



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 rocades 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 structurelles

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



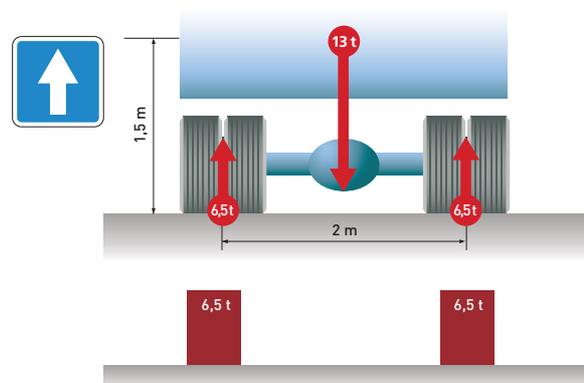
Dégradations superficielles observées sur les voies d'accès : arrachement des gravillons, plissement des couches de surface et départ en plaques.

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.

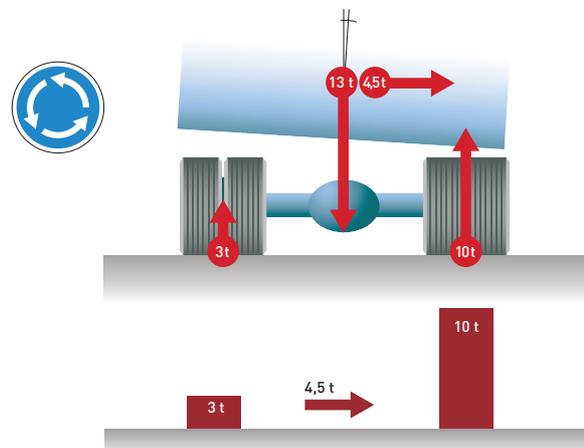


Dégradations structurelles observées sur les carrefours giratoires : faïençage et orniérage des couches de surface.

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.

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.



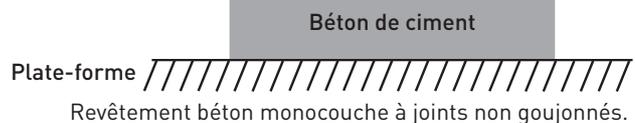
Les exigences esthétiques nécessitent l'utilisation d'un matériau comme le béton, apte à subir de multiples traitements : coloration, texture et forme.

Exigences d'exploitation

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

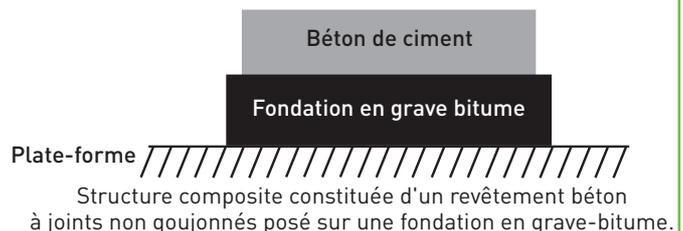
ADÉQUATION DES STRUCTURES BÉTON À LA TYPOLOGIE DES CARREFOURS GIRATOIRES

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.

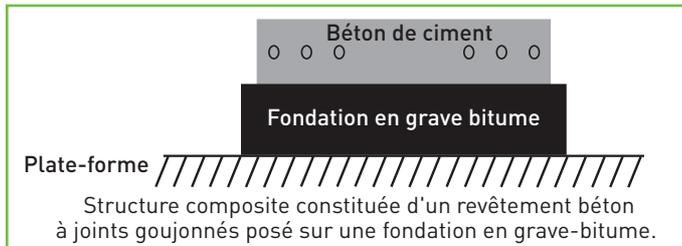


Pour les sollicitations plus fortes, des fondations en matériaux bitumineux sont proposées, de préférence à des bétons maigres.

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.

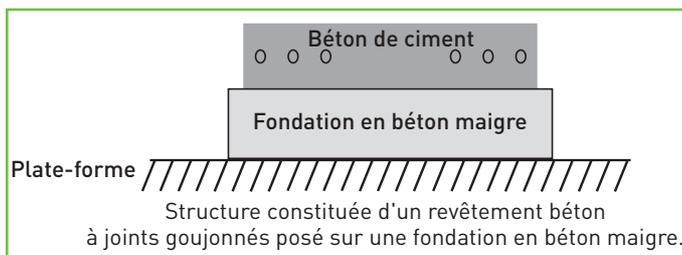
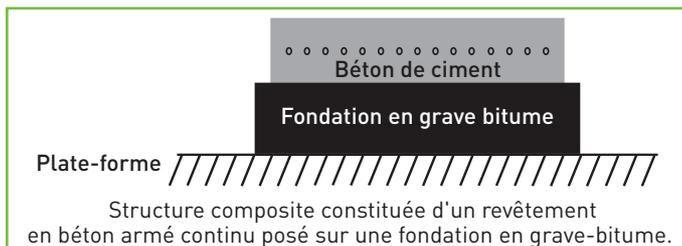


Pour les sollicitations encore plus fortes des axes stratégiques, le recours au béton de ciment goudonné sur support bitumineux est conseillé, sans que cela reflète bien sûr une logique d'exclusivité parmi les potentialités du béton : il faut allier, en effet, des conditions d'exécution particulièrement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

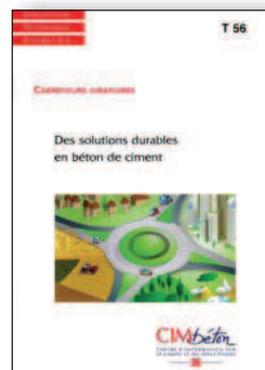
Cimbéton a publié plusieurs documents sur les giratoires, disponibles gratuitement par fax au 01 55 23 01 10, par email à centrinfo@cimbeton.net ou par téléchargement sur le site www.infociments.fr

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.

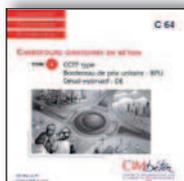
Référence : T 63



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 convenue.

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'inusables 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 1 200 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