

CARREFOURS GIRATOIRES

Des solutions durables
en béton de ciment



Les contributions à l'ouvrage

<i>Joseph</i> ABDO	CIMBÉTON
<i>Pascal</i> DUMUR	HOLCIM
<i>Eric</i> GRAND	Ciments CALCIA
<i>Patrick</i> GUIRAUD	LAFARGE Ciments
<i>Jean-Marc</i> POTIER	VICAT
<i>Jean-Pascal</i> SOUFFLET	HOLCIM

Sommaire

I - Carrefours giratoires	5
1.1 - Définition	5
1.2 - Typologie	6
1.3 - Spécificités	6
1.4 - Exigences requises pour la durabilité du giratoire	10

2 - Atouts des techniques béton	12
2.1 - Réponse structurelle	12
2.2 - Réponse en matière de réalisation	14
2.3 - Richesse de l'offre structurelle	15
2.4 - Réponse à la sécurité	15
2.5 - Réponse aux contraintes d'exploitation	18

3 - Adéquation des structures béton à la typologie des carrefours giratoires	20
---	-----------

4 - Caractéristiques du béton	22
--------------------------------------	-----------

5 - Réalisation du carrefour giratoire en béton	23
5.1 - Mise en œuvre du béton	23
5.2 - Traitement de surface	23
5.3 - Cure du béton	24
5.4 - Joints	24
5.5 - Calepinage des joints	24

6 - Remise en circulation	26
----------------------------------	-----------

7 - Conclusion	26
-----------------------	-----------

8 - Annexes : fiches des références en France	27
--	-----------

1. Carrefours giratoires

1.1 - 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 entrants 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.

Le carrefour giratoire est un aménagement à réaliser aux intersections de voies. Il est destiné à assurer à la fois la gestion des conflits, la fluidité du trafic et la sécurité des usagers.



1.2 - Typologie

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 20 000 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 ;
 - les voies de trafic principal intra-muros ;
 - les voiries de distribution locale ;
 - 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 ;
 - les voiries des zones industrielles à trafic lourd élevé ;
 - 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).

1.3 - Spécificités

■ 1.3.1 - Contraintes spécifiques lors de la construction

Réaliser un carrefour giratoire, c'est souvent la modification d'un carrefour existant. De ce fait, il constitue un petit chantier découpé en phases et réalisé en un temps réduit afin de minimiser la gêne aux usagers. Le trafic est par conséquent soit dévié temporairement soit limité aux riverains et aux usagers.

Compte tenu de ce phasage, les quantités de matériaux mis en œuvre 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.

Aussi, lorsqu'une partie de la chaussée existante est conservée, l'implantation du carrefour giratoire entraîne des problèmes d'hétérogénéités de structures et des problèmes de jonction entre la structure utilisée sur l'ancien itinéraire et la nouvelle structure envisagée sur le carrefour giratoire et ses bretelles d'accès. Hétérogénéité et joints constituent les maillons faibles de l'aménagement.

■ 1.3.2 - Sollicitations spécifiques en service

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

1.3.2.1 - 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 des pivotements pour ce qui concerne les 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.

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



1.3.2.2 - 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.

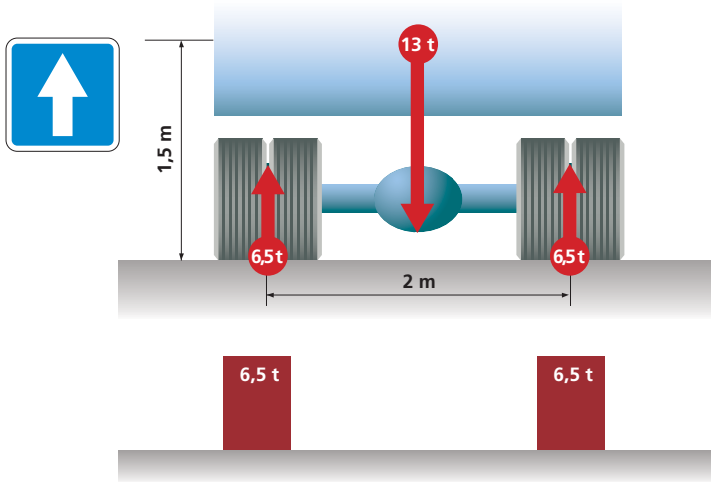
D'autre part, la circulation est extrêmement canalisée du fait des conditions particulières de circulation liées à la géométrie de l'ouvrage. Ceci se traduit par une majoration des contraintes dans la structure de la chaussée et un risque élevé d'orniérage.

Enfin, l'effet de la force centrifuge, qui résulte du virage, déséquilibre la répartition des charges entre les roues d'un 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 (figure 1).

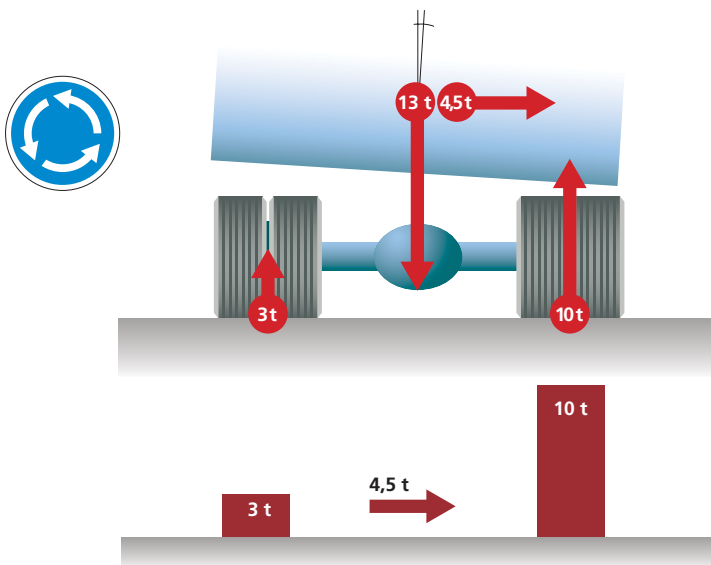


Dégradations structurelles observées sur les carrefours giratoires : faïençage et orniérage des couches de surface.

Figure 1 : surcharges 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 route extérieure.

1.4 - 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.

■ 1.4.1 - 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, etc. ;
- le matériau doit être d'utilisation facile, répondant aux contraintes de mise en œuvre (rapidité d'exécution, phasage, etc.) et s'accommodant aux contraintes liées à la géométrie de l'ouvrage (courbes, formes circulaires, dévers, etc.).

■ 1.4.2 - Exigences de sécurité

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



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



Les exigences esthétiques nécessitent l'utilisation d'un matériau apte à subir de multiples traitements (coloration, texture et forme).

■ **1.4.3 - Exigences esthétiques et environnementales**

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

■ **1.4.4 - Exigences d'exploitation**

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

2. Atouts des techniques béton

2.1 - Réponse structurelle

Plusieurs raisons d'ordre structurel justifient le choix d'un revêtement en béton pour la réalisation d'un giratoire.

- **Durée de vie élevée du matériau béton et son insensibilité aux variations de températures**

De par sa nature même, le béton se montre particulièrement apte à supporter des conditions extérieures extrêmes : il résiste au gel grâce à l'ajout d'un entraîneur d'air, il supporte les fortes chaleurs estivales. Par conséquent, il est bien adapté aux fortes contraintes d'un giratoire. De plus, sa longue durée de vie diminue la gêne à l'usager en espaçant dans le temps les travaux d'entretien.

- **Suppression du risque d'orniérage suite aux sollicitations dues aux véhicules lourds se déplaçant à allure modérée**

Par nature même, le béton ne s'ornièrera pas. De plus, la forte rigidité du béton permet de mobiliser des efforts notables de traction par flexion. La répartition des efforts au niveau des couches de fondation conduit à une faible sollicitation de ces dernières et donc à l'élimination de tout risque de déformation.

- **Élimination des phénomènes de décollement de la couche de roulement causés par l'effet de la force centrifuge**

Ces effets sont particulièrement sensibles dans les giratoires périurbains où les vitesses assez élevées peuvent causer des « plissements » de la couche de surface dans le cas de structures souples multicouches.

Dans le cas de revêtement béton, la dalle est à la fois couche de base et couche de roulement ; sa résistance au cisaillement permet d'éliminer complètement ce risque.

- **Insensibilité du revêtement aux pertes d'hydrocarbures fréquentes dans des giratoires de faible rayon**

Contrairement aux matériaux traités aux liants hydrocarbonés, le matériau béton ne subit aucune dégradation suite à l'attaque des hydrocarbures. Cette propriété qui conduit déjà à privilégier l'usage du béton, dans les stations services par exemple, est également très utile dans les giratoires où la force centrifuge ajoutée à l'inclinaison du véhicule occasionne de fréquents débordements de carburant par le trop plein des réservoirs des camions.

- **Possibilité de réaliser un assainissement intégré**

Seul le béton permet de réaliser simplement et économiquement une structure avec caniveau ou bordure intégré. Le monolithisme de la structure ainsi obtenue évite toute dégradation ou déchaussement de bordures.



La plasticité du béton autorise la réalisation de systèmes d'assainissement intégrés au revêtement



- **Adhérence de surface pérenne**

L'adhérence est maintenue dans le temps et par tous les temps grâce aux performances mécaniques des granulats et des différentes techniques de traitement de surface du béton.

2.2 - Réponse en matière de réalisation

Fourniture du béton

La réponse apportée par les centrales de béton prêt à l'emploi (BPE) est particulièrement bien adaptée à la taille variable de ce type de chantier. Ces centrales, bien implantées sur tout le territoire assurent la qualité et la régularité du béton (conforme aux normes en vigueur).



Le béton prêt à l'emploi est particulièrement adapté (en quantité et en qualité) à la réalisation des carrefours giratoires .

Mise en œuvre des bétons

De par sa plasticité, le béton frais s'adapte bien aux conditions spécifiques de réalisation d'un giratoire. Il permet en particulier de réaliser sans difficulté tous les raccordements et l'aménagement autour des regards et des points singuliers.

Les techniques de mise en œuvre du béton permettent une réalisation rapide de tous les types de giratoires en respectant les délais d'exécution. De plus, la possibilité de réaliser simultanément le revêtement et les ouvrages d'assainissement



La mise en œuvre du béton nécessite l'utilisation d'un matériel simple et léger, particulièrement adapté à la réalisation des carrefours giratoires (taille et phasage).

en béton (bordure ou caniveau) permet un gain de temps et une très bonne qualité d'ouvrage. En outre, sur les ouvrages en service, la réalisation du chantier par phases, en fonction des possibilités de déviation du trafic, est tout à fait envisageable.

2.3 - Richesse de l'offre structurelle

La gamme des bétons et des revêtements est aujourd'hui suffisamment large pour hiérarchiser les exigences et contraintes et satisfaire à 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 :

- revêtement béton à joints non goujonnés posé sur une fondation en matériaux hydrauliques (grave-ciment, béton maigre) ou hydrocarbonés (grave-bitume) ou sur une couche drainante en GNT ;
- revêtement béton à joints goujonnés posé sur une fondation en matériaux hydrauliques (grave-ciments, béton maigre) ou hydrocarbonés (grave-bitume) ou sur une couche drainantes en GNT ;
- revêtement en Béton Armé Continu BAC posé sur une fondation en matériaux hydrauliques (grave-ciments, béton maigre) ou hydrocarbonés (grave-bitume, béton bitumineux semi-grenu) ;
- BCMC sur fondation en matériaux hydrocarbonés (BB, GB).

2.4 - Réponse à la sécurité

Le béton confère aux giratoires de nombreux avantages en terme de sécurité pour trois raisons principales.

• Une meilleure visibilité

Les chaussées en béton présentent les avantages d'une surface de couleur claire, possédant des caractéristiques adéquates en matière de luminosité.

Ces avantages se concrétisent de jour comme de nuit. Le jour, la clarté de la couche de roulement en béton permet de créer une alerte visuelle, en particulier,

en rompant la monotonie des structures classiques grâce à une différenciation de couleur. La nuit, le giratoire est ainsi visible à une très grande distance, ce qui laisse tout le temps nécessaire aux conducteurs pour freiner et aborder le giratoire en toute sécurité.



La clarté du béton contraste avec l'espace environnant et améliore la visibilité à l'approche des carrefours giratoires.

• Un uni maintenu

La pérennité des performances mécaniques du béton, ainsi que son inertie face aux aléas climatiques et aux variations de températures, permettent d'offrir aux usagers une surface de roulement présentant un uni constant au fil des saisons et du temps. Ce maintien de l'uni est d'autant plus appréciable dans les giratoires qui sont soumis à un trafic agressif et fortement canalisé.

La réalisation des joints par sciage selon un calepinage adapté aux contraintes géométriques du giratoire, ne crée aucune interférence sur l'uni de la couche de roulement.

L'absence de déformation et d'orniérage de la chaussée participe aussi à l'amélioration de la sécurité, en limitant les risques de rétention d'eau et donc d'aquaplaning.

• Une adhérence et une esthétique adaptées

Le traitement de surface de la chaussée béton lui confère des qualités pérennes d'adhérence et de résistance au dérapage.

Les différentes techniques de traitement de la surface du béton permettent d'obtenir une très grande variété de texture et offrent donc la possibilité d'adapter la texture à tous les types de projet.

Toutes les techniques de traitement de surface peuvent être utilisées, notamment les bétons désactivés ou imprimés qui permettent de mettre en valeur les différentes nuances des palettes de couleur des agrégats.



Le béton offre une grande variété de textures conférant au revêtement des qualités pérennes d'adhérence et de résistance au dérapage.



Des qualités durables en matière d'uni, d'adhérence et d'esthétique.

Cet aspect peut être encore souligné par la réalisation des trottoirs avec le même matériau ou à l'inverse avec un béton de teinte différente.



Cette contribution à la sécurité est d'autant plus intéressante pour la réalisation des giratoires qui sont des points de rencontre de trafics de tous types et donc de risques importants de « conflits » entre les véhicules.

Le béton désactivé, ainsi qu'un choix adéquat des gravillons (couleur, dureté, etc.) est la solution idéale pour les carrefours giratoires urbains.

2.5 - Réponse aux contraintes d'exploitation

L'un des principaux avantages des chaussées en béton résulte du **faible entretien** qu'elles nécessitent pendant leur durée de service.

Les carrefours étant des nœuds stratégiques pour l'écoulement du trafic routier, toute solution permettant de réduire au strict minimum les opérations d'entretien et leur fréquence, justifie d'autant plus son intérêt. La permanence du trafic routier est ainsi assurée et la gêne aux usagers minimisée.

Les giratoires sont soumis à des sollicitations spécifiques (charges répétées, localisées et de durée d'application plus longue qu'en section courante). Le béton présente la particularité d'être peu susceptible à ce genre de contraintes.

Les faibles rayons des giratoires et les forces centrifuges qui en résultent sur les véhicules, génèrent le développement d'efforts tangentiels élevés à la surface de la couche de roulement combinés à des efforts de freinage. Le béton résiste particulièrement bien à ce type d'agression.

En site urbain, les revêtements en béton répondent à toutes les exigences en matière d'exploitation, telles que :

- la facilité et la rapidité de nettoyage ;
- l'aptitude à subir des interventions ponctuelles (réservations, accès aux réseaux enterrés) sans altérer la durabilité et l'intégrité de la structure.



Le revêtement béton se prête facilement à recevoir tout genre de réservation. De par sa résistance et son indéformabilité, il assure le maintien de ces interventions dans le temps.

Facilité de nettoyage

Le béton présente une inertie face aux attaques des hydrocarbures (huiles, gazole, etc.) ; de ce fait, le béton est un matériau parfaitement adapté pour l'aménagement des giratoires, qui sont des zones particulièrement soumises aux risques de fuite d'hydrocarbures (véhicules déportés en virage).

Les matériels classiques de nettoyage des rues (balayeuses, appareil de lavage à haute pression, aspiratrices avec projection d'eau sous pression) sont, dans la plupart des cas, suffisants pour redonner au revêtement en béton sa propreté et son éclat originels.

Pour les aménagements à caractère esthétique, des produits de protection contre les salissures de toute nature (huile, carburant, déchets organiques, mousse) peuvent être utilisés.

Enfin, d'autres produits de nettoyage sont commercialisés pour traiter des surfaces béton souillées, non protégées à l'origine. ce sont des décapants spécialement étudiés pour ne pas altérer les caractéristiques de surface du béton.



Matériel classique utilisé pour le nettoyage des revêtements urbains.

Aptitude à subir des interventions ponctuelles

De nombreuses techniques et matériels de chantiers permettent de réaliser tous types d'interventions sur les revêtements béton (tranchées sous-chaussées, réservations...).

Le sciage et le carottage du béton sont des opérations faciles à exécuter avec des matériels courants. Après intervention, la remise en état du revêtement avec du béton, permet de redonner à la structure son monolithisme initial et de réaliser une réparation la plus discrète possible, en évitant tout effet ultérieur d'un compactage différentiel.

3. 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 (figure 2a). Pour les sollicitations plus fortes, des fondations en matériaux bitumineux sont proposées de préférence à des bétons maigres 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 (figure 2b).

Pour les sollicitations encore plus fortes des axes stratégiques, le recours au béton de ciment goujonné sur support bitumineux est conseillé sans que cela reflète bien sûr une logique d'exclusivité parmi les potentialités du béton, car il faut allier des conditions d'exécution particulièrement contraignantes de délai, de phasage, d'exigüité et d'exploitation à une performance mécanique durable (figure 2c).

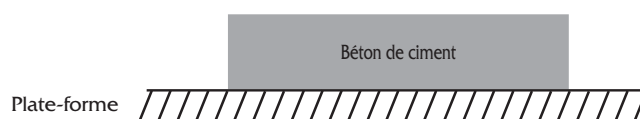


Figure 2a : revêtement béton monocouche à joints non goujonnés.



Figure 2b : structure composite constituée d'un revêtement béton à joints non goujonnés posé sur une fondation en grave-bitume.

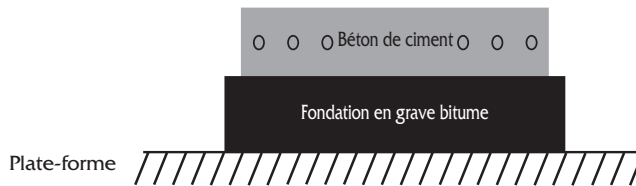


Figure 2c : structure composite constituée d'un revêtement béton à joints goujonnés posé sur une fondation en grave-bitume.

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 sur matériaux bitumineux (figure 3a) et le béton de ciment goujonné sur béton maigre (figure 3b).

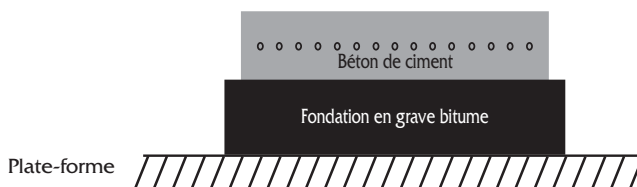


Figure 3a : structure composite constituée d'un revêtement en béton armé continu posé sur une fondation en grave-bitume.

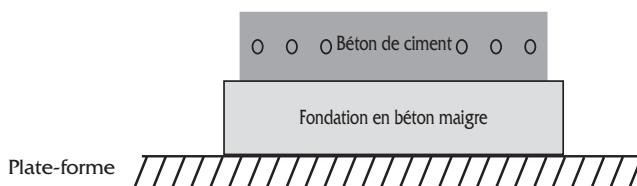


Figure 3b : structure constituée d'un revêtement béton à joints goujonnés posé sur une fondation en béton maigre.

4. Caractéristiques du béton

Les bétons routiers 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 1 donne les caractéristiques mécaniques requises de ces matériaux, conformément à la norme NF EN 13877-1. La composition des bétons doit donc être établie compte tenu 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 goujonné et béton armé continu).

Les classes 1 et 6 sont prévues pour d'autres types d'application.

Tableau 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	–	3,3
5	–	2,7
4	–	2,4
3	25	2,0
2	20	1,7
1	15	1,3

5. Réalisation du carrefour giratoire en béton

5.1 - Mise en œuvre du béton

Le béton mis en œuvre peut être mis en place avec les différents matériels traditionnels. Le choix du matériel dépend, en particulier, du rendement souhaité, de la géométrie de l'ouvrage à réaliser et des exigences en matière d'uni :

- règle vibrante et aiguille vibrante ;
- stricker ;
- vibro-finiisseur ;
- machine à coffrage glissant.



Mise en place du béton à l'aiguille et à la règle vibrantes.

5.2 - Traitement de surface

Le béton mis en œuvre sur les carrefours giratoires peut recevoir tous les procédés de traitement de surface traditionnellement utilisés sur les chaussées en béton de ciment. On peut envisager, selon les exigences des maîtres d'œuvre et des maîtres d'ouvrage, en matière de caractéristiques de surface : le balayage, le striage, la désactivation ou encore le grenailage du béton durci.



Traitement de surface par balayage.



Traitement de surface par dénudage des gravillons du béton (retardateur de surface et lavage à l'eau haute pression).

5.3 - Cure du béton

Immédiatement après le traitement de surface, on pulvérise à la surface du béton un produit de cure dont le rôle est de protéger le béton vis-à-vis des agents atmosphériques (vent, température, pluie, etc.).

5.4 - Joints

Sauf pour les structures en béton armé continu, la réalisation des joints est une opération indispensable garantissant la pérennité de la chaussée. Ces joints ont pour but de localiser la fissuration du béton (phénomène inévitable du fait de sa nature et des variations climatiques journalières ou saisonnières), de manière précise et déterminée à l'avance. Les différents types de joints ainsi que leur disposition sont présentés dans le guide : *Voiries et aménagements urbains en béton : tome 1 – conception et dimensionnement – T 50, CIMBÉTON.*

5.5 - Calepinage des joints

Pour garantir la bonne tenue de l'ouvrage, il convient de veiller à étudier avec précision le schéma de calepinage des joints. Pour cela, on tiendra compte en particulier des règles de bonne pratique suivantes :

- les joints de retrait/flexion découpent un revêtement en dalles ; il est préférable de donner à ces dalles une forme carrée ou rectangulaire dans le cas des voies d'accès et une forme tronconique dans le cas de la chaussée annulaire (figures 4 et 5) ;

– d'autres formes sont cependant permises pour adapter le revêtement aux besoins du tracé et de la géométrie de l'ouvrage ; ces formes ne comportent pas d'angles aigus.



Calepinage soigné de la chaussée annulaire : dalles à forme tronconique ne comportant pas d'angles aigus.

Figure 4 : calepinage d'un carrefour giratoire. Joints radiaux droits et joint axial en ligne brisée découpent le revêtement en dalles tronconiques.

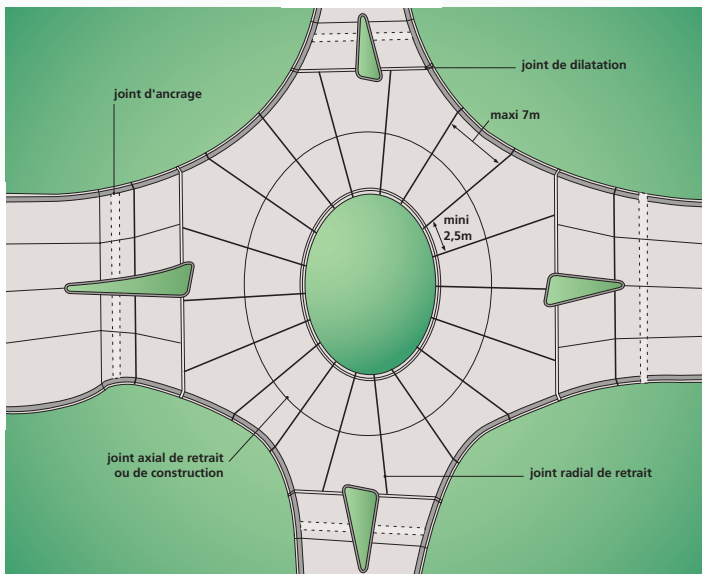
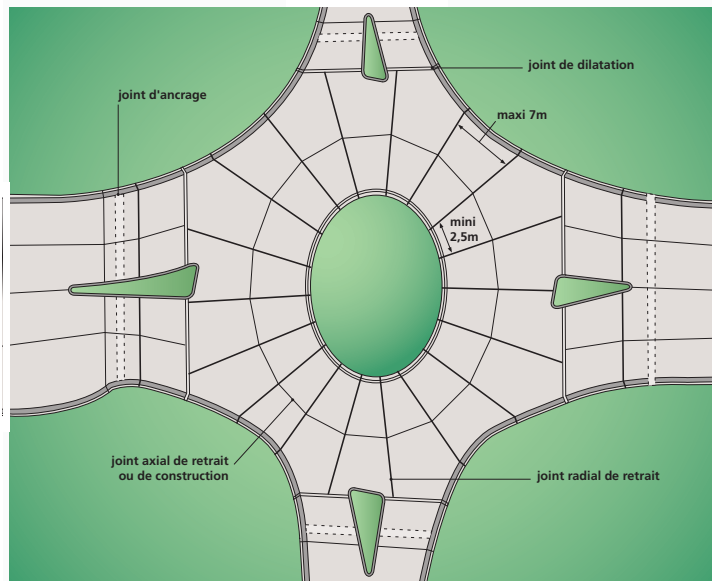


Figure 5 : calepinage d'un carrefour giratoire. Joints radiaux droits et joint axial circulaire ou elliptique découpent le revêtement en dalles tronconiques.

6. 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).

7. Conclusion

Les carrefours giratoires en béton réalisés en France depuis plusieurs 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.

8 - Annexes : fiches des références en France

- **Giratoires de Thoiras – RD 735**
- **Giratoire Euro Chanel – RD 925**
- **Aménagement de sécurité
en traversée d'agglomération RD 13/RD 45**
- **Perpignan**
- **Giratoire des Campani – RD 735**
- **Giratoire nord – Échangeur de la Vaupalière**
- **Giratoire sud – Échangeur de la Vaupalière**
- **Giratoire Airvault – Deux-sèvres (79)**
- **Giratoire des Landiers nord Chambéry – Savoie (73)**
- **Giratoire de Gron – Yonne (89)**
- **Giratoire de Saint Jean de Cardonnay (76)**

GIRATOIRES DE THOIRAS – RD 735

• Lieu :	Saint Martin de Ré (17)
• Maître d'ouvrage :	Conseil Général Charente Maritime
• Maître d'œuvre :	Direction Départementale Équipement – Subdivision Ars en Ré
• Entreprise :	SACER - COLAS
• Classe de trafic :	T2
• Plateforme :	PF2
• Rayon intérieur :	12 m
• Largeur chaussée annulaire :	8 m
• Voies d'accès :	béton bitumineux
• Structure :	BC ₅ 24 cm/GTLH 15 cm/GNT 15 cm
• Mise en œuvre béton :	règle et aiguilles vibrantes
• Traitement de surface :	Désactivation
• Joints retrait	
flexion transversaux :	sciés
• Joint de retrait	
flexion longitudinal :	coffré et goujonné
• Joints de construction :	coffrés et goujonnés
• Date de réalisation :	mai 1993

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 0 – 3	535 Kg
• Gravillons Calcaire 10/20	750 Kg
Diorite 10/20	500 Kg
• Ciment CPJ - CEM II/A 42,5 R PM	330 Kg
• Eau -	180 litres
• Agent plastifiant	0,2 %
• Entraîneur d'air	0,03 %

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance à la compression à 28 jours	35 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	-
• Affaissement au cône d'Abrams	-
• Air occlus	-



GIRATOIRE EURO CHANEL – RD 925

• Lieu :	Neuville lès Dieppe (76)
• Maître d'ouvrage :	Conseil Général Seine Maritime
• Maître d'œuvre :	Direction Départementale des Infrastructures
• Entreprise :	non identifiée
• Classe de trafic :	T1
• Plateforme :	PF1
• Rayon intérieur :	30 m
• Largeur chaussée annulaire :	10 m
• Voies d'accès :	béton bitumineux
• Structure :	BC ₅ 28 cm/GNT - 30 cm/Géotextile
• Mise en œuvre béton :	règle et aiguilles vibrantes
• Traitement de surface :	Balayage
• Joints retrait	
flexion transversaux :	sciés
• Joint de retrait	
flexion longitudinal :	sciés
• Joints de construction :	coffrés et goujonnés
• Date de réalisation :	1995

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 0 – 5	850 Kg
• Graviers 6 - 20	970 Kg
• Ciment CPJ - CEM II/A 32,5 R	370 Kg
• Eau -	
• Agent plastifiant	1,48 %
• Entraîneur d'air	0,0115 %

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance à la compression à 7 jours	23 MPa
• Résistance en fendage à 7 jours	2,9 MPa
• Résistance à la compression à 28 jours	30 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	3,53 MPa
• Affaissement au cône d'Abbrams	7 cm
• Air occlus	



AMÉNAGEMENT DE SÉCURITÉ EN TRAVERSÉE D'AGGLOMÉRATION RD 13/RD 45

• Lieu :	Commune de Sundhoffen (68)
• Maître d'ouvrage :	Commune de Sundhoffen
• Maître d'œuvre :	Direction Départementale Équipement – Subdivision Ars en Ré
• Entreprise :	RICHERT
• Classe de trafic :	T2
• Plateforme :	PF3
• Rayon intérieur :	10 m
• Largeur chaussée annulaire :	8 m
• Voies d'accès :	béton bitumineux
• Structure :	BC ₅ 22 cm/fondation en béton maigre 15 cm
• Mise en œuvre béton :	règle et aiguilles vibrantes
• Traitement de surface :	Désactivation
• Joints retrait	
flexion transversaux :	sciés
• Joint de retrait	
flexion longitudinal :	coffré et fers de liaison
• Joints de construction :	coffrés et goujonnés
• Date de réalisation :	juin 1997

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 0 – 8 concassé	730 Kg
• Gravillons 10/25	1070 Kg
• Ciment CPJ - CEM II/A 42,5 CP 2	330 Kg
• Eau -	190 litres
• Agent plastifiant	0,3 %
• Entraîneur d'air	0,3 %

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance en fendage à 7 jours	2,8 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	3 MPa
• Affaissement au cône d'Abrams	7 cm
• Air occlus	4,5 %



PERPIGNAN

• Lieu :	RD 617
• Maître d'ouvrage :	Conseil Général des Pyrénées Orientales
• Maître d'œuvre :	Direction Départementale de l'Équipement
• Entreprise :	TSS
• Classe de trafic :	T0
• Plateforme :	PF3
• Rayon intérieur :	5 m
• Largeur chaussée annulaire :	10 m
• Voies d'accès :	béton goudonné et béton armé continu
• Structure :	béton goudonné 20 cm/béton bitumineux 6 cm
• Mise en œuvre béton :	machine à coffrage glissant
• Traitement de surface :	Balayage
• Joints retrait	
flexion transversaux :	sciés et goudonnés
• Joint de retrait	
flexion longitudinal :	sciés
• Joints de construction :	coffrés et goudonnés
• Date de réalisation :	1999

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 02 - 04	770 Kg
• Graviers 4 - 20	1080 Kg
• Ciment CPJ - CEM II/B 32,5 R (LS)	330 Kg
• Eau -	155 l
• Agent plastifiant	0,30 %
• Entraîneur d'air	0,04 %

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance à la compression à 7 jours	26 MPa
• Résistance en fendage à 7 jours	3 MPa
• Résistance à la compression à 28 jours	32,6 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	3,4 MPa
• Affaissement au cône d'Abbrams	4 cm
• Air occlus	4,5 %



GIRATOIRE DES CAMPANI – RD 735

• Lieu :	Saint Martin de Ré (17)
• Maître d'ouvrage :	Conseil Général Charente Maritime
• Maître d'œuvre :	Direction Départementale de l'Équipement
• Entreprise :	SACER - COLAS
• Classe de trafic :	T2
• Plateforme :	PF2
• Rayon intérieur :	6,5 m
• Largeur chaussée annulaire :	9 m
• Voies d'accès :	Béton
• Structure :	BC ₅ – 24 cm/GTLH 15 cm
• Mise en œuvre béton :	règle et aiguilles vibrantes
• Traitement de surface :	Désactivation
• Joints retrait	
flexion transversaux :	sciés
• Joint de retrait	
flexion longitudinal :	coffré et goujonné
• Joints de construction :	coffrés et goujonnés
• Date de réalisation :	octobre 1998

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 0 – 3	535 Kg
• Gravillons Calcaire 10/20	500 Kg
Diorite 10/20	740 Kg
• Ciment CPJ - CEM II/B 32,5 R (LS)	330 Kg
• Eau -	180 litres
• Agent plastifiant	0,99 %
• Entraîneur d'air	0,13 %

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance à la compression à 7 jours	27,35 MPa
• Résistance à la compression à 28 jours	40 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	3,60 MPa
• Affaissement au cône d'Abbrams	8 cm
• Air occlus	4 %



GIRATOIRE NORD – ÉCHANGEUR DE LA VAUPALIÈRE

• Lieu :	La Vaupalière
• Maître d'ouvrage :	Conseil Général Seine Maritime
• Maître d'œuvre :	Direction Départementale des Infrastructures
• Entreprise :	COLAS – sous-traitant béton : ROCLAND
• Classe de trafic :	T0+ – 14000 V/j
• Plateforme :	PF3 (matériaux traités avec un liant hydraulique routier)
• Rayon intérieur :	21 m
• Largeur chaussée annulaire :	9 m
• Voies d'accès :	Béton bitumineux
• Structure :	BC5 – 28 cm/couche non érodable en BBSG – 5 cm
• Mise en œuvre béton :	règle et aiguilles vibrantes
• Traitement de surface :	Balayage
• Joints retrait	
flexion transversaux :	sciés
• Joint de retrait	
flexion longitudinal :	scié
• Joints de construction :	coffrés et goujonnés
• Date de réalisation :	novembre 1999

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 0 – 4	780 Kg
• Gravillons 10 – 20	1000 Kg
• Ciment CPJ – CEM II/B 32,5 R (LS)	350 Kg
• Eau -	159 litres
• Agent plastifiant	0,25 %
• Entraîneur d'air	0,04 %

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance à la compression à 7 jours	26 MPa
• Résistance en fendage à 7 jours	2,1 MPa
• Résistance à la compression à 28 jours	32,6 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	2,7 MPa
• Affaissement au cône d'Abbrams	7 à 9 cm
• Air occlus	4,6 %



GIRATOIRE SUD – ÉCHANGEUR DE LA VAUPALIÈRE

• Lieu :	La Vaupalière
• Maître d'ouvrage :	Conseil Général Seine Maritime
• Maître d'œuvre :	Direction Départementale des Infrastructures
• Entreprise :	COLAS – sous-traitant béton : ROCLAND
• Classe de trafic :	TO* – 14000 V/j
• Plateforme :	PF3 (matériaux traités avec un liant hydraulique routier)
• Rayon intérieur :	21 m
• Largeur chaussée annulaire :	9 m
• Voies d'accès :	Béton bitumineux
• Structure :	BC5 – 28 cm/couche non érodable en BBSG – 5 cm
• Mise en œuvre béton :	règle et aiguilles vibrantes
• Traitement de surface :	Balayage
• Joints retrait	
flexion transversaux :	sciés
• Joint de retrait	
flexion longitudinal :	scié
• Joints de construction :	coffrés et goujonnés
• Date de réalisation :	novembre 1999

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 0 – 4	780 Kg
• Gravillons 10 – 20	1000 Kg
• Ciment CPJ – CEM II/B 32,5 R (LS)	350 Kg
• Eau -	1
• Agent plastifiant	0,25 %
• Entraîneur d'air	0,04 %

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance à la compression à 7 jours	26 MPa
• Résistance en fendage à 7 jours	2,1 MPa
• Résistance à la compression à 28 jours	32,6 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	2,7 MPa
• Affaissement au cône d'Abbrams	7 à 9 cm
• Air occlus	4,5 %



GIRATOIRE AIRVAULT – DEUX-SÈVRES (79)

• Lieu :	
• Maître d'ouvrage :	Commune d'Airvault – Cofinancier : C.G des Deux-Sèvres
• Maître d'œuvre :	DDE – Subdivision d'Airvault – Assistance technique au maître d'œuvre : CETE ouest
• Entreprise :	Colas centre-ouest-sous-traitant béton : Claude Niveleau – Airvault
• Classe de trafic :	T1 trafic = 700 poids lourds par jour
• Plateforme :	PF3
• Rayon intérieur :	14 m
• Largeur chaussée annulaire :	8 m
• Voies d'accès :	béton à joints goujonnés : 22 cm – larg 15 m : long 20 m
• Structure :	béton armé continu 20 cm / grave bitume 10 cm
• Mise en œuvre béton :	règle et aiguilles vibrantes
• Traitement de surface :	Balayage
• Joints retrait flexion transversaux :	néant sur l'eau
• Joint de retrait flexion longitudinal :	sciés
• Joints de construction :	coffrés et goujonnés/jonction enrobé:béton voie d'accès dalle de transfert de forme trapézoïdale
• Date de réalisation :	Avril 2001

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 0 – 2	280 Kg
• Sable 0 – 4	630 Kg
• Gravillons 4/10	260 Kg
• Granulat 10/20	820 Kg
• Ciment CEM I 52,5 Calcia	380 Kg
• Eau -	180 litres
• Agent plastifiant réducteur d'eau	1,61 kg
• Entraîneur d'air	0,18 kg

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance à la compression à 7 jours	26 MPa
• Résistance en fendage à 7 jours	2,1 MPa
• Résistance à la compression à 28 jours	32,6 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	(moyenne) > 3,3 MPa
• Affaissement au cône d'Abbrams	7 à 9 cm
• Air occlus	4,5 %



GIRATOIRE DES LANDIERS NORD CHAMBÉRY – SAVOIE (73)

• Lieu :	Zone d'activités des landiers nord – Chambéry
• Maître d'ouvrage :	Ville de Chambéry
• Maître d'œuvre :	Service technique de la ville de Chambéry
• Entreprise :	Groupement GERLAND/Jean Lefebvre – Sous-traitant béton : Mauro
• Classe de trafic :	T ₃ ⁺ trafic ≥ 150 poids lourds par jour
• Plateforme :	PF ₃
• Rayon intérieur :	7,50 m
• Largeur chaussée annulaire :	8 m
• Voies d'accès :	Béton bitumineux
• Structure : BCMC Neuf	BCMC 10 cm/10 cm GB 0/14 : 5 cm couche de réglage/80 cm tout venant 0/100
• Mise en œuvre béton :	règle et aiguilles vibrantes
• Traitement de surface :	désactivation
• Joints retrait	
flexion transversaux :	scié
• Joint de retrait	
flexion longitudinal :	scié
• Joints de construction :	coffrés et goujonnés
• Date de réalisation :	Mars 2001

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 0 – 4	805 Kg
• Gravillons 5 – 10	1005 Kg
• Ciment CPJ – CEM I 52,5 PM CP2 - Vicat	370 Kg
• Eau -	175 litres
• Agent plastifiant HI	0,5 % du poids du ciment
• Entraîneur d'air SIKA AER	0,18 % du poids du ciment

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance à la compression à 7 jours	26 MPa
• Résistance en fendage à 7 jours	2,1 MPa
• Résistance à la compression à 28 jours	32,6 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	2,7 MPa
• Affaissement au cône d'Abbrams	7 à 9 cm
• Air occlus	4,5 %



GIRATOIRE DE GRON – YONNE (89)

• Lieu :	Déviationsud de Sens – intersection RNG et RNGO
• Maître d'ouvrage :	État - Direction des Routes
• Maître d'œuvre :	DDE de l'Yonne
• Entreprise :	Routes et Chantiers Modrenes (titulaire) – SABA, sous traitant béton
• Classe de trafic :	TC6 ₂₀ : 15 à 20 millions de poids lourds
• Plateforme :	PF ₃
• Rayon extérieur :	30 mètres
• Largeur chaussée annulaire :	9 mètres – trottoir 2 mètres
• Voies d'accès :	
• Structure :	23 cm BC5 goudonné/15 cm BC3 (interface décollée)
• Mise en œuvre béton :	Machine à coffrage glissant
• Traitement de surface de l'anneau :	Brossage – trottoir désactivé
• Joints retrait	joints dans le béton de surface sciés et goudonnés
• flexion transversaux :	joints dans le béton de fondation marqués avec un fer à joints
• Espacement de joints transversaux :	de 4 à 5,75 m selon le rayon
• Joints retrait	joints dans le béton de surface sciés et goudonnés
• flexion longitudinal :	joints dans le béton de fondation marqués avec un fer à joints
• Joints de construction :	goudonnés
• Date de réalisation :	Avril 2002

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

- Sable 0 – 4
- Gravillons 10 – 20
- Ciment CPJ – CEM II/B 32,5 R (LS)
- Eau -
- Agent plastifiant
- Entraîneur d'air

non connu

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

- **Résistance à la compression à 7 jours** –
- **Résistance en fendage à 7 jours** –
- **Résistance à la compression à 28 jours** –
- **Résistance en fendage à 28 jours** ≥ 2,7 MPa
- **Affaissement au cône d'Abbrams** 4,5 cm
- **Air occlus** entre 4 et 6 %



GIRATOIRE DE SAINT JEAN DE CARDONNAY (76)

• Lieu :	RN 15 – Saint Jean de Cardonnay
• Maître d'ouvrage :	Conseil Général Seine Maritime
• Maître d'œuvre :	Direction Départementale des Infrastructures
• Entreprise :	COLAS – sous-traitant béton : ROCLAND
• Classe de trafic :	T ₀ ⁺ – 13 000 véhicules par jour
• Plateforme :	PF ₃ (limon traité aux liants hydrauliques)
• Rayon extérieur :	26 m
• Largeur chaussée annulaire :	9 m
• Voies d'accès :	en enrobé
• Structure :	fondation BBSG 5 cm – base/roulement : béton BC5 28 cm
• Mise en œuvre béton :	aiguilles et règle vibrantes
• Traitement de surface de l'anneau :	brossage
• Joints retrait flexion radiaux :	sciés
• Espacement de joints radiaux :	de 2,75 m à 5 m
• Joints retrait flexion axial :	sciés
• Joints de construction :	coffrés et goujonnés
• Date de réalisation :	février 2000

COMPOSITION DU BÉTON (POUR UN MÈTRE CUBE DE BÉTON)

• Sable 0 – 4	780 kg
• Gravillons 10 – 20	1000 kg
• Ciment CEM II/B 32,5 R (LS)	350 kg
• Eau	159 l
• Agent plastifiant	0,25 % du poids du ciment
• Entraîneur d'air	0,04 % du poids du ciment

CARACTÉRISTIQUES CONTRÔLÉES DU BÉTON

• Résistance à la compression à 7 jours	26 MPa
• Résistance en fendage à 7 jours	2,1 MPa
• Résistance à la compression à 28 jours	32,6 MPa
• Résistance en fendage à 28 jours	2,7 MPa
• Affaissement au cône d'Abbrams	7 cm
• Air occlus	4,5 %



Illustration de la couverture

David Lozach

Réalisation

Amprincipe – Paris

R.C.S. Paris B 389 103 805

Maquette

Amprincipe – Paris

Impression

Imprimerie Chirat

N°

Édition septembre 2005