



Informations actuelles sur les routes en béton et l'infrastructure routière | Édition janvier 2020

# update 56

## Une intersection routière durable : du béton pour un croisement routier lourdement sollicité

Avant de pouvoir lancer fin 2020 l'extension de l'autoroute A 81 entre l'échangeur de Stuttgart et la zone industrielle Böblingen-Hulb, de vastes rénovations et transformations des voies interurbaines sont nécessaires. Dans ce cadre, l'un des principaux projets pour le district de Böblingen est l'extension du carrefour dit « Daimler », qui bénéficie en tant que premier « croisement » de la région d'un revêtement en béton.

# Du béton pour un croisement routier lourdement sollicité

Alexander Grünewald, ingénieur diplômé, InformationsZentrum Beton GmbH, Ostfildern

En tant que matériau de construction pour les routes, le béton possède de nombreuses qualités telles que sa résistance, sa stabilité à la transformation, sa durabilité, son étanchéité, sa clarté et les possibilités créatives qu'il offre en termes de conception et de couleurs. Utiliser le béton dans la construction de couches à la place de matériaux « traditionnels » requiert un travail de planification du déroulement des travaux différent.

Calendriers de planification, fermetures, exigences quant aux matériaux et, pour finir, volets de l'offre avec adjudication ultérieure sont autant de nouveaux défis. Il est ici indispensable de repenser la manière de procéder et de dire adieu à la tradition d'asphalte « noire » en matière de projet, qui a provoqué pendant des décennies de nombreux dommages et coûts dans certaines applications de construction routière, et en provoquera encore. Il faut souligner que les qualités assurées du béton décrites dans les normes DIN EN 206-1 et DIN 1045, comme sa résistance, sa durabilité et son aptitude à l'usage, ne sont ajustées contractuellement que 28 jours après la mise en place. Ce qui ne signifie pas que l'ouverture à la circulation (trafic du chantier, trafic normal) ne soit possible qu'au bout de 28 jours. La mise en service peut en fait déjà être effective à une certaine résistance à la compression relativement basse. C'est le cas notamment pour un béton C30/37 XM2, XF4 utilisé couramment à 26 MPa (N/mm<sup>2</sup>), conformément à la réglementation allemande en vigueur ZTV Beton-StB, FGSV. En dépit de cette résistance précoce tributaire de la température extérieure et atteinte le plus souvent après dix jours (20° C), les temps d'arrêt et les planifications de phases doivent être adaptés à la technique de construction en béton (voir également l'illustration : Structure de la section complète du carrefour Daimler).

## Planification d'exécution

Soumis à une forte sollicitation, le carrefour Daimler à Sindelfingen/Böblingen relie la route régionale à quatre voies K 1073 entre Sindelfingen-Böblingen et Sindelfingen-Dagersheim (Böblinger Straße) avec la Gottlieb-Daimler-Straße au nord, et la Dornierstraße au sud. La dernière analyse des charges de trafic pour le dimensionnement de la superstructure a montré que les sollicitations les plus élevées concernaient la Gottlieb-

Daimler-Straße au nord. Environ 28 000 véhicules automobiles (VA) et 3640 poids lourds de plus de 3,5t (PL) empruntent cette voie tous les jours en direction du site de Daimler à Sindelfingen ou en sens inverse. Le carrefour Daimler en asphalte présente de profondes ornières et des affaissements du fait de la charge élevée exercée par les poids lourds.

L'analyse des besoins pour l'évolution du carrefour Daimler et du projet d'extension prévu pour la zone urbaine à bâtir « Flugfeld » entre l'A81 et la ville de Böblingen prédit une hausse importante du trafic – jusqu'à 37 700 VA et 4310 PL par jour – dans les prochaines années. L'engagement du constructeur automobile Daimler SA à poursuivre la production de sa classe S Mercedes Benz sur le site de Sindelfingen et à y produire également à l'avenir des véhicules électriques n'est pas sans jouer un rôle ici.

Pour planifier la rénovation et l'extension du carrefour, les ingénieurs se sont basés sur des enquêtes du trafic portant sur la période 2012–2016 ainsi que sur des extrapolations concernant les charges attendues.

L'amélioration de la performance et de la durabilité ainsi que l'adaptation de toute la structure du revêtement aux charges statiques et dynamiques à venir ont été les facteurs déterminants et, par conséquent, le fil directeur de la planification d'exécution.

### Données actuelles relatives au trafic et analyse des besoins dans le détail :

|    | Charge de trafic actuelle | Analyse des besoins |
|----|---------------------------|---------------------|
| VA | 28 000/j                  | 37 700/j            |
| PL | 3640/j                    | 4310/j              |

Pour couvrir les besoins d'une capacité accrue, on a non seulement conçu un matériau de revêtement routier durable et résistant, mais aussi élargi le carrefour de quatre à cinq voies. La réorganisation des voies de circulation accroît significativement la capacité du carrefour, ce qui est surtout nécessaire pour les livraisons just-in-time de l'usine Daimler située à proximité.

Dans la conception globale du projet, cette augmentation du volume du fret conjuguée à la hausse du transport individuel ne permet de réaliser la modification de

\*L'ensemble des conditions contractuelles et de livraison, des consignes de contrôle, des directives, des cahiers techniques, etc. décrits dans l'update figurent sous leur forme abrégée accompagnée d'un texte explicatif dans la bibliographie, à la page 17.





Le carrefour Daimler avant la transformation



Affaissements dans l'asphalte dus à la surcharge par freinage, arrêt et reprise

l'ouvrage routier qu'au moyen d'un matériau durable à haute résistance mécanique. La grande expérience du béton dans la construction de revêtements routiers de giratoires de l'autorité de planification (le Landratsamt de Böblingen) a simplifié la décision en faveur de la technique « noire » ou « blanche » pour le projet concerné. La technique des dalles non armées et segmentées avec systèmes de joints, d'ancrages et de goujons était toute désignée pour ce croisement routier suivant une ligne géométrique droite.

Une classe de charge (Bk) donnée est définie sur la base des directives allemandes RStO 12 (Directives relatives à la standardisation de la superstructure des surfaces de circulation) grâce à l'analyse des données relatives au trafic, à la planification des besoins et au classement du carrefour combiné aux routes adjacentes (route fédérale) correspondant. Le carrefour Daimler appartient à la classe de charge Bk32 et est ainsi doté d'une épaisseur de revêtement de 25 cm avec couche porteuse en asphalte et sous-chaussée. C'est finalement un revêtement en béton de 26 cm qui a été mis en œuvre. Pour cela, la couche de base en asphalte de 10 cm a été réduite à 8 cm (voir également l'illustration : Structure de la section complète du carrefour Daimler).

## Technologie du béton

Le béton utilisé pour le revêtement de chaussée est conforme aux règlements en vigueur (FGSV) pour la construction publique des routes en Allemagne : ZTV Beton-StB 07, TL Beton-StB 07, TP Beton-StB 10. Ces directives s'alignent quant à elles sur les normes DIN EN 206-1 et DIN 1045.

Le béton prêt à l'emploi utilisé était un béton C30/37 XM2, XF4, WS, fibres, C1/F3, granulats 16 mm. Il s'agit d'un béton routier « standard » présentant, après 28 jours, une résistance à la compression sur éprouvettes assurée de 37 Mpa minimum, une résistance à la flexion requise de  $\geq 4,5$  Mpa et un rapport eau/ciment (valeur  $w/z$ )  $\leq 0,45$ . Les classes d'exposition prévues pour la construction des revêtements routiers non armés en béton sont les classes courantes XM2 et XF4. XM2 désigne une résistance aux conditions environnementales « forte abrasion y c. traitement de surface » (ici, finition au balai). Il convient de noter que la réglementation allemande limite la teneur en ciment à 360 kg/m<sup>3</sup> maximum pour la classe XM2. Avec l'approbation du mandant et en adaptant la courbe granulométrique, cette teneur pourrait cependant être légèrement augmentée. Dans la construction des routes en béton communales, le procédé est accepté en cas de mise en œuvre manuelle du fait de l'ajout de fibres et de la classe de consistance souvent plus élevée. La seconde classe d'exposition citée est XF4. Elle correspond à la résis-

tance contre le gel et une saturation hydrique élevée avec sel de déverglaçage. XF4 décrit ici un béton à air occlus. Les pores d'air introduits artificiellement en incorporant une combinaison de fluidifiants et d'entraîneurs d'air à 5,5 % en moyenne (4,5 % + 1 %) dans le béton frais et par ailleurs invisibles à l'œil nu garantissent que l'eau pénétrant le béton (effet de capillarité) ait suffisamment de place pour se dilater en gelant et que la surface du béton ne soit pas détruite sous l'effet de la formation de glace et de l'augmentation de volume qui en découle. Ils bloquent également l'absorption par capillarité, évitant la pénétration plus profonde de l'eau dans la section de béton. Les éventuels dommages invisibles à l'intérieur du revêtement en béton sont ainsi exclus.

L'utilisation d'une granulométrie vérifiée « WS » pour le béton est également intéressante. La courbe granulométrique est constituée des fractions 0/2, 2/8 et 8/16. Le béton de classe d'humidité « WS » (humide + ajout d'alcalis de l'extérieur + charge dynamique) requiert d'une part une granulométrie spécialement vérifiée ( $\geq 2$  mm) et d'autre part, un ciment avec une teneur en alcalis faible afin d'éviter une réaction alcali-silice (réaction alcali-granulat RAG). Pour simplifier, on souhaite, avec la mesure « WS », réduire au strict minimum la réaction base-acide entre la granulométrie et le ciment. En appliquant le procédé prescrit dans la réglementation, p. ex. V2 « test de base WS », on utilise une granulométrie mentionnée dans la « liste BAst » et vérifiée pour être utilisée dans la construction de routes en béton, le tout lié avec un ciment dont le Na<sub>2</sub>O équivalent n'excède pas 0,80. La liste suivante montre d'autres procédés possibles permettant de vérifier l'aptitude d'une combinaison ciment-granulométrie pour la construction publique des routes en béton en Allemagne. Ils sont décrits dans la circulaire générale de construction des routes ARS 04/2013.

### Méthode de contrôle de l'aptitude ciment-granulométrie dans la construction de routes en béton (à p. de la classe Bk 1,8)

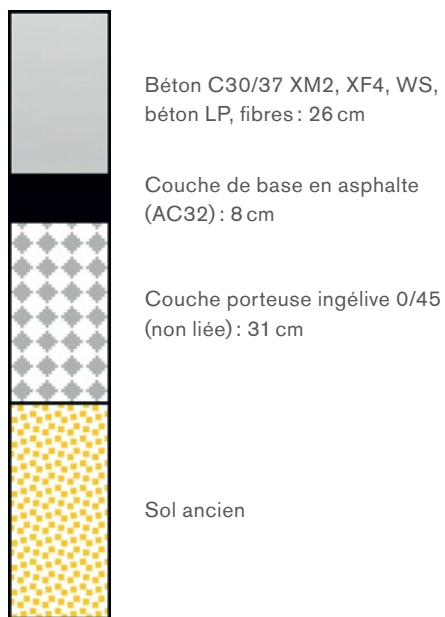
- Test de performance RAG (V1) :  
Expertise pour une formulation de béton concrète
- Test de base WS (V2) :  
Granulométries grossières ( $d \geq 2$  mm)
- Test de confirmation WS (V3) :  
Sur la base d'un test de performance RAG (V1) concluant ou d'un test de base WS (V2)

Le revêtement en béton de 26 cm d'épaisseur est renforcé de fibres en polypropylène d'environ 6 cm de long en une quantité de 3 kg/m<sup>3</sup>. Elles n'ont certes pas un rôle statique important, mais ont d'autres effets améliorant

## Comparaison des classifications entre RStO 12 et RStO 01 <sup>1)</sup>

| Classe de charge | Sollicitation B importante pour le dimensionnement | Exemple typique   | Classe de construction selon RStO 01 |
|------------------|--|---|--------------------------------------|
| Bk 100           | > 32   | Autoroutes, voies rapides                                     | SV                                   |
| Bk 32            | > 10 et ≤ 32                                       | Routes industrielles  | I                                    |
| Bk 10            | > 3,2 et ≤ 10                                      | Grandes rues commerciales                                     | II                                   |
| Bk 3,2           | > 1,8 et ≤ 3,2                                     | Routes de raccordement  | III                                  |
| Bk 1,8w          | > 1,0 et ≤ 1,8                                     | Routes collectives, grandes rues commerciales peu fréquentées | III                                  |
| Bk 1,0           | > 0,3 et ≤ 1,0                                     | Rues résidentielles   | IV                                   |
| Bk 0,3           | ≤ 0,3  | Chemins d'habitation  | V et VI                              |

<sup>1)</sup> Affectations des classes selon l'état général et actuel des connaissances techniques



Structure de la section complète du carrefour Daimler

### Teneur en air minimale du béton frais (selon TL Beton-StB <sup>1)</sup>)

| Granulat (mm) | Teneur en air minimale moyenne pour le béton [vol. %] |
|---------------|---|
| 8             | 5,5   |
| 16            | 4,5   |
| 32 ou 22      | 4,0   |

### Valeurs caractéristiques de l'air occlus dans le béton durci (selon TL Beton-StB <sup>1)</sup>)

|                  | Teneur en air occlus (microbulles d'air) $A_{300}$ [vol. %] | Facteur d'écart L (mm) |
|------------------|---|------------------------|
| Premier contrôle | ≥ 1,8   | ≤ 0,20                 |
| Auto-contrôle    | ≥ 1,5   | ≤ 0,24                 |

<sup>1)</sup> Conditions de livraison pour les matériaux et mélanges de matériaux de construction dédiés aux couches porteuses avec liants hydrauliques et aux revêtements de chaussée en béton





Fibres en polypropylène « AWP Forta Ferro »

les qualités du béton. Les fibres réduisent en effet significativement la tendance aux fissures de retrait pendant le processus de prise exothermique du béton. Elles renforcent également la cohésion des matériaux en cas de charge mécanique, augmentent la résistance aux fissures dues à la traction, l'allongement à la rupture par traction ainsi que la ductilité et créent une sorte de « cure interne » grâce à l'adhérence de l'eau à la surface de la fibre au sein de la matrice du béton. Cela signifie que les besoins en eau du ciment décalés dans le temps peuvent être comblés par l'eau de rétention encore disponible sur la fibre.

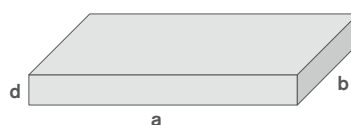
La consistance de la mise en place doit, selon les procédés, se situer dans les limites de la classe de consistance C1 en cas d'utilisation d'un finisseur de route, ou F3 avec un fluidifiant en cas de mise en place manuelle à la poutre vibrante.

Afin de développer une formulation de béton appropriée, transposable sur place, opérationnelle et tenant compte de l'ensemble de ces paramètres, un test d'aptitude a été effectué en amont dans la centrale à béton mandatée. Elle satisfait aux recommandations de la M VaB (Fiche technique pour la planification, la conception et la construction de surfaces de circulation en béton) en lien avec la réglementation des conditions techniques contractuelles supplémentaires de la ZTV Beton StB 07.

### Technique de construction

Le « carrefour Daimler » a été conçu et planifié par le Landratsamt Böblingen (LRA BB), maître de l'ouvrage, en dalles de béton segmentées non armées et assemblées par divers joints. Des conseils en matière de technologie du béton ont notamment été donnés par le centre

InformationsZentrum Beton d'Ostfildern qui est, en raison de sa grande expérience en construction de voies de circulation communales en béton dans toute l'Allemagne, un interlocuteur toujours bienvenu. La technique de construction par joints permet d'équilibrer les efforts de traction générés par la prise ou le retrait du béton et les effets thermiques postérieurs dus aux conditions climatiques. Les joints disposés avec précision ont été sécurisés par des ancrages ou des goujons au cours du bétonnage. Les goujons ont été placés dans le sens de la circulation, approximativement au milieu de l'épaisseur de la dalle, dans des fixations (paniers supports) à 25 cm d'intervalle, puis enrobés de béton. Ils empêchent les déplacements verticaux (décalage des dalles) au sein du système de dalles susceptibles d'être déclenchés par des efforts transversaux et des moments de rotation. Ces déplacements verticaux sont provoqués par le passage sur les joints ou les bords de dalles ou, dans de rares cas, par des tassements du sous-sol susceptibles d'engendrer un décrochement non voulu. Les ancrages ont, quant à eux, été insérés à intervalles réguliers (trois ancrages par dalle) transversalement par rapport au sens de la circulation et maintiennent aussi les dalles en béton. Ils les empêchent ainsi de dériver. La technique du béton non armé exigeant de respecter des rapports géométriques précis, les dalles présentant un rapport longueur/largeur peu favorable ou des angles pointus inévitables doivent être armées sur leur face supérieure par une couche de treillis soudés (ici : 6,12 kg/m<sup>2</sup>, correspond à Q 424 A). Tirés de la collection de fiches techniques pour la planification, la conception et la construction de surfaces de circulation en béton M VaB, parties 1 + 2, les principes géométriques énumérés ci-dessous doivent être respectés :



$$a \leq 20 \times d$$

$$\frac{a}{b} \leq 1,5 \text{ avec } b \geq 50 \text{ cm}$$

« Formule empirique » : rapports géométriques des dalles max. / min.



Positionnement des goujons dans des paniers supports, zone d'armatures géométriquement critique

### Calendrier des travaux / planification des phases

Le calendrier des travaux a été marqué pour l'essentiel par la décision de scinder les travaux en deux tranches afin d'éviter une fermeture complète au trafic. La première tranche (côté ouest) a été lancée en mars et s'est achevée en juillet 2019, la seconde s'est déroulée en symétrie inversée de la mi-juillet à la mi-septembre 2019 et la mise en service a eu lieu le 25 septembre 2019. La planification et l'exécution des travaux se sont déroulées selon la chronologie suivante :

- Enlèvement des anciennes couches d'asphalte ainsi que des équipements de signalisation
- Travaux de terrassement : nouveau système d'évacuation des eaux de la chaussée, conduites, regards, fondations pour les nouvelles signalisations, élargissement de la chaussée pour améliorer les mouvements tournants
- Couche de base en asphalte
- Coffrage
- Mise en place du revêtement en béton avec finition au balai
- Cure du béton
- Découpe des joints
- Scellement des joints
- Collage des bords
- Travaux de marquage de la chaussée
- Mise en place de dispositifs de protection, balisage, signalisations

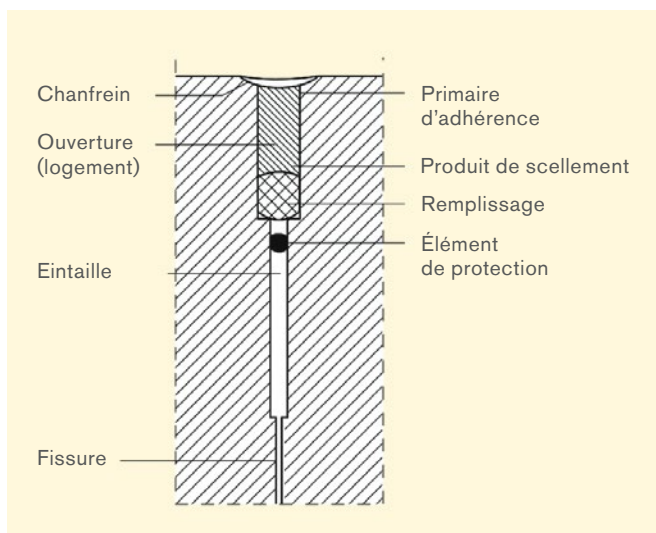
Le revêtement a été réalisé en grande partie au moyen d'un finisseur adapté à la réalisation de surfaces en béton sur une couche d'asphalte de 8 cm d'épaisseur nivelée au préalable. Des zones partielles, comme des champs ou de petites sections inaccessibles pour le finisseur, ont été mises en place manuellement à la poutre vibrante. La planification des phases de travail au finisseur s'est avérée très intéressante, mais aussi complexe. Il a fallu non seulement veiller à la mise en œuvre technique, mais aussi au calendrier des travaux, à l'efficacité économique et aux conditions météorologiques. Or, ces dernières peuvent s'avérer critiques pendant les semaines estivales, puisqu'il faut respecter une température de béton  $\leq 30^{\circ}\text{C}$ , tout en veillant à ne pas dépasser  $25^{\circ}\text{C}$  pour la température extérieure conformément à la ZTV Beton-StB. Toutes ces réglementations servent à assurer un béton durci de qualité durable. Pour les bétonnages aux configurations thermiques de ce genre, les concepteurs annonçaient le complément à la ZTV « uniquement admis en prenant des mesures particulières ». Ces mesures sont détaillées à la section « Exécution des travaux ».

#### Limites des températures pour la mise en place du béton selon TL Beton StB 07

| Mise en place du béton                                | Température de l'air                                    | Température du béton                                    |
|---|---|---|
| Admis   | $5^{\circ}\text{C} \leq T_L \leq 25^{\circ}\text{C}$    |   |
| Uniquement admis en prenant des mesures particulières | $T_L < 5^{\circ}\text{C}$<br>$T_L > 25^{\circ}\text{C}$ | $5^{\circ}\text{C} \leq T_B \leq 30^{\circ}\text{C}$    |
| Non admis   | Gel continu<br>$T_L \leq -3^{\circ}\text{C}$            | -   |
|   | -   | $T_B < 5^{\circ}\text{C}$<br>$T_B > 30^{\circ}\text{C}$ |







Joint de retrait

rapport au volume de l'élément structural, fragilise le béton à cet endroit. Dans la construction de surfaces en béton, il s'agit de la vaste surface utile disponible à travers laquelle l'eau nécessaire à l'hydratation peut s'évaporer. Les conséquences pour la surface par la suite très sollicitée peuvent être fatales : les fissures de retrait, un manque de solidité ainsi qu'un ciment imparfaitement hydraté, formant un mortier qui se dissout facilement du fait de l'abrasion dans la zone de finition au balai, engendrent une qualité médiocre. Pour ces raisons, une attention particulière doit être portée à la cure dès la planification. C'est pourquoi pour ce projet, une cure en deux, voire trois étapes en cas de températures extrêmes était requise. Dès que la finition au balai du béton était achevée et qu'une surface mate et humide était détectée, un produit de cure liquide pour construction de routes en béton était appliqué au moyen de pulvérisateurs manuels sous forme d'une pellicule blanche fermée. En cas de conditions météorologiques extrêmes – températures élevées et/ou vent –, une cure intermédiaire doit être appliquée directement après le bétonnage, mais avant la finition au balai. Après avoir obtenu la résistance au piétinement souhaitée pour la surface, l'ensemble des dalles de béton ont également été recouvertes et enveloppées d'un non-tissé blanc servant à retenir l'eau, puis arrosées.

### Découpe et remplissage des joints

Dans cette technique de construction non armée, les joints sont élémentaires et impératifs. Ils empêchent la formation incontrôlée de fissures dans le système des dalles et permettent de détendre l'ouvrage en béton par une ligne de fissuration prédéfinie ainsi que de créer une étanchéité techniquement parfaite, ici au moyen d'un

scellement. La disposition des joints de retrait, des joints de dilatation, des joints aveugles et des joints de fin de journée comme des joints aveugles a été établie avec précision au moyen du plan de calepinage déjà mentionné plus haut. Les joints de dilatation, prévus pour être goujonnés ou non à la traverse de support et reprenant l'effort tranchant, ont été créés avec un intervalle de 12 mm et scellés au moyen d'un produit hydrofuge.

Tous les joints de retrait ont été coupés à deux reprises et polis afin de présenter une forme de voûte sur les bords. La première découpe profonde (« entaille »,  $b_t = 3 \text{ mm}$ ) a créé un affaiblissement de la section jusqu'à environ un tiers de l'épaisseur de dalle, ce qui garantit la mise en place d'une fissure conformément aux prévisions. Une seconde découpe d'élargissement (« ouverture de joint »,  $b_a = 8 \text{ mm}$ ) a permis l'insertion du système d'étanchéité. Les joints préparés au moyen d'un apprêt (adhérence aux flancs) ont été ensuite obturés par un produit de scellement à froid bi-composant afin d'empêcher les salissures et la pénétration d'eau. Ce mastic présente les avantages suivants : l'usage montre une meilleure adhérence aux flancs, c'est-à-dire une diminution des fissures, l'absence, pour des raisons sanitaires, de vapeurs d'hydrocarbures courantes dans les produits bitumeux de scellement à chaud, et des éléments de conception comme la couleur grise de jointoiment.



Travaux de génie civil, nouveau système d'évacuation des eaux de la chaussée plus performant

### **Bords et délimitations de la chaussée**

Les voies de circulation doivent avoir des bords pour délimiter la chaussée, protéger la traversée des piétons et guider les eaux d'évacuation. Pour le carrefour Daimler, le choix s'est porté sur des « bords adhésifs », qui ont été collés de manière définitive sur le surplomb en béton prévu au moyen de résines adhésives bi-composantes. L'expérience enseigne qu'une propreté absolue, l'absence de poussière des deux surfaces d'encollage du support/de la pierre ainsi que la répartition de la colle sur toute la surface sont nécessaires pour une bonne liaison cohésive. Ces conditions ont été explicitement mentionnées dans le cahier des charges et contrôlées ponctuellement lors de l'exécution des travaux par le Landratsamt Böblingen.

### **Exécution des travaux**

La filiale de la société Eurovia à Stuttgart s'est chargée de la tâche d'entrepreneur général pour l'ensemble de la zone du carrefour. Elle a confié la mise en place du béton en sous-traitance à l'entreprise Berger Bau SE de Passau. L'attribution comprenait la mise en œuvre impérative de la couche de roulement en béton au moyen d'un finisseur. Pour Berger Bau aussi, la construction d'un carrefour routier en béton était une page blanche à écrire, une réalisation cependant parfaitement maîtrisable en raison de sa grande expérience dans la construction de giratoires en béton, de stations-service et d'installations de repos ainsi que d'autres surfaces de circulation communales dans le même matériau.

Pour la mise en œuvre de ce projet de construction exigeant, de nouvelles conduites d'eau de pluie performantes en éléments préfabriqués en béton ont été posées après les travaux de préparation du sous-sol. La





couche d'asphalte de 8 cm d'épaisseur a été mise en place sans problèmes au moyen d'un finisseur guidé par fil (exécution par l'EG) et a constitué un support parfait pour le revêtement en béton qui a suivi grâce au module EV2 relativement élevé, à la planéité et à la mise à niveau précise. La couche de base en asphalte absorbe également le trafic de chantier et de livraison, et sert de support à la fixation des coffrages périphériques. De classe de consistance C1, le béton destiné à la mise en œuvre par finisseur a été livré par semi-remorques, et ce à raison de 11 m<sup>3</sup> environ de béton frais par livraison en raison de la charge utile maximale de 28 t.

Dans les semaines qui ont suivi, les bandes de béton ont été mises en place sans complication pour s'assembler de manière visible en un carrefour routier. Les bétons à air occlus C1 bien paramétrés de la centrale à béton située à 12 km du chantier, à Gärtringen (Heidelberger Beton), ont contribué de manière déter-

minante au déroulement sans accros et à la qualité élevée du chantier.

Pour les surfaces réalisées manuellement à la poutre vibrante, l'équipe de bétonnage a dû s'organiser de manière légèrement différente et se préparer au béton à air occlus F3 acheminé par camion-malaxeur. Pour une mise en œuvre optimale du béton, un compactage en profondeur devant la poutre à l'aide de plusieurs aiguilles vibrantes s'est imposé. Il a fallu enrayer lentement la poutre vibrante vers l'avant et, dans le même temps, contrôler sur le béton coulé derrière la poutre la finition de la surface afin qu'elle ne présente aucun bullage ainsi que, le cas échéant, lisser les imperfections manuellement à la talocheuse. La finition au balai effectuée ensuite et l'application du produit de cure (curing) ont été réalisées constamment à la main pour l'un comme pour l'autre procédé.





Couche de base en asphalte







Préparation du bétonnage avec une zone d'armatures géométriquement critique.  
Pose des goujons dans les paniers sous le joint de retrait transversal réalisé ensuite.





Le premier « passage » du finisseur, toujours très intéressant, a été maîtrisé haut la main par le personnel de service et de mise en œuvre.



Finition au balai



Béton fibré



Produit de cure blanc pulvérisé



Cure supplémentaire avec un non-tissé servant à retenir l'eau





Mise en place de béton de la classe de consistance C1 avec un finisseur de route



Mise en place de béton de la classe de consistance F3 avec une poutre vibrante



## Contrôle de la production en usine et autosurveillance

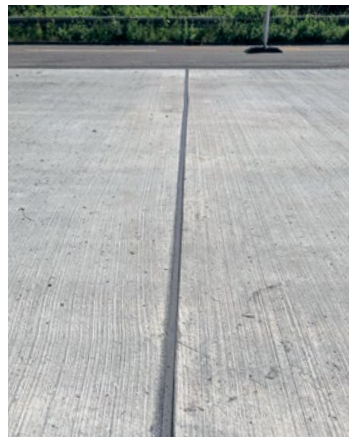
Le contrôle du béton frais / durci pour l'assurance qualité a été organisé de manière suivie après le contrôle de la production en usine (CPU) dans la centrale à béton, ainsi que par un contrôle de réception par l'entreprise responsable de la mise en place. L'autosurveillance consiste en des contrôles du mandataire ou de son sous-traitant mandaté. Les qualités, notamment des matériaux, et la performance finale sont vérifiées. Pour les surfaces contiguës supérieures à 500 m<sup>2</sup>, la fiche technique pour la planification, la conception et la construction de surfaces de circulation en béton (M VaB) prévoit d'appliquer les dispositions de la ZTV Beton-StB. Citons, avant la mise en place du béton frais, le contrôle des bons de livraison, de la consistance, de la valeur w/z par séchage, de la masse volumique, de la teneur en air occlus ainsi que de la température du béton et de l'air.



Collage des bords : intervalles de 3 à 5 mm entre les bordures



Scellement des joints : mise en place du produit de scellement à froid bi-composant à base de polysulfures



Travaux de marquage





Découpe des joints : au premier plan, fraisage de la voûte (chanfreinage) ; en arrière-plan, la machine pour la première et la seconde découpe des joints réalisées auparavant (1. Entailles, 2. Ouverture)



Bibliographie :

Institut fédéral de recherche routière (**BAST**)

**DIN 1045-2**, Structures en béton, béton armé et béton précontraint – Partie 2 : Béton : spécification, performances, production et conformité – Règles d'application de DIN EN 206

**DIN 1164-10**, Ciment spécial : composition, exigences et attestation de conformité des ciments à basse teneur efficace d'alcalis

**DIN EN 197-1**, Ciment : composition, exigences et critères de conformité des ciments courants

**DIN EN 206-1**, Béton : spécification, performances, production et conformité

**Fiche technique FGSV** pour la fabrication et la mise en œuvre de béton à air occlus

**Fiche technique FGSV** pour la planification, la conception et la construction de surfaces de circulation en béton (M VaB)

**RStO 12**, Directives relatives à la standardisation de la superstructure des surfaces de circulation

**TL Beton-StB**, Conditions techniques de livraison pour les matériaux de construction et mélanges de matériaux de construction dédiés aux couches porteuses avec liants hydrauliques et les revêtements de chaussée en béton

**TP Beton-StB 10**, Spécifications techniques d'essai pour les matériaux de construction et les mélanges de matériaux de construction pour couches porteuses avec liants hydrauliques et les revêtements de chaussée en béton

**ZTV Beton-StB 07**, Conditions techniques contractuelles complémentaires et directives concernant la réalisation de couches porteuses avec liants hydrauliques et de revêtements de chaussée en béton



## Résumé

Les travaux du carrefour Daimler en deux tranches n'ont duré que six mois, d'avril à septembre, sans interruption du trafic. Le carrefour a été entièrement rouvert à la circulation dès la mi-septembre. La mise en place du béton s'est quant à elle déroulée en deux tranches de cinq semaines chacune avec un volume de 1560 m<sup>3</sup> sur une surface de 6000 m<sup>2</sup>.

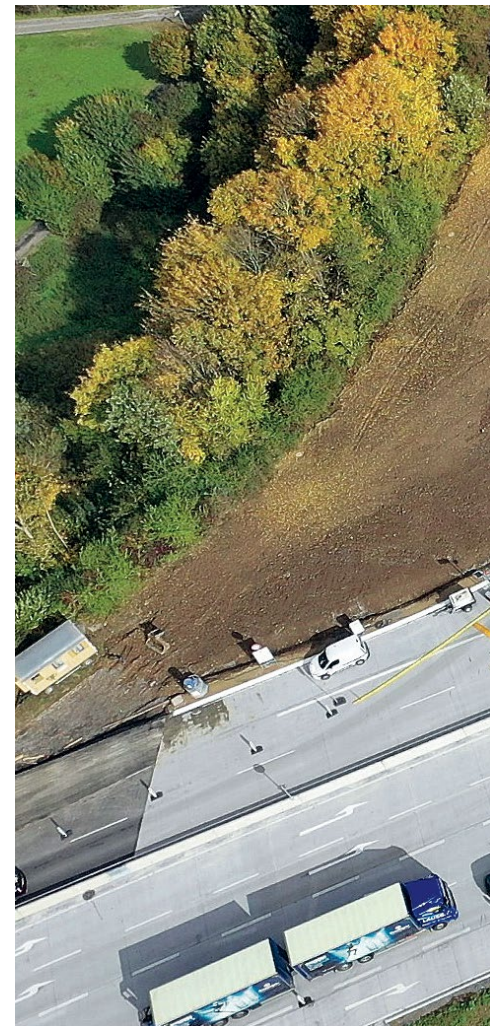
Le district de Böblingen a déjà eu des expériences positives avec ses plus de 20 giratoires en béton. La construction en béton est également une solution optimale pour les croisements très empruntés par les poids lourds (comme dans les zones industrielles). Afin que cette technique ait une longue durée de vie, une bonne planification s'impose. Elle doit envisager un temps de construction et d'arrêt sensiblement plus long et l'abandon d'anciennes traditions de planification en partie dépassées.

Rénové et agrandi, le carrefour Daimler à Sindelfingen/Böblingen peut être considéré comme un exemple positif d'utilisation intelligente et durable du béton dans la construction routière moderne. La collaboration des autorités, des bureaux d'études et des entreprises exécutantes est indispensable pour une utilisation sur le long terme de carrefours très fréquentés, si l'on souhaite une solution durable. Dans les prochaines décennies, le carrefour routier achevé en septembre 2019 profitera de cette coopération et aura avant tout un fonctionnement sûr.



Film sur la construction  
du carrefour Daimler à  
Sindelfingen/Böblingen

<https://bit.ly/daimlerknoten>





## Données du projet

### Adresse

Carrefour Böblinger Str. /  
Gottlieb-Daimler-Str.  
Sindelfingen/Böblingen  
Bade-Wurtemberg

### Maitre d'ouvrage et planificateur

Landratsamt Böblingen (LRA)  
Straßenbauamt  
Parkstraße 16  
71034 Böblingen

Responsables et  
parties prenantes du projet:

Jörg Aichele  
Wolfgang Behrens  
Jasmin Ribesell  
Werner Röhm

## Planification

Ingenieurbüro  
Dipl.-Ing. K. Langenbach GmbH  
In der Au 11  
72488 Sigmaringen

## Suivi du projet

InformationsZentrum Beton GmbH  
(Ostfildern)

## Entreprise de construction

EG : EUROVIA Teerbau GmbH,  
filiale de Stuttgart  
Construction en béton : Berger Bau  
SE, Passau

## Fourniture en béton

Heidelberger Beton GmbH & Co.  
Stuttgart KG  
TB-Werk, 71116 Gärtringen

## Photos / matériel iconographique

InformationsZentrum Beton GmbH,  
A. Grünwald  
Landratsamt Böblingen,  
Straßenbauamt  
AWP Fasertechnik GmbH & Co.  
KG, 92237 Sulzbach-Rosenberg,  
Dr. W. Pilhofer



Vue aérienne du carrefour Daimler à la fin des travaux

## 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  
chasseebeton@holcim.com  
www.holcim.ch

### **Implenia Suisse SA**

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 Suisse SA**

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  
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 SA**

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 Berne  
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