

# ROUTES

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



## URBANISME

Marseille : des bétons désactivés, bouchardés, poreux, colorés, sablés et lissés pour la rénovation du quartier de l'Estaque

## LE POINT SUR

Nice : six formulations différentes de bétons pour faciliter les déplacements du tramway

## CHANTIER

Thoiry (Ain) : stabilisation d'une piste pastorale par retraitement en place

## 2 ÉDITORIAL

### 3-5 LE POINT SUR



**Le tramway de Nice**  
Six formulations différentes de bétons pour faciliter les déplacements du tramway

### 6-7 RÉFÉRENCE



**Montpellier**  
Trois couleurs de béton désactivé pour valoriser l'esplanade du stade Yves-du-Manoir

### 8-10 RÉFÉRENCE



**Les pavés en béton :**  
un atout pour les aires de circulation

### 11-13 URBANISME



**Marseille**  
Quartier de l'Estaque : bétons désactivés, bouchardés, poreux, colorés, sablés et lissés

### 14-15 CHANTIER



**Gironde**  
Zone portuaire de Bassens : du BAC pour supporter le trafic poids lourds

### 16-17 CHANTIER



**Ain**  
Thoiry : stabilisation d'une piste pastorale par retraitement en place

### 18-19 CHANTIER



**Aisne**  
Villers-Cotterêts : une piste cyclable en béton balayé sur du béton recyclé

## 20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture : la communauté d'agglomération Nice Côte d'Azur a privilégié six formulations différentes de bétons pour faciliter les déplacements du tramway.

## Désormais compétitive à la construction, la chaussée béton devrait s'imposer dans les tunnels routiers et ferroviaires !

Nous avons tous compris la nécessité de passer de la route au fer (ferroutage) pour réduire les impacts sur l'environnement causés par le transport des marchandises.

De plus, il est évident que les voies de circulation doivent être les plus directes possibles pour éviter les obstacles naturels, susceptibles d'augmenter les nuisances et les risques.

Les tunnels routiers et ferroviaires sont donc les ouvrages les plus à même de satisfaire ces impératifs. Lieu de passage souvent très fréquenté, le tunnel n'en demeure pas moins un espace confiné et qui peut être potentiellement dangereux en cas d'accidents ! D'ailleurs, l'actualité récente est malheureusement là pour illustrer ce propos.

Que faire pour améliorer ou, en tout cas, pour rendre plus sûrs ces ouvrages routiers ou ferroviaires ?

Une solution est reconnue partout dans le monde, mais cependant ignorée dans notre pays : l'utilisation du matériau béton (clair) pour réaliser des routes et des voies ferroviaires.

Et pourtant, les avantages abondent !

Dans le tunnel routier :

- Le revêtement en béton est naturellement inerte au feu et n'alimente pas la combustion,
- Les économies d'énergie électrique (éclairage) sont prouvées,
- La sécurité de l'usager est améliorée grâce à la clarté du béton,
- Rouler sur du béton permet de consommer moins de carburant.

Dans le tunnel ferroviaire :

- La voie béton permet aux pompiers d'accéder au plus près du sinistre, sans transfert de matériel,
- Les bruits et vibrations sont maîtrisés,
- Les usagers peuvent rejoindre facilement les issues de secours, sans être gênés par les obstacles structurels (traverses, ballast...).

Bref, les avantages du béton sont si évidents que nous nous devons de les rappeler ! De plus, **le prix d'investissement d'une chaussée béton devenant aujourd'hui très compétitif par rapport aux solutions bitumineuses suite à l'augmentation constante du prix du pétrole, les maîtres d'ouvrage n'ont plus aucune raison de s'interroger.**

Serge Horvath  
Cimbéton

**CIM** Béton

CENTRE D'INFORMATION SUR  
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



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

Tél. : 01 55 23 01 00

Fax : 01 55 23 01 10

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

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

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

Directeur de la publication : Anne Bernard-Gély  
Directeur de la rédaction, coordinateur des reportages et rédacteur de la rubrique *Remue-ménages* : Joseph Abdo - Reportages, rédaction et photos : Marc Deléage, Romualda Holak, Yann Kerveno, Michel Levron, Jacques Mandorla - Réalisation : Ilot Trésor, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris - Email : [mandorla@club-internet.fr](mailto:mandorla@club-internet.fr) - Direction artistique : Arnaud Gautelier - Maquette : Dorothee Picard - Dépôt légal : 3<sup>e</sup> trimestre 2008 - ISSN 1161 - 2053 1994



Nice (Alpes-Maritimes) : pour fluidifier les déplacements urbains, une approche globale s'est imposée à la communauté d'agglomération Nice Côte d'Azur. Cette approche se traduit par une complémentarité bus / tramway, par une véritable politique de stationnement et par la construction de parcs à vélos.

## Nice : six bétons différents pour faciliter les déplacements du tramway

Grâce à une complémentarité bus / tramway / vélos, la communauté d'agglomération Nice Côte d'Azur s'est fixé pour objectif de réduire l'engorgement automobile. Le chantier du tramway est aussi l'occasion de moderniser l'ensemble des réseaux souterrains et de repenser la ville à proximité de son trajet. Le béton y est à l'honneur avec six formulations différentes.

**P**rès d'un million de déplacements ont lieu, chaque jour, dans la communauté d'agglomération Nice Côte d'Azur. Le problème : 82 % d'entre eux se font avec un véhicule particulier !

Comme il n'est plus possible d'accueillir davantage de voitures individuelles, il fallait donc favoriser le mode de transport permettant de déplacer le plus grand nombre de passagers en "consommant" le moins d'espace



Le béton désactivé s'intègre parfaitement dans le cadre urbain de Nice.

possible. La réponse a été trouvée sous la forme d'une simple équation : sur une voie de circulation 1 tramway = 3 bus = 180 voitures = 220 voyageurs.

### Renouvellement urbain et complémentarité

Pour fluidifier efficacement les déplacements urbains, une approche globale s'imposait. Celle-ci se traduit par une complémentarité tramway / bus, une véritable politique de stationnement et la construction de parcs à vélos pour étoffer le projet. L'enjeu était, en effet, de taille tant sur le plan humain qu'économique : plus de 126 000 personnes, soit 37% des Niçois, pourront utiliser la ligne 1 et plus de 42 000 emplois se trouvent à moins de 500 m de cette ligne.

Construire un tramway, c'est aussi une occasion unique pour repenser la ville :

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre :** Communauté d'agglomération de Nice (CANCA)

**Entreprises :**

- Bétons des voies (BC2, BC4), enrobage multitubulaires, VRD : Eurovia Méditerranée
- Bétons BC4-BC5 : Groupement Vossloh - AmecSpie Rail
- Bétons des trottoirs (RV 20) : Groupement Eurovia Méditerranée - Campenon - GTM - TP Spada - Cari

**Fournisseurs des bétons :** centrales BPE de Cemex Béton Sud-Est, de Béton Contrôle Côte d'Azur (Groupe VICAT), de Lafarge Bétons Sud-Est (pour le désactivé) et centrale mobile de chantier SEP Saint-André

**Fournisseurs du ciment :** VICAT et Lafarge Ciments



Robustesse oblige : la plate-forme du tramway et la couche de fondation des quais sont toutes les deux réalisées en béton.

trottoirs élargis, nouveau mobilier urbain, plantation d'arbres, éclairage public adapté... L'espace est également mieux partagé, en laissant davantage de place aux piétons, aux personnes à mobilité réduite et aux cyclistes.

Parallèlement, les réseaux sous-jacents étant devenus obsolètes et sous-dimensionnés pour répondre aux besoins de la cinquième ville de France avec 350 000 habitants, il a fallu les moderniser et les dévier. Les chiffres parlent d'eux-mêmes : 50 km de câbles électriques (EDF), 102 km de réseau gaz (GDF), 65 000 km de fils de cuivre et 1 000 chambres souterraines (France-Télécom), 20 km de fibres

### UN TRAMWAY SUR BATTERIES RECHARGEABLES

Nice est à la pointe du progrès avec son tramway. C'est le premier au monde à pouvoir fonctionner de manière autonome sur une partie de son trajet (tronçon de moins de 1 km). L'absence de poteaux et de lignes aériennes de contact permet ainsi de préserver le caractère historique des places Masséna et Garibaldi où le tramway fonctionne sur des batteries rechargeables.

Sur le reste de la ligne, comme tout tramway qui se respecte, il est alimenté par une ligne aérienne de contact en courant continu de 750 volts.

optiques et 30 km de câbles coaxiaux (Numericable) et 27 km de conduites d'eau potable (CGE).

Ces travaux ont aussi intégré la modernisation des collecteurs d'eaux pluviales et des eaux usées. La complexité du chantier et la multiplicité des acteurs (CANCA, Ville de Nice, concessionnaires...) ont nécessité, bien entendu, une coordination parfaitement rigoureuse afin d'obtenir la meilleure efficacité possible.

### 62 000 m<sup>3</sup> de béton coulé en place et 25 000 traverses en béton préfabriqué

À l'emplacement de la future plate-forme du tramway, la chaussée est creusée sur une largeur moyenne de 6 m et sur une profondeur de 90 cm. Un béton de forme BC4 est alors coulé sur une épaisseur de 20-30 cm. Des traverses préfabriquées en béton, servant à positionner et à fixer les rails, sont ensuite mises en place. Enfin, les rails sont posés et soudés bout à bout. Une nouvelle couche de béton, un béton de classe BC5, est alors coulée pour maintenir en place les traverses et donc les rails. Elle s'arrête à 15-20 cm de la surface afin de laisser un espace libre pour réaliser le revêtement final de la plate-forme. Au total, 25 000 traverses en béton préfabriqué et 62 000 m<sup>3</sup> de béton coulé en place ont été employés sur ce chantier.

"Sur cette plate-forme, trois types de

### LA LIGNE T1 EN BREF

- 8,7 km de ligne
- 21 stations
- 3 parkings relais
- 20 rames
- vitesse commerciale : 17 à 18 km/h
- 1 rame toutes les 4 minutes en heure de pointe

revêtements minéraux ont été réalisés. Pour les têtes de ligne : du béton désactivé pleine masse sur 17 cm d'épaisseur avec ciment gris et granulats locaux beiges et gris du Var. Pour le centre-ville, en section courante : de l'asphalte en couche mince de 3 cm sur un enrobé de 4 cm vieilli par grenailage, de couleur gris brun et avec granulats clairs. Pour les lieux prestigieux comme la place Masséna : des pavages en basalte de formats 14x20 cm et 14x30 cm, d'épaisseur 12 cm, avec pose au mortier colle et joints rompus" explique Patrick Borderie, architecte responsable des aménagements urbains à la Direction tramway de la Communauté d'agglomération de Nice Côte d'Azur.

À cela s'ajoute un revêtement végétalisé, composé de gazon et de fétuque, pour certains secteurs.

Les quais et les trottoirs sont traités de façon coordonnée : dallage droit en basalte, pour les secteurs nobles et la Vieille Ville, asphalte noir silicé pour les sections courantes.

L'ensemble des surlignages (bordures de trottoirs, séparateurs, listels, entourages d'arbres...) est réalisé en calcaire dur. La place Garibaldi est revêtue d'un gneiss de Carroux (Hérault) gris clair.

Pour la ligne T1, la surface totale réaménagée est de l'ordre de 30 hectares.

### Un béton spécifique pour chacune des utilisations

Sur l'ensemble de ce chantier, le béton est employé aussi bien pour la réalisation des voies circulées que pour celle des trottoirs ou des carrefours. "Selon les zones et les résultats des essais de plaque, la structure est en deux ou trois couches.



En tête de ligne, le béton désactivé habille plate-forme et trottoirs.

Pour le dimensionnement de la structure en béton, la résistance à la traction par fendage, mesurée selon la norme NFP 18408, a été privilégiée sur la résistance à la compression" signale Philippe Rouzeyrol, chef des ventes chez Cemex.

3000 m<sup>3</sup> de béton de propreté (ou de forme) BC2 ont été mis en œuvre, notamment lorsque les essais de plaques n'étaient pas satisfaisants. C'est un C20/25 dont la résistance à la traction est de 2 MPa à 28 jours.

18000 m<sup>3</sup> de béton de structure BC4 (C30/37) ont été utilisés quand une

résistance à la traction plus forte était recherchée (2,4 MPa à 28 jours). Près de 5500 m<sup>3</sup> de béton BC4 ont aussi été coulés pour l'enrobage des canalisations multitubulaires le long de certains tronçons.

Pour la finition de certaines zones, 18000 m<sup>3</sup> de béton BC5 (C35/45) ont aussi été employés, avec une résistance à la traction de 2,7 MPa à 28 jours.

Pour la réalisation des trottoirs situés sur les grandes avenues, 10 000 m<sup>3</sup> de béton RV 20 ont été mis en œuvre. Ce béton de type C25/30 comporte des fibres polypropylène et n'est pas ferrailé. À cela s'ajoutent, pour la pose des bordures, 3500 m<sup>3</sup> de VRD dosés à 250 kg de ciment.

Enfin, sur le boulevard Jacques Médecin, le revêtement est réalisé en béton désactivé (environ 4 000 m<sup>3</sup>) afin de mettre en valeur les granulats roulés provenant du Var : dosé à 425 kg de ciment, ce béton est un C35/45 de finition offrant à 28 jours une résistance à la traction de 2,7 MPa.

### ■ S'adapter à un chantier urbain délicat

"Avant de lancer la production de ces différents bétons, des études de convenance ont été entreprises en collaboration avec Sigma Béton. Pour plus de sûreté, des bétons de convenance ont été réalisés pour les BC2, BC4, BC5 et pour le béton désactivé" précise Philippe Rouzeyrol. Le béton a été mis en place à la



Avant d'être noyés dans du béton coulé en place, les rails sont posés sur des traverses en béton préfabriqué.

### EXTENSION DU TRAMWAY : 27 KM DE PROJETS

Après la réalisation de la première tranche de la ligne 1, il est encore prévu 27 km dans l'avenir :

- **ligne T1** : extension jusqu'à La Trinité
- **ligne T2** : entre le quartier du port et Saint-Augustin à Nice et entre Nice Saint-Augustin, Saint-Laurent-du-Var et Cagnes-sur-mer
- **ligne T3** : entre Nice Saint-Augustin et Nice Lingostière (plaine du Var)

Au final, un réseau de 35,7 km de long et comportant 75 stations.

pompe, à une cadence pouvant atteindre jusqu'à 240 m<sup>3</sup> par jour. "Nous avons seulement utilisé la règle vibrante pour le béton BC5 car, en dehors du béton désactivé, c'est le seul béton à être affleurant" commente Philippe Rouzeyrol.

Ce chantier a rencontré toutes les difficultés habituelles liées à de telles opérations en milieu urbain : problèmes de circulation, impatience des riverains, exigüité des zones de travail... Ainsi, par exemple, les trottoirs ont presque tous été coulés de nuit, pour permettre l'accès aux magasins pendant la journée.

Pour faire face à l'importance des volumes de béton nécessaires au chantier, la livraison du béton prêt à l'emploi a été assurée à partir de plusieurs centrales : celles de Nice-La Madeleine et Nice-La Trinité pour Cemex, de Nice pour BCCA (Groupe VICAT), de Nice-La Glacière pour Lafarge Bétons Sud-Est (béton désactivé) et la centrale mobile de chantier SEP Saint-André (pilotee par Cemex, avec la participation de BCCA).

"Il fallait gérer les temps d'accès aux différents points à livrer depuis les différentes centrales à béton. Certains jours, la difficulté a été accrue avec l'apparition de problèmes de circulation, de grèves... D'où la nécessité, en période estivale, d'adapter la formulation de certains bétons pour prendre en compte, à la fois, le temps de transport et la température élevée" ajoute Philippe Rouzeyrol. ■



Montpellier (Hérault) : près de 8 500 m<sup>2</sup> de bétons désactivés ont été mis en œuvre pour la réalisation du parvis du stade de rugby Yves-du-Manoir, inauguré pour la coupe du Monde 2007.

## Montpellier : trois couleurs de béton désactivé pour valoriser l'esplanade du stade Yves-du-Manoir

**Près de 8 500 m<sup>2</sup> de béton désactivé, avec deux types de granulats et trois couleurs différentes : le vaste parvis du stade de rugby Yves-du-Manoir de Montpellier s'impose déjà comme une référence d'aménagement urbain en béton.**

**M**ontpellier est une ville de football, de handball, de volley-ball, et se découvre une passion pour le ballon ovale, depuis l'accession de son club au prestigieux Top 14, la première division du rugby en France. Pour accueillir dignement la prestigieuse équipe d'Australie lors de la coupe du Monde de septembre-octobre 2007, Montpellier Agglomération a décidé de construire, dans le nouveau quartier Ovalie au nord de la ville, le

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maîtrise d'ouvrage :** Agglomération de Montpellier

**Maîtrise d'œuvre :**  
Atelier A+ Architecture

**Mandataire :** S.E.R.M. (Société Equipement Région Montpellieraine)

**Entreprise applicatrice du béton :**  
Sols Méditerranée

premier stade neuf de l'histoire du rugby professionnel français. Ses caractéristiques : une capacité de 12 000 places contre 5 000 à l'ancien stade et des équipements en adéquation avec la pratique du rugby de très haut niveau.

*"Cela a été, pour nous, l'occasion de remodeler complètement ce quartier : nous avons, en effet, pour ambition de créer un stade et ses abords qui soient très qualitatifs"* détaille Olivier Trolard, Chargé d'opérations à la Société d'Equipement de la Région Montpellieraine (S.E.R.M.), qui a été mandatée par l'agglomération pour cette importante opération.

Le stade est élégant, moderne, à dimension humaine et loin de certains monstres architecturaux parfois dévolus aux passions sportives. Pour sa part, l'esplanade destinée à accueillir les spectateurs à l'entrée est

étonnante : c'est un immense espace minéral de près de 8 500 m<sup>2</sup>, très clair, rythmé par des bandes structurantes de béton et agrémenté d'incrustations en inox industriel composées du nom des principales équipes mythiques du rugby mondial.

### FORMULATION DU BÉTON (POUR 1 M<sup>3</sup>)

- Pour les 3 bétons désactivés mis en œuvre sur le parvis du stade Yves-du-Manoir
  - Ciment CEM II 52,5 :** 330 kg
  - Granulats 4/6 :** 1 175 kg
  - Sable 0/4 :** 650 kg
  - Plastifiant**
  - Entraîneur d'air**
  - Fibres polypropylènes**
- Pour le béton avec granulats basalte
  - Colorant noir :** 8 kg



Trois combinaisons de granulats 4/6 ont été retenues pour la réalisation des bétons : la première, de couleur sombre, est composée de basalte additionné de 3% de colorant noir, la deuxième est grise avec 80% de basalte et 20% de granulats couleur crème provenant de la carrière de Murle dans le Gard et la dernière est claire car dosée avec 50% de basalte et 50% de Murle.



Trois combinaisons de granulats 4/6 ont été retenues pour la réalisation des bétons désactivés : la première, de couleur sombre, est composée de basalte additionné de 3% de colorant noir, la deuxième est grise avec 80% de basalte et 20% de granulats couleur crème provenant de la carrière de Murle dans le Gard et la dernière est claire car dosée de 50% de basalte et de 50% de Murle. Au total, 8 426 m<sup>3</sup> de béton désactivé ont été coulés pour réaliser ce parvis unique.

### ■ Coulage du béton prêt à l'emploi à partir de 5 heures du matin

"Ce chantier a présenté plusieurs défis : il a d'abord fallu régler le nivellement avant la pose des coffrages, valider l'implantation des lettres en inox, gérer le passage de tous les réseaux, préciser les emplacements de l'éclairage et assurer l'implantation des bandes de calepinage de 3 mètres de large, en béton désactivé de couleurs différentes" confirme Pierre Durif, conducteur de travaux chez Sols Méditerranée, l'entreprise qui a réalisé l'ensemble des désactivés du parvis.

"La cadence des trois dernières semaines a été très élevée. Il n'était pas rare que nous commencions à couler le béton dès 5 heures du matin et, comme il y avait de fortes chaleurs, nous lavions les bétons au jet à haute pression le soir même, vers 20

heures! Nous avons alors travaillé jusqu'à 50 m<sup>3</sup> de béton par jour. Le dernier lavage a même été réalisé le samedi matin à 5 heures, alors que l'inauguration avait lieu à l'aube! Ce fut vraiment une superbe expérience" conclut Pierre Durif.

### ■ Le béton : une réponse aux contraintes économiques, structurelles et visuelles

"Avec ce parvis, nous souhaitons créer un espace convivial précise encore Olivier Trolard, parce que ce quartier va encore évoluer. Outre le stade, plusieurs autres terrains de sport pour l'entraînement ou la pratique des scolaires ont vu le jour à proximité. De plus, il fallait que l'entrée du stade et les guichets soient bien visibles de la route". Pour Philippe Cervantès, architecte du cabinet montpellierain A+ Architecture qui a dessiné le parvis devant le stade : "Les contraintes étaient, en effet, assez fortes. Car ce projet s'inscrit dans un aménagement plus large, relié à la place de l'Ovalie, avec une demande très qualitative de la part du maître d'ouvrage et des délais d'exécution très serrés. Le béton s'est alors très vite imposé comme une évidence pour réaliser les sols de ce parvis : en effet, il répondait parfaitement bien aux contraintes économiques, structurelles et visuelles. Son atout, c'est d'être un matériau s'intégrant très bien dans notre région, car il n'est pas sans rappeler les "callades", ces chemins de

### INCRUSTATION DE LETTRES EN INOX DANS LE BÉTON

Australie, Écosse, Pays de Galles... Les lettres composant les noms des grandes nations du rugby, réalisées en inox et agrémentant le parvis du stade, ont été découpées sur mesure.

Épaisses de 2 mm, large de 20 cm pour 2 m de hauteur, ces lettres sont équipées de raidisseurs, sortes de pattes métalliques scellées dans du mortier avant coulage du béton.

Une fois ce dernier en place, elles sont définitivement fixées à l'aide de rivets appelés "splits".

*cailloux si courants ici autrefois".*

Une fois le béton désactivé retenu, il a fallu déterminer ses couleurs exactes. Pour y parvenir, des essais ont été réalisés à proximité du chantier. "Nous avons choisi une colorimétrie spécifique, afin de rythmer cet espace très vaste et très minéral, au moyen de grandes bandes de couleurs différentes. Pour cela, il fallait que nous puissions avoir un suivi parfait de la couleur sur ces surfaces étendues : nous y sommes parvenus grâce à l'étroite collaboration que nous avons eue avec toutes les entreprises" poursuit Philippe Cervantès.

Le parvis du stade Yves-du-Manoir devient ainsi, après le complexe de loisirs Odysseum et le chantier du tramway, une nouvelle référence incontournable en béton désactivé qui compte désormais dans le paysage urbain montpellierain.

À laquelle s'ajoutera, en fin d'année 2008, le projet Odysseum 2 dont le béton désactivé sera, une nouvelle fois, partie prenante sur 7 000 m<sup>2</sup>. ■



Pour l'un des trois bétons désactivés, on a mélangé des granulats noirs de basalte à des granulats clairs provenant de la carrière de Murle (Gard).



Les pavés en béton sont un excellent revêtement pour les aires de circulation, de stationnement, de stockage ou de chargement-déchargement.

## Les pavés en béton : un atout pour les aires de circulation

**Les aires de circulation, de stationnement, de stockage ou de chargement-déchargement sont des zones réclamant, à la fois, un marquage lisible et une facilité d'entretien. Le pavé en béton répond parfaitement à ces impératifs : en effet, il est résistant, durable et, surtout, il dessine par lui-même le marquage désiré.**

Les aires de circulation, de stationnement, de stockage ou de chargement-déchargement doivent supporter les multiples sollicitations et charges, auxquelles les véhicules, principalement les poids lourds, les soumettent : forces de cisaillement engendrées par les roues des camions ou des engins de manutention tournant sur place, forces horizontales de freinage, forces dynamiques dues aux chocs d'objets lourds tombant au sol, forces de poinçonnement des efforts concentrés sur une petite surface, comme par exemple les béquilles de remorque, forces statiques lourdes... Les pavés en béton, grâce à leur résistance, répondent parfaitement à cet impératif.

Ces aires pouvant présenter un danger pour les usagers, il convient d'utiliser, pour leur revêtement, un matériau qui

propose une alerte visuelle, en particulier dans les traversées des communes. Le pavé en béton fournit une réponse adaptée à ce besoin de sécurité : en effet, le pavage des zones de parking situées le long des voies de circulation, permet de créer facilement des espaces très visibles sur la chaussée qui incitent alors les conducteurs à ralentir.

### Le pavé parle le langage des concepteurs

Pistes cyclables, espaces piétons, places de parking et chaussées sont ainsi clairement délimités. De plus, l'esthétique du pavé béton réconcilie une ville ou un village avec son image et son histoire. Le pavé parle, en effet, le langage des architectes et des paysagistes, en mettant à leur disposition une large palette déclinant

les dimensions, les formes, les teintes, la diversité des plus belles pierres d'Europe, ainsi que les systèmes d'association de formats et de traitements de surface.



Les pavés en béton répondent aux multiples sollicitations et charges.



Mieux que tout autre revêtement, le pavé relie les périodes historiques tout en étant résolument moderne dans sa fabrication et dans son utilisation.

### ■ L'avantage d'être évolutif

Toutes les études expérimentales, menées en grandeur nature à travers le monde, en particulier par le professeur australien Brian Shackel (*Design and construction of interlocking concrete block pavements*) et surtout les centaines de millions de m<sup>2</sup> de pavés en béton posés depuis plusieurs dizaines d'années, démontrent qu'ils résistent mieux à ces épreuves que les autres revêtements.



Les pavés béton conviennent bien aux aires de chargement-déchargement.

Autre problématique à résoudre : les sols destinés au stationnement et au stockage se trouvent souvent dans l'environnement proche de bâtiments et de bureaux. Ils se doivent donc d'être évolutifs, en prévoyant toutes les possibilités d'agrandissement, de modification des sens de circulation, de réaménagement de l'éclairage...

Sans compter les divers réseaux d'eau, d'électricité, d'assainissement qu'ils contiennent et qui devront, un jour ou l'autre, être modifiés, entretenus, réparés. Le pavé en béton, élément modulable facile à déposer et reposer sans laisser de cicatrices, répond parfaitement à toutes ces contraintes.

### ■ Un large choix de traitements de surface

Les pavés en béton proposent un large choix de traitements de surface :

- **les pavés vieillis** : on fait subir aux pavés un vieillissement accéléré, afin d'obtenir des arêtes irrégulières, des coins légèrement brisés et des faces patinées. Chaque pavé est alors différent et unique.

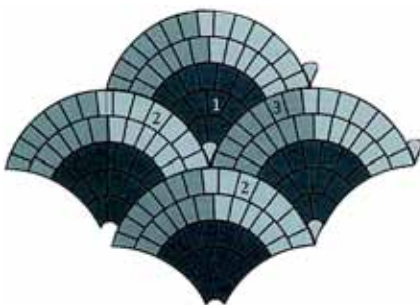


Les places de parking sont clairement délimitées par les pavés béton.

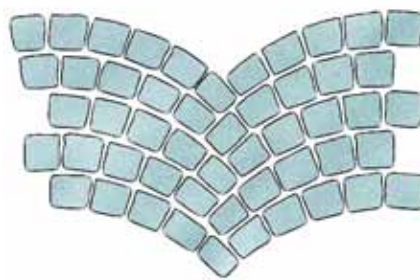
- **les pavés lavés** : on projette de l'eau à haute pression sur leur surface, ce qui fait réapparaître l'éclat des pierres : granit, quartz, basalte...
- **les pavés grenailés** : des turbines projettent à grande vitesse de la grenaille d'acier sur les pavés. Ce traitement fait ressortir les grains de roches, tout en assurant une surface antidérapante.
- **les pavés flammés** : on mélange, pendant la fabrication, trois bétons de couleurs différentes.
- **les pavés nuancés** : on mélange, lors de la pose, plusieurs coloris différents mais proches, afin d'obtenir un dégradé de couleurs (camaïeu).

## UNE GRANDE VARIÉTÉ DE CALEPINAGES

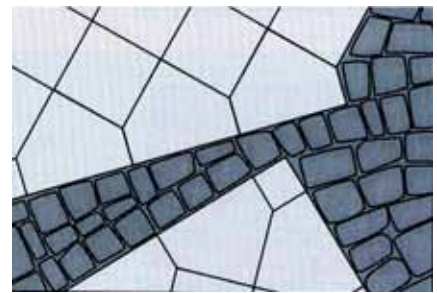
Voici les six calepinages les plus utilisés.



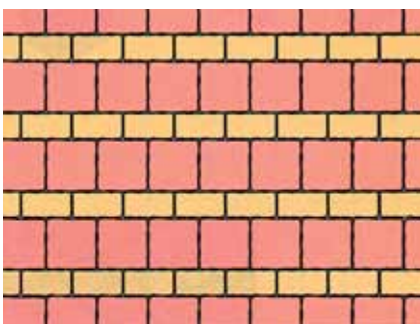
Queue de paon avec 3 modules



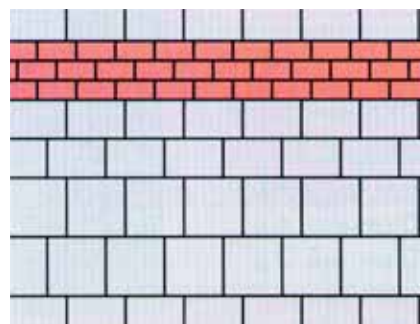
Pose en arc de cercle avec 3 pavés



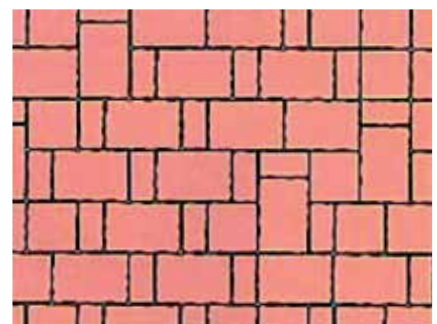
Pose avec un système à 11 pavés différents



Pose linéaire avec 2 pavés



Pose linéaire avec 3 pavés



Pose sauvage avec mélange aléatoire de 3 pavés



Les pavés béton offrent une large palette de dimensions, formes et teintes.

En conclusion, en plus de leurs performances techniques de résistance, de durabilité et d'atout esthétique, les pavés en béton apportent une réponse efficace aux aménageurs qui désirent rendre sa vocation d'origine à l'espace public : être un lieu de vie, de rencontre, d'échange où tous les usagers doivent cohabiter harmonieusement. ■



Voies de circulation pour bus ou voitures, piste cyclable ou encore passages pour piétons : les pavés béton ont leur place dans les aménagements urbains.

### COMMENT ORGANISER ET MÉCANISER UN CHANTIER

Lorsqu'un industriel, un commerçant ou une collectivité projette d'aménager une aire de circulation ou de stationnement, une zone de stockage ou encore de chargement-déchargement, le maître d'oeuvre est alors souvent confronté à plusieurs impératifs : trouver un revêtement qui permette d'embellir et de personnaliser l'espace, en valorisant l'image de marque du site, tout en restant dans les limites d'un budget raisonnable, qui puisse résister durablement tout en se déposant et se reposant facilement lors des interventions d'entretien.



Pour réussir l'organisation d'un chantier de pavage, plusieurs phases sont à prendre en compte :

- Vérifier que les bordures ont été bien mises en place, afin d'éviter ou de minimiser la découpe de pavés : pour cela, il faut d'abord poser une rangée provisoire de pavés et déterminer la largeur exacte, puis poser la deuxième bordure de blocage.
- Positionner au bon endroit les stocks de sable de pose et de sable de joints, pour éviter d'avoir à les déplacer plusieurs fois.
- Utiliser pour les sous-couches et la couche de pose, et selon l'importance du chantier, soit une niveleuse soit des rails de nivellement tractés ou manuels.
- Établir de manière précise, avec des fils, la première ligne de joint du pavage et sa perpendiculaire, et vérifier la linéarité des joints, au fur et à mesure de l'avancement.
- Utiliser une machine de pose pour apporter et poser les pavés sur le front de pavage.
- Coordonner efficacement les équipes de préparation des sous-couches et les équipes de pavage pour s'assurer une évolution précise et ordonnée du travail.
- Prévoir et organiser les travaux de pose et de découpe, nécessaires autour d'obstacles.
- Compter sur un chef de chantier expérimenté, non impliqué directement dans la pose des pavés, pour contrôler et coordonner l'activité du site.



Quartier de l'Estaque à Marseille (Bouches-du-Rhône) : le béton, grâce à la large palette esthétique de ses traitements de surface, qui vont du béton désactivé au béton poreux, en passant par les bétons colorés, sablés, bouchardés et lissés, a permis de retrouver l'accès à la mer réclamé par les habitants.

## Bétons désactivés, bouchardés, poreux, colorés, sablés et lissés pour la rénovation du quartier de l'Estaque

**Pour redonner l'accès à la mer aux habitants de l'Estaque, quartier typique de la ville, Marseille a fait appel à toutes les qualités esthétiques du béton. L'Espace Mistral est ainsi devenu une vitrine incomparable des possibilités offertes par les bétons décoratifs.**

**T**out au nord de Marseille, l'Estaque n'est pas un quartier comme un autre. Populaire, ce quartier l'est resté jusqu'à aujourd'hui,

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage :** Ville de Marseille (Direction générale des services techniques, Atelier des espaces publics) et Marseille Provence Métropole (Direction des Infrastructures, Service des opérations d'aménagement)

**Maître d'œuvre :** Vincent Guillermin (paysagiste)

**Aménagements paysagers :** ISS Espaces Verts

**Entreprise :** Provence Impressions

**Fournisseur des bétons :** Lafarge Bétons Sud-Est - Agence Provence

littéralement engoncé entre le vaste port et les collines arides qui le surplombent. De Dufy à Auguste Renoir en passant par Cézanne, les grands peintres ont fréquenté l'Estaque.

Le développement du port aidant, le quartier a été peu à peu coupé de son accès à la mer, privé de la grande bleue par une zone industrielle et par la colossale digue du port autonome, à quelques dizaines de mètres de la rive. Une confiscation que les habitants de l'Estaque ne supportaient pas, comme en témoigne cet habitant croisé lors de notre reportage : *"Depuis longtemps, nous demandions à la mairie de Marseille de nous rendre la mer : c'est enfin réalisé aujourd'hui, avec la construction de ce parc"*.

Il faut admettre que le parc en question est un petit bijou d'urbanisme, posé

entre la mer et la rue passante qui longe la ville, et désormais de nouveau accessible par un quai tout en béton. Le béton est, en effet, le matériau de référence utilisé par les architectes pour cette réalisation. Il y est décliné sous presque toutes ses formes possibles : désactivé, poreux, coloré, sablé, bouchardé, lissé, chaque finition étant dévolue à un usage spécifique.

### Des incrustations en bois et en métal dans le béton

Difficile de trouver plus bel exposé *in situ* des nombreuses possibilités techniques offertes par le matériau béton.

*"Pour le béton, nous avons utilisé une large gamme de traitements de surface : les aires de jeu ont été réalisées avec un*



Le quai de l'Estaque, réalisé au moyen d'une combinaison entre béton désactivé et béton bouchardé, a permis aux habitants de renouer directement avec la mer.

désactivé roulé coloré en noir, l'amphithéâtre en sable naturel, les entourages d'arbres en béton poreux, les bords du quai en béton bouchardé, les cheminements en béton désactivé et, enfin, les bandes supportant des incrustations en bois ou en métal ont été sablées puis légèrement bouchardées, certaines parties étant lissées à la main" détaille Éric Gomes, conducteur de travaux à l'entreprise Provence Impressions, intervenue en sous-traitance pour la réalisation de tous ces bétons.

"L'origine du projet Espace Mistral repose sur la reconversion d'un ancien site industriel, juste à côté d'un quartier disposant de très peu d'espaces publics" explique pour sa part André Rullière, chef de service à l'atelier de l'espace public des services techniques de la ville de Marseille, et chef du projet.



Le béton désactivé permet l'incrustation de motifs, comme cette rose des vents métallique intégrée dans le quai.

La voie de contournement, réalisée au siècle dernier, étant devenue totalement obsolète et coupant le quartier de la zone industrielle par son flot continu de voitures, il a fallu repenser l'ensemble de la zone, depuis les façades des premières maisons jusqu'au bord de l'eau.

### Objectif : composer un espace multifonctions

"Nous ne pouvions pas supprimer cette voie de contournement importante, mais nous sommes parvenus à passer d'une largeur de 10 mètres à 6 mètres, afin de laisser plus d'espace aux piétons. La partie marquante de cet aménagement est constituée d'un espace multifonctions à l'échelle du quartier, pouvant non seulement accueillir des manifestations, mais aussi jouer un rôle d'espace vert et donc permettre aux habitants d'accéder au bord de l'eau. En effet, cette demande des riverains a été très forte et la concertation sur ce sujet, avec eux, a été très large" poursuit André Rullière.

Concertation qui a notamment permis de rédiger le programme du concours d'architectes et de dessiner un parc répondant aux attentes et comportant un quai pour retrouver l'accès à la mer, une buvette, un local technique, un amphithéâtre libre de toute entrave, des espaces verts, des aires de jeux pour enfants...



Les granulats employés pour les différents types de bétons désactivés proviennent des environs de Marseille pour les concassés et du lit de la Durance pour les roulés.

### En tout, huit différentes formulations de bétons

Dessiné par Vincent Guillermin, paysagiste dont nous avons déjà évoqué, dans la revue Routes, plusieurs réalisations implantées sur l'agglomération marseillaise, l'Espace Mistral met en œuvre une large palette de finitions en béton.

"Le béton désactivé est tout indiqué pour la réalisation d'espaces verts : c'est un matériau facile à mettre en place, il se marie très bien avec les pelouses, possède une bonne tenue dans le temps et offre, à mon sens, un caractère plus créatif qu'un pavage classique en pierres. Enfin, n'oublions pas l'argument du coût favorable des

### FORMULATION DU BÉTON (POUR 1 M<sup>3</sup>)

**Béton désactivé des cheminements**

**Ciment Lafarge 52,5 PM : 330 kg**

**Granulats 6/14 : 1 300 kg**

**Sable 0/2 : 600 kg**

**Adjuvant**

**Entraîneur d'air**

**Fibres polypropylènes**

bétons qui a été aussi pris en compte dans les choix que nous avons faits" argumente André Rullière.

Au niveau mise en œuvre, il faut noter que huit formulations différentes de bétons, utilisant toutes des granulats régionaux, ont été livrées sur le chantier. "Les sables proviennent des carrières Lafarge du Beausset dans le Var et de l'Estaque, les cailloux concassés de la carrière Jean Lefèvre de Châteauneuf et les cailloux roulés de Peyrolles dans les Bouches-du-Rhône" précise Jérôme Lidestri, chef de centre secteur Aix-Marseille-Manosque chez Lafarge Bétons Sud-Est, Agence Provence.

Pour la réalisation des gradins, le sablage a été finalement retenu pour des questions de confort, l'attaque de la peau du béton étant plus douce qu'avec le traitement de surface en désactivé, ce qui a permis d'obtenir une meilleure planéité.



Pour privilégier le confort des spectateurs, les gradins de l'amphithéâtre ont été réalisés en béton sablé.

### Une bonne coordination avec la centrale BPE

Pour livrer dans les temps le chantier de l'Espace Mistral, l'entreprise Lafarge Bétons Sud-Est – Agence Provence a spécifiquement organisé sa centrale de Béton Prêt à l'Emploi, située à Marseille Le Canet, de façon à ce qu'elle reçoive

et stocke en même temps l'ensemble des granulats à utiliser.

"Conduire ce genre de chantier, avec autant de bétons et de granulats différents, n'est pas une chose aisée. Il est nécessaire d'être très rigoureux vis-à-vis de la centrale BPE et de lui transmettre les commandes deux semaines à l'avance. Sans oublier de posséder une bonne expérience, ce qui est notre cas. Voilà pourquoi ce chantier s'est parfaitement bien déroulé" témoigne Éric Gomes, de Provence Impressions.

### Une réalisation bien accueillie par la population

"Le chantier, qui a débuté en janvier 2007 pour être livré au printemps 2008, a été réalisé sans aucun problème. Nous avons ressenti, chez tous les intervenants, la satisfaction d'avoir conduit à terme la réalisation d'un aménagement de grande qualité" détaille Jean-Paul André, d'ISS Espaces Verts, l'entreprise mandataire du groupement qui s'est vu attribuer le marché.

"Les différentes finitions donnent un aspect très diversifié à cette réalisation. Enfin, élément primordial pour la



Agrémenté de mobilier urbain, l'Espace Mistral est valorisé par une large palette de bétons de voirie décoratifs.

municipalité de Marseille, nous savons que l'Espace Mistral a été parfaitement bien accepté par la population, grâce à un signe qui ne trompe pas : le site n'a quasiment pas été vandalisé par des tags lors des toutes premières semaines d'ouverture au public, comme cela arrive malheureusement sur la plupart des nouvelles réalisations" conclut André Rullière.

Le quartier de l'Estaque est donc, à nouveau, ouvert sur la mer, et ses habitants pourront donc assister de près aux célèbres joutes nautiques qui, chaque année, animent cet endroit. ■



La souplesse du béton désactivé permet de modeler des allées piétonnières et d'épouser tous les reliefs du parc, petit bijou d'urbanisme posé entre la mer et la rue passante qui longe la ville.



Bassens (Gironde) : la solution béton armé continu (BAC) sur grave bitume a été retenue pour la réfection de trois kilomètres de voies et la création de trois carrefours giratoires.

## Zone portuaire de Bassens : du BAC pour supporter le trafic poids lourds

**Pour la réfection de la voirie de la zone industrialo-portuaire de Bassens, la Communauté Urbaine de Bordeaux (CUB), à la fois maître d'ouvrage et maître d'œuvre, a opté pour le béton armé continu (BAC) sur grave bitume. Un choix qui a permis le maintien de la circulation des poids lourds pendant le chantier et la garantie d'une durabilité minimum de la chaussée de 30 ans.**

Site principal du Port autonome de Bordeaux dans la presqu'île d'Ambès, la zone industrialo-portuaire de Bassens-aval regroupe la majeure partie des installations du site. Elle est desservie par un réseau de voiries et de fret ferroviaire.

### Un projet d'aménagement en cinq phases

En 1995, le Port autonome de Bordeaux a abandonné la domanialité des voies à la CUB. Toutefois, il dispose de 35 hectares pour accueillir de nouveaux industriels. Aussi le Port et la CUB ont-ils passé une convention permettant à cette dernière de mettre en place des investissements de l'ordre de 25 millions d'euros pour aménager ces terrains.

Le programme porte sur cinq types de travaux : la réfection de 3 km de voies, la création de trois carrefours

giratoires, l'aménagement d'un parking poids lourds sur 4 ha avec services (restauration, carburant...), la maîtrise hydraulique de la zone (bassin de marée et de canaux pour le stockage de plus de 180 000 m<sup>3</sup> d'eau de pluie) et enfin la réalisation de collecteurs d'assainissement sur 1,5 km.

### Une ancienne tradition de chaussées en béton

Dès son développement à la fin de la Guerre 14-18, la zone industrialo-portuaire de Bassens était équipée de voies en béton. Une tradition qui s'est poursuivie tout au long du XX<sup>e</sup> siècle. D'ailleurs, deux des voies qui viennent d'être refaites avaient été construites en dalles de béton et n'avaient fait l'objet d'aucun entretien lourd depuis plus d'un demi-siècle.

Cette exceptionnelle longévité explique largement le choix de la

chaussée béton pour la réfection de 3 km de chaussée et la création de trois giratoires. De plus, l'ensemble étant soumis à un intense trafic poids lourds – plus de 750 par jour – la bonne résistance de ces voies de circulation dans la durée était essentielle pour l'activité de la zone.

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maître d'ouvrage et maître d'œuvre :**  
Communauté Urbaine de Bordeaux

#### Entreprises :

- Béton armé continu : CMR Exedra
- Grave bitume : Colas/Sotrap
- Armatures : Armasteel
- Joints souples : Socotras
- Assainissement : Fayat TP

**Fournisseur du béton :** Groupe Garandea

**Fournisseur du ciment :** Ciments Calcia



Le ferrailage est constitué d'armatures longitudinales haute adhérence de 16 mm de diamètre.

### Une technique innovante

"La solution béton étant retenue, le béton armé continu s'est alors imposé puisque cette technique, largement utilisée depuis les années 1980, réduit au minimum les travaux d'entretien qui ne porteront que sur le renouvellement régulier des joints longitudinaux de construction", explique Luc Dutruch, technicien chef à la CUB et responsable du chantier.

"Il était impératif de réaliser la réfection de ces voies en permettant aux entreprises, concernées par les travaux, de poursuivre leurs activités. C'est pourquoi, après concertation des partenaires du projet d'aménagement, nous avons décidé de mettre en œuvre le BAC sur une grave bitume (GB), permettant aux poids lourds de rouler sur des mises en circulation provisoire. Grâce à cette solution technique innovante, les relations entre les entreprises qui réalisaient le chantier et les sociétés présentes sur la zone industrielle ont été excellentes. De plus, cette structure composite rend la



Une machine Gomaco a été utilisée pour la section droite.

chaussée moins rigide et est économique car elle permet une réduction de l'épaisseur du BAC à travers la prise en compte du collage de l'interface BAC/GB" poursuit Luc Dutruch.

### 28 000 m<sup>2</sup> de BAC en trois tranches

Les termes du marché prévoyaient trois tranches : l'une ferme, réalisée en 2006 et deux conditionnelles, en 2007 et 2008. La tranche ferme portait sur une section droite de 1,2 km de chaussée sur 6 m de large et sur des parkings de stationnement de 3 à 5 m de large. Les deux tranches conditionnelles concernaient des sections droites et trois giratoires avec des chaussées de 8 m de large, pour des rayons intérieur de 22 m et extérieur de 30 m.

"Au total, la surface à réaliser a porté sur 28 000 m<sup>2</sup> de BAC, 11 000 pour la tranche ferme, 7 000 pour la première tranche conditionnelle et 10 000 pour la seconde que nous venons de terminer", précise Hamadou Kabré, responsable technique chez CMR Exedra, l'entreprise chargée de la mise en œuvre du béton. Qui ajoute : "Pour les sections courantes, l'épaisseur du BAC est de 18 cm et celle du GB de 10 cm, alors que pour les trois giratoires, elle est de 22 cm pour le BAC et de 15 cm pour le GB".

### Trois laboratoires pour contrôler la qualité du béton

Compte tenu de l'étalement des travaux sur trois ans et de la nécessité de maintenir la circulation, la fabrication du béton a été faite par une centrale de BPE du Groupe Garandeau. Située à 3 km du chantier, elle avait une production de 45 à 50 m<sup>3</sup>/heure.

Trois laboratoires ont contrôlé la qualité du béton : ceux du fournisseur de béton, de CMR Exedra et de la CUB. Fabriqué et posé par l'entreprise belge Armasteel, le ferrailage est constitué d'armatures longitudinales haute adhérence de 16 mm de diamètre, espacées de 16 cm en section courante (18 cm de BAC) et de 14 cm sur les trois giratoires (22 cm de BAC).

Pour la section droite, CMR Exedra a utilisé une machine de type Gomaco

### FORMULATION DU BÉTON (POUR 1 M<sup>3</sup>)

**Ciment CEM II/A-LL 42,5 N CE**

**CP2 NF : 350 kg**

**Gravillon concassé diorite 10/20 : 550 kg**

**Gravillon concassé diorite 4/10 : 495 kg**

**Sable roulé alluvionnaire 0/4 : 600 kg**

**Sablon correcteur quartzite 0/0,63 : 160 kg**

**Eau totale : 148 litres**

**Entraîneur d'air : 0,5 %**

**Plastifiant : 0,6 %**

travaillant en largeur de 3 m ou de 3,35 m et alimenté depuis les camions-bennes par une pelle mécanique sur pneus. Pour les trois carrefours giratoires, la mise en œuvre a été manuelle avec une poutre vibrante.

Après talochage, le béton frais a été strié transversalement au balai et un produit de cure a été pulvérisé manuellement pour protéger le béton pendant sa prise.

### De la concurrence à la complémentarité

"Je crois qu'en France ces travaux de voirie de BAC sur GB sont les premiers d'une telle importance" se réjouit Luc Dutruch. "Bien sûr, les fabricants de produits "blancs" et "noirs" sont en concurrence frontale, mais la synergie et la complémentarité entre les deux métiers peuvent très bien fonctionner, comme ce fut le cas pour le chantier de Bassens".

Une réussite qui devrait donner des idées à d'autres maîtres d'ouvrage... ==



Après talochage, le béton frais a été strié transversalement au balai.



Thoiry (Ain) : à gauche, un lacet de la piste de Pranciot avant retraitement des sols. À droite, ce même lacet après retraitement au liant hydraulique routier.

## Thoiry : stabilisation d'une piste pastorale par **retraitement en place**

**Comment stabiliser la couche superficielle d'une piste pastorale très pentue et à très faible trafic, en respectant l'environnement d'une réserve naturelle et en disposant d'un petit budget ? Réponse : au moyen d'un retraitement en place au liant hydraulique routier. Exemple avec la piste de Pranciot sur la commune de Thoiry.**

Située au sein de la réserve naturelle de la chaîne du Haut-Jura sur le territoire de la commune de Thoiry, la piste pastorale de Pranciot est longue de 1 600 m dont les deux tiers en forêt.

Partant d'une altitude de 1 100 m pour arriver à 1 490 m, elle présente donc une très forte pente (25 % en moyenne, avec des pics à 42 % !), des virages très serrés et une faible largeur, en moyenne 2,5 m. Elle est surtout fréquentée par les véhicules des ayants droits - forestiers, services de secours, alpagistes -, les randonneurs et quelques chasseurs pendant les périodes autorisées.

### Un accès devenu très difficile et dangereux

Reposant sur un terrain naturel en calcaire souvent friable, la piste de Pranciot devenait de plus en plus

impraticable en raison de la forte érosion due notamment à la pluie. Conséquences : les roues des 4x4 patinaient sur les cailloux et la chute de pierres des talus augmentait l'épaisseur des éboulis.

L'accès de cette voie en constante détérioration était devenu difficile et dangereux. Il était donc urgent d'intervenir pour stabiliser durablement sa couche superficielle.

"Pour permettre cette stabilisation, nous avons respecté les nombreuses contraintes environnementales d'une réserve naturelle, explique Michel Brulhart, maire de Saint-Jean-de-Gonville et président de l'Association Foncière Pastorale (AFP) du Reculet, le maître d'ouvrage du projet qui regroupe les communes de Saint-Jean-de-Gonville et de Thoiry. Il fallait donc que l'intégration paysagère soit maximale. C'est pourquoi, nous avons décidé de stabiliser le sol en place. Pour

l'amélioration de la piste de Curson, dont la pente est très faible, un simple broyage-nivelage-compactage a été suffisant. En revanche, pour celle très dégradée de Pranciot, la solution technique du retraitement des sols au liant hydraulique routier s'est très vite imposée. D'autant que le coût de ce retraitement est très raisonnable".

### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Propriétaires :** Commune de Thoiry, Groupement Foncier Agricole Le Sauvage

**Maîtrise d'ouvrage :** Association Foncière Pastorale (AFP) du Reculet

**Maîtrise d'œuvre :** Office National des Forêts (ONF)

**Entreprise :** Espaces Ruraux Montagnards (ERM)

**Fournisseur des liants hydrauliques routiers :** Lafarge Ciments





Après broyage des sols sur environ 20 cm de profondeur, un ciment spécial sans poussière a été utilisé afin d'éviter de dégager une forte poussière qui aurait pollué la réserve naturelle. Les sacs de 35 kg ont été jetés sur le sol, selon un maillage calculé au mètre carré, puis ouverts à la pelle par les compagnons.

### Un impératif : conserver à la piste son aspect naturel

*“Compte tenu de ce site très particulier, la technique du retraitement des sols au liant hydraulique était la plus adaptée, pour des raisons à la fois esthétiques et économiques, confirme Jean-François Rochas, cadre technique à l'Office National des Forêts (ONF), le maître d'œuvre du projet. En effet, le mélange du ciment et des cailloux conserve à la piste un aspect naturel, avec une couleur proche de celle du calcaire. De plus, l'utilisation d'un liant spécifique, qui ne provoque pas de poussières, plaide en faveur de cette solution”.*

Les travaux, portant sur 4 350 m<sup>2</sup>, ont duré 8 semaines au printemps 2007. Pour ne pas circuler sur la piste retraitée pendant les travaux, le chantier a débuté par le sommet. Les travaux préparatoires ont consisté en une mise au gabarit, un terrassement dans le rocher au moyen d'un brise-roches hydraulique et un élagage. Puis ont été entreprises les différentes phases du retraitement au liant hydraulique, dosé à 5% soit 36,7 kg/m<sup>2</sup> :



Malaxage ciment/rocher concassé sur environ 15 cm de profondeur.

un broyage sur 20 cm de profondeur ; un épandage de 159,8 tonnes de liants Lafarge dont 105,8 tonnes de liant hydraulique routier en vrac et 54 tonnes de ciment spécial sans poussière en sacs de 35 kg ; un premier malaxage sur environ 15 cm de profondeur ; un arrosage du matériau malaxé avec un mélange d'eau et de 870 kg d'un adjuvant ; un second malaxage ; un profilage avec lame niveleuse et, enfin, un compactage avec plaque vibrante.

### Une organisation de chantier très spécifique

Pour Cyril Blondet, gérant de l'entreprise Espace Ruraux Montagnards (ERM) qui a réalisé les travaux : *“La grande difficulté de ce chantier a été de s'adapter au terrain. La piste étant étroite, très pentue et avec des lacets serrés, il nous a été difficile d'utiliser les engins de chantier habituels. Ainsi, au début nous avons tenté de transporter le ciment en vrac à l'aide d'un tombereau articulé sur pneus. Mais après deux jours de grosses difficultés et même de danger pour les chauffeurs, nous avons abandonné l'épandage mécanique et nous avons opté pour un épandage manuel avec des sacs de ciment de 35 kg, chargés sur un tombereau à chenilles. De même, toujours en raison de la pente, il était impossible d'utiliser un compacteur traditionnel : nous nous sommes donc servis d'une plaque vibrante portée sur tracteur”.*

*“Quand il a fallu abandonner l'épandage mécanique, j'ai proposé d'utiliser du ciment en sacs de 35 kg, précise Gérard*

### UN COÛT AU M<sup>2</sup> TRÈS RAISONNABLE

Voici, selon la nature des phases, le coût au mètre carré (pour une surface totale retraitée de 4 350 m<sup>2</sup>) :

**Broyage : 1 euro**

**Ciment : 3,6 euros**

**Épandage : 1,6 euro**

**Premier malaxage : 1,6 euro**

**Adjuvant : 5 euros**

**Application adjuvant : 1,6 euro**

**Second malaxage : 1 euro**

**Profilage : 0,7 euro**

**Compactage : 0,7 euro**

**Coût (sans travaux préparatoires) : 16,8 euros**

**Coût total (avec travaux préparatoires) : 23,42 euros**

Benvenuto, responsable “Routes et Travaux Publics Sud-Est” chez Lafarge Ciments. *Ces sacs étaient jetés sur le sol selon un maillage calculé au mètre carré, puis ouverts à la pelle par les compagnons. De plus, pour éviter à toutes ces manutentions de dégager une forte poussière qui aurait pollué la réserve naturelle, j'ai proposé d'utiliser un ciment spécial sans poussière, le Sensium. C'est une autre particularité de ce chantier”.*

### Un premier bilan largement positif

Les travaux sont terminés depuis un an. Pour Michel Brulhart, le premier bilan est largement positif : *“Tout en respectant l'environnement, la piste de Pranciot est maintenant sûre et facile d'accès. Un exemple : à l'automne, nous avons pu aller récupérer des bêtes foudroyées par l'orage. Une intervention qui aurait été impossible auparavant”.*



Phase de compactage avec une plaque vibrante montée sur tracteur.



Villers-Cotterêts (Aisne) : la nouvelle piste cyclable (510 m de long sur 2,50 m de large) longe l'avenue de La Ferté-Milon, voie fréquentée par 6 500 véhicules par jour. Des arrondis réalisés dans le béton ont permis d'intégrer les arbres à la piste cyclable.

## Villers-Cotterêts : une piste cyclable en béton balayé sur du béton recyclé

**Pour préserver les ressources naturelles, la municipalité a réalisé une toute nouvelle piste cyclable de 510 m de long sur 2,50 m de large. Elle est constituée d'une couche de fondation en béton recyclé, broyé puis criblé, sur laquelle a été coulé un béton qui a été ensuite balayé.**

Connue pour son église du XII<sup>e</sup> siècle, son château où François 1<sup>er</sup> signa en 1539 l'ordonnance imposant le français comme langue officielle et la maison natale d'Alexandre Dumas, Villers-Cotterêts se trouve dans l'Aisne, à 80 km au nord-est de Paris, en plein cœur de la forêt de Retz.

Pour cette commune de 10 000 habitants, il était temps de se doter d'un réseau de pistes cyclables, en relation avec les voies vertes.



Le trottoir a été préalablement décaissé en début de chantier.

*"Notre priorité était de valoriser les déplacements à vélo, un mode de transport efficace, économique et non polluant, pour aller à l'école ou au travail, mais aussi pour les loisirs. Sans oublier le côté bénéfique pour la santé !"* rappelle Nicolas Inglebert, directeur des services techniques de la mairie de Villers-Cotterêts, récemment certifiée PNNS (Programme National Nutrition Santé).

Jusqu'à présent, cette ville ne disposait que de quelques pistes cyclables en bandes, placées sur les grands axes de circulation. La construction d'une piste cyclable "indépendante" sur l'avenue de La Ferté-Milon, une ancienne route départementale, est donc une première.

*"Cette piste permet la circulation des cyclistes en toute sécurité, car elle est située à l'écart de cet axe à forte circulation, fréquenté par 6 500 véhicules par jour. Et elle s'avère d'autant plus*

*stratégique lorsqu'on sait que nombre de préposés de la Poste vont pouvoir l'emprunter en partant du centre de tri postal, tout proche..."* confie Nicolas Inglebert.

### ≡ Trouver de la place entre la route et les arbres

En agglomération, la place est toujours comptée. Positionner une

#### PRINCIPAUX INTERVENANTS

**Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre :** Direction des services techniques de la Mairie de Villers-Cotterêts.

**Entreprise :** Routière Morin (Groupe Eiffage)

**Fournisseur du ciment :** Holcim Ciments

**Fournisseur du béton :** Holcim Bétons, centrale de Soissons-Pernant

piste cyclable entre l'ancienne route départementale et les arbres d'alignement n'était donc pas si simple. Un compromis a été trouvé grâce à des arrondis conçus dans la piste cyclable, au niveau des arbres : une "gymnastique" facile à réaliser avec le béton, matériau réputé pour sa très grande adaptabilité.

"Le béton balayé a été choisi pour ses performances bien connues de robustesse et de durabilité, ainsi que pour ses qualités fonctionnelles avec son caractère anti-dérapant et sa facilité d'entretien. Mais on l'a aussi retenu pour sa couleur plus agréable que celle des enrobés, ce qui permet de différencier parfaitement la piste cyclable de la chaussée voisine" explique Nicolas Inglebert.

### Une couche de fondation en béton recyclé

Pour construire cette piste de 510 m de long sur 2,50 m de large, l'entreprise Routière Morin, appartenant au Groupe Eiffage, a commencé soit par démonter les trottoirs gravillonnés, soit par décaper la terre végétale, selon les tronçons. Une opération menée sur une largeur de 3 m et sur une profondeur de 30 cm.

"La couche de fondation est réalisée en béton concassé, un matériau apporté par camion-benne. Il s'agit d'un béton recyclé, issu d'anciennes bordures de chaussées ou de produits de démolitions qui est ensuite broyé, puis criblé en centrale à 0 / 31,5 avant utilisation. Sur le chantier, son compactage s'effectue à l'aide d'une plaque vibrante ou d'un petit cylindre" nous commente Augustin Hernandez, conducteur de travaux chez

#### FORMULATION DU BÉTON (POUR 1 M<sup>3</sup>)

Béton Holcim BPS NF EN 206-1  
C25/30 CEM III/A 42,5 N CE  
CP1 NF Dmax = 20 mm  
S3 XF1-XC3-XC4-XD1 (F) CL 0,65  
avec fibres synthétiques  
Granulat 6,3/20 GSM (La Frette)  
semi-concassé  
Granulat 0/4 GSM (Vasseny) roulé  
Plastifiant Chrysoplast LV



Le balayage superficiel du béton lui donne sa texture anti-glissance.

Routière Morin. Le coffrage est réalisé de manière traditionnelle, à l'aide de planches disposées parallèlement à la chaussée à 30 cm de distance pour l'un des côtés. Pour l'autre côté, on alterne les parties rectilignes, confectionnées de la même manière, et les arrondis autour des arbres, réalisés avec des planches découpées et soigneusement assemblées pour former un demi-cercle.

Des zones sont également surbaissées afin de faciliter le passage des handicapés et des poussettes.

### Un béton balayé pour assurer l'anti-glissance

"Chaque matin, trois camions-toupies se sont succédé, à raison d'une toutes les heures ou les heures et demies, pour déverser leur contenu sur site. Ce béton, issu de la centrale BPE de Holcim Bétons de Soissons-Pernant, est ajusté à une épaisseur de 12 cm, puis tiré à la règle" précise Augustin Hernandez.

L'après-midi même, le béton est balayé transversalement, avant de recevoir un produit de cure. Outre son aspect esthétique, ce balayage a un rôle très important car il confère à la piste une excellente anti-glissance en cas de pluie.

De même, pour éviter la formation de flaques, une pente transversale de 1 % est prévue afin de faciliter l'évacuation des eaux pluviales. Particularité de ce chantier : cette pente est orientée non pas vers la chaussée routière, comme cela se fait habituellement, mais vers l'extérieur où une rigole récupère les eaux pluviales pour ne pas saturer l'évacuation de la chaussée.

La mise en service de la piste est

### SAVOIR S'ADAPTER AUX CONDITIONS DU CHANTIER

Ce chantier paraît assez simple, mais il a été assez délicat dans les faits. Ainsi, par exemple, la proximité immédiate d'un axe à grande circulation a orienté le choix de l'entreprise Routière Morin vers des équipements compacts comme, par exemple, des mini-pelles. Une solution qui permettait de travailler en sécurité sur l'accotement, sans gêner la circulation.

Seule la signalisation incitait les conducteurs à modérer leur vitesse. Les uniques perturbations réellement occasionnées au trafic se produisaient lors de la livraison du béton, ce qui imposait alors, de façon momentanée, une circulation alternée des véhicules.

Autres contraintes à gérer : laisser le plus possible le passage libre au niveau des deux stations services situées sur le parcours et s'adapter à une météo souvent défavorable car ce chantier a eu lieu en plein hiver, de décembre 2007 à février 2008.

extrêmement rapide : elle est, en effet, circulaire dès le lendemain pour les piétons et au bout d'une semaine pour les vélos. "Dès l'ouverture au public, nous avons eu immédiatement des messages de satisfaction des utilisateurs" souligne Nicolas Inglebert. ■



Des arrondis autour des arbres ont été réalisés dans le béton grâce à la très grande adaptabilité de ce matériau.



## Remue-méninges

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

### Le tapis roulant

Un habitué du Métro Parisien effectue quotidiennement une correspondance à la station "Montparnasse". Cela l'oblige à emprunter le tapis roulant sur lequel il marche de son pas ordinaire et à le traverser d'une extrémité à l'autre en 60 secondes. Un matin, il décide de remonter le tapis roulant, en marchant toujours de son même pas ordinaire. Il lui faut alors 300 secondes pour aller à l'autre bout du tapis. Le soir, le tapis roulant tombe en panne.



#### Questions :

- 1 - Combien de temps faut-il alors à notre voyageur pour traverser le tapis ?
- 2 - Si notre voyageur marche de son pas ordinaire à la vitesse de 6 km/h, quelle est la vitesse du tapis roulant ?
- 3 - Si l'on suppose que, sur le tapis, il se trouve en moyenne une personne de 60 kg tous les deux mètres, entre six heures du matin et minuit, quel tonnage le tapis roulant transporte-t-il en un jour ? En envisageant deux cas :
  - les voyageurs sont immobiles sur le tapis,
  - les voyageurs marchent uniformément à la vitesse de 6 km/h.

### Solution du Remue-méninges de *Routes* N°104 : Un problème de pesée

**Rappel du problème posé :** le contrôleur des poids et mesures est consterné. La machine qui fabrique les poids de 10 milligrammes s'est légèrement dérégulée et l'un des 25 lots qu'elle a fabriqués dans la matinée ne contient que des poids de 9 milligrammes. Il va falloir vérifier tous ces lots, un par un ! Ce qui représente 25 pesées à effectuer !

Serait-il possible au contrôleur d'identifier le lot défectueux avec une seule pesée ?

**Solution :** les lots sont numérotés de 1 à 25. Pour constituer l'échantillon qui fera l'objet d'une pesée à la balance, le contrôleur procède de la manière suivante. Il prend un "poids" du lot numéroté "1", deux "poids" du lot numéroté "2", trois "poids" du lot numéroté "3",... vingt-cinq "poids" du lot numéroté "25" et il met le tout, soit "325" poids, sur la balance pour effectuer la pesée.

Si tous les poids sont normaux et pèsent "10 mg" chacun, la pesée des 325 poids donnerait 3 250 mg (325 x 10). Or, parmi les 325 poids, il y a des poids défectueux ne pesant que 9 mg et dont le nombre correspond au numéro du lot dans lequel ces poids ont été pris.

La pesée des 325 poids donnera une valeur comprise entre 3 225 mg (300 x 10 + 25 x 9) et 3 249 mg (324 x 10 + 1 x 9). La connaissance de la valeur réelle de la pesée permettra au contrôleur de déterminer le nombre de "poids" anormaux et d'identifier le lot défectueux. Ainsi, si la pesée donne la valeur de 3 240 mg au lieu de 3 250 mg (pour 325 poids normaux), cela veut dire qu'il manque 10 mg (3 250 - 3 240). Sachant que la différence entre un poids normal et un poids défectueux est de 1 mg, la différence de 10 mg correspond à l'équivalent de 10 poids. Les poids défectueux se trouvent donc dans le lot numéroté "10".

## Vient de paraître

### Matériaux de remblayage

#### Les matériaux autocompactants à base de ciment

Ce document de 36 pages fait le point sur les plus récentes possibilités des matériaux autocompactants, ces matériaux qui se mettent en place naturellement, par simple déversement, sans compactage ni vibration et ont la propriété d'être réexcavables.

Dans cet ouvrage vous découvrirez, dans le détail, les domaines d'application, les performances attendues et les précautions d'emploi de ces matériaux qui, ces dernières années, se sont diversifiés pour répondre à différents besoins spécifiques, tels le remblai technique (remblayage derrière les culées des ouvrages d'art) et les matériaux autocompactants essorables de structures MACES (remblayage pour l'élargissement des routes sur accotements non stabilisés).

Référence : T 62

Ce document est disponible gratuitement auprès de Cimbéton par fax au 01 55 23 01 10, par email à [centrinfo@cimbeton.net](mailto:centrinfo@cimbeton.net) ou par téléchargement sur le site [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)



## Agenda

### Journées techniques Cimbéton

Nous vous informons que Cimbéton organise 4 journées techniques sur les thèmes du **Traitement des sols et du Retraitement des chaussées aux liants hydrauliques**.

Elles se dérouleront à Nancy (22 octobre 2008), Bordeaux (26 novembre), Nantes (9 décembre) et Lyon (21 janvier 2009).

Invitations disponibles sur simple demande auprès de Cimbéton.

### SYMPOSIUM TREMTI 2009

#### 12, 13 et 14 novembre à Antigua (Guatemala)

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



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