

Routes

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



DOCUMENTATION TECHNIQUE

Le retraitement en place
à froid des chaussées
au ciment ou aux liants
hydrauliques routiers

LE POINT SUR

Var : le mariage réussi
du béton désactivé avec
les bâtiments anciens
ou modernes

CHANTIER

Le Havre : des poutres en
béton pour portique ferroviaire

2 EDITORIAL

3-6 LE POINT SUR



Var (83)

Le mariage réussi du béton désactivé avec les bâtiments anciens ou modernes

7-14 DOCUMENTATION TECHNIQUE



Le retraitement en place à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers

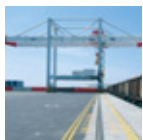
15-17 RÉFÉRENCE



Bouches-du-Rhône

À Aubagne, le béton se fait polymorphe pour valoriser une séduisante place multimodale

18-19 CHANTIER



Le Havre

Port 2000 : des poutres en béton pour portique ferroviaire

20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture : La Seyne-sur-Mer (Var) Le parc laisse une perspective largement ouverte sur la rade de Toulon : les cheminements piétons ont été traités en béton désactivé, matériau qui absorbe les courbes choisies par les concepteurs du projet.

INTERMAT 2006 : un franc succès !

La 7^e édition du salon INTERMAT 2006 vient de se terminer. Elle a connu une affluence record et confirme son statut de deuxième salon mondial sur son secteur, avec plus de 209 000 visiteurs (soit 16 % de progression par rapport à 2003) dont 45 % venant hors de France et représentant 160 pays !

1 400 exposants, dont 75 % d'internationaux de 42 pays différents, ont présenté leurs nouveautés en matière de produits et services, renforçant encore plus l'image de véritable plate-forme mondiale de l'innovation.

À ce sujet, on a pu noter la présence de nombreuses délégations et groupes internationaux en provenance de nouveaux pays comme la Russie, l'Ukraine, la Bosnie, la Roumanie, la Croatie, la République Tchèque, la Moldavie, qui se sont joints aux habitués (Corée, Maghreb, Etats-Unis, Japon et Mexique).

Autre innovation d'INTERMAT 2006 qui a rencontré un grand succès : PARIS DEMO, animation-phare unique au monde, a présenté en

extérieur et sur plus de 30 000 m² des matériels en conditions réelles d'utilisation.

Sur le plan économique, INTERMAT 2006 a aussi reflété la croissance enregistrée en 2005 pour le marché européen des matériels pour la construction, avec une hausse de 10 % par rapport à 2004 et un chiffre d'affaires total record de 21 milliards d'euros environ. Pour 2006, selon les experts, une croissance de 1,6 % est attendue pour le marché européen de la construction, qui regroupe la construction résidentielle, la construction non résidentielle et le génie civil.

Enfin, au niveau humain, il est important de constater que les secteurs des équipements et du BTP créent massivement des emplois : c'est pourquoi INTERMAT 2006 a été l'occasion, pour les institutionnels et les professionnels de la filière, de valoriser les métiers de la maintenance et du service après-vente des engins de TP et de manutention.

Joseph ABDO
Cimbéton

CIM *béton*

CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



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

Tél. : 01 55 23 01 00

Fax : 01 55 23 01 10

Email : centrinfo@cimbeton.net

Site Internet : www.infociments.fr

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

Directeur de la publication : Anne Bernard-Gély
Directeur de la rédaction, coordinateur des reportages et rédacteur de la rubrique *Remue-méninges* : Joseph Abdo - Reportages, rédaction et photos : Marc Deléage, Romualda Holak, Yann Kerveno, Jacques Mandorla - Réalisation : Ilot Trésor, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris - Email : mandorla@club-internet.fr - Conception maquette : Dorothee Picard - Dépôt légal : 2^e trimestre 2006 - ISSN 1161 - 2053 1994



Saint-Mandrier : entièrement repris en béton désactivé, le quai Jean-Jaurès est devenu un espace de promenade de grande qualité entre la mer et la rue.

Var (83) : le mariage réussi du béton désactivé avec les bâtiments anciens ou modernes

Dans l'arrière-pays varois ou sur la Côte d'Azur, le béton désactivé s'impose partout pour mettre en valeur les paysages méditerranéens. En se jouant de tous les reliefs.

A Saint-Maximin, le lycée est tout juste sorti de terre, à partir des dessins de l'architecte Daniel Fanzutti. Pour ce dernier : *“Le lycée était doublement sensible. D'une part, parce qu'il est dans le périmètre de protection de la Basilique de la ville, mais aussi parce que la surface de son emprise, 25 000 m², était égale à la surface du centre ancien de la commune. Plus qu'un équipement, c'est bien un morceau de ville qu'il nous était donné de créer. Nous avons donc opté pour un travail contemporain, sans mimétisme ni néo-régionalisme”*.

■ Saint-Maximin : du désactivé près de la Basilique

Douze bâtiments, de hauteur modeste pour bien se fondre dans le paysage, sont donc organisés autour d'un vaste patio, comme

le serait une petite ville. *“Les plans que nous avons dressés font appel à un vocabulaire urbain à l'intérieur même du lycée : les bâtiments sont en béton brut apparents et les sols majoritairement en béton désactivé et on y trouve des rues, des places...”*.

Pourquoi un tel choix pour les sols ? Daniel Fanzutti répond : *“Je travaille depuis très longtemps ce genre de matériaux et, dans ce cas précis, nous pouvions obtenir un effet de réponse, de reflet du sol, avec les murs des bâtiments. Nous avons donc opté pour un béton désactivé avec des granulats comportant une bonne proportion de silex aux couleurs brunes et noires : cela nous a permis, avec les différences de couleurs et de granulométrie, d'obtenir une surface assez hétérogène. De plus, le désactivé est un moyen très simple et efficace pour mettre*



© Flora Fanzutti

Saint-Maximin : les sols de l'intérieur du lycée ont été traités en béton désactivé pour répondre aux bétons des murs.

les granulats en valeur”.

L'utilisation d'un ciment CEM III apporte au liant la clarté voulue par l'architecte, tout en restant dans une fourchette de prix raisonnable pour l'ensemble des 8 000 m² mis en œuvre. En plus du parvis du lycée, large espace propre à héberger les conversations adolescentes avant le début des cours, la quasi totalité de l'intérieur de l'établissement scolaire a bénéficié de ces sols en désactivé, un peu à la manière de ces voiries très urbaines, enchassées en centre-ville, qui font souvent appel au désactivé pour retrouver un peu de lustre, de solidité, de rusticité...

Résultat : un contraste saisissant entre la rigueur des lignes des bâtiments et la chaleur des sols, contraste qui fait le lien entre le moderne et le site quasi immémorial de la Basilique qu'on aperçoit au loin.

Camps-la-Source : revitaliser par le désactivé

À quelques kilomètres de Saint-Maximin, la commune de Camps-la-Source, près de Brignoles, vit des heures paisibles sous le soleil provençal. Cet ancien bourg de 1 400 habitants ressemble à une carte postale, de celles qui attirent les vacanciers et qui font rêver à une retraite au soleil les urbains les plus âgés.

Ici aussi, le béton désactivé a trouvé une place de choix pour réaliser le coup de jeune que la municipalité a souhaité donner à son bâti. *“Comme beaucoup de communes, nous étions confrontés à l'obligation de reprendre et de changer entièrement les canalisations d'eau puisqu'elles contenaient encore du plomb. Nous en avons donc profité pour tout reprendre : non seulement les canalisations d'eau potable, mais aussi les égouts, le pluvial et même le téléphone”* explique Bernard Vaillot, maire de la commune.

Subventionné par le Conseil général et l'État, ce plan d'investissement s'étalera sur plusieurs années et deux tranches sont déjà terminées : l'entrée du village par la route départementale 12 et la Grand Rue... qui a la particularité d'être aussi la plus étroite du village !

L'entrée dans le bourg présente des trottoirs en béton désactivé avec des granulats très fins, pour une surface totale de 600 m², et des places de parking protégées pour automobiles. À l'entrée du



Camps-la-Source : du béton désactivé pour redonner du lustre à la Grand Rue.

village, lorsque la route pénètre le tissu urbain, deux couleurs de désactivé ont été mises en œuvre pour composer un décor au sol avec les implantations de jardinières. Au bout de cette voie d'accès apparaît la rue principale : elle constitue le cœur du village et se glisse entre les façades pour rejoindre la traditionnelle place avec ses micocouliers, son église, sa poste,...

Pour Bernard Vaillot : *“Dans le cadre du projet de revitalisation du village – et je tiens à cette appellation –, nous avons mis en place un “plan façade” qui a permis de donner un autre aspect à cette Grand Rue”.* Compte tenu de l'étroitesse de la voie, les trottoirs ont été supprimés : c'est le béton désactivé qui se charge de délimiter les espaces, d'offrir, quand nécessité se fait



Port-Grimaud : l'accès à la mer a été entièrement traité en béton désactivé.

sentir, un espace-refuge aux piétons face aux voitures, contraintes de rouler à faible allure dans cette voie.

“Ce qui nous a séduit dans le béton désactivé, c'est la simplicité de mise en œuvre, mais également le rapport qualité-prix qu'il offre” conclut le maire, dont la commune tire aujourd'hui le plein potentiel du matériau. Le calepinage en petits pavés marque la séparation des espaces et rappelle aux voitures qu'il ne fait pas bon s'approcher de trop près des façades, car les perrons en lourdes pierres sont saillants. Dans quelques-unes des ruelles adjacentes, le béton désactivé s'est joué des pentes pour composer des escaliers faciles à dévaler ou à monter, sa souplesse permettant de se placer dans tous les recoins.

Port-Grimaud : du béton désactivé le long de la Marina

C'est bien connu, la Côte d'Azur attire depuis près d'un siècle les touristes venus de tous les horizons, à la recherche d'un peu de soleil, de la tranquillité offerte par la Provence et sa conjonction avec la mer.

Port-Grimaud, à un jet de ski nautique de Saint-Trop qui a fait la réputation de la côte varoise, vient de reprendre complètement l'avenue qui mène jusqu'à sa plage, en longeant sa célèbre marina.

À partir d'un rond-point paysager, l'avenue file droit vers la mer bordée de larges trottoirs en béton désactivé de fort belle facture. L'installation de mobilier urbain aux lignes très contemporaines met en valeur les qualités d'adaptation du béton désactivé, réalisé à partir d'un granulats concassé (4/6) qui occupe ici une



Six-Fours-les-Plages : la promenade Charles de Gaulle, traitée en béton désactivé, donne directement accès à la plage.

surface totale de 4 500 m² des deux côtés de l'avenue.

Six-Fours-les-Plages : une promenade de 6 000 m² le long de la plage

Plus à l'ouest sur la côte, et moins "jet set", plus convivial peut-être, Six-Fours-les-Plages annonce, dans son nom même, sa vocation touristique. La commune a mis en œuvre un vaste projet pour aménager les abords de sa grande plage, une denrée relativement rare dans ce secteur et un atout considérable.

Pour Laurent Petetin, responsable du bureau d'études de la ville : *"Cette promenade était auparavant terriblement étroite, avec un trottoir quasi ridicule de seulement 1m20 de profondeur en moyenne. Nous avons opté pour le béton désactivé sur les recommandations de notre architecte-conseil, Mme Henriot. Cela nous a permis de reprendre l'idée de la plage et d'en imiter l'aspect grâce aux granulats utilisés. Le désactivé est un matériau esthétique, résistant et qui peut être repris facilement, si besoin est"*.

Longeant la plage de la commune, la promenade réalisée sur 6000 m² prend diverses formes selon les endroits : simple cheminement surplombant parfois la plage faite de gros graviers roulés, petits parvis agrémentés de végétation basse et de palmiers en d'autres endroits. Elle finit par s'évaser pour enserrer les bâtiments que l'on trouve habituellement dans ce genre d'endroits : bistros, commerces divers... Pour se terminer aux limites de la commune avec celle de Sanary, par un forum en demi-cercle largement occupé par les plus jeunes, tandis que la promenade elle-même, lorsqu'elle ne livre pas le passage aux baigneurs, sert de

déambuloire aux personnes âgées, à qui elle offre un aspect de plage.

Ravi de cet aménagement, la commune poursuivra cet été ses grands travaux avec la reprise de la place de l'hôtel de ville. Le béton désactivé y sera naturellement présent, dans une partition différente, puisque les granulats roulés, utilisés le long de la plage, seront remplacés par des concassés venant de plusieurs carrières de la région.

Saint-Mandrier : un quai en désactivé

Juste de l'autre côté du cap qui ferme la rade de Toulon, le petit port de Saint-Mandrier semble avoir échappé à la fureur urbaine de ces cinquantes dernières années, au regard du reste de la côte alentour.

Profondément encaissé dans une crique, le port vient de se voir doté d'un quai entièrement réalisé en béton désactivé qui offre une promenade de grande qualité, entre les façades et la voie de circulation



La Seyne-sur-Mer : la granulométrie très fine retenue pour le béton désactivé des allées permet de marcher pied nu au milieu du parc de la Navale.

des voitures et les pontons où sont amarrés les bateaux. Permettant notamment à quelques bistros d'offrir des terrasses propices aux rêves les plus fous de voyages maritimes : 9 000 m² de béton désactivé ont ainsi été déployés le long du port, le rendant moderne, confortable et esthétique à la fois.

La Seyne-sur-Mer : des cheminements pour piétons

Sur les bords de la Rade de Toulon, la Seyne-sur-Mer poursuit son travail de deuil des Chantiers navals, qui furent, comme toutes les industries lourdes, la fierté et la raison de se battre de plus d'une cité.

Pour accompagner leur disparition, tout en conservant le souvenir de l'emprise qu'ils ont eu entre la ville et la rade, un vaste parc a pris corps d'après les dessins du cabinet d'architecte grenoblois Groupe 6.

Le parc, premier élément d'une reconstruction complète du quartier qui verra notamment surgir de terre un pôle théâtre et la rénovation du pont transbordeur, inscrit à l'inventaire des monuments historiques et véritable emblème du passé de la ville, fait la jonction entre la ville et la mer. Il laisse une perspective largement ouverte sur la rade de Toulon, avec en face l' Arsenal et la ville, capitale du rugby dans le sud-est.

La quasi totalité des cheminements piétons du parc a été traitée en béton désactivé, matériau qui absorbe les courbes choisies par les concepteurs du projet. Le parc compte pour l'heure deux entrées, l'une depuis le centre-ville, l'autre depuis un parking. Une grande allée en

désactivé clair permet depuis ce dernier de parvenir directement au bord de mer, tandis que les badauds ou amateurs de promenade se laisseront prendre à une digression piétonne.

Au premier croisement, un dessin du Lyautey, paquebot construit dans les chantiers navals de La Seyne, a été

découpé dans de l'acier tandis qu'au sol, une vue de dessus des principaux volumes du même navire, a été incrustée directement dans le béton désactivé.

Plus loin, les courbes des chemins sont soulignées par un calepinage de pierres polies qui viennent ajouter un motif supplémentaire dans le champ visuel et

rompre avec l'aspect linéaire des chemins. De l'autre côté du Parc, celui qui est le plus proche de la ville et du fameux pont destiné à la rénovation, le béton désactivé offre confort de promenade et esthétique soignée sur les bords d'un canal artificiel bordé de kiosques destinés à accueillir différentes activités. Là encore, les anciens

INTERVIEW



« Le béton désactivé répond à tous les besoins des utilisateurs »

Nathalie Poiret, architecte du cabinet grenoblois Groupe 6, revient sur les raisons du choix du béton désactivé

pour la réalisation des allées du parc de la Navale à La Seyne-sur-Mer.

Pourquoi avoir choisi du béton désactivé pour réaliser les allées du Parc de la Navale à La Seyne-sur-Mer ?

Nous avons retenu le béton désactivé pour plusieurs raisons : budgétaires et fonctionnelles. Nous aurions aimé pouvoir réaliser toutes les allées en pierre, mais cela n'a pas été possible en raison du coût trop élevé. Quant au stabilisé, il aurait été soumis à de trop fortes contraintes, notamment celles du vent. Or, nous avons besoin d'un matériau plus résistant.

Dans notre projet, les matériaux se succèdent au fur et à mesure qu'on quitte la ville pour avancer vers la mer : la pierre à proximité du bâti, puis le béton désactivé dans le parc proprement dit. Ce dernier est un matériau relativement rustique, rugueux, qui s'accorde bien avec les végétaux et qui répond à tous les besoins des utilisateurs d'un parc, marcher, courir, rouler...

Vous avez aussi opté pour deux couleurs de béton désactivé

Oui, le premier qui couvre la surface la plus importante est très clair, réalisé avec du ciment blanc et des agrégats gris ou blancs. Pour le cheminement qui longe les kiosques et le fil d'eau, le petit canal que nous avons imaginé, nous avons retenu une couleur plus proche du rose, pour rompre avec le reste des surfaces réalisées en désactivé dans le parc, pour s'accorder aussi au mieux avec la couleur des kiosques réalisés dans des teintes un peu "terracota", et enfin, pour limiter l'éblouissement. Le soleil et la luminosité sont des facteurs à prendre en compte dans le sud de la France.

Comment a été réalisée l'incrustation dans le béton désactivé, au centre du parc, du dessin du paquebot Lyautey qui répond au profil dressé juste à côté et découpé dans de l'acier ?

Nous avons travaillé sur des archives et nous avons choisi le pont supérieur, puis retravaillé le dessin à partir de ces

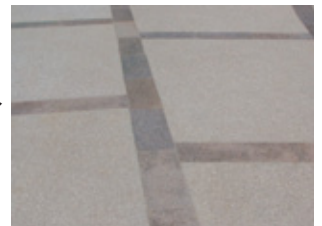
éléments. Ensuite, un serrurier a réalisé les cornières en laiton : les six ont été installées avant que le béton désactivé soit coulé et mis en place.

D'autres motifs, un calepinage en pierres taillées notamment, viennent rompre la linéarité des cheminements

Oui, nous avons imaginé ce dispositif dans une patte d'oie pour des raisons purement esthétiques. Je suis plutôt partisane du mélange des matériaux : béton, bois, pierre... Ce calepinage rajoute un petit plus à la voie en béton désactivé. En fait, nous avons au départ la volonté de distinguer toutes les allées par des différences de traitement. Dans cette patte d'oie, ce sont des séquences aléatoires de pierres qui permettent de créer le motif. C'est une coquetterie, en quelque sorte !



La Seyne-sur-Mer : le dessin du paquebot Lyautey en laiton et béton désactivé.



La Seyne-sur-Mer : mélange de pierre naturelle et de béton désactivé dans le parc.

Le parc de la Navale est la première phase d'un vaste projet de réaménagement des anciens chantiers navals de la ville. Le béton désactivé aura-t-il droit de cité dans les deux prochaines phases ?

Effectivement, après le chantier du parc qui a duré un an et s'étend aujourd'hui sur 5 hectares, la seconde tranche de travaux est actuellement en cours de réalisation et concerne le boulevard qui fait la jonction entre la ville et l'espace laissé libre par la destruction des chantiers, jusqu'à l'IUFM.

La troisième phase, de l'autre côté de la darse débutera en 2007 et consiste en la création d'un parc de deux hectares destiné à accueillir des expositions en plein air. Nous avons retenu quatre types de matériaux pour sa réalisation, parmi lesquels le béton désactivé servira à réaliser tous les cheminements piétonniers qui permettront aux visiteurs de rallier les différents espaces d'exposition.

Le retraitement en place à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers



LE RETRAITEMENT EN PLACE À FROID

Il est devenu incontestable que le développement économique passe par le développement des moyens de communication et qu'à ce titre, les infrastructures de transport (routes, chemins de fer, aéroports, voies navigables) jouent un rôle majeur.

La construction et l'entretien d'un réseau de transport moderne et cohérent mobilisent des quantités importantes de matériaux :

- qu'ils soient non liés, comme les matériaux naturels, les graves non traitées (GNT),
- ou qu'ils soient traités avec un liant comme le bitume pour faire des graves-bitume ou le ciment pour faire des graves-ciment ou du béton.

Pour entretenir son réseau d'infrastructures, la France puise annuellement 100 millions de tonnes de granulats dans ses réserves naturelles. Ce phénomène n'est pas unique. On le retrouve dans tous les pays du monde.

En outre, extraire et fabriquer les granulats, les transporter jusqu'au lieu de fabrication, produire les matériaux élaborés ou les mélanges, puis les transporter de la centrale au

DE NOMBREUX AVANTAGES

● Logique... et écologique

Pourquoi utiliser de nouveaux matériaux, qu'il faudra acheminer à grands frais, alors que l'ancienne chaussée représente un excellent gisement de matériaux ? Pas de mise en décharge, pas d'exploitation inutile de carrières ou de ballastières, pas de transport, pas de vapeurs nocives : un procédé à froid qui recycle les matériaux, économise l'énergie et respecte l'environnement.

● Economique et rationnel

Une technique de 15 à 30 % moins chère que les solutions classiques de renforcement et à l'échelle locale : du ciment, ou du liant hydraulique routier, et un matériel courant pour les entreprises locales ou les parcs départementaux de l'équipement.

● Durable

La chaussée ainsi traitée possède les mêmes qualités qu'une grave-ciment élaborée en centrale : grande rigidité, grande résistance au trafic, solidité à toute épreuve, entretien quasiment nul sur la période de service.

chantier et enfin les mettre en œuvre, sont des opérations qui ne sont pas sans impact sur l'environnement.

Les impacts sur le milieu naturel ne sont pas négligeables.

Citons entre autres :

- la perturbation des écosystèmes sur les sites d'extraction des matériaux,
- la réduction des réserves en granulats,
- les nuisances générées par les transports et les risques induits par le trafic des véhicules, sans oublier le délicat problème de la gestion des rebuts issus de la déconstruction d'ouvrages ainsi que de l'exploitation des gisements.

Or, il est possible d'atténuer cet impact tout en réalisant des économies substantielles, en considérant les matériaux des sites à entretenir comme un gisement que l'on peut valoriser par un traitement approprié.

Grâce à la technique du retraitement à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers, il est possible de valoriser les matériaux existants *in situ*, plutôt que de les évacuer en décharge pour les remplacer par des matériaux neufs.

LE RÉSEAU SECONDAIRE

Les enjeux

6 milliards d'euros. C'est le budget que consacrent chaque année les collectivités locales à l'entretien de leurs routes secondaires, soit 20 % de leurs ressources. Un patrimoine



Chaussée dégradée : fissures de fatigue et déformations visibles en surface.

considérable, mais aussi un réseau caractérisé la plupart du temps par un faible trafic journalier.

À l'aune de la seule "rentabilité", l'investissement est disproportionné. Il n'en reste pas moins indispensable, pour la vie et pour l'économie locales comme pour la sécurité des usagers. Deux bonnes raisons pour investir intelligemment... et écologiquement.

Les dégradations : nature, causes, symptômes et remèdes

Quel que soit le soin apporté à leur conception et à leur réalisation, les chaussées s'usent et vieillissent sous l'effet du trafic et des conditions climatiques.



Chaque année, 5 % en moyenne du réseau secondaire doivent faire l'objet de travaux d'entretien. Parfois, cette usure n'est que superficielle : fissures longitudinales hors des traces de pneus, fissures transversales, arrachements de surface, orniérage à petit rayon. La rénovation de la couche de surface par un enduit superficiel ou un enrobé mince suffit, dans ce cas, à assurer l'étanchéité de surface et à améliorer l'adhérence de la chaussée tout en protégeant sa structure. Mais très souvent, c'est la structure même des rues et des

UN PATRIMOINE CONSIDÉRABLE

- En France, le réseau secondaire totalise environ 1 525 000 km, dont :
 - 425 000 km de rues
 - 1 100 000 km de chemins ruraux.
- Il représente un patrimoine considérable :
 - capital investi : 100 milliards d'euros,
 - budget annuel d'entretien : 6 milliards d'euros, soit 20 % du budget total des Collectivités locales.
- Ses caractéristiques générales sont :
 - une chaussée de largeur réduite : entre 3 et 5 mètres pour 75 % du réseau,
 - une structure souple,
 - un matériau de la structure non traité et souvent hétérogène (briques, gravats, pierres, etc.), posé sur un fond de forme souvent argileux ou limoneux,
 - une absence de protection contre le gel : la structure n'est pas "hors-gel",
 - une circulation faible : un trafic inférieur à l'équivalent de 25 poids lourds/jour pour 80 % du réseau,
 - un état du réseau : moyen. Environ 5 % du réseau nécessite un entretien annuel.

chemins ruraux qui est atteinte: les causes en sont l'âge, bien sûr, mais aussi l'hétérogénéité des matériaux utilisés – briques, graviers, gravats et pierres –, posés souvent sur un fond argileux ou limoneux qui a tendance à remonter avec le temps et à réduire la capacité de drainage, et surtout l'effet dévastateur du trafic de poids lourds ou d'engins agricoles en période de dégel, après un hiver rigoureux.

La dégradation structurelle d'une chaussée se reconnaît à des symptômes tels que :

- les fissures longitudinales dans les traces de pneus ;
- les fissures transversales importantes ;
- les déformations permanentes et les nids-de-poule ;
- le faïençage ;
- les affaissements et les flaches ;
- les orniérages à grand rayon.

Face à cette dégradation de la structure de la chaussée, la réparation de la couche de roulement – enduit superficiel ou enrobé mince – ne peut que retarder le processus et, en particulier, freiner les dégradations liées aux infiltrations et au ruissellement, mais en aucun cas constituer une solution durable.

Les traitements de surface sont alors un cautère sur une jambe de bois, qu'il faut refaire régulièrement. La reconstruction complète n'étant envisageable que pour des voies jugées prioritaires localement.

Le renforcement épais, c'est-à-dire le rechargement de l'ancienne chaussée par une couche épaisse de matériau, d'un coût élevé rapporté au trafic, pose d'autres problèmes : tirant d'air des ouvrages, réduction de la largeur de roulement, hauteur de seuils en zone urbaine. Sans compter la difficulté croissante pour trouver des ressources en granulats proches du chantier.

Une autre solution, particulièrement performante mais encore sous-utilisée, existe pourtant.

LA REMISE EN ÉTAT D'UNE STRUCTURE DE CHAUSSÉE DÉGRADÉE

● Deux solutions sont possibles :

- le renforcement épais qui consiste à recharger, après remise en forme, l'ancienne chaussée avec une couche épaisse de matériau : une solution onéreuse, posant en outre des problèmes de tirants d'air des ouvrages, de réduction de la largeur de roulement, de hauteurs de seuils en zone urbaine, etc.
- le retraitement en place au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, du corps de l'ancienne chaussée : une solution qui utilise à bon compte la stabilité résiduelle de la fondation et les matériaux existants du squelette en place.

Nota : l'enduit superficiel et les enrobés minces sont des techniques de couche de roulement qui améliorent l'adhérence de la chaussée et qui assurent une bonne étanchéité de surface. Ils retardent, par conséquent, les dégradations susceptibles d'être provoquées par l'eau, mais ils n'apportent aucune amélioration à la chaussée au niveau structurel.

Reconstruction, renforcement... ou recyclage ?

Le choix d'une technique de réparation de chaussée résulte d'un compromis entre les exigences techniques, les contraintes économiques et les exigences d'ordre écologique et environnemental.

À une époque où les budgets des collectivités locales font l'objet d'arbitrages douloureux, où l'on cherche à optimiser les investissements et à préserver l'environnement, il peut paraître surprenant que l'on n'ait pas davantage recours, pour la réparation structurelle des

Dégradations	Défauts	Causes	Entretien
Superficielles	<ul style="list-style-type: none"> • Fissures longitudinales hors traces des pneus • Fissures transversales • Arrachement/plumage • Orniérage à petit rayon 	<ul style="list-style-type: none"> • Fatigue de la couche de surface • Usure, sous l'effet du trafic, de la couche de surface. etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enduit superficiel • Tapis en enrobé etc.
Structurelles	<ul style="list-style-type: none"> • Fissures longitudinales dans traces des pneus • Fissures transversales très dégradées • Déformations permanentes • Faïençage • Nids de poule • Affaissement / Flaches • Orniérage à grand rayon 	<ul style="list-style-type: none"> • Fatigue du corps de chaussée par : <ul style="list-style-type: none"> - insuffisance de la structure vis-à-vis du trafic - vétusté du corps de chaussée - effet du gel/dégel - drainage insuffisant etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstruction de la chaussée • Renforcement épais • Retraitement en place au ciment ou aux liants hydrauliques routiers

routes secondaires, à une solution logique, économique et écologique comme le retraitement en place au ciment ou aux liants hydrauliques routiers : un procédé performant qui utilise la stabilité résiduelle de la fondation et recycle les matériaux de la structure existante pour reconstituer une structure homogène et adaptée au trafic à supporter.

Cette technique inaugurée aux États-Unis dans les années cinquante et adoptée à une échelle limitée en France, après l'hiver rigoureux de 1962-1963, pour la remise en état des chaussées dégradées par le gel, est utilisée aujourd'hui pour retraiter chaque année environ deux millions de mètres carrés.

Si cette technique rencontre un intérêt croissant, c'est que l'on dispose aujourd'hui de malaxeurs puissants et que l'on connaît mieux les performances techniques des matériaux traités au ciment ou aux liants hydrauliques routiers, ainsi que le comportement des structures semi-rigides.

Il n'en reste pas moins que le retraitement en place au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, reste largement sous-utilisé, malgré des avantages économiques et écologiques indéniables.

RETRAITEMENT EN PLACE AU CIMENT OU AUX LIANTS HYDRAULIQUES ROUTIERS : UNE SOLUTION OPTIMALE

Définition

Le retraitement en place à froid des chaussées, au moyen de ciment ou de liants hydrauliques routiers, est une technique destinée à recréer, à partir d'une chaussée dégradée, une structure homogène et adaptée au trafic à supporter. Elle consiste à incorporer au sein du matériau, obtenu par fractionnement de l'ancienne chaussée, un ciment ou un liant hydraulique routier, et éventuellement un correcteur granulométrique et de l'eau, et de les mélanger intimement, *in situ*, jusqu'à l'obtention d'un matériau homogène.

On réalise ainsi, après réglage et compactage, une nouvelle assise de chaussée sur laquelle on applique soit une couche de surface, soit d'autres couches de chaussée si la partie retraitée ne peut, à elle seule, supporter les sollicitations du trafic.

Avantages du retraitement en place

Le retraitement en place à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers est une technique éprouvée qui offre des avantages techniques, économiques et environnementaux.

● Avantages techniques

Le retraitement en place au ciment ou aux liants hydrauliques routiers permet de renforcer une ancienne chaussée fatiguée, déformée et inadaptée au trafic qu'elle supporte. Il restitue ainsi une couche traitée homogène, durable et stable, présentant des caractéristiques mécaniques comparables à celles d'une grave-ciment ou d'une grave hydraulique. En particulier :

- une rigidité qui assure une bonne répartition des charges sur le support de la chaussée et permet une excellente adaptation aux supports de faible portance.
- une tenue à la fatigue qui permet à la chaussée retraitée de résister très longtemps à la répétition des charges, donc à un trafic cumulé important.
- un bon comportement :
 - à "la chaleur" : le matériau demeure rigide et stable par temps chaud sans déformation, ni orniérage,
 - à l'érosion grâce à la résistance du matériau,
 - aux cycles gel/dégel grâce à la rigidité du matériau et à l'effet de dalle induit.

● Avantages économiques

Ils sont de cinq ordres :

- une technique à l'échelle locale : les liants hydrauliques sont disponibles localement et la plupart des entreprises

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES, RÉGLEMENTAIRES ET NORMATIVES

Guide "Retraitement en place à froid des anciennes chaussées" - SETRA/CFTR, 2003.

CCTP-Type "Retraitement en place des anciennes chaussées aux liants hydrauliques - CCTP Type, BPU, DE" - Collection Technique CIMBETON, Réf. T58 - 1998.

Documentation Technique ROUTES "Le retraitement à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers" - CIMBETON, 2005.

NF P 94 - 049 : Norme d'essai "Teneur en eau naturelle du matériau".

NF P 94 - 051 : Norme d'essai "Indice de plasticité Ip".

NF P 94 - 068 et EN 933-9 : Norme d'essai "Valeur au Bleu de Méthylène (VBS)".

NF P 94 - 100 : Norme d'essai "Aptitude des sols au traitement".

NF P 98 - 231-1 et EN 13286-2 : Norme d'essai "Essai PROCTOR Modifié".

NF P 98 - 114 : Norme d'étude de formulation "Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités aux liants hydrauliques".

NF P 98 - 115 : Norme de mise en œuvre "Exécution des corps de chaussées".

NF EN 14227 - 1 : "Mélanges granulaires traités au ciment"

NF EN 14227 - 5 : "Mélanges granulaires traités aux liants hydrauliques routiers"

routières dispose des matériels adaptés à ce type de travaux.

- une économie d'énergie : le retraitement au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, est une technique de traitement à froid, utilisant donc peu d'énergie.
- une économie de transport de matériaux: c'est une technique qui valorise les matériaux du site. Elle réduit l'apport de granulats (coût de fabrication et de transport). Elle évite le rehaussement des abords (accotements et trottoirs).
- une préservation du réseau routier situé au voisinage du chantier, grâce à la réduction du tonnage de granulats transporté.
- une économie sur les coûts: c'est une technique très compétitive. L'économie réalisée par rapport à une solution classique de renforcement avec épaulement est de l'ordre de 15 à 30 %.

● Avantages environnementaux

Le travail à froid réduit sensiblement la pollution et le rejet de vapeurs nocives dans l'atmosphère. En outre, cette technique permet une importante économie d'énergie globale, par la réduction des matériaux à transporter, des matériaux à mettre en décharge (donc une diminution des impacts indirects, des gênes à l'utilisateur et aux riverains) et de la fatigue du réseau routier adjacent au chantier.

La réutilisation des matériaux en place limite l'exploitation des gisements de granulats (carrières et ballastières), et contribue à préserver l'environnement.

La technique évite la mise en décharge des matériaux issus de la déconstruction de l'ancienne structure de chaussée (loi sur la mise en décharge des déchets). Elle diminue la gêne à l'utilisateur et aux riverains (durées du chantier et du transport des matériaux réduites).

Limites de la technique

Elle sont de deux ordres :

- la présence de pavés ou de structures de béton ou de matériaux trop gros, qui constituent des obstacles pour le passage des machines de retraitement. Les technologies actuelles permettent le retraitement de matériaux dont la dimension du plus gros élément est inférieure à 80 mm,
- la présence de produits qui inhibent la prise des liants hydrauliques (nitrates, sulfures, sulfates) ou qui génèrent des gonflements (gypse).

Description de la technique

● Le retraitement - type

L'exécution des travaux de retraitement des chaussées en place au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, intègre différentes opérations faisant appel à une ou plusieurs machines sans que l'énumération suivante corresponde à un ordre chronologique ou à une réalisation obligatoire :

- Défonçage de l'ancienne chaussée,
- Remise au profil,

- Correction granulaire éventuelle par apport de matériaux nouveaux, ou par concassage, ou par écrêtage, ou par les trois solutions à la fois,
- Epandage du ciment ou du liant hydraulique routier,
- Humidification éventuelle,
- Malaxage.

Les opérations qui suivent ne sont pas spécifiques au retraitement en place et font appel à des méthodes et matériels classiques :

- Préfissuration,
- Réglage,
- Compactage,
- Réalisation de la protection superficielle,
- Réalisation de la couche de roulement.

Suivant la technique de retraitement et les matériels employés, ces différentes opérations se regroupent ou s'interpénètrent.

Ce retraitement-type correspond au cas le plus fréquent du retraitement en place. Il est parfois indispensable de procéder à un préretraitement à la chaux quand l'indice de plasticité I_p des matériaux en place est supérieur à 12, ou quand la valeur de bleu de méthylène est supérieure à 2,5.

En cas d'élargissement-retraitement, une assise en rive d'épaisseur adéquate doit être construite avant les travaux de retraitement, de préférence avec un matériau semblable à celui qui constitue la chaussée existante.

Matériels d'exécution

Le retraitement en place est une technique qui fait appel à une grande variété de matériels. En effet, à chaque opération définie dans le retraitement-type correspondent un ou plusieurs types de matériels. La plupart font traditionnellement partie du matériel de travaux publics.

Pour le matériel de retraitement proprement dit, il existe trois types de matériels qui se distinguent par des performances différentes en matière de profondeur d'action, d'homogénéité de traitement et de rendement.

Il est, par conséquent, essentiel de bien choisir le matériel adapté au chantier à réaliser, la qualité du résultat obtenu en dépendant de façon considérable.

On peut citer, à cet égard :

- le matériel d'origine agricole, tel que les rotobêches, pour le retraitement en place de routes à très faible trafic ;



Matériel de malaxage : rotobêche.

- le matériel spécifique pour le malaxage en place, tel que les pulvimixeurs, pour tous trafics, quelle que soit la nature du matériau de l'ancienne chaussée (y compris les matériaux traités);



Matériel de malaxage : pulvimixeur à arbre horizontal.

- le matériel de reconditionnement des chaussées, spécifique, de conception récente et intégrant, en un seul bloc, toutes les opérations de retraitement des anciennes chaussées qui sont effectuées en continu, sans intervention manuelle, depuis le défonçage jusqu'à l'épandage du produit de protection.



Matériel de retraitement : atelier de reconditionnement des chaussées (ARC dosage et ARC 700 en action).

Le tableau ci-dessous présente les différents matériels utilisés pour les différentes opérations de retraitement en place. Il est à noter que le Guide technique SETRA/CFTR sur le "Retraitement en place à froid des anciennes chaussées" définit, dans le Livret II – Liants Hydrauliques, des niveaux de qualité de retraitement (R1 et R2), en fonction des performances mécaniques des matériels utilisés. Le niveau de qualité de retraitement peut être choisi en tenant compte de la fonction de la nouvelle assise dans la chaussée et du trafic à supporter par la chaussée.

Les matériels de retraitement en place

Opérations	But/moyen	Matériel
Défonçage	Décohésionne l'ancienne chaussée	<ul style="list-style-type: none"> Chargeur avec défonceur Buteur avec défonceur
Remise au profil	Répartition uniforme des matériaux	Niveleuse
Correction granulaire	Apport de matériaux	Répandeur Finisseur Niveleuse
	Concassage	<ul style="list-style-type: none"> Raboteuse Concasseur en place ou mobile
	Écrêtage	<ul style="list-style-type: none"> À la main Matériel agricole
Épandage liant	Chaux : annihiler argiles Ciment ou liant hydraulique routier : résistance à long terme	<ul style="list-style-type: none"> Manuel (au sac) Épandeur à liants hydrauliques
Humidification	Obtention de la teneur en eau optimale Proctor	<ul style="list-style-type: none"> Rampe à eau avant le traitement Pulvérisation d'eau dans le malaxeur
Malaxage	Homogénéise le matériau	<ul style="list-style-type: none"> Rotobêche Pulvimixeurs à arbre horizontal Ateliers de reconditionnement
Préfiissuration	Organiser et maîtriser la fissuration des matériaux	Matériel spécifique de préfiissuration
Réglage	Obtention cote définitive	Niveleuse ou autograde
Compactage	Obtention de la densité	Liste d'aptitude DRCR
Couche de protection ou couche de surface	Protection des assises traitées	Matériels courants

CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

Dans le cas d'un retraitement mixte chaux-liant, il est illusoire d'espérer gagner du temps et de la production en supprimant le prétraitement à la chaux.

Chaque liant a un rôle bien spécifique :

- la chaux floccule les argiles et assèche les matériaux humides ;
- le ciment ou le liant hydraulique routier apporte ensuite une rigidification rapide.

Le matériau traité à la chaux subit un compactage et un réglage simple à la cote définitive plus une légère surépaisseur (10 % de l'épaisseur de la couche au maximum) pour juger de la bonne répartition du matériau.

Le retraitement au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, se fait alors en prenant soin de vérifier, au préalable, que les teneurs en eau sont correctes.

Le délai entre retraitement à la chaux et retraitement au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, dépend de l'organisation du chantier. Les deux retraitements sont souvent enchaînés dans la même journée.

● Épandage

Pour réduire et maîtriser la dispersion du ciment ou du liant hydraulique routier, il est préférable de retenir, dans le cas de chantiers importants, un épandeur à dosage pondéral, asservi à la vitesse d'avancement.

Le contrôle de la régularité de l'épandage et de la quantité des liants est réalisé par la méthode dite "à la bêche".



Épandage de liant pulvérulent sur la chaussée fragmentée à traiter.

● Malaxage

Pour assurer une bonne homogénéité du matériau et une profondeur homogène du malaxage, il est judicieux de retenir un malaxeur à rotor horizontal ou un atelier compact de reconditionnement.

D'autre part, le malaxage foisonnant énormément les matériaux, il faut veiller, lorsqu'on traite par bandes jointives, à mordre suffisamment (20 cm) dans la partie déjà foisonnée, pour ne pas laisser de matériau non malaxé en bordures de bandes.



Après épandage du ciment, ou du liant hydraulique routier, le malaxage permet d'obtenir une structure homogène.

● Compactage

L'atelier de compactage, ainsi que le nombre de passes nécessaires, seront définis sur une planche d'essais de compactage.

Le compactage doit suivre sans tarder la fin du malaxage pour ne pas laisser un matériau foisonné exposé aux intempéries et parce que le délai de maniabilité diffère, suivant qu'on utilise un ciment ou un liant hydraulique routier.



Le passage des compacteurs termine la mise en œuvre des matériaux recyclés en place.

● Préfissuration

Cette technique consiste à provoquer et à localiser les fissures de retrait afin qu'elles existent là où on les désire. Cela permet



Matériel pour réaliser la préfissuration du matériau traité.

de réaliser un traitement préventif à cet endroit et d'en multiplier le nombre d'une manière optimale, de sorte que les multitudes de fissures ainsi créées soient aussi fines que possible, avec une faible amplitude d'ouverture de ces fissures à chaque cycle thermique.

● Réglage

Le réglage définitif doit se faire par rabotage sur toute la largeur à régler et en aucun cas par comblement des points bas par les matériaux provenant de l'écrêtage des bosses. Cette opération doit suivre immédiatement le compactage sous peine d'être très vite difficile à réaliser à cause de la rigidification rapide du matériau retraité.

Elle se fait le plus souvent à la niveleuse. Les matériaux provenant du rabotage doivent être évacués.

L'épaisseur à raboter doit être prise en compte au stade du retraitement, en prévoyant une surépaisseur suffisante du matériau traité (3 cm).



Réglage définitif à l'autograde.

● Protection du matériau

Elle est destinée à protéger la couche retraitée des intempéries, de l'évaporation de l'eau et du trafic.

Elle doit être réalisée dans les plus brefs délais après la fin du réglage.



Protection de la structure retraitée par la réalisation d'un enduit superficiel.

CONCLUSION

Le retraitement en place à froid des chaussées au moyen de ciment, ou de liants hydrauliques routiers, est une technique parfaitement au point.

Elle présente beaucoup d'avantages et en particulier :

- le traitement à froid (économie d'énergie) ;
- le travail in situ (économie de transport de matériaux) ;
- la valorisation de matériaux qui auraient été mis à la décharge ;
- la préservation de l'environnement, car elle limite l'exploitation des gisements de granulats (carrières et ballastières) ;
- une économie sur le coût global des projets de l'ordre de 15 à 30 %.

Cette technique qui cumule les avantages techniques, économiques et environnementaux rencontre un réel engouement auprès des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'œuvre.

De plus, l'innovation des constructeurs de matériels de Travaux Publics et leurs nouveaux matériels, encore plus puissants et performants, vont permettre à la technique du retraitement en place à froid des chaussées, au moyen de ciment ou de liant hydraulique routier, de se développer davantage. ●

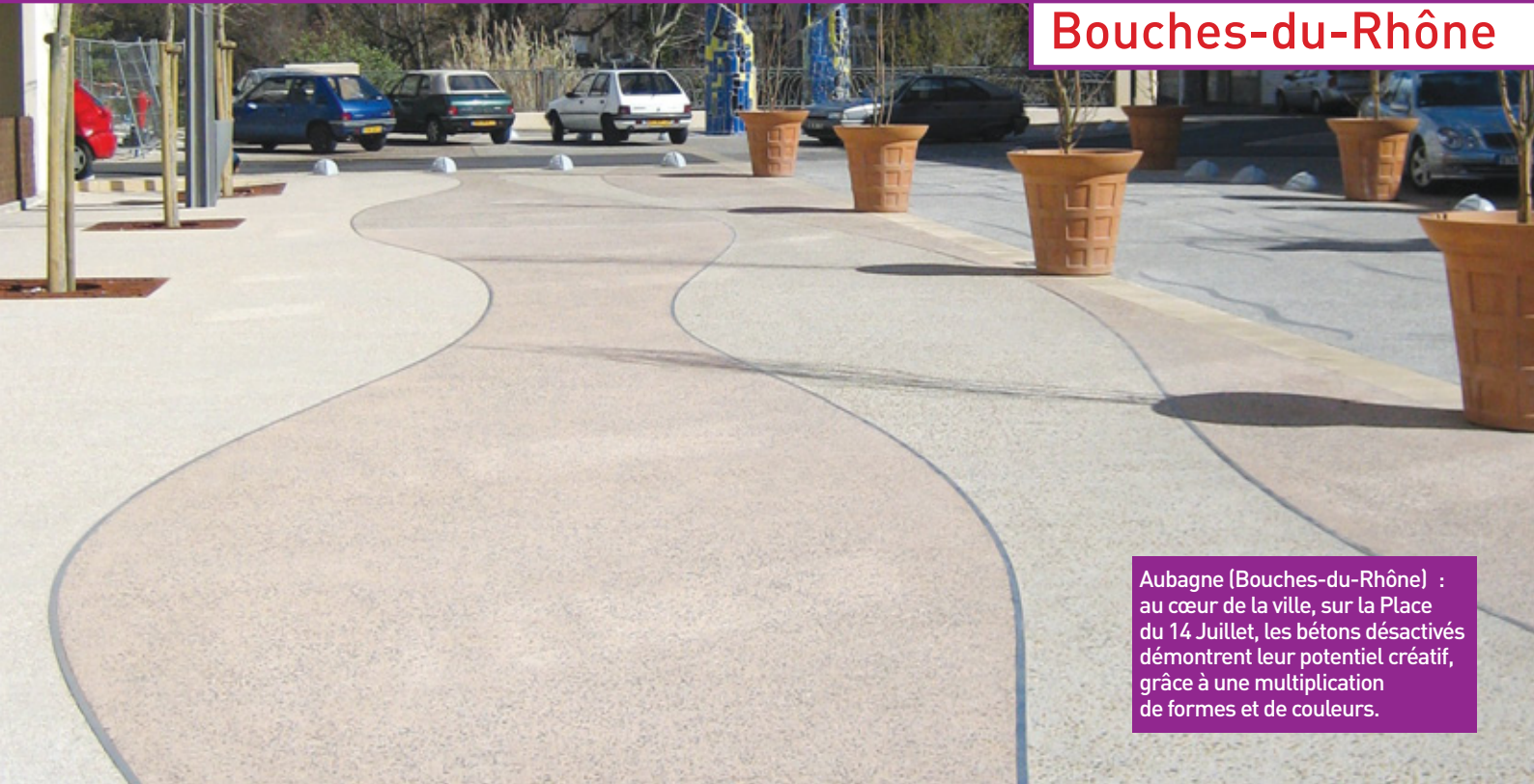
CIMbéton

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



Aubagne (Bouches-du-Rhône) : au cœur de la ville, sur la Place du 14 Juillet, les bétons désactivés démontrent leur potentiel créatif, grâce à une multiplication de formes et de couleurs.

À Aubagne, le béton se fait polymorphe pour valoriser une séduisante place multimodale

L'étendue des possibilités esthétiques et techniques, offertes par le béton désactivé, en fait l'acteur principal du réaménagement d'un espace urbain de presque deux hectares en plein cœur de la ville.

Aubagne est une ville, à n'en pas douter. Et même une ville d'importance qui pointe au troisième rang des communes des Bouches-du-Rhône, lorsque Marseille coincée dans ses collines, est exclue du



Place du 14 Juillet : emploi de sept bétons désactivés de couleurs différentes, réalisés avec des granulats concassés calcaires d'Aubagne.

classement. Avec près de 45 000 habitants, Aubagne, la ville natale de Marcel Pagnol, à l'est de la cité phocéenne, est devenu un carrefour sans pareil entre le vieux port, le reste du monde et la Côte d'Azur. Desservie par de nombreuses autoroutes, la ville tente toutefois de conserver son âme, de ne pas écouter les sirènes du 'tout moderne', comme en témoignent les aménagements réalisés en 2005 sur le Cours Voltaire et la Place du 14 Juillet.

Rendre plus vivante la place du marché

À l'origine, ces deux lieux contigus souffraient des avanies des cités modernes aux développements oublieux des règles simples de l'urbanisme, les interventions et

aménagement s'y étaient succédé sans réelle cohérence, empilant les différentes strates de manière désordonnée et faisant – réminiscence du siècle dernier – une part belle et exclusive aux automobiles et à leurs conducteurs. Tout en tentant de conserver, grâce au marché qui s'y tient trois fois par semaine, une vie sociale et urbaine.

“Cet ensemble comportait plusieurs petits bâtiments, deux parkings, une allée plus ou moins piétonne, le plus souvent envahie par les voitures, avec des revêtements multiples. Les arbres et les alignements ne correspondaient plus du tout au rythme de la place” détaille Jean-Michel Aimar, technicien principal du Service technique infrastructures de la ville d'Aubagne. C'est sous cet espace que coule l'Huveaune, une rivière mangée par la ville

depuis les années soixante, couverte depuis pour finir par disparaître sous... les voitures. L'ensemble est imposant, autour de 18 000 m², dont 10 000 m² pour la seule place du marché, au cœur de la ville : il méritait donc qu'on s'y attarde.

“Nous souhaitons rendre cet espace plus vivant, plus accessible et plus agréable aux piétons, permettre au marché de s’installer quatre fois par semaine, et faire en sorte que l’espace ne soit plus une voie de transit pour les voitures” poursuit Jean-Michel Aimar.

La construction d'une Zone d'activités concertées (ZAC) rendait de plus nécessaire la réalisation d'une liaison piétonne entre ce nouvel espace d'habitation et de vie situé en bord de centre-ville et le cœur de la cité proprement dit. *“Compte tenu des utilisations que nous voulions faire de cette place, il fallait qu'elle soit non seulement carrossable, mais également facile à entretenir et résistante au nettoyage à haute pression”* précise Jean-Michel Aimar.

Profiter des qualités des bétons désactivés

Convié à réfléchir sur cet aménagement majeur et important, Vincent Guillermin, architecte-paysagiste, a choisi d'utiliser toutes les qualités des bétons désactivés de voirie: couleurs, plasticité, résistances...

“Ce projet s’articule en deux zones distinctes : la Place du 14 Juillet, grande dalle en béton sous laquelle coule l’Huveaune, et le Cours Voltaire, placé perpendiculairement. Pour ces espaces, nous avons opté pour deux partis pris différents : sur la place, signaler la présence de l’Huveaune en souterrain par le traitement du sol et sur le Cours Voltaire, réaliser un traitement en place, libre de toute entrave, presque minimaliste



Le projet s'articule en deux espaces distincts : au fond, la Place du 14 Juillet et, au premier plan, le Cours Voltaire. Ce dernier accueille le marché quatre fois par semaine, mais sert aussi d'espace festif à l'occasion de concerts. Une élégante fontaine apporte une touche de fraîcheur, particulièrement appréciée lors des chaudes journées d'été.

dans son équipement, sans résurgence, afin que le marché puisse se tenir sans contraintes” explique Vincent Guillermin.

Afin de marquer la présence invisible de la rivière, le choix s'est porté sur un béton désactivé coloré en bleu, avec des granulats roulés de rivière, 1/16 de Durance aux tons gris, brun et beige et 8/16 de Vergèze jaune ou beige. Des incrustations de profilés en inox viennent marquer plus encore cette présence, en matérialisant d'hypothétiques méandres.

Sept bétons désactivés de couleurs différentes

Ce matériau, peu courant à vrai dire dans le traitement des sols, a également été mis en œuvre sur le Cours Voltaire, au cœur même

de l'espace dévolu au marché. *“Nous avons fait réaliser des caissons en inox, découpés au laser, qui accueillent en leur sein des bétons désactivés de couleurs différentes, dont l'utilisation nous a permis de créer une composition plus originale que d'habitude”* ajoute Vincent Guillermin.

Au total, sept couleurs ont été utilisées et des granulats concassés calcaires, 6/10 de Cassis et 6/10 d'Aubagne ont été retenus pour cette grande Place qui offre ainsi à l'œil des à-plats de couleurs différentes.

Le choix du béton désactivé s'est d'ailleurs rapidement imposé pour une double considération économique et esthétique, alors qu'une autre direction avait été prise au départ du projet, comme l'évoque Vincent Guillermin : *“Malgré un budget relativement restreint par rapport à*



Sur le Cours Voltaire, des caissons en inox, découpés au laser, ont été installés pour faciliter le coulage des bétons désactivés de couleurs différentes. Puis, les bétons ont été lissés avec soin, avant l'application d'un désactivant.



Sur la Place du 14 Juillet, les bornes ont été conçues afin de matérialiser la voie pour taxis et la desserte du marché. Et des incrustations de profilés en inox symbolisent le cours de la rivière Huveaune qui coule sous le béton.

l'ambition du projet, le béton désactivé nous a permis de faire à peu près ce que l'on voulait, tant pour le choix des couleurs que pour les agencements...".

Autre atout : la durabilité du béton désactivé, que Vincent Guillermin avait vérifié sur un autre chantier d'importance, réalisé sur le boulevard urbain sud à Marseille, où dit-il : *"Le béton vieillit très bien, même sur les couloirs de bus, pourtant très fortement sollicités"*.

Pour le fournisseur de béton, le chantier présentait quelques difficultés qu'il a fallu

s'ingénier à surmonter, comme le précise Pierre Daver, responsable produits spéciaux de Cemex pour le Sud-Est : *"Pour certaines dalles, nous avons été contraints de pomper le béton. Au total, ce sont 1 300 m³ des différentes formulations qui auront été livrés sur le chantier, avec un objectif permanent de régularité, de qualité et de respect des livraisons"*.

Un espace pensé pour être multifonctionnel

Profitant de tous ces travaux de réaménagement, qui ont coûté 2,3 millions d'euros au total, tous les réseaux ont été repris puis remis en état, comme cela est confirmé par Jean-Michel Aimar : *"Aujourd'hui, après avoir été délocalisé, le marché a retrouvé sa Place et les premiers échos qui nous parviennent de la population sont très bons"*.

Outre l'esthétique, tout l'espace a été pensé pour être multifonctionnel : *"Le Cours Voltaire fera donc la liaison entre le nouveau quartier et le centre-ville, mais il a aussi vocation à devenir un lieu festif, destiné à accueillir des estrades montées à l'occasion de concerts, par exemple. Il n'y a aucune élévation sur cette Place, sauf un petit bâtiment servant de « consigne » et permettant aux clients du marché de déposer leurs achats, le temps d'aller chercher leur*



Les bétons désactivés et colorés de la Place du 14 Juillet sont faciles à entretenir et résistants au nettoyage à haute pression.

voiture et de revenir pour les charger...". Même les bornes, destinées à offrir toutes les commodités aux commerçants, ont été conçues de façon à être escamotées et permettre au marché de se tenir. Quant aux voitures, elles n'ont plus la main mise sur l'espace : la voie de circulation a été réduite à peau de chagrin, le stationnement sauvage en double file est désormais impossible et une zone de limitation de vitesse à 30 km/h couvre l'ensemble de l'espace rénové.

De l'avenir pour les bétons désactivés

Les maîtres d'ouvrages sont-ils désormais prêts à se laisser séduire plus encore par les voiries en béton ? Vincent Guillermin reconnaît que quand les paysagistes ou les architectes proposent cette idée dans les projets, elle est, en général, favorablement reçue par les commanditaires. *"Et quand nous sentons encore parfois une certaine frilosité, chez les élus notamment, celle-ci est surtout liée à la méconnaissance qu'ils ont de ce type de produits"* conclut le paysagiste varois.

Nul doute que les vastes et contemporaines réalisations de la Place du 14 Juillet et du Cours Voltaire à Aubagne font déjà partie des références qui, de façon certaine, compteront à l'avenir dans le département des Bouches-du-Rhône. ●

PRINCIPAUX INTERVENANTS

- **Conception** : Equipe de maîtrise d'œuvre : Agence GUILLERMIN Architectes Paysagistes (mandataire) - Stéphane COMBY Architecte DPLG Associé - SPI INFRA BET - Atelier JEOL Eclairagiste.
- **Réalisation** : Paysages Méditerranéens
- **Chaussées et gros œuvre** : Entreprise Mallet
- **Électricité** : TEM
- **Bétons désactivés** : Provence Impressions
- **Béton Prêt à l'Emploi** : Cemex - Béton de France / Béton Chantiers (Lafarge) / Bronzo

Port 2000 - Le Havre (Seine-Maritime) : le portique ferroviaire de 680 tonnes roule sur des rails noyés dans une résine, au sein de poutres en béton armé, longues de près de 900 m.

Photos : © EDILON

Port 2000 : des poutres en béton pour portique ferroviaire

Destiné à assurer l'interconnexion entre les navires porte-conteneurs géants accostant sur les nouveaux quais du Port Autonome du Havre et le réseau ferré, le portique ferroviaire de 680 tonnes de Port 2000 est un élément majeur de ce projet. Pour assurer une efficacité optimale et durable, il roule sur des rails noyés dans une résine, au sein de poutres en béton armé longues de près de 900 m.

Protégé par une digue de 6 km, le nouveau quai de 1,4 km de long, inauguré le 30 mars 2006 au Havre, doit permettre à ce port de rattraper son retard sur ses concurrents nord-européens pour l'accueil des grands navires porte-conteneurs. Baptisé "Terminal de France", ce premier quai sera exploité par CMA CGM et la Générale de Manutention Portuaire (GMP). Le Port Autonome du Havre a, en effet, décidé de confier l'exploitation des terminaux à conteneurs de Port 2000 à des manutentionnaires spécialisés, dans le cadre de conventions d'exploitation de terminal.

Situé au sud du port actuel, Port 2000 offrira, à terme, un potentiel de douze postes à quai de 350 mètres de long chacun, soit une longueur totale de 4,2 km de quai. Au final, l'objectif est de tripler la capacité de traitement des conteneurs, en

passant de deux millions d'unités en 2006 à six millions en 2010.

À cela s'ajoute, bien sûr, l'amélioration de la desserte terrestre des terminaux portuaires par les modes routiers, ferroviaires et fluviaux. Un pôle ferroviaire est notamment créé avec quatre voies de 1 100 mètres de long, enjambées par deux portiques. Le trafic fluvial, connaissant un essor de 20 à 40 % par an, l'installation d'un terminal fluvial dédié s'imposait.



Mise en place du ferrailage de la poutre.

Des travaux titanesques

Commencés à la fin 2001, les travaux ont nécessité le dragage de plus de 46 millions de m³ de matériaux, dont la moitié ont été utilisés pour la construction des digues et terre-pleins. Le quai construit par Soletanche Bachy est constitué d'une paroi moulée dans le sol, réalisée à l'aide de 267 panneaux successifs de 6 m de longueur.

D'une hauteur de 40 mètres et d'une épaisseur de 1,20 m, cette paroi a ensuite été terrassée : à l'avant, sur 10 m de hauteur pour construire la poutre de couronnement en béton armé et, à l'arrière, sur 16 m pour la mise en œuvre des tirants métalliques d'ancrage. Ces tirants, retenant le mur de la paroi, reportent les efforts sur un rideau de palplanches de 8,50 m de hauteur situé à 45 m en arrière. Cette structure est complétée par une voie de roulement des portiques à conteneurs. Le rail avant

chemine sur la poutre de couronnement en béton armé, tandis que le rail arrière se trouve sur une seconde poutre en béton armé, fondée sur les remblais.

Les six premiers portiques “super panamax” sont déjà installés. Fabriqués à Shanghai, ils permettent le levage en tandem de deux conteneurs de 40 pieds d’un poids total de 70 tonnes. Avec un empattement de 35 mètres et une masse unitaire de 1580 tonnes, chaque portique peut traiter des navires embarquant 22 conteneurs en largeur.

Un portique ferroviaire de 680 tonnes

Réalisé par la SAITH (Société d’Aménagement des Interfaces Terrestres du Havre, constituée des sociétés Sealogis, PTSA, GMP et TPO), un imposant portique ferroviaire de 680 tonnes assurera la manutention des conteneurs sur toute la largeur du terminal, en arrière des terre-pleins de stockage. Situé à 500 mètres du quai, il enjambe un accès routier à voies multiples, quatre voies ferroviaires et cinq rangées de stockage de conteneurs. Cet équipement à un empattement de près de 25 mètres, sa poutre s’étirant sur 75 mètres de long. Les voies de roulement de ce portique ferroviaire sont constituées de deux rails continus de 900 m de long, noyés dans une résine au cœur de deux robustes poutres en béton armé.

“Ces poutres de 4 m de large sont réalisées sur une plateforme traitée en grave-cendres volantes, afin d’obtenir une portance PF2 voire PF3 (entre 80 et 120 MPa) et étanchée par un enduit de protection bicouche. Après la réalisation du ferrailage, la mise en place du béton armé (un béton prêt à l’emploi C 40/50 PM) s’effectue à l’aide de deux outils de 15 m de long (un pour la poutre nord et un pour la poutre sud), ce qui nous permet de couler un plot par jour et par poutre, soit 80 m³ de béton” explique Caroline Louvet, ingénier travaux de la société Quille.

Le bétonnage commence généralement à 9 h le matin pour s’achever vers 13h-14 h, ce qui autorise un décoffrage le lendemain matin. La reprise de bétonnage s’effectue à l’aide d’un grillage Stremaform qui évite de recroquer au niveau de la jonction. L’outil monté sur roues est déplacé à l’aide d’un treuil électrique.

“La poutre côté sud dispose d’une seule



Le rail est à proximité de la réservation.

réservation pour le rail, alors que celle côté nord possède deux réservations : l’une pour le futur rail et l’autre pour le caniveau porte-câble électrique du portique. Ces différentes réservations sont réalisées à l’aide de négatifs. L’outil est entièrement métallique, ce qui permet 60 réemplois par outil. Des zones de brochage sont également aménagées dans les poutres béton pour immobiliser le portique lorsqu’il y a du vent. À mi-course du caniveau porte-câble, une fosse électrique est aussi prévue pour son raccordement” ajoute Caroline Louvet.

À la fin de son intervention, l’entreprise Quille procède au sablage du béton dans les différentes réservations afin d’éliminer la laitance et les produits de décoffrage, ce qui améliorera l’adhérence du primaire d’accrochage de la résine.

Des rails immobilisés par une résine

“Des tronçons de rail de 18 mètres de long sont positionnés à proximité de la réservation pour y être soudés par aluminothermie. Une fois les soudures terminées, une résine polyuréthane est appliquée sur les parois de la réservation et sur la semelle inférieure du rail. Le rail est ensuite installé sur des cales néoprènes dans la réservation béton, à l’aide d’un maniscopic et sous le contrôle du géomètre de l’entreprise, avant coulage de la résine de calage” explique Cyrille L’Horset, ingénieur d’affaires chez Eiffel Construction Métallique.



Ajustement du niveau de la résine.



Le portique ferroviaire de 680 tonnes.

Le rail y repose sur des cales en matériau synthétique, disposées à intervalles réguliers pour assurer le bon positionnement du rail en altimétrie et en planimétrie, sous le contrôle du géomètre de l’entreprise.

“Si l’acier était directement placé dans le béton, l’un comme l’autre finiraient par casser. Une interface souple s’avère donc indispensable. Formulée spécifiquement pour cet usage, la résine polyuréthane Corkeplast comporte des charges minérales et végétales, essentiellement du liège. Elle est traitée pour supporter à la fois les conditions rigoureuses propres aux chantiers TP et une ambiance marine permanente. Ses deux composants sont mélangés sur site, à parts égales dans des seaux, et malaxés une minute environ avant déversement dans la réservation” précise Wolfgang Gerlach, ingénieur des ventes de la société Edilon-France.

“Afin de chasser l’air présent sous le rail, la résine est coulée d’un seul côté du rail. Dès qu’il y a reflux de l’autre côté du rail, les niveaux de résine de part et d’autre du rail sont ajustés” précise Cyrille L’Horset. En quelques heures, la résine durcit et immobilise définitivement le rail en position. Cette opération est réalisée par tronçons de 100 m linéaire. La mise en place du second rail intervient ensuite en se calant sur le premier pour s’assurer d’un parfait parallélisme.

Cette opération est réalisée par tronçons de 100 m, avec application du primaire d’accrochage avant de passer au coulage suivant. La mise en place du second rail intervient ensuite en se calant sur le premier pour s’assurer d’un parfait parallélisme. L’emploi de cette technique de rail noyé dans la résine permet de bloquer le rail en position, le béton assurant la robustesse de l’ensemble. L’absence de mouvement des rails réduit leur usure ainsi que celle des galets du portique. Une surface de roulement régulière diminue les vibrations et les opérations d’entretien aussi bien des rails que du portique, contribuant à accroître leur durée de vie et leur disponibilité. ●



Remue-méninges

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

Maximum d'un produit

Question : diviser un nombre en deux parties, telles que le produit de celles-ci soit maximum.

Solution du Remue-méninges de *Routes* n°95 : Nombre mystère

Rappel du problème posé : trouver le plus petit nombre qui divisé par 2 donne comme reste 1, divisé par 3 donne comme reste 2, divisé par 4 donne comme reste 3, divisé par 5 donne comme reste 4, divisé par 6 donne comme reste 5, divisé par 7 donne comme reste 6, divisé par 8 donne comme reste 7 et divisé par 9 donne comme reste 8.

Solution : bien que l'algèbre rende d'importants services à l'arithmétique, il est des cas où l'intervention de l'algèbre complique inutilement le calcul. La vraie connaissance des mathématiques consiste à choisir toujours la méthode la plus directe et la plus sûre, qu'elle appartienne à l'arithmétique, à l'algèbre ou à la géométrie.

C'est le cas ici : faire appel à l'algèbre pour résoudre le problème posé revient à écrire un système de 8 équations dont la résolution est loin d'être directe et sûre.

En revanche, un simple raisonnement arithmétique donne rapidement la solution.

Soit "x" un nombre satisfaisant les conditions de l'énoncé.

"x + 1" sera donc divisible par 2, par 3, par 4, par 5, par 6, par 7, par 8 et par 9.

Le plus petit nombre "x + 1" doit donc être divisible par 5, 7, 8 et 9.

D'où :

$$x + 1 = 5 \times 7 \times 8 \times 9 = 2\,520$$

Le nombre recherché "x" est donc : 2 519.



AGENDA

INTERROUTE : le rendez-vous incontournable de la filière route, du 24 au 26 octobre 2006 à Rennes



Pour sa 2^e édition, c'est à Rennes, du 24 au 26 octobre 2006, que se tiendra le Salon/Congrès national INTERROUTE. Choisie pour son dynamisme et son rayonnement, la ville de Rennes permet à cette manifestation itinérante de réunir l'ensemble des professionnels de la route et de l'aménagement du territoire de la France entière, en offrant une réelle proximité au Grand Ouest.

INTERROUTE capitalise sur sa formule gagnante - **le triptyque : un salon + un congrès + une véritable plateforme de rencontres de l'industrie routière.**

INTERROUTE 2006 sera l'occasion de faire le point face aux nouvelles grandes orientations routières en France et à l'international : la construction routière, les innovations, la sécurité, les matériels et la réglementation, les techniques routières urbaines, le développement durable, les systèmes de transports intelligents, la nouvelle organisation

routière, l'ouverture sur l'Europe... Autant de sujets ambitieux abordés lors des séances du congrès.

Sur 20 000 m² bruts d'exposition, **près de 300 exposants** présenteront leurs offres de matériels, équipements, produits et services, de l'extraction des matériaux jusqu'à l'exploitation routière, aux **6 000 visiteurs et 700 congressistes professionnels attendus : experts, administration, services de l'État, maîtres d'œuvre, maîtres d'ouvrage, entreprises, organisations professionnelles et associations techniques.**

C'est dans ce contexte, au cœur d'une réflexion permanente de la part des professionnels de la filière route et de l'aménagement du territoire, que se positionne aujourd'hui INTERROUTE 2006. INTERROUTE 2006 est à nouveau placé sous le parrainage de la Direction générale des Routes et de la direction de la Sécurité et de la Circulation routières.

Pour en savoir plus : www.interouteonline.com



GROS PLAN

Le CISMA lance son site Internet : www.cisma.fr

Membre de la Fédération des Industries Mécaniques (FIM), le CISMA est le Syndicat professionnel des équipements pour la construction, les infrastructures, la sidérurgie et la manutention. Il compte aujourd'hui près de 200 entreprises adhérentes, employant 34 000 personnes en France et regroupées dans 3 secteurs différents : le BTP (constructeurs de TP, d'équipements pour le bâtiment et les infrastructures, pour la préparation de matériaux...), la manutention (constructeurs de levage industriel, de chariots...) et la métallurgie (constructeurs de fours, d'équipements pour la fonderie, la sidérurgie...).

Le site Internet www.cisma.fr a pour objectif de valoriser les entreprises et leurs métiers, et de favoriser les échanges entre les acteurs de la profession. Il propose les rubriques suivantes : "Qui sommes-nous ?", "Actualités", "Annuaire", "Publications", "Services", "Bourse de l'Emploi" et "Espace Adhérents".



7, Place de la Défense 92974 Paris-la-Défense cedex
Tél. : 01 55 23 01 00 - Fax : 01 55 23 01 10
Email : centrinfo@cim beton.net
Site Internet : www.infociments.fr