



L'actualité sur les routes en béton

update 2/09

Revêtement en béton sur l'aire pour camions au Gothard

En raison des fortes sollicitations auxquelles elle est exposée, l'aire d'attente pour camions sur l'A2 du Gothard, à Erstfeld (Uri/Suisse), a été dotée d'un revêtement en béton résistant à l'orniérage et à l'abrasion. La durabilité que doit présenter cette surface de 65 000 m² ne pouvait être obtenue qu'en recourant au béton. La mise en place de ce matériau (classe C30/37) a dû répondre à des exigences élevées.

Revêtement en béton résistant à l'orniérage sur l'aire d'attente pour camions au Gothard

Pour l'infrastructure comme pour la superstructure de cet ouvrage («Schwerverkehrszentrum» = SVZ), on a appliqué les connaissances les plus récentes en matière de revêtement routier en béton. On a ainsi construit une dalle de béton non armé épaisse de 24 cm reposant sur une couche de mélange bitumineux à chaud AC F de 6 à 8 cm et une couche de fondation de 40 cm [6]. Cette surface fait partie d'un projet pilote sur le plan européen destiné à gérer – c'est-à-dire à contrôler et à échelonner – le trafic des poids lourds sur l'axe nord-sud du Gothard. Chaque jour, jusqu'à 1700 camions passeront par là. Le coût de l'investissement atteint CHF 70 mio (40 mio); la mise en service a eu lieu en mars 2009.

De l'évaluation des variantes aux derniers préparatifs

Ce SVZ offre des places d'attente pour 360 camions, 88 places pour véhicules prêts au départ et cinq pistes de contrôle. On parvient ainsi à mettre en application le système d'échelonnement adopté en 2001 pour les camions devant emprunter le

tunnel du Gothard, avec introduction de ceux-ci dans le trafic selon le principe du «compte-gouttes». Cela implique que l'on arrive à contrôler jusqu'à 150 camions par heure. En cas d'affluence extraordinaire, on peut même retenir là jusqu'à 750 poids lourds.

C'est en 2004 que l'Office fédéral des routes (OFROU) avait décidé de construire à Erstfeld cette première aire d'attente pour camions en Suisse. Il y avait là, à proximité immédiate d'une sortie d'autoroute, une surface de 70 000 m². Le SVZ d'Uri est ainsi raccordé à l'A2 par ladite sortie et les rampes existantes. Un pont précédemment construit permet de franchir la rivière [1].

Exigences élevées quant à la mise en place du béton

Une planification minutieuse et des mesures d'optimisation furent nécessaires pour réaliser la mise en place du béton dans le très court laps de temps imparti: de juin à octobre 2008. De plus, il fallut porter une attention particulière aux interfaces entre les différentes couches. La mise en place du béton a été



1



2

réalisée au moyen d'une finisseuse à coffrage glissant dotée d'un système de pilotage géo-optique. On a ainsi obtenu une bonne planéité de la surface, après avoir exactement défini la situation en plan et les cotes. Cela a nécessité une planification adéquate et la mise en œuvre d'un appareil de mesure ad hoc.

C'est ainsi qu'on est arrivé à mettre en place le béton à la machine sur une surface d'environ 55 000 m², tandis que ce travail a dû être fait à la main sur 10 000 m². La géométrie de la surface en cause a conduit à construire le revêtement par étapes journalières de deux bandes, chacune longue de 260 m et large de 6 m. Comme cela se fait généralement pour ce genre de place, on a d'abord laissé chaque fois entre deux bandes bétonnées une bande libre, que l'on ne couvrait que plus tard de son revêtement. On est parvenu à mettre en place des bandes sur une longueur d'environ 600 m par jour, ce qui correspond à un volume de 900 m³ [3].

Le déroulement du chantier était optimal lorsque la finisseuse avançait à un rythme constant et que les travaux subséquents suivaient immédiatement. La succession des différentes opérations se faisait ainsi en flux continu. Cela a sollicité les prestations de chacun jusqu'à la limite de ses possibilités et exigé une parfaite collaboration au sein de l'équipe chargée de la mise en place (12 personnes). Les changements météorologiques marqués et fréquents, ainsi que les vents perfides de cette vallée, ont parfois causé des perturbations requérant certaines adaptations dans le programme initial [3].

A côté des travaux effectués à un rythme élevé par

cet engin, il fallut aussi procéder à certaines mises en place à la main: bordures à surfaces restreintes, à angle aigu ou irrégulières. Seules ces dalles-là furent dotées d'une armature. Mais on a tout de même atteint pour elles une cadence de 1 200 m² par jour. Pour éviter l'effet de pompage, ainsi que pour améliorer la portance et l'homogénéité de l'infrastructure, la mise en place d'une couche de mélange bitumineux à chaud AC F s'est révélée appropriée.

Qualité du béton optimisée par des adjuvants

Ce qui a aussi été déterminant pour le bon déroulement de ce chantier, ce fut une logistique impeccable pour la livraison des 17 000 m³ de béton. Il s'est agi de BPE, préparé dans deux centrales peu éloignées du chantier [4], à base de CEM I, classe de résistance 42,5 [3]. Le béton devait être résistant au gel et aux agents de déverglaçage, et répondre aux exigences des classes d'exposition XC4, XD3 et XF4. Pour parvenir à ce résultat et obtenir encore une bonne ouvrabilité, on a incorporé un fluidifiant et un entraîneur d'air.

Sur la surface bétonnée, on a pulvérisé un produit de cure, afin de protéger la dalle d'une dessiccation précoce. Les joints longitudinaux et aussi transversaux ont été goujonnés, afin d'obtenir une répartition optimale des charges. Un laboratoire mobile [5] a effectué sur le béton frais comme sur le béton durci les contrôles permettant de garantir la qualité du matériau.



1 Près de l'entrée d'autoroute d'Erstfeld (A2 du Gothard) a été construit en 2008 une gigantesque aire de stationnement pour poids lourds sur une surface de 65 000 m². Photo: Autor

2 La surface en béton du SVZ d'Erstfeld, avec une longueur maximale de 600 m et une largeur de 150 m, offre de la place pour 360 camions et dispose de cinq pistes de contrôle couvertes. Photo: Autor

3 Le béton a été mis en place au moyen d'une finisseuse à coffrage glissant sur une surface de 55 000 m²; le revêtement fut ainsi, chaque jour, bétonné sur une longueur atteignant jusqu'à 600 m et une largeur de 6 m. La finisseuse à pilotage géo-optique roule sur deux bandes précédemment posées.

Photo: Holcim (Suisse) SA

Raccordement et disposition des lieux

Le SVZ d'Uri est accessible par la sortie d'autoroute d'Erstfeld sur l'A2. Les véhicules franchissent pour cela un pont existant sur la Reuss.

L'ouvrage jouant le rôle de pilote au niveau européen, il constitue un véritable défi. A cela s'ajoute, selon la direction du projet, l'organisation, avec le concours de la police, de son exploitation, ainsi que son équipement informatique.

La disposition des lieux a été conçue, autant que possible, pour tenir compte d'une éventuelle utilisation multifonctionnelle. Il fallut aussi songer à l'écoulement des eaux. On renonça à la construction de puits et de rigoles et se contenta de donner à cette immense aire de stationnement une légère inclinai-

son, ce qui permet de recueillir l'eau en bordure, dans des caniveaux. Cette inclinaison atteint au maximum 2,5 pour cent, la distance maximale d'écoulement sur le revêtement étant de 80 m [2].

Bibliographie et autres sources auxquelles se réfère le présent article:

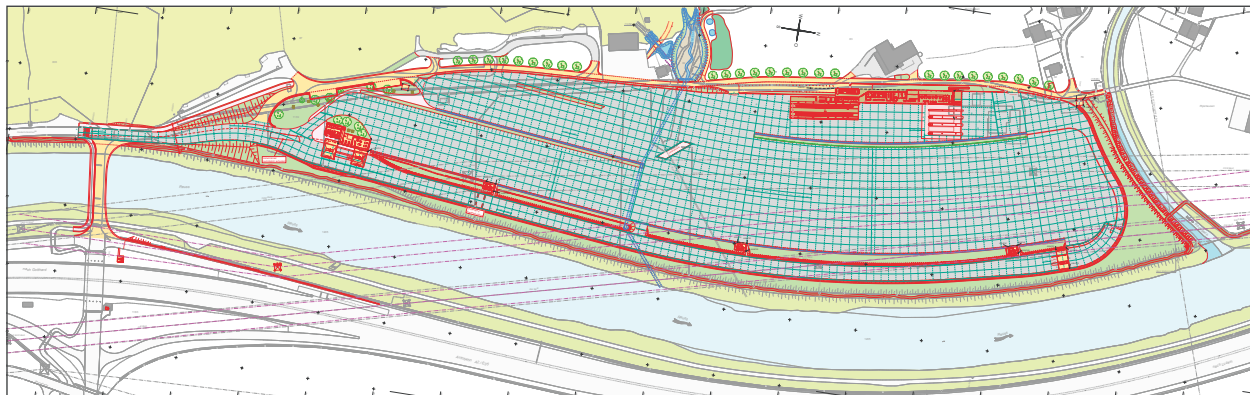
- [1] Rapport du maître d'ouvrage: canton d'Uri, Amt für Tiefbau, Altdorf
- [2] Rapport de la direction du projet: consortium d'ingénieurs Emch + Berger WSB, Emmenbrücke / Bucher + Dillier, Lucerne
- [3] «Résistant à l'orniérage et à l'abrasion», article paru dans dimension, déc. 2008, magazine publié par Holcim (Suisse) SA
- [4] Fournisseur du BPE: Arnold AG, Flüelen
- [5] Application des produits: Sika Bau AG, Zurich (Sikament-10 Plus, Sika Fro-V5-A, Antisol-20)
- [6] Dimensionnement, conception des joints et assurance qualité: bureau d'ing. BEVBE, Bonstetten

Données relatives à la construction de l'ouvrage

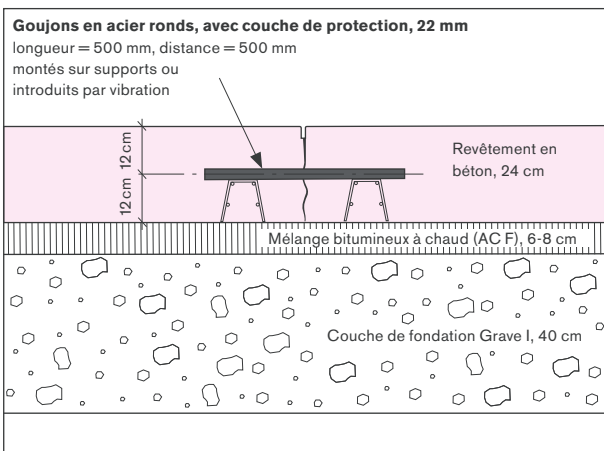
Dimensions de l'infrastructure	
Surface totale du site	80 000 m ²
Surface du revêtement en béton	65 000 m ²
Longueur maximale	600 m
Largeur maximale	150 m
Dimension des dalles	6,00 x 6,00 m
Couche de fondation Grave I	30 000 m ³
Matériau de remplacement Grave II	30 000 m ³
Mélange bitumineux à chaud AC F pour couche de support	13 500 t
Béton pour revêtement	15 600 m ³
Béton pour autres ouvrages	1 300 m ³
Inclinaison longitudinale	1 %
Inclinaison transversale	1,5 %
Joints	23 km

Recette du béton de revêtement	
Béton	C30/37; classe d'exposition XC4, XD3, XF4; D _{max} 32 mm; CI 0,10; consistance C1
Ciment	Exigence additionnelle: résistance à la traction par flexion à 28 jours: 5,5 N/mm ²
Adjuvants	Ciment portland CEM I 42,5 N: 340 kg/m ³ (Normo 4) Fluidifiant: 1 %; entraîneur d'air: 0,5 %

Propriétés du béton	
Béton frais:	
Facteur eau/ciment	0,43-0,45
Teneur en air occlus	3,8-5,0 %
Consistance selon Walz	1,25-1,30 (C1)
Béton durci:	
Résistance moyenne à la traction par flexion atteinte à 28 jours	7,0 N/mm ²
Résistance moyenne à la compression à 28 jours	44,5 N/mm ²
Résistance très élevée au gel et au sel de déverglaçage	



1



2



3



4

1 Plan général du SVZ d'Erstfeld avec le dessin des dalles.

2 Construction du revêtement en béton, avec joints de retrait fraisés

3 L'étendue considérable de la surface en béton et les exigences qualitatives élevées posées à ce revêtement imposent de hautes performances à l'équipe de 12 hommes chargée de la mise en place. Photo: Holcim (Suisse) SA

4 Entre les bandes déjà bétonnées, la pelle rétro apporte et répartit le béton frais pour la bande intermédiaire, de telle sorte que la finisseuse puisse, à la cadence programmée, donner au revêtement une planéité optimale. Photo: Holcim (Suisse) SA

Guidée en trois dimensions, une machine révolutionne la mise en place mécanique du béton

Pour la première fois au niveau mondial, un engin réunit les moyens les plus modernes en matière de technique de mesure et de mise en place du béton à la machine. Piloté en trois dimensions sans fil de guidage, il révolutionne la construction en béton par son rendement, la qualité de ses prestations, la multiplicité des formes qu'il peut donner au béton et ses possibilités d'utilisation des plus variées.

La construction industrielle en béton au moyen de finisseuses à coffrage glissant a conquis d'importants chantiers dans toute l'Europe. Ainsi s'est développé un savoir-faire dans ce domaine et ont été reconnus les avantages de cette technique. Aujourd'hui, une telle finisseuse peut poser jusqu'à 1500 m³ de revêtement en béton par jour, pour pistes d'aéroport, infrastructures de voies ferrées ou routes.

Mais la plus récente innovation dans la construction industrielle en béton va encore plus loin que cet avantage de productivité. Pour la première fois au monde, une machine réunit la technique de mesure et la technique mécanique pour permettre, au moyen d'un système de pilotage électro-optique intégral à

trois dimensions, la construction d'ouvrages en béton aux formes – rectilignes ou arrondies – les plus diverses. Le progrès essentiel que présente ce nouvel engin est la suppression du fil de guidage, ce qui facilite sensiblement le travail et assure une productivité et une qualité accrues, ainsi que des possibilités d'utilisation étendues.

Pilotage électro-optique

Dans ce système électro-optique, le pilotage de la machine repose sur la comparaison constante des valeurs de consigne et des données de fait: au fur et à mesure de la progression de la finisseuse, laissant derrière elle un ouvrage en béton dûment formé, les données relatives à la position de cette machine sont transmises, à la fréquence de huit indications par seconde, à l'ordinateur de guidage, qui les compare aux valeurs de consigne enregistrées conformément au projet. Ainsi, en cas de divergence entre consignes et réalité, un ordre d'ajustage est immédiatement donné, ce qui corrige la position de la machine et de sa presse, de manière que l'élément en béton ait exactement la forme voulue.

Finisseuse à coffrage glissant, pilotée en 3 D: données techniques

Partenaires ayant développé le système	Implemia Bau AG // Leica Geosystems AG // Gomaco Corporation
Données relatives à la finisseuse Gomaco GT3400	– 14 tonnes // longueur 5 m; largeur 2,4 m (sans coffrage) // CHF 900 000.– – Facile à transporter sur remorque surbaissée; temps de préparation pour mise en service: 2 heures
Développements innovants et particularités	– Guidage électro-optique et dispositif de mesure en trois dimensions – Fonctionnement sans fil de guidage – Souplesse quant à la forme des éléments à construire et au terrain – Précision élevée: +/-3 mm
Comparaison avec le procédé usuel	– Performance triple (80 – 120 m/h), personnel réduit d'un tiers – Précision accrue: + 3 mm – Occupe peu de place, utilisable même si l'espace est resserré – Emissions de CO ₂ réduites grâce à la moindre utilisation de la force mécanique – Consommation de béton identique, possibilité de recourir à des recettes conventionnelles
Domaines d'application	Eléments en béton de toutes formes jusqu'à une longueur de 1,1 m et une largeur de 1,8 m, p. ex. : pistes en béton, caniveaux, gaines techniques, bordures de route et sacs.

1 Une nouveauté: construction, au moyen d'une machine dotée d'un système de guidage électro-optique, d'un caniveau de béton en bordure de l'A4 entre Winterthur et Schaffhouse, en Suisse.

2 La finisseuse à coffrage glissant et à guidage électro-optique travaille sans devoir être occupée par un machiniste. Mais le processus requiert tout de même le savoir-faire d'une équipe spécialisée: pilotage au moyen d'une console sans fil.

Les avantages du fonctionnement sans fil de guidage

Bien que la mise en œuvre d'une finisseuse à coffrage glissant implique de gros investissements et le recours à une équipe spécialisée (12 pers.), elle permet de réaliser une économie de coûts. Il ne faut d'ailleurs plus mettre en place de fils de guidage. Le pilotage électro-optique réduit aussi les sources d'erreur, ce qui permet de réaliser un gain en qualité. Il est même possible de transférer directement, dans le système pilotant la machine, les données enregistrées au moment de l'établissement des plans par CAD: amélioration de l'exactitude des opérations et accroissement de la vitesse d'avancement de la construction.

Optimisation quant à la place disponible

Mais l'avantage principal du pilotage sans fil apparaît dans la logistique du chantier et la souplesse accrue de la conduite des opérations. Non seulement une telle machine peut être facilement déplacée sur le chantier, mais le chantier lui-même peut s'adapter plus facilement à l'étroit espace qui est parfois mis à sa disposition. Particulièrement mobile, une telle finisseuse maîtrise des rayons jusqu'à 4,5 m, ainsi que des pentes jusqu'à 12%, et ne convient pas seulement à des tronçons rectilignes.

Une variété inépuisable de formes

Capable de façonner dans des espaces restreints des éléments aux arêtes rondes aussi bien que droites, cette machine se prête à la construction de routes en milieu rural, de bandes de roulement, de gaines techniques, de fondations pour glissières de sécurité, de bordures et d'éléments New Jersey.



1



2

Ex.: caniveau le long d'une route

La construction d'un tronçon de l'A4 à Adelfingen (nord-est de la Suisse), comportait un caniveau d'évacuation des eaux de surface. On a recouru à la machine ci-dessus pour construire là une bordure de 24 km qui, par sa face supérieure concave, assume la fonction de caniveau et qui devait être réalisée avec une parfaite exactitude. Bilan après l'achèvement de plus de la moitié de l'ouvrage, à pleine satisfaction tant sur le plan de la qualité que des coûts: 1000 mètres par jour, c'est-à-dire, par rapport à la méthode conventionnelle, vitesse d'avancement triple à quadruple – avec une équipe réduite d'un tiers.

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

Walo Bertschinger AG
Case postale 7534, 8023 Zurich
Téléphone 044 745 23 11
Fax 044 745 23 65
kurt.glanzmann@walo.ch
www.walo.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 Wildeggen
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

SYNTAXIS AG ZURICH
(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

Ciments Vigier SA
2603 Péry
Téléphone 032 485 03 00
Fax 032 485 03 32
info@vicem.ch
www.vicem.ch

BETONSUISSE

BETONSUISSE Marketing SA
Marktgasse 53, CH-3011 Berne
Téléphone +41 (0)31 327 97 87, fax +41 (0)31 327 97 70
info@betonsuisse.ch, www.betonsuisse.ch



BDZ, Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.
Tannenstrasse 2, D-40476 Düsseldorf
Téléphone +49 (0)211 43 69 26-0, fax +49 (0)211 43 69 26-750
BDZ@BDZement.de, www.BDZement.de



VÖZ, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
Reisnerstrasse 53, A-1030 Wien
Téléphone +43 (0)1 714 66 81-0, fax +43 (0)1 714 66 81-66
office@voezfi.at, www.zement.at