.

À tel point que la sagesse populaire y fit naître une légende, la même à chaque fois : celle du pacte infernal avec Satan pour qu'il laisse, enfin, la construction du pont aller à son terme. Il en est ainsi au débouché des gorges de l'Hérault, site grandiose par excellence, dont le défilé est clos par un Pont du Diable datant du XI<sup>e</sup> siècle. Au-dessus du fleuve, capable de débiter des centaines de mètres cubes d'eau par seconde, le pont a tenu jusqu'à aujourd'hui le choc face aux colères de la nature, au point d'en faire



Cette voie en béton sablé de 12 cm d'épaisseur longe le parking et est réservée uniquement aux piétons.



Les nombreux escaliers du site ont été traités en béton sablé.

un lieu touristique majeur très fréquenté l'été venu.

Classé monument historique, ce pont fait aussi partie du réseau des Grands sites de France, au même titre que la Pointe du Raz, la cité de Carcassonne ou bien encore Bibracte, l'important site gaulois du Mont Beuvray.

### 300 000 visiteurs par an

*"Ce site accueille, chaque année, environ 300 000 personnes venues pour voir le Pont. Et la plage située en contrebas attire, tous les jours de l'été, 500 personnes qui viennent y prendre le soleil, en faisant le premier point de baignade du département en eau douce"* précise Laure Béné, chargée de mission Grand site à la Communauté de communes Vallée de l'Hérault, la collectivité maître d'ouvrage.

*"Jusqu'à présent, l'accès au site n'était vraiment pas aménagé pour une telle fréquentation : les voitures se garaient juste au-dessus du pont du Diable sur une ancienne olivette, obligeant les visiteurs à traverser la route départementale et à escalader les rochers pour atteindre le pont puis la plage, ce qui était très dangereux. Nous avons donc remis à plat l'ensemble de la zone concernée, afin de pouvoir parvenir à mieux gérer à la fois l'afflux de véhicules, le stationnement et la circulation autour du pont".*

Lors des études initiales, il est apparu que la création d'un point d'accueil s'imposait à l'entrée des gorges, pour

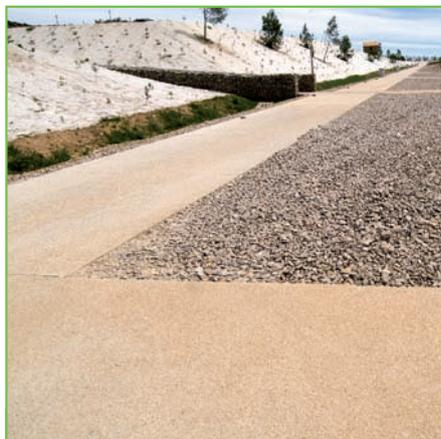
pouvoir mieux drainer l'ensemble des flux du Grand Site de Saint-Guilhem-le-Désert et des Gorges de l'Hérault, et aussi pour valoriser l'attrait spécifique du pont du Diable.

*"C'est pourquoi, nous avons opté pour la création d'un parking de 460 places et pour la limitation des possibilités de stationnement alentour".*

### Préservation du site

Choisi pour valoriser et aménager les abords du lieu, Jean-Louis Knidel, du cabinet de paysagistes APS, reconnaît que le site était délicat à traiter.

*"Nous étions dans un lieu très fréquenté, offrant une grande variété de paysages. L'enjeu était donc de préserver les qualités de ce site, mais aussi de l'aménager pour permettre l'accueil des*



Les architectes paysagistes ont privilégié des matériaux locaux, en relation avec la géologie particulière du site.

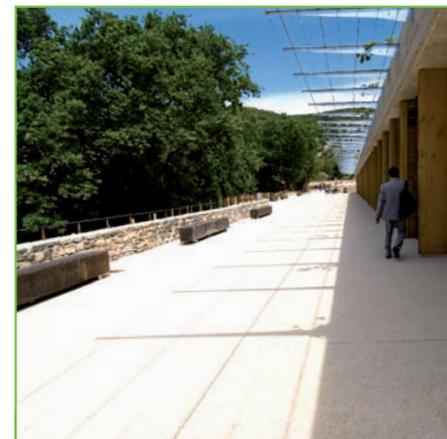
*visiteurs et leur offrir le confort suffisant pour qu'ils puissent s'y promener en toute liberté. Nous avons donc créé un grand espace d'accueil, éloigné du pont proprement dit, avec un parking encaissé dans une ancienne carrière, puis nous avons réalisé des cheminements qui permettent aux visiteurs de se rendre sur le site proprement dit".*

Renforcé par l'apport de l'architecte Rudy Ricciotti, auteur du dessin de la passerelle et du bâtiment qui abrite des commerces et l'Office de Tourisme, le site est ouvert depuis le mois d'avril 2009, proposant un aménagement de grande qualité aux futurs visiteurs du Pont du Diable. Ou tout simplement aux baigneurs qui, très nombreux sur les bords du fleuve pendant l'été, viennent profiter de la plage renommée.

Cet aménagement s'étend sur les deux berges du fleuve, reliant ainsi le site proprement dit au village de Saint-Jean de Fos qui surplombe l'ouvrage.

### 7 000 m<sup>2</sup> de béton sablé et de béton désactivé

*"Nous avons cherché à travailler avec des matériaux qui soient en relation avec la géologie particulière du site du Pont du Diable et qui soient, en même temps, confortables pour les piétons. Nous sommes donc tout naturellement tournés vers le béton que nous employons habituellement dans nos aménagements. Les granulats locaux que nous avons choisis nous permettent d'être en symbiose avec le site, avec les murets de pierre que nous avons fait*



Le parvis du bâtiment, dessiné par l'architecte Rudy Ricciotti, a bénéficié d'un traitement anti-taches.



La Communauté de communes Vallée de l'Hérault, maître d'ouvrage, a souhaité disposer d'un espace confortable pour accueillir l'affluente estivale.

reconstituer et avec le paillage réalisé avec des gros granulats concassés, de la taille du ballast. Nous avons finalement utilisé un vocabulaire existant, pour le minéral comme pour le végétal" poursuit Jean-Louis Knidel.

Coulés en place comme il se doit, les cheminements ont fait l'objet d'un traitement particulier puisque les arêtes habituelles, dues aux coffrages, ont été arrondies. "Nous voulions cette douceur afin d'intégrer l'aménagement dans le site" commente Jean-Louis Knidel.

"Pour réaliser ces profils, nous avons mis en œuvre des coffrages courbes, avec des matériaux souples" précise Pierre Durif, de Sols Méditerranée, l'entreprise qui a mis en place les 7 000 m<sup>2</sup> de bétons, réalisés avec un ciment CEM II 52.5 dosé à 330 kg.

"À chaque fois que nous en avons besoin, le béton nous permet d'être en cohérence avec un site : avec ce matériau, nous avons toute latitude pour choisir les granulats, leur origine, leur taille, sans

oublier les nombreuses possibilités dont nous disposons pour teinter le béton et réaliser les mélanges que nous voulons" conclut l'architecte paysagiste.

Venus du Pic Saint-Loup, les granulats choisis sont de deux tailles, 6-16 et 16-22, mélangées à quantités égales. Plusieurs traitements ont été réalisés : du béton sablé pour les parties piétonnes et du béton désactivé pour les parties circulées, notamment par les bus qui font la navette entre le Pont du Diable et Saint-Guilhem-le-Désert, à quelques kilomètres de là.

### Des formulations parfaitement adaptées

"Pour les parties ouvertes à la circulation, nous avons d'abord coulé 12 centimètres de béton brut ferrailé en sous-couche, avant de réaliser dessus 12 cm de béton à désactiver" commente Pierre Durif, qui a aussi

supervisé la construction des escaliers en béton sablé, très nombreux sur le site.

En revanche, les cheminements uniquement piétonniers ont été coulés sur seulement 12 centimètres d'épaisseur, avec des bétons venus de la centrale Unibéton de Ceyras, dans l'Hérault, qui fournit, à côté de solutions traditionnelles, toute une gamme de produits spéciaux.

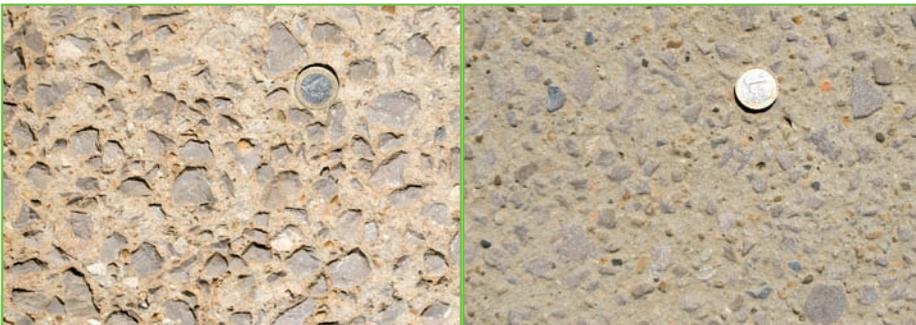
"La mise en œuvre a eu lieu en hiver : aussi, pour mettre rapidement les bétons frais à l'abri du gel et pour assurer la réussite de leur désactivation et de leur sablage, nous avons adapté leur formulation en utilisant des ciments rapides" précise Robin Duquesne, coordinateur d'exploitation de la zone héraultaise.

Les premiers retours, enregistrés par l'Office de Tourisme qui a pour mission d'assurer le suivi qualitatif de l'opération, sont très encourageants. "Nous disposons maintenant d'une véritable porte d'entrée pour accéder à notre territoire" conclut Laure Béné, représentant la maîtrise d'ouvrage.

Quant à la légende du pont, elle affirme que saint Guilhem accepta le marché proposé par le Diable : ce dernier lui laissa achever la construction de l'ouvrage, si on lui offrait la première âme qui l'emprunterait. Le saint rusa, lâchant un chien sur le pont : Satan, vexé, tenta vainement de détruire l'édifice par la fureur des eaux puis, de dépit, se jeta dans l'Hérault. ■



Les bords des cheminements ont été arrondis afin de les fondre dans le paillage de granulats qui les borde.



À gauche, le béton désactivé avec granulats 6-16 et 16-22 pour les parties circulées, notamment par les bus. À droite, le béton sablé pour les parties piétonnes.



Choisy-au-Bac (Oise) : une piste cyclable en béton stabilisé, de 300 m de long sur 3 m de large, traverse toute l'agglomération.

## Compiègne : quatre réalisations en bétons stabilisés et désactivés

Les municipalités font, de plus en plus, appel au béton décoratif pour réaliser ou rénover certaines de leurs voiries : rues piétonnes, trottoirs, pistes cyclables, plates-formes de tramway... Avec pour objectif que ces revêtements soient les plus esthétiques et les plus durables possibles. Ceci explique le fort développement des bétons stabilisés et désactivés qui, grâce à une formulation et à un traitement particuliers, laissent apparaître sables et granulats.

### Stabilisé : formulation et désactivant spécifiques

Le béton stabilisé reproduit l'aspect de sables stabilisés, bien connus dans les parcs et jardins. Utilisant les matériaux locaux, il assure l'intégration du sol dans le paysage. Sa composition est celle d'un béton de ciment associant, dans des proportions précises, ciment clair (CEM II et CEM III), sables et granulats, pigments minéraux, fibres synthétiques et adjuvants pour une grande durabilité. Grâce à son aspect microlavé, obtenu avec un désactivant spécial mis au point par le fabricant, le produit offre un confort d'utilisation exceptionnel. "Utilisant de préférence des ciments composés à faible émission de CO<sub>2</sub> lors de leur fabrication et des granulats d'origine locale, ce béton stabilisé est respectueux de l'environnement et s'inscrit dans une

démarche de développement durable", explique Guillaume Fourmaux, agent technico-commercial chez Holcim Bétons (France) - Région Nord. "Des formules adaptées le rendent résistant aux cycles gel/dégel. En outre, l'ajout de micro-fibres améliore sa durabilité en assurant moins de fissurations et l'utilisation de pigments minéraux apporte une parfaite homogénéité de couleur. Ainsi, le sol conserve une teinte uniforme



Choisy-au-Bac : gros plan sur le béton stabilisé de la piste cyclable.

et durable après désactivation, puis durcissement du produit".

Après le coulage du béton sur une épaisseur de 12 à 15 cm, un désactivant est pulvérisé sur la surface puis lavé après 24 ou 48 heures, afin de laisser apparaître le sable sur une très faible épaisseur, de l'ordre de 1 mm. Enfin, la variété des granulats locaux, combinée à l'utilisation de colorants dans la masse, permet de composer toute une gamme de bétons stabilisés.

### Un désactivant adapté à la taille des granulats

Bien connue elle aussi, la technique de désactivation du béton consiste à appliquer, en surface du béton lisse, un produit retardateur de prise de surface, appelé désactivant.

Une fois le béton durci (18 à 24 heures



Le Meux : gros plan sur le béton désactivé des places de parking.

après le coulage), un nettoyage de la surface au jet d'eau à haute pression est effectué pour éliminer le mortier superficiel n'ayant pas fait prise et pour laisser apparaître les granulats de façon homogène. Les avantages techniques du béton désactivé tiennent à la variété et aux couleurs des granulats (calcaire, silico-calcaire, basalte, porphyre, quartz...), à leurs formes (roulé, semi-concassé, concassé), à leurs granularités (jusqu'à 32 mm de diamètre), à la couleur des ciments (gris clair à foncé, blanc) et à la force d'attaque du désactivant, adaptée à la taille des granulats et au rendu recherché. *"De plus, ajoute Guillaume Fourmaux, le béton peut être livré fibré, c'est-à-dire contenant des micro-fibres de polypropylène permettant de lutter contre la fissuration de retrait plastique, et/ou coloré. En outre, l'ajout d'oxydes synthétiques permet d'ajuster la couleur du liant à celle des granulats et la couleur de la surface finale sera ainsi plus soutenue et plus homogène".*

### La preuve par l'exemple

Dans le cadre de quatre appels d'offres lancés dans l'agglomération de Compiègne, Holcim Bétons (France) - Région Nord a mis en œuvre des bétons stabilisés et désactivés.

#### Piste cyclable à Choisy-au-Bac

À 4 km de Compiègne, dans le cadre du



réaménagement en piste cyclable des berges de l'Aisne, la commune de Choisy-au-Bac a voulu que le tronçon traversant l'agglomération soit réalisé en béton stabilisé sans colorant. Eurovia Picardie a mis en œuvre cette piste de 300 m de long sur 3 m de large, légèrement désactivée en surface sur 1 mm d'épaisseur.

#### Aménagements des abords de l'ESCOM



Pour l'aménagement des abords de l'Ecole Supérieure de Chimie Organique et Minérale (ESCOM) à Compiègne, le Conseil Régional et l'Agglomération de la Région de Compiègne (ARC), maîtres d'ouvrage, ont souhaité une partie en béton stabilisé (soit teinté dans la masse en jaune ocre, soit sans colorant) et une autre en béton désactivé Haute-Marne (granulats 6/20 La Frette et 4/14 Matignicourt ; sable 0/4 Chevière) avec fibres polypropylène. Au total, 50 m<sup>3</sup> ont été mis en œuvre par Eurovia Picardie.

#### Voiries urbaines à Le Meux



Sur cette commune située au bord de l'Oise à 6 km de Compiègne, Eurovia Picardie a mis en œuvre 200 m<sup>3</sup> sur deux réalisations : un trottoir en béton stabilisé, teinté jaune ocre dans la masse et des places de parking en béton désactivé Haute-Marne, sans colorant, avec granulats 6/20 La Frette et fibres en polypropylène.

#### Giratoire à Venette

Sur la RN 31, à moins de 2 km de Compiègne, un giratoire a été réalisé à

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

#### Piste cyclable à Choisy-au-Bac

**Maître d'ouvrage :** ARC

(Agglomération de la Région de Compiègne) en partenariat avec la commune de Choisy-au-Bac

**Maître d'œuvre :** Arval

#### Aménagement des abords de l'ESCOM

**Maîtres d'ouvrage et maîtres**

**d'œuvre :** Conseil Régional et ARC

**Maître d'œuvre associé :**

AIA Architectes

#### Voiries urbaines à Le Meux

**Maître d'ouvrage :** Commune

de Le Meux

**Maître d'œuvre :** SECT

#### Entreprise pour ces trois chantiers :

Eurovia Picardie (Agence de Thourrotte)

#### Giratoire à Venette

**Maître d'ouvrage et maître d'œuvre :**

DDE 60

**Entreprise :** SCREG Nord Picardie

#### Fournisseur des bétons désactivés et

**stabilisés pour ces quatre chantiers :**

Holcim Bétons (France) - Région

Nord (centrale de Compiègne)

Venette afin de fluidifier la circulation et de sécuriser l'accès aux usines Robbe-Novance, fabricant de biocarburant. Les haricots de ce rond-point et son terre-plein central - chose rare - ont été réalisés en béton désactivé Haute-Marne coloré jaune ocre dans la masse et associé à un sable local (0/4 Chevière). D'où un aspect très esthétique.

*"Outre son côté visuel, la spécificité de ce giratoire est qu'il est emprunté par des convois exceptionnels qui peuvent rouler sur le béton",* précise Sébastien Lemoine, conducteur de travaux chez Screg Nord-Picardie. *"Il fallait donc que ses caractéristiques mécaniques puissent supporter de tels poids. Après étude, la DDE 60 - maître d'ouvrage - a donné son accord".* 70 m<sup>3</sup> de béton désactivé ont ainsi été coulés sans jamais interrompre la circulation. ■





Boulogne-Billancourt (Hauts-de-Seine) : la réalisation du square du Parchamp représente 1 200 m<sup>2</sup> de dalles, 62 mètres linéaires de murets et 275 mètres linéaires de bancs, le tout en béton dépolluant.

## Boulogne-Billancourt : un square en **béton dépolluant** conçu à l'image des vitraux de l'église mitoyenne

Associées à des espèces florales aux couleurs vives et à des bancs en béton gris anthracite, les dalles en béton préfabriqué, teinté, dépolluant et matricé du square du Parchamp dessinent un immense vitrail rappelant ceux de l'église Notre-Dame-de-Boulogne qu'elles entourent.

Organisé autour de l'église Notre-Dame, le réaménagement du square du Parchamp avait un triple objectif : construire un parc de stationnement public de 320 places sur trois niveaux, concevoir une salle municipale polyvalente pouvant accueillir jusqu'à 300 personnes sur ses 280 m<sup>2</sup> et, enfin, recréer un nouveau square de 2 500 m<sup>2</sup> entièrement clôturé. Ce dernier constituant la seule partie aérienne de cet aménagement.

### Concevoir l'ensemble comme un vitrail

Le nouvel aménagement de la place du Parchamp fait ressortir l'église comme l'occupant principal de l'espace. "D'où notre idée de donner l'illusion visuelle que l'église, étant

ancrée dans le square, est comme délicatement traversée par un vitrail horizontal, à la fois minéral et végétal" explique Ursula Kurz, architecte-paysagiste de l'Agence pasoDoble.

"Il ne s'agissait pas seulement de remplacer l'ancien square par un nouveau : nous avons souhaité unifier, en un seul et même lieu, l'espace de l'ancien square, le "jardin du curé" et le petit square de l'église, l'ensemble formant un îlot urbain très clairement défini par les quatre rues qui le bordent. Notre volonté a été de dilater le site en travaillant sur les lignes biaisées qui poursuivent leur chemin de part et d'autre de l'église, afin de renforcer l'impression que celle-ci est simplement posée dessus. Cette grande trame géométrique matérialise également les limites des espaces de végétation, des aires de jeux, des zones de

déambulation. Un effet qui est souligné par l'implantation de murets bas et de longs bancs, ces derniers servant à la fois de zones d'assise mais aussi de discret dispositif de protection de la végétation" ajoute Ursula Kurz.

Les espèces végétales ont été rigoureusement sélectionnées pour offrir une succession de floraisons

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage :** Communauté d'agglomération Val-de-Seine

**Maîtres d'œuvre :** Agence pasoDoble (architecte-paysagiste mandataire), ATPi (bureau d'étude technique VRD)

**Entreprise :** Colas

**Prescription du béton :** B-ton Design

**Préfabrication du béton :** Naullet

**Fournisseur du ciment :** Ciments Calcia



L'architecte a voulu qu'une grande trame géométrique matérialise les limites des espaces de végétation, des aires de jeux et des zones de déambulation.

colorées, de février à octobre, et les couleurs vives ont été privilégiées pour répondre aux couleurs primaires des vitraux de l'église.

En plein coeur du square se trouve une aire de jeux d'environ 450 m<sup>2</sup>, dont le sol est recouvert d'un sol souple amortissant, bien plus hygiénique que les anciens bacs à sable.



Les dalles préfabriquées en béton ont été choisies pour leur teinte chaude taupe rosée.

### Premier emploi d'un béton dépolluant préfabriqué

"Pour réaliser ce projet et minimiser les aléas de chantier, nous avons préféré recourir à des dalles préfabriquées. Elles ont des formes géométriques variées : du triangle au pentagone en passant par le trapèze. Toutes s'insèrent dans un cadre rectangulaire de 96 x 250 cm, afin de faciliter leur fabrication et leur transport. Elles adoptent une teinte chaude taupe rosée, alors que les

murets et les bancs, également préfabriqués, sont en béton gris anthracite. Ceux-ci sont lasurés et hydrofugés sur le chantier, à la fois pour les protéger mais aussi pour leur donner des reflets mats rappelant l'aspect des plombs des vitraux de l'église" précise Ursula Kurz.

Le projet totalise près de 1 200 m<sup>2</sup> de dalles, 62 mètres linéaires de murets et 275 mètres linéaires de bancs.

"Nous avons choisi un béton dépolluant, solution potentiellement intéressante pour cette place qui se situe au carrefour de quatre rues importantes et comporte des rampes d'accès à un parking souterrain" ajoute-t-elle.

Ce que confirme Roland Merling, responsable bâtiments et ouvrages d'art chez Ciments Calcia : "Le ciment utilisé est un CEM I 52,5 N CE gris, prémélangé avec du dioxyde de titane, une substance qui accélère la photocatalyse de certains polluants atmosphériques, notamment les oxydes d'azote. Le béton obtenu, testé dans les conditions du laboratoire, permet de réduire de 50 % la pollution aérienne liée aux oxydes d'azote. C'est la première fois qu'il est utilisé en préfabrication pour un chantier. Et comme il s'agit d'une zone piétonne, on évite donc l'habituel encrassement dû à la circulation de voitures et de camions. Enfin, la fonctionnalité dépolluante est assurée pendant toute la durée de vie du béton car le catalyseur n'est pas du tout consommé".

### Bien accompagner le projet

Pour affiner le choix définitif du cabinet d'architecture pasoDoble, une réflexion sur les couleurs et les matrices de surface a été réalisée en amont. "Notre société B-ton Design se situe à l'interface entre les architectes et les maîtres d'ouvrage, d'un côté, et les entreprises, de l'autre. Nous apportons une aide à la prescription et à la préconisation, aussi bien sur le plan technique qu'esthétique" explique son directeur, Pascal Dupont.

"En travaillant de concert avec l'entreprise Naullet, nous en sommes arrivés à la conclusion qu'un mélange de quatre colorants minéraux était nécessaire pour parvenir à la teinte taupe rosée demandée. Nous savions également qu'il n'y avait pas de problème de compatibilité entre le dioxyde de titane du ciment et les colorants minéraux. Par ailleurs, en partant du calepinage prévu, nous avons aussi vérifié sa faisabilité technique sur le plan de la préfabrication et de la mise en œuvre. Cet accompagnement permet d'optimiser la communication entre les architectes, qui se font une idée précise du matériau, et les préfabricants, qui en connaissent les limites techniques. On est ainsi assuré d'obtenir, au final, un résultat qui satisfait tous les intervenants" précise Pascal Dupont.

### Une fabrication bicouche très soignée des dalles

Une fois ces choix validés, l'entreprise Naullet (groupe VM matériaux), basée à la Roche-sur-Yon en Vendée, s'est



Toutes les dalles préfabriquées ont été matricées : ce traitement de surface spécifique consiste à graver, dans le béton, une multitude de petites pyramides en relief, qui rendront les dalles non glissantes les jours de pluie.

ensuite chargée de la partie technique : réalisation des planches d'essais, des dalles, des bancs et des murets.

Pour réaliser ces dalles de formes variées, elle utilise un moule rectangulaire de 96 x 250 cm.

*"Il suffit ensuite d'insérer des négatifs pour dessiner la forme géométrique précise souhaitée. Au préalable, en fond de moule, nous avons placé une matrice pour obtenir l'aspect de surface matricé demandé"* explique Didier Gazeau, son directeur d'exploitation.

Cette matrice grave dans le béton une multitude de petites pyramides en relief, qui rendront cette dalle non glissante les jours de pluie. Toutefois, pour éviter que le béton ne colle trop à la matrice, l'application d'une huile végétale de décoffrage est prévue.

La dalle de 10 cm d'épaisseur est donc coulée à l'envers, la face visible en premier. Il s'agit de dalles bicouches : la première couche de 4 cm en béton dépolluant coloré comporte un micro-granulat 0/4, du sable et du ciment à raison de 500 kg/m<sup>3</sup> en liant équivalent. Cette première couche riche donne son aspect et ses caractéristiques à la dalle. Les 6 cm restants sont coulés en béton autoplaçant, dont l'excellente fluidité permet de remplir les moindres recoins du moule.

*"Le coulage de la seconde couche dépend entièrement du savoir-faire du technicien de préfabrication. En effet, il faut le faire ni trop tôt, sinon les deux bétons se mélangent, ni trop tard, pour éviter un phénomène de feuillette entre les deux couches. Avant le coulage de la seconde couche, on raye la première au moyen d'une fourche ou d'un râteau à dents recourbées, pour que les deux bétons soient bien solidaires et fournissent une dalle monolithique. Le démoulage a lieu dès le lendemain, en démontant deux ou trois des côtés, pour éviter les efforts de succion ou de serrage"* confie Didier Gazeau.

Quant aux bancs et murets, ils sont également préfabriqués mais sont armés d'un ferrailage.

*"Leur teinte anthracite est obtenue par l'ajout d'une forte proportion de carbone : environ 6 % du poids de ciment. Comme cela a tendance à retarder la prise, nous procédons à un*



Les murets et les bancs sont en béton gris anthracite. Ils sont lasurés et hydrofugés sur le chantier, afin de les protéger et de leur donner des reflets mats, rappelant l'aspect du plomb des vitraux de l'église.

*étuvage par bâche isotherme de ces bancs et murets. Nous obtenons ainsi un séchage très régulier et donc une teinte identique d'un élément à l'autre. Cela évite aussi toute fissuration due au retrait"* souligne Didier Gazeau.

### La nécessaire rigueur du contrôle qualité

L'entreprise Naullet impose un contrôle qualité très strict aux produits qui sortent de son usine. Ainsi, il y a environ 2 % de rejets : défauts de remplissage et/ou d'aspect, casse lors du démoulage car le centre de gravité est parfois délicat à percevoir au premier coup d'oeil avec les dalles de forme irrégulière... Les défauts mineurs sont réparés par un technicien expérimenté et les dalles irrécupérables sont broyées, puis recyclées en sous-couches de chaussées.

Enfin, l'acheminement des éléments préfabriqués depuis la Vendée jusqu'à Boulogne-Billancourt est confié à un transporteur spécialisé, dont l'objectif est de respecter le planning prévisionnel



Toutes les entrées du square sont délimitées par des dalles en béton.

fourni par l'entreprise Colas, chargée de la pose : soit, en moyenne, une livraison tous les deux jours. ■

### POUR EN SAVOIR PLUS SUR LE BÉTON DÉPOLLUANT

Le nouveau type de béton, appelé par certains "béton anti-pollution" ou "béton dépolluant", est réalisé à partir de ciment traditionnel auquel on incorpore du dioxyde de titane, dont la propriété de photocatalyseur permet d'obtenir, sous l'action des rayonnements ultraviolets (UV), la dégradation des polluants de l'air, principalement les oxydes d'azote (NOx) et les composés organiques volatils (COV). Les gaz d'oxydes d'azote et les composés organiques diffusent à travers la surface poreuse du béton et se fixent sur les nanoparticules de dioxyde de titane. L'absorption du rayonnement UV, par le dioxyde de titane incorporé, entraîne la "photo-activation" de ce dernier et la dégradation des polluants absorbés par les particules. Conséquence : le revêtement en béton de ciment à effet photocatalytique devient particulièrement efficace contre la pollution aérienne, car le mouvement de l'air apporte constamment des oxydes d'azote et d'autres composés volatils ou semi-volatils à sa surface. Et comme les molécules adhèrent suffisamment longtemps, elles sont susceptibles d'être décomposées par le processus d'oxydation.



Oppède-le-Vieux : le béton désactivé clair a été réalisé avec de gros granulats calcaires 20/40.

## Oppède : une rue en **béton désactivé** bien intégrée dans un site historique

**L**e magnifique petit village médiéval de 1200 habitants d'Oppède-le-Vieux, situé en plein cœur du parc naturel régional du Luberon, est célèbre pour ses ravissantes maisons datant des XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècles.

Lorsque la décision a été prise par la commune et le Département de Vaucluse, de refaire l'unique rue, voie départementale qui traverse le village, il a fallu obtenir l'assentiment préalable des Bâtiments de France qui, comme il se doit, veillent jalousement sur ces lieux qui sont classés. Puis, lors des travaux, il importait de ne pas déranger la quiétude du lieu et de ne pas gêner la saison touristique. Ce qui a obligé à réaliser le chantier en hiver, avec les risques météo que cela comporte.

"Comme il fait parfois très froid dans cette région, nous avons dû protéger les bétons pendant les nuits" confirme Jean-Louis Martel, de la Direction des routes au Conseil général de Vaucluse.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage (Etudes et Travaux) :**  
Conseil Général de Vaucluse  
(Direction des Routes)  
**Entreprise :** Sols Vallée du Rhône  
(26250 Livron)  
**Fournisseur du ciment :**  
Lafarge Ciments

"Pour un chantier complexe comme celui-ci, le résultat des travaux dépend particulièrement de l'expérience et du savoir-faire de toutes les équipes des prestataires" précise Mickaël Pélissier, directeur chez Sols, l'entreprise qui a réalisé l'aménagement.

Auparavant, il a fallu trouver le bon matériau qui donne satisfaction, à la fois, à l'administration et aux riverains. "Jean-Louis Martel et moi sommes allés voir les bétons désactivés, réalisés par notre société autour des arènes de Nîmes (voir Routes n°100) : cela lui a semblé être une excellente solution" commente Mickaël Pélissier. Un béton très clair, avec de gros granulats de calcaire, rappelant l'esprit des anciennes "callades", ces chemins d'autrefois, et respectant les préconisations de l'architecte des Bâtiments de France. La route ainsi refaite s'intègre parfaitement parmi les maisons en vieilles pierres. Rustique dans son apparence avec ses gros granulats, elle est aussi très solide grâce à sa bande de roulement de 25 centimètres d'épaisseur qui permet de supporter tous les trafics : des véhicules légers aux autobus, en passant par les engins agricoles.

"Nous avons mis en œuvre un granulats calcaire 20-40, provenant de la carrière de Murle dans le Gard, identique à celui

utilisé pour les abords des arènes de Nîmes" précise encore Mickaël Pélissier. "Puis, après utilisation d'un désactivant bio à base d'huile végétale de chez Pieri, nous avons procédé à un léger gommage de la chaussée au moyen d'un sablage par voie humide, afin d'obtenir un aspect de vieilli immédiat".

Moderne, le matériau béton démontre donc qu'il sait parfaitement se fondre dans un site historique. À noter que, pour préserver le confort des piétons, les trottoirs ont été réalisés avec des granulats à granulométrie plus raisonnable et protégés de la chaussée par des petites haies. Ce qui accentue l'aspect champêtre de la traversée du bourg et fait des 1000 m<sup>2</sup> de béton désactivé réalisés à Oppède-le-Vieux une référence dans le département de Vaucluse. De quoi ouvrir de nouvelles perspectives pour la réhabilitation de sites historiques protégés, comme le département en compte tant. ■





La Roche-sur-Yon (Vendée) : 3 600 m<sup>2</sup> de dallage réalisés avec un nouveau type de béton offrant gain de temps, reprise rapide d'activité, absence de joints de retrait et maintenance réduite.

## La Roche-sur-Yon : un dallage industriel en béton à hautes performances mécaniques et à retrait maîtrisé

**Producteurs de matériaux de construction, les Etablissements Paul Blandin ont récemment procédé à l'extension de leur unité de fabrication et de stockage de tôles de bardage à La Roche-sur-Yon (Vendée). Pour réaliser les 3 600 m<sup>2</sup> de dallage, l'entreprise a utilisé un nouveau béton, mis au point par Lafarge Bétons pour les sols industriels et commerciaux. Principaux avantages : gain de temps lors de la réalisation du chantier, reprise rapide d'activité, absence de joints de retrait et maintenance réduite au minimum.**

**P**our mieux gérer leurs activités de fabrication, de stockage, de réception et d'expédition, les Etablissements Paul Blandin ont décidé de les concentrer sur un seul site, implanté en bordure de la voie expresse La Roche-sur-Yon - Nantes. Pour cela, au cours de l'automne 2008, l'unité située à La Roche-sur-Yon a été agrandie de 3 600 m<sup>2</sup>, surface réalisée en deux cellules de respectivement 2 400 m<sup>2</sup> et 1 200 m<sup>2</sup>.

### ■ Perturber au minimum la marche de l'entreprise

"Les travaux d'extension de l'entrepôt gênaient l'accès à la zone existante : il était donc nécessaire de trouver des

*solutions techniques pour que l'activité de l'entreprise puisse se poursuivre, au moins partiellement, et aussi pour que l'interruption de la production soit la plus courte possible",* explique Thierry Rochard, directeur des Etablissements Paul Blandin. "Pour réaliser le dallage, nous avons décidé d'utiliser un nouveau produit mis au point par Lafarge Bétons,



Mise en place d'une bande de désolidarisation périphérique, pose d'un polyane et renfort en pied de poteau.

*qui a permis un gain de temps très appréciable lors du chantier et au moment de la mise en charge".*

Ce nouveau procédé, qui s'applique exclusivement aux dallages intérieurs,

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage :** Etablissements Paul Blandin

**Maître d'œuvre :** Xavier Cosneau (architecte)

**Entreprise :** Sols Industriels de Vendée (SIV)

**Fournisseur du béton :** Lafarge Bétons (Libaud Béton Chantiers, centrale des Sables d'Olonne)

**Fournisseur du ciment :** Lafarge Ciments

a été lancé en France en 2008. Il bénéficie de l'Avis technique 3/08-562 du CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) et permet la réalisation de dallages en béton non armé dans le cadre du DTU 13.3. C'était la première fois qu'il était utilisé sur une aussi grande surface.

Les 595 m<sup>3</sup> nécessaires de ce béton spécial ont été livrés par la centrale des Sables d'Olonne de Libaud Béton Chantiers et ont été mis en œuvre par l'entreprise Sols Industriels de Vendée (SIV) en six phases de coulages réalisés à la pompe.



Les 595 m<sup>3</sup> de ce nouveau béton ont été coulés à la pompe.

### Une mise en charge rapide

Pour Sébastien Rétaud, assistant-chef de marché de ce produit chez Lafarge Bétons : *"Les avantages de ce nouveau béton ont été pleinement démontrés sur ce chantier. Lors de la préparation du sol support, il ne nécessite, en effet, ni mise*

*en œuvre de treillis soudés, ni ajout de fibres métalliques, ce qui accroît la sécurité des compagnons. Sa fluidité, grâce à sa classe de consistance S4/S5, le rend plus facile à couler qu'un béton classique. De plus, le temps de prise étant plus court, les finitions sont rapides, ce qui a permis de réaliser les opérations de talochage et de lissage 5 heures à peine après le coulage du béton. Enfin, ce produit offre un niveau de résistance garantissant une mise en charge rapide".*

### Un dallage à l'épaisseur notablement réduite

Autre avantage : grâce à sa haute résistance à la compression (50 MPa à 28 jours) et à la traction (3,9 MPa à 28 jours), ce nouveau béton a permis de réduire l'épaisseur du dallage par rapport à un béton traditionnel. Ainsi, en fonction des cellules, le dallage varie de 15 à 17 cm d'épaisseur (au lieu des 20 cm prévus en béton non armé), tout en garantissant un parfait maintien des qualités du dallage lors des charges importantes.

De plus, les propriétés mécaniques de ce produit et son retrait de séchage, deux fois moins élevés qu'un béton classique, assurent une optimisation du dimensionnement des dallages : on a pu réaliser des surfaces de 20 x 20 mètres sans joint, simplifiant ainsi l'implantation des charges lourdes.



Passage de la règle vibrante et pulvérisation d'un produit de cure.



Opération de lissage du béton, permettant d'obtenir un effet miroir.

Ultime avantage : aucun joint scié n'étant à entretenir, les coûts de maintenance sont significativement réduits.

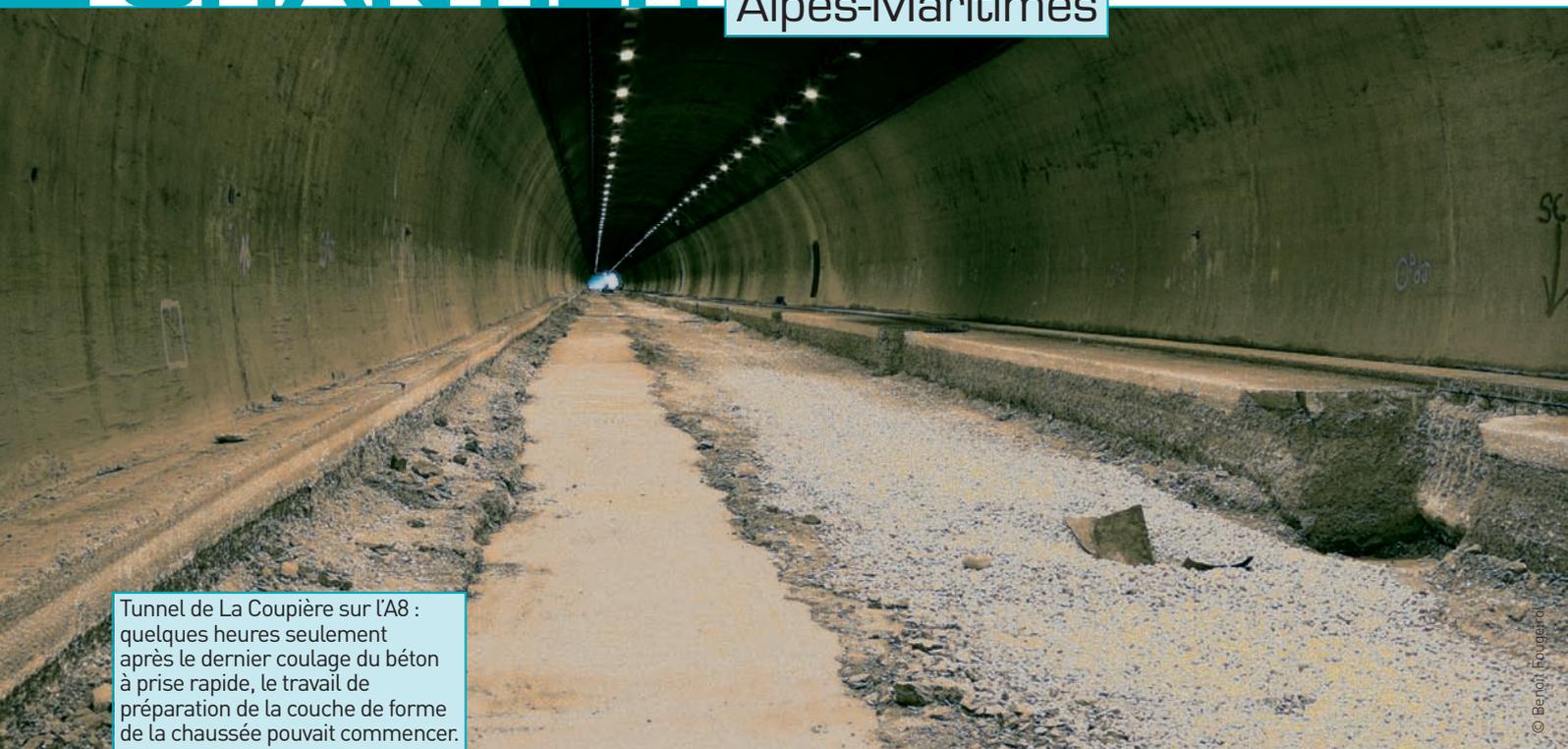
### Une moindre pénibilité pour les équipes

Si les équipes de l'entreprise SIV ont apprécié la facilité et la rapidité de réalisation du dallage avec ce nouveau béton, elles insistent tout particulièrement sur l'importante simplification de la mise en œuvre. *"Avec ce produit, le temps de travail des équipes est réduit d'un tiers par rapport à un dallage traditionnel"*, souligne Sébastien Rétaud.

En effet, les performances de ce béton permettent d'éliminer certaines étapes contraignantes, comme le saupoudrage pour la réalisation de la couche d'usure. De plus, ce béton ayant une grande résistance à l'abrasion, cela permet d'éviter d'utiliser un durcisseur de surface. Enfin, l'opération de sciage des joints, généralement réalisée 24 heures après la fin du coulage, devient inutile.

Il faut aussi signaler qu'au-delà de son rôle de fournisseur de matériaux et pour garantir une parfaite mise en œuvre, la société Lafarge Bétons s'est fortement impliquée dans la réalisation du chantier.

*"Après avoir étudié la faisabilité de ce nouveau dallage dans le cadre de cette extension de site, nous avons procédé à un essai de coulage avec les équipes de SIV. S'agissant d'un produit nouveau sur le marché, il nous a semblé important de les accompagner afin de les familiariser avec les spécificités de ce béton"* conclut Sébastien Rétaud. ■



Tunnel de La Coupière sur l'A8 : quelques heures seulement après le dernier coulage du béton à prise rapide, le travail de préparation de la couche de forme de la chaussée pouvait commencer.

© Benoît Fougeirol

## Tunnel de La Coupière sur l'A8 : un béton fluide à prise rapide pour enfouir une poutre technique

Lors de la mise aux nouvelles normes de sécurité du tunnel de La Coupière sur l'autoroute A8 près de Menton, de nouveaux réseaux devaient être enfouis dans une poutre technique en béton située sous la chaussée en réfection. Compte tenu des délais extrêmement serrés, il fallait pouvoir rouvrir très vite l'autoroute. L'entreprise de terrassement Guintoli (groupe NGE) a donc préconisé un béton innovant à durcissement rapide.

La catastrophe du tunnel du Mont-Blanc en 1999 a conduit les Pouvoirs publics à mettre en place une nouvelle réglementation pour renforcer la protection des usagers. Elle concerne, bien sûr, les nouveaux tunnels. Mais elle impose également des travaux de mise à niveau de la sécurité pour les quelque 200 tunnels routiers existants, de plus de 300 mètres. Dans ce cadre, ESCOTA (Société des Autoroutes Estérel, Côte d'Azur, Provence, Alpes), qui fait partie

du groupe VINCI, mène depuis 2002 une grande opération "Tunnels en travaux" sur l'autoroute A8 (voir encadré).

### Une chaussée à refaire en un temps record

Situé sur une portion de l'autoroute très fréquentée (35 000 véhicules/jour), le tunnel bitubes de La Coupière, près de Menton, fait partie de ce programme. Le tube nord (809 m dans le sens Italie-France) a été ouvert en 1969, le tube sud (818 m dans le sens France-Italie) l'année suivante.

Les travaux de sécurité sont les mêmes que pour tous les autres tunnels : assainissement coupe-feu, renforcement de l'éclairage, enrobés clairs, niches de sécurité, galeries de secours, ainsi que pose de poutres multitubulaires sous chaussées pour

l'alimentation électrique...

Mais la chaussée du tube nord (situé côté montagne dans un massif très chargé en eau), ayant été directement impactée par les eaux souterraines, avait subi au fil des ans une très forte déformation. Il fallait donc faire d'importants travaux de réfection de cette chaussée, notamment un

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage :** ESCOTA - Mission Tunnels (groupe VINCI)

**Maître d'œuvre :** Egis Tunnels

**Entreprise :** Guintoli (groupe NGE)

**Fournisseur du béton à prise rapide :** Lafarge Bétons



Pour cette réfection, la fermeture du tunnel ne pouvait pas excéder trois semaines.

© Benoît Fougeirol

Photos : © Benoît Fougeirol



La tranchée technique reçoit tous les câbles de l'alimentation électrique.



Afin d'enfourer les câbles, 400 m<sup>3</sup> de béton fluide à prise rapide ont été coulés.

décaissement total de la structure sur près de 150 cm d'épaisseur et la création d'un nouveau système drainant des eaux souterraines.

*"Pour cette réfection, il a fallu fermer totalement le tube nord à la circulation et effectuer les travaux entre le 15 novembre et le 5 décembre 2008 : le tube devait, en effet, être rouvert à la circulation avant le week-end précédant le 8 décembre, jour férié en Italie",* explique Antoine Tréboz, chef de projet à la Mission Tunnels chez ESCOTA, le maître d'ouvrage.

Habituellement, des travaux de ce type durent environ quatre mois, avec des fermetures uniquement la nuit. Ici, le chantier a été en activité 24 heures/24 et 7 jours/7, les postes de travail optimisés, les moyens matériels doublés et les matériaux choisis en fonction de leur rapidité de mise en œuvre.

### Un béton adapté aux fortes contraintes du chantier

Autre grosse difficulté : la réalisation, en fond de fouille du décaissement de chaussée, d'une poutre technique multitubulaires en béton, destinée à enfourer les réseaux servant au fonctionnement de l'autoroute.

Cette poutre, de 50 cm de large sur environ 120 cm de profondeur en section courante, va de la centrale électrique de La Turbie jusqu'à l'extrémité du tunnel de La Coupière (9 km) et contient 16 tuyaux : deux en PEHD (polyéthylène haute densité) pour un câble HT de 20 000 volts, cinq pour la fibre optique et neuf de réserve pour l'alimentation BT.

*"Normalement, on effectue sur le reste de la section un remplissage à base de*

*grave ciment pour enfourer ces réseaux",* informe James Dupont, chef de projets génie civil chez Egis Tunnels, le maître d'œuvre. *"Mais dans le cas spécifique du tunnel de La Coupière, cette solution présentait de nombreux inconvénients : davantage de travaux de terrassement, une mise en œuvre plus longue, la présence d'équipes et de matériels supplémentaires pour tenir les délais... Nous étions donc ouverts à toute autre solution plus performante en termes de temps et de mise en œuvre".*

L'entreprise Guintoli (groupe NGE), chargée des travaux de génie civil de cette poutre, a alors l'idée de proposer à ESCOTA et Egis Tunnels un béton fluide à prise rapide mis au point par Lafarge Bétons.

*"Ce béton, grâce à sa grande facilité de mise en œuvre, nous a paru très bien adapté aux contraintes du chantier",* précise Matthieu Schneider, directeur de travaux chez Guintoli. *"Sa résistance très élevée, qui est de 4 MPa six heures seulement après le coulage, a permis de rouvrir très vite le chantier aux hommes et aux engins".*

### Temps de remblaiement divisé par quatre

400 m<sup>3</sup> de ce béton fluide à prise rapide ont été fabriqués par la centrale à bétons Lafarge de Vaullaris dans les Alpes-Maritimes, transportés par camions-toupies et mis en œuvre en trois jours. Une cadence impossible à tenir avec la grave ciment.

Quelques heures seulement après le dernier coulage, le travail de préparation de la couche de forme de la chaussée pouvait commencer. Le chantier n'a donc souffert d'aucun retard et le temps normal de

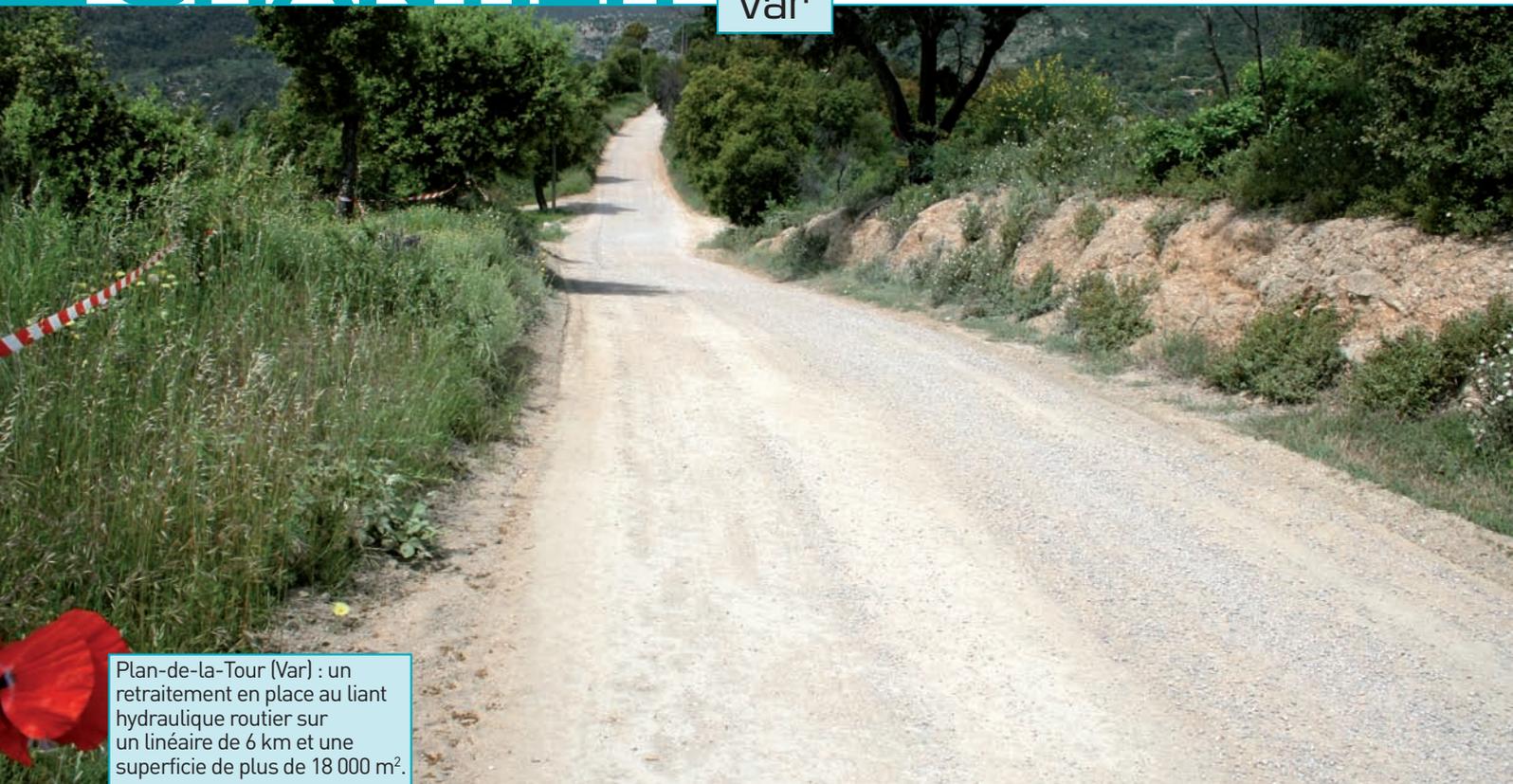
### L'OPÉRATION "TUNNELS EN TRAVAUX"

Lancée sur la période 2002-2012, l'opération "Tunnels en travaux" a pour objectif de rendre plus sûrs les tunnels du réseau autoroutier d'ESCOTA (459 km intégralement situés en région PACA). Elle concerne 19 tunnels (36 tubes) pour un budget de 350 millions d'euros, financé par la société autoroutière.

Ce programme porte sur l'ensemble des maillons de la chaîne de sécurité : contrôle d'accès aux tunnels, gestion technique centralisée, détection, vidéosurveillance, ventilation, réseau électrique, lutte contre l'incendie, dispositifs d'évacuation... Les travaux sont répartis sur cinq zones géographiques : Val de Durance sur l'A51 avec deux tunnels, travaux terminés en 2008 (10 millions d'euros d'investissement) ; tunnel de Monaco sur l'A500, travaux terminés en 2008 (36 millions) ; contournement de Nice sur l'A8 avec huit tunnels, fin des travaux début 2010 (155 millions) ; La Coupière Est-Frontière sur l'A8 avec quatre tunnels, fin des travaux en 2010 (44 millions) et enfin La Turbie-La Coupière sur l'A8 avec quatre tunnels, fin des travaux en 2012 (105 millions).

remblaiement a été divisé par quatre. *"Ce béton à prise rapide a été mis au point pour permettre un décoffrage très accéléré de tout élément de construction, tels que des voiles, poteaux, poutres et planchers. Or, jusqu'à présent, il avait été surtout utilisé pour le gros œuvre du bâtiment. C'était la première fois qu'il était coulé sur un chantier de génie civil : une première qui, nous l'espérons bien, sera suivie de beaucoup d'autres"* explique Florent Canac, assistant chef de marché chez Lafarge Bétons.

*"Ce nouveau béton a dépassé toutes nos attentes : en effet, grâce à ses performances, nous avons été en avance sur le planning"* conclut James Dupont. Résultat : la couche de roulement final a pu être réalisée dès le 5 décembre, alors que la réouverture à la circulation était prévue seulement sur une couche provisoire. ■



Plan-de-la-Tour (Var) : un retraitement en place au liant hydraulique routier sur un linéaire de 6 km et une superficie de plus de 18 000 m<sup>2</sup>.

## Plan-de-la-Tour : des chemins communaux retraités au liant hydraulique routier sans couche de roulement

Pour sa récente campagne de réfection des pistes et chemins communaux, sur un linéaire de 6 km et une superficie de plus de 18 000 m<sup>2</sup>, la mairie du Plan-de-la-Tour (Var) a choisi le procédé de retraitement en place au liant hydraulique routier. Et pour que ces chemins s'intègrent davantage dans le paysage, le Conseil municipal a préféré laisser apparaître les granulats en surface, plutôt qu'une couche de roulement en bitume. Un respect de l'environnement conforté par un avantage économique certain.

Avec ses 2800 habitants, le village du Plan-de-la-Tour a une surface de 3600 ha avec un habitat très dispersé, comportant notamment 22 petits hameaux allant de cinq à une vingtaine de maisons. Résultat : la commune comprend une cinquantaine de kilomètres de

chemins ruraux dont il faut régulièrement refaire les chaussées, dégradées par les véhicules et les intempéries de l'hiver.

### Une forte volonté du Conseil municipal

"Après chaque intempérie, nous devons remettre en état tous les chemins, par apport de ballast et de tout-venant", explique Rémy Padovani, adjoint aux travaux à la mairie. "Quand le Conseil municipal a décidé de refaire les chaussées, programme qui portait sur une surface de plus de 18 000 m<sup>2</sup> et sur 6 km de long, soit 14 tronçons répartis sur toute la commune et allant de 100 m à plus de 2 km, nous avons voulu éviter

d'utiliser du bitume : l'objectif était, en effet, d'intégrer parfaitement ces chemins à l'environnement naturel, essentiellement composé de vignes et de garrigues. C'est pourquoi, nous avons opté pour le procédé qui consiste à stabiliser le matériau en place à l'aide

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage et maître d'œuvre :**  
Services techniques de la mairie du Plan-de-la-Tour

**Entreprise :** Polonio JM  
(Saint-Laurent-du-Var)

**Fournisseur du liant hydraulique routier :** Vicat Ciment (usine de la Grave de Peille)



Epandage du liant hydraulique routier sur les pistes et chemins communaux.



Le malaxage et l'arrosage permettent d'obtenir une structure homogène.

d'un liant hydraulique routier, la bande de roulement ayant la couleur de la pierre du pays. Une technique que nous avons connue en découvrant la réfection d'une piste forestière, lors d'une visite dans le Mercantour".

Les avantages écologiques de cette technique sont désormais bien connus : préservation de la ressource naturelle grâce au recyclage des matériaux en place et suppression de la noria de camions transportant les matériaux de la carrière au chantier, ce qui réduit considérablement les rejets de CO<sub>2</sub>, ne dégrade pas le réseau routier et limite la gêne des usagers et des riverains. Tous ces avantages permettant de faire de substantielles économies.

### Un aspect naturel pour se fondre dans le paysage

En fait, la grande originalité de ce chantier a été la volonté de la mairie de ne pas avoir de couche de roulement en bitume, afin que tous ces chemins retrouvent un aspect naturel et se fondent ainsi harmonieusement dans le paysage. Pour cela, il fallait avoir une très bonne stabilité de la structure de chaussée afin qu'elle dure une bonne dizaine d'années. C'est pourquoi, les quelque 500 tonnes de liant hydraulique routier utilisées ont été surdosées à 8 %, soit 24 kg/m<sup>2</sup>.

Au terme d'un appel d'offres, l'entreprise Polonio JM basée à Saint-Laurent-du-Var a remporté le marché. "Depuis plusieurs années, nous nous sommes spécialisés dans le retraitement des matériaux au liant hydraulique routier", informe Jean-Marc Polonio, son responsable. "Pour cela, nous avons sans cesse cherché à

améliorer le procédé et avons beaucoup investi aussi bien en moyens humains qu'en matériel. Résultat : nous possédons une très bonne maîtrise du process et un savoir-faire reconnu dans le métier". Ce que confirme Ludovic Casabiel, responsable "Marchés Travaux Publics", chez Vicat Ciment : "Notre société a toujours pris soin d'aider et d'accompagner l'entreprise Polonio : aussi bien dans ses recherches permanentes que dans la mise à disposition du liant hydraulique routier, fourni par notre cimenterie de la Grave de Peille dans les Alpes-Maritimes".

### Un chantier terminé en trois semaines seulement

Les travaux ont démarré en mai 2009 et ont duré trois semaines. Ils ont comporté les différentes phases, désormais bien connues : broyage du matériau en place sur 15 cm de profondeur et sur une largeur de 3 m ; humidification à l'arroseuse ; régalaie et préréglage à la niveleuse de la piste et des accotements ; épandage du liant hydraulique routier ; malaxage sur 15 cm de profondeur ; reprise du matériau sur toute la largeur pour obtenir une homogénéité parfaite et faciliter le travail de nivellement ; reprise manuelle des tampons, regards et bouches à clé pour une finition parfaitement homogène du traitement ; reprise manuelle des accotements ; régalaie à la niveleuse ; nivelage final ; compactage définitif qui permet de redensifier la partie supérieure de la couche et d'assurer la fermeture de la surface. Toute la mise en œuvre s'est effectuée en continu, par passes successives et par tronçons, pour une vitesse d'avancement de 125 à 150 m<sup>2</sup>/h



Le compactage termine la mise en œuvre des matériaux traités en place.

### QUELQUES CHIFFRES

L'ensemble du chantier de retraitement représente 6 049 mètres linéaire, soit 18 472 m<sup>2</sup>. Au total, 14 chaussées ont été traitées au liant hydraulique routier : la plus petite est le chemin du Rouge (100 m ; 300 m<sup>2</sup>) et la plus grande est le chemin du Jas Roux (2 114 m ; 6 342 m<sup>2</sup>).

Le coût total des travaux a été de 170 866 euros HT, soit 9,25 euros/m<sup>2</sup>. Ce montant a été subventionné à hauteur de 75 % : 50 % par le Conseil régional et 25 % par l'Etat (Dotation globale d'équipement).



La modification de la granulométrie par broyage permet d'obtenir un mélange d'une parfaite homogénéité.

pour les pistes d'une longueur minimale de 300 mètres, soit un traitement journalier de 1 000 à 1 200 m<sup>2</sup>.

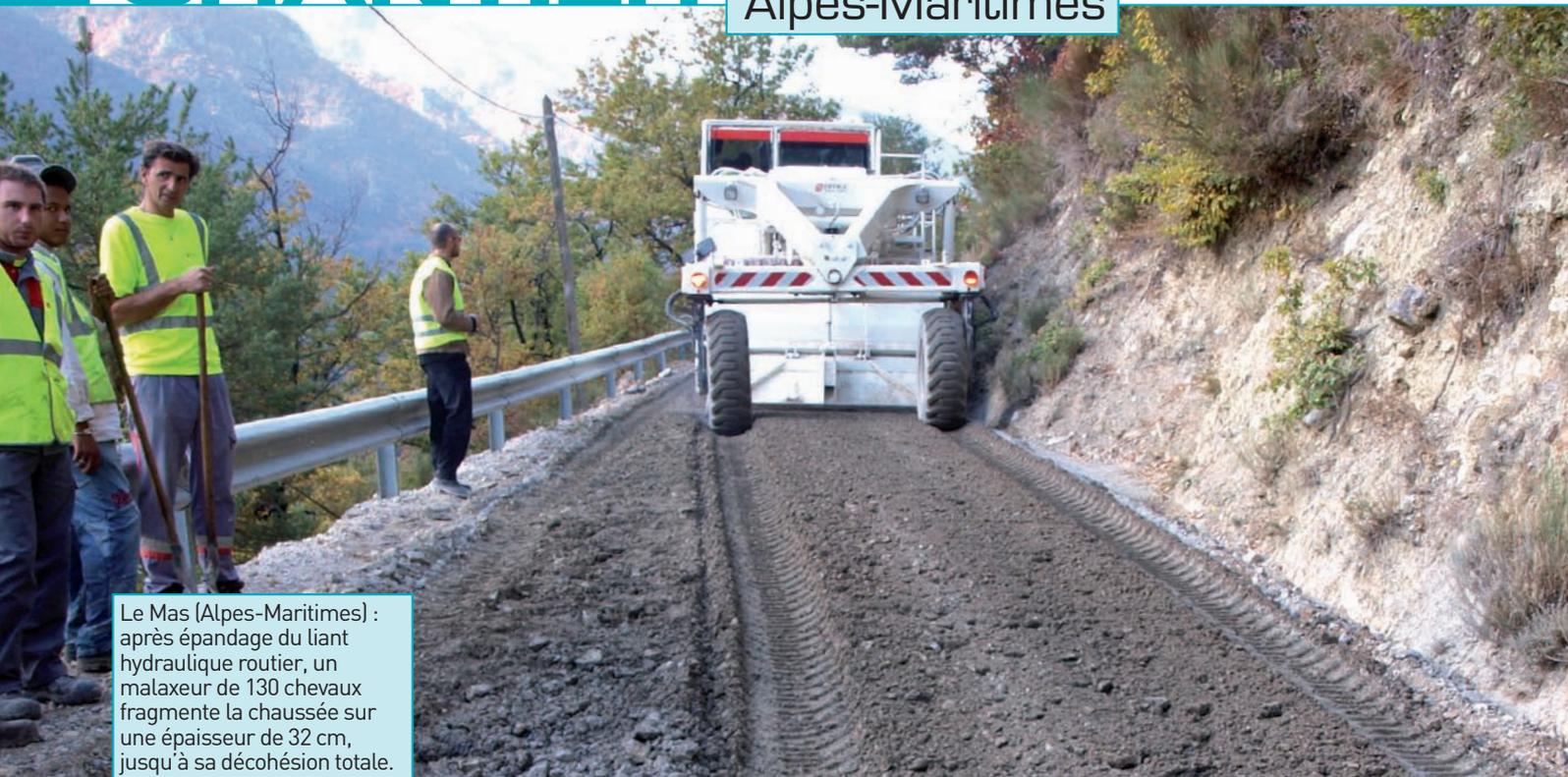
Pour les sites dont le linéaire était inférieur à 300 mètres, le délai de réalisation intégrait l'installation de chantier, le déploiement, le repli et l'entretien de l'ensemble de l'atelier.

Le tronçon était fermé à la circulation pendant deux journées (durée du traitement du sol et après son exécution afin d'obtenir une prise parfaite).

### Une technique bien adaptée aux pistes forestières

Cette technique, qui laisse les granulats apparents en surface, est particulièrement adaptée aux chemins forestiers, mais également aux pistes semi-urbaines puisqu'elle permet de préserver l'aspect naturel du site.

Et Ludovic Casabiel de conclure : "Ce marché va incontestablement se développer dans l'avenir. D'ailleurs l'Office National des Forêts ne s'y est pas trompé puisqu'il est, de plus en plus, intéressé par ce procédé pour la réfection de ses pistes forestières".



Le Mas (Alpes-Maritimes) : après épandage du liant hydraulique routier, un malaxeur de 130 chevaux fragmente la chaussée sur une épaisseur de 32 cm, jusqu'à sa décohérence totale.

## Un retraitement au liant hydraulique routier sur une route de montagne

Souvent isolées et avec un très faible trafic, les routes départementales de moyenne montagne posent de réelles difficultés d'entretien. Afin d'apporter une réponse à ces problématiques, M. Eric Ciotti, Député et Président du Conseil général des Alpes-Maritimes, a souhaité développer et privilégier des processus alliant économie et écologie, en choisissant une technique novatrice : le retraitement de la chaussée au liant hydraulique routier.

Cette technique est, pour la première fois, utilisée dans le département des Alpes-Maritimes : c'est la petite commune du Mas (130 habitants) qui en a eu la primeur. Un tronçon de la chaussée de la RD 10 a été refait entre Aiglun et Le Mas, soit 4,8 km. Dans une première phase, il s'agissait de le refaire sur 1 km entre le PR 14 et le PR 15.

Sur cette section, la chaussée monte régulièrement de 700 à 800 mètres, soit une déclivité de 10 % environ. Sinueuse et partiellement ombragée, elle est taillée dans le versant sud de la montagne avec une emprise étroite de 4,5 à 6 mètres de large.

"Une des grosses contraintes de ce chantier provenait de l'isolement de la commune du Mas", explique Jean-François Graglia, chargé de la maîtrise d'œuvre au Service Départemental

d'Aménagement (SDA) des Préalpes Ouest du Conseil général des Alpes-Maritimes. "C'est pourquoi, lorsque Lafarge et Eiffage nous ont fait découvrir la technique du retraitement en place des chaussées existantes au liant hydraulique routier, cette solution nous a paru particulièrement adaptée. En effet, elle combine à la fois des avantages techniques, écologiques et économiques".

### En phase avec le développement durable

Le retraitement en place permet de réaliser rapidement une couche homogène et stable avec une rigidité qui assure, en même temps, une bonne répartition des charges sur le support de chaussée, un bon comportement à la chaleur (ni déformation, ni orniérage)

et aux cycles gel/dégel grâce à la résistance du matériau et, enfin, une conductibilité thermique faible.

De plus – et c'est très important – cette technique s'inscrit parfaitement dans la politique du développement durable.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage et maître d'œuvre :**  
Direction des routes du Conseil Général des Alpes-Maritimes

**Etude de laboratoire et suivi de chantier :** Eiffage Travaux Publics Méditerranée - Laboratoire Côte d'Azur

**Entreprise :** Eiffage Travaux Publics Méditerranée - Secteur Vallée du Verdon

**Fournisseur du liant hydraulique routier :** Lafarge Ciments (usine de La Malle)



Réglage avec mise au profil.



Réglage à l'aide d'une niveleuse.

En traitant les matériaux sur place, on supprime la mise en décharge et on préserve la ressource naturelle, en économisant quelques milliers de tonnes de graves non traitées. De plus, en évitant la noria des camions au chantier, cette technique réduit fortement les rejets de CO<sub>2</sub>, ne dégrade pas le réseau routier et limite la gêne des usagers et des riverains.

*"Cerise sur le gâteau : pour ce type de chantier, le coût est vraiment très intéressant",* précise Jean-François Graglia. *"Sans compter la couche de roulement – un enduit superficiel d'usure –, la réfection de ce kilomètre de chaussée nous aura coûté 40 000 euros, à comparer aux 150 000 euros que nous aurions dépensés, notamment pour extraire, transporter et traiter les graves non traitées. Soit une économie de plus des deux tiers".*

Puisqu'il s'agit de retraitement en place, il convenait d'abord d'analyser la structure des matériaux de l'assise de chaussée. Le Laboratoire Côte d'Azur d'Eiffage Travaux Publics Méditerranée a donc réalisé cinq sondages sur 30 à 40 cm d'épaisseur.

*"Nous avons constaté que cette assise est surtout constituée de graves 0/80, issues probablement du concassage des matériaux à forte dominante calcaire du site",* informe Philippe Maranges, chef du secteur de la Vallée du Verdon chez Eiffage Travaux Publics Méditerranée.

*"Seuls quelques éléments minéraux allaient jusqu'à un Dmax de 150 mm. Cette caractérisation des matériaux en place a clairement montré que le retraitement était possible à condition d'éliminer les matériaux de*

*granulométrie supérieure à 90 mm. Notre laboratoire a également déterminé la quantité de liant hydraulique routier à mettre en place pour pouvoir retrouver une structure avec une portance du support de 80 MPa".*

Après validation de la faisabilité technique, le chantier s'est déroulé en octobre 2008 selon les phases habituelles :

- l'épandage sur la chaussée ancienne de 113 tonnes de liant hydraulique routier pulvérulent dosé à 4 %, soit environ 25 kg/m<sup>2</sup> (transport par semi-remorque de 40 tonnes),
- l'ajustement de l'état hydrique, à l'aide d'un réservoir à eau asservi au malaxeur,
- la préparation du sol avec un malaxeur de 130 chevaux, équipé d'un rotor armé de pics en carbure de tungstène qui fragmente la chaussée sur une épaisseur de 32 cm, jusqu'à sa décohésion totale,
- le réglage à l'aide d'une niveleuse
- le compactage au moyen d'un cylindre lisse, associé à un compacteur sur pneus,
- la mise en œuvre d'une fine couche de transition de 4 cm d'épaisseur, en grave 0/30, pour séparer l'assise de la chaussée et la couche de roulement en bitume.

### Un retraitement en place réalisé en deux jours

*"La RD 10 est l'unique lien entre le village du Mas et la vallée. Il était donc important que les travaux n'isolent pas très longtemps ses habitants",* précise Gérard Benvenuto, responsable "Routes et Travaux Publics Sud-Est"

chez Lafarge. *"C'est pourquoi, avec cette technique, le temps est un avantage déterminant. À l'exception de la couche de roulement, toutes les opérations sont réalisées en une seule fois. La circulation peut donc être rétablie très vite".*

Les différentes phases de retraitement de la structure de chaussée ont été réalisées en deux jours, comme la réalisation de l'enduit superficiel d'usure. L'eau provenant de réservoirs de la commune, le transport ne porte que sur le liant hydraulique routier et les matériaux nécessaires à la couche de roulement.

*"Si nous avions refait la structure avec des granulats extraits d'une carrière, ce kilomètre de chaussée aurait nécessité 2 000 m<sup>3</sup>, soit 4 000 tonnes et l'équivalent de 210 voyages de camions 8 x 4",* constate Philippe Maranges. *"Et même si le liant hydraulique routier venait de la cimenterie Lafarge de La Malle à Bouc Bel Air, entre Marseille et Aix-en-Provence, il n'aurait fallu que deux voyages de semi-remorques de 40 tonnes par jour".*

Et Gérard Mirgaine, Chef du SDA des Préalpes Ouest, de conclure : *"La technique du retraitement au liant hydraulique routier est parfaitement adaptée à ce type de route. Elle offre, à la fois, des performances à court terme par sa rapidité de mise en œuvre et à long terme par sa durabilité. Bien sûr, il faudra refaire la couche de roulement régulièrement, mais nous n'aurons pas à intervenir sur la structure de la chaussée pendant 20 ou 25 ans. C'est un formidable avantage".*

Résultat : pendant l'été 2009, l'entretien de la RD 10 a été poursuivi sur environ 4 km en deux sections. Une première de 2 km sur la commune d'Aiglun, l'autre de même longueur sur celle du Mas. ■



Compactage avec un cylindre lisse, associé à un compacteur sur pneus.



## Remue-méninges

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

### Vaches brouteuses

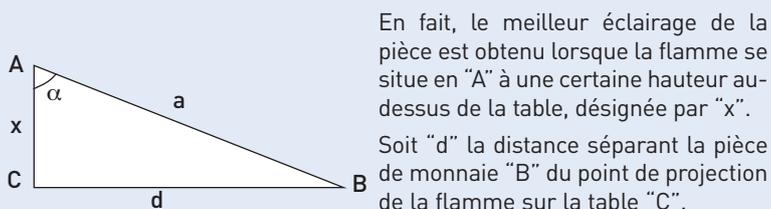
On suppose que l'herbe d'un pré pousse continuellement, partout avec la même vitesse et la même densité. On sait que 70 vaches consommeront la totalité de l'herbe en 24 jours et que 30 vaches la consommeront en 60 jours. Combien faut-il de vaches pour que l'herbe soit consommée en 96 jours ?



#### Solution du Remue-méninges de *Routes* N°108 : Eclairage maximum

**Rappel du problème posé :** à quelle hauteur, au-dessus de la table, doit se trouver la flamme d'une bougie pour qu'elle éclaire au maximum une pièce de monnaie posée sur cette table ?

**Solution :** On peut penser que, pour obtenir le meilleur éclairage, il faut placer la flamme aussi bas que possible. Or, il n'en est rien. En effet, lorsque la flamme est placée très bas, l'angle d'incidence "α" des rayons avec la face exposée de la pièce de monnaie tend vers un angle droit et l'éclairage de la pièce de monnaie devient par conséquent faible. En revanche, lorsque la flamme est placée très haut de telle sorte que l'angle d'incidence soit petit, l'éclairage de la pièce, quoique optimal, est néanmoins faible à cause de l'éloignement de la source lumineuse par rapport à la pièce de monnaie.



En fait, le meilleur éclairage de la pièce est obtenu lorsque la flamme se situe en "A" à une certaine hauteur au-dessus de la table, désignée par "x".

Soit "d" la distance séparant la pièce de monnaie "B" du point de projection de la flamme sur la table "C".

Si "l" est la luminance de la flamme ("l" est supposée constante), l'éclairage de la pièce de monnaie "E" est donné, conformément aux lois de l'optique, par :  $E = l \cdot \cos \alpha / a^2$ , "a" étant la distance AB qui sépare la flamme de la pièce de monnaie :  $a = (x^2 + d^2)^{1/2}$  et "α" est l'angle (AC, AB).

$$E = l \cdot \cos \alpha / [(x^2 + d^2)^{1/2}]^2$$

$$E = l \cdot \cos \alpha / (x^2 + d^2)$$

$$\text{Puisque } \cos \alpha = \cos A = AC / AB = x / AB = x / [(x^2 + d^2)^{1/2}]$$

$$\text{D'où : } E = l \cdot x / [(x^2 + d^2)^{1/2} (x^2 + d^2)]$$

$$E = l \cdot x / (x^2 + d^2)^{3/2}$$

L'éclairage E est maximal si l'expression  $l \cdot x / (x^2 + d^2)^{3/2}$  est maximale, ou ce qui revient au même si :  $[l \cdot x / (x^2 + d^2)^{3/2}]^2 = l^2 \cdot x^2 / (x^2 + d^2)^3$  est maximal.

$l^2$  étant constant, E est donc maximal si :  $x^2 / (x^2 + d^2)^3$  est maximale.

$$\text{Or, } x^2 / (x^2 + d^2)^3 = 1 / (x^2 + d^2)^2 [1 - d^2 / (x^2 + d^2)] = [1 / (x^2 + d^2)]^2 [1 - d^2 / (x^2 + d^2)] = 1/d^4 [d^2 / (x^2 + d^2)]^2 [1 - d^2 / (x^2 + d^2)]$$

$$\text{D'où, E est maximal si } [d^2 / (x^2 + d^2)]^2 [1 - d^2 / (x^2 + d^2)] \text{ est maximal.}$$

En remarquant que, dans cette dernière expression, la somme des premières puissances de ces facteurs est constante :  $d^2 / (x^2 + d^2) + [1 - d^2 / (x^2 + d^2)] = 1$ .

Nous en déduisons que le produit considéré devient maximum quand :  $d^2 / (x^2 + d^2) / [1 - d^2 / (x^2 + d^2)] = 2/1$  (voir *Remue-Méninges Routes* N°108).

Nous avons donc l'équation :  $d^2 / (x^2 + d^2) = 2[1 - d^2 / (x^2 + d^2)]$

$$\text{D'où : } x = 0,71 d$$



## Agenda

### SYMPOSIUM TREMTI 2009

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

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



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

### Journées techniques Cimbéton 2009

Nous vous informons que Cimbéton organise, au cours du dernier trimestre de 2009, deux journées techniques sur les thèmes de **Traitement des sols et du Retraitement des chaussées aux liants hydrauliques**. Elles se dérouleront à Clermont-Ferrand (20 octobre) et à Caen (10 décembre).

Invitations disponibles sur simple demande auprès de Cimbéton.

### Salon des Maires et des Collectivités locales (Porte de Versailles - Paris)

**17 au 19 novembre 2009**

CIMBÉTON sera présent (stand E29) dans le Hall 2-2 (Bâtiment, Travaux Publics, Voirie, Aménagements urbains) du prochain Salon des Maires et des Collectivités locales. Ce stand est animé en partenariat avec le Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi (SNBPE) et le Syndicat national du pompage du béton (SNPB). L'an dernier, ce rendez-vous majeur de l'achat public territorial avait réuni 48 900 visiteurs.

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

### Rencontres nationales du transport public (Nice Acropolis) 25 au 27 novembre 2009

CIMBÉTON, en partenariat avec le Syndicat National du Béton Prêt à l'Emploi (SNBPE) et le Syndicat National du Pompage du Béton (SNPB), sera présent (stand 16 D) à l'occasion de la 22<sup>e</sup> édition de ce salon, qui présentera deux importantes tables rondes : l'une de l'UTP (Union des Transports Publics et ferroviaires) sur "La nouvelle donne de transport public et l'ouverture des marchés", l'autre du GART (Groupement des Autorités Responsables de Transport) sur "Penser globalement mobilité et aménagement pour répondre aux défis du développement durable".

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



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