Revue trimestrielle Cimbéton Septembre 2017 - n° 141

### **CIMENTS ■ LIANTS HYDRAULIQUES ROUTIERS ■ BÉTONS**

Travaux et équipements routiers • Terrassements • Aménagements urbains • Aéroports



### // CHANTIER

RD62 : un retraitement en place réussi, en zone urbaine et sans risque pour l'environnement // LE POINT SUR

Salon-de-Provence : au bonheur des bétons décoratifs // CHANTIER

Belgique E42/A8 : BAC avec mention très bien



### **SOMMAIRE & ÉDITO //**







// CHANTIER
REMIENCOURT (80)

RD90 : un retraitement en place au liant hydraulique « vert », ciblé et phasé



// LE POINT SUR SALON-DE-PROVENCE (13)

Au bonheur des bétons décoratifs



// CHANTIER
BELGIQUE

E42/A8 Kain-Lamain : BAC avec mention très bien



// CHANTIER
DEMIGNY (71)

RD62: un retraitement en place réussi, en zone urbaine et sans risque pour l'environnement



// LE SAVIEZ-VOUS ?

Remue-méninges Agenda



Photo de couverture // Vue aérienne du retraitement en place à froid au liant hydraulique routier, réalisé cet été à Demigny (Saône-et-Loire) par Eiffage-Route, avec utilisation du liant LV-TS 03 de Vicat.

Сверить Рнотов // Une: Eiffage - p. 3 à p. 5: CIMbéton/Charles Desjardins - p. 6 à p. 9: CIMbéton/Charles Desjardins - p. 10: Cimbéton/Provence Impressions RCR Deco France/Armand Joly - p. 11: CIMbéton/Charles Desjardins - p. 12 à p. 14: TRBA - p. 15: Febelcem - p. 16 à p. 18: Eiffage - p. 19: Vicat.

# **L'ANALYSE MULTICRITÈRE,**UNE DÉMARCHE NÉCESSAIRE POUR TOUT PROJET ROUTIER

Une chaussée est une structure conçue et dimensionnée pour garantir l'écoulement du trafic dans de bonnes conditions de sécurité et de confort pour les usagers et assurer sa fonction sur une période de service minimale, fixée au stade de conception du projet.

Sa réalisation est l'aboutissement d'une élaboration longue et complexe, nécessitant un enchaînement de choix. Choix du tracé, d'abord, essentiellement politique et économique. Celui-ci devra assurer certaines liaisons et permettre les échanges. Il en résultera un trafic de véhicules que la route devra pouvoir supporter. En fonction de ce trafic et des caractéristiques des sols rencontrés, plusieurs solutions techniques pourront être proposées pour la structure de la chaussée. Une analyse multicritère (technique, économique, environnementale et sociétale) permettra de déterminer la solution la mieux adaptée.

Les aspects techniques porteront sur le choix de la structure proprement dite, des matériaux (liants, granulats, etc.) et des différentes couches constituant la chaussée.

Les aspects environnementaux porteront sur l'analyse de cycle de vie (ACV) des structures envisagées, en incluant dans l'évaluation les impacts générés durant toute la période de service (la construction de l'ouvrage + les entretiens + la fin de vie + l'utilisation ou la vie de l'ouvrage).

D'autres paramètres, difficiles à quantifier, peuvent évidemment avoir une influence dans le choix de la technique de construction, comme l'aspect sociétal, la permanence du service rendu à l'usager, l'utilisation de matériaux locaux ou de production nationale, l'emploi de main-d'œuvre locale, l'incitation économique régionale, etc.

Enfin, les aspects économiques porteront sur le coût de l'investissement, mais aussi sur le coût d'usage et d'entretien pendant une période de service donnée. Il s'agira en fait d'établir un véritable bilan prévisionnel pour chaque solution technique envisagée. Longtemps, cela n'était pas pratique courante pour des raisons aussi bien techniques qu'administratives ; mais l'élargissement de l'éventail des solutions techniques associé à la préoccupation, de plus en plus marquée de la part des élus et des administrations, de rigueur dans les choix, de bonne gestion, et à une prise de conscience à l'égard de l'environnement, fait que ce bilan est établi aujourd'hui sur de plus en plus de projets routiers et qu'il constitue l'élément de décision majeur du décideur.

Pour chaque projet routier, il est donc nécessaire de procéder à une analyse multicritère détaillée et comparative des diverses solutions afin d'établir les atouts de chacune d'elles. L'analyse de la valeur et le coût global deviennent, dans ce contexte, des outils d'aide à la décision fort importants.

Joseph ABDO - CIMbéton



7, place de la Défense 92974 Paris-la-Défense Cedex Tél.: 01 55 23 01 00 / Fax: 01 55 23 01 10

E-mail: centrinfo@cimbeton.net Site Internet: www.infociments.fr Site dédié à la valorisation des matériaux aux liants hydrauliques: lhr.cimbeton.net

Pour tout renseignement 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-méninges » : Joseph Abdo
- **Rédacteur en chef** : Charles Desjardins
- Reportages, rédaction et photos : SCML Médias, Marie Blanchelande, Étienne Diemert
- Direction artistique et réalisation : Fenêtre sur cour / sôa
- **Dépôt légal** : **3**<sup>e</sup> trimestre 2017 ISSN 1161 2053 1994

## RD90: un retraitement en place au liant hydraulique « vert », ciblé et phasé

Dans la Somme, Colas a réalisé, au printemps, la cinquième et dernière phase de réhabilitation de la RD90 : une intervention respectueuse de l'environnement, minutieusement phasée et parfaitement réalisée !



Une partie du chantier de retraitement en place à froid au liant hydraulique se situait le long de la voie ferrée empruntée par les TER de la région Hauts-de-France.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS



### Maîtrise d'ouvrage

Conseil départemental de la Somme

### Maîtrise d'œuvre

Conseil départemental de la Somme

### Entreprise

Colas

Fournisseur du liant hydraulique routier

Equiom

u sud-est d'Amiens (Somme), la RD90 traverse de beaux paysages de champs et de plans d'eau dédiés à la pisciculture. Elle se sépare de la RD935 à la sortie de Boves, puis traverse successivement Fouencamps, Dommartin et sa belle église en brique, Remiencourt et son château, pour s'achever dans le bourg d'Ailly-sur-Noye, célèbre durant la guerre de Cent Ans. Longueur totale : 9 km. Problème : la départementale était passablement dégradée. « La chaussée était assez fatiquée et présentait notamment de sérieux problèmes d'évacuation d'eau », constate François De Bonville, responsable du service Études et Travaux neufs du conseil départemental de la Somme. Selon la dernière étude effectuée (en 2014), 1 868 véhicules empruntaient en moyenne, chaque jour, cet itinéraire, dont 4 % de poids lourds. « Or, un poids lourd fatigue la structure de la chaussée un million de fois plus qu'un véhicule léger », rappelle le chef de service départemental.

Maître d'ouvrage, le Département – qui gère 4 600 km de routes – a donc entrepris des travaux de mise à niveau pour faire face au trafic en augmentation. « En réalité, voici dix ans que la RD90 fait l'objet d'interventions sur toute sa longueur pour minimiser les risques d'accidents : changement de priorités, limitation de la vitesse, modification de l'accès à certains établissements fréquentés (par exemple : l'entreprise Tubesca, située à l'entrée d'Ailly-sur-Noye). Il y a une dizaine d'années, une première section a été renforcée et, en collaboration avec la SNCF, un passage à niveau dangereux a été remplacé par un ouvrage d'art. En 2012, 1,8 km de linéaire a fait l'objet d'une réfection entre cette même commune d'Ailly-sur-Noye et Remiencourt. Avec les derniers travaux effectués au printemps 2017, cette voie d'accès à Amiens est désormais complètement remise à niveau », précise François De Bonville







DE HAUT EN BAS ET DE GAUCHE À DROITE

// Le malaxeur entre en action
après l'épandage du liant
hydraulique.

// Vérification de la quantité de liant hydraulique épandu par mètre carré, avec pesage d'un échantillon étalonné.

II Le rotor du malaxeur mélange le matériau fragmenté de l'ancienne chaussée avec le liant Equiom ROC AS dosé à 4 %.

#### **DIMENSION ENVIRONNEMENTALE**

En ce qui concerne la chaussée, cette réhabilitation a fait une large place au retraitement en place à froid au liant hydraulique. Ce procédé a notamment été choisi pour la préservation de l'environnement, puisqu'il permet la réutilisation des matériaux de l'ancienne structure, évitant une mise en décharge onéreuse et limitant au strict nécessaire l'apport de nouveaux matériaux. Les tests de faisabilité s'étant révélés positifs, la remise à niveau de la chaussée a été réalisée en trois temps par la société Colas. C'est en effet celle qui a remporté le marché, dont la consultation faisait une place importante à la dimension environnementale (20 % des critères d'attribution) et à la valeur technique (15 %).

Première zone concernée en 2016 : le tronçon situé entre les communes de Fouencamps et de Dommartin, distantes d'environ trois kilomètres. Objectif : rectifier le tracé, améliorer les carrefours et aménager des accotements pour mieux récupérer les eaux pluviales. Commencée en septembre, cette première tranche de renforcement (tranche ferme du marché), prévue pour une durée de onze semaines, s'est achevée fin novembre 2016. « Il s'agissait de mettre cet itinéraire aux normes de la classe 2 des routes départementales de la Somme, qui correspond au réseau secondaire, celui qui relie les chefs-lieux de canton. Concrètement, la chaussée a été retraitée en place avec un liant hydraulique routier, sur 40 cm de profondeur. Elle mesure toujours 5,5 m de large, mais compte désormais 50 cm d'accotements de chaque côté », détaille François De Bonville. Cette première tranche a été suivie d'une seconde au printemps 2017 (tranche optionnelle du marché) ; le secteur concerné se situait entre Dommartin et Remiencourt.

### **■ LIANT DOSÉ À 4 %**

Mardi 4 avril 2017, les équipes de Colas sont à pied d'œuvre tôt dans la matinée. La température est printanière. « Le temps est idéal, se réjouit François De Bonville. Pour la phase précédente, en octobre 2016, nous avons également bénéficié d'une très bonne météo d'arrière-saison. » La fragmentation de l'ancienne chaussée a déjà commencé : la raboteuse est intervenue sur une profondeur de 40 cm, et l'ancienne chaussée constituée de grave-bitume a été transformée en matériau de faible granulométrie (comprise entre 0/20 et 0/31,5). L'ajout d'une GNT a permis de recalibrer la courbe granulométrique. Le liant Equiom ROC AS dosé à 4 % est épandu. « Ce liant très polyvalent permet d'atteindre des performances mécaniques homogènes sur les différentes





#### DE GAUCHE À DROITE

// Prise de mesure de la hauteur de la chaussée retraitée avant réglage.

II Le réglage s'effectue à – 14 cm du niveau fini de la future chaussée, ce qui nécessite plusieurs passages de la niveleuse. natures de matériaux rencontrées lors du retraitement en place », explique Jaouad Nadah, responsable du support technique clients au sujet des liants hydrauliques routiers chez Eqiom (groupe CRH).

Le dosage au mètre carré est soigneusement vérifié par le chef de chantier. Le malaxeur peut alors entrer en action. Son puissant rotor assure l'homogénéisation du mélange liant hydraulique-matériau fragmenté de l'ancienne chaussée. Puis vient la phase du réglage suivie de celle du compactage. Sur cette section dégradée, l'apport de matériau oblige à un réglage minutieux. Il s'effectue à – 14 cm du niveau fini de la future chaussée, nécessitant le passage de la niveleuse à plusieurs reprises, avant celui du compacteur vibrant. Une fois que le traitement a fait prise, des couches successives de matériaux bitumineux seront mises en œuvre sur une épaisseur de 14 cm. « Nous avions prévu trois jours de traitement, mais nous aurons sans doute terminé auparavant, compte tenu du bon avancement du chantier, se félicite Richard Watiau, le chef de chantier de Colas. La chaussée sera réceptionnée d'ici à une quinzaine de jours par le laboratoire départemental, après l'écoulement de la période de prise. » Précision de Stéphane Dordain, contrôleur des travaux au département de la Somme : « Préalablement, nous avions fait déplacer par ERDF un câble électrique de 20 000 V pour ne pas gêner la marche des travaux et pour ne faire courir aucun risque aux équipes présentes sur le chantier. »

### **UNE CHAUSSÉE PARFAITEMENT HOMOGÈNE**

François De Bonville, le responsable départemental, récapitule ainsi les choses : « Le chantier réalisé au second semestre 2016 (la tranche ferme) avait une longueur de 2 600 m. Celui que nous achevons (la tranche optionnelle) comporte deux parties : l'une de 850 m et l'autre de 350 m. Au total, sur les 9 km que compte la RD90, un linéaire de 3 800 m a fait l'objet d'un retraitement en place au liant hydraulique routier. Ce dernier présente un intérêt économique et environnemental évident pour la remise à niveau des chaussées départementales. Dans le cas de la RD90, toutes les conditions étaient réunies. Mais un autre critère nous a paru important : la garantie d'obtenir une chaussée homogène sur toute la largeur. A priori, nous n'aurons plus à intervenir en entretien sur la couche de roulement avant une quinzaine d'années. » Derniers arguments en faveur de cette technique : « En plus d'être parfaitement maîtrisée par les opérateurs routiers, elle nous est familière dans la Somme, puisque nous y avons déjà eu recours, voici deux ans, sur une autre départementale : la RD12 située près de Saint-Riquier, au nord-est d'Abbeville. »

### LE POINT SUR //

SALON-DE-PROVENCE (13)

MIEUX VIVRE // MIEUX CIRCULER // MIEUX PROTÉGER LA PLANÈTE

# SALON-DE-PROVENCE AU BONHEUR DES BÉTONS DÉCORATIFS

Trottoirs, esplanades, places et même, récemment, blason... En une quinzaine d'années, la ville de Nostradamus s'est métamorphosée et embellie de façon spectaculaire. Secret de cette transformation très réussie : le recours aux bétons décoratifs, parfaitement intégrés à l'environnement urbain et mis en œuvre de façon judicieuse. Visite guidée...

mi-chemin entre Arles et Marseille, à 30 km au nord-ouest d'Aix-en-Provence, adossée au parc naturel des Alpilles, Salon-de-Provence jouit d'une localisation idéale. Riche d'un passé prestigieux, la ville de Nostradamus – il y est mort en 1566 – a su parfaitement préparer l'avenir, en valorisant ses espaces urbains par un élégant mariage minéral de béton et de pierre. En moins de vingt ans, quelque 45 000 m² de béton décoratif ont été mis en œuvre dans la cité, notamment par Provence Impressions RCR Deco France, en parfait respect de l'environnement, pour embellir et valoriser un patrimoine exceptionnel. Tour d'horizon de cinq réalisations phares qui ont changé l'image de la cité...



Dans le cœur historique de Salon-de-Provence, les bétons décoratifs (ici du béton désactivé) redonnent une unité au tissu urbain, de la luminosité aux trottoirs, et apportent une plus-value esthétique incontestable. Ils ont progressivement remplacé les anciens revêtements hétéroclites et vieillissants.

### **LES COURS**



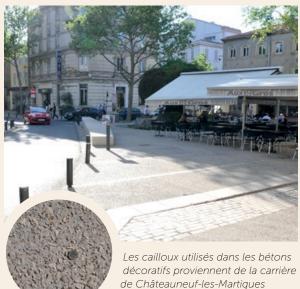
Le calepinage des bandes structurantes en pierre Cénia rythme les différents espaces (terrasses de café, fontaines) et les trottoirs qui ont été élargis.

C'est là que tout a commencé... Ambition: redonner aux avenues principales du centre-ville une unité esthétique perdue au fil des décennies. C'est ce qui a guidé la Ville, au milieu des années 2000, dans le choix du béton désactivé. Rajeunis, tout en restant parfaitement dans la tradition, ces fameux « cours » provençaux ont accueilli deux bétons désactivés différents, avec des cailloux concassés calcaires clairs (carrière de Châteauneuf-les-Martigues, dans les Bouches-du-Rhône) et un calepinage très esthétique de bandes structurantes en pierres calcaires naturelles Cénia. Ces avenues séculaires méritaient mieux que le patchwork de revêtements qu'elles portaient à l'époque. Sans parler des problèmes de planimétrie, de stationnement, de circulation.

### **ABSENCE DE RÉSEAU**

Le marché (dit « de définition ») lancé à l'origine a très vite montré « qu'il fallait envisager le problème de façon beaucoup plus large pour rester cohérent et englober dans cette réflexion les cours du centre-ville, vitaux pour l'activité économique, car ils accueillent de nombreux commerces », expliquaient à l'époque les responsables des services techniques (cf. Routes n° 98,

### **UNE RÉNOVATION EN BÉTON LUMINEUX**







Les cours ont reçu un revêtement de béton désactivé avec des cailloux concassés clairs et un calepinage de bandes structurantes en pierres calcaires naturelles Cénia.

décembre 2006, pp. 18-19). Problème important : l'absence de réseau d'eaux pluviales posant de « sérieux soucis en matière d'hygiène publique ». À la moindre intempérie, tout se déversait dans le canal de Craponne, un ouvrage datant de la Renaissance et destiné à irriguer la plaine environnante de la Crau. En prime, il existait encore d'anciennes canalisations en plomb, posant des problèmes en matière d'assainissement et d'eau potable.

(Bouches-du-Rhône), située à 50 km.

### **■ PRIORITÉ AUX PIÉTONS**

POUR DIFFÉRENCIER

LES ZONES CONTRE

LES FAÇADES ET

**LES ZONES DE** 

PASSAGE, DEUX

3/6 ET 6/14

**GRANULOMÉTRIES** 

Une fois lancé, ce premier grand chantier ne concerne pas moins de 10 000 m<sup>2</sup> sur l'ensemble de l'agglomération. Concepteur opérationnel de cette

> grande métamorphose, l'architecte-paysagiste montpelliérain Alain Marguerit tenait à repenser complètement les schémas en place et à procéder à une redéfinition complète de l'espace urbain. « Nous avons souhaité – le plus souvent contre l'avis de départ des

différents utilisateurs — replacer la voiture à l'écart des piétons ou des autres moyens de circulation. Il nous a donc fallu lutter contre le discours naturel qui tendait à vouloir multiplier les places de stationnement et les voies de circulation,

qui ont finalement été réduites de deux à une, expliquait-il en 2006. Nos interlocuteurs ont compris qu'un cœur de ville, même pour les commerçants, ne fonctionne pas mieux, quand les voitures peuvent circuler partout. Nous avons donc travaillé sur la notion de partage : une voie est laissée aux voitures, et le reste de l'espace, largement majoritaire, donne la priorité aux piétons. »

### SOL CLAIR ET ÉCLAIRAGE DU SITE

Matériau retenu pour les trottoirs, en association avec des pavages en pierre calcaire Cénia : le béton désactivé calcaire clair avec deux granulométries 3/6 et 6/14 (et sable naturel), pour différencier les zones contre les façades et les zones de passage. Raisons de ce choix? Pour ses multiples qualités (facilité et rapidité de mise en œuvre), mais aussi, selon Alain Marguerit, « pour favoriser l'éclairage du site. Parce qu'il est utile et efficace d'avoir un sol clair plutôt que sombre pour profiter au mieux de l'éclairage nocturne, particulièrement travaillé à Salon-de-Provence dans le cadre de ce projet. » Autre avantage : une réouverture rapide à la circulation piétonnière, vingt-quatre heures après le coulage. Les deux granulométries employées permettent aussi de distinguer les espaces au sol.

Une bande de béton désactivé, réalisée avec un granulat plus fin, est séparée du reste du trottoir par une bande de pavés calcaires. Épaisseur des dalles : 15 cm pour les parties piétonnes et 20 cm pour les parties circulées. Tous les granulats ont été extraits dans un rayon maximal de 50 km. Durée du chantier : un an et demi pour l'ensemble de l'opération, avec de multiples interventions séparées pour le coulage des bétons, sans interruption de l'important trafic des piétons dans ces zones très fréquentées.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS



Maîtrise d'ouvrage

Ville de Salon-de-Provence

Maîtrise d'œuvre

Atelier des paysages-Alain Marguerit

**Entreprises TP VRD** 

Gagneraud TP, TP Provence, Eiffage TP

Réalisation des bétons désactivés

Provence Impressions RCR Deco France, Sols-Méditerranée

Fournisseur du béton

Cemex

Fournisseur du ciment Lafarge

### LE PÔLE MULTIMODAL DU « DÉSACTIVÉ » POUR MIEUX CIRCULER



Autour du nouveau pôle d'échanges multimodal (PEM),  $39~000~\text{m}^2$  de béton désactivé ont été mis en œuvre.

Pas d'agglomération dynamique sans réseau de transports performant et, désormais, respectueux de l'environnement, intégrant tous les modes de déplacement (train, bus, car, voiture) et, notamment, ceux dits « doux », comme le vélo. Depuis un an, Salon-de-Provence dispose d'un pôle d'échanges multimodal (PEM) autour de sa gare SNCF. Concepteur : Alain Marguerit et l'Atelier des paysages, qui marquent de leur empreinte, une nouvelle fois, le paysage de la ville de Nostradamus. « Le dossier a d'abord été conduit par la direction générale des services techniques avant un transfert de compétences à la communauté d'agglomération », se rappelle Gilles Fuentes, directeur du patrimoine et du cadre de vie. Envisagé depuis 2001, le projet a été pris en charge par la communauté de communes - territoire du Pays salonais (17 communes) à partir de septembre 2014. En janvier 2016, la nouvelle gare routière entre en service avec 14 lignes desservies et deux navettes gratuites pour rejoindre le centre-ville. Et, après dix-huit mois de travaux, le PEM est totalement opérationnel en juin 2016. Ainsi, un parking gratuit et ouvert 24 h/24 propose 400 places sur deux niveaux, en étages aériens, qui viennent s'ajouter aux 4 000 places déjà disponibles en ville. Aux alentours, le premier quartier durable de la ville est destiné à l'accueil de nouveaux habitants, d'activités

économiques, d'équipements publics de proximité, en accompagnement du PEM, projet majeur pour la ville.

Le béton a été choisi de façon préférentielle pour aménager les accès de ce vaste équipement situé des deux côtés de la gare SNCF. L'ensemble des sols en béton d'une superficie de 39 000 m² sont répartis en surface de voirie lourde et légère avec un béton désactivé en cailloux concassés de gneiss gris (carrière de la Môle, dans le Vaucluse), sable naturel Salon GSM. Tous les entourages d'arbres ont été faits en béton drainant décoratif Biodécosol.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS



### Maîtrise d'ouvrage

Ville de Salon-de-Provence

### Maîtrise d'œuvre

Ingérop, Stoa, Sitétudes, Cereg Atelier des paysages-Alain Marguerit

### **Entreprises**

Gagneraud TP, TP Provence

### Réalisation des bétons désactivés Provence Impressions RCR Deco France, Sols-Méditerranée

Fournisseur du béton Cemex

Fournisseur du ciment Lafarge

### LA RUE DES FRÈRES-KENNEDY



Le béton drainant, une solution efficace contre l'« inondabilité chronique ».

■ « C'est une première en France! se félicite Armand Joly, directeur de Provence Impressions RCR Deco France. C'est la première fois que du béton drainant est mis en œuvre dans un environnement urbain de centre-ville, pour réaliser des trottoirs et des chaussées. » Une autre initiative innovante à mettre au crédit de Salonde-Provence!

Début mars de cette année, une nouvelle intervention a en effet permis d'élargir la palette des bétons mis en œuvre dans la ville de Nostradamus. Située en plein centre-ville, partant des cours Carnot et Victor-Hugo en direction du nord, la rue des Frères-Kennedy est bien connue de tous les habitants. Elle constitue le « point bas » de l'agglomération, avec une « inondabilité chronique ». Pour mettre un terme à cette situation séculaire et pénalisante pour les commerçants, la municipalité a décidé de recourir au béton drainant.



### **DU BÉTON DRAINANT CONTRE LES INONDATIONS**

Routes N°141

Septembre 2017

Sur une vingtaine de mètres, le profil de la chaussée et des trottoirs a été revu, et le « débit de fuite », augmenté. Surtout, les trottoirs revêtus de béton drainant ont été conçus en « ballast », ce qui leur permet de stocker une grande quantité d'eau pluviale (plus de 110 m³). Résultat : lors des premières pluies violentes, le dispositif - qui intègre aussi du béton drainant dans les fondations et un assainissement redimensionné – a parfaitement joué son rôle. Pas de flaques ni d'éclaboussures...

« La façon dont l'eau a été absorbée par les trottoirs est impressionnante, confie un membre de l'équipe municipale. L'an dernier, nous avons reçu jusqu'à 80 mm de précipitations par heure. Il ne devrait pas y avoir de problème cette année. » « Le béton drainant est un produit nouveau en termes d'usage et de mise en œuvre, même s'il est utilisé depuis une bonne vingtaine d'années en sous-couche de béton poreux, commente le dirigeant de Provence Impressions RCR Deco France. Il y a encore du travail de mise au point au niveau des applicateurs et fournisseurs, mais c'est une évidence : le béton drainant sera de plus en plus présent dans le paysage urbain... C'est une nécessité, c'est notre avenir!»

### **PRINCIPAUX INTERVENANTS**



### Maîtrise d'ouvrage

Ville de Salon-de-Provence

### Maîtrise d'œuvre

Services techniques de la ville de Salon-de-Provence

### **Entreprises**

Gagneraud TP

### Réalisation du béton drainant

Provence Impressions RCR Deco France

Fournisseur du béton

Cemex

Fournisseur du ciment

Lafarge

### **SQUARE CHARLES-DE-GAULLE** ASSOCIATION PIERRE-BÉTON POUR UNE NOUVELLE JEUNESSE







Le béton désactivé avec granulats roulés de Durance, cloutés de petits pavés calcaires, a métamorphosé le square Charles-de-Gaulle.

■ Il y a quelque temps, il s'agissait encore d'un square sans grand caractère, avec une ornementation minérale vieillissante... La ville a fait appel à l'entreprise Calvière, réputée pour son savoir-faire en espaces verts, et à Provence Impressions RCR Deco France pour concevoir un revêtement digne de l'endroit. Désormais, le square Charles-de-Gaulle est redevenu un lieu de flânerie et de détente très apprécié des Salonais, petits et grands. Fontaines rénovées, vastes pelouses, aires de jeux pour les enfants... L'aménagement est particulièrement réussi! « Tous les cheminements ont été réalisés en béton désactivé avec granulats roulés de Durance, cloutés de petits pavés calcaires pour éclaircir et égayer de façon ludique et attrayante les divers parements, séparés par des chaînettes des mêmes petits pavés en un ou deux rangs »

décrit avec satisfaction Armand Joly,

le directeur de Provence Impressions RCR Deco France, qui a conçu et réalisé cet ensemble.

### **PRINCIPAUX INTERVENANTS**



### Maîtrise d'ouvrage

Ville de Salon-de-Provence

### Maîtrise d'œuvre

Service des espaces verts de la ville de Salon-de-Provence

### **Entreprise**

Calvière

### Conception et réalisation des bétons désactivés

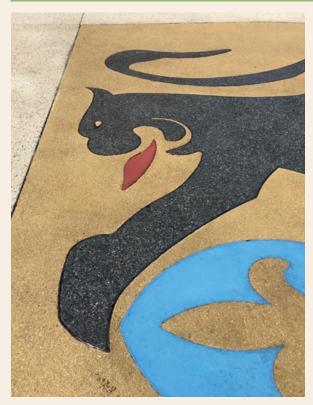
Provence Impressions RCR Deco France

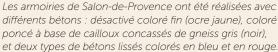
Fournisseur du béton

Cemex

Fournisseur du ciment Lafarge

### LES ARMES DE LA VILLE DU BÉTON « MÉDIÉVAL »







Le parvis rénové du château de l'Empéri accueille un nouveau dallage en béton bouchardé, spécialement étudié pour s'accorder aux remparts du château.

Vous avez dit « emblématique »? Dans le cadre de son programme d'embellissement de la ville, la municipalité souhaitait rénover les escaliers et le parvis menant au château de l'Empéri. Cette forteresse, construite

au IXe siècle sur le rocher du Puech, domine la plaine VISIBLES DU CIEL, LES de la Crau. C'est le joyau ARMOIRIES EN BÉTON architectural de la cité. Du N'ONT PAS ÉCHAPPÉ XIe siècle et jusqu'en 1481, **AUX CAMÉRAS** elle fut la résidence des **DE TÉLÉVISION** archevêques d'Arles et des

> Quitte à toiletter le précieux héritage du passé, pourquoi ne pas y ajouter le témoignage d'un attachement renouvelé au patrimoine? Quoi de mieux que faire réaliser en belles dimensions le blason de la ville? Ces armoiries ont été accordées à la ville au XVIe siècle (1564) par le roi Charles IX et par sa mère, Catherine de Médicis, qui s'intéressait beaucoup au personnage de Nostradamus.

empereurs germaniques.

Elles représentent, en langage héraldique, « un léopard de sable rampant en champ d'or, tenant au milieu de ses pattes, sans toutefois toucher, un écusson d'azur dedans lequel il y aura une fleur de lvs d'or ». Elles ont été confectionnées en béton décoratif par Provence Impressions RCR Deco France grâce à un gabarit réalisé par l'atelier de chaudronnerie de la ville. Elles intègrent notamment un béton coloré poncé à base de cailloux concassés de gneiss gris (carrière de la Môle, dans le Vaucluse), un béton désactivé coloré fin et deux bétons lissés colorés en bleu et en rouge. Le parvis rénové a également reçu un dallage en béton bouchardé spcialement étudié pour s'accorder aux remparts du château et aux rochers existant dans la paroi environnante. Le nouveau blason a été dévoilé à l'occasion de la 19e étape du Tour de France 2017 (21 juillet), dont Salon-de-Provence était la ville d'arrivée. Visibles du ciel, les armoiries en béton de

Salon-de-Provence n'ont pas échappé aux caméras de télévision. Elles ont été vues par toute la France du cyclisme.

### **PRINCIPAUX INTERVENANTS**



Maîtrise d'ouvrage

Ville de Salon-de-Provence

Maîtrise d'œuvre

Services techniques de la ville de Salon-de-Provence

**Entreprise** 

Provence TP

Réalisation des bétons

Provence Impressions RCR Deco France

Fournisseur du béton

Cemex

Fournisseur du ciment Lafarge





Nicolas Isnard, Maire de Salon-de-Provence

#### INTERVIEW

### LE BÉTON NOUS PERMET D'INNOVER

Maire de Salon-de-Provence depuis 2014, Nicolas Isnard explique l'intérêt de sa ville pour le béton dans le cadre d'une ambitieuse politique d'aménagement et de rénovation.



### Quelle est votre ambition, en termes d'aménagement urbain, pour Salon-de-Provence ?

À l'image de ce que nous avons fait pour le réaménagement de la place Charles-de-Gaulle ainsi que pour les entrées de ville, juste avant le début de la saison touristique, nous avons essayé de réaménager tous les sites emblématiques de la cité. Là où il peut y avoir du public, du passage et de l'animation... Avec un focus plus spécifique, cette année, sur les lieux qu'on peut qualifier de « patrimoniaux ».

### Comment le béton s'intègre-t-il dans cette politique d'aménagement?

Dans le cas particulier de la rue des Frères-Kennedy, qui, de mémoire de Salonais, a toujours été une voie inondable, le béton nous permet d'innover – ici, en l'occurrence, du béton drainant – et de proposer enfin une solution aux riverains et aux commerçants. C'était un des points noirs dont nous avons hérité;

et nous espérons avoir enfin trouvé une solution pérenne à ce problème. C'est une première en milieu urbain, en France, et dans le même temps nous sommes dans la continuité de l'existant.

Plus largement, Salon-de-Provence est une cité qui a choisi et adopté beaucoup de revêtements en béton décoratif depuis les années 2000...

Oui, le béton décoratif a su répondre aux souhaits des municipalités successives. Désormais, après le béton désactivé, nous marquons une nette préférence pour le béton bouchardé. Après des bétons très clairs, nous nous orienterons sans doute vers des bétons un peu plus sombres, en développant la végétalisation. Et nous devons être très attentifs à préserver maintenant ce nouveau patrimoine, notamment du point de vue de l'esthétique, en l'entretenant soigneusement. Salon-de-Provence possède un passé prestigieux, mais je pense qu'elle a plus d'avenir que de passé. Nous avons un outil formidable! Salon-de-Provence mérite d'être valorisée et, en tant que maire, je m'y emploie.





Réalisés en béton désactivé (avec granulats roulés de Durance), les cheminements du square Charles-de-Gaulle de Salon-de-Provence sont cloutés de petits pavés calcaires.



# **E42/A8 KAIN-LAMAIN (BELGIQUE) :**BAC avec mention très bien

La Belgique apprécie le béton autoroutier et, plus particulièrement, le béton armé continu (BAC). Dans ce domaine, le savoir-faire de ses ingénieurs – en maîtrise d'ouvrage et d'œuvre – comme de ses entreprises est réputé. La réhabilitation récente de l'autoroute E42/A8 entre Kain et Lamain (Tournai) en fournit un nouvel exemple spectaculaire... dont l'Hexagone pourrait bien s'inspirer!

### PRINCIPAUX INTERVENANTS



Maîtrise d'ouvrage SPW, Sofico

Maîtrise d'œuvre SPW

Entreprises

TRBA-Stadsbader

Fournisseurs du béton TRBA-Stadsbader

Fournisseurs du ciment CCB (50 %), Holcim (50 %) Demotte, bourgmestre de Tournai, a résumé le tour de force constitué par la réhabilitation de l'autoroute E42/A8. Elle a débuté en mars 2015 et s'est close à la fin du mois de mai de cette année, avec environ un mois d'avance sur les prévisions. Les travaux, scindés en quatre phases, comprenaient la démolition de la voirie jusqu'aux sous-fondations et la reconstruction de nouvelles structures, dont la voirie en béton armé continu (BAC). Ils ont également permis de réaliser une troisième bande de circulation entre l'agglomération de Kain (au nord de Tournai) et l'échangeur de Marquain (E42/A8/A17), situé à deux kilomètres de la frontière française, en vue d'améliorer la fluidité du trafic, intense sur ce tronçon très fréquenté, notamment par les poids lourds. Le chantier, décidément complexe, visait aussi à poser près de 7 500 m² d'écrans acoustiques (un record

Ce chantier était colossal mais tellement indispensable! » C'est ainsi que Rudy

pour une autoroute en Wallonie), à améliorer la gestion des eaux de ruissellement et à réaliser – ou à entretenir – huit ouvrages d'art. Une tâche herculéenne donc, confiée au groupement d'entreprises TRBA-Stadsbader, qui a obtenu le marché par adjudication publique. Au cœur des enjeux : la réalisation de la chaussée en BAC.



DE GAUCHE À DROITE

II La nouvelle autoroute E42/A8 Kain-Lamain a nécessité la pose de 230 000 m<sup>2</sup> de BAC.

II En médaillon : disposées tous les 170 mm, les armatures longitudinales ont un diamètre de 20 mm. Espacées de 700 mm, les armatures transversales (12 mm de diamètre) les croisent selon un angle de 60°.

II Le nu supérieur des barres longitudinales des armatures se situe entre 80 et 100 mm de la surface du revêtement fini. Les raisons pour lesquelles la Belgique préfère réaliser ses autoroutes en BAC sont nombreuses. Elles sont liées aux qualités unanimement reconnues de ce matériau (résistance et durabilité), mais aussi aux performances qu'il affiche dans sa mise en œuvre autoroutière : faible nuisance acoustique ; moindre consommation des véhicules (environ 5 % de moins que sur un revêtement en asphalte, en ce qui concerne les poids lourds) ; absence d'entretien sur une longue période (vingt-cinq ans). Dans le cas spécifique de la région de Tournai et de la Wallonie, il permet aussi de bénéficier des effets positifs d'une économie circulaire vertueuse (sidérurgie, cimenteries, carrières, recyclage du béton, etc.) et locale (proximité des approvisionnements, y compris pour les armatures).

Lors d'une visite de chantier réalisée sur place le 6 avril dernier, André Jasienski, directeur de la Fédération de l'industrie cimentière belge (Febelcem), et Filip Covemaeker, ingénieur de projets chez TRBA, ont détaillé, pour *Routes*, les spécificités de la mise en œuvre du BAC dans le cas particulier du chantier de réhabilitation de l'autoroute E42/A8 entre Kain et Lamain (Tournai).

### **■ LE CIMENT : UN CEM III/A – 42,5, CIMENT DE HAUT-FOURNEAU**

Le ciment utilisé pour la rénovation de l'autoroute E42/A8 a été fourni à parts égales (soit 50 %) par la Compagnie des ciments belges (CCB), dont l'usine de Gaurain-Ramecroix se situe à moins de 15 km du chantier, et par Holcim, dont l'usine se trouve à Obourg, près de Mons, à quelque 60 km du chantier. « Le ciment utilisé est un CEM III/A – 42,5 qui contient entre 50 % et 60 % de laitier de hautfourneau et dont l'impact environnemental est donc réduit. C'est ce qui lui confère une couleur plus claire que le ciment Portland classique. Il a une valeur ajoutée esthétique et offre une meilleure luminosité durant la nuit. Le laitier de haut-fourneau provient de la production belge de fonte. Il est considéré comme un déchet et il a l'avantage d'être produit localement. »

### ■ LE BÉTON : 230 000 M² DE BAC MIS EN ŒUVRE

Attributaire du marché, le groupement d'entreprises TRBA-Stadsbader a utilisé ses propres centrales – au nombre de deux – pour produire son béton : l'une était implantée à proximité immédiate du chantier ; l'autre à Péruwelz, située à une trentaine de kilomètres de là, dans le Hainaut.

Après avoir réalisé une couche de fondation en béton maigre, le béton armé continu a été mis



Sur le nouveau tronçon, 18 500 m de dispositifs de retenue en béton ont été coulés en place. en œuvre en une seule couche, de 25 cm d'épaisseur, par une machine à coffrages glissants (de marque Wirtgen) de très grande capacité (d'un poids de 50 tonnes, avec une puissance de moteur de 305 CV, dotée de 24 vibreurs électriques pour assurer une bonne planéité, avec une largeur de coulage pouvant aller jusqu'à 10 m). Dans ce cas précis, la largeur effective de coulage était généralement de 8 m.

Une fois coulé et lissé, le béton a reçu un retardateur de prise et a été recouvert d'une feuille de plastique afin d'éviter sa dessiccation. Le lendemain, la feuille de plastique a été retirée, et le béton a été dénudé par brossage pour éliminer la laitance, mettre en valeur les petits granulats et atteindre la rugosité souhaitée. Sous réserve de confirmation par les tests de résistance à la compression (supérieure à 40 MPa), les tronçons achevés pouvaient être ouverts à la circulation sept jours après leur coulage. Au total, la réhabilitation de l'autoroute E42/A8 Kain-Lamain a nécessité la mise en œuvre de 230 000 m² de BAC. Enfin, afin de ne pas devoir réaliser de joints de construction transversaux, le bétonnage a été réalisé 24 h/24, sans arrêt de la machine à coffrages glissants. Particularité complémentaire du chantier : 170 000 tonnes de béton, issues de la démolition de l'ancienne structure, ont été recyclées, après concassage, dans les fondations.

### **LES GRANULATS : DU 4/6 EN SURFACE**

« La granulométrie choisie était de 0/20 avec un dosage de 25 % de granulats 4/6, explique André Jasienski. Au moment de la vibration, les granulats de plus gros calibre descendent légèrement. Il ne reste alors en surface que les granulats de calibre 4/6, qui sont en léger surdosage. La mise en valeur du granulat 4/6 confère au BAC sa planéité et son confort au niveau du bruit, tout en garantissant une adhérence parfaite grâce à la qualité de la pierre (du porphyre). Dans vingt ans, ces granulats auront toujours la même adhérence qu'aujourd'hui. Avantage : le porphyre est une pierre de grande qualité, facilement disponible en Belgique. C'est un matériau local et qui ne présente pas de surcoût élevé. »

### **■ LES ARMATURES : SITUÉES ENTRE 8 ET 10 CM DE LA SURFACE DU BÉTON**

Elles sont indispensables à la réalisation du BAC : elles lui confèrent sa continuité et doivent être de bonne qualité. Le diamètre des armatures longitudinales est de 20 mm, celui des armatures

# LE CHANTIER E42/A8 KAIN-LAMAIN EN CHIFFRES

#### // Construction

- 230 000 m³ de béton armé continu
- 18,5 km de barrières de sécurité en béton
- 16 km de glissières métalliques
- 8 000 m de caniveau
   (assainissement)
- 7 500 m<sup>2</sup> d'écrans acoustiques
- 3 échangeurs réhabilités
- 18 500 m de dispositifs de retenue d'eau
- 140 000 t de fondations
- 33 000 t de sous-fondations
- 70 000 m<sup>3</sup> de terrassements

#### // Démolition

- 21 km de glissières de sécurité en acier
- 160 000 t de voiries en asphalte
- 100 000 t de béton









DE GAUCHE À DROITE ET DE HAUT EN BAS

II Des amorces de fissuration ont été réalisées par sciage au plus vite après le dénudage. But : le développement rapide de fissures plus droites et régulières, réduisant le risque de regroupement.

// Les amorces mesurent 40 cm de longueur.

// Les amorces sont réalisées tous les 120 cm.

// Profondeur : 4 cm.

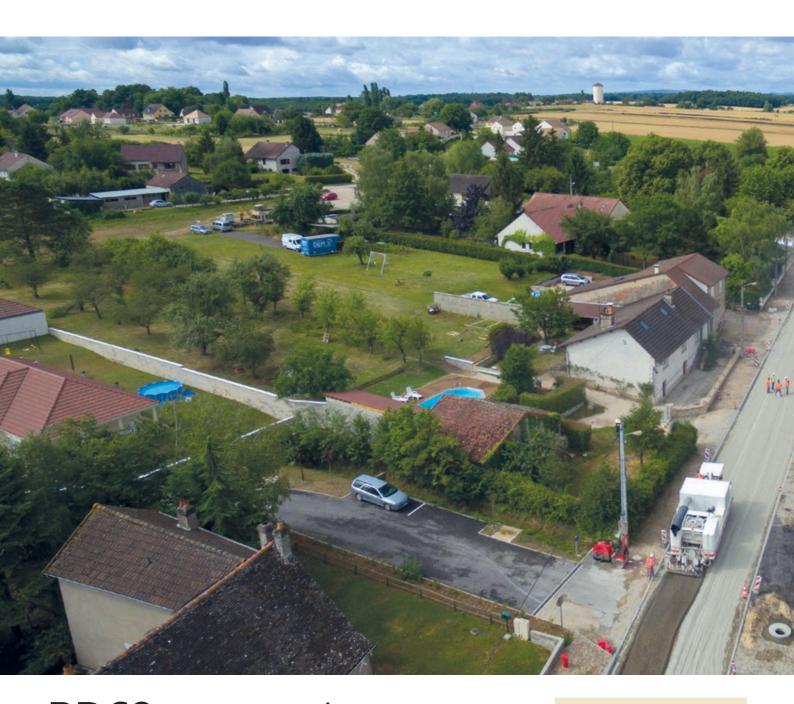
transversales de 12 mm, avec un écartement entre les axes des armatures longitudinales de 170 mm. La nappe d'armature est positionnée pour se situer entre 8 et 10 cm de la surface du béton, légèrement au-dessus de la fibre neutre. Le rôle de cette armature est de contrôler la fissuration du béton lors de son retrait. Les fissures ont généralement une ouverture de l'ordre de 0,3 mm et ne laissent pénétrer ni l'eau ni les sels de déverglaçage.

### **■ LES AMORCES DE FISSURATION : TOUS LES 1,20 M SUR 40 CM DE LONGUEUR**

Pour obtenir une fissuration régulière et bien répartie, les spécialistes belges procèdent à des amorces de fissuration, qui réduisent considérablement les regroupements de fissures. « Elles sont réalisées tous les 1,20 m sur une longueur de 40 cm et sur une profondeur de 4 cm », détaille André Jasienski. Leur fonction est d'inciter le béton à se fissurer précisément à l'endroit où elles sont pratiquées – et pas ailleurs. Les fissures qui se produisent sont plus droites et plus régulières. Ces amorces de fissuration doivent être réalisées au plus vite après le bétonnage, c'est-à-dire entre sept et douze heures après, en fonction de la température et de la prise du béton. Au moment de la prise, le retrait du béton reste alors concentré au niveau de ces petites fissures... « Ces amorces de fissures ont été mises au point voici quelques années par Luc Rens, un ingénieur de Febelcem. L'obligation de les réaliser est désormais intégrée dans les cahiers des charges types, et les étrangers s'inspirent déjà de cette nouvelle technologie », précise le directeur de la Febelcem.

### ■ LES JOINTS DE FLEXION : À 2,85 M DU BORD DROIT ET À 4,45 M DU BORD GAUCHE, SUR 8 CM DE PROFONDEUR

Du fait d'un coulage en continu, des joints transversaux ne sont pas réalisés, mais des joints de flexion longitudinaux doivent impérativement être créés. Ils sont pratiqués sur 8 cm de profondeur (soit un tiers de l'épaisseur de la dalle) à 2,85 m du bord droit et à 4,45 m du bord gauche de la dalle (dans le sens de circulation), ce qui permet des mouvements de flexion liés aux contraintes thermiques et hygrothermiques. Côté bord droit, c'est-à-dire le long de la bande d'arrêt d'urgence, le marquage, réalisé ultérieurement, visera à contraindre les poids lourds à circuler à environ 50 cm du trait de scie pour éviter de trop fortes sollicitations en bord de dalle.



## RD62: un retraitement en place réussi, en zone urbaine et sans risque pour l'environnement

Cet été, Eiffage-Route a réalisé un retraitement en place à froid au liant hydraulique routier dans la commune de Demigny (Saône-et-Loire). Un chantier délicat – situé en zone urbaine et en présence de HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) – mais parfaitement mené grâce à l'emploi du liant LV-TS 03 de Vicat.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS



### Maîtrise d'ouvrage

Conseil départemental de Saôneet-Loire

### Maîtrise d'œuvre

Conseil départemental de Saône-

### **Entreprise**

Eiffage-Route

Fournisseur du liant hydraulique routier

Vicat



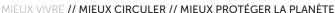
### LES ATELIERS DE RETRAITEMENT ARC®

L'ARC 700® (700 CV) et l'ARC 1000® (1 000 CV) sont constitués d'un bâti sur chenilles qui comprend les éléments suivants : un rotor de 2 m de largeur et équipé de 224 dents, une lame flottante pour assurer le nivellement du fond de forme un malaxeur, une vis de répartition et une lame de répandage. En plus de la précision des dosages, l'homogénéité transversale et verticale du traitement est assurée par un puissant malaxeur de centrale. Le coefficient HEPIL obtenu est maximal (33333), correspondant aux meilleures performances en homogénéité (H) du produit élaboré, en épaisseur (E), en puissance (P) de fraisage, en injection (I) de liquide dans la cloche de malaxage et en dosage de liant (L) sous forme d'émulsion ou de coulis. En cas de présence, dans l'ancien revêtement, de HAP, l'ARC 700® et l'ARC 1000® peuvent être dotés du procédé Recyclean®, dispositif de brumisation destiné à encapsuler les poussières et les vapeurs émises lors du retraitement, notamment dans l'enceinte de leurs carters. Ces machines peuvent être utilisées en association avec l'ARC Dosage, une semi-remorque qui comprend un réservoir d'eau ou d'émulsion et un silo de liant hydraulique. Le dosage de liant hydraulique, asservi à l'avancement de l'ensemble, est très précis.

ituée en Bourgogne, dans le nord-est de la Saône-et-Loire, Demigny compte moins de 2 000 habitants. À mi-chemin entre Beaune et Chalon-sur-Saône, sur le trajet de l'autoroute A6, la commune est connue pour sa forteresse médiévale, remaniée au XVIIIe siècle, et pour son festival de musiques actuelles (« Demigny on the Rock »). Le territoire de ce village agricole, situé en lisière de forêt, est traversé du nord au sud par la RD19 et d'est en ouest par la RD62, qui relie Saint-Loup-Géanges à Chaudenay.

C'est cette départementale qui a récemment fait l'objet d'un réaménagement significatif, très attendu par les riverains et les usagers. Technique mise en œuvre : le retraitement en place à froid au liant hydraulique routier. Section visée par les travaux : la portion de voirie située entre la place Carnot, au cœur du village, et la sortie de l'agglomération. Longueur : 900 m. « La chaussée de la RD62 était en très mauvais état et en fin de vie, précise-t-on à la Mairie et au conseil départemental. Cette route supporte un trafic routier important et devait être totalement restructurée. » Autre objectif du chantier : la sécurisation des déplacements des piétons qui, jusqu'à présent, n'avaient pas de cheminement dédié et protégé.

Fin juin 2017, à Demigny (Saôneet-Loire). Après épandage du liant hydraulique routier Vicat (LV-TS03) par l'Arc Dosage (en haut de la photo), l'Arc 1000® d'Eiffage-Route (au premier plan) décohésionne les matériaux de l'ancienne chaussée et procède à un puissant malaxage pour obtenir un mélange homogène.





En milieu urbain, la présence de bordures, de tampons de voirie ou de bouches à clé n'empêche pas la mise en œuvre du retraitement en place. Solution choisie par Eiffage-Route sur ce chantier : les abaisser, avant de les relever.



L'ARC 1000® permet d'homogénéiser la structure existante sur toute la largeur de la chaussée.

.....

### **ETUDES EN LABORATOIRE**

Sous maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre du département, l'intervention s'est déroulée à partir du mois de mai. C'est la société Eiffage-Route, attributaire du marché, qui a réalisé le retraitement en place à froid au liant hydraulique routier.

« Pour rédiger l'appel d'offres, le conseil départemental avait commandé des études en laboratoire au Cerema (Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement), qui avaient permis de confirmer la faisabilité du retraitement. Celles-ci ont également révélé la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans l'ancien revêtement, ce qui nous a obligés à mettre en œuvre notre procédé exclusif Recyclean® pour éviter toute atteinte environnementale et préserver nos équipes et les riverains d'éventuelles émanations de polluants », précise Jérôme Dherbécourt, directeur technique d'Eiffage-Route pour la région Centre-Est.

### **SYSTÈME DE BRUMISATION**

À température ambiante, les HAP ne présentent pas de risque sanitaire ni environnemental. Le fait de réemployer sur place les matériaux qui en contiennent est avantageux : ils ne sont pas considérés comme des déchets, ce qui permet d'éviter de coûteux frais de transport et de mise en décharge. D'où l'utilisation d'un atelier de retraitement

aux caractéristiques spécifiques, composé du tandem ARC Dosage-ARC 1000®, doté du dispositif Recyclean®. Sous son bâti, l'ARC 1000® dispose d'un système unique de malaxeur longitudinal, indépendant de l'outil de coupe, en vue d'un très bon mélange homogène des matériaux. En plus de ses carters semi-fermés confinant les émanations, la machine possède un système de brumisation qui encapsule les poussières et les vapeurs éventuellement émises lors du retraitement de l'ancienne chaussée.

Le 26 juin, l'atelier en configuration Recyclean® entre en action à Demigny. L'ARC Dosage – composé d'une semi-remorque comprenant un réservoir d'eau de 10 m³ et un silo de 20 m³ de liant hydraulique – procède à l'épandage précis du liant et alimente en eau l'ARC 1000®, qui décohésionne les matériaux de l'ancienne chaussée, tout en les mélangeant avec le liant hydraulique routier répandu. Le dispositif de brumisation enveloppe d'un nuage d'humidité l'ARC 1000®, qui progresse juste derrière l'ARC Dosage. « La technique, qui prend en compte les contraintes environnementales, est rodée et performante », précise Hervé Pont, chef de chantier chez Eiffage-Route.

« Nous avons procédé à un retraitement sur 25 cm de profondeur », indique de son côté Jérôme Dherbécourt. Les conditions climatiques étaient bonnes, avec une température d'environ 25 °C. Le retraitement en tant que





À l'occasion du bicentenaire de l'invention du ciment artificiel par Louis Vicat, les livraisons ont été effectuées par des porteurs spécialement dédicacés.

tel n'a duré que deux jours pour réaliser les 900 mètres linéaires prévus, sur une largeur variant de 6 ou 7 m, selon les endroits. Chaque soir, un enduit de cure et de protection était appliqué sur la zone nouvellement retraitée, avec maintien de leurs accès pour les riverains.

### ■ BORDURES, TAMPONS DE VOIRIE ET BOUCHES À CLÉ

« Outre la présence de HAP dans l'ancienne chaussée, une autre difficulté résidait dans le fait que l'essentiel du tronçon à retraiter - plus de 700 m - se situait en zone urbaine. Donc. dans un cadre relativement exigu. avec notamment la présence de bordures, de nombreux tampons de voirie et de bouches à clé. En général, ceuxci rendent le retraitement en place plus délicat. Dans ce cas précis, nous avons choisi de les abaisser, avant de procéder au retraitement et de les relever juste après. Mais, évidemment, cela représente du travail supplémentaire, poursuit Jérôme Dherbécourt. L'autre forte contrainte résidait dans l'altimétrie. Nous ne pouvions pas remonter le niveau de la route. Nous avions des seuils à respecter. Nous avons été parfois contraints de retirer du matériau pour le réutiliser plus loin. Sur ce point, nous avons travaillé en étroite collaboration avec le géomètre. »

Dernier défi à relever : atteindre les objectifs de performances mécaniques exigés, sans augmenter les

risques de fissuration. « Plus la montée en résistance du couple sol-liant est rapide, plus le problème de la microfissuration se pose, résume Jérôme Dherbécourt. Il faut donc trouver le bon compromis... Afin de limiter cette microfissuration des matériaux traités en place, notre laboratoire central de Ciry-Salsogne (Aisne) a réalisé une étude de formulation avec l'objectif d'atteindre les performances mécaniques demandées, tout en apportant une attention particulière à la cinétique de prise par l'emploi et le dosage optimisé du liant hydraulique. »

« En ce sens, le LV-TS 03 est parfaitement adapté aux chantiers de retraitement de chaussée aux liants hydrauliques routiers. Fabriqué à Créchy (Allier), le LV-TS 03 est un liant hydraulique routier à taux de clinker optimisé qui assure une prise rapide et qui confère un délai de maniabilité intéressant pour ce genre de chantier sur la majorité des sols », détaille Donatien de Thé, responsable des liants hydrauliques routiers chez Vicat.

#### **UN CHANTIER ÉCOLO ET INNOVANT**

Pour parachever le chantier, 6 cm d'enrobé ont été mis en place pour constituer la couche de roulement. Le 10 juillet, le journal de la Saône-et-Loire saluait ce « chantier écolo et innovant » ayant permis à la RD62 d'être rapidement réouverte à la circulation. Prête à vivre une nouvelle jeunesse « pour au moins vingt ans », estime Jérôme Dherbécourt.

### **■** 20 **LE SAVIEZ-VOUS ? //**





### // REMUE-MÉNINGES

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

#### **■ PROBLÈME N°141**

#### Combustion discrète

Si vous demandez à un chimiste « Pourquoi le bois ne brûle qu'à une température élevée ? », il vous répondra que la combinaison du carbone (du bois) avec l'oxygène (de l'air) a lieu, à vrai dire, à toutes les températures. Mais que, à basses températures (température ambiante, par exemple), ce processus est très lent (c'est-à-dire qu'un nombre très faible de molécules prennent part à la réaction chimique) et que, de ce fait, il échappe à notre observation. Pour vous éclairer, le chimiste vous rappelle la relation qui lie la température et la vitesse d'une réaction chimique (le nombre de molécules qui participent à la réaction), à savoir que « pour une augmentation de la température de 10 °C, la vitesse de la réaction chimique augmente d'un facteur 2 ». Si l'on admet qu'à la température de 650 °C la vitesse de combustion du bois s'élève à 1 gramme par seconde, combien de temps faudra-t-il pour que 1 gramme de bois soit brûlé à la température de 20 °C ?

### **■ SOLUTION DU REMUE-MÉNINGES DE ROUTES N°140**

#### RAPPEL DU PROBLÈME POSÉ

### Une pesée extraordinaire

Il s'agit de déterminer le poids de l'air atmosphérique qui entoure la planète Terre et de le comparer à celui de la Terre.

Données du problème

Pression atmosphérique : 1 bar Rayon de la Terre : 6 370 km

• Masse volumique moyenne de la Terre : 5,54 t/m³

### SOLUTION

Soient:

« P », la pression atmosphérique,

« R », le rayon de la Terre,

«  $\rho$  » la masse volumique moyenne de la Terre,

« A » la masse de l'air atmosphérique qui entoure la Terre,

« M » la masse de la Terre,

« V » le volume terrestre,

« S » la surface de la Terre.

La pression atmosphérique P=1 bar =1 kg/cm² signifie que l'air exerce une pression de 1 kg sur chaque centimètre carré de la surface terrestre. Cela revient à dire que le poids d'une colonne d'air atmosphérique, s'appuyant sur une surface de 1 cm² de la surface terrestre, est égal à 1 kg. La masse de l'air atmosphérique A est donc :

A = P.S (avec S en cm<sup>2</sup>)

 $A = P. 4\pi.R^2$ 

 $A = 1 \times 4 \times 3,1416 \times (637\ 000\ 000)^{2}$ 

 $A = 5.1 \times 10^{18} \text{ kg}$ 

Or, la masse de la Terre est égale à :

 $M = \rho.V$ 

 $M = \rho.4.1/3.\pi.R^3$ 

 $M = 5540 \times 4 \times 1/3 \times 3,1416 \times (6370000)^3$ 

 $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ 

Le rapport A/M

 $A/M = 5.1 \times 10^{18} / 6 \times 10^{24}$ 

 $A/M = 0.85 \times 10^{-6}$ 

La masse de l'atmosphère terrestre est égale à environ un millionième de celle de la Terre.



### // AGENDA 2017

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

Rennes : 5 octobre • Valence : 18 octobre • Cergy-Pontoise : 8 novembre • Chalon-sur-Saône : 23 novembre Invitations disponibles sur simple demande auprès de CIMbéton ou sur le site lhr.cimbeton.net

#### ■ RNTP à Marseille Chanot : du 10 au 12 octobre

Les Rencontres nationales du transport public (RNTP) auront lieu, du 10 au 12 octobre 2017, au Palais des congrès & des expositions de Marseille Chanot. Ces rencontres, organisées conjointement avec les congrès du GART et de l'UTP, seront l'occasion de débattre des grands enjeux de la mobilité de demain. Elles rassemblent, tous les deux ans, plus de 6 000 congressistes et visiteurs : élus, membres de collectivités responsables du transport, sociétés exploitantes de réseaux, fabricants de matériels, responsables politiques et industriels, organismes de recherche, presse, citoyens... CIMbéton et ses partenaires participent à ces rencontres à travers un stand, où ils seront heureux de vous accueillir.



### // SUR LA TOILE

### ■ LOGICIEL DE COMPARAISON ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTALE CIMBÉTON

Le logiciel de comparaison économique et environnementale vient d'être enrichi d'un nouveau module : la technique de traitement des sols en assises de chaussées vs les techniques à base de matériaux traditionnels. Ce logiciel, libre de droits, est accessible via le site Internet dédié aux techniques de valorisation des matériaux en place à froid aux liants hydrauliques routiers (LHR) : lhr.cimbeton.net

### **LA PLATE-FORME DIGITALE BYBÉTON**

Visitez le site Internet bybeton.fr



### // VIENT DE PARAÎTRE

### ■ PLAQUETTE « Bus à Haut Niveau de Service & Tramway sur pneus »

Cette plaquette souligne les performances des platesformes de bus à haut niveau de service, quand elles sont réalisées en béton. En outre, elle donne la parole à un panel d'utilisateurs (des représentants des collectivités locales ainsi que des représentants de la maîtrise d'œuvre et des entreprises) qui nous éclairent par leurs témoignages et nous font bénéficier de leurs retours d'expérience.



7, place de la Défense - 92974 Paris-la-Défense Cedex

**Tél.**: 01 55 23 01 00 - **Fax**: 01 55 23 01 10

**E-mail**: centrinfo@cimbeton.net / **Site Internet**: www.infociments.fr

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