

ROUTES

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



Port-Camargue (Gard) : le quai en béton balayé

INNOVATION

Glissières en béton : à Pertuis (Vaucluse), impression de motifs tri-dimensionnels continus sur un dispositif de retenue en béton extrudé

LE POINT SUR

Languedoc-Roussillon : à la Grande-Motte et à Port-Camargue, du béton de toutes les couleurs

CHANTIER

Rocade sud-est de Troyes : traitement des sols au liant hydraulique routier



2 ÉDITORIAL

3-5 LE POINT SUR



Le Languedoc-Roussillon
À La Grande-Motte
et à Port-Camargue :
du béton de toutes
les couleurs

6-8 ENVIRONNEMENT



Gennevilliers
Matériaux de
déconstruction : Yprema
joue la carte de la grave
de béton

9-11 INNOVATION



Décomatris® :
un dispositif de retenue
en béton extrudé
personnalisable

12-14 CHANTIER



Bouches-du-Rhône
Miramas : du béton
compacté routier (BCR)
pour une plate-forme
rail-route

15-17 CHANTIER



Aisne
Crouy : le premier giratoire
en béton désactivé réalisé
dans le département

18-19 CHANTIER



Aube
Rocade sud-est de Troyes :
traitement des sols au liant
hydraulique routier

20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture : à Port-Camargue (Gard),
le quai d'honneur a été réalisé à l'aide d'un
béton balayé et sert aussi bien de promenade
pour les piétons que de piste cyclable.

Pour lutter contre le réchauffement climatique, **une bonne vieille méthode !**

Avec un prix Nobel de la Paix "climatique" et la tenue en France des Grenelles de l'environnement, l'année 2007 est une année charnière dans la lutte contre le phénomène du réchauffement climatique.

Face aux inquiétudes des scientifiques, à la médiatisation intensive du phénomène et à une opinion publique de plus en plus favorable à changer de mode de vie face à l'urgence climatique, les décideurs ont fini par décider d'agir.

Pour relever ce défi, les Grenelles de l'environnement se sont traduits par des mesures en faveur de la réduction des émissions des gaz à effet de serre : outils industriels performants et optimisés, maison à énergie positive, développement des infrastructures de transport collectif de surface..., avec recours aux technologies de l'information, aux énergies propres, aux véhicules hybrides...

Tout ceci est fort louable, mais la mise en place de ces mesures risque fort de prendre beaucoup de temps et la facture d'être très élevée. L'avenir nous dira pour quels résultats ! La question que l'on est en droit de se poser : pour lutter contre le réchauffement climatique, a-t-on vraiment exploré toutes les bonnes solutions ? Pour pouvoir y répondre, reprenons les choses dès le début.

Le réchauffement climatique, nous a-t-on appris, est dû principalement à l'accumulation autour de la Terre de gaz tels le CO₂, le H₂O et le CH₄ qui font office de filtre en ne laissant passer que les rayons lumineux dont l'énergie est supérieure à un seuil $E_0 = h\nu_0$. Ainsi, un rayon lumineux d'une énergie adéquate, émis par le soleil, peut traverser cette couche de gaz pour atteindre la terre où, en fonction des obstacles et des objets rencontrés, il se comporte de deux manières : soit il est réfléchi (neige, glacier, matériau clair ou poli), soit il est absorbé (matériau sombre, faune, flore), puis restitué à un niveau énergétique plus faible (en infrarouge). Dans le premier cas, le rayon lumineux réfléchi rebrousse son chemin pour atteindre cette couche de gaz qu'il peut traverser sans encombre. En revanche, dans le second cas, le rayon lumineux restitué en infrarouge n'arrive pas à franchir cette barrière de gaz et se trouve ainsi piégé entre la Terre et cette couche de gaz. Ce qui provoque le réchauffement climatique par effet de serre. Plus la concentration des gaz est élevée, plus l'effet de serre est important.

En fait, pour lutter contre le réchauffement climatique, **deux voies, non exclusives**, sont possibles : **soit on tente de réduire la concentration des gaz à effet de serre, ce que préconisent les Grenelles de l'environnement, soit on tente de limiter les pertes d'énergie des rayons lumineux au contact de la Terre, en faisant appel, dans la construction et dans l'entretien des bâtiments et des infrastructures de transport, à des matériaux à haut pouvoir réfléchissant (matériaux clairs et polis pour les façades des bâtiments, matériaux clairs et à faible granulométrie pour les infrastructures de transport).**

Cette bonne vieille méthode, utilisée depuis la nuit des temps dans les pays chauds, a l'énorme avantage d'être corrélée positivement au développement : plus la démographie augmente, plus on construit, plus on augmente les surfaces réfléchissantes et plus on atténue l'effet de serre. Quand on sait ce que représentent aujourd'hui les surfaces développées des façades des bâtiments et les surfaces des infrastructures de transport, on mesure toute l'importance d'une telle approche.

L'idéal, bien sûr, serait d'associer les deux voies.

Joseph ABDO (Cimbéton)

CIMbéton
CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



7, Place de la Défense
92974 Paris-la-Défense cedex
Tél. : 01 55 23 01 00
Fax : 01 55 23 01 10

Email : centrinfo@cimbeton.net
Site Internet : www.infociments.fr

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

Directeur de la publication : Anne Bernard-Gély
Directeur de la rédaction, coordinateur des reportages et rédacteur de la rubrique *Remue-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 - Direction artistique : Arnaud Gautelier - Maquette : Dorothee Picard - Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2008 - ISSN 1161 - 2053 1994



La Grande-Motte (Hérault) : le nouveau quai, qui a été considérablement élargi, a été réalisé en béton désactivé, agrémenté par des bandes transversales structurantes en pierre.

À La Grande-Motte et à Port-Camargue : du béton de toutes les couleurs

En bord de mer, les voiries en béton désactivé et balayé ont depuis longtemps fait preuve de leurs qualités. Elles sont même les témoins de l'expansion du tourisme estival, comme à La Grande-Motte (Hérault) et à Port-Camargue (Gard).

Débutée avec l'essor du tourisme de masse, la construction des grandes stations balnéaires de la côte méditerranéenne n'a jamais vraiment pris fin. Mais le temps faisant son œuvre, il faut déjà entamer des travaux de rénovation, alors que les villes continuent de se construire, de s'aménager et de s'étendre.

C'est le cas de La Grande-Motte, dans l'Hérault, reliée à Montpellier par une route à quatre voies et de Port-Camargue sur la commune du Grau-du-Roi, dans le Gard. Une fois par an, ces deux bourgades se métamorphosent en villes moyennes autour des activités marines : plus de 100 000 habitants en période de pointe à La Grande-Motte et près de 80 000 pour Port-Camargue.

À La Grande-Motte, le béton fait depuis longtemps partie du paysage : forte de 42 kilomètres de voies piétonnes et cyclistes, dites à circulation douce, la ville a depuis

longtemps mis en œuvre des revêtements en béton.

Tout d'abord, ce furent des dalles disjointes en béton prêt à l'emploi balayé, d'un mètre par un mètre qui, coulées sur le sable, ont permis de réaliser nombre de voies piétonnes offrant la possibilité de découvrir la ville, sans croiser une seule voiture.

Un nouveau quai à La Grande-Motte

Avec la végétation adulte, ces voies composent un maillage dense de cheminements empruntables à pied ou à deux roues, longent les plages, relient les immeubles entre eux et franchissent les routes aménagées de passerelles dédiées.

À La Grande-Motte toujours, le quai d'honneur est devenu un passage incontournable de la ville, un point d'ancrage si l'on ose la métaphore

PRINCIPAUX INTERVENANTS

La Grande-Motte

Maître d'ouvrage : Ville de La Grande-Motte

Maître d'œuvre : 3AME

Architecte : François Thoulouze (Pézenas)

Bétons désactivés et balayés : Entreprise Sols Méditerranée

Fournisseur du béton : Montpellier Béton

Fournisseur du ciment : Lafarge Ciments

Port-Camargue

Maître d'ouvrage : Régie autonome de Port-Camargue et Mairie du Grau-du-Roi

Maître d'œuvre : Projetec

Bétons désactivés et balayés : Entreprise Sols Méditerranée

Fournisseur du béton : Unibéton

Fournisseur du ciment : Ciments Calcia



La Grande-Motte : la couleur claire du béton désactivé évite d'absorber trop de chaleur pendant les heures chaudes.

maritime. D'une part, il est le lieu de prestige du port, refuge des navires qui y sont amarrés et choisis parmi ce qui se fait de mieux, mais il est aussi, sur terre, un périmètre d'intense espace économique qui compte une trentaine de commerces, dont de nombreux restaurants.

Il a fallu reconstruire ce quai pour effacer l'outrage des ans, comme l'explique Sophie Reynaud, directrice des services techniques de La Grande-Motte : "Nous avons été contraints de reprendre l'ensemble du quai en raison d'un problème de déformation de la poutre de couronnement du port, mais aussi à cause de quelques altérations des revêtements qui dataient de la construction de la ville". Ce chantier, rendu obligatoire, a été l'occasion d'un effort particulier de redynamisation de ce quartier emblématique de la ville.

"Les terrasses avaient largement pris le pas sur le quai et sur les espaces de circulation. L'ensemble a donc été recalibré : nous avons rajouté six mètres



La Motte du Couchant : des dalles en béton coloré structurent le front de mer.

sur le quai lui-même et quatre mètres plus au sud. Nous avons envisagé le recours à plusieurs matériaux pour réaliser cet espace, mais le béton désactivé s'est imposé assez rapidement, sur les suggestions de l'architecte qui a fait réaliser les échantillons dont nous avons besoin. Cette solution nous permet ainsi d'allier intérêts esthétiques et économiques" poursuit Sophie Reynaud. Un choix facilité par les précédentes réalisations en béton désactivé, menées notamment par la commune dans le quartier de Point Zéro.

À La Grande-Motte, des porphyres de couleur

Le désactivé, mis en œuvre sur le quai d'honneur de La Grande-Motte, est singulier : il offre à l'oeil des reflets rouges et verts inhabituels, provoqués par les porphyres noyés dans le béton. C'est pourquoi, de loin et sous le soleil, la couleur du quai oscille entre le gris dense et le blanc cassé. De près, on distingue les tonalités et les couleurs des granulats, verts et rouges.

Pour justifier le choix du béton désactivé qui habille maintenant une grande partie de la surface de ce quai nouvelle formule, François Thoulouze, l'architecte qui a conçu le projet, révèle : "Nous cherchions, pour cet aménagement, un revêtement qui soit antidérapant et à un coût raisonnable. Pour les couleurs, nous avons procédé à de nombreux essais car nous voulions quelque chose de vraiment différent et de très clair, pour ne pas absorber toute la chaleur pendant la période estivale. Nous avons donc opté pour une base grise, pour le fond, en utilisant le ciment, puis pour un granulat concassé suffisamment petit afin de ne pas arracher la peau des pieds, mais assez rugueux pour éviter les glissades des passants. Après avoir fait réaliser une succession d'échantillons combinant granulométrie et couleurs, le consensus s'est vite imposé sur la solution retenue. Les impératifs budgétaires nous empêchant d'avoir recours à la pierre naturelle, nous avons choisi le béton désactivé car c'est un matériau qui ne bouge pas dans le temps".

Le résultat est tout à fait saisissant. L'homme de l'art y verra un

revêtement aux couleurs étranges mais charmantes, le quidam, un sol de 1420m² de surface offrant un grand confort de marche et une grande homogénéité, car rythmé par des bandes de pierres naturelles.

À Port-Camargue, des bétons désactivés et balayés

Tout comme à La Grande-Motte, la présence du béton à Port-Camargue, sur la commune du Grau-du-Roi (Gard), date aussi depuis longtemps. Porté par la modernité d'alors, c'est le pavé béton autobloquant qui s'imposa largement lors des premières tranches de travaux, voici plus de trois décennies.

Les réalisations les plus récentes ont été mises en œuvre à l'aide de bétons coulés en place. "La commune a eu recours, depuis quelques années, à d'autres formes de revêtements en béton pour réaliser des cheminements piétonniers. C'est pourquoi, lorsque s'est posée la question de la refonte du quai d'honneur du port, nous n'avons pas hésité. Nous étions, pour ces aménagements assez importants, à la recherche d'un matériau un peu plus sophistiqué qu'un enrobé classique, mais plus économique que les enrobés de couleurs, trop onéreux" témoigne Michel Cavaillès, directeur du port.

Le vaste espace de 4 000 m², situé entre les commerces et le quai d'honneur, a été traité à l'aide de deux bétons : un balayé pour la zone la plus proche de l'eau, qui est aussi une voie de circulation cycliste et piétonne, un



Port-Camargue : depuis 30 ans, le pavé béton autobloquant résiste bien.

désactivé devant les commerces, qui a été retenu et mis en place en deux tranches également.

"Le choix du béton balayé pour la partie technique du quai a été motivé par le fait qu'il n'est pas très cher, facile à entretenir avec un nettoyeur à haute pression et, de plus, résistant. Il nous semble donc parfaitement convenir aux usages qu'on veut en faire" poursuit le directeur du port.

Au total, les 1 250 m² de béton balayés, mis en œuvre sur le quai, permettent aussi de conserver une unité avec le réseau de pistes cyclables qui s'étend d'Aigues-Mortes au Grau-du-Roi, pistes empruntées chaque année par plusieurs centaines de milliers de personnes.

"Ce chantier a aussi été pour nous l'occasion de reprendre la main sur l'espace, en faisant reculer les terrasses des restaurants et cafés de 2,5 mètres sur la partie quai d'honneur proprement dite" précise Michel Cavaillès.

Pour ces espaces plus spécialement dévolus à la déambulation piétonne, un béton désactivé à base de granulats calcaires locaux 6/10 a été retenu. Le revêtement tranche ainsi dans le paysage, la nature différente des sols délimitant bien les espaces et leurs usages.

■ Pour la plus grande satisfaction du public

Les commentaires des administrés et utilisateurs du port sont, selon Michel Cavaillès, excellents : *"Auparavant, les gens ne disposaient que de 3 mètres pour circuler, contre 5 mètres et demi aujourd'hui, et les palmiers sont mis en valeur par l'espace et les sols : voilà pourquoi les habitants de la commune apprécient fortement l'aménagement et son confort"*.



Port-Camargue : le nouveau quai, réalisé en béton balayé.

En faisant confiance aux revêtements en béton, les municipalités de La Grande-Motte et de Port-Camargue apportent la preuve de la pérennité des produits en béton. En effet, les dalles disjointes de béton balayé de La Grande-Motte et de La Motte du Couchant, un des quartiers touristiques de la ville, sont toujours en très bon état après trois décennies d'utilisation.



La Motte du Couchant : les dalles disjointes en béton existent depuis 30 ans.

"Nous rencontrons ponctuellement des problèmes avec les dalles, principalement parce que les racines des arbres viennent les soulever. Nous intervenons alors au coup par coup pour les réparer" explique Sophie Reynaud, directeur des services techniques de la ville. Sans compter la circulation des handicapés, guère facile sur ces voies, car les dalles disjointes ne sont pas toujours pratiques pour les roues des fauteuils roulants.

Pour éviter que cela ne devienne trop compliqué à gérer, la ville a lancé une vaste étude en vue de dresser, dans un premier temps, un état des lieux des cheminements en béton, puis de programmer pour l'avenir un plan pluriannuel de remise à niveau.

"Ce n'est pas encore un souci majeur, mais cela va le devenir. Une des solutions serait de jointer les dalles, mais nous ne sommes pas sûrs, loin de là, de l'effet esthétique. C'est pourquoi nous préférons entreprendre une hiérarchisation de ces 42 kilomètres de parcours piétonniers et cyclables, et choisir ensuite les meilleurs matériaux lors de leur requalification".

La solution retenue sera composée probablement d'une association harmonieuse de plusieurs matériaux dont, bien entendu, les bétons de voirie qui seront affectés à ces voies légères, en fonction des quartiers de la ville.

Face à la mer, en larges esplanades sur lesquelles le béton arbore

DES GRANULATS VENUS DE LA LOIRE ET DES PYRÉNÉES

La composition du béton désactivé, mis en œuvre à La Grande-Motte, est peu courante, puisque les granulats ne proviennent pas de la région elle-même, mais de la Loire pour les porphyres rouges et des Pyrénées pour les porphyres verts. Laurent Serre, de l'entreprise Sols Méditerranée qui a réalisé les bétons des deux sites de La Grande-Motte et de Port-Camargue, détaille : *"Dans sa composition, c'est un béton désactivé avec une formulation spécifique. Si faire venir des agrégats d'aussi loin représente un surcoût non négligeable, le prix de revient de ce type de béton désactivé, pose comprise, reste cependant avantageux comparativement au coût d'un pavage de pierre. Nous avons tenu à respecter fidèlement le choix de l'architecte qui souhaitait rompre avec les calcaires très clairs et les granulats locaux, auxquels nous avons systématiquement recours dans la région. Ce chantier de La Grande-Motte est donc important parce qu'il démontre les possibilités esthétiques infinies des bétons utilisés de voirie"*.



différentes couleurs, ou sous l'ombre protectrice des arbres, les dalles semblent avoir toujours été là, fondues dans le paysage : intégrées et naturelles, en somme.

L'histoire des aménagements de La Grande-Motte et de Port-Camargue met en exergue la pertinence des bétons et surtout leur adaptabilité et leur capacité à bénéficier des évolutions techniques.

Les bétons modernes peuvent donc remplacer aujourd'hui des bétons d'hier, arrivés en fin de vie, en apportant une durabilité plus grande grâce à leur progrès technologique. ■



Gennevilliers (Hauts-de-Seine) : sur ce site, Yprema bénéficie désormais d'une véritable façade sur la darse N°3, ce qui lui permet d'assurer 40 % de son trafic total par la voie fluviale, soit l'équivalent de 16 000 camions en moins sur les routes d'Île-de-France.

Matériaux de déconstruction : Yprema joue la carte de la **grave de béton**

17 janvier 2008 : la société Yprema, spécialisée en écologie industrielle pour travaux publics, a inauguré son transfert sur un espace beaucoup plus important du site de Gennevilliers, où elle était déjà présente depuis l'an 2000.

Grâce à cette extension, Yprema va bénéficier d'une véritable façade sur la darse N°3, ce qui lui permettra, désormais, de pouvoir charger des péniches tout en déchargeant simultanément une seconde péniche. L'entreprise assurera alors 40 % de son trafic total par la voie fluviale, soit l'équivalent de 16 000 camions en moins sur les routes d'Île-de-France.

Ce site de Gennevilliers (Hauts-de-Seine) est son huitième sur le territoire

français : les sept autres centres de production sont situés en Seine-et-Marne à Emerainville et Lagny-sur-Marne, en Essonne à Massy, dans les Yvelines à Trappes, dans le Val-de-Marne à Bonneuil-sur-Marne, dans le Finistère à Pluguffan et dans la Marne à Reims.

Yprema se positionne en leader dans le domaine du traitement des matériaux de déconstruction (grave de béton), des mâchefers d'incinération et des terres inertes. Sa mission consiste à les sélectionner, à les valoriser, à les transformer et à livrer un produit fini aux entreprises de travaux publics.

Les matériaux de déconstruction sont transformés en grave de béton, obtenue par un tri, une préparation, un précriblage, un concassage et une désolidarisation béton-acier, avant criblage final pour séparer la grave des cailloux concassés. Les mâchefers sont des résidus d'incinération d'ordures

ménagères, traités et valorisés par Yprema sous la marque Eco Grave®.

Les terres inertes sont des matériaux issus de déblais de chantiers, traités à la chaux et commercialisés sous la marque Urbasol®.

Yprema produit et commercialise 1 200 000 tonnes de matériaux recyclés par an, et consacre 3 % de l'ensemble de son chiffre d'affaires à la recherche et développement.

Signataire de la Charte Environnement de l'UNICEM (Union Nationale des



L'entrée du nouveau site de production d'Yprema à Gennevilliers.



La chaîne de production aboutit à la réalisation de la grave de béton.



Le site de Gennevilliers réalise différentes graves de béton, comme celle-ci dont la granulométrie est de 0/31,5.

Industries de Carrières et Matériaux de construction), l'entreprise Yprema est également membre du collège des partenaires PME de la Fondation Nicolas Hulot et partenaire de l'association Terra Natura. Cette démarche définit les principes de bonnes pratiques environnementales et de réelle concertation, dans une dynamique d'amélioration continue.

Recycler et valoriser les déchets inertes

Il est important de rappeler qu'un chantier de démolition, c'est d'abord 35 % de déchets souillés (amiante, hydrocarbures,...) qui, en raison de leur toxicité, sont dirigés vers des installations spécialisées. Le reste, soit 65 %, sont les déchets inertes. Pour respecter la loi du 13 juillet 1992, applicable depuis le 1^{er} juillet 2002, qui interdit de mettre en décharge ce qui peut être recyclé, ces déchets inertes ont l'avantage d'être recyclables et valorisables, à l'image des déchets ménagers. Pour cela, il faut surtout éviter de les mélanger : c'est pourquoi, on ne parle pas de démolition, qui suppose un mélange, mais de déconstruction, qui nécessite un tri. L'intérêt de la déconstruction est de générer des déchets inertes qui deviennent alors des ressources et de véritables matières premières, en vue

de constructions futures. De plus, le fait d'acheminer les déchets inertes vers un centre de recyclage et de valorisation donne une seconde vie à ces déchets inertes, puisqu'ils pourront resservir comme nouvelle matière première.

Un contrôle toutes les 1 500 tonnes au minimum

Les centrales de production d'Yprema sont équipées pour réaliser, sur site, les contrôles de teneurs en sulfates solubles des déconstructions qu'elles reçoivent ainsi que des matériaux recyclés qu'elles commercialisent. Ces essais, d'une durée de 20 minutes, sont réalisés selon la norme et consistent en une solubilisation à chaud des ions sulfates provenant du plâtre et des gypses, contenus dans le



Toutes les 1 500 tonnes de matériaux recyclés, les centrales contrôlent les teneurs en sulfates solubles.

INTERVIEW



“Nouveaux moyens de locomotion, nouvelles énergies, gestion rationnelle des ressources sont autant d'opportunités que de richesses pour notre société”

Dimitri Jourdan

Directeur général d'Yprema

“La mesure de la croissance d'un modèle économique ne peut se limiter à des indicateurs liés à la production de biens et services.

Une “économie” est un écosystème qui doit aussi tenir compte du bien-être, de la santé et de la préservation de l'environnement.

Il est nécessaire de faire évoluer notre système fiscal, économique et financier pour favoriser et motiver les acteurs économiques respectueux de la trilogie “économie, social et environnement”, et cesser ainsi de subventionner, de façon indirecte, les activités polluantes.

Nouveaux moyens de locomotion, nouvelles énergies, gestion rationnelle des ressources sont autant d'opportunités que de richesses pour notre société.

Le “Grenelle de l'Environnement” doit concrètement intégrer et planifier cette modification structurelle.

Depuis 1989, Yprema est spécialisée dans la préservation des ressources naturelles et l'optimisation des transports alternatifs à la route.

PME, acteur économique moteur dans la pratique de l'écologie industrielle, Yprema est volontaire et disponible pour faire part de son expérience et de ses propositions”.



Manoir Madec à Quimper : mise en œuvre de la grave de béton concassé 0/20.

matériau, puis d'un dosage par spectrophotométrie.

Chaque produit fini est ainsi contrôlé toutes les 1 500 tonnes, au minimum. Les résultats de ces tests permettent d'éviter tout risque de désordre sur les chantiers.

Parmi les nombreuses applications permettant à Yprema d'utiliser la grave de béton issue de déconstructions, on peut citer les voiries et aires de stationnements du manoir Madec à Quimper, les aménagements des berges du plan d'eau à Massy et des abords de la mairie de Plomeur, ainsi que la plate-forme Charles-de-Gaulle à Roissy.

Quimper : de la grave béton au manoir Madec

René Madec, aventurier et marin de la Compagnie des Indes, après avoir fait fortune grâce au commerce des épices, s'était fait construire en 1781 le superbe manoir Prat an Raz, à Quimper.

En 2007, d'importants travaux ont été entrepris afin de transformer ce manoir en hôtel de caractère. L'entreprise ST2P a mis en œuvre du béton concassé 0/20 pour la réalisation des voiries et des aires de stationnements du site. La grave de béton, une fois compactée, présente alors l'énorme avantage de s'intégrer, avec harmonie, dans l'environnement arboré de l'hôtel.

L'utilisation de la grave de béton concassé dans ce manoir d'époque coloniale à Quimper démontre qu'il est tout à fait possible de faire cohabiter, à la fois, des matériaux naturels et exotiques comme le teck, la terre cuite d'Indonésie et le chanvre, avec une grave de béton issue du recyclage des matériaux de déconstruction.



Massy : les berges du plan d'eau de la mairie, en cailloux de béton concassé.

Massy : aménagements des berges du plan d'eau

Dans le cadre du réaménagement urbain de la ville de Massy (Essonne), l'entreprise Brunel Démolition a démonté l'usine Ericsson dans la ZAC Carnot, puis a évacué les 25 000 tonnes de matériaux de déconstruction sur le site Yprema de Massy.

La proximité de la centrale a permis de limiter les rejets de CO₂ et de diminuer le recours aux ressources naturelles. Les cailloux de béton concassé ont ensuite servi à aménager les berges du plan d'eau de la mairie de Massy.

Plomeur : aménagements des abords de la mairie

Dans la baie d'Audierne (Finistère), l'action conjuguée de fortes marées et de dépressions météorologiques successives a mis au jour de nombreux chevaux de frises, en forme de tétraèdres, datant de la Seconde Guerre mondiale.

Ces restes du Mur de l'Atlantique en béton armé, aujourd'hui ensevelis sous le sable des plages, avaient été conçus pour interdire le débarquement des navires. Aujourd'hui, ils sont devenus



Baie d'Audierne : les tétraèdres en béton armé, restes du Mur de l'Atlantique.

très dangereux pour les touristes, les surfeurs et les chars à voile.

C'est pourquoi, l'entreprise Jean-Noël Peron, installée à Loctudy, a profité des grandes marées du début de l'année 2007 pour enlever ces structures et les transporter sur la centrale Yprema de Pluguffan. Là, elles ont été recyclées et valorisées par la société Jo Simon, sous forme de grave de béton concassé 0/20, afin d'aménager les abords de la mairie de Plomeur.

Par son activité de recyclage de proximité, Yprema participe ainsi localement à l'embellissement des plages du pays bigouden.

Roissy : de la grave de béton à l'aéroport

La société Aéroports de Paris (ADP), dans le cadre de l'amélioration de la plate-forme Charles-de-Gaulle à Roissy (Val d'Oise), continue d'investir pour développer à l'horizon 2010 ses capacités d'accueil de passagers et des gros porteurs, type A380.

Sur ce chantier, l'entreprise Guintoli met en œuvre une grave de béton concassé 0/31,5 du centre Yprema de Blanc-Mesnil, en Seine-Saint-Denis pour aménager les remblais contigus aux ouvrages d'art.

Ces derniers permettront la réalisation d'une voie spécifique de circulation d'avions : la voie E4 pour accès au seuil 26. ■

POUR EN SAVOIR PLUS

Yprema, 7 rue Condorcet,
94437 Chennevières-sur-Marne cedex

Tél. : 01 49 62 01 23

Fax : 01 45 93 25 74

Site Internet : www.yprema.com



Roissy : la grave de béton concassé utilisée en remblais d'ouvrage d'art.



Pertuis (Vaucluse) : pour construire les murets en béton de la déviation sud-ouest de la RD 973, l'entreprise Agilis a mis en œuvre un tout nouveau procédé breveté américain, nommé Slipstone®, dont elle détient la licence en France sous le nom de Décomatris®.

Photos : © Agilis

Nouveau : un dispositif de retenue en béton extrudé personnalisable

Sur la déviation sud-ouest de Pertuis, dans le Vaucluse, la société Agilis utilise un nouveau procédé breveté, permettant l'impression de motifs tri-dimensionnels continus sur des glissières en béton extrudé et coulé en place par la méthode du coffrage glissant.

Cette réalisation constitue une grande première en Europe pour la société Agilis, filiale du Groupe NGE, basée au Thor (Vaucluse) et spécialiste d'ouvrages réalisés par coffrage glissant, d'équipements de sécurité et d'écrans acoustiques.

Respecter l'esthétique et le caractère propres à chacune des régions

L'entrée de la ville de Pertuis, à la porte du Lubéron, est une zone très protégée de la Provence où le respect de l'esthétique est une priorité pour le Conseil Général du Vaucluse.

Dans le cadre des travaux de la déviation sud-ouest de la RD 973, la construction de murets en béton, façon pierres du Luberon, a pour objectif principal de se fondre dans le paysage provençal.

En juillet 2007, pour répondre à cette

exigence, Agilis a mis en œuvre un tout nouveau procédé breveté américain, nommé Slipstone®, dont elle détient la licence en France sous le nom de Décomatris®.

Cette technique innovante, inventée par Mike Allen, Président de l'entreprise Slipstone®, consiste à réaliser une impression en relief sur des murs en béton extrudé, à formulation classique avec fibres et colorants, dont l'aspect est étonnant par son réalisme, car ce type d'ouvrage possède la capacité de ressembler, de façon spectaculaire, à des murs en pierres de taille.

Une facilité pour imiter tous les parements désirés

La souplesse du procédé Décomatris® permet d'envisager des applications, non seulement sur tous les types de murets, mais aussi sur les chaussées ou sur les caniveaux à plat. Sa facilité à

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Site de Montmélian (Savoie)

Maître d'ouvrage et maître d'œuvre : Béton Rhône-Alpes (BRA)

Entreprise : Agilis

Fournisseur du ciment : VICAT

Fournisseur du béton : BRA (centrale de Montmélian)

Fournisseur des adjuvants, colorants et fibres : Grace

Site de Pertuis (Vaucluse)

Maître d'ouvrage : Conseil Général du Vaucluse

Maître d'œuvre : Conseil Général du Vaucluse - Direction des Routes

Entreprise : Agilis

Fournisseur du béton : Cemex (centrale de Meyrargues)

Fournisseur des adjuvants, colorants et fibres : Grace



La machine à coffrage glissant en train d'appliquer le procédé Slipstone®.

imiter tous les parements désirés apporte une solution esthétique qui autorise, d'une part, un véritable "sur mesure" et permet, d'autre part, de respecter harmonieusement le contexte local.

Ce que confirme Arnaud Gestlain, chargé d'affaires Décomatris® chez Agilis : "Avec ce procédé, toutes les couleurs peuvent être proposées, ce qui garantit une personnalisation quasi illimitée : on apporte d'abord une première teinte au béton dans la masse, avec une adjonction de colorant spécifique. Puis, on applique différentes nuances en surface avec de la peinture à béton. Enfin, on peut adapter n'importe quel motif sur les murets, puisque l'on procède selon le même principe que celui de l'impression, c'est-à-dire à l'aide d'une matrice négative, réalisée à la demande du client. C'est pourquoi ce dernier peut choisir n'importe quel type de texture, dessin, fresque, relief ou logo".

Pour John Mauchamp, directeur Grand-Est/PACA/Suisse chez Grace, la mission de son entreprise était claire : "Notre rôle a consisté à aider à réaliser les matrices élastomères qui enrobent les deux rouleaux venant structurer la glissière brute qui sort de la machine. En effet, le béton doit être traité différemment de celui qu'on rencontre sur les glissières classiques : étant donné qu'il faut imprimer un relief sur un béton très ferme, on se doit d'obtenir une plasticité plus souple, mais sans avoir d'affaissement du béton. Pour compenser, on utilise une

micro-fibre Fibercast 500 de 13 mm, à raison de 0,9 kg par m³. Enfin, pour embellir ce muret, un colorant de la gamme Pieri Kaolor a été formulé sur demande, afin de se rapprocher de la teinte claire des pierres naturelles de la région, ce qui n'a pas été facile car la base du béton était du ciment gris".

Une phase d'essais préalables sur la centrale BRA à Montmélian

Les premiers essais français de développement de la Décomatris® ont été réalisés en partenariat avec le cimentier Vicat et la société Grace (ex-Pieri), spécialiste en colorants, adjuvants et fibres.

Ces essais ont eu lieu, dans le courant du mois de juin 2007, sur le site de la centrale de béton prêt à l'emploi de Béton Rhône-Alpes (BRA), située à Montmélian, en Savoie.



Le premier essai français de développement de la Décomatris® a été réalisé sur le site de la centrale béton prêt à l'emploi BRA de Montmélian.

FORMULATION DU BÉTON (POUR 1 M³)

Utilisée pour le premier essai français de développement, sur le site de la centrale BPE Béton Rhône-Alpes de Montmélian (Savoie)

Ciment CEM I 52,5 N CE PM-CP2 NF :
350 kg

Sable 0/4 : 1 100 kg

Gravier 4/10 : 310 kg

Gravier 10/20 : 720 kg

Eau : 144 litres

Plastifiant : 0,35 %

Entraîneur d'air : 0,20 %



Contrôle de la partie supérieure lisse de la couvertine.

Pour François Senger, chargé d'affaires chez Agilis : "Les essais nous ont montré que, dans les zones de montagne, l'ouvrage réalisé en Décomatris® résiste au gel et aux sels de déverglaçage. L'ouvrage est donc non seulement esthétique, mais répond parfaitement en termes de sécurité. Le procédé est adaptable à la réalisation de murets type MVL, conformes à la circulaire N° 88-49 du 9 mai 1988 - fascicule 1 - annexe. Le coulage ne comporte pas plus de difficultés que pour un ouvrage d'art classique et s'intègre, de façon normale, dans un planning de fabrication BPE. La formulation du béton est standard : de type glissière en béton armé avec fibres et colorant. Enfin, sa forte compacité et l'adjonction d'un entraîneur d'air en font un béton à haute résistance et à forte durabilité".

Lors de la réalisation du chantier de Pertuis, Agilis a encore amélioré le procédé en réalisant une couvertine en tête de muret, ce qui a demandé de

faire cohabiter une partie basse, imprimée en pierres du Lubéron, et une partie supérieure lisse.

Le coulage de la couvertine étant délicat, il a été nécessaire de l'effectuer impérativement en continu, de minimiser les temps d'arrêts et de maîtriser parfaitement la plasticité en centrale BPE.

Le fait d'avoir réalisé une couvertine en tête de l'ouvrage était un défi supplémentaire qui a été relevé : Agilis a été, en effet, la première entreprise au monde à ajouter, lors de la réalisation d'un muret et dans le même temps, un couronnement qui ne soit pas imprimé.

■ Pouvoir personnaliser l'aspect régional

L'avenir d'un tel procédé dans nos régions françaises est évident : chaque collectivité locale pourra construire et aménager des murets, en respectant son identité locale. Et en faisant du véritable "sur mesure".

Ce procédé est, prioritairement, applicable aux dispositifs de retenues et de sécurité sur routes et voies communales.

Mais il est aussi parfaitement adapté aux parkings, jardins publics, couronnements de bassins de rétention, murets surmontés de clôtures métalliques, zones industrielles, murs d'enceinte de zones pavillonnaires, enceintes de parcs naturels...

■ Une économie en termes de délais et de coûts

Ce procédé offre, en plus des aspects techniques déjà évoqués, d'autres avantages et non des moindres.

Il permet de réduire les délais de chantier : en effet, il est possible d'affirmer qu'alors que l'avancement d'un muret en pierres traditionnel est d'environ quatre à six mètres par jour avec une équipe de trois ou quatre maçons / tailleurs de pierre, on réalise 200 mètres de muret Décomatris® dans le même temps avec une équipe de six personnes et une machine à coffrage glissant.

En clair, là où une entreprise de



L'impression en relief sur le mur en béton extrudé apparaît dès qu'on enlève le film plastique : l'imitation des pierres naturelles du Lubéron est alors étonnante de réalisme.

maçonnerie mettra un mois à réaliser un ouvrage, le procédé Décomatris® le fera en une seule journée !

Ainsi, même si l'encombrement de l'atelier à coffrage glissant est important – de 2,5 à 4 mètres de large, selon la configuration de l'atelier à coffrage glissant et la position du malaxeur béton – et peut nécessiter la mise en place d'une circulation alternée ou d'une déviation provisoire, cette rapidité d'exécution apporte une réelle solution esthétique et une plus grande rapidité, dans des zones où les maîtres d'ouvrage sont très exigeants en termes de délais de chantier.

La baisse des coûts de fabrication découle principalement du gain de temps obtenu sur la réalisation. En effet, les écarts en matière de composition d'équipes sont faibles entre une entreprise de maçonnerie traditionnelle et une équipe à coffrage glissant : c'est donc sur la durée d'immobilisation d'une équipe que se fera l'écart de coût. Enfin, l'économie sur les coûts



La couvertine en tête de muret, avec sa partie supérieure lisse.

d'entretien vient du fait que ceux d'un muret en béton matricé sont quasiment nuls. En effet, on sait par exemple qu'à la suite d'un choc accidentel sur un muret en pierres, des travaux de reconstruction coûteux seront à prévoir, à la charge des assureurs ou du gestionnaire de la route, alors qu'il n'y aura pas besoin d'intervenir sur un muret en béton, beaucoup plus résistant, qui gardera son intégrité et son aspect d'origine. Seuls quelques ragréages ponctuels des pierres en surface pourront être envisagés, en fonction de l'importance du choc.

■ Mieux résister aux sollicitations climatiques

Dernier avantage, et non des moindres : la résistance aux sollicitations climatiques quotidiennes d'un muret en béton est largement supérieure à celle d'un muret en pierres qui est, de son côté, soumis aux infiltrations, aux végétations parasites...

"J'insiste cependant sur le fait que le but de notre procédé n'est pas de supprimer, sur le bord de nos routes, les murets en pierres et de faire disparaître les entreprises de maçonnerie ! Il s'agit, en priorité, d'apporter une solution de remplacement plus rapide, ainsi que des ouvrages personnalisés et adaptés aux différents sites à équiper. Tout cela à un coût moindre et dans des zones où il n'est pas possible de faire intervenir une entreprise traditionnelle" conclut Arnaud Geslain. ■



Miramas (Bouches-du-Rhône) : le site de Clesud vient de s'enrichir d'une nouvelle plate-forme de chargement/déchargement pour le rail et la route, construite entre deux voies ferrées.

Miramas : du **béton compacté routier (BCR)** pour une plate-forme rail-route

Deux dosages différents du même liant hydraulique routier permettent de valoriser les matériaux du site Clesud de Miramas : un traitement sur place pour la couche de forme et via une centrale sur site pour les deux épaisseurs de béton compacté routier (BCR). Résultat : un ensemble de chargement/déchargement pour une plate-forme rail-route haute résistance.

La plate-forme rail-route Clesud de Miramas se trouve à la croisée des axes de communication de l'Europe du Nord (vallée du Rhône) et de l'arc méditerranéen Espagne-Italie. C'est l'un des trois points du triangle logistique majeur de l'Europe du Sud avec Fos Distriport, plate-forme logistique maritime, et l'aéroport international de Marseille – Provence, première plate-forme de fret aérien après Paris.

Clesud répond ainsi aux besoins des industriels européens et mondiaux, ainsi qu'à ceux des prestataires de transport et des distributeurs. De plus, au moment où les pôles logistiques de Gênes et de Barcelone connaissent une certaine saturation, Clesud renforce la position stratégique de la région marseillaise sur le marché de la logistique du sud de l'Europe.

Près d'un millier de poids lourds transitent déjà chaque jour par ce site. Il est important de noter que Clesud vient de s'enrichir d'une nouvelle plate-forme de chargement/déchargement rail-route, construite entre deux voies ferrées (avant leur mise en place). Razel Provence-Alpes-Côte d'Azur a été adjudicataire de ce marché : en groupement avec Vega TP pour l'assainissement et le terrassement, avec Siorat pour la conception et la réalisation de la plate-forme.

Valoriser au mieux les matériaux du site

Situé dans la plaine de la Crau, le site se distingue par son sol riche en "taparas", poudingue qui s'est formé à partir des galets déposés par la Durance lors des dernières

glaciations, agglomérés au fil du temps par les eaux de ruissellement. Etant donné qu'il s'agit d'un matériau résistant, sa valorisation sur site devenait évidente dans une logique de préservation des ressources naturelles et d'économies d'énergie.

"Après extraction et tri, le matériau a été valorisé de deux manières : les

PRINCIPAUX INTERVENANTS

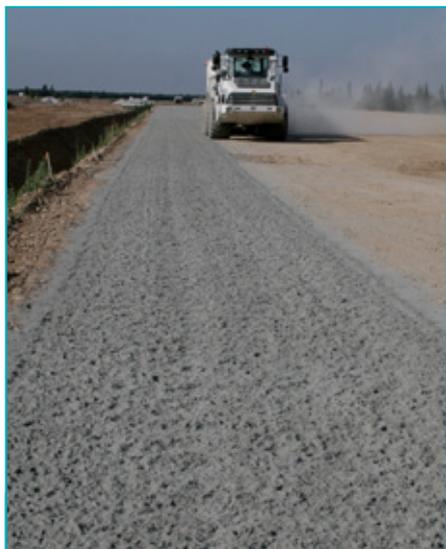
Maître d'ouvrage : Groupement Syndicat mixte d'équipement Euro-Alpilles, Progenor et Clesud Terminal SAS

Promoteur : Progenor

Maître d'œuvre : Egis-Rail

Groupement d'entreprises : Razel – Siorat – Vega TP

Fournisseur de liant : Lafarge Ciments



Épandage du liant hydraulique routier avant le traitement de la couche de forme.

éléments de moins de 20 mm de diamètre sont conservés, tels quels, pour réaliser la couche de forme qui sera traitée sur place au liant hydraulique routier. Ceux de taille supérieure sont concassés, de manière à obtenir les trois fractions nécessaires à la production en centrale du béton compacté routier (BCR) : 0-4, 4-10 et 10-14. Des essais préalables de faisabilité ont entièrement confirmé ces hypothèses de travail" explique Ludovic Passion, responsable technique de l'entreprise Siorat.

Une plus grande régularité de production

Dans un premier temps, l'entreprise a réalisé une couche de forme PF4 en répartissant au finisseur une couche régulière de 35 cm d'éléments non concassés. Après épandage du liant hydraulique routier Rolac 645 de Lafarge Ciments dosé à 5 %, et un arrosage superficiel, le traitement s'effectue en place sur toute l'épaisseur au moyen d'un malaxeur. Il est suivi d'un compactage au rouleau compresseur.

L'entreprise Siorat a ensuite réalisé la plate-forme en employant la technique du béton compacté routier, avec deux épaisseurs différentes : l'une de 17 cm sur 17 000 m² et l'autre de 33 cm sur 30 700 m². L'ensemble est dimensionné selon la classe de



Le concassage des matériaux est effectué sur site.



Phase de malaxage pour la réalisation de la couche de forme traitée.

trafic prévue et selon les contraintes spécifiques liées aux différents engins spéciaux servant au chargement/déchargement des conteneurs car, sur le plan de la circulation, ces engins sont bien plus agressifs que des camions.

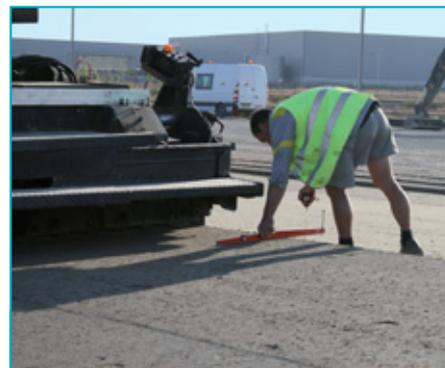
En termes de courbe granulométrique, deux formulations du BCR ont été étudiées : l'une à 10 % de liant routier Rolac 645 et l'autre à 14 %. Par interpolation, le dosage optimal finalement retenu est de 12 %, une formulation agréée par le maître d'œuvre.

La production du BCR s'effectue avec les trois fractions de matériaux concassés et stockés sur place. Une centrale continue de malaxage à froid d'une capacité de 600 tonnes/heure a été installée avec un doseur à ciment de capacité suffisante pour délivrer, de façon continue et régulière, les 12 % demandés.

Pour éviter les ruptures de charge, il a fallu mettre en place un important stockage sur le site, afin de pouvoir répondre aux consommations de pointes car l'usine ne pouvait livrer que 250 tonnes de liants par jour.

"L'avantage était de pouvoir utiliser, en priorité, le liant stocké depuis la veille, donc à température ambiante, plutôt que celui qui arrivait tout juste de l'usine, à 70 °C : ce dernier avait, en raison de cette température, tendance à s'agglutiner autour de l'arbre du malaxeur et à nous ralentir" confie Ludovic Passion.

"Au total, ce chantier a consommé 1 200 tonnes de liant hydraulique routier pour le traitement du sol et 3 700 tonnes pour le BCR" résume Gérard Benvenuto,



Vérification de l'épaisseur du béton compacté routier.



L'atelier de réalisation du béton compacté routier.

responsable Travaux publics Région Sud-Est chez Lafarge Ciments.

Etudiée pour obtenir une classification G5, la formule du béton est assez simple : des matériaux concassés, du liant hydraulique routier et de l'eau, pas de plastifiant ni d'entraîneur d'air. En contrepartie, l'ensemble de la phase d'étalonnage de la centrale a dû être soignée au niveau du dosage pour obtenir une qualité régulière. Toutes les tolérances habituelles ont d'ailleurs été divisées par trois, y compris pour les granulats.

De plus, un module d'acquisition de données en continu permet de vérifier le dosage en liant. À cela s'ajoutent deux analyses granulométriques par jour pour s'assurer du respect du fuseau normatif (NF P 98-116).

Jusqu'à 4 000 tonnes de BCR par jour

Le béton est acheminé, depuis la centrale, par camion-benne et déversé au fur et à mesure en accompagnant l'avancement de l'atelier BCR. Il est ensuite compacté au rouleau. La partie de 33 cm d'épaisseur est réalisée en adoptant une pente à 1,5 % en forme de toit, afin d'assurer la bonne évacuation des eaux pluviales.

Les joints d'arrêts de fin de journée sont ensuite réalisés par une coupure verticale sur toute l'épaisseur du béton. Le lendemain, un simple recalage et l'humidification du joint suffisent lors de la reprise du chantier.

Puis, l'entreprise Siorat, afin d'éviter la



Réalisation de la seconde passe du béton compacté routier.



Application du produit de cure par pulvérisation d'émulsion de bitume.

FORMULATION DU BCR

Matériau concassé 0-4, 4-10 et 10-14 : 88 % de la masse volumique sèche

Liant Rolac 645 : 12 % de la masse volumique sèche (équivalent à 283 kg pour 1 m³ de béton)

Eau : 7,5 % de la masse volumique sèche

fissuration anarchique liée au retrait du béton, a scié le BCR sur le quart de son épaisseur selon un maillage de 6 x 6 m, dès la fin du compactage de la seconde couche. Compte tenu de la nécessité d'obtenir un délai minimal entre la fin du compactage et la fin du sciage, et des 16 km de linéaires à scier, l'entreprise a dû doubler son équipe de sciage.

Les cadences du chantier ont atteint 3 500 tonnes/jour en moyenne. Qualité oblige, des carottages ont été réalisés pour vérifier le bon collage, couche sur couche, du BCR et d'autres carottes ont servi aux tests d'écrasement.

La mise en œuvre s'est achevée 20 septembre 2007. Après sept jours sans circulation, on a commencé le montage des voies ferrées et le trafic poids lourds a débuté. Les premiers trains ont roulé le 17 décembre. ■



En tout : 16 km de linéaires à scier pour réaliser les joints de retrait.



Crouy (Aisne) : vue générale du carrefour giratoire de 26 m de diamètre, qui va desservir l'actuelle maison médicalisée pour le 3^e âge, le centre technique de la Communauté d'agglomération du Soissonnais et un lotissement de 70 logements prévu à l'horizon 2010.

Crouy : le premier giratoire en béton désactivé dans l'Aisne

Conçu pour durer avec un minimum d'entretien, le carrefour giratoire de Crouy associe, sur 26 m de diamètre, un pavage à l'ancienne pour son anneau central et du béton désactivé pour sa zone de roulement. Un raisonnement en coût global a conduit à ce choix, à la fois rationnel et esthétique.

Malgré ses 2 600 habitants, Crouy est une commune qui n'hésite pas à innover. Elle vient, en effet, d'inaugurer le tout premier carrefour giratoire en béton désactivé du département de l'Aisne.

Crouy se trouve sur l'axe Paris - Laon - Bruxelles, en plein cœur du Soissonnais. La déviation, créée en 1976, lui a permis à l'époque de retrouver son calme. La rue Léo Nathié, sur la RD 91, voie de desserte locale et voie de liaison inter-urbaine, est en cours de classement dans la voirie communale.

Dans la continuité des travaux de remise en état de cette rue, entrepris dès 2003, le Conseil municipal a décidé d'aménager un carrefour giratoire situé en son milieu.

"Ce carrefour desservira l'actuelle maison médicalisée pour le 3^e âge, ainsi que le centre technique de la Communauté

d'agglomération du Soissonnais, puis un lotissement de 70 logements prévu à l'horizon 2010. Nous avons aussi la volonté d'anticiper sur l'avenir, car sur les 10 hectares restants, situés à proximité, différents projets sont envisagés, notamment pour y créer des emplois" explique Bernard Pitois, maire de Crouy. La sécurité des usagers et des riverains n'a pas été oubliée : *"La position volontairement décalée de ce giratoire permet de réduire la vitesse de circulation entre les deux parties de la*

commune. Les voitures rouleront ainsi moins vite, ce qui est d'autant plus appréciable qu'une école se trouve à proximité" ajoute Bernard Pitois.

Un carrefour giratoire dimensionné pour durer

La mairie a missionné la DDE de l'Aisne pour assurer la maîtrise d'œuvre de cette opération d'aménagement. *"Dès les débuts de ce projet, nous avons voulu comparer les avantages et inconvénients*



Préparation de la couche de forme.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage : Mairie de Crouy

Maîtrise d'œuvre : DDE de l'Aisne - Bureau d'études et d'ingénierie - Service Aménagement Sud

Entreprise : Hublin TP

Fournisseur du ciment et du béton prêt à l'emploi : Holcim



Structure du giratoire : au premier plan, couche de forme en grave traitée et compactée, puis anneau en pavés de grès et, au centre, partie engazonnée non circulaire.

respectifs d'une solution de base en enrobés et d'une variante en béton. Pour éviter les phénomènes aussi bien de faïençage que d'orniérage, apparaissant en général au fil du temps avec une solution en enrobés et impliquant donc un entretien régulier, la solution béton a vite été préférée, sur la base d'un raisonnement en coût global" commente Christian Perriguy, chargé d'études du service Aménagement Sud de la DDE de l'Aisne.

La commune a donc lancé un appel d'offres uniquement orienté sur une solution béton.

Cette voie de liaison urbaine est classée T3, soit un trafic de 50 poids lourds par jour au minimum. "Cette route voit, pour l'instant, passer assez peu de poids lourds. Cependant, sur le plan technique, l'ouvrage a été dimensionné en fonction d'un trafic plus important afin de garantir sa pérennité : l'idée principale consiste, en effet, à anticiper sur l'avenir de cette zone, inévitablement appelée à se développer" ajoute Christian Perriguy.

Une zone de roulement en béton désactivé

La chaussée initiale n'a pas été conservée, afin d'assurer une parfaite homogénéité de la structure de fondation sur l'ensemble du giratoire. Il a été réalisé une couche de forme, constituée de deux couches de

20 centimètres d'épaisseur, en grave 0/20 traitée au liant hydraulique.

Une pente de 2 % vers l'extérieur assure une bonne évacuation des eaux pluviales.

Un apport de terre végétale dans la partie centrale du giratoire permettra d'accueillir des plantations. Cette zone, bordée par un anneau de deux mètres de large traité en pavés de grès à l'ancienne, un peu à la manière d'un trottoir, facilitera l'intervention, en toute sécurité, des personnels municipaux, chargés de l'entretien de la végétation.

Au niveau de la future zone de roulement, un marquage au sol, sous forme de lignes radiales et de cercles concentriques, indique où placer les goujons métalliques avant le coulage du béton prêt à l'emploi. Matérialisant



Le marquage au sol matérialise le futur emplacement des goujons métalliques, avant le coulage du béton.



En haut : avant le coulage du béton, les goujons métalliques sont placés à la hauteur voulue, à l'aide de paniers. En bas : après décoffrage du béton, on voit le bon positionnement des goujons.

les joints de retrait et de reprise, ces lignes délimitent des parcelles d'une superficie de 50 m² environ.

Des paniers ou des cadres en bois maintiennent en place les goujons en acier lisse, enduits d'un vernis bitumineux. Ces goujons sont placés à



Le camion-toupie déverse, directement sur les goujons métalliques, le béton prêt à l'emploi arrivant de la centrale.

cheval sur les joints de retrait, afin de maintenir solidaires les dalles de béton.

À noter qu'aucun ferrailage n'est requis, en raison des caractéristiques techniques du béton choisi avec une résistance à la compression de 30 MPa à 28 jours.

Un ballet ininterrompu de camions-toupiés

Le jour du coulage, toutes les 40 minutes environ, se succèdent des camions-toupiés venant de la centrale de BPE de Pernant, située à 7 km du chantier. Ce béton frais est réparti sur la parcelle prévue, réglé à une épaisseur régulière de 23 cm, puis soigneusement lissé à la taloche.

"Nous avons utilisé une règle classique plutôt qu'une règle vibrante, compte tenu de la qualité du béton employé. C'est pourquoi, nous avons auparavant réalisé une planche d'essais, dans les mêmes conditions que celles du chantier, pour faire valider le résultat à la DDE et à la commune" précise Alain Tonnel, directeur de l'entreprise Hublin TP.

Une fois le béton coulé, on pulvérise le désactivant Bio Jaune® fabriqué par Pieri, société du Groupe Grace Construction Products, puis un produit de cure qui permet d'obtenir une courbe de séchage régulière.

Le lendemain, un lavage au jet d'eau haute pression élimine le désactivant et la laitance, pour faire apparaître les granulats.

Sur le plan purement esthétique et compte tenu des caractéristiques techniques préconisées par le maître d'œuvre, le choix des granulats s'est porté sur un mélange de matériaux,



Une fois réglé à 23 cm d'épaisseur, le béton est soigneusement taloché.



La protection du béton est assurée par la pulvérisation d'un produit de cure.



Deux granulats régionaux : l'un rose 10/14 et l'autre bleu-gris 6,3/10.

provenant d'Anay-le-Duc et comportant deux teintes et deux tailles différentes : rose 10/14 et bleu-gris 6,3/10.

Une fois que le béton a fait sa prise, un opérateur réalise, au moyen d'une scie diamantée, les joints de retrait sur 4 à 5 cm de profondeur aux endroits repérés, afin que les goujons se situent à cheval, de part et d'autre, des joints. Cette technique permet de maîtriser et d'organiser le retrait du béton.

La chaussée peut être remise en circulation dès que le laboratoire du CETE de Saint-Quentin, antenne de Lille, donne son feu vert. Il se fonde sur les prélèvements effectués sur le site et le constat de séchage du béton, c'est-à-dire dès que sa résistance à la compression dépasse les 20 MPa.

Deux demi-anneaux réalisés l'un après l'autre

Une des difficultés majeures de ce chantier consistait à tenir compte d'un fait fondamental : il était absolument impossible d'interrompre la circulation.

FORMULATION DU BÉTON (POUR 1 M³)

Ciment CEM III/A 42,5 N CE CP1 NF :
355 kg

Sable de la vallée de l'Aisne 0/4 :
520 kg

Granulat rose 10/14 d'Anay-le-Duc :
740 kg

Granulat bleu-gris 6,3/10 d'Anay-le-Duc :
540 kg

Eau : 130 litres

Plastifiant réducteur d'eau : 0,3 %

Entraîneur d'air : 0,15 %

Pour y remédier, il a donc fallu mettre en place une organisation rigoureuse en matière de sécurité, aussi bien des personnels que des automobilistes.

"C'est pourquoi, le chantier a été réalisé en deux temps, par demi-anneaux successifs, avec un décalage de plusieurs jours entre les deux. Les conditions climatiques difficiles, avec apparition de gel certains jours, ont entraîné un léger retard du chantier par rapport au planning initial, mais finalement sans conséquences gênantes au niveau de la circulation" signale Alain Tonnel.

"En tout, sept camions-toupiés ont été nécessaires pour la réalisation de chaque demi-anneau. Ce qui fait un total de 103 m³ de béton Articimo® désactivé, mis en œuvre sur la totalité de ce chantier" ajoute Vincent Praillet, chef de secteur de Holcim Bétons (France) région Nord.



À Troyes, la rocade sud-est, qui fait appel au traitement des sols au liant hydraulique routier, permet désormais de contourner l'agglomération.

Rocade sud-est de Troyes : traitement des sols au liant hydraulique routier

Réduction des coûts, protection de l'environnement, performances techniques : autant d'avantages qui expliquent l'engouement pour le traitement des sols au liant hydraulique routier (LHR). Voici un nouvel exemple très significatif avec la rocade sud-est de Troyes.

En cours de construction depuis fin 2005, la rocade sud-est de Troyes va permettre de boucler, sur environ 30 km, le contournement de l'agglomération.

Long de 5,8 km, ce dernier tronçon à 2 voies de 7,5 m de large chacune (élargissable à 2 x 2 voies) a nécessité le terrassement de 900 000 m³, la construction de 8 ponts (franchissement de deux voies ferrées, de deux canaux, de la Seine...) et de 5 giratoires pour le rétablissement des voiries interceptées. Le coût global du chantier est de 50 millions d'euros, dont 17,6 pour le seul lot "Terrassement/Assainissement/Rétablissement de communications", financé à part égale de 40 % par la Région Champagne-Ardenne et le Conseil Général de l'Aube, et à 20 % par les communes de l'agglomération troyenne.

"Les deux principales particularités du chantier sont le déficit en matériaux et

l'obligation de réaliser des remblais en zone inondable", explique Emmanuel Tori, directeur de travaux chez Guintoli, entreprise chargée du lot "Terrassement / Assainissements / Rétablissements de communications". Le déficit en matériaux s'élève à 465 000 m³ qu'il a fallu rapporter. En effet, 80 % du linéaire de la rocade se trouve au-dessus des terrains naturels et comme le volume des remblais



On valorise le sol en place en lui incorporant un liant et en les mélangeant pour obtenir un matériau homogène.

atteint 785 000 m³ de matériaux pour un potentiel sur le chantier de 320 000 m³ de déblais, on a dû compléter ce manque. De plus, ces remblais, variant de 4 à 10 m de haut, ont la particularité d'être situés à 95 % en zone inondable : ils forment donc une sorte de digue artificielle pour les écoulements naturels. Pour respecter la transparence hydraulique du projet, nous avons été obligés de construire, sous le remblai et à intervalles réguliers, quinze petits canaux en béton, appelés "dalots",

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage : Conseil Général de l'Aube

Maîtrise d'œuvre : Egis Route

Entreprise : Guintoli. Sous-traitants : Muller TP, Muller Assainissements, Pertuy Construction

Fournisseurs des liants hydrauliques routiers : VICAT et Ciments Calcia

permettant l'écoulement de l'eau lors des crues. Enfin, pour garantir la pérennité de l'ouvrage, nous avons réalisé une base de remblai, traitée au liant hydraulique routier pour la rendre insensible à l'eau".

■ Développement durable et traitement des sols au LHR

Pour les terrassements de ce chantier, la technique du traitement des sols au LHR était donc tout particulièrement adaptée. Cette technique, désormais parfaitement maîtrisée, connaît un fort développement depuis une bonne vingtaine d'années.

Elle consiste à valoriser le sol en place en lui incorporant un liant et en les mélangeant, plus ou moins intimement et *in situ*, jusqu'à l'obtention d'un matériau homogène. Ce traitement utilise les affinités chimiques du sol et du liant pour donner à la structure les caractéristiques nécessaires permettant de supporter une assise de chaussée, de parking, de plate-forme industrielle ou commerciale...

Ludovic Casabiel, responsable Marchés "Travaux Publics", ciments et liants hydrauliques chez VICAT, est formel : "Plusieurs avantages, maintenant bien connus, expliquent l'engouement pour cette technique, bien adaptée aux terrassements et aux travaux routiers. Des avantages économiques : technique à froid peu gourmande en énergie, réductions de la mise en décharge des déblais, de l'apport en granulats nobles et du coût de leur transport. Des avantages écologiques : préservation des ressources naturelles en granulats, économies d'énergie grâce à une diminution des matériaux à transporter. Enfin, des avantages techniques : réalisation, en remblais et en couches de forme, d'une couche traitée homogène, durable et stable, rigidité de la nouvelle structure, bon comportement aussi bien par temps chaud que lors des différents cycles gel-dégel".

■ 20 000 tonnes de LHR livrés et mis en oeuvre

Compte tenu des avantages de cette technique et des spécificités du



Le dernier tronçon de la rocade a nécessité le terrassement de 900 000 m³.

chantier décrites plus haut, Egis Route, maître d'œuvre de la rocade sud-est, a proposé au Conseil Général de l'Aube, maître d'ouvrage, d'utiliser la technique du traitement des sols au LHR pour la couche basse et la couche haute des remblais, ainsi que pour la couche de forme.

"Au total, ce sont environ 20 000 tonnes de LHR dont 8 000 de liants VICAT qui ont été livrées et mises en oeuvre sur ce chantier", précise Ludovic Casabiel.

"Pour rendre la partie basse des remblais insensible à l'eau, explique Emmanuel Tori, les matériaux crayeux, majoritaires sur le chantier, ont été traités avec un LHR au dosage de 3 %, sur une épaisseur variant de 1 à 2 mètres".

Une fois cette partie basse traitée, la partie haute des remblais a été traitée au LHR, sur laquelle une couche de forme de 35 cm a été rapportée, également traitée au LHR.

"La couche en haut du remblai et la couche de forme ont été traitées avec 4 à 5 % de LHR, afin de prendre en compte la gélivité des craies et atteindre les performances de plate-forme requises", ajoute Emmanuel Tori.

■ Une course contre la montre et contre le gel

Autre spécificité de ce chantier : des délais d'exécution serrés. Commencée en juillet 2007, la réalisation du chantier de traitement des sols devait impérativement être terminée fin octobre, pour éviter les problèmes dus aux premiers gels.

Les pluies abondantes, qui sont

UN TRAITEMENT EN 8 PHASES

Le traitement des sols au LHR se déroule habituellement en 8 phases.

- **La préparation du sol** : consiste à procéder à l'ouverture du sol au scarificateur ou au ripper.
- **L'ajustement de l'état hydrique** : pour obtenir une teneur en eau optimale, le sol étant soit asséché par brassage mécanique, soit humidifié.
- **L'épandage du liant** : pour réduire et maîtriser la dispersion du liant, il convient d'utiliser un épandeur à dosage pondéral, asservi à la vitesse d'avancement.
- **Le malaxage** : pour assurer une bonne homogénéité du matériau et une profondeur importante du malaxage, il est préférable d'utiliser un malaxeur ou un pulvimixer à rotor horizontal.
- **Le compactage partiel** : doit suivre la fin du malaxage, pour ne pas laisser un matériau foisonné exposé aux intempéries et doit apporter 70 à 80 % de l'énergie exigée pour obtenir la qualité de compactage recherchée.
- **Le réglage** : par rabotage, à la niveleuse, sur toute la largeur.
- **Le compactage final** : doit être réalisé immédiatement après le réglage final.
- **La protection de surface** : destinée à imperméabiliser la couche traitée et à la protéger des intempéries, de l'évaporation de l'eau et du trafic.

tombées en juillet et au début août, ont fait prendre beaucoup de retard. Un retard qu'il a fallu rattraper par des cadences très soutenues.

"En seulement 4 semaines sur fin août et début septembre, nous avons réalisé la moitié des livraisons. Les camions-citernes transportant les LHR, venant de notre usine de Xeulley distante de 180 km, ont fait jusqu'à une dizaine de rotations par jour ! Cela a été possible grâce à une communication régulière, une anticipation et une coordination parfaite entre les différents acteurs : producteur du liant, transporteur, équipes sur le chantier. Une belle performance dont nous sommes tous très fiers" conclut Ludovic Casabiel. ■

Remue-méninges

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

Quel est le nom du Général ?

Pendant la guerre de 1914-18, un obus autrichien tombe sur les lignes adverses. L'explosion met au jour une pertuisane (sorte de hallebarde légère) ayant servi lors d'une bataille passée. Un officier la ramasse et la remet, le soir même, à l'intendance en allant toucher sa solde.



Question : sachant que :

- la pertuisane mesure "x" pieds de long,
 - que l'on est le "n^{ème}" jour du mois,
 - que la pertuisane a servi exactement "4A" années avant l'explosion,
 - que le Général, qui gagna la bataille où servit la pertuisane, avait "2y" années quand il mourut,
 - que le produit : $x.n.A.y = 225\,533$
- pouvez-vous trouver le nom du Général ?

Solution du Remue-méninges de Routes N°102 : Coïncidence des aiguilles d'une montre

Rappel du problème posé : sur le cadran d'une montre en bon état, combien y a-t-il de positions où les deux aiguilles coïncident ?

Solution : nous pouvons nous servir des équations établies dans la solution du problème "À vos montres" (voir la rubrique Remue-méninges parue dans la revue *Routes* N°102 de décembre 2007) :

$$x/5 - y/60 = m \quad (1)$$

$$y/5 - x/60 = n \quad (2)$$

Si les deux aiguilles, la grande et la petite, coïncident, nous pouvons alors les intervertir sans rien changer. Les deux

aiguilles ont parcouru le même nombre de divisions à partir de la position du chiffre 12 (considérée comme la position à l'instant initial).

Autrement dit : $x = y$

Les équations (1) et (2), étant alors identiques, donnent l'équation :

$$x/5 - x/60 = m$$

$$D'où : x = 60 m / 11$$

m étant un paramètre entier qui peut varier de 0 à 11.

En donnant à m les valeurs comprises entre 0 et 11, nous trouverons les douze solutions du problème.

En réalité, **le nombre de solutions est égal à 11**, car pour $m = 0$ et $m = 11$, nous obtenons la même solution qui est celle où les deux aiguilles pointent sur 12.

Gros plan

Un nouveau Président au Cisma



Pierre Marol a été élu Président du Syndicat des équipements pour la construction, les infrastructures, la sidérurgie et la manutention (Cisma).

Il succède à Henri Marchetta, arrivé au terme de son mandat et qui a été nommé Président d'honneur. Pierre Marol, 52 ans, Ingénieur diplômé de l'ENSTA en génie maritime, a travaillé successivement chez Spie Batignolles, PSA et GEC Alsthom, avant d'intégrer, en 1996, Alstom Services en qualité de Directeur de

l'activité "Systèmes de manutention". Depuis 2006, il est PDG d'Alstef, société spécialisée dans les systèmes automatisés pour la logistique et l'aéroportuaire.

Pour en savoir plus : www.cisma.fr

Vient de paraître

Retraitement en place à froid des anciennes chaussées aux liants hydrauliques

CCTP type - BPU - DE

Ce document constitue un cadre pour la rédaction du Dossier de Consultation des Entreprises "D.C.E." relatif à la technique de retraitement en place à froid des anciennes chaussées aux ciments ou aux liants hydrauliques routiers.

Il comprend trois parties :

- Le Cahier des clauses techniques particulières CCTP type, définissant les spécifications auxquelles doivent répondre les constituants et le mélange final, les prescriptions de fabrication en place et de mise en œuvre, les contrôles à réaliser.
- Le Bordereau de Prix Unitaires "B.P.U."
- Le Détail Estimatif "D.E."



Brochure (64 pages)
Référence : T 58



CD-Rom
Référence : C 58

Ces documents sont disponibles gratuitement auprès de Cimbéton par fax au 01 55 23 01 10, par email à centrinfo@cimbeton.net ou par téléchargement sur le site www.infociments.fr