



L'actualité sur les routes en béton

# update 3/10

## Giratoires en béton

Les revêtements routiers en béton se distinguent par leur bonne portance, leur résistance à la déformation, ainsi que leur rugosité élevée. Les giratoires comportant de tels revêtements sont, depuis des années, devenus une réalité en Suisse – comme d'ailleurs en Autriche – et, en Allemagne, ils s'imposent aussi de plus en plus. Il est généralement admis qu'une telle solution offre une bonne durabilité, ce qui la rend économique.

# Giratoires en béton: Expériences faites en Suisse, en Allemagne et en Autriche

Rolf Werner, ing. HES/UTS, conseils et expertises pour revêtements routiers en béton, Bonstetten (Suisse);  
Martin Peck, ing. dipl., Munich (Allemagne); Johannes Steigenberger, ing. dipl., Vienne (Autriche)

## Suisse

Il est de plus en plus reconnu en Suisse que, dans les giratoires, la surface de roulement en béton constitue une solution judicieuse et avantageuse, mais avant tout durable.

## Generalités

Au vu des dégâts importants apparus sur des giratoires relativement neufs, on a construit en 2003, pour la première fois en Suisse, un giratoire à revêtement en béton. Les expériences faites dès lors ont montré que les giratoires dotés d'un tel revêtement rigide offrent une bonne durabilité – que l'on peut estimer à 40–50 ans. Il s'agit donc d'une solution économique, qui non seulement vient remplacer l'asphalte sur des giratoires anciens, mais est de plus en plus retenue pour de nouveaux ouvrages de ce type, dès leur conception. Il ressort du tableau 1 ci-dessus que l'on construit actuellement 20 à 25 giratoires à revêtement en béton dans notre pays. Le canton le plus avancé à cet égard est celui de Zurich, qui compte presque la moitié de ces ouvrages.

## Le 100<sup>e</sup> giratoire en béton

En été 2010 a commencé la construction du 100<sup>e</sup> giratoire en béton. Il se trouve près de Spittel, dans le canton d'Argovie. L'épaisseur de ses dalles est, comme cela se fait généralement, de 26 cm. Le diamètre de l'ouvrage atteint 36 m, ce qui est beaucoup pour la Suisse. La largeur de la chaussée circulaire, de 7 m, est supérieure à 25 fois l'épaisseur susmentionnée. Cela a conduit le maître d'ouvrage à doter cette chaussée d'un joint circulaire central, plutôt que d'une armature. Des bordures de granit ont été collées sur la dalle, qui a été élargie de 20 à 25 cm pour cela. Les entrées et les sorties sont également revêtues de béton, sur une longueur de 10 m (2 dalles) à 18 m (3 dalles). Pour consolider le passage asphalte-béton qui marque ces accès, le joint de transition n'est pas disposé perpendiculairement à l'axe, mais avec un biais de 10 à 15°.

## Conception

En Suisse, les revêtements routiers en béton se présentent sous forme de dalles, avec des joints longitudinaux et transversaux. Cette structure est aussi appliquée aux giratoires; les dalles sont goujonnées entre elles et les joints transversaux sont



Le 100<sup>e</sup> giratoire en béton de Suisse, près de Spittel, à Suhr (canton d'Argovie)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Total
Zurich	1	2	3	11	10	9	9	10	55
Argovie		1		3	3	1	4	3	15
Bâle-Campagne			1				2		3
Vaud			1						1
Zoug				1		3	4	3	11
Lucerne				1		1		1	3
St- Gall				1				1	2
Thurgovie					1	5		2	8
Soleure					2	5			7
Berne					3	1	1	1	6
Valais							1		1
Bâle-Ville							1		1
Glaris							1		1
Schwyz							1		1
Appenzell Rhodes ext.									
Grisons								1	1
Uri								1	1
<b>Total/Année</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>118</b>

Tableau 1: Vue d'ensemble des giratoires construits en béton en Suisse, de 2003 à 2010, par canton

disposés dans le sens radial. Cela permet une reprise optimale des charges, respectivement de l'effort tranchant. Pour tenir compte des changements de volume du béton sous l'effet des variations de température, on dispose, dans la chaussée circulaire, deux à quatre joints de dilatation goujonnés, suivant la saison dans laquelle on réalise l'ouvrage. En général, les entrées et sorties sont aussi revêtues de béton sur 10 à 15 m. Si une entrée se situe sur une pente relativement marquée, son revêtement en béton sera prolongé, pour atteindre jusqu'à 20 m. Un giratoire particulièrement exposé à un trafic lourd intense a même été doté d'entrées et de sorties revêtues de béton sur une longueur de 50 m.

Les dalles en béton des giratoires sont séparées des entrées et sorties par des joints de dilatation, car les mouvements de ces deux parties de l'ouvrage présentent des différences. Etant donné que les dalles des entrées et sorties ne peuvent en aucun cas être goujonnées ou ancrées à celles de la chaussée circulaire, on dispose là des talons en béton pour éviter les mouvements verticaux. Pour éviter le phénomène du pompage des dalles qui peut se présenter par la suite, celles-ci ne sont pas posées directement sur une infrastructure de granulat, mais sur une couche d'asphalte de 8 à 10 cm d'épaisseur.

#### Dimensionnement des dalles, armatures

L'épaisseur des dalles varie entre 24 et 26 cm; aujourd'hui c'est le plus souvent cette dernière valeur qui est appliquée. La largeur de la chaussée atteint en général 7 à 8 m ce, qui ne permet plus de respecter la formule largement reconnue «longueur de

la dalle  $L_{max.} = 25 \times \text{épaisseur de la dalle}$ » et les dalles doivent être dotées d'armatures. Pour cela, on a d'abord recouru à des treillis, et plus tard à des fibres métalliques. Cette dernière solution a été choisie pour des raisons de temps d'exécution (la mise en place du treillis d'armature nécessite une étape de travail supplémentaire!), et également de coût de la main d'œuvre.

Depuis la fin de 2009, les différents services officiels de génie civil ont peu à peu renoncé à l'incorporation de fibres métalliques et ont fait construire un joint circulaire central dans la chaussée des giratoires. Leur objectif est d'éviter les dommages pouvant résulter de la présence de fibres à la surface du revêtement.

#### Exécution, qualité du béton, structure de la surface

L'idéal serait d'exclure tout trafic sur un tel giratoire durant les travaux. On pourrait alors bétonner toute la chaussée en une seule étape. Mais cela n'est que très rarement possible; voilà pourquoi on n'a recouru à une finisseuse à coffrage glissant que dans quelque 10 pour cent des cas. La construction de giratoires devant donc se faire le plus souvent en plusieurs étapes, le béton est généralement mis en place à la main, avec l'aide d'une poutre vibrante. Cela constitue un certain défi pour l'entrepreneur, étant donné la bonne planéité qu'il faut réaliser. Le béton à mettre en œuvre est un C 30/37, les classes d'exposition étant XC4, XD3 et XF4. Pour parvenir à la planéité exigée par la norme, il faut bien veiller à la consistance du matériau. L'indice de serrage (selon Walz) devra être de 1,15 à 1,25 en cas de mise en place manuelle et de 1,25 à



Epannage du granulat dur, giratoire de la Winterthurstrasse à Bülach

1,35 en cas de mise en place à la machine. Si les travaux doivent être effectués dans un court laps de temps, on recourra à un béton à hautes résistances initiales. Souvent de tels giratoires sont construits durant un long week-end (du jeudi à 9 heures au lundi à 5 heures). Dans un tel cas, le béton doit présenter des résistances suffisantes pour que l'ouvrage puisse être ouvert à la circulation 30 heures seulement après la mise en place du revêtement. Cela suppose qu'à ce moment-là la résistance à la traction par flexion ait atteint 70 pour cent de la valeur requise après 28 jours, laquelle est de 5,5 N/mm<sup>2</sup>.

Les giratoires se situant le plus souvent à l'intérieur des localités, leur diamètre est généralement peu important, soit  $\leq 30$  m pour près de 60% des giratoires en béton, et la vitesse des véhicules qui les franchissent reste modeste. On peut par conséquent renoncer à la doter d'une structure de surface à faible émission de bruit et traiter celle-ci au balai, de manière bien marquée. De plus, on y épandra du granulat dur, afin d'en assurer durablement la rugosité. La cure se fait en deux phases: d'abord par pulvérisation d'un film protecteur contre l'évaporation, puis par protection de la surface au moyen d'une natte thermique.

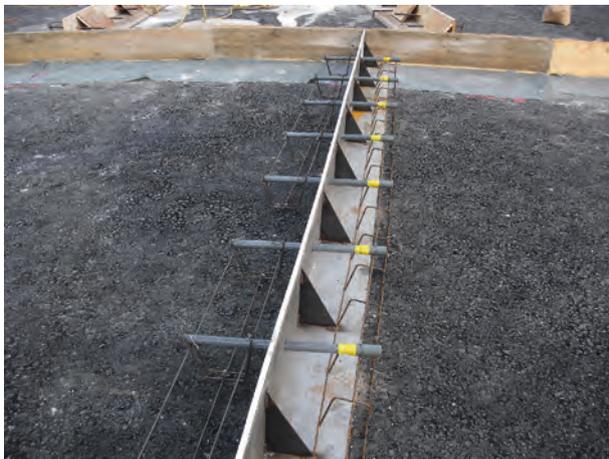
## Particularités

### Cercle intérieur

Dans la plupart des cantons, on aménage spécialement le cercle intérieur du giratoire. L'objectif est d'une part de rendre l'ouvrage franchissable sans problème par des trains routiers relativement longs et d'autre part de ne pas donner à celui-ci un aspect optiquement trop vaste – la base du cercle intérieur étant, pour cela, légèrement surélevée par rapport au niveau de la chaussée. On entend également contribuer ainsi à ce que les chauffeurs ne passent pas ce giratoire à une vitesse excessive. La structure que l'on donne à ce cercle intérieur ne doit pas être négligée, car il est exposé à des efforts tranchants et à une pression énormes. L'expérience montre qu'un simple pavage ne suffit pas et que cette partie de l'ouvrage doit également être construite en béton.

### Bordures

Si l'on a prévu de doter les bords de la chaussée, tant extérieurs qu'intérieurs, de bordures de granit, celles-ci doivent être fixées sur la dalle de béton, qui aura été pervibrée. Si elles sont disposées comme cela se fait le long des routes ordinaires,



Joint de dilatation dans la chaussée circulaire, avec coffrage perdu



Chaussée circulaire d'un giratoire, avec son joint longitudinal central, giratoire de la Winterthurstrasse à Bülach



Mise en place à la machine d'un béton pompé sur une chaussée circulaire, Feldstrasse, accès nord à Zoug

elles seront bientôt déplacées ou brisées par le passage des poids lourds. Dans certains cantons, elles sont collées sur la dalle. Pour éviter qu'elles soient poussées vers l'extérieur, il est même recommandé de les fixer encore au moyen de béton.

### Transition asphalte-béton

Si cela est compatible avec le trafic qui subsiste durant les travaux, il est judicieux de poser les revêtements en asphalte sur les entrées et sorties avant de construire les dalles de béton qui les prolongeront en direction de la chaussée circulaire. On obtiendra ainsi une compacité optimale du revêtement en asphalte dans la zone de transition entre les deux types de revêtement et l'on évitera le risque de dégâts au béton par les rouleaux assurant le compactage de l'asphalte. De plus, si l'on place le joint de transition de biais (env. 10 à 15°) par rapport à l'axe de la voie, le passage des véhicules sur ce joint se fera avec plus de souplesse, ce qui ménagera ce dernier.

### Allemagne

Les giratoires fortement sollicités ont besoin d'une remise en état tous les 7 à 10 ans si leur revêtement est en asphalte. Cela paraît bien court, mais

la réalité est encore plus inquiétante: la remise en état ne se fait souvent pas dès que des déformations importantes apparaissent, mais seulement au moment où l'autorité responsable dispose des crédits nécessaires. Et jusque-là, l'ouvrage n'offre plus la sécurité requise.

Nos voisins nous ont montré depuis plusieurs années comment résoudre ce problème: l'Autriche, la Suisse et les Etats du Benelux dotent leurs giratoires de revêtements en béton. L'expérience ainsi acquise montre que ces ouvrages sont durables, même s'ils sont fortement sollicités. Bien que l'établissement des plans et les modes d'exécution obéissent à des principes partiellement différents d'un pays à l'autre, ces ouvrages se distinguent tous durablement par les qualités qu'il faut reconnaître aux surfaces de roulement en béton: une bonne portance et une résistance élevée à la déformation.

Le premier giratoire moderne construit en Allemagne avec un revêtement en béton date de 2007 et se trouve à Bad Sobernheim, dans le Land de Rhénanie-Palatinat. Ce fut une variante proposée par l'entreprise adjudicatrice et dont les plans ont été établis avec l'assistance de la TU (Université technique) de Munich. A la même époque ont été construits en Hesse, près de Darmstadt, trois autres giratoires en béton. D'entente avec

l'association d'ingénieurs compétente, la société de marketing de l'industrie cimentière allemande a fait largement connaître l'ouvrage de Bad Sobernheim aux milieux de la profession et aux autorités, par des visites, des exposés, des foires et d'autres événements pour spécialistes. Dès lors de nouveaux giratoires en béton furent réalisés dans le district de Fribourg-en-Brisgau et l'arrondissement de Böblingen. D'autres ouvrages de ce type ont encore été construits en 2010: trois dans ce même arrondissement et un à Werneck (Nord-Ouest de la Bavière). Ce dernier est remarquable par sa dimension et sa complexité, et aussi par le fait que ses entrées et sorties comportent des revêtements en béton sur une longueur inhabituelle, en raison de l'intense trafic lourd qui passe dans ce giratoire.

Jusqu'à la fin de 2011 auront été réalisés en Allemagne du Sud cinq nouveaux giratoires en béton, et deux autres en Allemagne de l'Est. De plus, toute une série d'ouvrages de ce type sont en projet ailleurs en Allemagne. A fin 2011, auront été construits, seront en voie de réalisation ou auront été adjugés quelque 30 giratoires en béton dans la République fédérale. Jusqu'à tout récemment, de tels ouvrages étaient des événements suscitant un intérêt encourageant; aujourd'hui cette solution durable pour les giratoires fortement sollicités s'impose très largement dans les milieux professionnels. Cela d'autant plus que des bureaux d'ingénieurs spécialisés en la matière offrent volontiers leurs services aux autorités et que l'instance compétente pour élaborer des normes (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen [FGSV])

comblera prochainement la lacune qu'il faut encore déplorer provisoirement sur ce plan.

Sur la base des ouvrages réalisés jusqu'ici et en intégrant la totalité des frais à prendre en compte (construction et maintien de l'ouvrage en bon état), de tels giratoires peuvent être considérés comme économiquement amortis après une durée d'utilisation se situant entre 4 et 15 ans. En Allemagne aussi, la durabilité économique des giratoires en béton fortement sollicités, comme leur durabilité technique, se confirme donc.

Dans la République fédérale, le système des finances communales constitue cependant un obstacle purement formel à la construction d'ouvrages routiers en béton: les frais de construction ne sont souvent pas mis à la charge des mêmes instances que les frais d'entretien. Lorsque l'on recourt au béton, le surcoût des premiers est plusieurs fois couvert par les économies sur les seconds, mais les deux types de frais ne ressortissent pas à la même caisse. Ce régime des plus regrettable favorise, sur le plan financier, les variantes à courte vue au détriment des solutions économiquement et globalement les plus avantageuses à long terme. Il faut espérer qu'interviendront sans tarder les réformes nécessaires pour que les effets pervers évoqués ci-dessus disparaissent.

## Autriche

En Autriche, les revêtements en béton se concentrent principalement sur les autoroutes et les voies



Giratoire de la Winterthurstrasse à Bülach, 2010

express, où ils s'imposent en raison de l'accroissement du trafic lourd, ainsi que pour des raisons de sécurité (dans les tunnels ayant une longueur supérieure à 1000 m). En ville, ce type de revêtement est surtout choisi pour les arrêts de bus, les pistes réservées à ces derniers et les carrefours.

Depuis quelques années, dans la partie orientale du pays, on recourt de plus en plus au béton pour la construction de giratoires. Par souci de sécurité, et même pour assainir des points où se sont produits de nombreux accidents, on construit souvent de tels ouvrages sur des accès au réseau routier prioritaire, où le trafic – notamment lourd – est intense. Fortement sollicités, les giratoires doivent donc offrir une résistance élevée.

Les résultats d'une enquête effectuée en Autriche en 2005 montrent qu'en sous-dimensionnant un giratoire fortement sollicité on expose son revêtement à l'apparition rapide de dégâts aux arêtes et aux angles, spécialement si l'infrastructure est de qualité médiocre. La solution en béton donne de bons résultats si la dalle est correctement dimensionnée et présente une qualité élevée et régulière. En Autriche les dalles de revêtements routiers ne sont en général pas armées. Celles des giratoires ne le sont pas intégralement; mais, tous les joints subissant le passage d'un trafic plus ou moins intense, ceux-ci sont en général goujonnés.

Une attention particulière doit être portée à la disposition des joints des entrées dans le giratoire et de ceux qui marquent la transition entre le béton et l'asphalte. Il faut en tout cas établir en temps utile, avant le début des travaux, un plan des joints, lequel tiendra aussi compte du déroulement du trafic durant les différentes phases de la construction, et notamment du bétonnage.

Les aménagements routiers comportant un giratoire sont fortement sollicités au niveau de leurs entrées et de leurs sorties, principalement du fait des freinages et des accélérations, ainsi que des bouchons affectant le trafic lourd dans les entrées. Il est par conséquent recommandé de revêtir également de béton ces accès sur une longueur de 50 m, laquelle correspond à peu près à celle de deux trains routiers. Les exigences posées au béton pour giratoire correspondent à celles qui sont posées par les normes

autrichiennes pour les revêtements routiers en général: résistance au gel et au sel de déverglaçage, résistance aux intempéries, résistance au fendage (28 jours), utilisation d'un granulat résistant à l'usure et à l'abrasion, consistance adaptée au procédé de mise en place (manuel ou à la machine). Ce qui est aussi essentiel, c'est que cette consistance permette un compactage suffisant, ainsi qu'un traitement garantissant une surface suffisamment fermée.

Si les éléments sont correctement dimensionnés et si la construction a été faite selon les règles de l'art, les giratoires à revêtement en béton bénéficient d'une longue durée de vie, moyennant des frais d'entretien modestes. La notice (autrichienne) «Kreisverkehre mit Betonfahrbahndecken» fournit l'essentiel des indications nécessaires pour une bonne exécution. Sa publication en 2006 a eu pour effet de faire croître de manière impressionnante le nombre de giratoires en béton: alors qu'on n'en comptait encore que 15 en 2005, il y en avait déjà 80 en 2008 et, à fin 2010, ils dépasseront la centaine.

#### Bibliographie

Werner, Rolf; «Kreisfahrbahnen in Beton»; Die Schweizer Baustoffindustrie, 1/2003

Keller, Martin; «Le premier giratoire en béton de Suisse livré au trafic»; route et trafic, 7-8/2004

Hardegger, Daniel; «Premier giratoire à deux pistes en béton»; Dimension, décembre 2005, Holcim (Suisse)

Werner, Rolf; «Bau von Verkehrskreiseln aus Beton – Erfahrungen aus der Schweiz»; Zement + Beton, 2/2007, Vienne

Werner, Rolf; «Kreis mit Betonfahrbahnen»; Griffig, 2/2007 (Gütegemeinschaft Verkehrsflächen aus Beton, Düsseldorf)

Werner, Rolf; «Der Kreis mit Betonfahrbahn hat Vorteile»; Schweizer Gemeinde, 10/2007

Birmann, Dieter; «Giratoires en béton – une vue d'ensemble supranationale»; update 3/08;

Monticelli Ernst und Werner Rolf; «Concrete roundabouts in Switzerland»; 11th International Symposium on Concrete Roads, Seville 2010



Giratoire de la Kreuzstrasse à Bülach, 2007



A8, raccordement de Spiez, 2 giratoires, 2007

## Groupement d'intérêts des routes en béton

cemsuisse

Association suisse de l'industrie  
du ciment

Marktgasse 53, 3011 Berne

Téléphone 031 327 97 97

Fax 031 327 97 70

info@cemsuisse.ch

www.cemsuisse.ch

### BEVBE

Beratung und Expertisen für

Verkehrsf lächen in Beton

Herenholzweg 5, 8906 Bonstetten

Téléphone 044 700 14 02

Fax 044 700 14 03

werner@bevbe.ch

www.bevbe.ch

### Grisoni-Zaugg SA

Rue de la Condémine 60

Case postale 2162, 1630 Bulle 2

Téléphone 026 913 12 55

Fax 026 912 74 54

info@grisoni-zaugg.ch

www.grisoni-zaugg.ch

### Holcim (Schweiz) AG

Hagenholzstrasse 83, 8050 Zurich

Téléphone 058 850 62 15

Fax 058 850 62 16

betonstrassen@holcim.com

www.holcim.ch

### Holcim (Suisse) SA

1312 Eclépens

Téléphone 058 850 91 11

Fax 058 850 92 95

chausseebeton@holcim.com

www.holcim.ch

### Implenia Bau AG

Infra Ost Tiefbau

Binzmühlestrasse 11, 8008 Zurich

Téléphone 044 307 90 90

Fax 044 307 93 94

daniel.hardegger@implenia.com

www.implenia-bau.com

### Jura-Cement-Fabriken

Talstrasse 13, 5103 Wildegg

Téléphone 062 88 77 666

Fax 062 88 77 669

info@jcf.ch

www.juracement.ch

### Juracime SA Fabrique de ciment

2087 Cornaux

Téléphone 032 758 02 02

Fax 032 758 02 82

info@juracime.ch

www.juracement.ch

### Specogna Bau AG

Lindenstrasse 23, 8302 Kloten

Téléphone 044 800 10 60

Fax 044 800 10 80

spc@specogna.ch

www.specogna.ch

### Synaxis AG Zürich

(autrefois Wolf, Kropf & Partner AG)

Thurgauerstrasse 56, 8050 Zurich

Téléphone 044 316 67 86

Fax 044 316 67 99

c.bianchi@synaxis.ch

www.synaxis.ch

### Toggenburger AG

Schlossackerstrasse 20

8404 Winterthur

Téléphone 052 244 13 03

Fax 052 244 12 24

info@toggenburger.ch

www.toggenburger.ch

### Ciments Vigier SA

2603 Péry

Téléphone 032 485 03 00

Fax 032 485 03 32

info@vicem.ch

www.vicem.ch

### Walo Bertschinger AG

Case postale 7534, 8023 Zürich

Téléphone 044 745 23 11

Fax 044 745 23 65

kurt.glanzmann@walo.ch

www.walo.ch

**BETONSUISSE**

BETONSUISSE Marketing AG

Marktgasse 53, CH-3011 Bern

Téléphone +41 (0)31 327 97 87, Fax +41 (0)31 327 97 70

info@betonsuisse.ch, www.betonsuisse.ch

**bdz.**  
Deutsche Zementindustrie

BDZ, Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.

Kochstraße 6-7, D-10969 Berlin

Téléphone +49 (0)30 2800 2-100, Fax +49 (0)30 2800 2-250

BDZ@BDZement.de, www.BDZement.de

**beton**

Gruppe Betonmarketing Österreich

Anfragen für den Bereich Betonstraßen an Zement + Beton Handels-  
und Werbeges.b.H., Reisnerstraße 53, A-1030 Wien

Téléphone +43 (0) 1 714 66 85-0, www.zement.at