

ROUTES LE SAVIEZ-VOUS ?



REMUE-MÉNINGES #06 BEST OF 2022

Problème posé : La diversité du temps (suite 2)

Pour augmenter le degré de complexité du problème, caractérisons le temps à l'aide de trois indices :

- 1^{er} indice : le ciel est couvert ou dégagé,
- 2^e indice : la température de l'air ambiant est négative ou positive,
- 3^e indice : le matin ou l'après-midi.

Autrement dit, distinguons seulement les demi-journées claires et les demi-journées nuageuses associées à des températures négatives ou positives. Peut-on dans ces conditions avoir beaucoup de semaines avec des alternances de temps différents ? À première vue, non. Au bout de quelques semaines, toutes les combinaisons de demi-journées claires et de demi-journées nuageuses associées à des températures négatives ou positives seront probablement épuisées, et une des combinaisons déjà observée se répètera inévitablement.

Calculer alors le nombre de semaines avec des alternances de temps différents pour les trois indices retenus.

(Réponse dans le prochain numéro : Routes la Revue #6.)

SOLUTION DU REMUE-MÉNINGES #05

Problème posé : La diversité du temps (suite 1)

Pour augmenter le degré de complexité du problème, caractérisons le temps à l'aide de deux indices : le ciel est-il couvert ou dégagé, le matin ou l'après-midi ? Autrement dit, distinguons seulement les demi-journées claires et les demi-journées nuageuses. Peut-on dans ces conditions avoir beaucoup de semaines avec des alternances de temps différents ? À première vue, non. Au bout de quelques semaines, toutes les combinaisons de demi-jours clairs et de demi-jours nuageux seront probablement épuisées, et une des combinaisons déjà observée se répètera inévitablement.

Calculer alors le nombre de semaines avec des alternances de temps différents pour deux indices.

Solution

Avec deux indices pour caractériser le temps, à savoir :

- 1^{er} indice : le ciel est couvert ou dégagé,
- 2^e indice : le matin ou l'après-midi.

On peut donc procéder à déterminer le nombre d'alternances de temps différents.

Considérons un jour, les alternances de temps peuvent être :

- Couvert – couvert ;
- Couvert – dégagé ;
- Dégagé – couvert ;
- Dégagé – dégagé.

Sur 1 jour, il y a donc $2 \times 2 = 4$ possibilités ou 4^1 d'alternances de temps différents.

Considérons maintenant la suite de deux jours consécutifs, on peut avoir les alternances de temps suivants :

- Couvert – couvert – couvert – couvert ;
- Couvert – couvert – couvert – dégagé ;
- Couvert – couvert – dégagé – couvert ;
- Couvert – couvert – dégagé – dégagé ;
- Couvert – dégagé – couvert – couvert ;
- Couvert – dégagé – couvert – dégagé ;
- Couvert – dégagé – dégagé – couvert ;
- Couvert – dégagé – dégagé – dégagé ;
- Dégagé – couvert – couvert – couvert ;
- Dégagé – couvert – couvert – dégagé ;
- Dégagé – couvert – dégagé – couvert ;
- Dégagé – couvert – dégagé – dégagé ;
- Dégagé – dégagé – couvert – couvert ;
- Dégagé – dégagé – couvert – dégagé ;
- Dégagé – dégagé – dégagé – couvert ;
- Dégagé – dégagé – dégagé – dégagé.

Sur 2 jours consécutifs, il y a donc seize possibilités d'alternances de temps différents ou 4^2 d'alternances de temps différents.

Avec le même raisonnement, on peut affirmer que sur 7 jours consécutifs, il y a donc 4^7 ou 16384 possibilités d'alternances de temps différents.

En d'autres termes, sur la base de deux indices (Couvert ou dégagé ; Matin ou Après-midi), il y aura 16384 semaines avec des alternances de temps différents. Au bout de 16384 semaines, soit 114688 jours ou environ 315 ans, toutes les combinaisons de demi-jour couvert et de demi-jour dégagé seront probablement épuisées, et une des combinaisons déjà observée se répètera inévitablement.



AGENDA / JOURNÉES TECHNIQUES CIMBÉTON 2023

OPTIMISER VOS PROJETS ROUTIERS : TRAVAUX NEUFS ET ENTRETIEN

- Le matin
Conférences techniques axées sur l'entretien des infrastructures.
- L'après-midi
Conférences techniques axées sur la construction neuve et l'aménagement urbain.
Présentation de l'éco-comparateur PERCEVAL, suivie d'une étude de cas.

Invitations disponibles sur simple demande auprès de CIMbéton.

VILLES ET DATES 2023

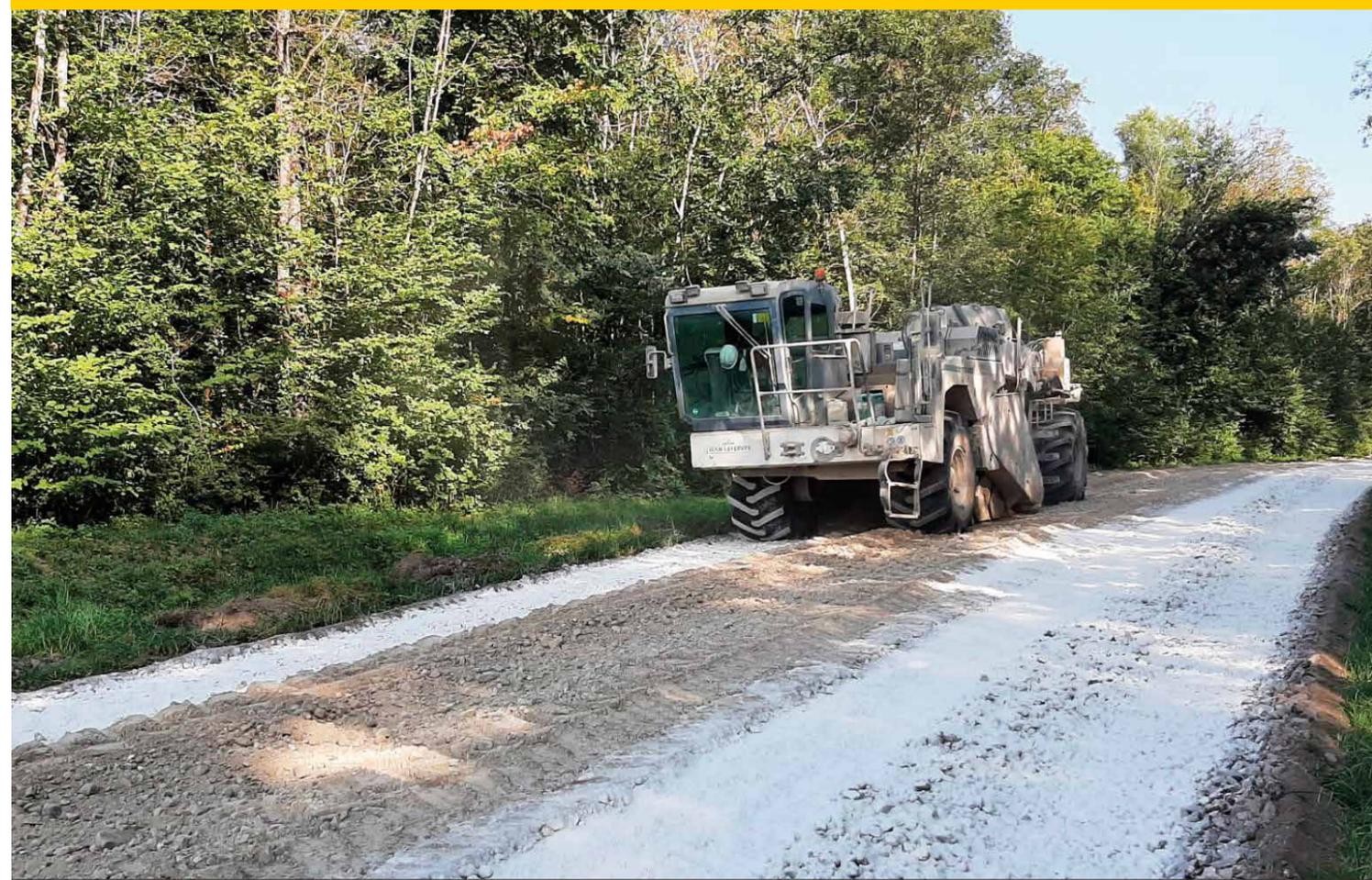
- Compiègne : 16 mars.
- Orléans : 25 mai.
- Bordeaux : 8 juin.
- Paris Est : 22 juin.
- Dijon : 9 novembre.
- Marseille : 23 novembre.

ROUTES

#Carbone #Ciments #Bétons #CementLAB #Bâtiment #GénieCivil #Route #LiantsHydrauliquesRoutiers

#BEST OF 2022

ATTENTION : COURRIER INCLUS À REMPLIR CONCERNANT VOTRE ABONNEMENT EN 2023



Info #16

STRASBOURG
BAS-RHIN (67)

Traitement des Loess et des Lehms pour les travaux de terrassements du contournement ouest de Strasbourg

Info #20

RD25 / AINVELLE-SENAIDE
VOSGES (88)

RD25 : calibrage et retraitement de la chaussée en place au LHR

Info #22

FLEURY-LES-AUBRAIS
LOIRET (45)

Aménagement qualitatif de la ZAC Interives 1

Info #24

AIRE DE LA GROLLE
CHARENTE (16)

Une aire de repos innovante associant valorisation des sols en place et chaussée composite BC5g/GB3

Logiciels d'aide à la décision : pour ça aussi, nous sommes là !

Vous assister dans vos projets, créer des outils utiles et vous aider à les utiliser, c'est aussi ça la mission d'Infociments. Aujourd'hui, face à la multiplicité des solutions, nous travaillons à vous aider à faire vos choix en toute connaissance de cause. C'est pourquoi, après la mise en ligne en 2015 du tout premier logiciel de comparaison économique et environnementale, nous sommes heureux de vous présenter notre logiciel de comparaison conçu spécialement pour la route : PERCEVAL.

PERCEVAL est un éco-comparateur conçu spécialement pour la route (terrassements routiers, chaussées routières et autoroutières, aménagements urbains et ouvrages annexes). Il permet d'effectuer une évaluation économique et environnementale d'une solution technique ou une comparaison économique et environnementale entre deux solutions techniques alternatives pour un ouvrage routier.

Il répond ainsi au besoin des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre, des bureaux d'études et des entreprises de disposer d'un outil leur permettant d'établir un bilan économique et un bilan environnemental pour chacune des solutions techniques envisagées pour un projet, afin de justifier leur choix final.



11 MODULES D'ÉVALUATION ET/OU COMPARAISON

STRUCTURES ROUTIÈRES AVEC FONDATION

MODULE 1 - Structures de chaussées en béton avec fondation VS Structures avec couche de surface en matériaux bitumineux

MODULE 2 - Structures de chaussées en béton avec fondation VS Structures avec revêtement en produits modulaires (pavés et dalles en pierre naturelle ou préfabriqués en béton)

MODULE 3 - Structures de chaussées en béton sans fondation VS Structures avec couche de surface en matériaux bitumineux

MODULE 4 - Structures de chaussées en béton sans fondation VS Structures avec revêtement en produits modulaires (pavés et dalles en pierre naturelle ou préfabriqués en béton)

MODULE 5 - Structures en graves hydrauliques VS Structures en matériaux bitumineux

STRUCTURES ROUTIÈRES AVEC FONDATION

MODULE 6 - Dispositifs de sécurité en béton VS Glissières métalliques

MODULE 7 - Ouvrages d'assainissement en béton coulé en place

DOMAINE DE LA VALORISATION DES MATÉRIAUX EN PLACE AUX LIANTS HYDRAULIQUES

MODULE 8 - En remblais VS Technique granulaire

MODULE 9 - Traitement des sols en couche de forme VS Technique granulaire

MODULE 10 - Traitement des sols pour assises de chaussées VS Structures avec couche de surface en matériaux bitumineux

MODULE 11 - Retraitement des chaussées en place VS Technique de renforcement

Pour y accéder gratuitement : <https://www.infociments.fr/calculateur-perceval>



ou scannez ce QR Code.

ÉDITO

« ROUTES » 2023 directement par courriel !

CIMbéton a le plaisir de vous adresser ce nouveau numéro *Best Of* de la revue Routes, présentant nos reportages emblématiques de l'année écoulée. Ces reportages sont diffusés via notre newsletter numérique :

- la newsletter « *Routes Info* », envoyée mensuellement par courriel (abonnez-vous depuis le QR code ci-dessous ou avec le formulaire d'abonnement en p. 35 pour recevoir l'ensemble de nos publications) ;
- la compilation « *Routes la revue* », envoyée par courriel et reprenant les derniers chantiers publiés ;
- un magazine annuel, sous forme de *Best Of* imprimé, rassemblant les reportages emblématiques de l'année.

À travers quatre projets, nous vous présentons toute la richesse des solutions techniques à base de liant hydraulique routier (LHR) et de béton. En effet, l'utilisation du liant hydraulique routier est illustrée par deux reportages de chantiers représentatifs de la filière de valorisation des matériaux en place :

- **Le traitement des sols en place aux LHR pour confectionner des plates-formes support de chaussées performantes, durables et respectueuses de l'environnement :**
 - > RI #16 : Strasbourg Bas-Rhin (67). Traitement des loess et des lehms pour les travaux de terrassements du contournement ouest de Strasbourg.
- **Le retraitement des chaussées en place aux LHR pour entretenir structurellement les chaussées anciennes fatiguées :**
 - > RI #20 : RD25 / Ainvèlle-Senaide Vosges (88). RD25 : calibrage et retraitement de la chaussée en place au LHR.
- **Quant à l'utilisation du béton, elle est illustrée par deux reportages de chantiers montrant la diversité des typologies de structures utilisées :**
 - > RI #22 : Fleury-les-Aubrais Loiret (45). Aménagement qualitatif de la ZAC Interives 1 de Fleury-les-Aubrais.
 - > RI #24 : Aire de la Grolle Charente (16). Une aire de repos innovante associant valorisation des sols en place et chaussée composite BC5g/GB3.

Nous sommes sûrs que vous saurez apprécier ces quatre projets montrant toutes les potentialités dans l'utilisation des LHR et des bétons pour construire, entretenir et aménager les infrastructures de la mobilité de demain.

Vous pouvez, bien entendu, retrouver l'ensemble des reportages Routes et des cahiers techniques sur infociments.fr/publications/routes.

Enfin, pour faire de « *Routes* » le cœur de votre expression et de vos attentes, nous vous remercions de bien vouloir compléter le questionnaire joint à ce numéro.

Bonne lecture.
Joseph ABDO



⊕ Vous préférez lire à l'écran ou accéder à des contenus supplémentaires ? Scannez nos QR codes et retrouvez toute l'information en ligne sur infociments.fr



⊕ L'abonnement numérique, c'est ici : remplissez le formulaire d'inscription pour ne pas rater nos publications digitales.

SOMMAIRE



PAGE 4

STRASBOURG
BAS-RHIN (67)

Traitement des Loess et des Lehms pour les travaux de terrassements du contournement ouest de Strasbourg



PAGE 12

RD25 / AINVÈLLE-SENAIDE
VOSGES (88)

RD25 : calibrage et retraitement de la chaussée en place au LHR



PAGE 22

FLEURY-LES-AUBRAIS
LOIRET (45)

Aménagement qualitatif de la ZAC Interives 1 à Fleury-Les-Aubrais

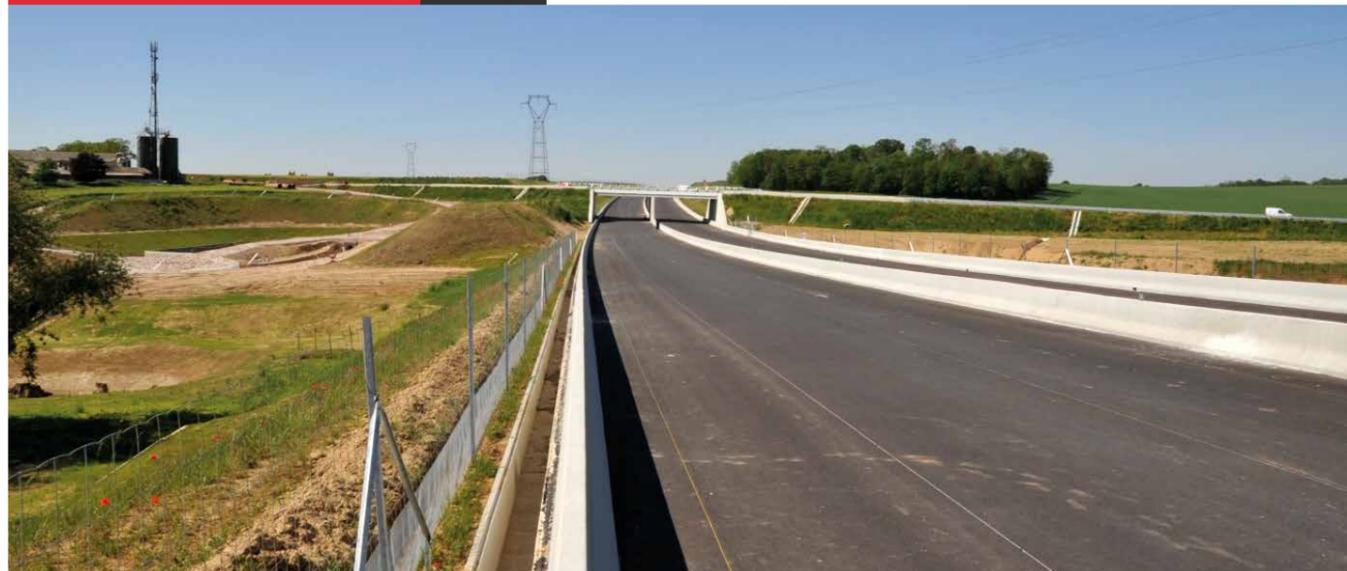


PAGE 31

AIRE DE LA GROLLE
CHARENTE (16)

Une aire de repos innovante associant valorisation des sols en place et chaussée composite BC5g/GB3

- Direction de la publication : François Redron
- Direction de la rédaction, coordinateur des reportages : Cédric Le Gouil, Joseph Abdo
- Reportages, rédaction : Joseph Abdo, Magali Suinot, Sôa / Studio L&T, Étienne Diemert
- Direction de projet & direction artistique : Fenêtre sur cour / Studio L&T
- Crédits photos : Fenêtre sur cour, Glady et Schneider CD88, Eurovia, Eurotech Floor, Minier Béton, Igrec Ingénierie, SEMDO, Gilles Petit_DIRA, Joseph Abdo_JA-Consulting, Luc Le Foll_Eurovia, Éric Sainquantin_DIRA, David Daguzan_Ecostab



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #mieuxvivre #chantier #lianthydrauliqueroutier

ROUTES INFO #16

Publié le 15/10/2021

© CIMbéton
Texte Magali Suinot
& Sôa/Studio L&T



PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Arcos

Maîtrise d'œuvre

Ingerop, Iur, CBDI

Entreprises

Dodin Campenon Bernard (mandataire),
VINCI Construction Terrassement Grands Projets,
Sogea-Est, GTM Hallé, Eurovia, Cegelec Mobility

Fournisseur du LHR

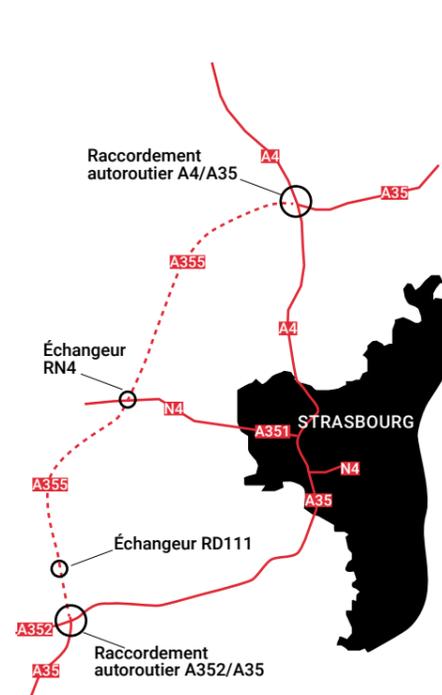
EQIOM

PHOTO CI-DESSUS : vue d'ensemble d'un tronçon achevé du chantier du contournement de Strasbourg.

➤ Plan de situation du réseau routier autour de Strasbourg pointant la nouvelle liaison A355.

⊕ Vous préférez la lecture digitale ?
Retrouvez et scannez nos QR Codes en p. 11.

Le très vaste chantier du contournement ouest de Strasbourg (COS) met à l'honneur deux techniques : le traitement en place des sols, composés essentiellement de loess et de lehms, et l'utilisation des liants hydrauliques routiers (LHR) pour le traitement de la partie supérieure des terrassements et de la couche de forme. Un liant confectionné sur mesure pour un projet hors norme, dont les enjeux sont importants pour l'agglomération de Strasbourg.



SITUATION

Le contournement de Strasbourg se fera par l'ouest, à travers le Kochersberg. Principalement conçue pour capter le trafic de transit et réduire ainsi la congestion de l'A35, cette liaison autoroutière de 24 km, baptisée A355, reliera, au nord, la jonction A4-A35 et, au sud, la bifurcation A35-A352.

Déclarée d'utilité publique par décret en conseil d'État du 28 janvier 2008, l'A355 est un PPP (partenariat public-privé) qui a fait l'objet de la signature d'un contrat de concession avec la société Arcos, filiale à 100 % du groupe VINCI, le 31 janvier 2016, pour une durée de cinquante-quatre ans. À la suite de quoi, l'ouvrage sera remis gratuitement à l'État.

Le projet de l'autoroute A355 et du contournement ouest de Strasbourg (COS), d'un montant de 553 M€, est financé grâce au concours de la Banque européenne d'investissement (BEI).

En tant que maître d'ouvrage en charge de financer, concevoir, construire, puis exploiter, entretenir et assurer la maintenance jusqu'au terme de la concession, Arcos a confié à un groupement d'entreprises, Socos, la conception et la construction de l'A355.

Ce groupement, dont la mission s'achèvera à la mise en service de l'A355, rassemble toutes les compétences indispensables au bon déroulement des opérations techniques. « Le sous-groupement Infrastructure (SGI), composé des entreprises Dodin Campenon Bernard, VINCI Construction Terrassement Grands Projets, VINCI Construction France et Eurovia, a été chargé de la réalisation des terrassements, des structures autoroutières, de l'assainissement et des ouvrages d'art », explique Jean Pandraud, directeur de travaux chez VINCI Construction Terrassement Grands Projets.



← Organigramme du concessionnaire SOCOS.

ÉTAT DES LIEUX

Au cœur de l'Europe, l'Alsace s'étend sur environ 190 km de long et sur 50 km de large ; elle est bordée par les Vosges à l'ouest, par le Rhin à l'est, par la Lauter au nord et par la Suisse au sud. Cette position géographique fait de l'Alsace une véritable plate-forme de transit et d'échanges.

Le transport, qu'il s'agisse de personnes ou de marchandises, s'effectue principalement sur :

- > L'autoroute gratuite A35, qui assure la liaison nord-sud, de Lauterbourg à Saint-Louis/Bâle (Suisse), en passant par Strasbourg, Colmar et Mulhouse ;
- > L'autoroute à péage A4, reliant Paris à Strasbourg, en passant par Reims et Metz. Cette autoroute devient gratuite sur son dernier tronçon, entre Hochfelden et la place de Haguenau à Strasbourg.

À Vendenheim, l'A4 récupère le trafic provenant de l'A35 nord et poursuit son itinéraire jusqu'à la place de Haguenau à Strasbourg. Pour les usagers en direction du Sud-Alsace et de la Suisse, le tracé se prolonge par l'A35, qui prend directement le relais sur une bretelle depuis l'A4.

Le réseau routier actuel de l'Alsace, essentiellement structuré en étoile autour de Strasbourg, engendre une circulation locale dense et continue, qui étouffe l'agglomération. Une situation aggravée par les très nombreux poids lourds étrangers qui livrent les marchandises en provenance du port de Rotterdam, le plus grand d'Europe, et qui transitent par l'A4 et l'A35 afin d'éviter de payer les taxes « poids lourds » instaurées depuis 2005 en Allemagne.

L'A35 est l'un des axes les plus fréquentés de France, avec pas moins de 160 000 véhicules/jour, dont environ 15 % de poids lourds.

Le COS a donc pour objectif d'aménager un nouvel itinéraire nord-sud à haut niveau de service et de qualité. Un itinéraire qui sera obligatoire pour les poids lourds en transit.

L'A355 permettra alors de réduire la congestion sur l'A4 et l'A35, en séparant le trafic local du trafic de transit, mais aussi de diminuer la pollution dans le centre de l'agglomération.

Concrètement, la liaison A355 consiste en la création d'une nouvelle autoroute à 2 x 2 voies, contournant la ville de Strasbourg par l'ouest. Longue de 24 km, elle se caractérise par une densité élevée d'ouvrages d'art (47 ouvrages d'art courants, deux viaducs et une tranchée couverte).

L'ensemble du tracé a suivi un couloir non bâti, évitant ainsi la destruction de toute habitation. Néanmoins, l'impact environnemental d'un tel ouvrage n'est pas neutre, en particulier parce qu'il crée un nouvel obstacle pour les déplacements de la faune locale. Pour réduire cet impact, le concessionnaire a dû intégrer à son projet de nombreuses compensations environnementales et, notamment, la réalisation de plusieurs ponts réservés au passage de la faune ainsi qu'une centaine d'ouvrages plus petits (1 x 1 m) destinés à la petite faune afin de maintenir les continuités écologiques.



⬆ De nombreux ouvrages ont dû être installés pour permettre de maintenir une continuité écologique autour de la nouvelle route et garantir le déplacement de la faune locale.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 11, bibliographie technique en p. 42.

PROJET

Caractéristiques du projet

- > Route à 2 x 2 voies ; tracé neuf contournant par l'ouest l'agglomération de Strasbourg
- > Longueur : 24 km
- > Trafic estimé à la mise en service : de 20 000 à 34 000 véhicules en moyenne chaque jour
- > 47 ouvrages d'art courants (soit environ un tous les 500 mètres), deux viaducs en charpente métallique et une tranchée couverte
- > Une centaine d'ouvrages (0,8/1 m x 1 m) pour la petite faune
- > 9 cours d'eau franchis
- > 22 communes traversées

Objectifs

- > Diminuer le trafic de poids lourds sur l'A35 et redonner de la tranquillité aux habitants de Strasbourg
- > Fluidifier le trafic local et, en particulier, aux heures de pointe
- > Diminuer la pollution en cœur d'agglomération
- > Réduire le nombre d'accidents et améliorer la sécurité

Contraintes

- > Contraintes environnementales (respecter la nature et les paysages ; maintenir les corridors écologiques ; réduire les impacts sur l'environnement pendant les travaux et durant l'exploitation de l'autoroute)
- > Contraintes d'exécution (phasage des travaux ; gestion de l'eau ; gestion du matériel ; gestion des déblais, etc.)

LES ÉTUDES

Le contexte géotechnique

- Le tracé de l'A355 traverse deux types de formations (gisements importants et homogènes) :
- > Les loëss : roche sédimentaire détritique meuble formée par l'accumulation de limons issus de l'érosion éolienne, qui constitue la quasi-totalité des gisements en matériaux du site.
 - > Les lehms : limons argileux qui résultent de la décalcification des loëss par les eaux d'infiltration.

Les reconnaissances géotechniques

Pour les besoins des études de terrassement (mouvement des terres et études de traitement des sols), une campagne de reconnaissance géotechnique globale des ouvrages d'art et des terrassements a été menée en deux phases : la première, pour la phase de projet, a été réalisée de septembre 2016 à mars 2017 ; puis une seconde, pour la phase d'exécution, a été faite de septembre 2017 à mars 2018.

Lors de cette campagne, 330 sondages géotechniques, tous types confondus, ont été réalisés : 90 sondages avec essais pressiométriques tous les mètres, 35 sondages carottés, 130 essais au pénétromètre de type CPT, 45 piézomètres, etc.

Ces sondages ont été descendus à des profondeurs comprises entre 15 et 40 m. Les différents matériaux ont été identifiés et classés conformément au GTR et à la norme NF P 11 300.

Il s'agit de :

- > Pour les loëss : limons silteux et silts – classification A1 selon le GTR.
- > Pour les lehms : limons argileux – classification A2 selon le GTR.

Les études de traitement

La présence des loëss sur l'ensemble du tracé a permis d'identifier rapidement les gisements potentiels en matériaux pour la partie supérieure des terrassements (PST) et la couche de forme (CDF).

La stratégie, imaginée dès la phase d'étude, s'est fondée sur le fort taux de réemploi qu'offraient les matériaux loëssiques du site. En effet, grâce aux possibilités du traitement des loëss à la chaux ou aux liants hydrauliques routiers (LHR), permettant leur réemploi dans les couches nobles, telles que la CDF ou les PST, un mouvement des terres optimisé a été bâti, réemployant la quasi-totalité des déblais du site en remblais courants, mais également en PST et en CDF.

Ainsi, les matériaux présents sur le site ont fait l'objet d'une batterie de tests, avec de la chaux



↑ Les techniques utilisées ont permis le ré-emploi de la majorité des déblais du chantier afin de préserver les gisements locaux.

La présence des loëss sur l'ensemble du tracé a permis d'identifier rapidement les gisements potentiels en matériaux pour la partie supérieure des terrassements et la couche de forme.

vive et avec une quinzaine de LHR différents (produits déjà existants ou adaptés spécialement pour le projet). L'objectif était de trouver un LHR adéquat aux matériaux loëssiques afin de garantir les performances mécaniques visées et de surmonter les contraintes climatiques régnant en Alsace (plus particulièrement le gel) ainsi que les contraintes spécifiques de mise en œuvre du chantier. Finalement, c'est un LHR à prise rapide, dont le délai de maniabilité était cohérent avec les exigences du traitement en place, qui a été retenu.

La solution retenue pour la plate-forme support de chaussée

> **PST Inférieure** : matériau loëss ou lehm traité à la chaux (dosage : 2 %) et sur une épaisseur de 35 cm.

• Objectifs :

- Matériau peu gélif avec pente de gonflement au gel $\leq 0,25$ (soit $Q_g = 4$)
- Densification : q3

• Critères de réception :

- Compacité conforme à densification q3
- Portance $EV2 \geq 40$ MPa

> **PST Supérieure** : matériau loëss ou lehm traité au LHR (dosage : 3 %) et sur une épaisseur de 35 cm.

• Objectifs :

- Matériau non gélif ($R_{tb} \geq 0,25$ MPa)
- Densification : q3

• Critères de réception :

- Compacité conforme à densification q3
- Déflexion : $d \leq 70/100$ mm

> **CDF traitée au liant hydraulique routier** : matériau loëss traité au LHR (dosage : 5 %) et sur une épaisseur de 35 cm.

• Objectifs :

- Matériau non gélif ($R_{tb} \geq 0,25$ MPa)
- Densification : q3
- Matériau de classe mécanique 4

• Critères de réception :

- Compacité conforme à densification q3
- Déflexion : $d \leq 20/100$ mm

Le choix du liant

« Le liant fourni a été formulé spécifiquement pour le projet du COS, en lien avec les équipes techniques du client. Il devait pouvoir répondre à ses attentes du point de vue de la composition, des performances mécaniques et du délai de maniabilité. Après plusieurs propositions et échanges entre nos laboratoires, le ROC COS a été validé », explique Jaouad Nadah, chargé de projet et de développement chez EQIOM.

Ce liant contient majoritairement du clinker ainsi que du laitier de haut-fourneau. Sa composition permet d'obtenir une cinétique de montée en performance rapide, tout en bénéficiant d'un délai de maniabilité dans les standards, ce qui permet une mise en œuvre adaptée.

Au total, ce sont 45 000 tonnes qui ont été livrées sur la période concernée, relativement longue, compte tenu de l'importance du chantier, mais également des conditions restrictives dues à la pandémie. Les livraisons, qui ont débuté fin 2019, se sont achevées en août 2021. Cependant, l'activité a connu son pic entre le second semestre 2020 et le début de l'année 2021. Les cadences de livraison ont été très variables selon l'avancée des travaux, mais la mise en place d'un silo tampon de 400 tonnes par VINCI Construction Terrassement Grands Projets a permis une gestion optimale des flux de LHR sur le chantier. « Certaines cadences journalières ont pu atteindre 700 tonnes », souligne Jaouad Nadah.

La logistique a été un élément-clé de la réussite de ce chantier pour EQIOM. La bonne communication entre les équipes de traitement du groupement et la logistique d'EQIOM a permis la fluidité des livraisons, qui démarraient généralement très tôt le matin (aux alentours de 4 heures). « EQIOM, par son implantation locale et ses différents métiers, a été un acteur important du COS. Non seulement des LHR ont été utilisés, mais aussi des ciments et des bétons, notamment pour la réalisation des ouvrages d'art », précise Bruno Loncle, responsable de marché des liants géotechniques chez EQIOM.

“Le liant fourni a été formulé spécifiquement pour le projet du COS, en lien avec les équipes techniques du client. Il devait pouvoir répondre à ses attentes du point de vue de la composition, des performances mécaniques et du délai de maniabilité. Après plusieurs propositions et échanges entre nos laboratoires, le ROC COS a été validé.”



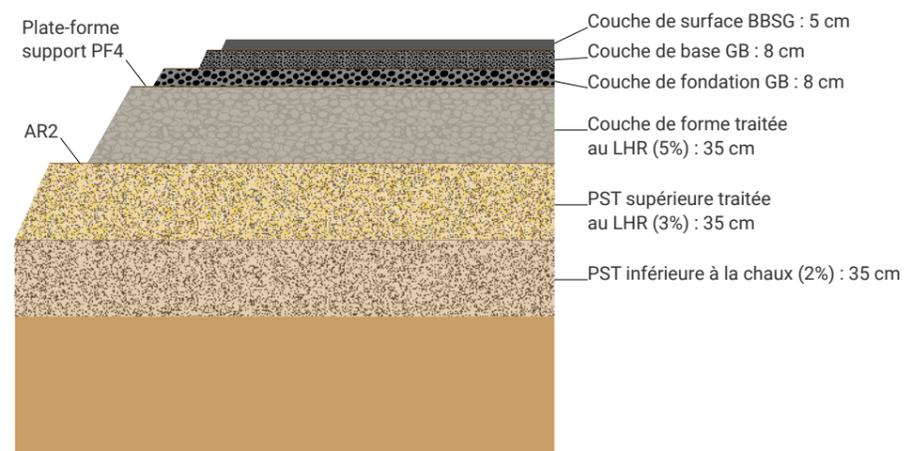
↑ Un liant spécifique (ROC COS) a été développé par EQIOM en lien avec les équipes du projet, puis livré entre 2019 et 2021 en fonction des phasages du projet.

+ Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers/

CHOIX DE LA STRUCTURE DE LA CHAUSSÉE

Compte tenu des performances escomptées de la plate-forme support de chaussée, la structure est la suivante :

- > Couche de fondation en grave-bitume, de granulométrie 0/20 et d'épaisseur 8 cm ;
- > Couche de base en grave-bitume, de granulométrie 0/20 et d'épaisseur 8 cm ;
- > Couche de surface en béton bitumineux semi-grenu BBSG, de granulométrie 0/10 et d'épaisseur 5 cm.



➔ Coupe en travers-type de la structure de l'A355.

RÉALISATION DES TRAVAUX DE TERRASSEMENT

Phasage du chantier

Les travaux ont commencé en 2018 par les opérations de déboisement. Les travaux de terrassement, quant à eux, ont été entamés en 2019 par les opérations de décapage de la terre végétale et de mouvement des sols pour modeler le terrain.

Pour faire face à un linéaire de 24 km, imposant de longues distances à parcourir, en particulier par la route, mais également parce que le chantier était « coupé » par la traversée de la route nationale (RN4), de deux échangeurs sur le linéaire et deux canaux qu'alliaient enjamber les deux viaducs en cours de réalisation, le groupement a dû s'adapter et mettre en place une organisation spécifique, tant humaine que matérielle. En effet, les équipes et le matériel ont été scindés en deux grandes zones Nord et Sud et une gestion fine du planning a été mise en place pour coordonner le transport des matériaux traités. De plus, le peu d'emprises foncières a imposé au groupement d'optimiser la gestion et le stockage des matériaux sur l'ensemble de la trace.

Grâce à son expérience et à son savoir-faire, l'entreprise a maintenu une cadence soutenue avec des pics pouvant aller jusqu'à 350 000 m³ de matériaux excavés par mois. « C'est un très grand chantier de terrassement. Au total, il aura généré près de 4 300 000 m³ de déblais et 4 200 000 m³ de remblais, dont 3 500 000 m³ ont été réutilisés pour la création des remblais routiers et paysagers, et 700 000 m³ pour la PST supérieure et la couche de forme. Aucun matériau n'est sorti des emprises du chantier », indique Jean Pandraud.

C'est lors de cette phase que les différents ouvrages d'art et de perméabilité écologique ont été réalisés.

Les travaux de terrassement se sont divisés en trois étapes : travaux de la PST inférieure (35 cm), travaux de la PST supérieure (35 cm) et travaux de la CDF (35 cm). Ce dimensionnement particulier est dû aux contraintes de gel, la région de Strasbourg possédant un fort indice de gel, et il impose une structure au travers du couple CDF et PST, ayant une épaisseur importante. Cependant, les techniques de compactage ne pouvant pas être réalisées sur des épaisseurs supérieures à 40 cm, il a été choisi de réaliser le traitement en trois couches successives de 35 cm chacune.



▲ L'A355 se caractérise par une densité élevée d'ouvrages d'art. Ici un exemple de franchissement de canal.

Travaux de la PST inférieure traitée à la chaux

Dans un premier temps, dans les déblais, le niveau de l'arase décapée sur une épaisseur de 70 cm a été mis en dépôt provisoire. Sur cette première couche, après la scarification, la chaux a été épanchée et le malaxage du matériau et de la chaux a commencé. Cette étape a été réalisée avec un malaxeur et une arroseuse équipée d'un enfouisseur avec DPA. « Une étape-clé, même si les matériaux présents étaient relativement humides et qu'il n'y avait donc pas besoin de beaucoup d'eau », souligne Romuald Chassagnol, conducteur de travaux au sein de VINCI Construction Terrassement Grands Projets. Un compactage à l'aide d'un compacteur VP5 a été ensuite effectué, puis un réglage avec une niveleuse équipée d'un GPS.

Travaux de la PST supérieure traitée au LHR

Une fois la PST inférieure traitée, le chantier s'est poursuivi par les travaux de la PST supérieure, d'une épaisseur identique à la précédente. Les travaux ont été les mêmes qu'à la phase précédente, les matériaux ont été acheminés depuis le dépôt provisoire et mis en place sur site pour une épaisseur finale de 35 cm, après compactage et recoupe. L'utilisation de ces matériaux existant sur le tracé et issus des déblais a permis de ne pas puiser dans les ressources minières locales. Un préréglage avec une niveleuse asservie GPS a été réalisé, de façon à obtenir une épaisseur homogène avant traitement. Cette phase est importante, car un bon réglage ne peut être garanti que s'il y a recoupe de la couche après traitement. Enfin, traité au LHR, le matériau a ensuite été malaxé à l'aide d'un malaxeur. L'eau a été ajoutée à l'aide d'arroseuses-enfouisseuses avec DPA, et non dans la cloche du malaxeur, et un compactage aux pieds dameurs VP5 ou au Tamping SP2 a été effectué.

Un préréglage avec une niveleuse asservie GPS a été réalisé, de façon à obtenir une épaisseur homogène avant traitement. Cette phase est importante, car un bon réglage ne peut être garanti que s'il y a recoupe de la couche après traitement.



▲ Acheminement des matériaux depuis le dépôt provisoire et mise en place sur site pour une épaisseur finale de 35 cm.



▲ Préréglage à l'aide d'un bull asservie GPS afin d'obtenir une épaisseur homogène avant traitement.



▲ Après scarification, épanchage du liant hydraulique routier.



▲ Malaxage du matériau avec le LHR par un malaxeur Wirtgen.



▲ L'arroseuse à enfouissement garantit une teneur en eau optimale.



▲ Compactage au Tamping SP2.

+ Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers/

Travaux de mise en œuvre de la couche de forme

Sur le chantier, une fois l'arase traitée, la portance de la PST a été contrôlée par des mesures de déflexion. Ensuite, pour réaliser la couche de forme, il a fallu, dans un premier temps, acheminer les matériaux du dépôt provisoire (approvisionnement avec reprise sur stock à l'aide d'une pelle sur chenilles et de tombereaux articulés) et, dans un second temps, puis mettre en œuvre le matériau sur 40 cm pour une épaisseur finale de 35 cm, afin de tenir compte du compactage et de la recoupe finale. Puis un pré réglage avec une niveleuse asservie GPS a été exécuté.

Cette opération a été suivie du traitement à proprement parler. Celui-ci a été réalisé en deux phases : un épandage du LHR, à raison de 5 % (soit plus de 32 kg/m²) à la surface du matériau, a été pratiqué par épandeur (Streumaster SW18SCI B25) ; puis un malaxage à l'aide d'un malaxeur (Wirtgen 2400). Le matériau a été ensuite remis en forme. Trois types de compacteurs se sont chargés du compactage (14 passes de SP2 ou 8 de VP5) afin d'atteindre l'objectif q3 fixé : à bille lisse, à pieds dameurs (pour supprimer le feuilletage), puis à pneus (après réglage).

« Pour obtenir un résultat précis au centimètre près, une niveleuse assistée par guidage théodolite effectue le réglage par recoupe de la couche traitée. Ainsi on obtient un très bel uni et un profil en long très régulier », ajoute Romuald Chassagnol. Un enduit de cure et un gravillonnage ont ensuite été appliqués pour protéger la couche de forme (en évitant l'évapotranspiration et en garantissant ainsi la bonne teneur en eau) et pour assurer la prise hydraulique du mélange. À noter que la circulation des véhicules a été neutralisée pendant quatorze jours, pour ne pas rompre la prise hydraulique.



↑ Trois types de compacteurs se sont chargés du compactage afin d'atteindre l'objectif q3 fixé : à bille lisse, à pieds dameurs et à pneus.

Contrôles

De nombreux contrôles ont été réalisés au cours du processus afin d'atteindre les objectifs de caractéristiques mécaniques fixés. Ce sont tous les services qui ont été sollicités (topographie, laboratoire, géotechnique, etc.) pour le suivi et le contrôle du projet.

Des contrôles de portance ont été réalisés pour la PST inférieure, traitée à la chaux vive, afin de valider la classe d'arase obtenue.

Lors des travaux de la PST supérieure, traitée au LHR, des contrôles de déflexion ont permis d'obtenir la validation de la classe d'arase. Cette méthode a été préférée aux mesures de portance in situ, car elle était mieux adaptée au traitement au LHR. C'est la même méthode qui a été utilisée pour valider la classe de plate-forme de la couche de forme, celle-ci ayant également été traitée au LHR.

Pour l'ensemble des couches, la qualité de compactage (q3) a été validée par des essais fréquents de densité en place.

Au cours de l'ensemble du chantier, afin de maîtriser notamment la teneur en eau des matériaux, des analyses en laboratoire et des contrôles ont été réalisés quotidiennement. D'ailleurs, un laboratoire dédié a été installé sur le chantier, dans lequel une dizaine de techniciens et d'opérateurs se sont relayés et se sont partagés les 24 km du tracé.

LES CONTRAINTES TECHNIQUES DU CHANTIER

Approvisionnement en eau

Point crucial dans la mise en œuvre des matériaux traités : la teneur en eau. L'humidification et l'arrosage doivent être constamment contrôlés afin de maintenir le bon état hydrique des matériaux. Plusieurs points d'approvisionnement ont donc été aménagés tout le long du tracé. Mais, parfois, c'est une trop forte humidité qu'il est aussi nécessaire de gérer. « Plusieurs fois au cours du chantier, nous avons dû faire face à de gros orages qui ont rendu inutilisable le matériau prévu. Il a fallu s'adapter et aller chercher des matériaux secs à un autre endroit du chantier », explique Romuald Chassagnol.

Délai de maniabilité du LHR

Quatre heures : c'est le délai de maniabilité pour les opérations de traitement au LHR, qu'il faut absolument prendre en compte dans la cadence du chantier.

Compactage

Après plusieurs planches d'essais, la présence des matériaux loessiques sur le site a conduit les équipes à privilégier des compacteurs statiques (du type Tamping SP2 et compacteur à pneus P2) et des compacteurs vibrants (à pieds dameurs VP5) pour les opérations de compactage. Ce chantier a notamment été l'occasion de mettre en pratique le plan de balayage des compacteurs suivi par GPS, une innovation.

BILAN

« Ce chantier a été un défi tant d'un point de vue organisationnel – en particulier, au regard de la longueur du tracé et des nombreux ouvrages qui le jalonnent – que du respect des enjeux environnementaux », souligne Jean Pandraud.

Un chantier long (de presque quatre ans) impacté par la crise du Covid-19 et par une météo pas toujours clémente... « Les équipes soudées et un bon enchaînement dans les diverses étapes du processus ont permis de relever ce défi ! », se félicite Romuald Chassagnol.

La couche de forme a été terminée le 13 août 2021, pour une mise en service prévue en fin d'année. ■

EN QUELQUES CHIFFRES

- > Longueur : 24 km
- > Déblais : 4 300 000 m³
- > Remblais routiers et paysagers : 3 500 000 m³
- > Chaux : 25000 t pour la PST inférieure
- > Liant hydraulique routier : 45 000 t
- > PST traitée à la chaux : 350 000 m³
- > PST traitée au LHR : 340 000 m³
- > Couche de forme traitée au LHR : 330 000 m³

LIENS UTILES

- > ARCOS et SOCOS
<https://www.contournement-ouest-strasbourg.fr>
- > EQIOM
<https://www.eqiom.com>
- > Infociments Routes
<https://www.infociments.fr/route>

ALLER PLUS LOIN AVEC INFOCIMENTS.FR



Retrouvez le Routes Info#16 en ligne sur le site infociments.fr



Retrouvez tout Routes en ligne sur le site infociments.fr



Vidéos, Guides Techniques, organisation de Journées Techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur les liants hydrauliques routiers.



↑ Forte sensibilité des matériaux loessiques : exemple d'une poche de matériau sec dans un dépôt après un épisode de forte chaleur.

+ Pour aller plus loin, retrouvez notre bibliographie technique en p. 42.



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #mieuxvivre #chantier #lianthydrauliqueroutier

ROUTES INFO #20

Publié le 15/03/2022

© CIMbéton
Texte Joseph Abdo
& Sôa/Studio L&T



PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage
Conseil départemental des Vosges

Maîtrise d'œuvre
Conseil départemental des Vosges

Entreprise
Eurovia-Alsace-Lorraine

Fournisseur du LHR
Vicat (usine de Xeuilley)

Fournisseur de la chaux
Lhoist-Meuse, Société des fours à chaux de Sorcy

PHOTO CI-DESSUS : Réhabilitation de la RD25 achevée. Accotement rehaussé et axe de prémarquage réalisé.

➤ Figure 1 : coupe géologique des terrains au droit de la RD 25.

⊕ Vous préférez la lecture digitale ?
Retrouvez et scannez nos QR Codes en p. 20.

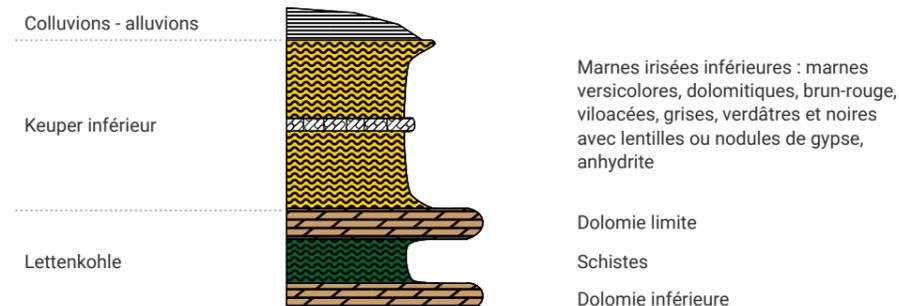
Les réparations ciblées de la RD25 ne suffisant plus, le département des Vosges a pris la décision d'intervenir sur un peu plus de 2,6 km, afin d'élargir et de renforcer la voie entre Ainvelle et Senaide. Il a choisi l'entreprise Eurovia-Alsace-Lorraine, qui a proposé un retraitement en place au liant hydraulique routier LVTS 54 de Vicat. Cette solution sans évacuation de matériaux a permis de répondre au cahier des charges : élargissement de la route, renforcement et homogénéisation de sa structure... Et de régler, en plus, un problème de polluants organiques !

SITUATION

Ainvelle se situe au sud-ouest du département des Vosges, à mi-chemin entre Bourbonne-les-Bains et Monthureux-sur-Saône. Entouré d'exploitations agricoles, ce village d'environ 165 habitants a su conserver son caractère rural. Il est traversé par la RD460, qui relie Bourbonne-les-Bains et Monthureux-sur-Saône, et par la RD25, qui assure la jonction entre la RD1 (au sud d'Ainvelle) et la RD21 (au nord d'Ainvelle).

La RD25 est une départementale ancienne et à caractère local. D'une longueur d'environ 40 km et d'une largeur de chaussée faible, variant entre 3,80 et 4,50 m, elle traverse un paysage verdoyant et vallonné.

Les formations géologiques affleurantes sont de type argilo-limoneux, recouvrant le Lettenkohle et le Keuper inférieur (cf. fig. 1).



ÉTAT DES LIEUX

Investigations visuelles

« La RD25 n'est pas en bon état : elle porte les stigmates du temps, en particulier sur le tronçon situé entre Ainvelle et Senaide. Ce tronçon se trouve entre le silo d'Ainvelle de la coopérative agricole de Lorraine et le carrefour avec la RD1 », précise Éric Garion, chef du service Travaux et Laboratoires routiers du conseil départemental des Vosges.

La route est empruntée par de nombreux engins agricoles, notamment à destination du silo d'Ainvelle de la coopérative agricole de Lorraine, et par quelques poids lourds. Elle enregistre un trafic moyen journalier faible, de l'ordre de sept poids lourds par jour. « Cette circulation associée aux sollicitations climatiques (gel, pluie) a provoqué au fil du temps des dégradations importantes et dangereuses, en rives comme à l'axe de la chaussée », ajoute Éric Garion.

Des fissures multiples, des nids-de-poule, du faïençage, des affaissements, des flaches et des ornières sont observés. De plus, la chaussée est sujette à des accumulations d'eau de ruissellement pendant les périodes de précipitations et souffre de caractéristiques géométriques (profil en travers, largeur) inadaptées pour un itinéraire où le trafic, certes seulement de classe T5 (de 0 à 25 poids lourds par jour), devient important à certaines saisons de l'année (celle des récoltes, notamment).

Diagnostic de la chaussée entre Ainvelle et Senaide

Deux campagnes de diagnostic de chaussée et une étude géotechnique routière sont réalisées par le laboratoire routier du conseil départemental des Vosges entre novembre 2018 et avril 2019. « Les essais réalisés in situ par les agents du département montrent un comportement mécanique médiocre, reflétant une insuffisance structurelle de la route (chaussée + couche de forme) », indique Anthony Glaudy, contrôleur de travaux au service Travaux et Laboratoires routiers du conseil départemental des Vosges. C'est le signe évident d'une structure de chaussée sous-dimensionnée pour le trafic qu'elle supporte, même si ce trafic est très faible.

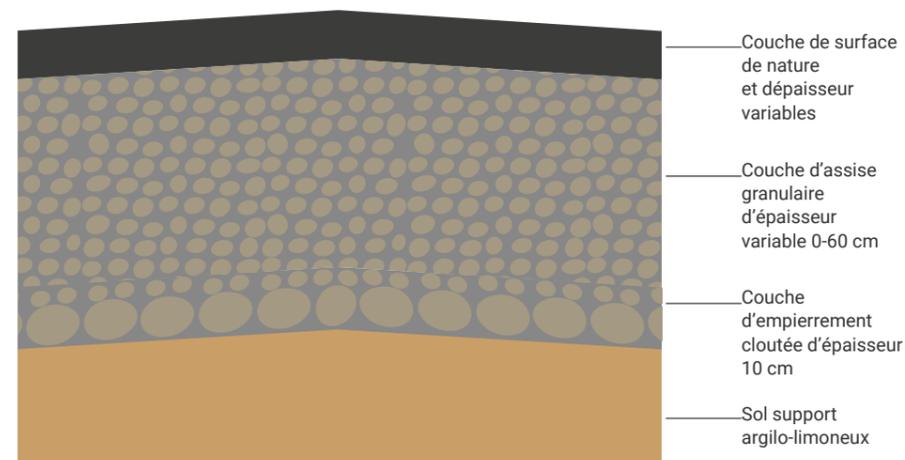
Trafic + âge + conditions climatiques + sous-dimensionnement (chaussée + couche de forme) = DÉGRADATIONS STRUCTURELLES

Cette équation a conduit à envisager une importante opération de réhabilitation.

Structure de chaussée en place avant les travaux

Les investigations menées et la campagne de carottages effectuée montrent que la structure de chaussée existante est hétérogène (nature et épaisseur des couches). Elle est constituée de haut en bas de (cf. fig. 2) :

- > Une couche de surface de nature et d'épaisseur variables, composée soit d'un enduit superficiel, soit d'un enrobé bitumineux.
- > Une couche d'assise granulaire d'épaisseur variable (entre 0 et 60 cm).
- > Une couche d'empierrement cloutée d'épaisseur 10 cm, uniquement dans les zones humides.
- > Un support naturel argilo-limoneux.



← Figure 2 : coupe en travers-type de la chaussée existante.



↑ État de la chaussée avant les travaux.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 20, bibliographie technique en p. 42.

PROJET DE RÉHABILITATION

La solution de base

Dans le cadre de sa politique active d'entretien et d'amélioration du réseau routier, le conseil départemental des Vosges décide de rénover, en 2021, ce tronçon de la RD25 situé entre Ainvelle et Senaide (cf. schéma 1 - page 10). « Il s'agissait de procéder à l'élargissement de la chaussée (de 3,80 à 4,60 m), à son reprofilage et au renforcement de la route sur une longueur de 2,6 km. La superficie totale était de 17 000 m² », indique Éric Garion.

Dans son marché à procédure adaptée (MAPA), ouvert aux variantes, le conseil départemental des Vosges propose la solution de base suivante (cf. schéma 2 - page 10) :

- > Réalisation de poutres de rives de 70 cm de profondeur (30 cm de purges en 0/150 d'apport, 40 cm de couche de forme inférieure en 0/100 d'apport) pour élargir la chaussée et ses accotements à 6,60 m.
- > Renforcement de la couche de forme et des poutres de rives par une couche granulaire 0/31,5 issue de carrière, d'épaisseur 10 cm.
- > Mise en œuvre d'une couche de surface en BBCS 2, d'épaisseur 6 cm.

La variante du retraitement en place au liant hydraulique routier (LHR)

Lors de l'appel d'offres, s'appuyant sur plusieurs prélèvements et études préalables validant la faisabilité du traitement au LHR (essai d'aptitude au traitement), l'entreprise Eurovia-Alsace-Lorraine propose un retraitement à froid au LHR de la couche de forme. « La solution de l'entreprise prévoit, une fois la couche de forme retraitée sur une épaisseur de 35 cm, la mise en œuvre d'une couche d'assise de 15 cm en grave non traitée (GNT 0/31,5), revêtue d'un BBCS 2. Avec cette technique : pas de mise en décharge, moins d'exploitation de carrières, moins de transport, etc. Le retraitement en place à froid au LHR recycle les matériaux en place. Autre avantage décisif : la technique coûte en général moins cher que les solutions classiques de renforcement. Dans le cas précis de la RD25, l'économie avoisine les 30 % », ajoute Anthony Glauzy.

En outre, dans le cadre de la DICT, les prélèvements effectués ont révélé que l'ancienne chaussée contenait du goudron de houille. Utilisé anciennement en construction routière comme liant hydrocarboné, le goudron de houille renferme de fortes teneurs en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Ces polluants organiques persistants – identifiés à des profondeurs et à des localisations variables mais à un taux faible (inférieur à 500 PPM) – font l'objet d'une réglementation stricte à cause de leur dangerosité avérée.

Certains de ces HAP sont officiellement classés par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) comme cancérigènes pour l'homme.

En général, ce type de découverte change l'équation économique et technique du chantier. En effet, dans un tel cas, deux solutions sont envisageables :

> L'extraction et la mise en décharge des matériaux pollués.

Les décharges capables de les accueillir – centres d'enfouissement de classe 1 (pour déchets dangereux, réglementée par l'arrêté du 30 décembre 2002, modifié en 2009) – sont peu nombreuses et les coûts de mise en décharge non négligeables (de l'ordre de 400 € la tonne), sans parler des coûts de transport.

> À défaut, comme l'autorise la réglementation, il est possible de réemployer les matériaux sur place.

Le fait de ne pas déplacer les matériaux pollués aux HAP permet de ne pas les considérer comme des déchets. Leur localisation reste connue, ils sont identifiés et traçables. Avantage environnemental : plutôt que de les déplacer en camion, générant ainsi une nouvelle pollution, il est plus simple et plus logique de les « inertier » à froid et les réemployer sur place.

Cette deuxième option a conforté le choix originel d'un retraitement en place au LHR qui permette d'obtenir un massif semi-rigide, insensible à l'action de l'eau ou du gel et dont la montée en résistance, vérifiable en éprouvette en laboratoire, est rapide. Grâce à cette technique, les HAP sont confinés à froid par liaison cimentaire, avec une réduction drastique des risques de lixiviation ultérieurs.

Objectifs

- > Recalibrer et renforcer la chaussée.
- > Homogénéiser la structure par un retraitement en pleine largeur de la voie.
- > Optimiser les coûts.
- > Protéger l'environnement : réduire le trafic engendré par le chantier (engins et camions) et réemployer un maximum de matériaux sur place en limitant l'apport de matériaux nobles ; préserver les ressources minérales ; recycler en place les matériaux chargés en HAP.

« Le retraitement en place au LHR permet de valoriser des matériaux contenant des HAP jusqu'à 500 PPM (mg/kg) sans étude complémentaire. Ils sont maintenus in situ, sans être mis en décharge, ce qui réduit notablement les coûts de transport et de stockage. Dans le cadre de la solution de base, nous avons prévu de mettre beaucoup de matériaux en décharge », rappelle Anthony Glauzy.

« Le retraitement en place au LHR permet de valoriser des matériaux contenant des HAP jusqu'à 500 PPM (mg/kg) sans étude complémentaire. Ils sont maintenus in situ, sans être mis en décharge, ce qui réduit notablement les coûts de transport et de stockage. »

Caractéristiques du projet

La longueur de la RD25 à recalibrer à 4,60 m de large est de 2 600 mL. La largeur de la plateforme routière est de 6,60 m, avec une couche de forme entièrement retraitée en place au LHR et à la chaux (volume : 6 100 m³).

Analyse comparative : solution granulaire vs retraitement en place	Solution granulaire	Solution traitement en place
Déblai	11 140 m ³	2 650 m ³
Remblai	330 m ³	330 m ³
GNT	11 020 m ³	1 980 m ³
Couche de forme traitée	-	6 100 m ³
Chaux	-	120 t
LHR	-	730 t
BBCS (30 % agrégats d'enrobés)	1 800 t	1 800 t
Drains	5 500 mL	5 500 mL
Ouvrage sur drains	40 unités	40 unités

Choix de la structure de la nouvelle voie

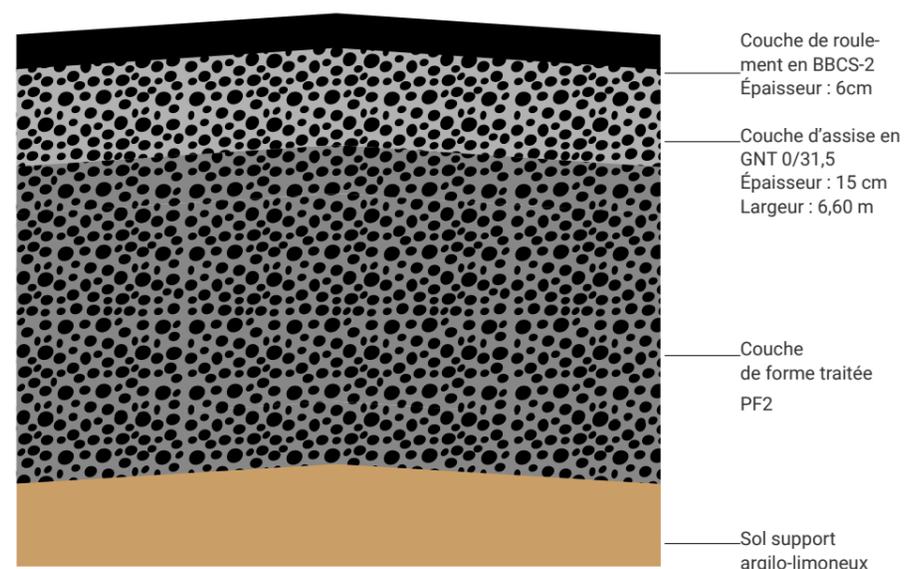
Une fois l'adjudication du marché obtenue, l'entreprise Eurovia procède à une étude complète de la solution de retraitement comprenant :

- > l'essai d'aptitude du matériau en place au traitement ;
- > l'identification du ou des liants nécessaires ;
- > le dosage du ou des liants permettant l'obtention des performances mécaniques visées.

Cette étude permet de proposer le traitement suivant :

- > un traitement à la chaux (dosage à 1 %), compte tenu de la présence d'argiles dans le matériau ;
- > un traitement au LHR LVTS 54 de Vicat (dosage à 6 %) pour obtenir les performances mécaniques visées.

En outre, les résultats de cette étude ont permis à l'entreprise Eurovia de soumettre au conseil départemental des Vosges une typologie et un dimensionnement de la structure de chaussée retraitée, conformément aux stipulations du guide « Retraitement des chaussées en place » (Setra/LCPC, 2003) et à la norme NF P 98 086 « Dimensionnement des chaussées ». Le type et la structure de la nouvelle chaussée sont donnés par la fig. 3.



← Figure 3 : profil en travers de la nouvelle chaussée.

La date est choisie en concertation avec les agriculteurs pour que le chantier soit réalisé en dehors des périodes de récolte et pour en réduire l'impact au maximum.

MISE EN ŒUVRE

Ces travaux, planifiés du 23 août au 29 octobre 2021, réalisent une mise à niveau d'ordre structurel de la chaussée ainsi que son élargissement et son reprofilage afin d'améliorer la sécurité de l'itinéraire. Modeste dans ses dimensions, le chantier possède un enjeu écologique important. « Le chantier – d'une longueur totale de 2 600 mètres linéaires – a débuté le 23 août 2021. Il est prévu pour durer environ deux mois et demi, avec fermeture à la circulation de la RD25 », précise Matthieu Sissler, chef de secteur d'Eurovia-Alsace-Lorraine. La date est choisie en concertation avec les agriculteurs pour que le chantier soit réalisé en dehors des périodes de récolte et pour en réduire l'impact au maximum. « Un itinéraire de contournement a été mis en place. Il emprunte la RD460 depuis le carrefour des RD25 et RD460 à Ainvelle, traverse la commune de Senaide et continue jusqu'au carrefour des RD 460 et RD1 pour se terminer par la RD1 jusqu'au carrefour des RD1 et RD25 à Fresnes-sur-Apance », ajoute Matthieu Sissler.

Étapes de réalisation des travaux

- > Réalisation de sondages complémentaires et prélèvements du sol pour analyse et confirmation du traitement.
- > Terrassement des rives de chaussée sur 35 cm de profondeur et entre 1 et 1,50 m de largeur pour calibrage de la future couche de forme traitée sur une largeur de 6,60 m. (La chaussée actuelle oscille entre 3,80 et 4,50 m de largeur.)
- > Scarification du support sur 15 cm et réglage en pleine largeur, compactage.
- > Réalisation du premier point d'arrêt et des essais de plaques afin de valider un minimum de 20 MPa en tous points.
- > Détermination des purges ponctuelles, si nécessaire, et réalisation de celles-ci sur 40 cm, apport de 0/100.
- > Traitement avec apport de 1 % de chaux et de 6 % de LHR de la masse volumique de matériaux à traiter. Un enduit de cure sera appliqué chaque soir, à la fin du traitement, afin de protéger celui-ci.
- > Délai d'attente du temps de prise.
- > Point d'arrêt : mesure de déflexion à 14 jours : bonne.
- > Mise en œuvre de GNT 0/31,5 sur 15 cm.
- > Application d'un enduit d'imprégnation.
- > Application de la couche de roulement en BBS 2 sur 6 cm.
- > Mise en œuvre de matériaux de scalpage sur les accotements.
- > Recalibrage des fossés, création des ouvrages de sortie de drains et mise en place de têtes de sécurité sur les passages et les accès agricoles.
- > Remise en état de la terre végétale sur les talus et les bermes.

Élargissement de la chaussée

La RD25 est élargie de 3,80 à 6,60 m par la création de deux tranchées latérales. Les caractéristiques :
> Largeur : de 1 à 1,50 m.
> Profondeur : 0,30 m.
Elles sont creusées à l'aide d'une pelle mécanique sur toute la longueur du chantier, en mordant sur une largeur de 0,10 m sur les rives de l'ancienne chaussée (cf. schéma 3 - page 10).

Fragmentation de l'ancienne chaussée et réglage en pleine largeur

Grâce à la mise en œuvre d'une raboteuse, qui intervient sur une profondeur de 15 cm, l'ancienne chaussée est transformée en matériau de faible granulométrie (comprise entre 0/20 et 0/31,5), directement exploitable par l'atelier de retraitement. Ces matériaux rabotés ont servi à combler les deux tranchées latérales, en couches successives et compactées (cf. schéma 4 - page 10).

Teneur en eau du matériau

Elle est mesurée par gamma-densimétrie. Les prélèvements réalisés par le laboratoire Eurovia de l'agence de Charmes ont été recoupés et confirmés par d'autres, effectués par le laboratoire du conseil départemental. Pour atteindre l'optimum Proctor visé (aux alentours de 9 % de teneur en eau), l'apport hydrique a été en moyenne de 9 %.

Épandage de la chaux

L'épandage de la chaux, à raison de 7 kg/m² (dosage à 1 %), est réalisé à l'aide d'un épandeur Akera 17E. Au total, environ 120 t de chaux ont été nécessaires au traitement de la couche de forme. Le dosage a été vérifié « à la bêche ».

Malaxage

Le matériau obtenu par fragmentation de l'ancienne chaussée est soigneusement mélangé à la chaux Proviacal ST de Lhoist-Meuse par un malaxeur Wirtgen WR-2400 d'Eurovia, qui effectue, en deux passes, le malaxage du matériau avec la chaux.



Travaux de remblayage des purges effectués en pleine largeur.

Retrouvez tous les schémas en p. 21.



Chaussée rabotée et élargie à 6,60 m. Atelier de prétraitement en place à la chaux en action.



Après l'épandage du LHR, le malaxeur entre en action pour mélanger le matériau et le liant.



Compactage

Le matériau ainsi traité à la chaux est réglé puis légèrement compacté.

Épandage du liant hydraulique routier

Le matériau, préalablement traité à la chaux, reçoit le LHR LVTS 54 de Vicat-Xeuilley (54). Celui-ci est épandu à raison de 42 kg/m² à l'aide d'un épandeur Akera 17E doté d'un système de dosage volumétrique asservi à la vitesse d'avancement. Au total, environ 720 t de LHR ont été nécessaires au traitement de la couche de forme. Le dosage a été contrôlé « à la bêche » (cf. schéma 5 - page 10).

Malaxage

Le matériau est soigneusement mélangé au LHR LVTS 54 de Vicat-Xeuilley (54) à l'aide d'un malaxeur Wirtgen WR-2400, afin d'obtenir un matériau homogène sur toute l'épaisseur. Le traitement est effectué sur une largeur de 6,60 m et une profondeur de 35 cm (cf. schéma 6 - page 10). La teneur en eau est vérifiée au gamma-densimètre et son ajustement éventuel est réalisé à l'aide d'une arroseuse-enfouisseuse.

Les prélèvements réalisés par le laboratoire Eurovia de l'agence de Charmes ont été recoupés et confirmés par d'autres, effectués par le laboratoire du conseil départemental. Pour atteindre l'optimum Proctor visé (aux alentours de 9 % de teneur en eau), l'apport hydrique a été en moyenne de 9 %.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 20, bibliographie technique en p. 42.



▲ Mise en œuvre de la couche d'assise en grave non traitée.

⊕ Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers/

⊕ Pour aller plus loin, liens et infos en p. 20.

⊕ Retrouvez tous les schémas en p. 21.

Réglage

Le mélange est réglé suivant un profil déterminé (profil en toit en section courante et en dévers en virages) à l'aide d'une niveleuse. Celle-ci a également pour tâche de rattraper le dénivelé de la chaussée afin d'améliorer l'évacuation de l'eau et d'éviter sa stagnation dans la partie basse du chantier, avant la pose des enrobés.

Compactage

L'atelier de compactage comprend :

- > Un compacteur lourd V4 – pour assurer la densification du matériau en fond de couche sur l'ensemble de la chaussée –, qui effectue 6 passes avec un objectif de compactage q3.
- > Un compacteur à pneus PS300 – pour assurer la fermeture du matériau en surface –, qui effectue 6 passes avec un objectif de compactage q3.

La masse volumique sèche de référence est celle de l'optimum Proctor modifié, déterminée en laboratoire et qui est de 2 080 kg/m³.

Après ce premier compactage, il est procédé à un réglage fin à la niveleuse, suivi de 2 passes de compacteur. Le contrôle du compactage a été effectué au gamma-densimètre.

Protection du matériau retraité

Un enduit de protection monocouche est ensuite appliqué sur la couche retraitée afin de la protéger des intempéries, de l'évaporation de l'eau et du trafic du chantier.

Prise et séchage

Deux semaines de séchage (quatorze jours) sont observées pour garantir l'obtention des résistances mécaniques visées. À l'issue de ce délai, des mesures de déflexion confirment que le matériau retraité est homogène (valeurs de déflexion groupées) et que le niveau de déflexion autorise la poursuite des travaux.

La couche d'assise en GNT 0/31,5

Après une période de dix-sept jours, la nouvelle assise de chaussée en GNT 0/31,5 est mise en place sur une épaisseur de 15 cm et sur une largeur de 6,60 m. Elle est protégée avec un enduit superficiel (cf. schéma 7 - page 10).

La couche de surface

La chaussée reçoit ensuite une nouvelle couche de surface en BBCS 2, de largeur 4,60 m et d'épaisseur 6 cm (cf. schéma 8 - page 10).

Les accotements

La mise à niveau des accotements est réalisée avec des matériaux de scalpage, recouverts par une couche de terre végétale.



▲ Réalisation des fossés latéraux.



▲ Mise en œuvre de l'enduit superficiel de protection.



▲ Mise en œuvre de la couche de surface en BBCS à l'aide d'un finisseur.



▲ Atelier de compactage du BBCS.

Délai de maniabilité et logistique de livraison

Le LHR mis en œuvre est le LVTS 54, fabriqué par Vicat dans son usine locale de Xeuilley. « Ce liant est fabriqué à 95 km du chantier, essentiellement à base de clinker produit sur place. Il confère rapidement au matériau des performances mécaniques qui permettent à l'entreprise d'optimiser son planning en recouvrant la couche traitée par la GNT puis par la couche d'enrobés », précise Philippe Hutmacher, chef de secteur chez Vicat.

Les livraisons du liant se concentrent sur la semaine 37 (du 13 au 17 septembre 2021). Cela nécessite une organisation et une logistique appropriées pour livrer des quantités importantes de liant sur une période relativement courte. « Jusqu'au directeur régional, nous nous impliquons dans la logistique de nos chantiers et, en particulier, de ce type de chantiers innovants. Nous nous sommes ajustés aux contraintes de l'entreprise, notamment au démarrage, afin de l'accompagner dans une réalisation qualitative. L'objectif était de donner pleine satisfaction au département des Vosges, un département qui nous tient à cœur, car il est voisin de notre cimenterie, économiquement dynamique, et doté d'un patrimoine routier géré sur le temps long. En témoignent leur politique de retraitement et leurs giratoires réalisés en béton, quand ils sont sollicités par un trafic de poids lourds important », ajoute Philippe Hutmacher.

BILAN

Le chantier a été achevé dans les délais et la route a été remise en service le 29 octobre 2021. « La cadence a été soutenue, sachant que le rendement d'un chantier de retraitement est de l'ordre de 3 500 m² par jour, avec des performances atteignant parfois les 5 000 m² par jour. La route est désormais élargie, les accotements stabilisés et les fossés reconstitués », conclut Matthieu Sissler.

Le département des Vosges et son service des routes ont choisi d'utiliser le retraitement en place au LHR pour la réhabilitation de la route départementale RD25.

Dans le cas particulier de la présence de HAP dans les anciennes chaussées dégradées, ce choix s'est révélé à la fois économique et particulièrement judicieux du point de vue environnemental. La détection de ces polluants dans les anciennes structures routières imposera sans doute le recours fréquent à la technique du retraitement à froid au LHR dans les années à venir...

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 20, bibliographie technique en p. 42.

+ Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/routes

+ Pour aller plus loin, retrouvez notre bibliographie technique en p. 42.

Pour rénover la RD25, plusieurs options ont été envisagées, mais les contraintes budgétaires et environnementales ont pesé de tout leur poids. « Nous avons recherché une solution qui entre dans notre schéma de performance, avec des moyens forcément contraints, tout en prenant en compte l'aspect environnemental », conclut Éric Garion. Pour le département des Vosges, maître d'œuvre et maître d'ouvrage, deux aspects ont été décisifs dans le choix du retraitement en place à froid au LHR et à la chaux de la couche de forme :

> l'atout environnemental : le matériau présent dans la chaussée dégradée n'est pas évacué ni mis en décharge, mais considéré comme un gisement naturel que l'on peut revaloriser à température ambiante. Conséquences : peu de transport de matériaux ; peu de nuisances ou de dégradations de la voirie liées à la circulation des poids lourds. 750 semi-remorques auraient été nécessaires à ce chantier en employant la technique granulaire.

> l'intérêt économique : la valorisation du matériau de l'ancienne chaussée rend superflu d'en acquérir, d'en transporter et d'en mettre en œuvre du nouveau sur place. Ce qui allège significativement le montant de l'opération de 30 %.

EN QUELQUES CHIFFRES

- > Longueur du chantier : 2 600 mètres linéaires
- > Superficie : 17 000 m²
- > Largeur du retraitement : 6,60 m
- > Profondeur du retraitement : 35 cm
- > Quantité de LHR : 720 t
- > Durée du chantier : 67 jours, dont 17 de séchage

LIENS UTILES

- > Conseil départemental des Vosges
<https://www.vosges.fr>
- > Cerema
<https://www.cerema.fr/actualites/hap-hydrocarbures-aromatiques-polycyliques-problematique>
- > Eurovia
<https://www.eurovia.fr>
- > Vicat
<https://www.vicat.fr>
- > Infociments Routes
<https://www.infociments.fr/route>

> Compactage du BBCS. Mise à niveau des chemins d'accès aux parcelles agricoles.



ALLER PLUS LOIN AVEC INFOCUMENTS.FR



Retrouvez le Routes Info#20 en ligne sur le site infociments.fr



Retrouvez tout Routes en ligne sur le site infociments.fr



Vidéos, Guides Techniques, organisation de Journées Techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur les liants hydrauliques routiers.

SCHÉMAS TECHNIQUES

Retraitement en place à froid au liant hydraulique routier

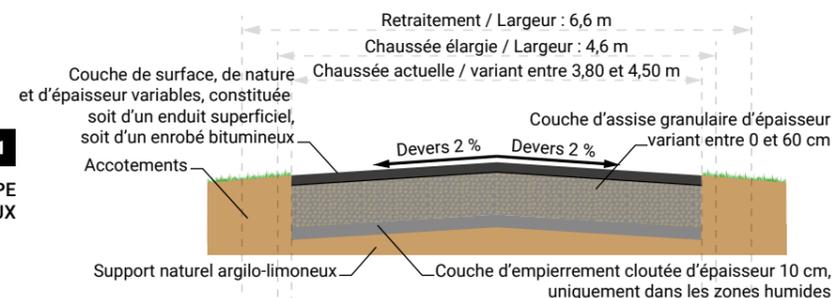


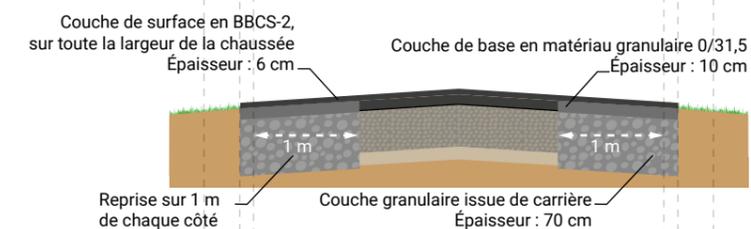
SCHÉMA 1

COUPE EN TRAVERS-TYPE AVANT TRAVAUX

SOLUTION DE BASE

SCHÉMA 2

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA SOLUTION DE BASE PROPOSÉE PAR LE CONSEIL DÉPARTEMENTAL DES VOSGES
Élargissement : passage d'une largeur de 3,80 à 4,60 m avec réfection des rives sur 1 m de large de chaque côté de la chaussée.



VARIANTE RETRAITEMENT

SCHÉMA 3

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE "RETRAIEMENT" DE L'ENTREPRISE COMPRENANT LES DEUX TRANCHÉES LATÉRALES

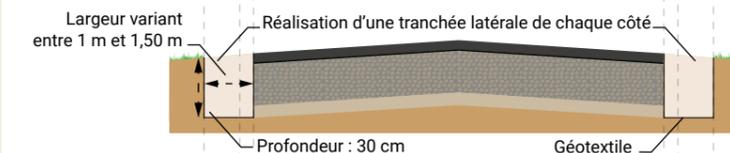


SCHÉMA 4

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE SCARIFICATION DE LA CHAUSSEE EXISTANTE SUR 15 CM D'ÉPAISSEUR, RÉGLAGE EN PLEINE LARGEUR (COMPLEMENT DES TRANCHÉES) ET COMPACTAGE
Le rabotage de la structure existante génère environ 1600 m³ de matériaux qui ont servi au comblement des tranchées latérales.

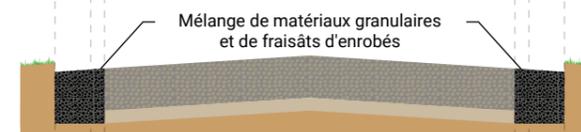


SCHÉMA 5

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE
Après un pré-traitement des matériaux de la couche de forme avec 1 % de chaux sur une épaisseur de 35 cm, le liant hydraulique routier LVTS 54 est épandu, à raison de 6 %, à la surface de la couche de forme élargie.

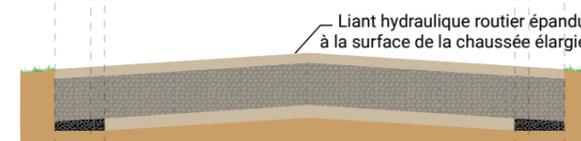


SCHÉMA 6

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE
Après malaxage du liant épandu et des matériaux de la chaussée élargie

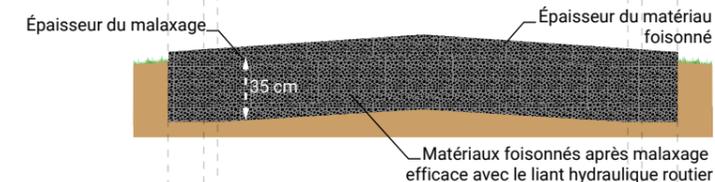


SCHÉMA 7

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE
Après réglage, mise au profil, compactage et mise en œuvre de la couche de surface et mise en œuvre de la couche d'assise en GNT d'épaisseur 15 cm et sur une largeur de 6,60 m.

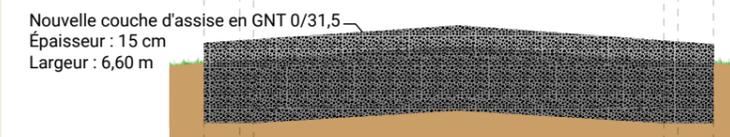
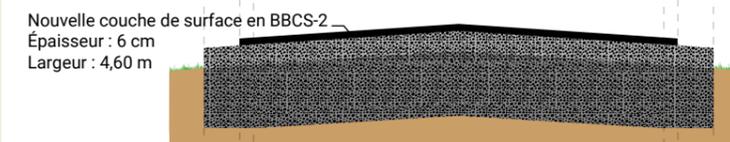


SCHÉMA 8

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE
Après réglage, mise au profil, compactage et mise en œuvre de la couche de surface



Chaussée actuelle / Largeur variant entre 3,80 et 4,50 m
Chaussée élargie / Largeur : 4,6 m
Retraitement / Largeur : 6,6 m



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #mieuxvivre #chantier #béton

ROUTES INFO #22

Publié le 07/07/2022

© CIMbéton
Texte Joseph Abdo



Béton



6 000 m²



Loiret

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Société d'Economie Mixte pour le Développement Orléanais SEMDO. Aménageur, sur la commune de Fleury-Les-Aubrais, pour le compte d'Orléans Métropole son concédant.

Maîtrise d'œuvre

La Compagnie du Paysage, Igrec ingénierie (BET VRD), ON (conception lumière), AEU (environnement)

Entreprise de réalisation des bétons décoratifs

Eurotech Floor

Fournisseur du béton

Minier Béton

Fournisseur du ciment

Ciments Calcia (Usine de Beffes)

PHOTO CI-DESSUS : L'aménagement de la grande place Rivierre-Casalis respecte un équilibre minéral-végétal et fait appel à des matériaux clairs pavés et dalles calcaires et béton égrésé.

Vous préférez la lecture digitale ?
Retrouvez et scannez nos QR Codes en p. 29.

Pour l'aménagement de la ZAC Interives 1 en quartier à vocation mixte, Orléans Métropole et la SEMDO – conseillées par la Compagnie du paysage et Igrec Ingénierie – ont opté pour une solution associant trois types de bétons (balayé, poncé, bouchardé) afin de rénover et créer les voiries et les aménagements urbains. Un choix qualitatif, innovant et environnemental qui structure parfaitement l'espace citadin, tout en facilitant l'accessibilité aux usagers et en favorisant un meilleur cadre de vie – et ce dans le respect de l'histoire industrielle et ferroviaire du site. Pour cette première tranche, 6 000 m² de béton ont été mis en place. Fabriqués et livrés par Minier Béton avec un ciment CEM II de Ciments Calcia, ces trois types de bétons ont été mis en œuvre par Eurotech Floor, adjudicataire du lot 2 « béton », un lot spécifique dans le cadre de l'appel d'offres.

SITUATION

Fleury-les-Aubrais est une commune française située dans le département du Loiret et la région Centre-Val de Loire. Elle borde, à l'ouest, la région naturelle de la forêt d'Orléans. Faisant partie d'Orléans Métropole et entourée par les communes de Semoy et Saran, Fleury-les-Aubrais se localise à 3 km au nord-est d'Orléans et à 129 km au sud de Paris.

L'emprise ferroviaire de la gare SNCF ainsi que la zone d'activité qui la jouxtait constituent la partie la plus à l'ouest de la commune. La gare d'Orléans-Les-Aubrais est historiquement l'un des principaux attraits de cette ville.



ÉTAT DES LIEUX

Les friches industrielles et commerciales font partie du paysage métropolitain. Les entreprises partent en laissant leurs bâtiments à l'abandon. Des friches qui défigurent le territoire et des mètres carrés inexploités que les collectivités aimeraient bien reconquérir dans leur plan d'urbanisme.

C'est le cas d'Orléans Métropole qui a engagé, depuis 2012, un processus de réflexion autour d'un vaste périmètre de reconquête urbaine centré sur l'ancien site industriel et ferroviaire de Dessaux (110 ha de friches, dont 80 % sur le territoire de Fleury-les-Aubrais et 20 % sur celui d'Orléans), qui constitue une séparation ou une barrière entre la commune de Fleury-les-Aubrais et la ville d'Orléans.

Cette réflexion a permis d'aboutir à un plan-guide, voté en décembre 2014, qui décline les objectifs généraux de la collectivité à l'échelle du grand projet, baptisé « projet Interives » (cf. encadré « Interives : un projet ambitieux »).

L'avancée de ces réflexions – confrontées aux contraintes réglementaires, techniques, administratives et financières – fait apparaître l'opportunité de privilégier la création et la réalisation d'une zone d'aménagement concerté (ZAC Interives 1) pour la première phase opérationnelle du projet.

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 29, bibliographie technique en p. 42.



BON À SAVOIR

INTERIVES :
UN PROJET AMBITIEUX

Avec Interives, Orléans Métropole s'engage dans un projet ambitieux et structurant pour tout son territoire. Il s'agit d'aménager, au nord-est de la métropole orléanaise, un nouveau quartier de vie : celui-ci combinera activité économique, logements, espaces verts, équipements publics et commerces de proximité.

La ZAC représente au total 110 ha de friches, le long de la RD2020, qui séparent la ville d'Orléans de la commune de Fleury-les-Aubrais, dont 80 % se situent sur la commune de Fleury et 20 % sur Orléans.

Ce projet ambitieux prévoit, à l'horizon 2035, de créer, à la place d'anciennes friches industrielles, un nouveau centre de vie et d'activité au nord-est d'Orléans et à proximité de la gare des Aubrais. Une nouvelle dimension et une attractivité renforcée pour la métropole orléanaise, qui proposera alors plus de 3 000 nouveaux logements et 200 000 m² d'activités tertiaires et commerciales dans un quartier animé en permanence, où la part belle sera faite à la qualité de vie, aux services innovants, au respect de l'environnement et aux déplacements doux.

Interives se déploiera, en fonction des tendances du marché immobilier, autour d'un cœur de quartier qui prendra vie place Danton, avec les premiers programmes de bureaux et de logements.

Le quartier Interives est annoncé comme l'un des projets-phares de la métropole pour les trente prochaines années.

LE PROJET DE LA ZAC INTERIVES 1

Cet aménagement s'inscrit dans le cadre du projet Interives. D'une superficie de 15,7 ha environ, la ZAC Interives 1 est située à 100 % sur la commune de Fleury-les-Aubrais, en lieu et place de nombreuses friches industrielles. Elle se compose de deux secteurs distincts distribués de part et d'autre du plateau ferré des Aubrais :

- Le secteur Danton situé à l'ouest : 11,8 ha ;
- Le secteur Lamartine situé à l'est : 3,9 ha.

Le site Danton est délimité par les rues Dessaux, de Joie, Victor-Hugo et par la limite nord de la friche Rivierre-Casalis élargie. Le site Lamartine est délimité par les rues Lamartine, Fernand-Rabier, Kléber et de la Sente.

L'aménagement de la ZAC Interives 1 est un projet de grande ampleur. Il sera réalisé en trois phases. Le chantier, objet de ce reportage, en représente la première et concerne l'hypercentre, principalement le secteur Danton.

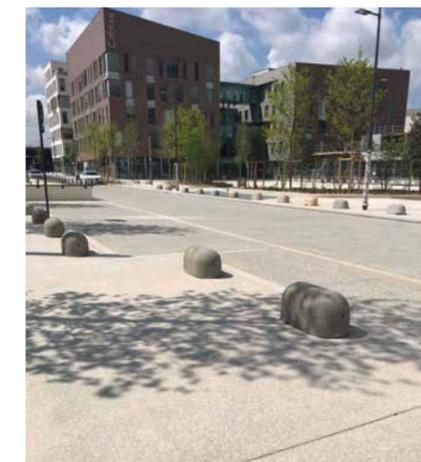
Objectifs

Les objectifs de l'opération sont donc essentiellement de :

- Reconquérir un espace urbain aujourd'hui composé de nombreuses friches industrielles ;
- Recycler un foncier non utilisé et parfois pollué ;
- Créer un nouveau quartier à vocation mixte ou un quartier « gare » connecté à Paris ;
- Redonner une place importante à la nature en ville, en aménageant les espaces publics avec un équilibre végétal-minéral.

Cette opération se justifie par la nécessité d'améliorer la qualité de l'entrée de ville nord d'Orléans, de tirer parti d'un important gisement foncier situé à proximité du centre-ville et des transports collectifs (gare d'Orléans-Les-Aubrais, tramway A, bus urbains) et, par voie de conséquence, de protéger les espaces naturels et agricoles de l'urbanisation périphérique.

Le problème est que le quartier possède un cœur historique, une gare et une multitude de bâtiments et de constructions emblématiques voir remarquables (les SHEDS, la cheminée...). « L'objectif était donc d'aménager la ZAC Interives 1 sans dénaturer les lieux et en conservant leur histoire », précise Yoan Briançon de SEMDO.



Les bétons ont été formulés afin d'obtenir les nuances visées (du blanc chaud au beige clair) afin de s'harmoniser avec la couleur de la pierre calcaire du comblanchien.

« L'objectif était donc d'aménager la ZAC Interives 1 sans dénaturer les lieux et en conservant leur histoire »

En 2016, pour répondre à ce besoin, Orléans Métropole a fait appel à un groupement constitué de La Compagnie du Paysage, Igrec Ingénierie (BET VRD), ON (conception lumière) et AEU (environnement) pour proposer une idée directrice et un projet de transformation et de rénovation des espaces publics de la ZAC Interives 1.



- > Superficie : 15,7 ha dont 4 ha « cœur de quartier »
- > Bureaux : 80 000 m²
- > Commerces et services : 3 500 m² dont RIE et crèche
- > Offre hôtelière : 100 chambres
- > Habitation : 760 logements
- > Stationnement : 340 emplacements sous la place Rivierre-Casalis
- > Parc linéaire : 15 000 m²

L'aménagement des espaces publics

Le projet d'aménagement des espaces publics a été conçu, étudié et planifié par une équipe de maîtres d'œuvre, constituée de Nathalie Mélin, directrice des études de La Compagnie du Paysage, et de Joël Toléon, chef de projet chez Igrec Ingénierie (BET VRD).

L'aménagement consiste à élaborer un projet urbain s'inscrivant dans une démarche de développement durable, qui prend appui sur cinq idées-forces :

- Créer un cœur de quartier pour le nouveau projet Interives ;
- S'inspirer de l'existant et de la présence de la voie ferrée pour en faire l'identité du quartier,
- Conforter et développer la trame verte et bleue (corridor écologique, biodiversité positive, gestion des eaux pluviales, etc.) ;
- Favoriser l'accessibilité et la mobilité (multimodalité, écomobilité, transports en commun, réduction de l'impact de la voiture, etc.) ;
- Favoriser la mixité dans les usages, les fonctions et les générations.

Pour atteindre ces cinq objectifs, la Compagnie du paysage a conçu les espaces publics qui s'articulent autour d'une grande place centrale et d'un parc nord/sud, amorçant l'armature verte du projet du Grand Interives à l'ouest des voies ferrées. En outre, il était primordial de veiller dans le cadre de la conception du projet à l'organisation de toute une trame d'espaces publics partagés où le piéton reste prioritaire. Ces enjeux s'expriment de manière différente selon les secteurs à aménager.

> Concevoir la grande place Rivierre Casalis – 8700 m²

Cette place est composée de trois sous-espaces contigus :

- l'espace circulé (rue Danton) : 4 000 m²,
- la zone de multimodalité (PEM) : 1 700 m²,
- la place urbaine (40 x 80 m) : 3 000 m². L'aménagement de la place propose un doux équilibre entre la qualité des usages recherchée (lots de végétation, lieu de rencontres, animation avec une fontaine sèche, etc.) et les contraintes fonctionnelles propres à l'espace (transport en commun en site propre, accès au parking, sécurité incendie, etc.).

La place Danton doit permettre de :

- asseoir la centralité du quartier Grand Interives,
- accéder au parking souterrain,
- offrir des espaces jardinés au niveau du sol, sur la place,
- intégrer en surface les édicules d'accès piétons au parking,
- traiter unitairement la place (plateau TCSP et rue Danton),
- accueillir des animations et des événements.

> Le parc linéaire - entre 26.50 m et 65 m de large pour 420 m de long

L'aménagement du parc linéaire crée un cheminement séquencé où se succèdent les usages et les ambiances en généralisant – autant que possible – le stockage des eaux pluviales en surface. Trois séquences (du sud au nord) se font suite :

- « Vinautières » – 4 300 m² – de la rue de Joie à la voie nouvelle 2,
- « Sheds » – 8 730 m² – de la voie nouvelle 2 à la rue Danton,
- « Casalis » – 2 760 m² – du PEM à la voie nouvelle 1.

Le parc linéaire doit ainsi permettre de :

- assurer une continuité d'ambiance et une prééminence sur les voiries de desserte du quartier,
- recevoir à terme le transport en commun en site propre,
- être le support des circulations douces,
- être le support d'une programmation diversifiée (jardins thématiques, aires ludiques pour les enfants, etc.),

- gérer les eaux de ruissellement en surface et les mettre en scène (Fontaine sèche, fil d'eau, jardins frais, etc.),
- être un second corridor de biodiversité en complément du réseau ferré,
- assurer les continuités visuelles vers les cœurs d'îlots : « écriture paysagère commune » entre espaces publics et espaces privés.

Le choix du béton dans l'aménagement des espaces publics

Le choix du béton s'est imposé avec évidence : il s'agissait d'une volonté conjointe de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre. Le nouveau quartier devant être essentiellement réservé aux piétons, il ne pouvait pas avoir un aspect routier, ce qui a conduit à privilégier les matériaux clairs de type minéral (éléments en pierres naturelles et des revêtements en béton esthétiques avec des traitements de surface adaptés aux usages des lieux).

« Esthétiquement, il fallait un revêtement de couleur claire car nous souhaitons évoquer le grand paysage de la Loire avec ses grèves et bancs de sables. Nous nous sommes rapidement orientés vers un revêtement en pierres naturelles calcaires. La pierre naturelle des pavages utilisée est un Comblanchien de Bourgogne qui se décline sous la forme de dalles ou de pavés. Pour des raisons économiques, le choix s'est porté sur un dessin de sol jouant sur une alternance entre un revêtement en pierre calcaire et un revêtement en béton décoratif intégrant des granulats de calcaire. Le choix de ses matériaux a été confirmé également car ils ont l'avantage de ne pas accumuler la chaleur (albédo fort), ce qui est intéressant du point de vue environnemental » précise Nathalie Mélin de La Compagnie du Paysage.

« Le projet s'attache par le choix de ses matériaux à la fois à renforcer le caractère apaisé du quartier pour l'adapter aux piétons et les rendre plus accessibles aux personnes à mobilité réduite, mais aussi à affirmer une cohérence paysagère à l'échelle d'Interives. La mise au point du béton par l'assemblage de sable et de gravillons bien sélectionnés, de couleur claire et le choix de la teinte du ciment ont permis d'obtenir des bétons ayant les nuances visées évoluant du blanc chaud au beige clair afin de bien s'harmoniser avec la couleur caractéristique de la pierre naturelle du comblanchien », ajoute Nathalie Mélin.

Sur le plan esthétique, la combinaison de trois formulations de bétons à base de granulats locaux permet d'animer le parcours. Après avoir visité différentes carrières, le choix s'est porté sur des granulats calcaires concassés 6/22 venant de la carrière Minier pour le premier béton et sur des granulats de porphyre 4/8 de Nivet et de Roy pour le deuxième béton. Le béton de la rue Danton est ponctuellement interrompu par des bandes structurantes, constituées de dalles de pierres naturelles. Sur les rues de traverse, le béton de la piste cyclable et celui de la voie piétonne se différencient par la couleur du granulat (deux teintes de béton).

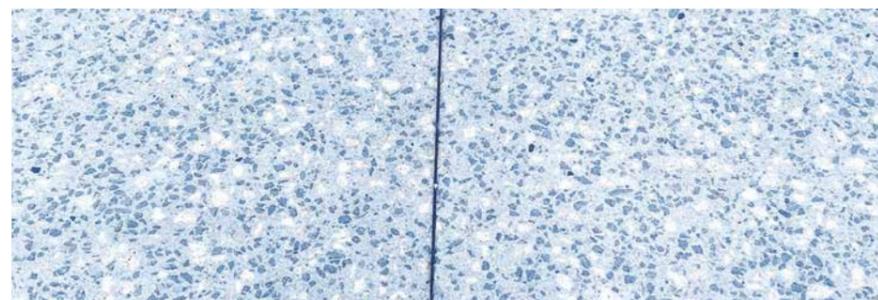
Des dessins ont été imprimés dans le béton par « pochoir » pour marquer la signalétique de la destination du lieu (vélo ou place PMR).

« En privilégiant les granulats locaux, le béton est indéniablement un matériau facile à intégrer. Il est aussi très souple d'emploi : le coffrage permet de dessiner et d'obtenir des bords nets et francs. On obtient ainsi un rapport direct entre le bord du chemin piétonnier et la végétation, sans sensation d'artifice », précise Hervé Laurent, chef de chantier à La Compagnie du paysage.

« Reformuler le fonctionnement des rues pour l'adapter aux piétons et les rendre plus accessibles aux personnes à mobilité réduite. »



↑ Un des intérêts du béton est de permettre d'imprimer par la méthode du pochoir des dessins durables en surface.



← Deux bétons formulés avec des granulats locaux de teintes différentes permettent de différencier les usages.

+ Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/routes



BON À SAVOIR

CHIFFRES CLÉS DES SURFACES EN BÉTON

Surface en béton réalisée pour la première tranche
6 000 m² dont :

- > Béton « Piqué » pour voirie circulée : 1 000 m²
- > Béton « Finette » pour voirie secondaire et trottoir : 4 000 m²
- > Béton « Egrésé » pour piste cyclable et voirie piétonne : 1 000 m²

Structures

Les structures retenues par le bureau d'études I Grec Ingénierie ont été établies en fonction du trafic estimé à la mise en service et de la qualité du support en place (plate-forme support PF2). Pour cette première phase, le dimensionnement des structures a été conduit par Joël Toléon. Il s'établit comme suit :

- Trottoir : 12 cm de béton sur une plate-forme support PF2 ;
- Piste cyclable : 17 cm de béton sur une plate-forme support PF2 ;
- Voirie secondaire circulée : 23 cm de béton sur une plate-forme support PF2 ;
- Voirie principale circulée : 17 cm de béton BC5 sur 18 cm de BC3 sur une plate-forme support de portance PF2 ;
- Trottoir : si stationnement : idem à la chaussée. Si pas de stationnement : 12 cm de béton.

« Le choix du béton et le dimensionnement de la structure de la piste cyclable ont été faits afin de créer une assise solide, durable et homogène. Pour les aménagements destinés au vélo et aux piétons, le dimensionnement a été effectué en prenant en compte, le cas échéant, le trafic occasionnel. Pour cette raison, nous avons prévu des trottoirs avec des épaisseurs de 12 cm et de 17 cm, en fonction des zones (trottoir sans circulation ou trottoir pouvant être circulé par des véhicules) », explique Joël Toléon, chef de projet chez I Grec Ingénierie.

RÉALISATION

Le chantier « béton » (lot 2) a été réalisé par Eurotech Floor.

Une fois les travaux de terrassement achevés, les travaux en béton, d'une superficie de 6 000 m², ont été réalisés en quatre phases, de mars 2021 à mars 2022. Ils consistaient à réaliser successivement les travaux suivants :

- Réalisation éventuelle des coffrages ;
- Réalisation des joints de dilatation avec goujonnage ;
- Coulage de la fondation éventuelle en béton BC3 ;
- Coulage du revêtement en béton de classe mécanique BC5 ;
- Réalisation du calepinage des joints de retrait ;
- Traitement de surface.

> Pour la voirie principale

- Mise en œuvre de la couche de fondation en béton de classe 3, d'épaisseur 18 cm,
- réalisation du revêtement en béton non armé et à joints de retrait non goujonnés BC5, d'épaisseur 17 cm.

> Pour la voirie secondaire

Réalisation du revêtement en béton non armé et à joints de retrait non goujonnés BC5, d'épaisseur 23 cm.

> Pour la piste cyclable

Réalisation du revêtement en béton non armé et à joints de retrait non goujonnés BC5, d'épaisseur 17 cm.

> Pour les trottoirs et les aménagements piétonniers

Réalisation du revêtement en béton non armé et à joints de retrait non goujonnés BC5, d'épaisseur 12 cm.

Fabrication et transport du béton

Le béton a été fabriqué, par la société Minier Béton, à l'unité de production de Saran. Il est transporté par camion-toupie jusqu'au chantier et livré par pompage. Pour les besoins de ce chantier, trois types de béton ont été spécifiquement formulés et livrés. Il s'agit de bétons fibrés (Fibres polypropylènes anti-fissures) et pompables mais dont la composition et la formulation ont été adaptées à l'usage. Trois formules esthétiques Minier Béton ont été développées en collaboration avec notre partenaire Eurotech Floor :

• Béton « finette »

BPS - C35/45 - XD3 - D22.4 - S3 (ciment CEM II + fibre polypropylène anti-fissure. Béton pompable).

• Béton « piqué »

BPS - C35/45 - XF2 - D22.4 - S3 (ciment CEM II + fibre polypropylène anti-fissure. Béton pompable).

• Béton « égrésé »

BPS - C25/30 - XF2 - D11 - S3 (ciment CEM II + fibre polypropylène anti-fissure. Béton pompable).

Les trois formulations adoptent toutes un même ciment : un CEM II 42,5, fourni par l'usine de Beffes de Ciments Calcia. « La fourniture, des 1 000 m³ de béton, s'est étalée sur un an. Le planning de livraison était fixé à la semaine puis éventuellement ajusté la veille pour le lendemain, selon l'avancement du chantier et les conditions météorologiques. Ce type de chantier, étalé dans le temps, demande une bonne organisation interne et une bonne coordination avec l'entreprise, notamment au niveau des livraisons » explique Mathieu Gomez, responsable technico-commercial chez Minier Béton.



Transport par camion-toupie et livraison du béton à la pompe.

Mise en œuvre du béton

C'est la société Eurotech Floor, adhérente du Specbea et réputée pour son savoir-faire, qui a été retenue pour le mettre en œuvre. « Nous intervenons en tant qu'entreprise adjudicataire du lot 2 de l'appel d'offres, relatif aux revêtements en béton décoratif. Nous avons pour mission de réaliser tous les revêtements qualitatifs », explique Marjorie Debonnaire, responsable commerciale en charge de cette opération chez Eurotech Floor.

Plusieurs planches d'essais ont été effectuées afin de trouver la bonne teinte et le bon rendu du béton ainsi que celui des différents traitements de surface. Les travaux de mise en œuvre se sont déroulés en respectant un ordre précis des opérations.

Le béton, fabriqué à la centrale Minier Béton Saran, est transporté par toupie jusqu'au chantier. Avant qu'il ne soit livré, trois contrôles sont réalisés immédiatement :

- Contrôle de la consistance du béton : il est effectué à l'essai d'affaissement du cône d'Abrams et le résultat doit être dans la classe S3 (affaissement compris entre 10 et 14 cm) ;
- Contrôle de la teneur en air occlus : il est réalisé à l'aéromètre à béton et le résultat doit être obligatoirement dans la fourchette de 4 à 6 % ;
- Mesure et enregistrement de la température du béton.

« L'étape la plus délicate était la préparation du chantier, notamment au niveau des coffrages. On a eu recours à des coffrages en bois pour dessiner les allées droites et on s'est servis des bandes structurantes en pierre qui délimitent les bords des autres allées. » ajoute Marjorie Debonnaire. Ensuite, le béton a été livré à la pompe, mis en œuvre sur l'épaisseur adéquate pour la zone et réglé de façon manuelle et serré au striker. Les opérations manuelles de talochage et de lissage ont été réalisées par des équipes d'applicateurs experts pour conférer au revêtement en béton un état de surface plan et d'aspect fermé (exempt de cavités ou de trous). Cette opération a été suivie de la protection du béton, réalisée en pulvérisant, à la surface du revêtement, un produit de cure.

« Pour des questions de portance et d'accessibilité, les toupies ne pouvaient pas accéder directement aux cheminements. Nous avons donc dû utiliser une pompe. D'où la nécessité de travailler avec un béton pompable. Nous avons réduit de 100 à 200 kg la charge en granulats pour favoriser la pompabilité. Il s'agissait d'un D22, un gravier local calcaire et concassé. Le sable était un 0/4 siliceux », précise Marjorie Debonnaire.

L'opération de traitement de surface, destinée à donner au revêtement en béton les caractéristiques esthétiques et d'adhérence exigées par le cahier des charges, a été réalisée de différentes manières en fonction de l'ouvrage. Le maître d'œuvre souhaitait un aspect rugueux, mais pas trop prononcé tout de même afin de ne pas gêner les divers usagers de ces espaces publics. Ainsi, trois types de traitements ont été réalisés :

- Un béton balayé très fin avec quartz durcisseur dit « finette », obtenu à l'aide d'un balai spécial. Le bord a été lissé et travaillé avec un quart-de-rond sur les arêtes. Ce traitement a été appliqué sur la voirie secondaire et sur les trottoirs pour une surface de 1 000 m² ;



Contrôle qualité du béton frais.



Bétonnage à la pompe et serrage du béton à l'aide d'un rouleau Striker.

- Un béton finement poncé dit « égrésé », obtenu à l'aide d'une machine de ponçage travaillant sur une largeur de 1,50 m et couplée à un aspirateur. Les poussières récupérées ont été recyclées sur le site d'Interives 1 par Eurovia. Cette machine a un rendement de 300 m² par jour. Ce béton a été appliqué sur la piste cyclable et sur l'aménagement piétonnier, totalisant 4 000 m² ;
- Un béton bouchardé dit « piqué », obtenu à l'aide la machine de ponçage, mais avec des diamants différents. Ce traitement a été appliqué sur la voirie principale et sur une surface de 1 000 m².

« Pour des raisons évidentes de régularité d'aspect et de qualité du rendu final, nous avons affecté à ce chantier deux équipes spécialisées : l'une dans la mise en œuvre du béton et l'autre dans le traitement de surface des revêtements en béton », conclut Marjorie Debonnaire.

Des joints sciés et scellés

Les revêtements en béton ont fait l'objet d'un plan de calepinage. Trois types de joints ont été créés :

> Des joints de retrait transversaux pour la piste cyclable et la voie piétonne

Compte tenu de la largeur réduite du revêtement (largeur de la promenade cyclable égale à 2,50 m), il n'y a pas eu besoin de réaliser des joints de retrait-flexion longitudinaux. Seuls des joints de retrait-flexion transversaux ont été prévus dans le plan de calepinage. En outre, un joint de dilatation goujonné a été réalisé à intervalles réguliers, tous les 25 m.

Ces joints n'ont pas été scellés. Mais, pour pouvoir effectuer dans de bonnes conditions le traitement de surface, sans abîmer les arêtes des joints, ces derniers ont été remplis au préalable d'un coulis à base de ciment.

> Des joints de retrait transversaux scellés et un joint de construction scellé pour la voirie

Pour la voirie dont la largeur est supérieure à 5 m, il a été nécessaire de réaliser des joints de retrait sciés et un joint de construction. En outre, un joint de dilatation goujonné a été réalisé à intervalles réguliers, tous les 25 m. L'ensemble des joints ont été scellés selon une procédure parfaitement codifiée.



↑ Des joints de retrait-flexion transversaux sont sciés à intervalles réguliers.



↑ Un joint de dilatation goujonné est réalisé tous les 25 m.



→ Les différentes textures des revêtements en béton : finette, égrésé et piqué.

DES DÉFIS ET DIFFICULTÉS À SURMONTER

Ce chantier, de par sa complexité et son ampleur, n'a pas été facile à conduire pour différentes raisons.

Première difficulté : un chantier morcelé et partagé

La première difficulté réside dans le fait que ce chantier est par essence morcelé en petits lots. De surcroît, il fait appel à beaucoup de matériaux urbains (béton ; pierres naturelles ; enrobés).

« Ce chantier, très morcelé dans le temps, nous impose une rigueur toute particulière ; il faut que nos formules de béton soient utilisables dans les meilleures conditions, été comme hiver, et que le rendu esthétique attendu soit au rendez-vous », précise Mathieu Gomez.

Deuxième difficulté : un chantier complexe

La deuxième difficulté du chantier réside dans la conduite simultanée de différents types de travaux (bâtiments ; revêtements de voiries ; mobiliers urbains ; assainissement ; signalisation ; bordures ; caniveaux ; etc.). « La coexistence de plusieurs intervenants induit des contraintes inédites pour l'entreprise », résume Joël Toléon, en évoquant des difficultés d'interface.

« Concrètement, nous devons attendre que le coordinateur nous indique quelle zone il libère et pendant quelle durée pour nous permettre d'intervenir, ce qui nous oblige à fragmenter les travaux », explique Marjorie Debonnaire.

Troisième difficulté : un chantier étalé dans le temps, avec les aléas climatiques

« De janvier à mai, nous avons réalisé neuf semaines d'intervention (deux semaines en janvier ; deux semaines en février ; trois semaines en mars ; une semaine en avril et trois semaines de bouchardage) sur des surfaces très variables, mais en restant toujours dans les délais », se rappelle Marjorie Debonnaire.

Quatrième difficulté : les conditions sanitaires

La quatrième difficulté est bien sûr l'épidémie de Covid-19.

« Toutes ces difficultés ont été surmontées grâce à la bonne volonté de tous les intervenants et à la bonne coordination entre les différentes entreprises pour achever ce chantier dans les délais », conclut Joël Toléon. Le résultat final est très satisfaisant pour les intervenants et encourageant pour la suite du projet.

« L'aménagement réalisé sur la ZAC Interives 1 est tout à fait conforme à nos attentes. Le rendu est très agréable et fonctionnel », affirme Yoan Briançon.

« Interives est une vitrine d'une partie de notre savoir-faire en termes de bétons décoratifs, où nous pouvons allier durabilité et esthétique », conclut Mathieu Gomez.

« Nous attendons avec impatience la deuxième phase du projet d'aménagement, prévue en 2023 », approuve Nathalie Mélin.

La SEMDO a lancé l'aménagement des espaces publics du cœur de ce quartier en mars 2021. La première tranche de travaux a concerné les rues Simone-Veil, Jean-d'Ormesson et Danton ainsi que la place Rivierre-Casalis. Elle s'est déroulée en plusieurs phases afin d'accompagner la sortie des îlots d'activités et de logements et s'est achevée en mai 2022. L'inauguration de cette première tranche aura lieu en juillet 2022. ■



L'allotissement est un gage de qualité qu'il faut cultiver, en particulier pour permettre aux PME et aux spécialistes l'accès aux marchés publics. Il permet de contrôler la présence de spécialistes à chaque étape d'un chantier, valorise ceux qui détiennent le savoir-faire et garantit un résultat non seulement pour l'inauguration du projet, mais aussi pour les années à venir.

« Nous avons choisi l'allotissement sur ce chantier et avons lancé, dans le cadre de l'appel d'offres, un lot "béton" séparé (lot 2) pour les revêtements en béton qualitatif. Le but était de créer les conditions favorables pour que les entreprises spécialisées compétentes et riches de leurs expériences, références et talents de leurs hommes de l'art puissent s'exprimer. Ce choix s'est révélé payant, puisque le rendu est à la hauteur de ce que nous attendions », conclut Yoan Briançon.

LIENS UTILES

> Société d'Economie Mixte pour le Développement Orléanais (SEMDO)
<https://www.semdo.fr>

> La Compagnie du Paysage
<http://www.compagniedupaysage.com>

> Igrec Ingénierie
<https://www.y-ingenierie.com>

> Eurotech Floor
<https://www.eurotechfloor.fr>

> Minier Béton
<https://www.minier.fr/minier-beton>

> Ciments Calcia
<https://www.ciments-calcia.fr>

> Infociments Routes
<https://www.infociments.fr/route>

ALLER PLUS LOIN AVEC INFOCUMENTS.FR

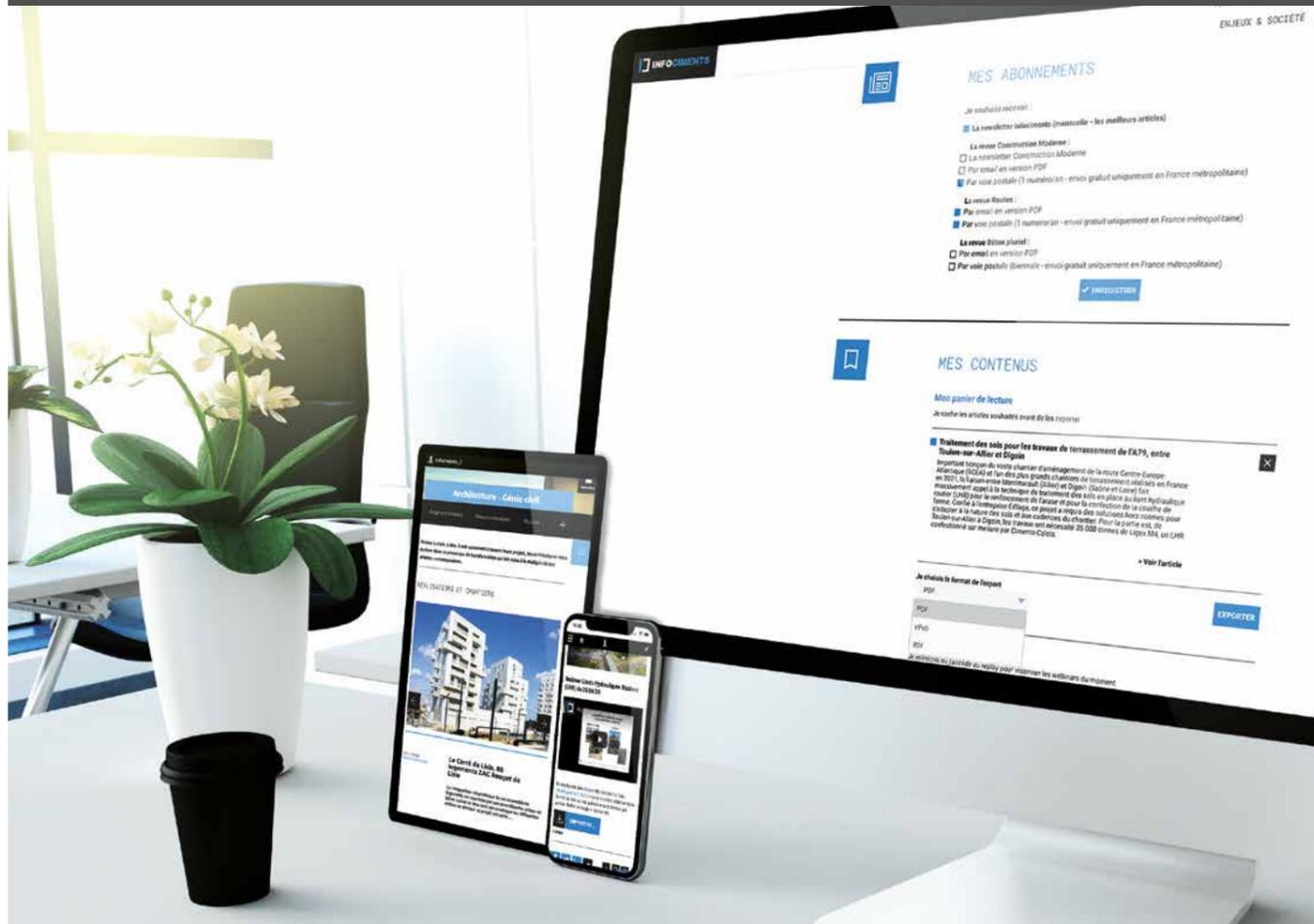


Retrouvez le Routes Info#22 en ligne sur le site infociments.fr



Retrouvez tout Routes en ligne sur le site infociments.fr

Pour aller plus loin, retrouvez notre bibliographie technique en p. 42. +



Infociments, le concentré d'information sur le ciment et ses applications

Être utilisateur d'infociments, c'est être libre de personnaliser ses accès et ses contenus selon ses besoins, de gérer un flux d'information structuré par thématiques et de mettre de côté les sujets qui vous intéressent pour une lecture au calme, ou tout simplement garder la main sur vos abonnements à nos revues et publications pour être sûr de ne rien rater.

Retrouvez sur infociments.fr l'ensemble de nos publications et toute notre documentation technique, (brochures, guides, vidéos et logiciels), disponible facilement et gratuitement.

ESPACE UTILISATEUR DÉDIÉ	ALERTE THÉMATIQUES	NEWSLETTERS THÉMATIQUES	CONTENUS MULTI-FORMATS
LES ACTUALITÉS DE LA FILIÈRE	UNE BIBLIOGRAPHIE TECHNIQUE	DES PUBLICATIONS RÉFÉRENCES	DES OUTILS D'AIDE À LA DÉCISION
		DES WEBINAIRES LIVE ET VIDEOS	

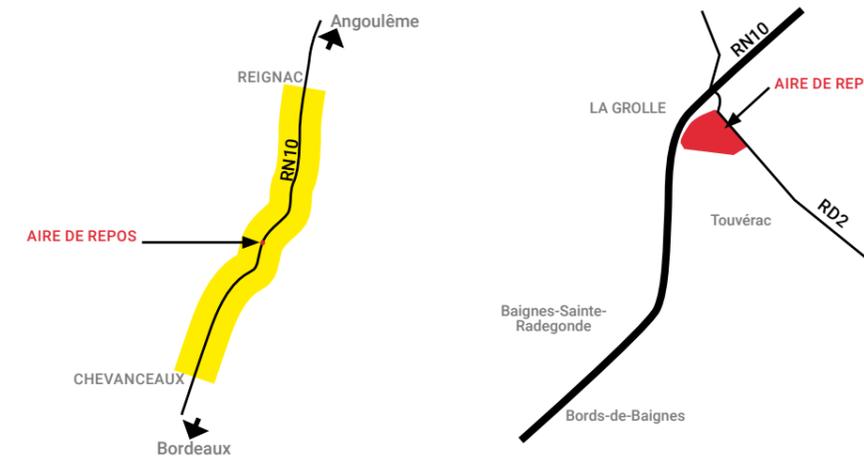
CIMbéton, 16 bis, boulevard Jean Jaurès - 92110 Clichy. Tél. : 01 55 23 01 00 - Courriel : centrinfo@cimbeton.net



C'est grâce à l'aménagement à 2x2 voies de la RN 10 entre Reignac et Chevanceaux que le projet de réalisation de l'aire de repos de la Grolle a vu le jour. D'une surface de 20 000 m², les usagers de la RN 10 vont désormais pouvoir y faire une halte et apprécier les qualités de confort et de durabilité de cet aménagement. Pour réaliser cette aire, le maître d'ouvrage a opté, pour réaliser les travaux de terrassements, pour la technique de valorisation des matériaux en place aux liants hydrauliques, et pour la typologie de la structure, il a misé sur le concept de chaussée composite associant un revêtement en béton et une couche de fondation en grave-bitume. Une technique en phase avec le développement durable et qui n'avait encore jamais été utilisée à une telle échelle par la DIR Atlantique.

SITUATION

L'aire de repos de la Grolle se situe sur l'aménagement à 2 x 2 voies de la section Reignac-Chevanceaux de la route nationale RN10 (liaison Poitiers-Angoulême-Bordeaux). Le projet d'aménagement d'une aire de repos fait partie intégrante du projet routier et il est inscrit dans la déclaration d'utilité publique (DUP) du 21 avril 1999 (prorogée le 20 avril 2009).



ROUTES INFO #24

Publié le 15/11/2021

© CIMbéton Texte : Joseph Abdo



Sol traité LHR : 20 000 m²



Volume béton : 3 500 m³



Charente

PRINCIPAUX INTERVENANTS

- Maîtrise d'ouvrage**
DREAL Nouvelle-Aquitaine
- Maîtrise d'œuvre**
DIR Atlantique
- Entreprises**
 - Mandataire, chaussée grave-bitume/assainissement/VRD : Eurovia Poitou-Charentes-Limousin (agence d'Angoulême)
 - Terrassement : Garraud TP – sous-traitant
 - Traitement des sols : Ecostab
 - Chaussée en dalles de béton : Eurovia grands projets France (agence Cognac TP)
 - Exécution des joints : Socotras
- Fournisseur de la grave-bitume**
Eurovia (SMEC)
- Fournisseur du béton**
Lafarge Bétons
- Fournisseur du liant hydraulique routier Ligex**
Ciments-Calcia
- Fournisseur de la chaux vive**
Lhoist

CI-DESSUS : Une aire de repos en béton de 20 000 m². © Gilles Petit /DIRA

Dans le projet initial soumis à la DUP, l'aménagement était conçu sous la forme d'une aire bilatérale située au lieu-dit des Landes-de-Cossade, à proximité d'un site qui est devenu plus tard le site Natura 2000 des carrières de Touvérac. Au cours des études, l'impact a été jugé trop important. L'aire a finalement trouvé place sur du foncier appartenant à l'État : elle se situe au lieu-dit de La Loge, entre la nouvelle RN10 à 2 x 2 voies, l'ancienne RN10 reclassée dans la voirie de la commune de Touvérac (Charente) et la RD2 qui dessert Baignes-Sainte-Radegonde et Touvérac. L'aire est directement accessible, depuis la 2 x 2 voies, par le giratoire ouest de l'échangeur complet n° 73 avec la RD2 et dans les deux sens de circulation.

ÉTAT DES LIEUX

Entre Poitiers et Bordeaux, la RN10 constitue un axe routier majeur supportant un trafic national et international de l'ordre de 25 000 véhicules par jour, dont plus de 40 % de poids lourds (environ 10 000 PL/j) sur la section Angoulême-Bordeaux (source DIRA/TMJA 2021). La mise à 2 x 2 voies de la RN10 entre Poitiers et Bordeaux a été déclarée d'utilité publique par décret en Conseil d'État du 21 avril 1999, prorogée par décret le 20 avril 2009.

Le projet inclut la création d'une aire, accessible depuis la nouvelle infrastructure, destinée à :

- Offrir aux usagers des possibilités d'arrêt pour des raisons de sécurité et de confort.
- Accueillir tous types d'usagers avec une aire de repos offrant un large éventail de services.
- Reconstituer une offre de stationnement, en particulier pour les poids lourds. L'aire est donc conçue pour gérer, contrôler et permettre le stationnement d'un nombre important de poids lourds dans des conditions satisfaisantes. On constate en effet, sur cet axe très fortement chargé, un déficit d'équipements pour que ceux-ci respectent la réglementation en matière de temps de repos obligatoire.

PROJET

Conception

L'aire de repos de la Grolle est conçue avec les objectifs recherchés pour toute aire de repos, à savoir permettre aux usagers de la route d'effectuer un arrêt programmé pour des motifs de sécurité et de confort (cf. « Aménagement des aires de repos », Sétra, 1996). Selon ce document, la satisfaction des besoins immédiats de l'utilisateur et de son véhicule porte sur :

- Stationner aisément et en toute sécurité ;
- Manger, boire ;
- Commodités (toilettes) ;
- Détente, repos ;
- Informations routières et touristiques.

« La distribution de carburant n'est pas incluse dans ces besoins, puisqu'il ne s'agit pas d'une aire de service (contrairement à celles de Bédénac et au Centre routier de Plaisance, situés de part et d'autre de celle-ci) », précise Gilles Petit, chef de projet à la direction interdépartementale des routes Atlantique (DIRA). Il n'est pas non plus prévu de service de restauration. L'aire de repos de la Grolle comprendra donc :

> Des parkings

Les zones de stationnement sont bien définies et identifiées. L'aire de repos comporte une zone de stationnement réservée aux poids lourds, une zone de stationnement réservée aux véhicules légers et une zone de contrôle des poids lourds. Elle peut accueillir :

- 105 places pour poids lourds ;
- 32 places pour véhicules légers, y compris 2 places PMR et 2 places pour des voitures électriques ;
- 3 places d'autocars ;
- 10 places pour camping-cars ou caravanes ;
- 1 place pour un camion-restaurant.

« Toutes les places dédiées aux véhicules légers ainsi que tous les cheminements piétons (y compris depuis les parkings pour poids lourds) seront suffisamment éclairés pour permettre la circulation piétonne et sécuriser la zone de parking », ajoute Gilles Petit.

> Une zone de contrôle des PL

Cette zone comprend :

- Zone de stationnement des véhicules des contrôleurs et des forces de l'ordre ;
- Zone de stationnement temporaire des poids lourds qui vont être contrôlés ;
- Un bâtiment à usage de local technique ;
- Un système de pesée des poids lourds.

> Un bâtiment sanitaire

L'aire est considérée comme une installation ouverte au public (IOP). À ce titre, elle doit être accessible aux personnes à mobilité réduite (PMR) (article R.111-19 et suivant du Code de la construction et de l'habitat).

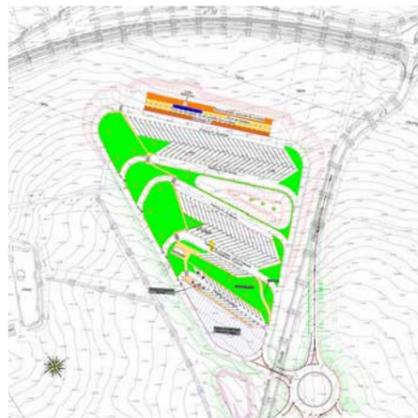


Figure 2. Plan détaillé de l'aménagement de l'aire de repos de la Grolle

« Toutes les places dédiées aux véhicules légers ainsi que tous les cheminements piétons seront suffisamment éclairés pour permettre la circulation piétonne et sécuriser la zone de parking »

> Une aire de pique-nique

Elle comprend six bancs et six tables, dont les plateaux participeront notamment à la valorisation des territoires.

Objectifs

La RN10 étant une voie encombrée et dangereuse, les objectifs de l'aménagement de cette aire de repos sont de :

- Sécuriser les arrêts et, en particulier, ceux des poids lourds ;
- Permettre aux usagers de la route d'effectuer un arrêt programmé, pour des motifs de sécurité et de confort.

Exigences

Les exigences, prises en compte dans la conception de l'aire de repos, couvrent les trois aspects suivants :

> Aspect social (ou humain)

Il comprend :

- Le confort d'usage pour tous les publics, sans discrimination, notamment concernant l'accueil ;
- La possibilité d'offrir un service public accessible aux personnes à mobilité réduite (PMR) ;
- La facilité d'accès aux équipements pour l'exploitant DIRA, visant l'entretien et le remplacement (maintenance, équipements sanitaires et équipements électriques).

> Aspect économique

Il prend en compte deux idées-forces :

- Un raisonnement en coût global dans les choix d'équipements à mettre en place (porter une attention particulière aux coûts d'entretien, de maintenance, et aux moyens humains associés) ;
- L'utilisation de matériaux très résistants à la dégradation, au vandalisme, et peu tentants pour le vol (peu valorisables ou difficiles à extraire).

> Aspect environnemental

Il intègre les exigences d'un développement écoresponsable et respectueux de l'environnement et en particulier :

- La conservation du patrimoine architectural et paysager ;
- Les économies d'énergie grâce à la mise en place de systèmes d'éclairage et de matériel à faible consommation énergétique ;
- Le recyclage des déchets de chantier, de démolition et de déconstruction ;
- Le fait de favoriser, dans la plupart des cas, les produits répertoriés dans la base de données INIES dont les performances environnementales et sanitaires sont faibles ou écolabellisées ;
- L'économie des ressources naturelles.

L'aire est aussi pressentie pour accueillir une centrale photovoltaïque avec ombrières sur les parkings de poids lourds et panneaux solaires au sol.

Choix du béton comme matériau de surface

Pour une aire de repos où le stationnement est la fonction d'usage par excellence, il était impératif de rechercher un matériau de revêtement de chaussée capable de résister durablement au poinçonnement, aux charges lourdes et aux efforts tangentiels.

Pour l'aire de repos de la Grolle, la DREAL, maître d'ouvrage, et la DIRA, maître d'œuvre, n'ont pas hésité sur le choix du béton comme matériau de surface. « Le béton est incontournable sur ce type d'ouvrage. Par sa résistance au poinçonnement et aux agressions chimiques causées par les chutes accidentelles de kérosène, le béton est bien plus approprié qu'une couche de surface en enrobé », commente Gilles Petit, responsable du projet à la DIRA.

En outre, compte tenu du trafic élevé et des charges lourdes qui vont circuler et stationner sur ce revêtement, la DIRA a choisi un revêtement en béton non armé mais à joints goujonnés BC5g. « Nous avons choisi une chaussée en dalles de béton à joints goujonnés, car ce type de revêtement en béton présente une durée de vie très élevée, ce qui – en termes de coût global – est important », poursuit Gilles Petit.

Choix de la chaussée composite comme type de chaussée

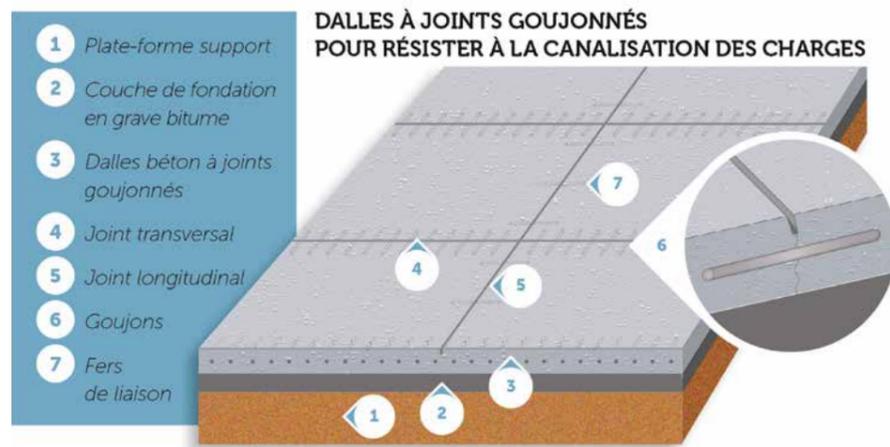
La grande originalité de ce chantier réside aussi dans la typologie de la structure de chaussée utilisée. En effet, plutôt que de faire appel à une structure traditionnelle en béton, constituée d'un revêtement en béton non armé et à joints goujonnés BC5g, et d'une couche de fondation en béton maigre BC3, structure conçue avec un décollement à l'interface entre le revêtement et la fondation, la DIRA a décidé d'utiliser en fondation une couche de grave-bitume en lieu et place du béton maigre. « Cette structure innovante et éprouvée depuis vingt ans autorise à retenir l'hypothèse d'un collage à l'interface revêtement-fondation, synonyme d'une optimisation de la structure (réduction de l'épaisseur de celle-ci d'environ 25 %) et, par conséquent, d'une réduction de la consommation des matériaux nobles dans la chaussée », ajoute Gilles Petit.



Vue générale de l'aire de repos de la Grolle achevée. (@Gilles Petit_DIRA)

« Le béton est incontournable sur ce type d'ouvrage. Par sa résistance au poinçonnement et aux agressions chimiques causées par les chutes accidentelles de kérosène, le béton est bien plus approprié qu'une couche de surface en enrobé »

➤ Figure 3. Schéma d'une structure en dalles de béton non armé et à joints goujonnés avec fondation en grave-bitume.



« Par ses avantages économiques et environnementaux, qui ne sont plus à démontrer, la technique de traitement des sols en place aux liants hydrauliques routiers se prête parfaitement à ce type de chantier et s'impose d'elle-même »

Choix du traitement des sols en place au LHR pour la plate-forme support

En dessous des couches de roulement et de fondation et sur toute la surface de l'aire de repos, la plate-forme support a été conçue avec un complexe arase terrassement-couche de forme en matériaux du site traités avec des dosages et des épaisseurs à déterminer lors des études.

Grâce au traitement en place des sols, on minimise l'apport de matériaux nobles, d'où un bénéfice écologique certain : moins d'extraction de granulats de carrières ; moins de nuisances dues au transport des granulats en camion.

« Par ses avantages économiques et environnementaux, qui ne sont plus à démontrer, la technique de traitement des sols en place aux liants hydrauliques routiers se prête parfaitement à ce type de chantier et s'impose d'elle-même. Elle avait été précédemment mise en œuvre sur les 11 km de la RN10, aménagée à 2 x 2 voies de part et d'autre de l'aire », précise Gilles Petit.

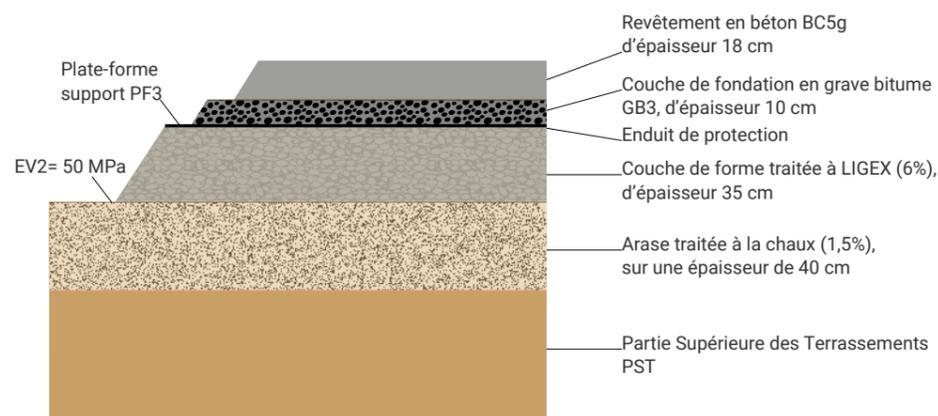
Compte tenu de l'utilisation d'une chaussée composite, la plate-forme support doit donc avoir une portance minimale PF3.

Choix de la structure de la chaussée composite

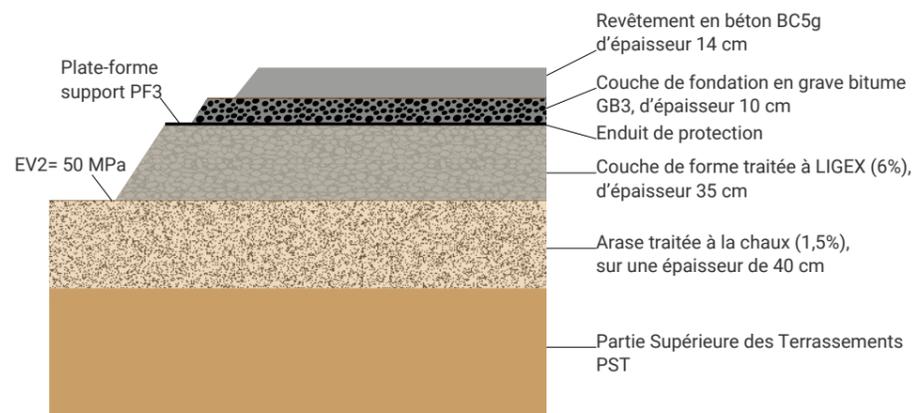
Compte tenu des performances attendues de la plate-forme support, la structure de la chaussée composite est la suivante :

- Pour la zone réservée à la circulation et au stationnement des poids lourds :
 - Enduit bicouche clouté qui assure à la fois la protection de la couche de forme traitée et le collage à l'interface entre la couche de forme et la structure de chaussée.
 - Couche de fondation en grave-bitume GB3, de granulométrie 0/14, d'épaisseur 10 cm.
 - Revêtement en béton non armé à joints goujonnés BC5g, de granulométrie 0/20, d'épaisseur 18 cm.

➤ Figure 4. Coupe en travers-type de la chaussée pour la zone réservée à la circulation et au stationnement des poids lourds.



- Pour la zone réservée aux piétons comme à la circulation et au stationnement des véhicules légers :
 - Enduit bicouche clouté qui assure à la fois la protection de la couche de forme traitée et le collage à l'interface entre la couche de forme et la structure de chaussée.
 - Couche de fondation en grave-bitume GB3, de granulométrie 0/14, d'épaisseur 10 cm.
 - Revêtement en béton non armé à joints non goujonnés BC5, de granulométrie 0/20, d'épaisseur 14 cm.



MISE EN ŒUVRE

Le chantier a été réalisé par deux entreprises : Garraud TP/Ecostab, mandataire pour les terrassements, et Eurovia, mandataire pour les travaux relatifs à la grave-bitume, à l'assainissement et à la chaussée en béton.

Cette aire de repos, d'une superficie de 20 000 m², a été réalisée en quatre phases, de mars 2021 à juillet 2022. Cela consistait à effectuer successivement :

- Travaux de terrassement généraux et d'assainissement ;
- Traitement de l'arase à la chaux vive sur 40 cm ;
- Réalisation de la couche de forme traitée avec un LHR, d'épaisseur 35 cm ;
- Réalisation de l'enduit de protection ;
- Mise en œuvre de la couche de fondation en grave-bitume, d'épaisseur 10 cm ;
- Réalisation du revêtement en béton non armé et à joints goujonnés BC5g, d'épaisseur 18 cm, sur la zone réservée aux poids lourds ;
- Réalisation du revêtement en béton non armé et à joints non goujonnés BC5, d'épaisseur 14 cm, sur la zone réservée aux véhicules légers et sur les zones de circulation piétonne.

Réalisation de la couche de fondation en GB3

La couche de fondation, constituée de 10 cm de grave-bitume GB3, a été réalisée par l'entreprise EUROVIA, à l'aide d'un finisseur et d'un atelier de compactage. L'objectif est d'obtenir une compacité minimale de 92%, conformément aux exigences de la norme NF EN 13 108-1 « enrobés bitumineux » et aux spécifications données dans le catalogue des structures-types de chaussées neuves SETRA-LCPC (1998).

La mise en œuvre de la grave-bitume a été effectuée par bandes de largeur 5,5 m, juxtaposées afin de couvrir la totalité de la surface de l'aire de repos, soit sur 20 000 m².

Réalisation du revêtement en béton

« Avant le démarrage des travaux, nous avons remis à la DIRA, pour validation, un plan précisant l'organisation de la mise en œuvre des revêtements en béton », précise Luc Le Foll, conducteur de travaux de l'entreprise Eurovia – Cognac TP. Ce plan définit le séquencage de la mise en place du matériau (sens de bétonnage, longueur et largeur des bandes, réalisation des bandes en peigne c'est-à-dire une bande sur deux) et l'emplacement des joints de construction.

« L'objectif, pour nous, est d'assurer une mise en œuvre continue, de maîtriser les délais d'exécution et de minimiser les joints de construction », ajoute Luc Le Foll.

La mise en œuvre du revêtement en béton comprend deux étapes :

- Fabrication et transport du béton ;
- Mise en œuvre du béton.

« L'objectif, pour nous, est d'assurer une mise en œuvre continue, de maîtriser les délais d'exécution et de minimiser les joints de construction »

Pour aller plus loin : liens et infos en p. 41, bibliographie technique en p. 42.

+ Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/route

+ Pour aller plus loin, liens et infos en p. 41.

« Pour tenir ces exigences, il a fallu nous assurer d'une grande régularité dans la fabrication des bétons à couler »

> Fabrication et transport du béton

Le béton a été fabriqué et livré par Lafarge Bétons, à partir de sa centrale BPE de Barbezieux, située à 15 km du chantier. Eurovia et Lafarge Bétons ont établi conjointement, par ajustements successifs, les deux formulations du béton employées sur ce site :

- Formule adaptée pour une mise en œuvre à la machine à coffrages glissants : « NF EN 206/CN - S2,7 - C35/45 – CEM II/A 42,5 R CP2 - D20 - S1 - XF2 – CL 0,40 ».
- Formule adaptée pour une mise en œuvre manuelle à l'aiguille et à la règle vibrantes : « NF EN 206/CN - S2,7 - C35/45 – CEM II/A 42,5 R - D20 - S2 - XF2 – CL 0,40 ».

Les deux bétons se distinguent uniquement par leurs classes de consistance (S1 pour le béton destiné à une mise en œuvre à la machine à coffrages glissants et S2 pour le béton destiné à une mise en œuvre manuelle). Ces deux bétons ont deux particularités : leur granulométrie (0/20) et les caractéristiques techniques demandées par le maître d'ouvrage, à savoir une résistance de 2,7 MPa en traction indirecte. « Pour tenir ces exigences, il a fallu nous assurer d'une grande régularité dans la fabrication des bétons à couler. Une fois les essais de convenance terminés et les deux formules définies, nous nous sommes efforcés de tenir cet optimum de production en contrôlant régulièrement la consistance au départ et à l'arrivée sur le chantier », précise Luc Le Foll.

Le béton a été ensuite acheminé depuis la centrale jusqu'au chantier par camions-toupies qui déversent le béton devant la machine à coffrages glissants ou devant la règle vibrante dans les zones où le bétonnage a été réalisé d'une façon manuelle.

Outre le classique autocontrôle, chaque jour Lafarge Bétons réalise 6 éprouvettes de béton qui sont remises à la DIRA, afin de les stocker dans des conditions bien définies de température et d'hygrométrie, dans le but de réaliser d'éventuels essais de contrôle des performances mécaniques du béton.

> Mise en œuvre du béton

L'exécution du revêtement en béton comprend plusieurs opérations : bétonnage ; talochage ; traitement de surface ; protection et exécution des joints de retrait.

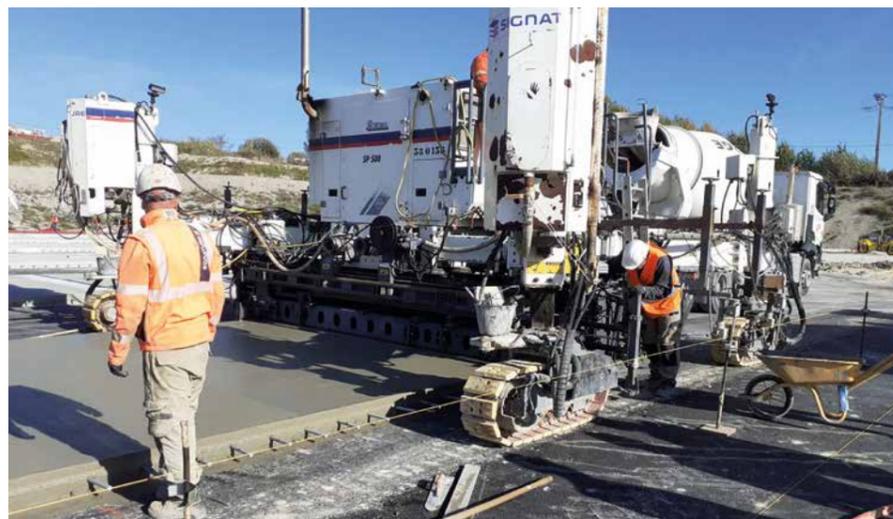
• Le bétonnage

Après nettoyage de la surface de la couche de grave bitume dans le but d'assurer l'obtention d'une interface semi-collée entre le revêtement en béton et la fondation en grave bitume, le bétonnage a été conduit principalement de façon mécanisée. En effet, sur la majeure partie de l'aire de repos, une machine à coffrages glissants a été utilisée. Les endroits les moins accessibles (zones de formes complexes ; zones d'une largeur inadaptée pour le passage de la machine), qui représentaient moins de 5 % de la surface, ont été traités de façon manuelle.

Pour le bétonnage mécanisé, le béton est déversé directement par le camion-toupie à l'avant de la machine à coffrages glissants (slip-form). La double vis de répartition à l'avant de la machine à coffrages glissants se charge de la répartition du béton avant son coffrage et sa vibration, réalisant ainsi une dalle continue de 4,5 m de large, d'épaisseur bien définie (18 cm pour la zone réservée au poids lourds et 14 cm pour la zone réservée aux véhicules légers et pour les cheminements piétons) et de plusieurs dizaines de mètres de long.

Un palpeur et un fil sur potence assurent le nivellement et le guidage de la machine. Gage de qualité, ce type de machine nécessite l'emploi d'un béton très ferme (béton de consistance S1 avec un slump compris entre 2 et 3 cm).

> Mise en œuvre mécanisée à l'aide d'une machine à coffrages glissants.
(©Eric Sainquantin_DIRA)



Pour le bétonnage manuel, le béton, de formulation spécifique (consistance S2) est déversé entre coffrages fixes et tiré manuellement à l'aiguille et à la poutre vibrantes.

« Le bétonnage a été effectué en grande partie à l'aide d'une machine à coffrages glissants guidée sur fils (deux fils, un fil de chaque côté) », ajoute Luc Le Foll.

Pour la couche de roulement en BC5g, entre 200 m³ et 250 m³ de béton sont mis en œuvre quotidiennement, en fonction notamment de la météo. Avancement : environ 300 ml par jour à la machine à coffrages glissants et 50 ml à la poutre vibrante.



← Mise en œuvre manuelle à l'aide d'une aiguille et d'une poutre vibrantes.
(© Joseph Abdo_JA-Consulting)

« Nous appliquons la technique du clavage, qui consiste à couler une bande sur deux, puis à revenir pour les bandes intermédiaires », explique Luc Le Foll.

Un mode opératoire qui évite les temps morts : « Si nous progressions d'une bande adjacente à l'autre, nous devrions attendre que le béton soit suffisamment ferme pour permettre à la machine d'y prendre appui », ajoute Luc Le Foll.

L'exécution de ce béton fait appel à un mode opératoire particulier. La machine réalise lors d'une première phase les bandes impaires, puis vient combler les bandes intermédiaires.



↗ Application de la technique du clavage. Coulage d'une bande sur deux.
(© Luc Lefoll_ Eurovia)



↗ Quand elle progresse en clavage, la machine prend comme référence la hauteur des bandes existantes situées de part et d'autre. Le guidage en direction est donné par un fil. (© Luc Lefoll_ Eurovia)

+ Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/route

+ Pour aller plus loin, liens et infos en p. 41.

Pour réaliser les bandes primaires, on équipe la machine à coffrages glissants d'un système d'insertion automatique des goujons à mi-hauteur sur les deux flancs du revêtement béton dans le but de solidariser les bandes paires et impaires, et garantir ainsi la planéité de l'ensemble de la plate-forme.

Pour chaque zone, la surface du béton a été profilée pour qu'elle ait une pente unique à 2,5 % dans le sens transversal. Dans le sens longitudinal, la pente varie selon les zones mais reste assez faible dans l'ensemble (0,5 % au maximum). Les eaux de ruissellement sont recueillies en bord de chaussée dans des caniveaux en béton, conduisant l'eau vers des regards à grille disposés dans des endroits bien précis.



↑ Insertion des goujons à mi-hauteur sur les deux flancs de la bande en béton. (© Luc Lefoll_Eurovia)



↑ Les eaux de ruissellement sont recueillies dans des caniveaux en béton. (©Eric Sainquantin_DIRA)



↑ L'eau est canalisée vers des regards à grille. (©Eric Sainquantin_DIRA)



↑ L'eau est canalisée vers des regards à grille. (© Joseph Abdo_JA-Consulting)

• Zone de circulation et de stationnement des Poids lourds

La dalle est réalisée à l'aide d'une machine à coffrage glissant travaillant en largeur de 4,5 m. Pour cette zone, le revêtement en béton est d'épaisseur 18 cm et il est non armé et à joints de retrait transversaux goujonnés. La surface du revêtement des plateformes des parkings présente un dévers de 2,5 % vers les caniveaux réalisés en bordure de la zone.

- Positionnement des goujons

Le bétonnage a été réalisé par bandes de largeur 4,5 m. Le béton est mis en place alors que des paniers de goujons (en fer lisse plastifié ; diamètre 25 mm ; longueur 45 cm ; espacés de 30 cm) ont été préalablement installés avec un espacement de 4,5 m, de telle manière que les goujons soient placés à mi-hauteur de la dalle et se trouvent ainsi à cheval sur les futurs joints, qui sont ensuite réalisés par sciage. Ces goujons assurent le transfert de charge au niveau des joints de retrait transversaux et maintiennent ainsi les dalles solidaires dans le plan vertical, tout en leur conservant un libre mouvement dans le plan horizontal.

Ces paniers maintiennent les goujons en position (mi-hauteur de la dalle : 9 cm) pendant le bétonnage. Leur conception doit être telle qu'elle ne crée pas de liaison mécanique entre les dalles au niveau des joints. Il s'agit généralement d'aciers Ø 6, sur lesquels les goujons sont attachés par ligature. Ces paniers stockés sur le chantier, seront positionnés avec un espacement bien défini de 4,5 m et fixés sur la fondation en grave bitume au droit des joints de retrait, repérés par une marque en dehors de l'emprise de la chaussée, juste à l'avant de la machine. « Et ce n'est pas moins de 1250 paniers porte-goujons, soit un total de 25 000 goujons qui ont été ainsi utilisés sur ce chantier », précise Luc Le Foll.

- Mise en œuvre de la couche de roulement en béton BC5g

Le béton est également mis en œuvre par bande à la machine à coffrages glissants, dans les lignes droites, et à la poutre vibrante, dans les courbes. Au moment où la machine arrive à l'emplacement d'un joint, on fixe les paniers de goujons sur la fondation en grave bitume GB3. Il y a lieu ensuite de prendre des précautions afin de ne pas les écraser lors du déchargement du béton. Le déversement direct sur les paniers est à proscrire.

Déversé à l'avant d'une machine à coffrage glissant réglée à 4,5 m de large, le béton est mis en forme et vibré en une seule opération sur une épaisseur de 18 cm. L'aire de repos est réalisée en plusieurs bandes successives de 4,5 m de large, recoupées tous les 4,5 m dans le sens transversal. Les bandes de béton se raccordent entre elles au moyen d'un joint longitudinal équipé de goujons de diamètre 25 mm et espacés de 30 cm.

« À chaque extrémité de la bande ainsi bétonnée, a été interposée une épaisseur de polystyrène jouant le rôle de joint de dilatation », commente Luc Le Foll.

• Zone de circulation et de stationnement des véhicules légers, et zones de circulation piétonne

La dalle est réalisée à l'aide d'une machine à coffrage glissant travaillant en largeur de 4,5 m. Pour cette zone, le revêtement en béton est d'épaisseur 14 cm et il est non armé et à joints de retrait transversaux non goujonnés. Le profil ondulé des joues de la machine permet d'obtenir un transfert de charge entre les bandes de béton.

• Le talochage

Immédiatement après le bétonnage, les opérations manuelles de talochage et de lissage ont été réalisées par des équipes de maçons experts pour conférer au revêtement en béton un état de surface plan et d'aspect fermé (exempt de cavités ou de trous).

• Le traitement de surface

Destinée à donner au revêtement en béton les caractéristiques d'adhérence exigées par le cahier des charges, le traitement de surface a été réalisé par balayage fin. « Le niveau d'adhérence souhaité a été obtenu grâce à un balayage fin transversal réalisé manuellement », confirme Gilles Petit.

• La cure du béton

L'opération de balayage a été immédiatement suivie de la protection du béton, réalisée en pulvérisant manuellement à la surface du revêtement un produit de cure, à raison d'un minimum de 200 g/m².



↑ Paniers de goujons fixés sur la grave-bitume au droit des joints de retrait. (©Eric Sainquantin_DIRA)



↑ Fixation des paniers de goujons sur la grave-bitume. (© Joseph Abdo_JA-Consulting)



← PHOTO DE GAUCHE : L'adhérence sur le béton est obtenue par balayage fin. (©Eric Sainquantin_DIRA)

← PHOTO DE DROITE : Pulvérisation du produit de cure à la surface du béton. (©Eric Sainquantin_DIRA)

+ Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : www.infociments.fr/route

+ Pour aller plus loin, liens et infos en p. 41.

• Des joints de retrait transversaux et de construction longitudinaux sciés espacés de 4,5 m et scellés.

Six à huit heures après le coulage du béton, l'entreprise SOCOTRAS vient réaliser les joints dans le revêtement en béton.

Compte tenu de la largeur limitée des bandes de béton (4,5 m), seulement des joints de retrait-flexion transversaux ont été prévus dans le plan de calepinage. Ces derniers ont pour but de localiser la fissuration de retrait du béton de manière précise et déterminée à l'avance et de réduire ainsi les sollicitations dues au retrait et au gradient thermique. « Ces joints sont réalisés en créant dans le revêtement une saignée ou une entaille qui matérialise un plan de faiblesse, selon lequel le béton est amené à se fissurer sous l'action des contraintes de traction par flexion. Cette entaille doit avoir une profondeur comprise entre un quart et un tiers de l'épaisseur du revêtement et une largeur (souffle du joint) comprise entre 3 et 5 mm. Les joints de retrait-flexion transversaux doivent être réalisés à intervalles réguliers. Leur espacement est déterminé en fonction de l'épaisseur du revêtement (au maximum 25 fois l'épaisseur), soit 4,5 m. Les joints de retrait transversaux des bandes adjacentes doivent être alignés », précise Edwin Constans, directeur général de Socotras.

Socotras a procédé de la manière suivante :

- Repérage des joints par le géomètre de l'entreprise de bétonnage.
 - Traçage des joints à la peinture indélébile.
 - En fonction des paramètres liés à la météo, à la nature des agrégats, à la nature et au dosage du ciment et au mode de bétonnage, une amorce de fissuration dans le béton frais est réalisée dans des délais appropriés après le bétonnage (compris entre six et trente-six heures), sur une profondeur de l'ordre de 5 cm.
 - Au bout d'un délai fixé par Socotras (de plusieurs jours), l'élargissement aux dimensions de 10 x 35 mm x mm par sciage de l'amorce de fissuration et du joint de construction est réalisé.
 - Chanfreinage à 45° et 5 mm environ des lèvres supérieures de la réserve.
 - Enlèvement des laitances de sciage par aspiration ou lavage.
 - Éventuellement, séchage des lèvres du joint à la lance thermique afin d'éliminer les traces d'humidité.
 - Mise en place d'un fond de joint qui doit permettre le réglage de la hauteur du produit de garnissage.
 - Si le produit de garnissage le nécessite, application par pulvérisation d'un primaire d'accrochage sur les lèvres et le fond de joint.
 - Préparation et application du produit de garnissage.
- Plus de 100 m³ de béton coulés chaque jour

Pour Lafarge, fournisseur de bétons prêts à l'emploi intervenant sur le site, cela n'a pas été une mince affaire. Ce que confirme Harold Gicquel, responsable commercial de Lafarge Bétons : « Il nous a fallu tenir des cadences très importantes, l'entreprise mobilisant au total deux centrales à béton (une pour la production et l'autre de secours) ! La machine d'Eurovia avançait vite, vidant un camion-toupie en six ou sept minutes. Nous avons donc eu entre 5 et 6 camions-toupies en rotation en permanence pour ne pas provoquer de rupture d'approvisionnement de la machine à coffrages glissants et parvenir à couler jusqu'à 250 m³ par jour ». La coordination entre Eurovia et Lafarge a été ajustée au plus fin pour produire, sans rupture, 3 500 m³ de béton C35/45 XF2. Outre ces cadences, le suivi de la qualité du béton prêt à l'emploi a été aussi mené avec soin : « On nous demandait une résistance au fendage de 2,7 MPa au minimum et nous avons dû nous caler correctement pour obtenir la bonne plasticité et pour que le béton se mette en place facilement. C'est un chantier imposant : il est rare, en effet, de réaliser des voies en béton de cette ampleur », précise Dorian Luzineau, responsable qualité secteur de Lafarge Bétons.

UN CHANTIER PARTAGÉ

L'originalité du chantier, outre son ampleur, réside dans la conduite simultanée de différents types de travaux sur l'aire de repos (le bâtiment des sanitaires et le local technique des contrôleurs des transports ; le mobilier ; l'assainissement ; la signalisation ; les bordures ; les caniveaux ; l'éclairage, etc.). « La coexistence de plusieurs intervenants induit des contraintes inédites pour l'entreprise », résume Gilles Petit, en évoquant des difficultés d'interface. « Concrètement, nous devons attendre que le coordinateur OPC [ordonnancement pilotage coordination] nous indique quelle zone il libère, et pendant combien de temps, pour nous permettre d'intervenir, ce qui nous oblige à fragmenter les travaux. Par exemple, une zone que nous aurions traitée d'un seul tenant sera réalisée en une dizaine d'opérations », ajoute Luc Le Foll.

Pour Eurovia, ce chantier vient s'ajouter à une longue liste de références en matière de plate-forme en béton. « Nous aimerions aussi favoriser la percée de techniques innovantes, comme la chaussée composite, une solution mature, parfaitement au point et qui est retenue dans le cadre de la norme de dimensionnement des chaussées NF P 98 086 », conclut Luc Le Foll.

BILAN

« La crise sanitaire a tout compliqué. Il a fallu adopter des mesures sanitaires strictes qui ont entraîné des modifications dans l'organisation du chantier. Malgré toutes ces difficultés, le chantier a été achevé dans les délais et l'aire de repos a été mise en service le 30 août 2022 », précise Gilles Petit.

« La cadence a été soutenue à certaines périodes, sachant que le rendement d'un chantier routier en béton est de l'ordre de 1 500 m² par jour, avec des performances atteignant parfois les 2 500 m² par jour », conclut Luc Le Foll.

La DIRA a utilisé le béton pour la réalisation des revêtements de l'aire de repos de la Grolle. Compte tenu des risques accrus d'inondations et d'épisodes caniculaires pour cause de réchauffement climatique, contre lesquels les chaussées bitumineuses sont moins résistantes, ce choix s'avère pertinent sur le plan technique et économique, et particulièrement judicieux du point de vue environnemental. ■

LE CHANTIER EN BREF

- > **Lieu** : RN 10
- > **Projet** : aire de repos pour véhicules légers et poids lourds
- > **Contraintes** : réaliser un ouvrage pérenne, résistant au poinçonnement et aux hydrocarbures
- > **Solution** : une structure composite en béton 18 cm BC5g /10 cm GB3 (ou 14 cm BC5/10 cm GB3 pour l'aire de circulation piétonne et de stationnement véhicules légers), avec une couche de forme traitée avec un liant hydraulique routier LIGEX
- > **Surface réalisée** : près de 20 000 m²
- > **Coût des travaux** : 5 millions €

LIENS UTILES

- > **DIR Atlantique**
<https://www.dira.fr>
- > **Eurovia**
<https://www.eurovia.com>
- > **Garraud TP**
<https://www.garraudtp.fr>
- > **Ecostab**
<https://www.ecostab.fr>
- > **Socotras**
<https://www.socotras.fr>
- > **Ciments-Calcia**
<https://www.ciments-calcia.fr>
- > **Lhoist**
<https://www.lhoist.com>
- > **Lafarge Bétons**
<https://www.lafarge.fr>
- > **CIMbéton**
<https://www.infociments.fr/route>

ALLER PLUS LOIN AVEC INFOCUMENTS.FR



Retrouvez le Routes Info#22 en ligne sur le site infociments.fr



Retrouvez tout Routes en ligne sur le site infociments.fr

Pour aller plus loin, retrouvez notre bibliographie technique en p. 42. +

Bibliographie

À retrouver sur infociments.fr

GUIDES TECHNIQUES CIMBÉTON

T 31
Étude comparative en technique routière - Retraitement des chaussées en place vs renforcement
Méthode graphique de comparaison économique et environnementale
CIMbéton, 2010.

T 50
Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 1 : Conception et dimensionnement
Collection technique, CIMbéton, 2019.

T 51
Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 2 : Mise en œuvre
Collection technique, CIMbéton, 2009.

T 52
Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 3 : Cahier des Clauses Techniques Particulières CCTP-Type ; Bordereau de prix unitaire BPU ; Détail estimatif DE CCTP-Type, CIMbéton, 2007.

T 53
Espaces urbains en béton désactivé. Conception et réalisation
Collection technique, CIMbéton, 2005.

T 57
Voiries et aménagements urbains en béton. Revêtements et structures réservoirs
Collection technique, CIMbéton, 2007.

T 58 et C 58
Retraitement en place à froid des anciennes chaussées aux liants hydrauliques
CCTP-Type, CIMbéton, 2008.

T 65
Chaussées composites en béton de ciment. Tome 1 : Structures neuves en BAC collé sur GB
Collection technique, CIMbéton, 2008.

T 67
Aménagements décoratifs en matériaux naturels stabilisés aux liants hydrauliques. Caractéristiques techniques et règles de bonne pratique
Collection technique, CIMbéton, 2008.

T 69
Lutter contre l'imperméabilisation des surfaces urbaines. Les revêtements drainants en béton
Collection technique, CIMbéton, 2019.

T 70
Terrassements et assises de chaussées. Traitement des sols aux liants hydrauliques
CIMbéton, 2013.

T 71
L'entretien structurel des chaussées souples et semi-rigides. Le retraitement en place à froid aux liants hydrauliques
CIMbéton, 2013.

PLAQUETTES TECHNIQUES CIMBÉTON

En route vers le développement durable
L'entretien des chaussées en place aux liants hydrauliques
CIMbéton, 2013.

Chaussées composites en Béton Armé Continu sur fondation en Grave Bitume BAC/GB3. Dépliant
Collection SNBPE - Collection technique CIMbéton, 2020.

Chaussées composites en dalles béton à joints goujonnés sur Grave Bitume BC5g/GB3. Dépliant
Collection SNBPE - Collection technique CIMbéton, 2020.

Vidéos & logiciels

À retrouver sur infociments.fr

TRAITEMENT DES SOLS

RETRAITEMENT DES CHAUSSEES

PERCEVAL
Logiciel d'aide au choix de Techniques Routières Économique et Environnementale

PUBLICATIONS SETRA/LCPC

■ Réalisations des remblais et des couches de forme Fascicule I et Fascicule II
SETRA / LCPC, 2000.

■ Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques
Application en remblais et couches de forme
SETRA / LCPC, 2000.

■ Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques
Application en assises de chaussées
SETRA / LCPC, 2007.

■ Retraitement en place à froid des anciennes chaussées
SETRA / LCPC, 2003.

■ Conception et dimensionnement des structures de chaussées
SETRA / LCPC, 1994.

■ Chaussées Béton
SETRA / LCPC, 1997.

■ Catalogue des structures-types de chaussées neuves
SETRA / LCPC, 1998.

■ Fiches de structures composites BBTM/ES/BAC/GB3 (Note Direction des Routes ; 2000).
Fiches additionnelles au Catalogue des structures-types de chaussées neuves
SETRA / LCPC, 1998.

PUBLICATIONS SPECBEA

Les bétons décoratifs
Voiries et aménagements urbains.
Tome 1 : Finitions, gestes et techniques
Specbea, 2014.

Les bétons décoratifs
Voiries et aménagements urbains.
Tome 2 : Entretien et rénovation
Specbea, 2016.

Les bétons décoratifs
Voiries et aménagements urbains.
Tome 3 : Les règles de l'art
Specbea, 2019.



**L'abonnement à « Routes »,
c'est simple et gratuit.
Faites-en profiter vos collègues
en un clic !**



Pour faire découvrir votre magazine ou compléter votre abonnement, utilisez le formulaire ci-dessous, soit en **version digitale avec le QR code à scanner ci-contre**, soit en nous renvoyant le questionnaire ci-dessous, par courriel (centrinfo@cimbeton.net) ou à l'adresse : **CIMbéton - Abonnement Routes - 16 bis, boulevard Jean Jaurès - 92110 Clichy**

Pour toutes questions, CIMbéton : 01 55 23 01 00.

RECEVOIR L'ENSEMBLE DES PUBLICATIONS DE « ROUTES » EN 2023

SI VOUS RECEVEZ DÉJÀ LES PUBLICATIONS ROUTES PAR COURRIEL : SOUHAITEZ VOUS RESTER ABONNÉ ? OUI NON

SI VOUS NE RECEVEZ PAS LES PUBLICATIONS ROUTES PAR COURRIEL : SOUHAITEZ-VOUS Y ÊTRE ABONNÉ ? OUI NON

Merci d'indiquer vos nom et prénom :

Merci d'indiquer votre courriel (obligatoire) :

Merci d'indiquer votre entreprise / direction :

Avez-vous changé d'adresse pour l'envoi postal ? OUI (merci d'indiquer la nouvelle adresse ci-dessous) NON

Adresse :

Code Postal Commune :

Conformément à la loi « Informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée, vous bénéficiez d'un droit d'accès, de rectification et de suppression aux informations qui vous concernent, que vous pouvez exercer en vous adressant à CIMbéton - Questionnaire Routes - 16 bis, boulevard Jean Jaurès - 92110 Clichy, en joignant une copie d'un justificatif d'identité.