

ROUTES

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



CHANTIER

Axe majeur de Cergy-Pontoise : des bétons blancs architectoniques et des bétons désactivés ocres pour une œuvre exceptionnelle

LE POINT SUR

Carrefours giratoires en béton : la solution pour la gestion des conflits, la fluidité du trafic et la sécurité des usagers

FORMATION

Egletons (Corrèze) : un chantier-école de mise aux normes de la station service d'un aéroport

2 ÉDITORIAL

3-14 LE POINT SUR



Les carrefours giratoires en béton : la solution pour la gestion des conflits, la fluidité du trafic et la sécurité des usagers

8-9 CHANTIER



Meurthe-et-Moselle
Eulmont : du béton goujonné pour un giratoire soumis à un fort trafic

10-11 CHANTIER



Indre
Diors : un giratoire en béton à l'entrée d'une zone industrielle

12-13 CHANTIER



Savoie
Giratoire en béton du Phare (Chambéry) : concilier esthétique et résistance

14 CHANTIER



Oise
Du béton coloré pour les îlots centraux et les séparateurs de voies de 5 giratoires de l'Oise

15-17 CHANTIER



Val d'Oise
Axe majeur de Cergy-Pontoise : des bétons blancs architectoniques et des bétons désactivés ocres

18-19 CHANTIER



Corrèze
Un chantier-école de mise aux normes de la station service d'un aéroport

20 LE SAVIEZ-VOUS ?

En couverture : à Cergy-Pontoise (Val d'Oise), un cheminement en béton désactivé ocre et un couronnement en béton blanc préfabriqué entourent le bassin de 12 000 m² situé au pied de l'amphithéâtre. En arrière-plan, la place des colonnes. © Atelier Karavan

Intermat 2009 : le rendez-vous mondial des matériels et techniques de la construction et des matériaux

La 8^e édition d'Intermat aura lieu du lundi 20 au samedi 25 avril 2009 à Paris-Nord Villepinte. La précédente édition de 2006 avait accueilli 1 400 exposants dont 75 % venant de l'étranger et 210 000 visiteurs de 160 pays différents !

Ce salon sera l'occasion de présenter les dernières innovations technologiques des exposants, vitrine exhaustive de matériels performants, de techniques inédites alliant la mécatronique ou bien encore de procédés ultra-sophistiqués (vision embarquée ...).

Pour les professionnels de l'industrie des matériaux, le programme "Building materials industry" permettra, sur le Village International des Mines & Carrières (Hall 3), à toutes les associations européennes de se retrouver.

Pour les entreprises de construction, le programme "Road construction" mettra la route "durable" à l'honneur. Cet événement est placé sous l'égide du Comité Européen des fabricants de matériels de construction, en particulier, de sa section "matériels routiers" et est présidé par Michel Demarre, Vice-Président de la FIEC (Fédération de l'Industrie Européenne de la Construction) et Président du Comité Français de l'AIPCR (Association mondiale de la route).

Le thème de la route durable sera développé sur deux demi-journées (mardi 21 avril de 14h à 16h30 et mercredi 22 avril de 10h à 12h30, avec accès libre aux conférences) et fera le point sur :

- le bilan Carbone des machines (de la conception à la fin de vie),
- la Certification européenne des matériaux et leur traçabilité,
- la sécurité, la normalisation et la réglementation européenne.

Enfin, notons qu'à l'occasion du Pré-INTERMAT qui s'est tenu à La Grande Arche de La Défense le 17 janvier 2009, ont été annoncés les noms des lauréats des INTERMAT Innovation Awards, concours ouvert exclusivement aux exposants inscrits à INTERMAT 2009. Rendez-vous à la cérémonie de remise des prix qui aura lieu sur le salon INTERMAT en avril 2009.

Pour en savoir plus : www.intermat.fr

Joseph ABDO
Cimbéton

CIMbéton
CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS

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

Tél. : 01 55 23 01 00

Fax : 01 55 23 01 10

Email : centrinfo@cimbeton.net

Site Internet : www.infociments.fr

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

Directeur de la publication : Anne Bernard-Gély
Directeur de la rédaction, coordinateur des reportages et rédacteur de la rubrique *Remue-ménages* : Joseph Abdo - Reportages, rédaction et photos : Marc Deléage, Romualda Holak, Yann Kerveno, Michel Levron, Jacques Mandorla - Réalisation : Ilot Trésor, 83 rue Chardon Lagache, 75016 Paris - Email : mandorla@club-internet.fr - Direction artistique : Arnaud Gautelier - Maquette : Dorothee Picard - Dépôt légal : 1^{er} trimestre 2009 - ISSN 1161 - 2053 1994



Carrefours giratoires en béton : la solution pour la gestion des conflits, la fluidité du trafic et la sécurité des usagers

DÉFINITION

Le carrefour giratoire est un aménagement plan, comportant un îlot central ceinturé par une chaussée circulaire.

Parcouru en sens unique, il collecte les trafics des voies aboutissant à l'intersection et redistribue ces trafics entre ces mêmes voies. Les véhicules se retrouvent ainsi dans le même courant de circulation, quelles que soient leur provenance et leur destination.

Les conflits entre véhicules sont limités à ceux liés à l'insertion des véhicules entrant dans le courant commun, et à ceux liés à la séparation des véhicules sortants. Insertion et séparation s'effectuent l'une et l'autre par la droite : tout véhicule tourne deux fois à droite, y compris en cas de "tourne-à-gauche".

Tous les itinéraires sont ainsi interrompus, et tous les trafics qui aboutissent au carrefour perdent leur prépondérance, quelle qu'elle soit, au bénéfice du courant commun sur l'anneau, en application du régime de la priorité aux véhicules circulant sur la chaussée annulaire.

CINQ FAMILLES TYPES

Compte tenu de leur intérêt au plan de la sécurité routière, les carrefours giratoires sont de plus en plus utilisés. En France, on dénombre aujourd'hui plus de 30 000 carrefours giratoires. Selon le trafic, la nature des voies, le domaine d'utilisation et

les exigences de l'aménagement, on peut classer les giratoires en cinq familles types :

- Les giratoires urbains "standards" qui peuvent être installés sur les voies de desserte des zones d'activités et des voies de transport en commun, sur les voies de trafic principal intra-muros, sur les voiries de distribution locale et sur les voiries de desserte intra-muros.
- Les giratoires urbains "stratégiques" qui sont destinés à être installés sur les pénétrantes, les rocade et les voies rapides urbaines, sur les voiries des zones industrielles à trafic lourd élevé et sur les voies de distribution principales.
- Les giratoires périurbains destinés à l'aménagement des entrées de ville.
- Les giratoires de rase campagne du Réseau Routier Non Structurant (VRNS).
- Les giratoires de rase campagne du Réseau Routier Structurant (VRS).

SPÉCIFICITÉS

≡ Contraintes spécifiques lors de la construction

Réaliser un carrefour giratoire, c'est souvent modifier un carrefour existant. De ce fait, il s'agit d'un petit chantier découpé en phases et réalisé en un temps réduit, afin de

minimiser la gêne aux usagers. Le trafic est donc soit dévié temporairement, soit limité aux riverains et aux usagers. Compte tenu de ce phasage, les quantités de matériaux mis en oeuvre sont relativement faibles. En outre, l'utilisation de matériels de répandage et de compactage performants n'est pas toujours possible. Dans ces circonstances, le recours à des matériaux ne nécessitant pas de compactage est fortement recommandé.

Sollicitations spécifiques en service

Les voies d'accès au carrefour giratoire, ainsi que la chaussée annulaire, sont soumises à des contraintes spécifiques.

Contraintes de cisaillement

Les voies d'accès sont des zones de freinage et d'accélération, ce qui provoque des transferts de charge entre essieux et des contraintes d'adhérence très élevées.

Sur la chaussée annulaire, l'accroissement des contraintes est provoqué par les efforts tangentiels engendrés par les mouvements de rotation des essieux simples et doubles des poids lourds, voire par les pivotements des essieux tridems. Ces efforts de surface sont d'autant plus marqués que le rayon du carrefour giratoire est faible. Ceci se traduit par une majoration des contraintes tangentielles de cisaillement à la surface du revêtement.

Contraintes structurales

Dans les carrefours giratoires, les vitesses pratiquées sont faibles (30 à 40 km/h), d'où un temps d'application de la charge plus long qu'en section routière rectiligne.

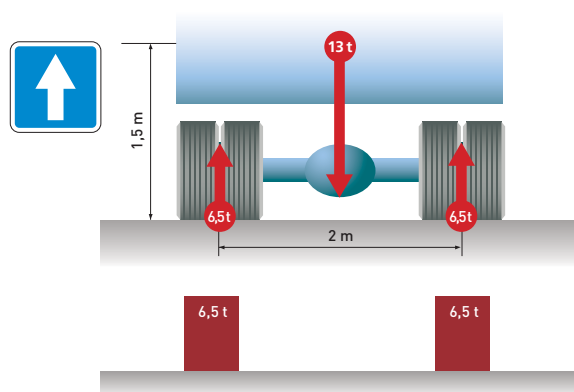
D'autre part, la circulation est extrêmement canalisée du fait des conditions particulières de circulation liées à la géométrie de l'ouvrage. Ceci se traduit par une majoration des contraintes dans la structure de la chaussée et un risque élevé d'orniérage. Enfin, l'effet de la force centrifuge, qui résulte du virage, déséquilibre la répartition des charges entre les roues d'un

même essieu entraînant la surcharge des roues extérieures au virage (de 10 à 20 % selon des mesures françaises et jusqu'à 60 % selon une étude belge) et provoquant très souvent des fuites de carburant et de lubrifiant.

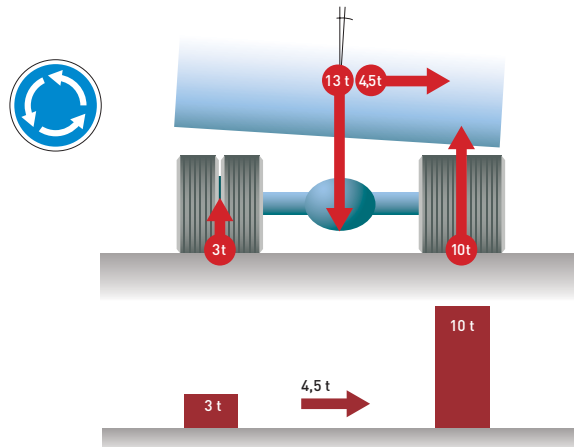


Dégradations structurales observées sur les carrefours giratoires : faïencage et orniérage des couches de surface.

Surcharge sur les roues extérieures et efforts résultant de la force centrifuge



En alignement droit : répartition uniforme de la charge sur les deux roues.



En virage, transfert partiel de la charge vers la roue extérieure.



Dégradations superficielles observées sur les voies d'accès : arrachement des gravillons, plissement des couches de surface et départ en plaques.

EXIGENCES REQUISES POUR LA DURABILITÉ DU GIRATOIRE

L'analyse des spécificités et des sollicitations, ainsi que les désordres constatés sur les ouvrages en service, permettent de lister les exigences auxquelles doit répondre tout aménagement de carrefour giratoire.

Exigences techniques

Elles sont de plusieurs types :

- le revêtement des voies d'accès et de la chaussée annulaire doit présenter, en toutes circonstances, une résistance élevée au cisaillement, au poinçonnement, aux surcharges dynamiques, aux hydrocarbures, à l'inondation, à l'érosion, au gel, à la chaleur...
- le matériau doit être d'utilisation facile, répondant aux contraintes de mise en œuvre (rapidité d'exécution, phasage...) et s'accommodant aux contraintes liées à la géométrie de l'ouvrage (courbes, formes circulaires, dévers...).

Exigences de sécurité

Le revêtement doit contribuer à renforcer la sécurité : visibilité, adhérence, maintien de l'uni...



Renforcer la sécurité, c'est opter pour le béton, matériau clair (meilleure visibilité) et indéformable (maintien de l'uni dans le temps).

Exigences esthétiques et environnementales

En site urbain, le revêtement doit répondre aux besoins en matière d'esthétique, mais aussi de structuration de l'espace et d'intégration à l'environnement.



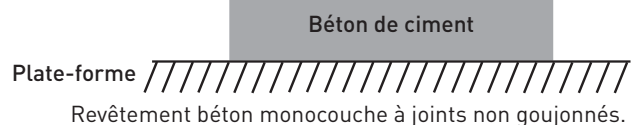
Les exigences esthétiques nécessitent l'utilisation d'un matériau comme le béton, apte à subir de multiples traitements : coloration, texture et forme.

Exigences d'exploitation

En service, le revêtement doit être apte à répondre aux contraintes d'entretien : nettoyage, intervention ponctuelle...

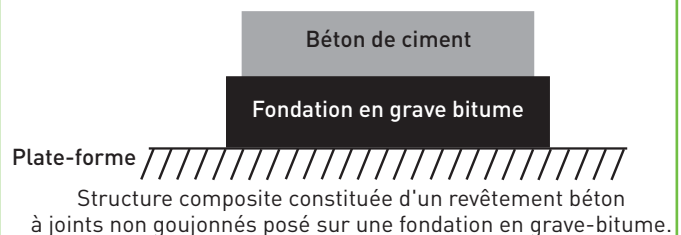
ADÉQUATION DES STRUCTURES BÉTON À LA TYPOLOGIE DES CARREFOURS GIRATOIRES

Le choix des structures s'appuie sur des considérations différentes selon le site et les sollicitations impliquées par le trafic. En ville, et en périurbain, pour des voiries à trafic faible ou moyen, les structures monocouches en béton de ciment à joints classiques sont bien adaptées.

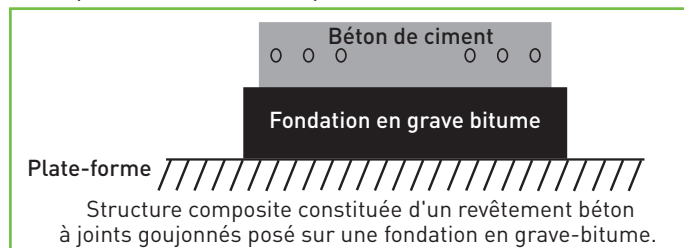


Pour les sollicitations plus fortes, des fondations en matériaux bitumineux sont proposées, de préférence à des bétons maigres.

Cela pour des questions de phasage d'exécution sous circulation, toujours plus aigus en urbain car la ville continue de fonctionner pendant la réalisation des travaux.

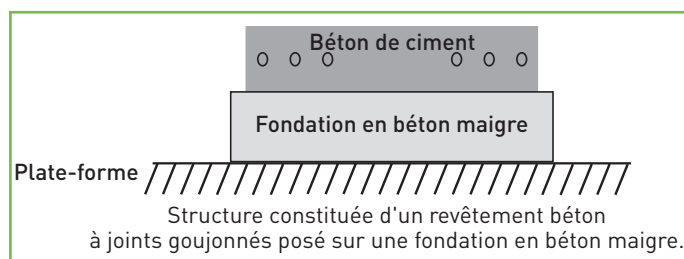
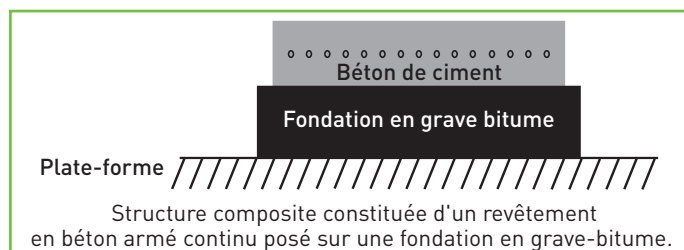


Pour les sollicitations encore plus fortes des axes stratégiques, le recours au béton de ciment goudonné sur support bitumineux est conseillé, sans que cela reflète bien sûr une logique d'exclusivité parmi les potentialités du béton : il faut allier, en effet, des conditions d'exécution particulièrement contraignantes de délai, de phasage, d'exigüité et d'exploitation à une performance mécanique durable.



En rase campagne, on peut souvent mieux aménager les conditions d'exécution pour travailler hors circulation et dans des contraintes de délai normales.

On peut alors avoir recours à la gamme classique de chaussées en béton, pour trafic fort à très fort, comme le béton armé continu posé sur une fondation en grave-bitume (en haut) et le béton de ciment à joints goudonnés sur une fondation en béton maigre (en bas).



CARACTÉRISTIQUES DU BÉTON

Les bétons routiers, comme ceux utilisés pour la réalisation des carrefours giratoires, doivent répondre aux sollicitations répétées du trafic et des effets climatiques : leur résistance à la traction par flexion entre directement en ligne de compte pour le dimensionnement.

Comme tout béton routier, ils doivent contenir un adjuvant entraîneur d'air qui leur confère une résistance élevée vis-à-vis du gel et des effets des sels de déverglaçage. Leur consistance doit être adaptée aux procédés de mise en œuvre du chantier. Ces bétons doivent donc être aussi homogènes et compacts que possible et présenter des caractéristiques mécaniques adéquates.

Le tableau ci-après donne les caractéristiques mécaniques requises de ces matériaux, conformément à la norme NFEN13877-1.

Classification des bétons routiers (norme NF EN 13877-1)

Classe de résistance	Résistances caractéristiques à 28 jours en MPa	
	Compression NF EN 12390-3	Fendage NF EN 12390-6
6	C38	S3,3
5	C32	S2,7
4	C29	S2,4
3	C25	S2,0
2	C20	S1,7
1	C15	S1,3

La composition des bétons doit donc être établie en tenant compte des caractéristiques des matériaux disponibles et des résistances à atteindre.

Les classes 2 et 3 correspondent à des bétons maigres, destinés aux couches de fondation.

Les classes 4 et 5 correspondent à des bétons destinés aux couches de roulement en béton (béton non armé, béton goudonné et béton armé continu). Les classes 1 et 6 sont prévues pour d'autres types d'applications.

RICHESSE DE L'OFFRE STRUCTURELLE

La gamme des bétons et des revêtements est aujourd'hui suffisamment large pour hiérarchiser les exigences et contraintes, et pour offrir toutes les solutions opérationnelles. Sans prétendre à l'exhaustivité, les typologies de structures de chaussées en béton proposées pour la réalisation de carrefours giratoires sont de 4 ordres :

- le revêtement béton à joints non goudonnés, posé sur une fondation en matériaux hydrauliques (grave-ciment, béton maigre) ou hydrocarbonés (grave-bitume) ou sur une couche drainante en grave non traitée (GNT),
- le revêtement béton à joints goudonnés, posé sur une fondation en matériaux hydrauliques (grave-ciment, béton maigre) ou hydrocarbonés (grave-bitume) ou sur une couche drainante en GNT,
- le revêtement en Béton Armé Continu (BAC), posé sur une fondation en matériaux hydrauliques (grave-ciment, béton maigre) ou hydrocarbonés (grave-bitume, béton bitumineux semi-grenu),
- le Béton de Ciment Mince Collé (BCMC), sur fondation en matériaux hydrocarbonés (béton bitumineux, grave-bitume).

REMISE EN CIRCULATION

On peut rétablir une circulation de véhicules lourds lorsque le béton a atteint, *in situ*, 20 MPa en compression.

L'obtention de cette résistance dépend de la formulation et de

la maturité du béton (température).

Dans des conditions normales de température, cela correspond à :

- environ 2 à 3 jours pour les bétons traditionnels,
- environ 18 à 24 heures pour les bétons à performances rapides,
- environ 4 à 6 heures pour les bétons spéciaux à base de ciment alumineux fondu (CA – norme NF P 15-315) ou de ciment prompt naturel (CNP – norme NF P 15-314).

En général, il s'agit d'un béton de ciment classe 5 ou "BC5" conformément à la norme NF P 98-170, avec une résistance en fendage caractéristique à 28 jours de 2,7 MPa. Ce qui correspond à un béton de classe C35/45 conformément à la norme NF EN 206-1.

En outre, des aspects spécifiques complémentaires résultant d'objectifs particuliers sont à considérer pour répondre à des exigences d'ordre esthétique (couleur, forme, texture), d'ordre sécuritaire (structuration de l'espace, identification visuelle des différents composants de la voirie) et d'ordre environnemental (réduction du bruit de roulement, intégration dans le paysage).

LES RÉFÉRENCES

Les carrefours giratoires en béton, réalisés en France depuis une quinzaine d'années, se comportent d'une façon tout à fait satisfaisante, grâce à la compétence de tous les acteurs : maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises et fournisseurs.

Compte tenu des sollicitations particulièrement agressives que subissent ces ouvrages, le béton possède des atouts importants qu'il pourra faire valoir d'autant plus facilement que les carrefours giratoires, réalisés avec d'autres matériaux, présentent souvent des dégradations en surface, incompatibles avec le niveau de service attendu.

Les solutions techniques du béton sont nombreuses : elles apportent une réponse aux exigences multiples des maîtres d'œuvre, soit en travaux neufs, soit en travaux d'entretien d'ouvrages existants.

4 CHANTIERS RÉCENTS

Dans les pages suivantes, vous découvrirez 4 chantiers de giratoires en béton, réalisés courant 2008 en France.

Celui d'Eulmont, premier giratoire en béton de Meurthe-et-Moselle, adopte la technique des dalles goujonnées afin de résister au passage de plus de 9 000 véhicules par jour.

Le giratoire qui matérialise l'entrée de la zone industrielle de la Martinerie, près de Diors dans l'Indre, et la sécurise en "cassant" la vitesse des véhicules.

Celui du Phare (zone industrielle de Bissy) à Chambéry (Savoie), qui concilie bien esthétique et résistance.

Enfin, dans le département de l'Oise, toute une série d'abord de giratoires ont été réalisés en béton coloré dans la masse, puis taloché ou lissé. ■

POUR EN SAVOIR PLUS

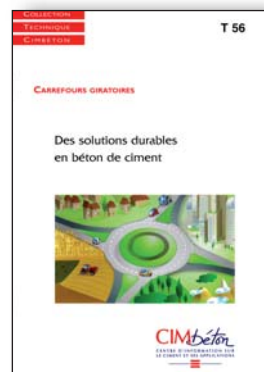
Cimbéton a publié plusieurs documents sur les giratoires, disponibles gratuitement par fax au 01 55 23 01 10, par email à centrinfo@cimbeton.net ou par téléchargement sur le site www.infociments.fr

Carrefours giratoires Des solutions durables en béton de ciment

Ce document de 40 pages fournit toutes les spécificités des carrefours giratoires : typologie, sollicitations...

Il présente les solutions structurelles apportées par le béton, précise leur domaine d'application et dresse un bilan des avantages techniques et économiques de chacune d'elles.

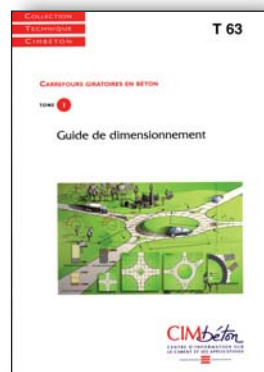
Référence : T 56



Carrefours giratoires en béton Tome 1 Guide de dimensionnement

Cet ouvrage de 72 pages met à la disposition du maître d'œuvre l'ensemble des renseignements utiles pour concevoir et dimensionner un projet de carrefour giratoire en béton.

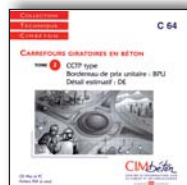
Référence : T 63



Carrefours giratoires en béton Tome 2 CCTP type - BPU - DE

Ce document de 70 pages constitue un cadre pour la rédaction des consultations et des marchés relatifs à la des carrefours giratoires en béton.

Référence : T 64



Le document T 64 ci-dessus existe aussi sous forme de CD pour Mac et PC (fichiers PDF et Word).

Référence : C 64



Eulmont (Meurthe-et-Moselle) : un carrefour giratoire en béton goujonné pour raccorder une nouvelle route départementale à deux autres existantes.

Eulmont : du béton goujonné pour un giratoire soumis à un fort trafic

Premier d'un ensemble de giratoires en béton prévus pour minimiser leur coût d'entretien, celui réalisé à Eulmont, sur la voie nouvelle de la vallée de l'Amezule, adopte la technique des dalles goujonnées afin de résister au passage de plus de 9 000 véhicules par jour.

Comment raccorder une nouvelle route départementale à deux autres existantes ? À cette question, le Conseil général de Meurthe-et-Moselle apporte une réponse simple et efficace en créant, à Eulmont, à quelques kilomètres de Nancy, un carrefour giratoire et deux bretelles de raccordement complétant la future voie principale.

"L'objectif était d'assurer une bonne fluidité du trafic dans des conditions optimales de sécurité, et cela dès la mise en service de la nouvelle route départementale" explique Didier Guilmart, responsable travaux au Conseil général.

Deux hypothèses pour l'appel d'offres : une réalisation soit en béton, soit en enrobés, les entreprises devant proposer une offre technique chiffrée dans chaque domaine.

"Le coût initial n'était pas notre seul critère de choix. Nous voulions aussi tester une solution béton pour ce type de

carrefour, afin de réduire les coûts d'entretien. L'idée fondamentale étant que l'effort financier initial, lié au surcoût lors de la construction, sera compensé par les économies réalisées au fil des ans" précise Didier Guilmart.

Test de différents types de balayages de surface

Le giratoire d'Eulmont préfigure la construction d'autres giratoires en béton en Meurthe-et-Moselle. Il est donc la vitrine de ce vaste projet, en étroite concertation entre le Conseil général, Eurovia Béton, l'agence Eurovia de Ludres et Unibéton pour le réaliser dans les meilleures conditions. "Le cahier des charges était très détaillé : formulation du béton, épaisseur de la dalle, existence de joints goujonnés, aspect de surface... La réalisation de bétons de convenue chez Unibéton et de planches d'essais sur le chantier ont permis de finaliser le projet" commente

Jérôme Thill, conducteur de travaux à l'agence Eurovia de Ludres, mandataire du marché.

"Nous avons proposé de remplacer la désactivation de surface, initialement prévue, par une finition balayée. En effet, la réalisation non mécanisée de ce giratoire aurait pu entraîner des remontées de laitance délicates à maîtriser, alors que cela ne se manifeste pas avec un balayage" signale Pierre Rupp, conducteur de travaux chez Eurovia Béton.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre : Conseil général de Meurthe-et-Moselle

Entreprises : Eurovia (agence de Ludres) et Eurovia Béton

Fournisseur du béton : Unibéton (centrale BPE de Ludres)

Fournisseur du ciment : Ciments Calcia (usine de Couvrot)

“Des planches d’essais spéciales ont donc été réalisées avec différents types de balayages de surface pour trouver la solution la plus appropriée en termes de rugosité, solution qui a été ensuite validée par le maître d’ouvrage” ajoute Jérôme Thill.

■ Du béton prêt à l’emploi livré entre 7 heures et midi

“Etablie à partir du cahier des charges rédigé par le Conseil général, la formulation du béton est celle convenant à une couche de roulement supportant un trafic routier relativement élevé. Nous avons utilisé des granulats alluvionnaires de la Moselle semi-concassés plutôt que des roulés. Autre avantage : en cas de vieillissement de la chaussée, l’adhérence est meilleure. La classe d’exposition du béton a été choisie pour lui permettre de résister au gel et aux sels de déverglaçage” précise Michel Bessedjerari, responsable commercial d’Unibéton, région Est. Située à 25 minutes de route du chantier, la centrale Béton Prêt à l’Emploi de Ludres dispose d’une bonne expertise des bétons de convenance.

Etroitement adaptée aux besoins du chantier, l’organisation de cette centrale a permis d’assurer chaque matin (sauf lorsque la météo était défavorable), pendant trois semaines, un approvisionnement au moyen de 15 à 20 camions-toupies.

Un rythme soutenu devait, en effet, être maintenu car le chantier démarrait à 7 heures et le coulage devait se terminer à midi.

“Qualité oblige, le béton prêt à l’emploi est contrôlé au départ et à l’arrivée de



Le découpage du béton en figures carrées de 5 mètres de côté évite les angles vifs fragiles.



Ci-dessus, les goujons en acier de 3 cm de diamètre et 45 cm de long, positionnés sur des paniers métalliques, attendent la mise en œuvre du béton prêt à l’emploi. Ces paniers permettent de maintenir en place les goujons lors du coulage (à gauche).

chacun des chargements” souligne Michel Bessedjerari.

■ Des goujons en acier sur un chantier hors circulation

Les travaux préparatoires ont été réalisés sur des terres agricoles, échangées contre les tronçons des anciennes routes départementales devenant caducs. Après décaissement sur 80 cm d’épaisseur, une couche de forme de 40 cm de granulats calcaires surmontée d’une couche de fondation de 10 cm de grave-bitume ont été réalisées.

“Le terrain était de bonne qualité quoiqu’un peu argileux. La structure a été calculée pour assurer une bonne portance, avec un point d’arrêt à la fin de chaque couche pour permettre de s’en assurer” commente Jérôme Thill.

Épais de 22 cm, le giratoire en béton couvre une superficie de 3 500 m², comprenant non seulement l’anneau du giratoire, mais aussi 50 mètres de bretelles pour s’y raccorder.

La largeur variable ne permettant pas l’emploi d’une machine à coffrage glissant, le coulage a lieu par bandes (deux par bretelles et deux bandes concentriques pour l’anneau) entre des coffrages assemblés sur place.

Avant coulage, des goujons en acier de 3 cm de diamètre et 45 cm de long sont mis en place sur des paniers métalliques qui les immobilisent selon un pas de 30 cm.

■ Un surfacage réalisé au moyen d’une règle vibrante

“Positionnés dans les futurs joints de retrait-flexion, les goujons sont destinés au bon transfert de charges d’une dalle à l’autre, ce qui assure la viabilité de la chaussée béton dans le temps” précise Pierre Rupp.

Réalisé en une seule passe, le coulage est effectué par une règle vibrante, suivi d’un balayage régulier et de l’application d’un produit de cure.

Puis 6 à 7 heures après le coulage, le sciage sur le tiers de l’épaisseur de la dalle a lieu au niveau des zones goujonnées, soigneusement repérées auparavant. Ces joints sont ensuite élargis par chanfreinage et garnis d’un produit pour joints afin d’assurer l’étanchéité de la dalle. Une pente de 2% vers l’extérieur de l’anneau facilite l’écoulement des eaux pluviales.

La mise en œuvre a évidemment eu lieu en évitant les journées avec fortes précipitations, qui auraient pu modifier l’aspect de surface final.

Enfin, pour minimiser l’entretien, le terre-plein central est végétalisé.

Large de 9 m et d’un diamètre intérieur de 26 m, ce giratoire a été mis en service à la fin de l’été 2008. Aux actuels 9 000 véhicules/jour s’ajouteront tous ceux passant par la future route départementale en voie d’achèvement. D’autres giratoires du même type sont prévus à l’horizon 2011. ■



Diors (Indre) : vue générale du chantier du nouveau giratoire d'un diamètre extérieur de 40 mètres et d'une largeur de voie de 8 mètres.

Diors (Indre) : un giratoire en béton à l'entrée d'une zone industrielle

Remplaçant un ancien carrefour, le giratoire de Diors vient matérialiser l'entrée de la zone industrielle de la Martinerie et la sécurise en "cassant" la vitesse des véhicules. Réalisé en dalles béton goujonnées, il se raccorde à d'usables chaussées en béton datant des années 50.

Construite sur l'emplacement d'une ancienne base militaire de l'Otan, la zone industrielle de la Martinerie, près de Diors dans l'Indre, utilise toujours les chaussées d'origine en béton, inusables après plus de cinquante années de bons et loyaux services.

Seul point délicat : le carrefour d'accès à cette zone industrielle se trouve en fin de ligne droite. D'où l'idée de remplacer ce carrefour par un giratoire

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre : Communauté d'agglomération castelroussine (CAC)

Entreprise :
Setec (groupe Roger Martin)

Fournisseur du béton :
Sodibe (groupe Roger Martin)

Fournisseur du ciment :
Ciments Calcia

pour "casser" la vitesse des véhicules et améliorer ainsi la sécurité de ce site. Autre avantage, une meilleure matérialisation de l'entrée de la zone industrielle grâce à la construction, en parallèle, d'un parking poids lourds muni d'un panneau d'informations. Ce dernier permet aux chauffeurs, arrivant pour la première fois sur ce site, de mieux se repérer, ce qui en fait un gage de sécurité supplémentaire.

"Pour construire ce giratoire, le matériau béton s'est naturellement imposé car il permet de rester en harmonie avec le type de chaussées présent dans la zone. Il a aussi été choisi pour sa robustesse puisqu'il ne subit pas les phénomènes d'orniérage. Avec le passage de 400 poids lourds par jour en moyenne, la résistance était clairement recherchée afin d'avoir le minimum d'entretien. La durabilité attendue est de l'ordre de 50 ans, en se fondant sur l'expérience liée aux chaussées de ce site" explique Pierre-

Alexandre Prime, adjoint technique au service voirie de la Communauté d'agglomération de Châteauroux (CAC). Le diamètre extérieur du giratoire est de 40 m pour une largeur de voie de 8 m. Un bandeau d'un mètre de large en béton balayé entoure l'îlot central, qui est rempli de terre végétale.

Bien soigner les travaux préparatoires

Pour ne pas gêner la circulation, l'entreprise Setec, chargée des travaux, a créé une voie provisoire sur une parcelle voisine lui appartenant. Cela a permis d'isoler l'emprise du chantier pour travailler en toute sécurité et de pouvoir réaliser les travaux en moins de trois mois.

Les anciennes dalles sont en partie rabotées, le reste étant démolí au brise-roches hydraulique, en raison de leur forte résistance due à la présence

de granulats 50/60 contenant de la diorite, roche granitique locale. Acheminés jusqu'à une plate-forme de tri, ces matériaux sont ensuite concassés pour avoir une deuxième vie en remblais.

Après le terrassement et la création des différents réseaux (eaux pluviales, éclairage public...), Setec a mis en place 30 cm de grave non traitée 0/60 dioritique. Puis, après compactage, elle a réalisé une couche de forme de 18 cm de grave 0/20 dioritique enrichie à 7 % de ciment.

"Toutes les bordures – périphérie, îlot central et îlots directionnels – sont coulées en place : cette solution s'avère être la plus résistante et la plus rapide à mettre en œuvre" commente Pierre-Alexandre Prime.

Pour Jean-Claude Cazorla, directeur travaux de l'entreprise Setec : *"Ces bordures sont réalisées à l'aide d'une machine à coffrage glissant, équipée d'un moule spécifique, avec guidage altimétrique et directionnel par fil. Après la prise du béton, des tronçonnages ponctuels servent à volontairement créer des joints de dilatation"*.

Un film polyane est ensuite posé sur toute la surface du giratoire pour isoler le béton de la grave-ciment. Placés à mi-épaisseur des futures dalles béton, des goujons en acier de 2,5 cm de diamètre et 45 cm de long sont régulièrement installés tous les 30 cm. Leur fixation sur des paniers



Les bordures sont réalisées en place avec une machine à coffrage glissant.

métalliques évite tout déplacement lors du coulage du béton.

"Leur plan de calepinage définit des éléments trapézoïdaux dont les côtés parallèles font respectivement 3 m et 5 m au maximum" précise Pierre-Alexandre Prime. Pour repérer leur emplacement après coulage, un simple trait à la craie sur les bordures et les coffrages suffit.



Après mise en place du polyane, les goujons fixés sur leurs paniers sont posés à l'emplacement des futurs joints.

Une réalisation effectuée par demi-chaussée

Confectionné par l'entreprise Sodibe, le béton est acheminé sur le chantier par camion-toupie. Il est déversé soit directement, soit à l'aide d'une pompe pour les parcelles moins facilement accessibles. Après répartition, le réglage a lieu manuellement à l'aide d'une règle vibrante s'appuyant sur les coffrages et les bordures.

L'emploi d'une machine routière n'était pas envisageable en raison des courbes du chantier et de la présence de goujons. Après un balayage superficiel pour donner sa texture rugueuse à la surface de roulement, la pulvérisation d'un produit de cure donnera la certitude d'une prise homogène. Réalisé par demi-chaussée de 20 cm d'épaisseur, le chantier avançait à une cadence moyenne de 300 m² par jour.

Dès le lendemain, après décoffrage, l'entreprise vient scier la dalle sur le tiers de son épaisseur dans l'axe des paniers de goujons. Ces joints sont ensuite garnis à l'aide d'un polymère. Suit le brûlage de la bande de polystyrène de 6 mm d'épaisseur qui avait été interposée entre la dalle et ses différentes bordures afin de faciliter la dilatation du béton. Elle est



La règle vibrante prend appui sur les coffrages et les bordures.

ensuite remplacée par un joint réalisé avec le même polymère.

Une mise en circulation extrêmement rapide

"La mise en circulation du giratoire a eu lieu deux jours seulement après le sciage, dès que les 20 MPa à l'écrasement ont été atteints" souligne Pierre-Alexandre Prime.

Pour Setec, ce chantier innovant ne présentait pas de réelle difficulté technique. *"Le plus délicat était le tirage de la dalle à la règle vibrante, surtout en entrée et sortie de giratoire en raison de la largeur variable de la voie"* signale Jean-Claude Cazorla.

Autre point délicat : le raccordement à l'existant. *"Les anciennes dalles de la chaussée en béton sont vraiment très résistantes. Percer des trous de 3 cm de diamètre tous les 33 cm, pour y insérer les goujons de raccordement avec la nouvelle dalle avant de les sceller, n'était pas une mince affaire! Sans compter qu'au niveau du parking le long de la voie, ces percements avaient lieu sur 150 m de longueur. À noter enfin que, côté giratoire, les goujons ont été lubrifiés pour laisser une certaine liberté de mouvement aux nouvelles dalles"* conclut Jean-Claude Cazorla.



Le béton balayé donne sa texture anti-dérapante à la couche de roulement.



Chambéry (Savoie) : le béton de la chaussée du giratoire du Phare a été coulé en seulement 2 jours et la remise en circulation a pu être effectuée 4 jours plus tard.

Giratoire en béton du Phare (Chambéry) : concilier esthétique et résistance

Desservant un nouvel équipement à vocation sportive, culturelle et commerciale ainsi qu'une zone industrielle, le carrefour giratoire du Phare devait répondre à des exigences semblant contradictoires : séduire les piétons avec des trottoirs sablés et supporter le passage des poids lourds avec une chaussée renforcée.

Situé à Bissy (Savoie), à proximité des grands axes routiers et ferroviaires, mais aussi guère loin du centre-ville de Chambéry, le Phare est un nouveau site, à vocation pluridisciplinaire : cet équipement accueillera, en effet, concerts, spectacles, foires et salons. Il a d'ailleurs donné son nom à la zone industrielle avoisinante.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage :

Communauté d'agglomération de Chambéry Métropole

Maîtrise d'œuvre : Sitétudes

Entreprise : Sols Alpes

Fournisseur du béton :

Béton Rhône-Alpes Chambéry (groupe VICAT)

Fournisseur du ciment :

VICAT Ciment

"L'ancien carrefour giratoire en enrobé était vraiment en piteux état : il souffrait d'un fort orniérage dû au passage répété des poids lourds se rendant à la zone industrielle" explique Georges Bonilla, responsable de l'agence Sitétudes de Chambéry.

Le nouveau giratoire était initialement prévu en BCMC (béton de ciment mince collé), une technique qui consiste à décaper l'ancienne couche superficielle d'enrobés, tout en gardant son assise, avant d'y coller un béton de roulement. *"Le rabotage a révélé que la structure résiduelle de 15 à 16 cm de grave n'était pas uniforme. Sur ce véritable patchwork, impossible de réaliser sérieusement un BCMC. La solution de refaire le giratoire en enrobés a vite été abandonnée au profit du béton, en raison de son endurance, de sa capacité à ne pas subir d'orniérage et de sa rapide remise en circulation"* précise Georges Bonilla.

Pour la chaussée, les calculs se sont fondés sur l'hypothèse d'un trafic moyen de 400 poids lourds/jour.

La première approche était de mettre en œuvre 24 cm de béton sur 16 cm de grave-bitume mais, compte tenu de l'épaisseur totale, cette solution était un peu trop onéreuse. Une solution toute aussi performante, mais plus économique, a été retenue : un béton de chaussée de 27 cm d'épaisseur, surdosé en ciment (410 kg/m³) pour résister au passage des camions.



Déversé directement du camion-toupie, le béton a été coulé le matin.

FORMULATION DU BÉTON (POUR 1 M³)

**Ciment CEM I 52.5 N CE PM-ES-CP2
NF C35 0/20 S3 XF4 : 410 kg**

Sable 0/4 : 670 kg

Grave 4/10 : 365 kg

Grave 10/20 : 720 kg

Superplastifiant

Entraîneur d'air

**Résistance à la compression
à 28 jours : 49,5 MPa**

**Résistance au fendage à 14 jours :
4,2 MPa**

Un calepinage en forme de toile d'araignée

Soigneux, le calepinage des futurs joints de la chaussée du giratoire adopte un aspect proche de celui d'une toile d'araignée. Cette approche rationnelle permet d'obtenir des éléments trapézoïdaux dont le plus grand côté ne dépasse pas 6 m. Une pente de 1 à 2% vers l'extérieur de l'anneau est prévue, afin de favoriser l'évacuation des eaux pluviales vers les caniveaux périphériques.

Dans un but esthétique, les trottoirs adoptent la même teinte que la partie circulée. La formulation du béton est donc la même que celle de la chaussée, mais avec un dosage moindre en ciment (330 kg/m³) puisque le niveau de performance demandé est moins élevé. Totalisant un linéaire de 1000 m, les bordures de dimension 25x30 cm semblent invisibles grâce à une astuce constructive: elles sont, en effet, chaînées en continu et coulées en place. Le treillis soudé des trottoirs s'y raccorde et les bordures servent de coffrage : le trottoir semble ainsi les prolonger. De l'autre côté, les caniveaux sont eux aussi coulés en place, avant la réalisation de la partie circulée.

Le béton a séché pendant le week-end du 15 août !

"Après avoir décaissé l'ancien giratoire jusqu'à la cote - 27, nous avons mis en place un joint de dilatation axial pour couper le giratoire en deux zones. Le coulage du béton prêt à l'emploi (BPE) intervenant sur deux jours consécutifs,



Chaque jour est réalisée une demi-chaussée du giratoire.

par demi-chaussée, cela permet de maintenir la circulation sur l'autre moitié pendant la majeure partie du chantier. Ce joint est matérialisé par une cornière métallique en L, de 27 cm de haut sur 20 cm de base" signale Sébastien Thiercé, ingénieur travaux dans l'entreprise Sols Alpes.

Ont été ajoutés, tous les 30 cm, des goujons métalliques de 45 cm de long, placés sur l'axe des joints de dilatation mentionnés sur le calepinage. Ils sont maintenus en place par des paniers-supports fixés au sol. Les arêtes en béton sont réalisées à l'aide de plats en acier de 8 cm de long sur 5 mm d'épaisseur, avec des pattes de scellement côté béton.

"Acheminé le matin depuis notre centrale de BPE, le béton de la chaussée a été coulé en deux jours seulement : les 13 et 14 août. Une fois le béton du demi-giratoire mis en place, il est réglé puis lissé à l'hélicoptère pour obtenir une surface parfaitement uniforme. La pulvérisation d'un produit de cure vient ensuite éviter un séchage trop rapide du béton en surface. Le sciage a lieu le soir même sur le tiers de l'épaisseur de la chaussée, selon le calepinage prévu pour les joints" souligne Mathieu Carbon, responsable Bétons Spéciaux chez BRA Chambéry - secteur Savoie (groupe VICAT).

Au niveau des trottoirs, le sciage intervient tous les 4 mètres, des joints de dilatation étant aussi prévus tous les 20 m. Le trait de scie se poursuit au niveau des bordures et des caniveaux. Après avoir tiré profit du long week-end du 15 août pour donner au béton trois jours pleins pour sécher, il a été possible de réouvrir le giratoire à la circulation le lundi 18 août.



Sablées en même temps que les trottoirs, les bordures sont quasi invisibles.

"Dès 6 h du matin, nous étions sur place pour nous assurer que les mesures de résistance à la traction par fendage atteignaient bien les 2,7 MPa requis après 3 jours. Aucun problème: les performances mécaniques obtenues dépassaient confortablement celles prévues" confie Sébastien Thiercé.

Trottoirs en béton sablé et chaussée en béton grenailé

À l'origine, l'ensemble du projet était prévu en béton sablé, mais le choix d'une finition grenailée pour la chaussée a été préféré : elle apporte, en effet, une texture plus rugueuse et offre une meilleure adhérence aux véhicules.

Le sablage des 1200 m² de trottoirs et bordures a eu lieu entre 48 h et 5 jours après le coulage : sabler les deux en même temps a permis de rendre les bordures quasiment invisibles.

Enfin, pour le grenailage des 800 m² de chaussée en béton, il a fallu attendre que la surface ait atteint sa dureté maximale: cette opération s'est déroulée trois semaines plus tard, sous circulation, et a duré trois jours. ■



Le calepinage des joints de la chaussée dessine une sorte de toile d'araignée.

Du béton coloré dans la masse pour les îlots centraux et les séparateurs de voies de 5 giratoires de l'Oise

Le Conseil Général de l'Oise vient de lancer une campagne de modernisation de ses giratoires. Si, bien sûr, la sécurité est la priorité de ces interventions, l'esthétique n'a pas été oubliée pour autant.

Voilà pourquoi les îlots centraux et les séparateurs de voies de ces giratoires bénéficient d'un traitement de faveur avec l'emploi d'un béton coloré.

Le choix du coloris s'est effectué à l'aide d'échantillons puis de planches d'essais. Confectionné en centrale de BPE à partir d'un ciment clair, il est teinté dans la masse avec des pigments minéraux blancs et jaune, à hauteur de 5 % du poids de ciment.

Cette technique permet d'obtenir une teinte pérenne et parfaitement homogène. "La formulation du béton prêt à l'emploi est la même pour tous les sites, à ceci près qu'à chaque fois on



Auneuil
Site : RD 981
Type : Modification carrefour existant
Surface : 23 m² - Finition : béton taloché

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre : Conseil général de l'Oise

Entreprise :
Eurovia (agence de Beauvais)

Fournisseurs du béton :
Holcim Bétons (France) - Région Nord

Fournisseur du ciment :
Holcim Ciments



Therdonne - Site : RD 12 - Type : Modification carrefour existant
Surface : 23 m² - Finition : béton taloché

a employé des granulats locaux. Pour obtenir un tel produit haut de gamme, il faut faire preuve d'une grande vigilance, tant au niveau de la centrale que du transport et de la mise en œuvre" explique Guillaume Fourmaux, agent technico-commercial chez Holcim Bétons (France) - Région Nord - Secteur Oise.

Enfin, il faut noter qu'au niveau de la finition, tous ces bétons colorés dans la masse ont été talochés, sauf celui de Beauvais qui a été lissé. ■



Nanteuil-le-Haudouin
Sites : RD 84 et RD 922
Type : modification de quatre carrefours existants - Surface : 23 m² chacun
Finition : béton taloché



Ressons-sur-Matz
Site : RD 82 - Type : Modification carrefour existant - Surface : 25 m²
Finition : béton taloché



Beauvais
Site : RD 927 (sud-ouest)
Type : Modification carrefour existant
Surface : 23 m² - Finition : béton lissé



Cergy-Pontoise (Val d'Oise) : le bassin de 12 000 m² situé au pied de l'amphithéâtre est bordé d'un cheminement en béton désactivé ocre et d'un couronnement en béton blanc préfabriqué.

Axe majeur de Cergy-Pontoise : des bétons blancs architectoniques et des bétons désactivés ocres pour une œuvre exceptionnelle

Avec la réalisation du bassin et de l'amphithéâtre, et la poursuite de la construction de la passerelle, l'Axe majeur de la ville nouvelle de Cergy-Pontoise prend son aspect presque définitif. Pour cette majestueuse promenade de 3,2 km composée de 12 "stations" ou séquences successives (*), l'artiste Dani Karavan a voulu un axe continu dont le revêtement est un béton architectonique blanc. Et pour les cheminements annexes, il a choisi un béton désactivé ocre rappelant un sol stabilisé.

Au début des années 80, pour incarner l'identité de la ville nouvelle de Cergy-Pontoise, l'Établissement public d'aménagement avait retenu le projet d'Axe majeur de l'artiste israélien Dani Karavan, bien connu dans le monde pour ses sculptures monumentales en milieu urbain et naturel (voir encadré page 17). Des travaux avaient alors été réalisés, mais avaient dû être interrompus par manque de financement. La Communauté d'agglomération de Cergy-Pontoise, qui a repris en 2004 la maîtrise d'ouvrage du projet, a décidé

de poursuivre le parcours en aménageant trois nouvelles "stations" : le bassin, l'amphithéâtre et sa scène, la passerelle métallique.

Un bassin pour intégrer l'Oise à la promenade

L'idée centrale de ces trois "stations" était de lier fortement l'Oise, dont la boucle est l'un des symboles de la ville nouvelle, à l'ensemble de la promenade.

Pour cela, Dani Karavan a imaginé un bassin architectural de 12 000 m² qui

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage : Communauté d'agglomération de Cergy-Pontoise

Maîtrise d'œuvre :

Safege/Base Paysagiste

Concepteur sculpteur :

Atelier Dani Karavan

Entreprises : Semen TP

(groupe Charier) avec Aqua Petra pour le béton désactivé

Fournisseur pour les dalles

préfabriquées de béton blanc :

Celtys (groupe Queguiner)

Fournisseur du béton désactivé :

Unibéton (Italcementi Group)

Fournisseur du ciment :

Ciments Calcia

(*) Tour du Belvédère, place des colonnes, parc des impressionnistes, esplanade de Paris, terrasse, jardins des Droits de l'Homme, amphithéâtre, bassin et scène, passerelle, île astronomique, pyramide et carrefour du Ham.

pénètre à l'intérieur de l'Axe majeur. Ouvert directement sur l'Oise, il est doté d'un seuil immergé (-20 cm) réalisé en palplanches, ce qui permet une parfaite continuité visuelle. Ce bassin a 146 m de long, 86 m de large et 1 m de profondeur. Il est divisé en deux parties par une digue centrale de 5 m de large, servant de support à la passerelle qui le surplombe.

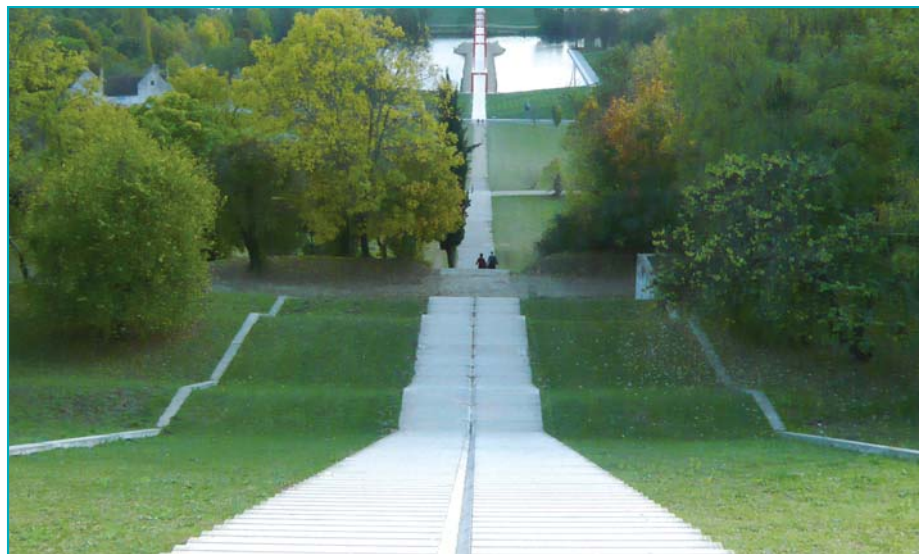
Et pour que ce bassin puisse accueillir des spectacles en plein air (concerts, théâtre, ballets...), une scène circulaire de 13 m de rayon a été construite. Revêtue de bois, elle possède une partie qui s'avance au-dessus du bassin et une autre dans l'amphithéâtre.

Surplombant la scène et dominant l'Oise et la perspective vers Paris, l'amphithéâtre est encastré dans la pente naturelle du coteau. Formant un demi-cercle de 43 m de rayon, il a une capacité de 3 000 places avec une partie basse en gradins semi-minéralisés de 600 places et une partie haute en talus végétalisés. Dernière "station" : la poursuite de la construction de la passerelle métallique rouge. Un premier tronçon de 78 m franchissant l'Oise avait été réalisé en 2001, maintenant prolongé en rive droite de l'Oise sur une longueur de 192 m et surplombant le bassin, la scène et l'amphithéâtre. À terme, cette passerelle doit aboutir sur l'île astronomique qui est l'une des douze "stations" de la promenade.

Béton blanc préfabriqué venu de Landivisiau

"Les différents travaux de cette importante séquence de l'Axe majeur ont été menés de front et ont duré plus de deux ans, de juin 2006 à juillet 2008. Deux types de bétons sont largement présents et visibles : un béton blanc architectonique et un béton désactivé de couleur ocre", indique Laurent Giquel, chargé des opérations au sein de la Direction de la maîtrise d'ouvrage (Communauté d'agglomération de Cergy-Pontoise).

Dès la conception de l'Axe majeur, Dani Karavan a voulu que l'allée principale et la passerelle soient revêtues de



Vue générale de l'ensemble de la promenade en béton architectonique blanc : à l'arrière-plan l'Oise et au centre la passerelle métallique rouge surplombant le bassin.

dalles préfabriquées en béton blanc de 3,60 m x 1,80 m et de 20 cm d'épaisseur, formulées à partir d'un ciment CEM I 52,5 blanc et de granulats 4/6 Delhommeau et 0/2 quartz.

Conducteur de travaux chez Semen TP (groupe Charier), titulaire du marché (hors passerelle), Benjamin Odin précise : "Outre la quarantaine de dalles sur le cheminement principal (230 m²), nous avons également mis en œuvre du béton blanc préfabriqué pour les couronnements en L des berges du bassin (445 m² en horizontal et 480 m² en

vertical) et pour l'aménagement de l'amphithéâtre : des gradins (280 m² visibles), deux escaliers de chaque côté de la passerelle et trois autres intégrés aux gradins (147 blocs marches). Ces éléments préfabriqués pouvaient peser jusqu'à 3 tonnes et il était très délicat de les manipuler sur un terrain souvent gorgé d'eau".

La réalisation de toutes les dalles béton préfabriquées a été menée par Celtys (groupe Queguiner), une entreprise basée à Landivisiau dans le Finistère et spécialisée notamment dans les bétons architectoniques.

"Pour ce genre de commande exceptionnelle, le maître d'ouvrage a eu raison d'être très exigeant : nous avons dû faire plusieurs essais avant d'avoir son accord. Notons que ces produits, très pondéreux mais à forte valeur ajoutée, supportent un coût élevé de transport par camions sur 600 km",



Le passage piétonnier de la passerelle métallique qui surplombe le bassin est réalisé en dalles de béton blanc de 3,60 m sur 1,80 m et de 20 cm d'épaisseur.

FORMULATION DU BÉTON DÉSACTIVÉ (POUR 1 M³)

Ciment CEM I/A 52,5 : 370 kg
Filler : 30 kg
Sable 0/4 R : 560 kg
Sable 0/4 SC : 283 kg
Granulats 6/20 SC : 950 kg
Plastifiant : 0,2 %
Entraîneur d'air : 0,25 %
Fibres synthétiques : 900 g
Colorant jaune : 5 kg



Mise en place des dalles béton préfabriquées des gradins de l'amphithéâtre.

confirme Jean-Christophe Marquet, responsable de la commercialisation de la préfabrication chez Celtys.

■ Du béton désactivé à la place de sable stabilisé

Pour les esplanades et les allées annexes, Dani Karavan souhaitait un revêtement de couleur ocre qui rappelle la terre stabilisée. C'est pourquoi les premières stations avaient été réalisées avec un sable stabilisé ocre, traité à la chaux. Mais, hélas, ce revêtement s'est rapidement détérioré en raison des agressions de l'eau et de l'usage qu'il supportait, notamment lors d'événements organisés sur les esplanades.

"Lorsqu'en 2005 il a fallu refaire totalement le revêtement de la place des colonnes, nous avons proposé un béton désactivé qui donne la même impression visuelle qu'une terre stabilisée, tout en assurant une durabilité et une stabilité meilleures. Dani Karavan ayant été



Coulage du béton désactivé ocre le long des couronnements du bassin.

satisfait du résultat, il a été décidé de traiter ainsi tous les cheminements du bassin et de l'amphithéâtre. Et même si l'investissement de départ est plus élevé, le coût global reste compétitif car il y a très peu d'entretien", précise Laurent Giquel.

La fabrication de ce béton a été réalisée par Unibéton, tandis que sa mise en œuvre a été assurée par Aqua Petra, entreprise sous-traitante de Semen TP qui fait également partie du groupe Charier. Le béton arrivait par camions-toupies de la centrale, où il était coloré par adjonction d'oxyde de fer. Au total, 230 m³ ont été mis en œuvre selon les règles de l'art de cette technique : coulage dans les coffrages, tirage à la règle, application d'un produit désactivant à faible force d'attaque donnant au béton un aspect fin, presque gommé, et permettant de faire apparaître les cailloux, enfin rinçage à haute pression.

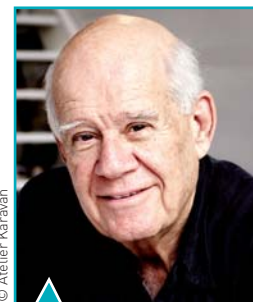
Pour François Danconnier, directeur d'Aqua Petra : *"Le maître d'œuvre avait deux exigences particulières. D'une part, il voulait qu'autour du bassin le béton désactivé ocre affleure le béton blanc préfabriqué des couronnements. D'autre part, il souhaitait que les granulats ne soient pas trop saillants sur les cheminements".*

À noter que la mise en œuvre du béton désactivé sur les deux escaliers, situés de part et d'autre de l'amphithéâtre, a nécessité une préparation et un mode de coulage spécifiques.

■ Organisation rigoureuse pour chantier hors normes

"Les principales difficultés de ce chantier ont été de trois ordres. D'abord, il fallait assurer une très bonne coordination dans l'intervention de chaque corps de métier : terrassement, génie civil et charpente métallique. Puis gérer les travaux de terrassement et le positionnement des engins, en tenant compte de la présence des sols gorgés d'eau. Enfin, maîtriser l'évacuation et le transport des matériaux excédentaires. Une fois ces difficultés réglées, nous avons alors pu nous consacrer à l'essentiel : mettre en valeur la beauté des bétons, afin de rendre ce site exceptionnel", conclut Benjamin Odin. ■

INTERVIEW



© Atelier Karavan

Dani Karavan

« Dans mon œuvre, le béton blanc tient une place essentielle »

"L'Axe majeur est un projet global qui est resté identique depuis sa conception il y a plus de trente ans. Dès l'origine, je voulais que le béton blanc, symbole de pureté, soit le matériau de base de toute cette promenade sculptée. On le retrouve donc presque partout : escalier, amphithéâtre, revêtement de la passerelle, couronnements du bassin et de la scène.

Ce matériau tient maintenant une place essentielle dans mon œuvre. Le béton blanc étant délicat à fabriquer et à mettre en œuvre, j'ai été très bien conseillé par Jean-Pierre Aury, grand expert du béton architectonique.

Et l'entreprise Celtys a parfaitement répondu à nos demandes, parfois très exigeantes.

Enfin, je suis également très satisfait du béton désactivé qui, grâce à sa couleur et sa texture, donne une impression de sol vraiment naturel".



© Atelier Karavan



Egletons (Corrèze) : coulage de la dalle béton de 20 cm d'épaisseur, destinée à la remise aux normes de la station service de l'aérodrome.

Un chantier-école de mise aux normes de la station service d'un aérodrome

Remettre aux normes la station service de l'aérodrome d'Egletons pouvait paraître un chantier-école bien banal aux étudiants Techniciens Supérieurs Travaux Publics du lycée Pierre Caraminot d'Egletons. Mais ils se sont vite rendus compte que ce projet était plus complexe qu'il n'y paraissait. Pour finalement être très fiers de l'avoir réalisé. Une expérience qui a montré à tous qu'il n'y pas de "petit" projet.

"Même s'il peut paraître modeste, ce projet avait plusieurs aspects techniques très formateurs", explique Michel Boulègue des Services techniques de

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maître d'ouvrage : Municipalité d'Egletons - Aéroclub d'Egletons
Maître d'œuvre : Services techniques de la Municipalité d'Egletons ; étudiants Techniciens Supérieurs Travaux Publics du lycée Pierre Caraminot d'Egletons
Fournisseur des tuyaux, gaines, séparateur et système d'alarme : Frans-Bonhomme (Brive)
Fournisseur des bordures P1 : Point P Egletons
Fournisseur du Béton Prêt à l'Emploi : Entreprise Bredèche
Fournisseur du ciment : VICAT Ciment

la Municipalité d'Egletons. "C'est pourquoi, il nous a paru intéressant de le proposer comme chantier-école aux étudiants Techniciens Supérieurs Travaux Publics du lycée Pierre Caraminot. Une initiative que nous prenons chaque fois que c'est possible, car la Ville est très attachée à ce partenariat toujours très positif".

Les travaux ont porté sur des réalisations en cohérence avec la formation donnée aux étudiants :

- Une dalle en béton, sur laquelle stationneront les avions pour faire le plein, ainsi que les camions-citernes. La fonction de cette dalle est de collecter les fuites d'hydrocarbures qui peuvent arriver lors des opérations de remplissage des réservoirs d'avions ou de la cuve. Il fallait donc des formes de pente intérieures pour diriger les eaux vers un déboureur-

séparateur d'hydrocarbures. De plus, pour ne pas surcharger ce séparateur, les formes de pente extérieures devaient diriger les eaux pluviales des surfaces périmétriques vers le réseau existant.

- La fourniture et la pose d'un déboureur-séparateur.
- La modification des réseaux humides et le déplacement des réseaux secs.
- La délimitation par bordures béton P1 et l'aménagement de la zone de stockage.
- Des travaux de réhabilitation de la zone stockage-pompe.

L'importance des études de conception et de coût

Le projet s'est déroulé en deux phases. La première portait sur l'état des lieux et les études de conception et de coût

(janvier-mai 2008); la seconde sur la finalisation du projet (septembre) et les travaux (octobre).

"Pour ce chantier-école, il était vraiment très formateur que nos étudiants comprennent combien l'état des lieux et les études de conception sont souvent largement aussi importants que les travaux eux-mêmes", expliquent Alain Meilhac et Claude Genier, leurs enseignants. *"C'est pourquoi, pour cette première phase, les 30 étudiants ont travaillé, par groupe de trois à quatre, lors des séances hebdomadaires de projet, à raison de 8 heures par semaine".*

L'état des lieux portait sur les relevés topographiques concernant l'altimétrie et la planimétrie, la localisation des réseaux enterrés, la production du plan d'état de lieux et des plans d'exécution du projet sur logiciel DAO.

Pour les études de conception, les étudiants ont recherché les normes de sécurité applicables aux stations service d'aérodrome, réalisé l'étude d'avant-projet des travaux, consulté des fournisseurs de matériaux et de loueurs de matériels et, enfin, estimé le coût des travaux.

Puis, la Municipalité a donné son accord pour lancer les travaux à la rentrée scolaire.

En septembre, toujours par petits groupes, les étudiants ont préparé le chantier : analyse des risques et rédaction du PPS (Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé); plan d'installation de chantier et de circulation ; mesures de tri sélectif ; rédaction de fiches de contrôles qualité (altimétrie, bétonnage) ; planification et organisation des travaux, et enfin commandes des matériaux.

Une dalle en béton avec des contraintes spécifiques

Enfin, vint le moment tant attendu du chantier (6-17 octobre). Les étudiants sont intervenus par demi-classe (8 h/jour du lundi au vendredi), l'autre demi-classe étant en cours. La semaine suivante, les groupes ont permuté. Chaque jour, un chef d'équipe organisait les tâches d'exécution, contrôlait les livraisons, faisait le compte rendu.



Un caniveau de 4 m de long collecte les eaux de la dalle et les évacue vers le séparateur, via un tuyau PVC.

"Compte tenu de la relative planéité de la zone sur laquelle la dalle béton devait être réalisée et des contraintes liées à l'accès des avions et à l'écoulement des eaux, l'implantation altimétrique de la dalle a demandé aux étudiants un travail de précision pour le réglage du fond de forme et des formes de pente", précise Alain Meilhac. Une fois le fond de forme compacté, une couche de fondation en grave de 15 cm d'épaisseur a été réalisée.

La dalle en béton de 100 m² possède une épaisseur de 20 cm et est armée de deux nappes de treillis soudé à mailles carrées. L'espacement des nappes est assuré par des chaînages normalisés tous les 75 cm. L'enrobage est de 4 cm. La rive de dalle est coffrée. Un caniveau de 4 m de long collecte les eaux de la dalle et les évacue vers le séparateur via un tuyau PVC. Le Béton Prêt à l'Emploi [C30/37 XA1 D16 S2] formulé par la centrale de l'entreprise Bredèche d'Egletons a été coulé et vibré par deux aiguilles de 60 mm. Sa surface a ensuite été balayée pour la rendre anti-dérapante.

Pour mettre en place le séparateur-débourbeur équipé d'un système d'alarme optique et acoustique, une fosse de dimensions 4 x 3 x 1,75 m a été réalisée avec un lit de pose en sable 0/4. Pour les réseaux : pose de fourreaux avec grillage avertisseur pour l'alimentation de la pompe distributrice de carburant, la sonde d'alarme du séparateur et la sonde de niveau de la cuve.

Enfin, pour répondre aux normes et améliorer aussi l'étanchéité des installations, des travaux annexes ont été réalisés : bordures, cunette, couverture, puisard...

TROIS ÉTUDIANTS TÉMOIGNENT

Elodie Planeix : *"Bien que fille, je rêve d'exercer ce métier depuis mon enfance, mes parents ayant une entreprise de TP. Ce chantier a montré qu'il y a toujours des adaptations à faire sur le terrain, même si les études sont indispensables".*

Jean-Christophe Desqueux : *"Ayant déjà une expérience professionnelle, ce qui m'a passionné c'est le travail en équipe. C'est pourquoi j'aspire à devenir chef de chantier. Ce projet nous a permis de bien consolider notre groupe. On est fier du résultat".*

Karim Maamatou : *"Ce chantier a été passionnant à étudier et à réaliser. Tout en nous permettant de mettre en pratique ce qu'on apprend de manière théorique, il nous a montré combien la phase "Étude et calcul" est essentielle pour mener à bien un projet".*

Sensibilisation particulière aux normes QSE

"Dans l'enseignement du lycée Pierre Caraminot, le respect des normes QSE (Qualité Sécurité Environnement) est l'un des grands axes de la formation des étudiants", conclut Alain Meilhac. *"Ainsi, outre la mise en place des procédures de tri sélectif des matériaux, une attention toute particulière a été demandée pour la matérialisation des zones de stockage des matériaux et leur rangement a été vérifié chaque jour".*

Enfin, le 9 décembre 2008, une petite cérémonie a été organisée par la Municipalité d'Egletons pour la réception des travaux : le pot de l'amitié a réuni intervenants et étudiants. Tous heureux d'avoir vécu cette belle aventure. Même si la fête a eu lieu sous une pluie battante... ■



9 décembre 2008 : inauguration des travaux... sous une pluie battante.



Remue-méninges

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

Capacité maximum d'un entonnoir

Pour fabriquer un cône, il n'y a pas plus simple : dans un disque en fer blanc de rayon R donné, on découpe un secteur correspondant à un angle α et on le retire. Le cône est obtenu en incurvant la partie restante du disque et en collant les deux bords libres laissés par le secteur découpé.

Question : quelle doit être la valeur de α pour que le cône ait la capacité maximale ?



Solution du Remue-méninges de Routes N°106 : Carré magique
Rappel du problème posé : démontrer que "De toutes les formes rectangulaires, le carré possède le périmètre minimum pour une surface donnée, et la surface maximum pour un périmètre donné".

Solutions :

1 - Le carré possède le périmètre minimum pour une surface donnée

Considérons un rectangle et soient "x" et "y" les longueurs de ses côtés. La surface du rectangle est égale à "x.y" et son périmètre est égal à "2 (x + y)".

Le périmètre est minimal lorsque la somme "x + y" est minimale. La surface "x.y" étant donnée, donc constante, la somme (x + y) est minimale lorsque x = y. Par suite, le rectangle recherché est un carré.

2 - Le carré possède la surface maximum pour un périmètre donné

Considérons un rectangle et soient "x" et "y" les longueurs de ses côtés. Le périmètre du rectangle est égal à "2 (x+y)" et sa surface est égale à "x.y".

La surface est maximale lorsque le produit "x.y" est maximal, donc lorsque le produit "4x.y" ou "2x.2y" est maximal. Le périmètre "2 (x + y)" ou "2x + 2y" étant donné, donc constant, le produit (2x.2y) est maximal lorsque 2x = 2y, donc x = y. Par suite, le rectangle recherché est un carré.



Agenda

Journées techniques Cimbéton 2009

Nous vous informons que Cimbéton organise des journées techniques sur les thèmes du **Traitement des sols et du Retraitement des chaussées aux liants hydrauliques**. Elles se dérouleront à Lille (27 mai), Toulouse (23 septembre), Clermont-Ferrand (20 octobre) et Caen (9 décembre).

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^e édition du Symposium TREMTI sur le Traitement et le Retraitement des Matériaux pour Travaux d'Infrastructures aura lieu au Guatemala, dans l'hôtel "Casa Santo Domingo" de la ville d'Antigua.

Pour en savoir plus : www.iccg.org.gt

3^{er}
Simposio
Internacional



11^e Symposium International de la Route en Béton - 13-15 octobre 2010 à Séville (Espagne)

Le 11^e Symposium International de la Route en Béton, dont la précédente édition avait eu lieu à Bruxelles en septembre 2006, se tiendra en octobre 2010 à Séville. Thème choisi : "The answer to new challenges - La réponse à de nouveaux défis".

Pour en savoir plus : www.2010concreteroads.org



Vient de paraître

Les dallages industriels en béton

Analyse et prescription

Ce document de 96 pages est destiné aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, assureurs, architectes, bureaux d'études, bureaux de contrôle et entrepreneurs.

Il propose :

- une aide à la prescription,
- des conseils pour la réalisation,
- de sensibiliser les acteurs de la construction sur l'importance du rôle d'un dallage (extérieur ou intérieur) dans le secteur des bâtiments d'activité (entrepôts et plates-formes logistiques, industrie et commerce, quais de chargement)
- d'attirer l'attention sur les conséquences du non-respect des règles.

Référence : B 96

Ce document est disponible gratuitement auprès de Cimbéton par fax au 01 55 23 01 10, par email à centrinfo@cimbeton.net ou par téléchargement sur le site www.infociments.fr

