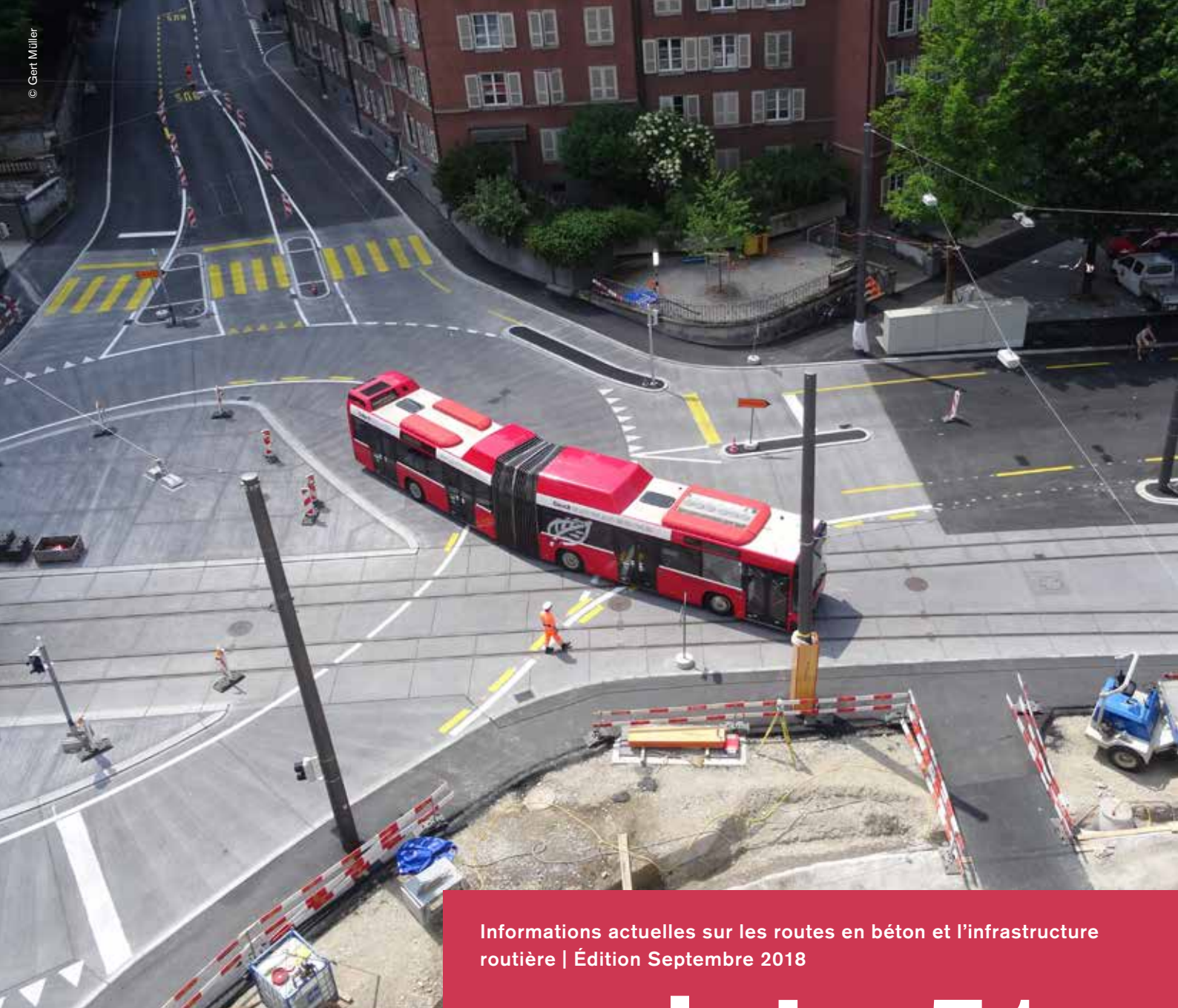




Informations actuelles sur les routes en béton et l'infrastructure routière | Édition Septembre 2018

update 51

Réaménagement et rénovation de l'Eigerplatz à Berne

La présence de nombreuses conduites et de différents modes de transport a fait de la rénovation de la place Eigerplatz à Berne, réalisée sans interruption de trafic, une tâche plus que complexe. Avec sa gestion simplifiée du trafic, son esthétique attrayante et l'exécution durable des revêtements en béton (voies de tramway et giratoires), le résultat n'en est que plus convaincant.

Réaménagement et rénovation de l'Eigerplatz à Berne

Gert Müller, ing. dipl. HES, Müller Engineering GmbH, Wäldi (TG)

L'Eigerplatz est un croisement important et l'un des nœuds routiers les plus complexes du centre-ville de Berne. Ses capacités étaient épuisées et ne permettaient plus d'assurer avec efficacité la circulation des transports publics ni de répondre aux besoins des usagers. Dépourvue de toute qualité urbanistique ou d'espaces de rencontre attractifs, la place n'était plus à la hauteur de sa vocation de centre de quartier. La rénover impliquait par conséquent que l'on redéfinisse impérativement les lieux tout en offrant une solution à long terme pour pallier cette situation peu satisfaisante aussi bien en matière d'urbanisme que de trafic.

Un giratoire pour remplacer les feux

Le remplacement du croisement à quatre branches, régulé par des signaux lumineux, par un giratoire ovale à une voie constitue la pierre angulaire de la nouvelle gestion fluidifiée du trafic sur l'Eigerplatz. Ce giratoire a permis la création d'un nœud routier clair et flexible. Le projet repose sur la séparation nette entre les zones dévolues aux automobilistes et les surfaces communes destinées aux transports publics, aux piétons, aux cyclistes et aux livreurs. Afin de regrouper celles-ci pour former la place la plus vaste possible, dotée d'une qualité élevée pour les usagers, les voies de circulation inutiles ont été supprimées.

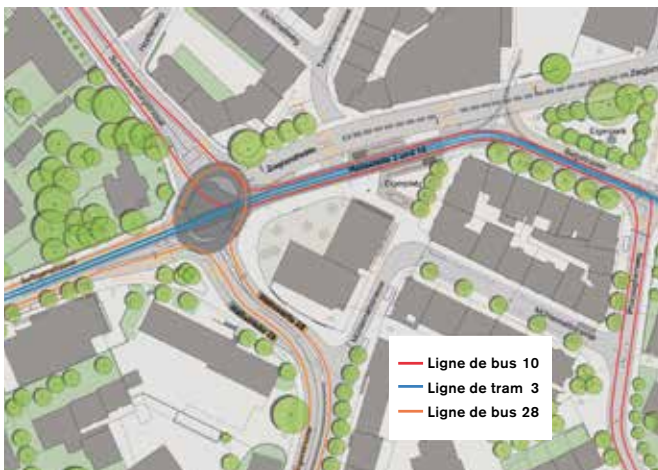
Réorganisation des arrêts

Les arrêts de la ligne de bus 10 et de la ligne de tramway 3 de BERNMOBIL ont été regroupés et placés à proximité de la Zieglerstrasse, légèrement décalée pour le projet. L'élargissement de la Zieglerstrasse et les nouveaux abribus coiffés de toits aériens agrandissent visuellement, mais aussi spatialement la place et soulignent clairement son attrait.

Conduites et canalisations : des travaux d'envergure

L'Eigerplatz n'est pas qu'un nœud routier significatif, on peut sans exagération la qualifier également de nœud d'approvisionnement et d'évacuation plus important encore. En plus des conduites d'Energie Wasser Bern couplées aux installations de gaz, d'eau, d'électricité et de télécommunication, le giratoire en béton recouvre également un poste de transformation assez grand qui a été réaménagé.

La construction de la ligne de tramway a rendu le déplacement de nombreuses canalisations, conduites de gaz et d'eau ainsi que d'installations électriques, de télécommunications et de feux de signalisation inévitable. Dans le même temps, on a procédé à la rénovation et au remplacement d'anciennes conduites en mauvais état, avant tout des infrastructures pour eaux usées, et satisfait les nouveaux besoins des ouvrages. Le drainage des chaussées et des voies de tramway a été conçu et construit en fonction des nouvelles données spatiales.

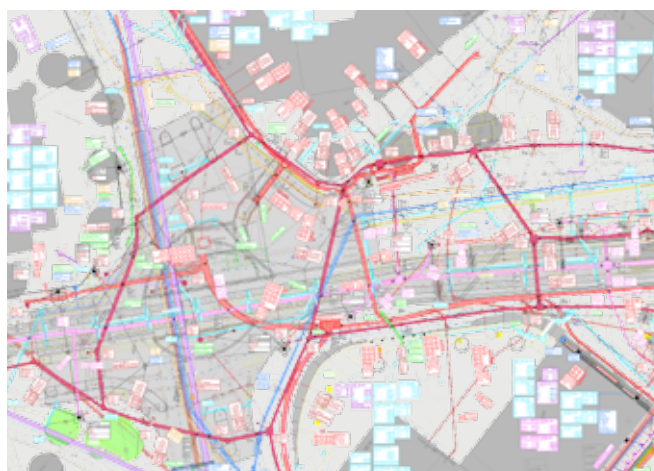


Plan de la nouvelle Eigerplatz avec les trois lignes de transports publics qui la traversent.

Réorganisation des arrêts
 Illuminés par le dessous, les toits du nouvel arrêt de la ligne de bus 10 et de la ligne de tramway 3 assurent un éclairage indirect de nuit.



Conduites et canalisations : des travaux d'envergure
 Les tracés des canalisations représentés illustrent de manière spectaculaire la complexité du nœud de l'Eigerplatz et des travaux réalisés.



Les travaux en sous-sol qui portaient sur les conduites de corps de métier extrêmement divers ont été colossaux.



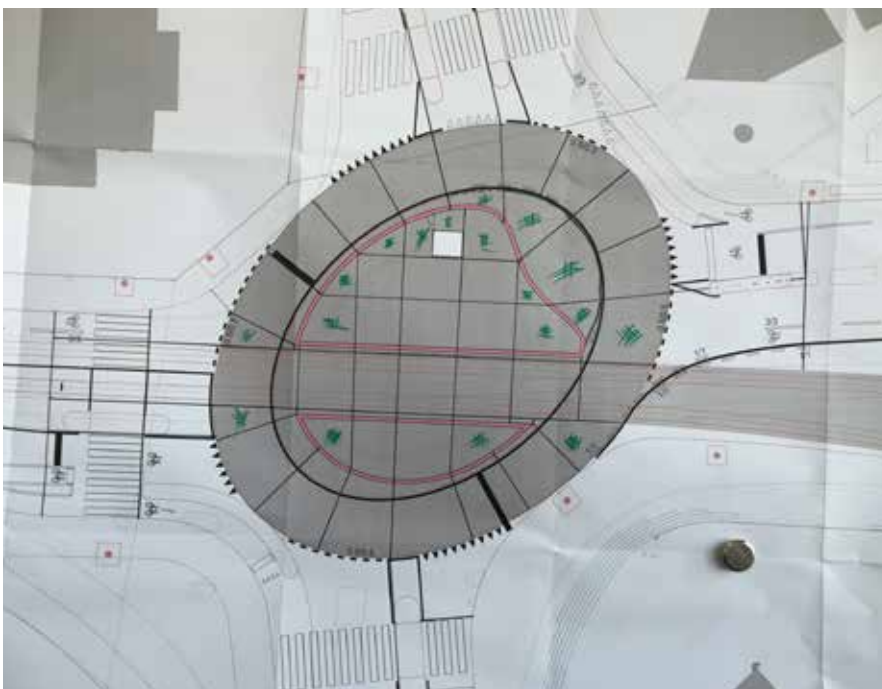
Nouveaux revêtements en béton

Concrétisation du projet avec revêtements en béton en 2015

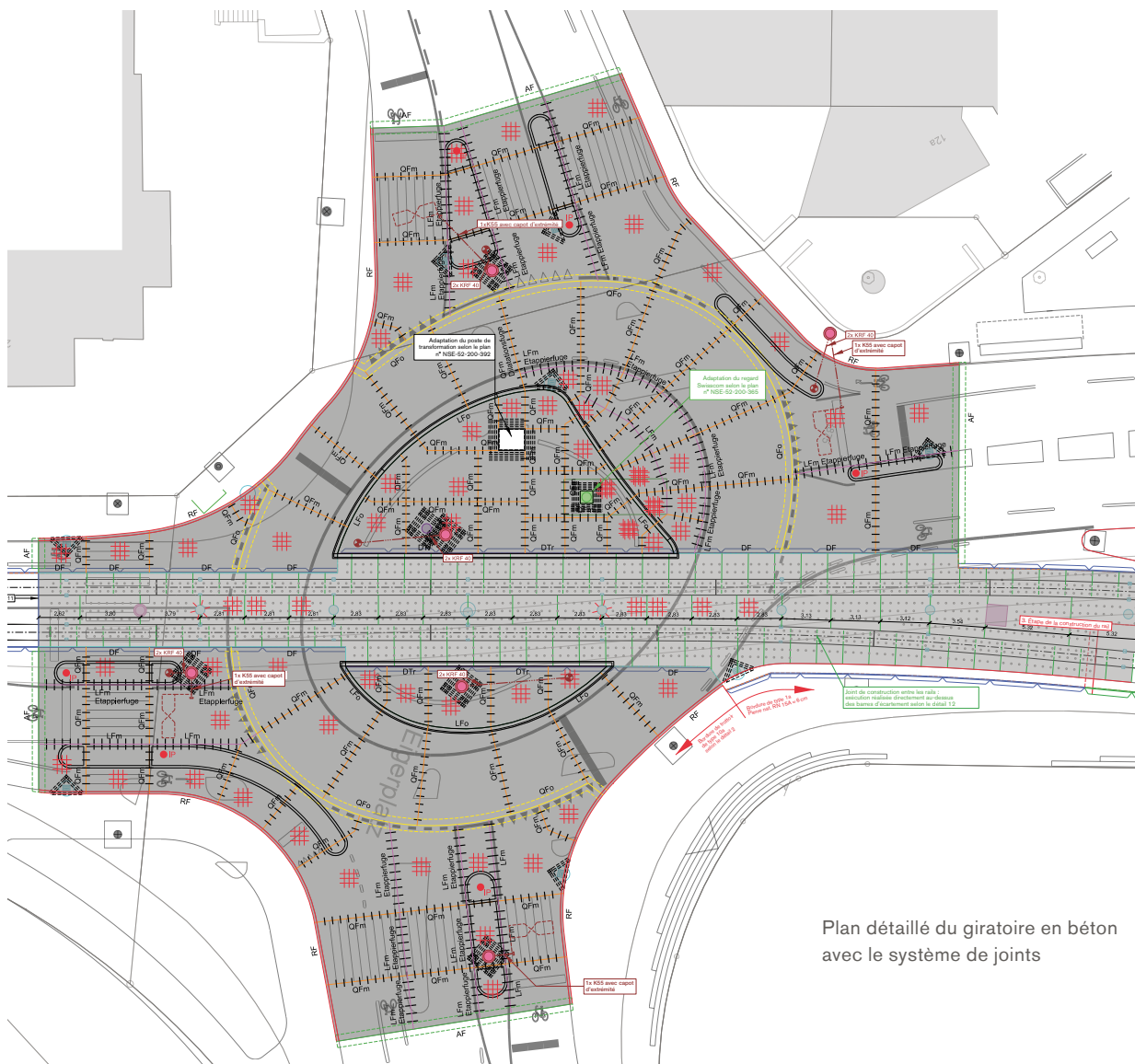
Les jalons de la conception définitive du revêtement des voies de circulation ont été posés dès septembre 2015. Du fait du trafic intense dans l'espace urbain, dû notamment aux fréquences élevées de la ligne de bus 10 à raison d'un bus toutes les trois minutes, il est apparu très vite que seuls les revêtements en béton seraient adaptés aux sollicitations. En termes d'aménagement, les premiers projets prévoyaient uniquement une chaussée circulaire en béton. En analysant de plus près les variations de pente à l'entrée et à la sortie du giratoire, il s'est cependant avéré que les pentes longitudinales atteignaient jusqu'à 7 %. Il a fallu alors trouver une solution qui tienne compte des contraintes pour ces jonctions. Fortement soumis aux efforts tranchants, les accès au giratoire ont bénéficié d'un revêtement en béton augmenté de trois dalles. Un autre défi de taille a consisté à intégrer le tracé des rails de la ligne de tramway 3 de BERNMOBIL

au giratoire. On a finalement décidé d'équiper également le centre du giratoire d'un revêtement en béton afin qu'il soit solide et nécessite peu d'entretien.

Le profil normal fixé par BERNMOBIL pour le tracé du tramway a fourni les points de repère principaux dans la zone du giratoire. La plate-forme a ainsi été bétonnée en premier et le reste des phases de bétonnage ajusté en fonction. Les écrans de protection contre les soubresauts et le courant de fuite notamment, retirés par des professionnels avant le bétonnage (cf. section du tracé du tramway, page 6), ont eu un rôle non négligeable lors de la réalisation de la plate-forme.



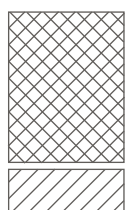
Premières ébauches de répartition des joints du giratoire en béton



Plan détaillé du giratoire en béton
avec le système de joints

Conception du revêtement du giratoire et mise en place des chaussées

Dimensionnement conformément à SN 640 324 et SN 640 461 (dalles de béton avec joints) : classe de trafic pondéral T5-T6 très lourd, type de chaussée 12, type standard de carrefour giratoire



26 cm Revêtement en béton C 30/37

8 cm Couche d'asphalte AC T 22 N

Afin de garantir une adhérence durable, le choix s'est porté sur la technique habituelle constituée d'un revêtement de béton monocouche non armé et d'une finition caractéristique au balai. Seule la géométrie irrégulière des dalles a nécessité un maillage pour l'armature supérieure. Par ailleurs, toutes les surfaces de circulation, y compris l'îlot central, ont dû être mises en œuvre dans un béton teinté en noir dans la masse. Pour ce faire, on a mélangé au béton un pigment noir à un dosage de 3-4 % de la teneur en ciment.

Dans le périmètre du tracé des rails, le béton supérieur a été modifié par des fibres synthétiques en polypropylène (longueur de fibre : 19,38 mm, dosage : 1 kg/m³).



Finition de surface dans la zone des bordures.

Le système des joints a certes été défini avec une grande précision dès l'appel d'offres, mais les ingénieurs ont été confrontés à des défis particuliers lors du choix des joints des rails, des phases de construction prévues et du réaménagement du poste de transformation dans le périmètre intérieur du giratoire. Ils ont ainsi décidé de goudronner et d'ancrer tous les joints transversaux et longitudinaux.

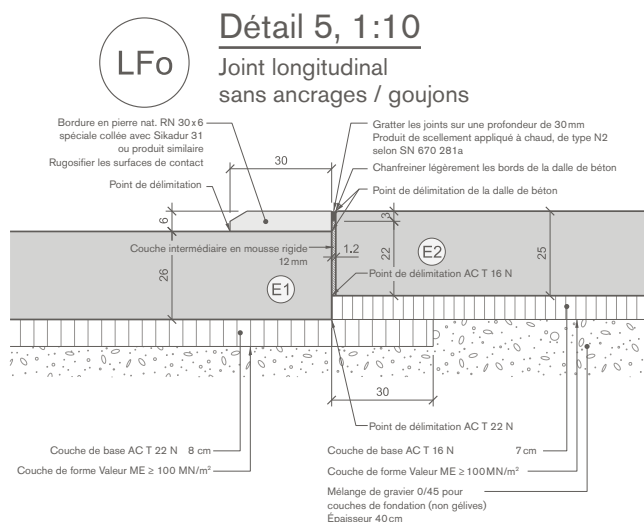
Un essai de mise en œuvre, qui devait fournir des données importantes sur la qualité de béton requise et la texturation des surfaces, a été réalisé avant le début de l'exécution des surfaces en béton. Différents balais métalliques ont été testés afin de garantir la rugosité souhaitée.

Choix des matériaux et technique de construction des bordures (pierres)

Le manque d'espace et le découpage des travaux en cinq tranches ont rendu un assouplissement de la gestion temporaire du trafic nécessaire. Pour cette raison, la maîtrise d'ouvrage a opté pour une solution de bordures collées et interchangeables. L'ensemble des bordures extérieures et intérieures et des îlots centraux a été réalisé en blocs de granit collés, dotés d'une butée de 4 à 6 cm. Dans la zone des blocs collés, la dalle de béton prévue était d'une dimension supérieure à la largeur du bloc. La surface de contact a été rugosifiée et la laitance du ciment retirée. Une colle résine époxy bicomposant a été mise en œuvre afin de garantir la tenue durant toute la durée d'utilisation. Les blocs de granit ont dû être découpés de telle façon qu'ils correspondent au schéma des joints des dalles de béton.



Mise en œuvre du béton teinté en noir dans la masse.



Bordures :
section détaillant la structure.



Bordures : photos illustrant la structure.

Spécification du béton

Propriétés du béton selon SN EN 206

Classe de résistance à la compression	C 30/37
Classes d'exposition	XC4 (CH), XD3 (CH), XF4 (CH)
Classe de teneur en chlorure	Cl 0,10
Granulat	D _{max} 32 mm
Classe de consistance	Mise en œuvre manuelle C2 (valeur cible VM : 1,15–1,25)

Exigences complémentaires selon SN 640 461

Teneur en air du béton frais	3–6 %
Résistance à la flexion selon 28d	≥ 5,5 N/mm ²
Granulats concassés	Proportion 60–70 %, surface de rupture C 95/1
Valeur PSV (résistance au polissage)	PSV ≥ 50
Coefficient LA (résistance à la fragmentation)	LA ₂₀ ou LA ₂₅ selon la catégorie
Béton résistant à la RAG	Résistance à la réaction alcalis-granulats (RAG), classe de prévention P2 « Béton résistant à la RAG » selon le cahier technique SIA 2042

Données sur la composition du béton

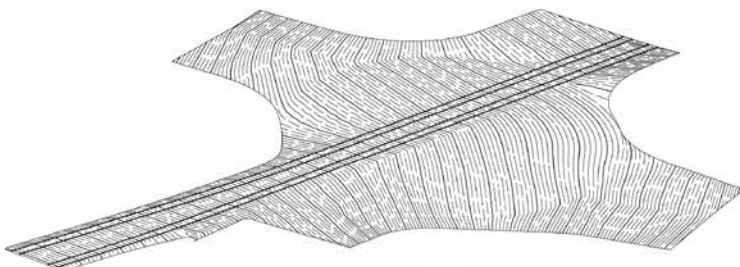
Ciment	CEM II A-LL 42.5 N, 344 kg/m ³
Entraîneurs d'air	0,40 % de la masse
Granulats fins	Sable rond 0–4 (25 %) Sable de concassage 0–2 (10 %)
Granulats grossiers (concassés)	Gravillons env. 53 % dans le mélange total
Pigment de couleur (noir)	Env. 3,5 % de la teneur en ciment

Qualité de béton selon SN EN 206 et SN 640 461

Praticabilité dans le sens horizontal et vertical

La praticabilité horizontale des surfaces de circulation a été établie par des épures de giration pour les semi-remorques, les bus et les tramways. Pour des raisons de place et de sécurité, certains passages ne sont toutefois praticables qu'à vitesse réduite. La praticabilité dans le sens vertical est soumise à des exigences spécifiques. Les paramètres verticaux sont donnés par la pente d'environ 6 % dans la Schwarzenburgstrasse ainsi que par la déclivité d'environ 7 % max. dans l'Eigerstrasse (voir ill. 2). Les ruptures de pente entre les différentes phases de bétonnage ont dû être réduites au maximum afin que la circulation se fasse le plus confortablement possible. Le défi majeur s'est avéré être le fonctionnement des bus articulés. En cas de trop gros écarts de pente, ces véhicules au comportement dynamique peuvent heurter le sol dans la zone de rupture de pente. Aucun paramètre spécifique de tracé n'a toutefois pu être établi. BERNMOBIL fait en effet circuler différents types de bus et les inégalités du sol ainsi que la conduite des chauffeurs ont une influence notable. Les ruptures de pente entre les différentes phases de bétonnage ont par conséquent été réduites par une modélisation 3D de la zone du giratoire (voir ill. 1).

Illustration 1 :
modélisation en 3D de
la zone du giratoire.



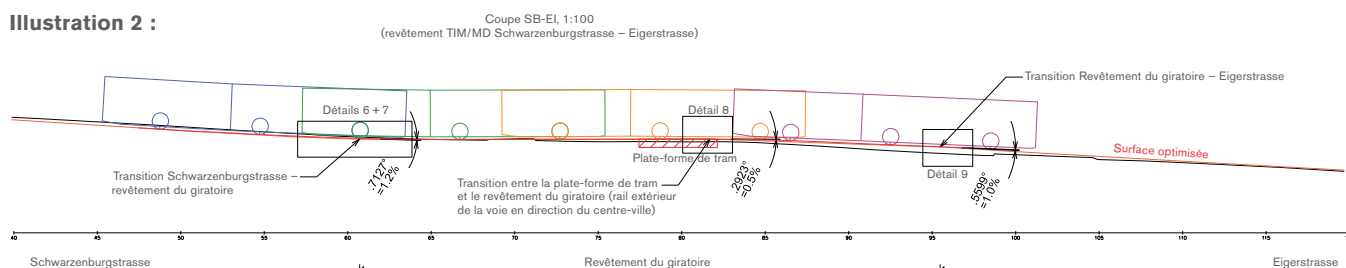
La modélisation a permis d'entrer pour chaque endroit les caractéristiques spécifiques de tracé comme la pente longitudinale et transversale et les ruptures de pente dans les zones des joints. Les ruptures de pente maximales dans la zone du revêtement s'élèvent à 2 %. Les expériences réalisées montrent que tous les véhicules peuvent emprunter sans problème et avec aisance le giratoire.

Outre le revêtement en béton, les éléments de guidage du giratoire attirent l'attention. Ils remplissent un rôle de canalisation de la circulation, mais sont aussi utilisés comme des éléments d'aménagement. Un des éléments, teinté en vert, affiche le nom de l'Eigerplatz.



La nouvelle Eigerplatz réaménagée, équipée de ses éléments de guidage très visibles.

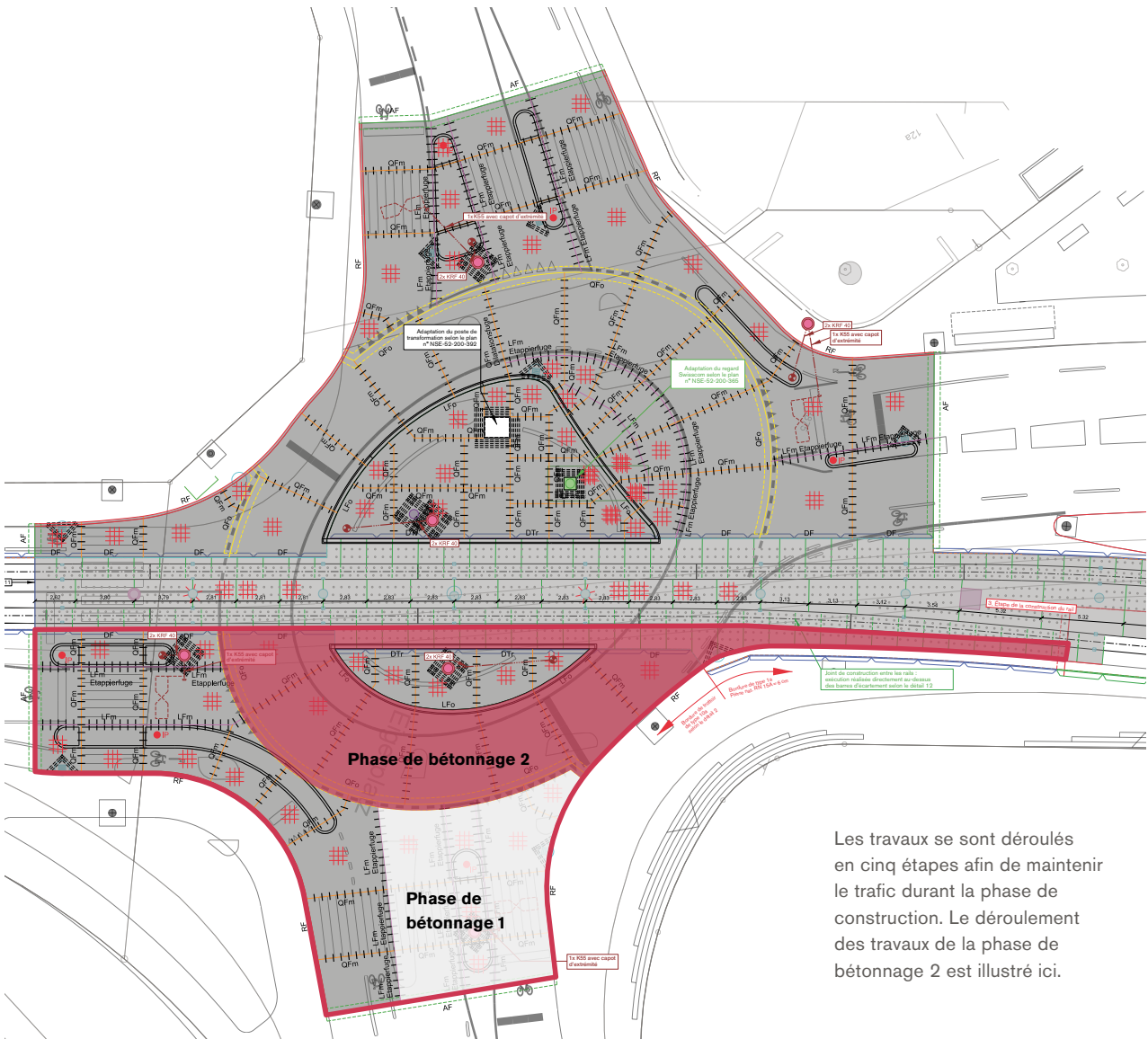
Illustration 2 :





L'Eigerplatz réaménagée et entièrement rénovée avec ses revêtements en béton solides et durables.

Réalisation des travaux de revêtement



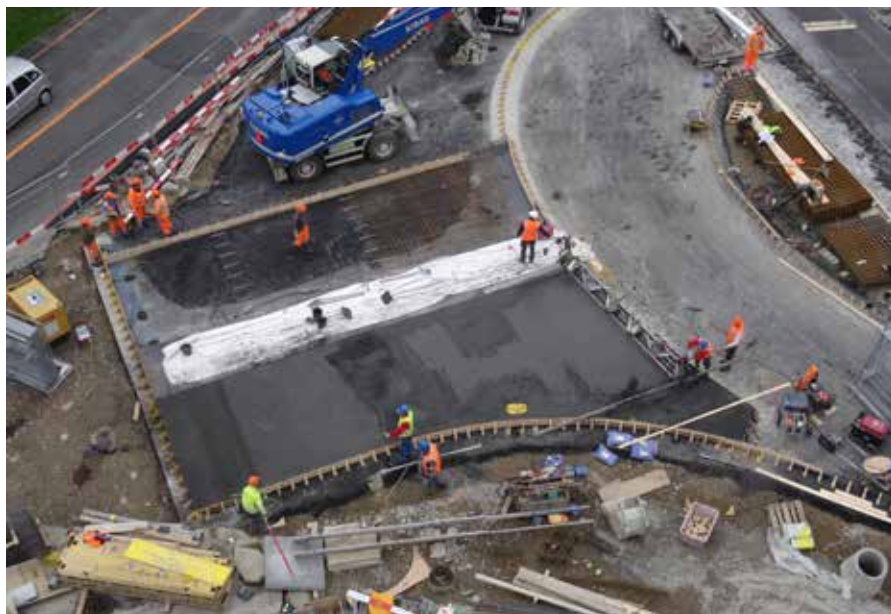
Les travaux se sont déroulés en cinq étapes afin de maintenir le trafic durant la phase de construction. Le déroulement des travaux de la phase de bétonnage 2 est illustré ici.



Mise en œuvre du béton de la seconde étape.



Dressage de la surface au moyen d'une règle vibrante.



Travaux lors de la première étape
(à gauche) et de la troisième étape
(à droite).



Bétonnage des bords de la voie en adhérence.



Bétonnage de la troisième étape.



Rugosification de la surface au balai (en haut) et îlot central avec bordures de finition en pierres collées (à droite).





Travaux d'achèvement et de jointoyage
sur le nouveau giratoire en béton.

Conclusion

Le réaménagement et la rénovation de l'Eigerplatz, projet conjoint de la ville de Berne, de l'entreprise de transports urbains BERNMOBIL et d'Energie Wasser Bern ewb, sont le résultat d'une procédure concurrentielle de plusieurs niveaux. Outre ce remaniement, la mise en valeur de la qualité du lieu pour les utilisateurs, une nouvelle gestion du trafic et un redéploiement des arrêts de tramway et de bus, les rails et les lignes de contact ont été entièrement remplacés, tandis que les câbles électriques, les conduites de gaz, d'eau, de chauffage à distance et d'assainissement urbain ont été renouvelés. Le coup d'envoi des travaux a été donné le 22 avril 2016. L'inauguration de la nouvelle Eigerplatz a, quant à elle, eu lieu le 14 août 2017. Auparavant peu structurée, la place a été, avec la configuration d'un giratoire simple, décongestionnée grâce à de nombreux embranchements. Flux de trafic, qualité du lieu pour les utilisateurs et dimension esthétique ont été ainsi grandement améliorés. Les revêtements en béton choisis pour la chaussée sont résistants, solides et nécessitent peu d'entretien. La surface rugosifiée au balai métallique (finition au balai) offre une adhérence durable, tandis que la teinte noire du béton atténue le contraste de couleur avec les surfaces d'asphalte contiguës.

Données du projet

Maîtres d'ouvrage

BERNMOBIL, ville de Berne,
Energie Wasser Bern ewb

Direction générale du projet

TBF + Partner AG, BERNMOBIL,
ville de Berne, Energie Wasser
Bern ewb (planification générale)

Consortium d'ingénieurs

Eigerplatz

B+S AG (Ingénieur responsable),
Giuliani Hönger AG Architekt,
Hager Partner AG,
(architecte paysagiste),
Roduner BSP + Partner
(sous-mandataires /direction
des travaux)

Planification spécialisée, suivi du projet

Müller Engineering GmbH
(conseil et suivi professionnel de
constructions de routes en béton),
Trelco AG (technique ferroviaire),
Furrer + Frey (caténaires),
Rudolf Keller & Partner AG
(feux de signalisation)

Entreprise de construction

Consortium (ARGE) Eigerplatz
(Marti AG Bern, Frutiger SA
Thoune)

Fourniture en béton

Messerli Kieswerk AG,
usine d'Oberwangen



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
chausseebeton@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

Construction de routes et travaux publics
Müllheimerstrasse 4
8554 Müllheim-Wigoltingen
Téléphone 052 762 61 11
p.althaus@kibag.ch
www.kibag.ch

Müller Engineering GmbH

Conseil et expertise pour les
surfaces de circulation en béton
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 Zurich

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

Toggenburger AG

Schlossackerstrasse 20
Case postale 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 Zurich AG

Case postale 1155, 8021 Zurich
Téléphone 044 745 23 11
kurt.glanzmann@walo.ch
www.walo.ch

Commercialisation :

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
erkrath@beton.org, www.beton.org

Verein Betonmarketing Österreich
Demandes concernant le domaine des routes en béton à
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