



Informations actuelles sur les routes en béton
et l'infrastructure routière | Édition juin 2017

update 48

Les routes en béton dans le réseau routier secondaire

Les conditions techniques de mise en place des routes en béton du réseau routier secondaire représentent aujourd'hui un défi de taille pour hisser celles-ci à un niveau de qualité équivalant à celui du réseau principal. Le secteur autrichien du béton s'est fixé comme objectif de répondre aux exigences croissantes des ouvrages routiers modernes grâce à de nouveaux concepts intelligents et de développer des solutions intégrales.

Les routes en béton dans le réseau routier secondaire

Johannes Horvath, Lafarge Zementwerke GmbH
Franz Lecker, Österr. Betondecken Ausbau GmbH

Introduction

L'intensification de la circulation routière et son importance majeure en tant que facteur économique posent des défis énormes à nos voies de communication en termes de capacité. Fondement de notre société et de notre vie économique, la libre mobilité est la condition essentielle du bon fonctionnement des marchés. Les futures routes devront assurer des tâches de plus en plus centrales telles que la sécurité routière, les économies en carburant, la protection de l'environnement et du climat. Les revêtements en béton des autoroutes ont à cet égard fait la preuve de leur valeur ajoutée. C'est pourquoi le secteur autrichien du béton entend aujourd'hui développer des méthodes pour la mise en place de revêtements en béton sur l'ensemble du réseau routier. La prise en compte des coûts de cycle de vie est essentielle pour juger, conformément au Règlement Produit de Construction, des avantages et des inconvénients de certaines techniques de construction. Aujourd'hui, la planification des réseaux routiers modernes ne se réduit pas au choix lapidaire des matériaux, mais convainc par un concept fonctionnel de performances constitué de techniques de construction sûres, disponibles, efficaces sur le plan énergétique et durables (conservation de la substance)¹.

1 Généralités

L'ensemble du secteur autrichien du béton s'est fixé comme objectif de répondre aux exigences croissantes des ouvrages routiers modernes grâce à de nouveaux concepts intelligents. La société post-fossile réclame des moteurs à combustion plus économes, des modèles hybrides et des véhicules électriques purs, dictant ainsi la tendance inéluctable vers une mobilité économe en énergie et peu polluante. Qui plus est, les programmes de recherche engagés de l'industrie automobile visent désormais davantage à permettre une meilleure utilisation des routes grâce à des systèmes intelligents.

La mise en œuvre de ces exigences dépendra de l'état des routes et de la manière d'assurer la disponibilité élevée souhaitée. Dans le même temps, il ne faut pas négliger le fait que les coûts d'entretien disponibles diminuent proportionnellement à l'augmentation du trafic. Il s'agit maintenant de redéfinir et de réévaluer totalement les aspects de longévité et de durabilité des revêtements de chaussée

2 Les futurs défis fonctionnels liés aux ouvrages

Le Règlement Produit de Construction explicite aisément les nouvelles exigences et les nouveaux défis d'ordre général que les ouvrages devront affronter. En 2013, la directive Produits de Construction (DPC) a été modifiée et remplacée par le Règlement Produit de Construction (RPC). Deux exigences majeures ont été reprises de manière contraignante. D'une part, l'évaluation doit porter sur tout le cycle de vie et, d'autre part, l'utilisation durable des ressources naturelles doit être prise en compte. La conception, la construction, l'exploitation et le démantèlement des ouvrages doivent intégrer l'utilisation durable ou la préservation de ces ressources. L'époque des décisions affectives face aux choix de construction est révolue. Les contribuables, qui sont les véritables bailleurs de fonds du réseau routier public, ont droit à la transparence des processus décisionnels.

Durabilité et longévité (analyse du cycle de vie – ACV)

Les routes en béton satisfont en grande partie aux exigences primordiales de longévité et de recyclabilité. La viscoélasticité de l'asphalte et l'élasticité du béton, caractéristiques fondamentales de ces deux matériaux, induisent un comportement différent pendant la durée de l'utilisation. Le facteur temps revêt par conséquent une grande importance. Les bureaux d'études devraient donc toujours – un principe valable pour tout projet technique – examiner des options alternatives et donner, en toute responsabilité, des explications sur la longévité (comportement à long terme) pour chaque variante.

Depuis des années déjà, nos autoroutes et voies rapides en béton sont transformées ou recyclées en revêtements en béton. Par ailleurs, le béton est, en termes de durabilité, un produit local, ce qui signifie que la productivité, les emplois et la valeur ajoutée complète restent localisés dans la région. Les matériaux de départ – les granulats, le ciment et naturellement l'eau – ont eux aussi une origine régionale (efficacité des ressources). Par rapport aux autres matériaux, tous ces facteurs présentent un avantage décisif pour l'évaluation du matériel et constituent la base de l'attrait de la route en béton.

Réduction des émissions et économies d'énergie

La gestion économe de l'énergie est une condition préalable à la conception, la construction, l'exploitation et la démolition d'une route. L'augmentation du trafic ne sera socialement acceptée que si elle n'affecte pas la qualité de vie des individus. Comme nous l'avons vu plus haut, les ouvrages doivent, dans l'esprit d'une approche ACV, être optimisés pour réduire au minimum leur consommation d'énergie et leurs émissions de CO₂. La fabrication, mais aussi l'exploitation et l'élimination doivent faire l'objet d'une analyse.

Du fait de leur conception rigide, les routes en béton présentent une plus faible résistance au roulement que d'autres matériaux de construction routière. Des études ont montré que, pour cette raison, seuls les camions économisent 4,5l de carburant sur une distance de 1000 km. La réduction des émissions de CO₂ est donc de 1200 kg pour 100 000 km, et les économies de carburant atteignent 450l de diesel.

Les surfaces en béton se distinguent également par leur surface claire. Cela permet de limiter sensiblement le réchauffement estival dans les zones urbaines et de réduire aussi l'énergie d'éclairage nécessaire. Cette situation est adaptée pour l'énergie d'éclairage ou la visibilité dans les tunnels. Une surface plus claire apporte une contribution essentielle à la traversée des tunnels².

Disponibilité et sécurité

Les routes performantes répondent à des besoins de sécurité, mais aussi à une exigence de disponibilité prévisible. La gestion de l'entretien optimisée en termes de dépenses doit être abordée avec des besoins réduits.

3 Les raisons de la construction de routes secondaires en béton en Autriche

L'Autriche a une longue tradition dans la construction de revêtements routiers en béton. Depuis des décennies, cette technique de construction est mise en œuvre sur des autoroutes fortement sollicitées ainsi qu'en zone urbaine pour les arrêts et les voies de bus ainsi que les carrefours où le trafic de poids lourds est dense. Le béton est également de plus en plus utilisé pour les giratoires.

Les expériences passées ont montré qu'en dépit de sollicitations extrêmes, les routes en béton ont une longue durée d'utilisation (durée de vie technique). De nombreux revêtements en béton perdurent aujourd'hui et restent utilisables clairement plus de trente ans sans grands frais de réfection. L'un de ces revêtements mis en place sur la route du Mölltal en Haute-Carinthie a plus de cinquante ans et est encore entièrement opérationnel^{1,3}. Suite à ce fait et aux considérations formulées ci-dessus, l'idée d'un transfert de technologie du réseau routier principal au réseau se-

condaire, c'est-à-dire aux routes régionales et fédérales, a fait son chemin jusqu'au développement de nouvelles formulations, etc. pour mettre aussi en place du béton drainé sur des aires de stationnement et des zones industrielles hautement sollicitées.

Les nouvelles méthodes de mise en place, qui se distinguent avant tout par un encombrement réduit, sont un grand défi. Au contraire des autoroutes à quatre voies, les travaux d'assainissement d'une route secondaire par exemple impliquent presque toujours de laisser dégagée une bande de chaussée afin de maintenir le flux de la circulation, tandis que la mise en œuvre est réalisée sur la seconde voie. Utilisés pour la construction des autoroutes, les grands finisseurs à coffrage glissant requièrent beaucoup d'espace et ne peuvent donc être employés pour cette application. La tendance est d'accélérer le déploiement de finisseurs à coffrage glissant à faibles dimensions d'encombrement. Notre recherche se concentre également sur une option avec du béton compacté.

Historiquement, les routes régionales et, de façon générale, les routes du réseau secondaire ont été presque ignorées par l'industrie du béton, ce qui a engendré des lacunes de connaissances et d'expériences par rapport à la technique de l'asphalte. Cela explique aussi pourquoi l'ensemble des normes et des directives est essentiellement conçu pour cette dernière technique. Il s'agit maintenant de combler progressivement ce retard, puis d'assurer une base stable.

4 Qualités des routes en béton

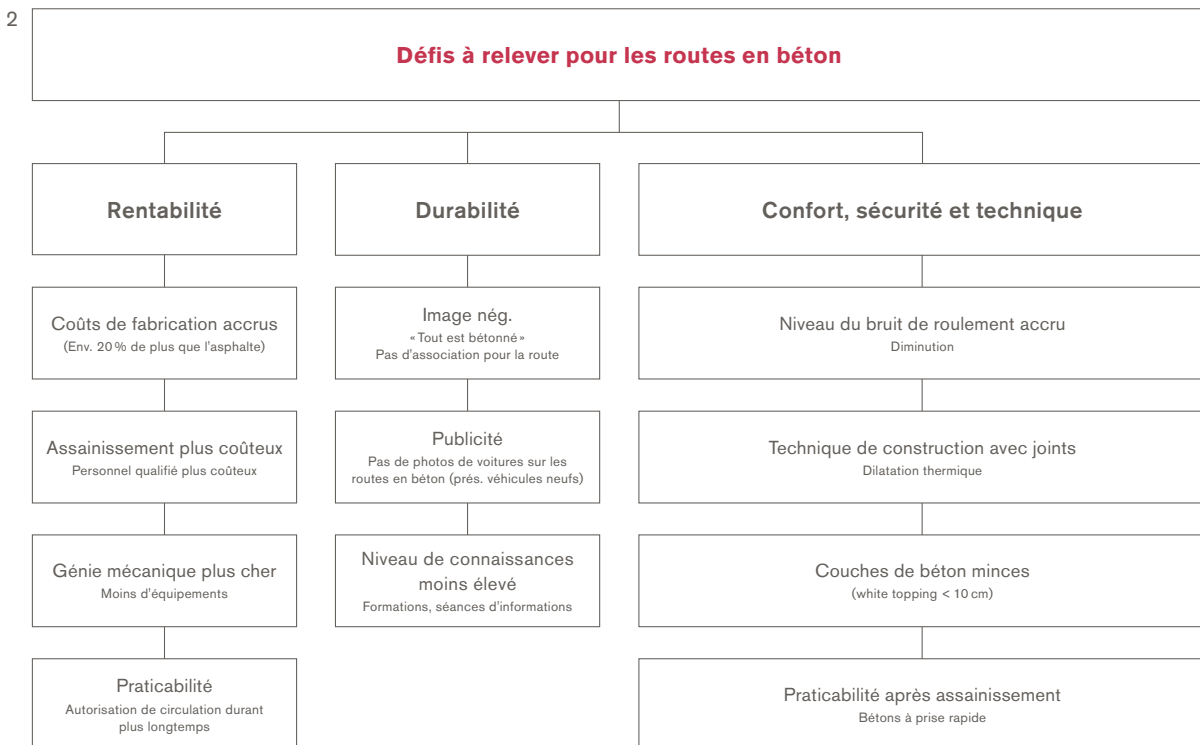
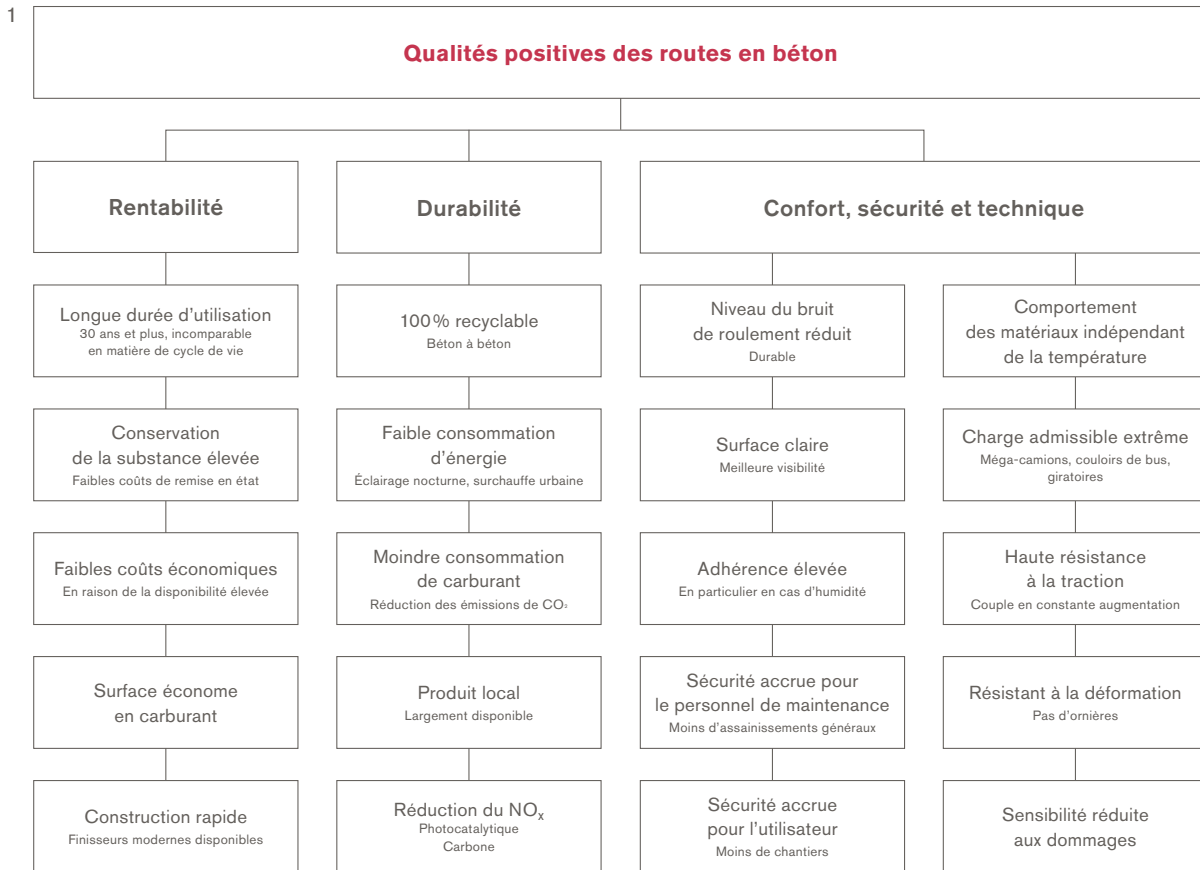
Face à chaque défi d'ordre technique, il existe plusieurs possibilités, qui ont toutes leur justification. Souvent, les avantages et les inconvénients de ces différentes variantes ne sont pas tout de suite identifiables au stade de la conception. Pour l'exemple des « stabilisations de chaussée » dont il est question ici, cela signifie que le dimensionnement correct ne suffit pas à résoudre la question du meilleur mode de construction. Les ouvrages, en particulier les ouvrages d'infrastructure spécifiques, doivent satisfaire à plusieurs catégories d'exigences. D'un point de vue local, trois priorités se dessinent :

1. Confort, sécurité et technique
2. Rentabilité
3. Durabilité

Ces groupes principaux se voient attribuer des qualités qui, en fonction du projet, permettent de trouver une solution optimale au moyen d'une évaluation synergétique (prises de décision matricielles).

L'illustration 1 présente le classement des qualités positives des routes en béton selon les groupes principaux cités ci-dessus. Sur l'illustration 2 en revanche figurent les défis à relever pour améliorer le mode de construction. Il s'agit maintenant de les analyser et de les améliorer dans un avenir proche.

Illustration 1 : qualités positives des routes en béton
 Illustration 2 : défis à relever pour les routes en béton



4



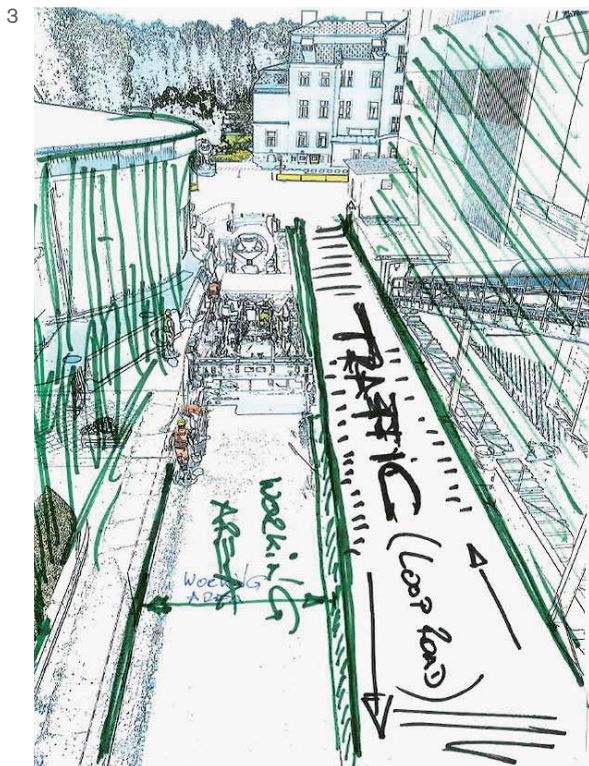


Illustration 3 : gestion du trafic sur une voie
Illustration 4 : finisseur à coffrage glissant

5 Tronçons expérimentaux

Les conditions techniques de mise en place des routes en béton du réseau routier secondaire représentent aujourd'hui un défi de taille pour hisser celles-ci à un niveau de qualité équivalent à celui du réseau principal.

Le réseau routier secondaire est, en Europe centrale et ailleurs, en grande partie développé. C'est pourquoi nous devons nous consacrer principalement au thème de la remise en état (assainissement partiel ou général). La pratique courante consiste ici à laisser une voie de circulation dégagée pour le passage du trafic, tandis que l'autre est en réfection (voir illustration 3). Cette méthode évite de recourir à un finisseur à coffrage glissant, comme dans le réseau national, et de devoir occuper de l'espace en dehors de la largeur de la chaussée.

Pour nos tronçons pilotes, l'entreprise Wirtgen a mis à notre disposition un finisseur qui a été configuré et adapté avec précision à ces exigences (voir illustration 4).

L'engin a une largeur de pose maximale de 3,5 m et une épaisseur de pose possible de 40 cm. Le guidage de voie se fait comme à l'accoutumée sur fils avec tachymètres.

5.1 Essai pilote – Lafarge / Retznei

L'engin a été utilisé pour la première fois fin août 2015 dans la cimenterie Lafarge à Retznei. Il s'agissait de rénover entièrement la rue du site de production, de l'entrée jusqu'au terminal de chargement. Parcourue quotidiennement par des centaines de camions, cette rue est un exemple illustrant parfaitement la forte sollicitation que subissent les revêtements.

La surface prévue de 1060 m² a été construite en béton routier selon⁴ et possède les qualités définies ci-dessous :

1. Épaisseur : 20 cm, longueur : 175 m, largeur : 6 m
2. Surface en béton lavé
3. Granulat jusqu'à 11mm

Deux bandes : la bande 1 a été construite en granulats durs (LA 20 et PSV 50 C90/1) et la bande 2 en granulats meubles (LA 25 et PSV 44 C90/1).

La question s'est d'abord posée de savoir cependant si, pour une sollicitation élevée et une vitesse réduite, il était impératif de recourir à des granulats durs. Dans la région, ces granulats ne sont pas aussi disponibles que les gravillons de pierres tendres et sont par ailleurs plus chers. C'est pourquoi les deux bandes de mise en œuvre sont construites avec des pierres différentes dans une optique de durabilité (voir illustration 16). Elles font l'objet d'un suivi, notamment en termes

d'usure et d'adhérence, pendant une durée d'utilisation prévue de 30 ans.

La mise en œuvre est représentée sur l'illustration 5. On voit ici que la surface de travail nécessaire reste dans le périmètre de la voie et qu'il est ainsi possible d'effectuer la remise en état tout en maintenant le trafic (rabattement sur une seule voie de circulation). Comme avec les finisseurs à coffrage glissant dans le réseau d'autoroutes et de voies rapides, la précision de l'arête est grande (voir illustration 6).

L'autre avantage qu'apportent ces finisseurs à coffrage glissant est la pose de goujons et d'ancrages. Ces connecteurs sont souvent indispensables dans le cas de routes très sollicitées (voir illustration 7 et illustration 8). Les goujons ont été assemblés en paniers à partir de profilés préfabriqués afin de garantir le centrage précis de la liaison dans la section. La dimension de la zone est de 5 m dans le sens longitudinal.

Du fait des ancrages forcés, il était nécessaire de guider le finisseur à coffrage glissant de manière asymétrique et non au centre de la zone. Le retardateur aspergé en surface a été appliqué immédiatement après la mise en place du béton afin de minimiser la formation de fissures (voir illustration 10).

Cet essai avait également pour objectif de clarifier la manière dont les éléments de construction (p. ex. les raccords ou les couvercles de regards) s'intègrent le plus simplement possible. La meilleure solution est de recouvrir les ouvertures des regards au moyen de plaques d'acier. Le train de mise en place peut ainsi passer en continu sans être ralenti. Après le passage du finisseur, la zone est dégagée manuellement (voir illustration 11). Puis l'anneau de raccordement est placé et l'anneau de protection servant de joint antisalissure est posé sous tension (voir illustration 12). L'étape suivante consiste à mettre à niveau avec précision la pièce formée avec le bord supérieur du sol (voir illustration 13) et à la bétonner à la main à l'élément de construction (voir illustration 14). La surface en béton est lissée encore une fois (voir illustration 14) et, après raidissement, la surface en béton lavé est mise en place (voir illustration 15).

L'illustration 16 montre la route en béton une fois achevée. En un an et demi, cette route a déjà vu passer 40 000 camions. Comme prévu, aucune modification n'a été constatée, que ce soit sur le revêtement à base de granulats meubles ou sur celui à base de granulats durs.

5



6



7



8



9



10

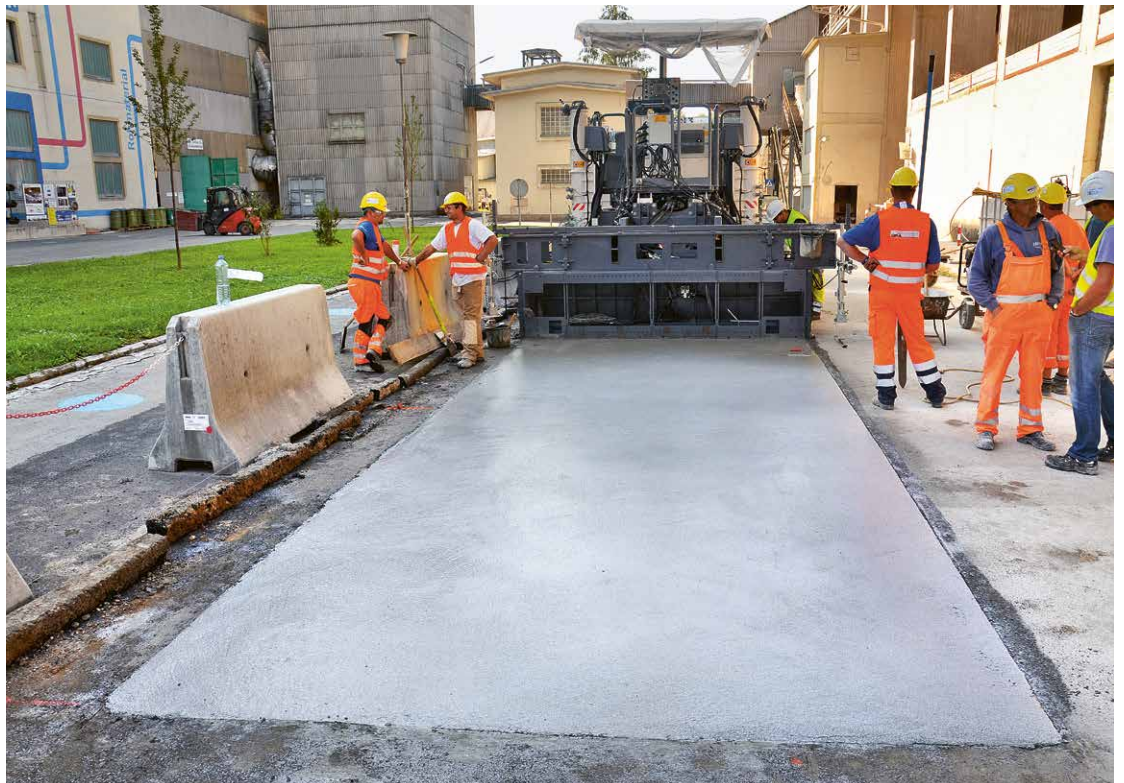


Illustration 5 : unité de mise en œuvre

Illustration 6 : angle vif

Illustration 7 : panier de goujons préfabriqué (ÖBA – F. Lecker)

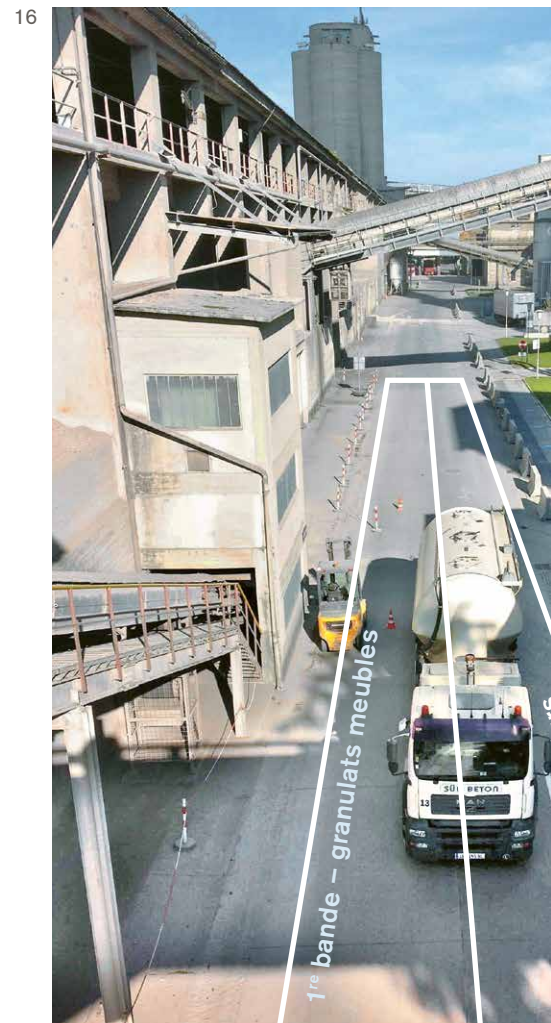
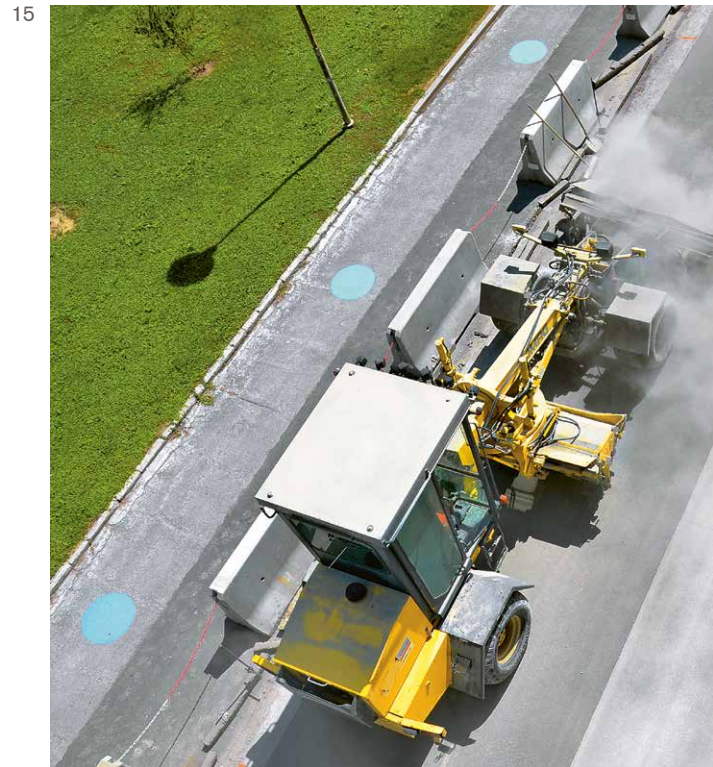
Illustration 8 : entailles et ancrages forés (trois par zone)

Illustration 9 : passage asymétrique du finisseur dans la largeur de la zone

Illustration 10 : cure immédiate



Illustration 11 : dégagement du regard
 Illustration 12 : insertion de la pièce de raccordement
 et calage de l'anneau de protection
 Illustration 13 : mise à niveau de la pièce de raccordement
 Illustration 14 : lissage manuel de la surface de béton
 Illustration 15 : balayage de la surface en béton lavé
 Illustration 16 : route en béton achevée





17



18



Illustration 17 : mise en place sur terrain en pente

Illustration 18 : mise en place sur un terrain en pente et sinueux

5.2 Essai pilote – LEUBE / Golling

Un second tronçon expérimental a été construit presque à la même période à Golling, dans la cimenterie LEUBE. À la différence du tronçon de Retznei, la mise en place a été testée avec des rapports de pente importants et des rayons de courbure faibles.

La route d'accès à la carrière de calcaire présente une pente allant jusqu'à 14% (voir illustration 17), possède une pente transversale moyenne de 2,5% pour l'évacuation des eaux de surface et est praticable en continu sur deux voies. Sa longueur totale est d'environ 300 m, sa largeur de 5,50 m. Le tronçon central comporte un virage de plus de 90°. Son élargissement a été réalisé manuellement, sur 9 m maximum à certains endroits.

Le revêtement d'asphalte de 8 à 18 cm d'épaisseur a été dégagé avec une fraiseuse, évacué du

chantier et stocké pour recyclage. On a ensuite appliqué sur le support stable et solide une couche stabilisée au liant hydraulique (HGT) de 5 cm d'épaisseur pour servir de couche de glissement.

Paramètres de mise en place :

1. Épaisseur : 25 cm monocouche, longueur : 300 m, largeur : 5,5 m
2. Surface en béton lavé selon⁴
3. Granulat jusqu'à 11 mm
4. Deux bandes avec gravillons durs (LA 20 et PSV 50 C90/1)

La route reliant la carrière de calcaire à la cimenterie est mise à rude épreuve par le passage quotidien des poids lourds. La route asphaltée a dû être rénovée entièrement à intervalles réguliers, tous les 8 à 10 ans. La combinaison de pente et de rayons de courbure faibles entraîne des forces de cisaillement très importantes en descente comme en montée (voir illustration 18). Comparé à l'asphalte, le béton a un comportement rigide et est par conséquent parfaitement adapté à la reprise des forces de cisaillement, comme à des giratoires très fréquentés. Ce projet est également soumis à surveillance, notamment de l'adhérence, mais l'intérêt se porte principalement sur le comportement des éléments de construction (formation de fissures, déformations, arêtes) par rapport à la durée d'utilisation.

La société ÖBA (Österreichische Betondecken Ausbau GmbH, www.oebatech.at) s'est également chargée de l'exécution. La mise en place a été réalisée sur deux voies et de haut en bas pour chacune du fait des forts pourcentages d'inclinaison.

La surface de roulement a été élargie dans le virage à 90° afin de garantir la circulation bidirectionnelle des poids lourds. D'environ 135 m², elle a été coulée manuellement, compactée au moyen d'un rouleau, puis lissée (voir illustration 19).

La dimension de la zone a été ici fixée à 4 m dans le sens longitudinal. La réduction de la distance est due à la modification fréquente des rayons de courbure (voir illustration 20).

6 Résumé

Les deux tronçons expérimentaux ont montré de manière très convaincante que le béton est une bonne et solide alternative dans le réseau routier secondaire. Les prochaines étapes consistent à prévoir des analyses des coûts de cycle de vie, du dimensionnement lié au support et d'autres optimisations de matériaux. En Autriche, l'ensemble du secteur du béton s'est engagé à s'associer dans la recherche au cours des quatre prochaines années. L'objectif du projet est de développer une solution intégrale pour les revêtements en béton dans le réseau routier secondaire et les zones industrielles et de la mettre ensuite à la disposition de la branche.

19



20



21



Illustration 19 : mise en place manuelle du béton dans la zone d'élargissement du virage

Illustration 20 : surface en béton découpée

Illustration 21 : route en béton achevée



Bibliographie

- 1 F. Lecker, J. Horvath : Betonstraßen – Fortschritt für die Fortbewegung ; Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift ; 161.Jg., Heft 1–12/2016
- 2 G. Maier, M. Peyerl, St. Krispel : TunnelHELL – Impact des revêtements en béton dans les tunnels : accroître la sécurité tout en économisant l'énergie, update 46
- 3 W. Pichler : Revêtements routiers durables en béton : la route du Mölltal (A) a 50 ans !, update 03/2005
- 4 RVS 08.17.02 : Technische Vertragsbedingungen Betondecken – Deckenherstellung ; FSV ; Vienne

Table des illustrations

- 1 qualités positives des routes en béton
- 2 défis à relever pour les routes en béton
- 3 gestion du trafic sur une voie
- 4 finisseur à coffrage glissant
- 5 unité de mise en œuvre
- 6 angle vif
- 7 panier de goujons préfabriqué (ÖBA – F. Lecker)
- 8 entailles et ancrages forés (trois par zone)
- 9 passage asymétrique du finisseur dans la largeur de la zone
- 10 cure immédiate
- 11 dégagement du regard
- 12 insertion de la pièce de raccordement et calage de l'anneau de protection
- 13 mise à niveau de la pièce de raccordement
- 14 lissage manuel de la surface de béton
- 15 balayage de la surface en béton lavé
- 16 route en béton achevée
- 17 mise en place sur terrain en pente
- 18 mise en place sur un terrain en pente et sinueux
- 19 mise en place manuelle du béton dans la zone d'élargissement du virage
- 20 surface en béton découpée
- 21 route en béton achevée

Crédits photos

- Ill. 1 à 16 © Lafarge Zementwerke GmbH
 Ill. 17 à 21 © LEUBE / Tirez

**Vous pouvez visionner des vidéos
 sur les deux projets à l'adresse
www.zement.at/filme**

Groupement d'intérêts des routes en béton

cemsuisse
Association suisse de l'industrie
du ciment
Marktgasse 53
3011 Berne
Téléphone 031 327 97 97
info@cemsuisse.ch
www.cemsuisse.ch

Ebicon AG
Breitloostrasse 7
8154 Oberglatt
Téléphone 043 411 28 20
info@ebicon.ch
www.ebicon.ch

Grisoni-Zaugg SA
ZI Planchy
Case postale 2162
1630 Bulle 2
Téléphone 026 913 12 55
info@grisoni-zaugg.ch
www.groupe-grisoni.ch

Holcim (Schweiz) AG
Hagenholzstrasse 83
8050 Zurich
Téléphone 058 850 68 68
betonstrassen@holcim.com
www.holcim.ch

Holcim (Suisse) SA
1312 Eclépens
Téléphone 058 850 92 14
chauseebeton@holcim.com
www.holcim.ch

Implenia Schweiz AG
Binzmühlestrasse 11, 8050 Zurich
Téléphone 058 474 75 00
daniel.hardegger@implenia.com
www.implenia.com

Jura-Cement-Fabriken AG
Talstrasse 13
5103 Wildegg
Téléphone 062 887 76 66
info@juracement.ch
www.juracement.ch

Juracime SA
Fabrique de ciment
2087 Cornaux
Téléphone 032 758 02 02
info@juracime.ch
www.juracement.ch

KIBAG Bauleistungen AG
Strassen- und Tiefbau
Müllheimerstrasse 4
8554 Müllheim-Wigoltingen
Téléphone 052 762 61 11
p.althaus@kibag.ch
www.kibag.ch

Müller Engineering GmbH
Beratung und Expertisen
für Verkehrsflächen in Beton
Kirchstrasse 25
8564 Wäldi TG
Téléphone 079 247 82 49
gm@müller-engineering.ch
www.müller-engineering.ch

Sika Schweiz AG
Tüffenwies 16, 8048 Zurich
Téléphone 058 436 40 40
hirschi.thomas@ch.sika.com
www.sika.ch

Specogna Bau AG
Steinackerstrasse 55, 8302 Kloten
Téléphone 044 800 10 60
info@specogna-bau.ch
www.specogna-bau.ch

Synaxis AG Zürich
Thurgauerstrasse 56, 8050 Zurich
Téléphone 044 316 67 86
c.bianchi@synaxis.ch
www.synaxis.ch

Toggenburger AG
Schlossackerstrasse 20
Postfach 3019, 8404 Winterthur
Téléphone 052 244 13 03
info@toggenburger.ch
www.toggenburger.ch

Ciments Vigier SA
Zone industrielle Rondchâtel, 2603 Péry
Téléphone 032 485 03 00
info@vigier-ciment.ch
www.vigier-ciment.ch

Walo Bertschinger Zürich AG
Postfach 1155, 8021 Zurich
Téléphone 044 745 23 11
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

InformationsZentrum Beton GmbH
Steinhof 39, D-40699 Erkrath
Téléphone +49 (0)211 28048-1, fax +49 (0)211 28048-320
erkath@beton.org, www.beton.org

Verein Betonmarketing Österreich
Anfragen für den Bereich Betonstraßen an Zement + Beton
Handels- und Werbeges.m.b.H., Franz-Grill-Straße 9, O 214, A-1030 Wien
Téléphone +43 (0) 1 714 66 85-0
zement@zement-beton.co.at, www.zement.at