



#chantierroutier #innovation #optimisation&performance #valorisation&recyclage #LHR&béton

Routes

LE MAG #154 - JUIN 2025

ROUTES INFO #35

CHANTIER
RD7. VIENNE (85)

Calibrage et retraitement en place de la RD7 au LHR : une solution optimale d'entretien testée, appréciée et adoptée

ROUTES INFO #36

TECHNIQUE
CHAUSSÉE COMPOSITE

Excellence technique, économique et environnementale : l'alliance béton-enrobé pour les ouvrages sollicités

ROUTES INFO #37

CHANTIER
RD119. OISE (60)

Retraitement des chaussées en place : capitalisation des acquis et innovation dans l'Oise

ROUTES INFO #38

TECHNIQUE
BCR

Béton compacté routier (BCR) : le renouveau d'un matériau performant

ROUTES INFO #39

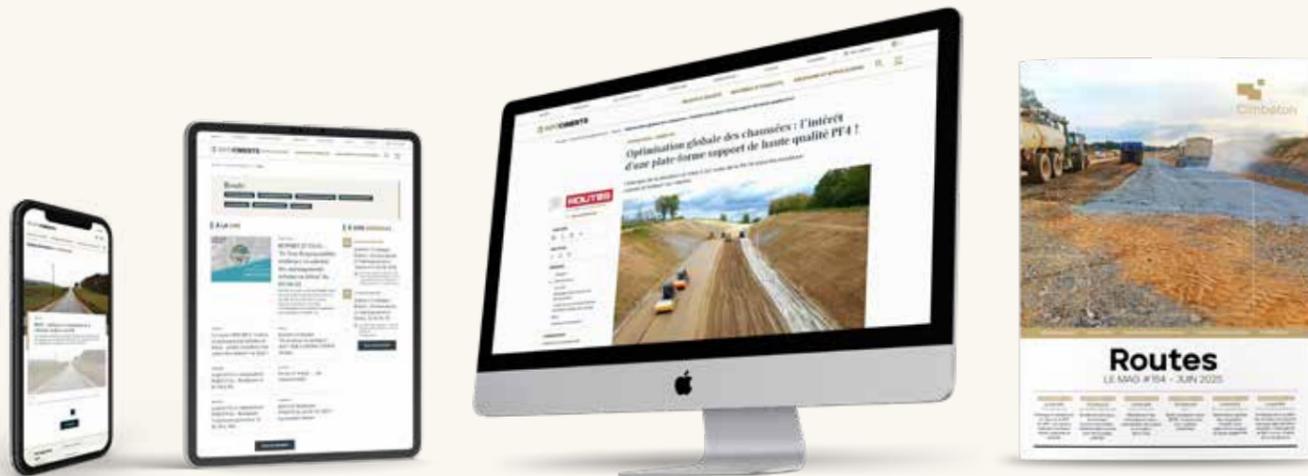
CHANTIER
RN141. CHARENTE (16)

Optimisation globale des chaussées : l'intérêt d'une plate-forme support de haute qualité PF4

ROUTES INFO #40

CHANTIER
LYON CONFLUENCE (69)

Aménagements qualitatifs en béton incorporant des granulats de béton recyclés : l'exemple de la ZAC 2 et du Champ de la Confluence



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 le renvoyant, par courriel (centrinfo@cimbeton.net) ou à l'adresse :

Cimbéton - Abonnement Routes - 16 bis, boulevard Jean-Jaurès 92110 Clichy.

Pour toute question, Cimbéton : 01 55 23 01 00.

RECEVOIR L'ENSEMBLE DES PUBLICATIONS « ROUTES » EN 2025

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.

ÉDITO

Les publications Routes directement par courriel !

Cimbéton a le plaisir de vous adresser Routes Le Mag #154. Dans ce numéro imprimé, nous avons rassemblé les quatre reportages de chantiers emblématiques de l'année écoulée et un résumé de chacun des deux dossiers thématiques publiés en 2024.

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

- Le retraitement des chaussées en place aux LHR pour entretenir structurellement et durablement les routes, avec les deux reportages suivants :
 - > RD7. Vienne (86). « Calibrage et retraitement en place de la RD7 au LHR : une solution optimale d'entretien testée, appréciée et adoptée », RI #35.
 - > RD119. Oise (60). « Retraitement des chaussées en place : capitalisation des acquis et innovation dans l'Oise », RI #37.
- Le traitement des sols en place aux LHR pour confectionner des plates-formes supports de chaussées performantes, durables et respectueuses de l'environnement, avec le reportage suivant :
 - > RN141. Charente (16). « Optimisation globale des chaussées : l'intérêt d'une plate-forme support de haute qualité PF4 », RI #39.

Quant à l'utilisation du béton, elle est illustrée par un reportage de chantier d'un projet d'aménagement de grande ampleur, montrant toutes les potentialités du béton à s'adapter à toutes les circonstances et, en particulier, au recyclage :

- Lyon-Confluence. Rhône-Alpes (69). « Aménagements qualitatifs en béton incorporant des granulats de béton recyclés : l'exemple de la ZAC 2 et du Champ de la Confluence », RI #40.

En outre, à travers les résumés des deux dossiers thématiques, nous souhaitons attirer votre attention sur deux techniques intéressantes du point de vue économique et environnemental et qui sont amenées à se développer. Il s'agit de :

- « Les chaussées composites BAC/GB3 et BC5g/GB3. Excellence technique, économique et environnementale : l'alliance béton-enrobé pour les ouvrages sollicités », RI#36.
- « Le béton compacté routier (BCR) : le renouveau d'un matériau performant », RI#38.

Nous sommes sûrs que vous saurez apprécier les quatre reportages de chantiers ainsi que les résumés des deux dossiers thématiques, qui illustrent 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 dossiers thématiques 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.

Cédric Le Gouil et Joseph Abdo

Direction de la publication

François Redron

Direction de la rédaction, coordination des reportages

Cédric Le Gouil, Joseph Abdo

Reportages, rédaction

Joseph Abdo, Cédric Le Gouil, Étienne Diemert

Direction de projet & direction artistique

Fenêtre sur cour / Studio L&T

Crédits photos

Joseph Abdo/JA-Consulting, Cimbéton, Ludovic Padeloup/Conseil départemental de la Vienne, Gilles Petit/DIRA, Colas, Fenêtre sur cour, Spie Batignolles Malet, Eurovia, Moderne Méthode/Chryso, Guintoli/NGE, Mickaël Detrez/agence Base.

Photo de couverture :

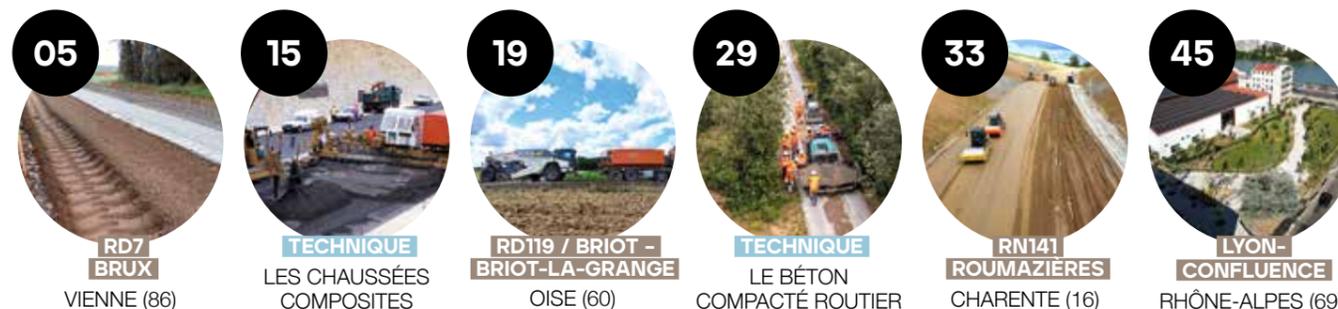
RI#39 / Épandage du LHR Rolac Premier ECOPlanet à la surface du matériau à l'aide d'un épandeur asservi avec contrôle pondéral. (©Guintoli - NGE)

ABONNEZ-VOUS

Abonnez-vous depuis le QR code ci-dessous ou avec le formulaire d'abonnement ci-contre pour recevoir l'ensemble de nos publications.



SOMMAIRE ROUTES #154



Remue-méninges

Voici, pour vous détendre... ou vous irriter, une énigme à résoudre. Réponse dans le prochain numéro de Routes !

PROBLÈME POSÉ #10 : l'intrus dans le lot de pierres précieuses

Dans un lot de 9 pierres précieuses d'apparence identique, 8 pierres ont exactement le même poids et une pierre est fautive, avec un poids légèrement supérieur aux autres. Comment identifier la fautive pierre en seulement 2 pesées à l'aide d'une balance à plateaux ? (Réponse dans le prochain numéro : Routes #155.)

SOLUTION DU REMUE-MÉNINGS #9

Rappel du problème posé (suite 5)

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

1. le ciel est couvert (couv.) ou dégagé (dég.),
2. le matin ou l'après-midi,
3. température (temp.) négative (nég.) ou positive (pos.),
4. vitesse du vent faible ou modérée (mod.),
5. hygrométrie (hygro.) de l'air ambiant modérée (mod.) ou forte,
6. l'indice UV est faible ou moyen.

Autrement dit, distinguons seulement les demi-journées claires et les demi-journées nuageuses associées à des températures négatives ou positives, à la présence d'un vent faible ou mod., à une hygrom. mod. ou forte et à un indice UV faible ou moyen. 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, à un vent faible ou mod., à une hygrom. mod. ou forte et à un indice UV faible ou moyen seront probablement épuisées et une des combinaisons déjà observées se répètera inévitablement. Calculer alors le nombre de semaines avec des alternances de temps différents pour les six indices retenus.

Solution

Avec ces six indices pour caractériser le temps, on peut déterminer le nombre d'alternances de temps différents.

Considérons un jour, les alternances de temps peuvent être :

Couv.	couv.	temp. nég.	vent faible	hygro. mod.	UV faible ;
Couv.	couv.	temp. nég.	vent faible	hygro. mod.	UV moyen ;
Couv.	couv.	temp. nég.	vent faible	hygro. forte	UV faible ;
Couv.	couv.	temp. nég.	vent faible	hygro. forte	UV moyen ;
Couv.	couv.	temp. nég.	vent mod.	hygro. mod.	UV faible ;
Couv.	couv.	temp. nég.	vent mod.	hygro. mod.	UV moyen ;
Couv.	couv.	temp. nég.	vent mod.	hygro. forte	UV faible ;
Couv.	couv.	temp. nég.	vent mod.	hygro. forte	UV moyen ;
Couv.	couv.	temp. pos.	vent faible	hygro. mod.	UV faible ;
Couv.	couv.	temp. pos.	vent faible	hygro. mod.	UV moyen ;
Couv.	couv.	temp. pos.	vent faible	hygro. forte	UV faible ;
Couv.	couv.	temp. pos.	vent faible	hygro. forte	UV moyen ;
Couv.	couv.	temp. pos.	vent mod.	hygro. mod.	UV faible ;
Couv.	couv.	temp. pos.	vent mod.	hygro. mod.	UV moyen ;
Couv.	couv.	temp. pos.	vent mod.	hygro. forte	UV faible ;
Couv.	couv.	temp. pos.	vent mod.	hygro. forte	UV moyen ;
Couv.	dég.	temp. nég.	vent faible	hygro. mod.	UV faible ;
Couv.	dég.	temp. nég.	vent faible	hygro. mod.	UV moyen ;
Couv.	dég.	temp. nég.	vent mod.	hygro. mod.	UV faible ;
Couv.	dég.	temp. nég.	vent mod.	hygro. mod.	UV moyen ;
Couv.	dég.	temp. nég.	vent mod.	hygro. forte	UV faible ;
Couv.	dég.	temp. nég.	vent mod.	hygro. forte	UV moyen ;
Couv.	dég.	temp. pos.	vent faible	hygro. mod.	UV faible ;
Couv.	dég.	temp. pos.	vent faible	hygro. mod.	UV moyen ;
Couv.	dég.	temp. pos.	vent faible	hygro. forte	UV faible ;
Couv.	dég.	temp. pos.	vent faible	hygro. forte	UV moyen ;

Couv.	dég.	temp. pos.	vent mod.	hygro. mod.	UV faible ;
Couv.	dég.	temp. pos.	vent mod.	hygro. mod.	UV moyen ;
Couv.	dég.	temp. pos.	vent mod.	hygro. forte	UV faible ;
Couv.	dég.	temp. pos.	vent mod.	hygro. forte	UV moyen ;
Dég.	couv.	temp. nég.	vent faible	hygro. mod.	UV faible ;
Dég.	couv.	temp. nég.	vent faible	hygro. mod.	UV moyen ;
Dég.	couv.	temp. nég.	vent faible	hygro. forte	UV faible ;
Dég.	couv.	temp. nég.	vent faible	hygro. forte	UV moyen ;
Dég.	couv.	temp. nég.	vent mod.	hygro. mod.	UV faible ;
Dég.	couv.	temp. nég.	vent mod.	hygro. mod.	UV moyen ;
Dég.	couv.	temp. nég.	vent mod.	hygro. forte	UV faible ;
Dég.	couv.	temp. nég.	vent mod.	hygro. forte	UV moyen ;
Dég.	dég.	temp. nég.	vent faible	hygro. mod.	UV faible ;
Dég.	dég.	temp. nég.	vent faible	hygro. mod.	UV moyen ;
Dég.	dég.	temp. nég.	vent faible	hygro. forte	UV faible ;
Dég.	dég.	temp. nég.	vent mod.	hygro. mod.	UV faible ;
Dég.	dég.	temp. nég.	vent mod.	hygro. mod.	UV moyen ;
Dég.	dég.	temp. pos.	vent faible	hygro. mod.	UV faible ;
Dég.	dég.	temp. pos.	vent faible	hygro. mod.	UV moyen ;
Dég.	dég.	temp. pos.	vent mod.	hygro. forte	UV faible ;
Dég.	dég.	temp. pos.	vent mod.	hygro. forte	UV moyen ;
Dég.	dég.	temp. pos.	vent mod.	hygro. mod.	UV faible ;
Dég.	dég.	temp. pos.	vent mod.	hygro. mod.	UV moyen ;

Sur 1 jour, il y a donc $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$ possibilités ou 64 d'alternances de temps différents.

Considérons maintenant la suite de deux jours consécutifs, on peut avoir les alternances de temps obtenues en combinant les 64 alternances du 1^{er} jour avec les 64 alternances du 2^e jour, soit $64 \times 64 = 4096 = 64^2$. Sur 2 jours consécutifs, il y a donc 4096 possibilités d'alternances de temps différents ou 64² d'alternances de temps différents. Avec le même raisonnement, on peut affirmer que sur 7 jours consécutifs, il y a donc 64⁷ ou 4 398 046 511 104 possibilités d'alternances de temps différents.

En d'autres termes, sur la base de six indices (couv. ou dég., matin ou après-midi, temp. nég. ou temp. pos., vent faible ou mod., hygrom. mod. ou forte, UV faible ou moyen), il y aura 4 398 046 511 104 semaines avec des alternances de temps différents. Au bout de 4 398 046 511 104 semaines, soient 30 786 325 577 728 jours ou environ 84 577 817 521 ans, toutes les combinaisons seront probablement épuisées, et une des combinaisons déjà observées se répètera inévitablement.

Il faut préciser que cela est bien plus élevé que l'âge de l'univers, estimé à 14 milliards d'années (six fois plus élevé).

Sur la base de six indices, il faudra attendre environ 4 398 milliards de secondes ou 84 milliards d'années pour retrouver une alternance de temps déjà observée.



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #mieuxvivre #chantier #lianthydrauliqueroutier

Routes info

- CHANTIER -

#35

Calibrage et retraitement en place de la RD7 au LHR : une solution optimale d'entretien testée, appréciée et adoptée

Routes info #35
RD7
Brux
VIENNE (86)



Liant hydraulique routier



Recyclage en place



Surface retraitée : 23 800 m²



Vienne

PRINCIPAUX INTERVENANTS	
Maîtrise d'ouvrage Département de la Vienne	Entreprise Colas
Maîtrise d'œuvre Département de la Vienne	Fournisseur du LHR Ligex M10 Heidelberg Materials

Calibrage et retraitement en place de la RD7 au LHR : une solution optimale d'entretien testée, appréciée et adoptée

Après un premier chantier lancé en 2018 sur la RD7, entre Blanzay et Brux, le conseil départemental de la Vienne a récidivé en 2022 avec un chantier de retraitement de chaussée en place au liant hydraulique routier sur la RD7, à Brux. Celui-ci a été réalisé par Colas en faisant appel au liant hydraulique routier Ligex M10, fabriqué et fourni par Heidelberg Materials. Cette solution sans évacuation de matériaux a permis de répondre au cahier des charges (élargissement de la route, renforcement et homogénéisation de sa structure), tout en valorisant le patrimoine routier du site et en réduisant les impacts sur l'environnement.

SITUATION

La RD7 relie Civray, dans le département de la Vienne (86), à Richelieu, dans le département de l'Indre-et-Loire (37). Longue d'environ 100 km, c'est une route départementale qui traverse un paysage verdoyant et vallonné. Elle est prolongée, dans le département de l'Indre-et-Loire, par la RD22.

Dans sa partie sud, la RD7 part de la commune de Civray et traverse successivement les communes de Blanzay, Brux et Valence-en-Poitou.

Brux, à mi-chemin entre Blanzay et Valence-en-Poitou, se trouve à 40 km au sud de Poitiers. C'est une commune agricole et très boisée (800 ha de bois). 78 % de la superficie de la commune sont occupés par l'agriculture, 21 % par des forêts et des milieux semi-naturels et 1 % par des zones construites et aménagées par l'homme.

Au milieu d'exploitations agricoles et de production de bois (bois d'œuvre, bois énergie), la commune de Brux, d'environ 760 habitants, a su conserver son caractère rural. En outre, la commune est traversée par la Bouleure, affluent de la Dive du Sud, sur 8 km. C'est une rivière temporaire, qui devient permanente quelques kilomètres en aval, sur la commune de Vaux (Vienne).

ÉTAT DES LIEUX

Contexte

La RD7 permet d'assurer la liaison entre Civray et Valence-en-Poitou (Couhé) et entre la RD148 (Niort-Confolens) et la RN10. C'est une route très empruntée par les habitants de Civray, qui rejoignent la RN10 vers Poitiers. En outre, la présence de silos agricoles et de carrières de calcaire en exploitation sur la commune de Blanzay, le long de la RD7, génère un trafic important de poids lourds. Tout cela se traduit par un trafic de 1 900 véhicules par jour, dont 8 % de poids lourds dans les deux sens.

Sous l'effet de l'âge et des conditions climatiques, la section de la RD7 entre Civray et Valence-en-Poitou (19 km) n'était pas en bon état. Elle souffrait d'un déficit structurel et de

caractéristiques géométriques inadaptées pour un tel itinéraire. Elle a donc été inscrite au schéma routier départemental 2016-2021, en vue de la renforcer, de la calibrer, de la sécuriser, de la rendre plus performante pour les usagers comme pour les acteurs économiques et enfin de répondre aux attentes des territoires en matière d'aménagement et de déplacement.

Une première tranche de travaux a été entreprise, en 2018, entre Blanzay (village de Villaret) et Brux (carrefour avec la RD25), en faisant appel à la technique de retraitement de la chaussée en place avec un liant hydraulique routier (LHR) (cf. Routes n° 147, « Un retraitement au LHR "zéro déchet" pour la RD7 », avril 2019).

Fort du succès de cette première réalisation, et en raison de l'intérêt économique et environnemental de la solution de retraitement, le département de la Vienne a donc décidé de poursuivre vers le nord le recalibrage et le renforcement de cette section sur la commune de Brux, soit depuis le carrefour avec la RD25 jusqu'à l'ouvrage d'art franchissant la Bouleure, sur une longueur de 3 660 m. L'objectif était d'élargir la chaussée (de 5,40 à 6 m) pour assurer la sécurité de tous les usagers et supporter le trafic quotidien. Les travaux s'élevaient à 800 000 € et ont été financés par le département de la Vienne.

Investigations visuelles

« La RD7 n'était pas en bon état. Elle portait les stigmates du temps, en particulier sur la commune de Brux, entre le carrefour avec la RD25 et l'ouvrage d'art franchissant la Bouleure », précise Xavier Sironneau, responsable du bureau d'études de la subdivision des routes de l'Isle-Jourdain (sud du département de la Vienne). La route est empruntée par de nombreux engins agricoles, notamment à destination des silos des coopératives, et maints poids lourds dus à l'industrie du bois et aux carrières de pierre de Blanzay. Elle enregistrait un trafic moyen élevé, de l'ordre de 150 poids lourds par jour.

« Cette circulation, associée aux sollicitations climatiques (gel, pluie), a provoqué des dégradations importantes au fil du temps, tout particulièrement en rives », ajoute Ludovic Padeloup, du bureau d'études du département de la Vienne, DGAAT, direction des routes, subdivision de Montmorillon.

Des fissures multiples, du faïencage, des affaissements, des flaches et des ornières étaient observés. De plus, la chaussée était sujette à des accumulations d'eau de ruissellement pendant les périodes de précipitations et souffrait de caractéristiques géométriques (profil en travers, largeur) inadaptées pour un itinéraire où le trafic est élevé, supérieur à T3 (150 poids lourds/jour).

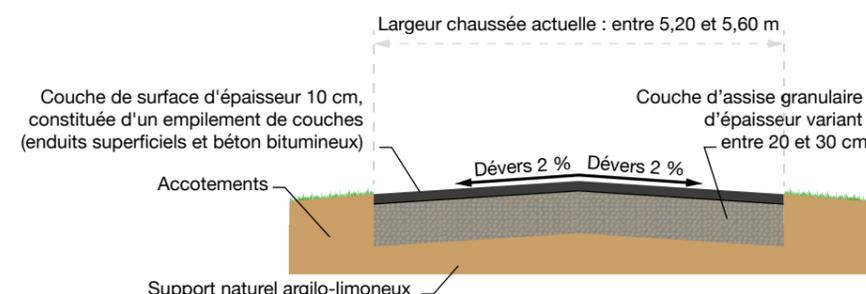
Diagnostic de la chaussée sur la commune de Brux

Comme cette nouvelle section présentait les mêmes caractéristiques géotechniques que celle de 2018, réalisée sur la commune de Blanzay, le conseil départemental a décidé de la traiter avec la même technique (le diagnostic et l'étude géotechnique ayant été réalisés lors de la première section de travaux).

Structure de la chaussée avant les travaux

Les investigations menées et la campagne de carottage effectuée sur le secteur de Blanzay en 2018 ont montré que la structure de la chaussée existante était homogène (nature et épaisseur des couches). Cela a permis de doser uniformément le liant sur toute la section. La structure de la chaussée existante, sur la commune de Brux, établie par suite des investigations menées par l'entreprise adjudicataire Colas, a été la suivante (de haut en bas) :

- Un empilement de couches bitumineuses, d'épaisseur 10 cm ;
- Une couche d'assise granulaire, d'épaisseur variant entre 20 et 30 cm ;
- Un support naturel argileux.



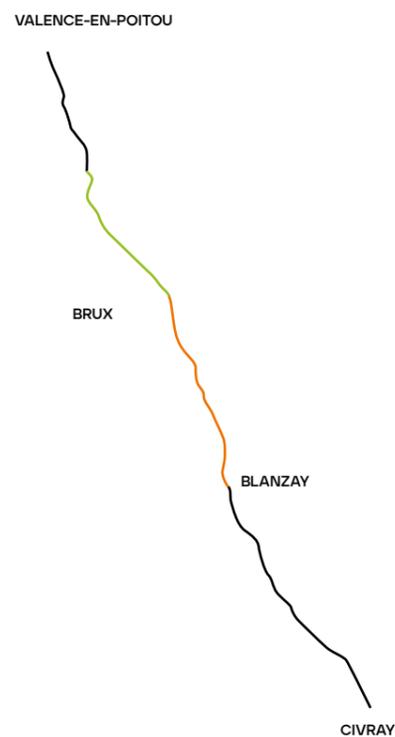
↑ Figure 2. Les travaux de calibrage et de renforcement de la RD7, en 2022, ont concerné la section comprise entre le carrefour RD7-RD25 et l'ouvrage d'art franchissant la Bouleure.

« Cette circulation, associée aux sollicitations climatiques (gel, pluie), a provoqué des dégradations importantes au fil du temps, tout particulièrement en rives. »



↑ État de la chaussée de la RD7 sur la commune de Brux, avant les travaux de réhabilitation. (©Ludovic Padeloup/Conseil départemental de la Vienne)

← Figure 3. Profil en travers de la chaussée existante.





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

PROJET DE RÉHABILITATION DE LA RD7 À BRUX

Dans le cadre du schéma routier départemental 2022-2027, le projet de recalibrage et de renforcement de la RD7 dans la commune de Brux a été lancé en 2022.

Enjeux

Ils sont de deux types :

- Les enjeux économiques :
 - > Améliorer la desserte d'entreprises locales (carrières, laiteries, coopératives agricoles, industrie de transformation du bois, silos, etc.) ; -
 - > Assurer une liaison directe Civray-Poitiers, via Valence-en-Poitou et la RN 10.
- Les enjeux sécuritaires :
 - > Accroître la sécurité (en situation de croisement de véhicules, dans les virages, etc.) ;
 - > Améliorer les caractéristiques géométriques.

Objectifs

- Recalibrer et renforcer la chaussée ;
- Privilégier la continuité de l'itinéraire (par rapport à la section réalisée en 2018) ;
- Rester dans les emprises foncières de la voie ;
- Atteindre les caractéristiques géométriques et structurelles exigées d'une voie appelée à supporter un trafic de poids lourds élevé (environ 150 poids lourds par jour) ;
- Rétablir les accotements, les fossés et les dispositifs d'assainissement (aqueducs, exutoires, entrées charretières) ;
- Optimiser les coûts ;
- Préserver 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 ressources minérales nobles, à sauvegarder.

Caractéristiques du projet

- La longueur de la section à calibrer et à renforcer est de 3 660 m ;
- La largeur de la voie est de 6 m ;
- La largeur d'accotement est de 1,20 m ;
- La largeur des fossés est de 1,30 m ;
- La largeur d'emprise est de 11 à 12 m.

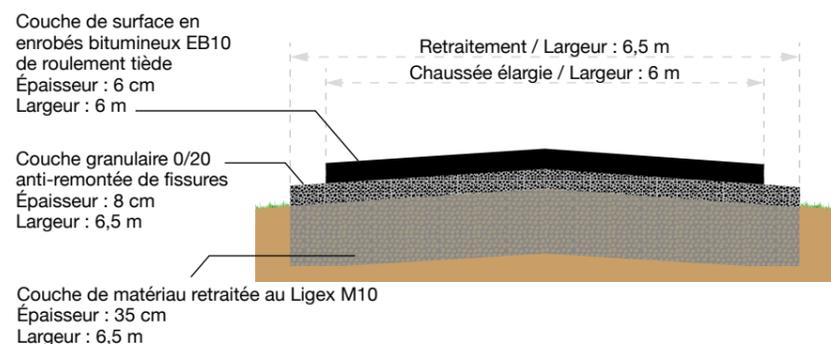
Choix de la structure de la nouvelle voie

Colas a procédé, une fois l'adjudication du marché obtenue, à une étude de formulation de la solution de retraitement comprenant :

- Essai d'aptitude du matériau en place au traitement ;
- Identification du (ou des) liant(s) nécessaire(s) ;
- Dosage du (ou des) liant(s) permettant l'obtention des performances mécaniques visées.

Cette étude a permis de proposer un traitement au LHR Ligex M10 de Heidelberg Materials (dosage à 5 %).

Les résultats de cette étude ont permis à Colas de proposer au conseil départemental de la Vienne une typologie et un dimensionnement de la structure de chaussée retraitée, conformément aux recommandations du guide « Retraitement des chaussées en place » (Sétra/LCPC, 2003) et à la norme NF P 98 086 « Dimensionnement des chaussées ». La conception de la nouvelle structure de chaussée est donnée par la **figure 4**.



→ **Figure 4.**
Coupe en travers-type de la chaussée après les travaux de réhabilitation.

MISE EN ŒUVRE

Choix de la date du chantier

Ces travaux ont été planifiés du 2 novembre au 16 décembre 2022, dans le cadre du schéma routier départemental 2022-2027. Il s'agissait de réaliser une mise à niveau d'ordre structurel de la chaussée, associée à des travaux d'élargissement et de reprofilage, afin d'améliorer la sécurité sur l'itinéraire. Modeste dans ses dimensions, ce chantier avait un enjeu écologique important.

« Dans notre département, les moissons débutent en juin et le transport des récoltes se fait par la RD7. Et le Tour cycliste du Poitou-Charentes, qui se déroule en août, emprunte aussi cette route. Finalement, nous avons décidé de fixer les travaux au début de novembre 2022 », rappelle Michel Pasquet, chef de la subdivision de Montmorillon.

« Le chantier d'une longueur totale de 3 660 mètres linéaires a débuté le 2 novembre 2022. Il était prévu pour durer environ un mois et demi, avec fermeture à la circulation de la RD7 sur la section concernée », précise Thomas Lebrun, chef d'agence Colas, agence de Châtelleraut.

La date a été choisie en concertation avec les agriculteurs, pour que le chantier soit réalisé en dehors des périodes de récolte et qu'il ait le minimum d'impact. « Des itinéraires de contournement ont été mis en place. Ils ont emprunté, en fonction de la catégorie du véhicule, de la destination et de la direction du déplacement, des cheminements bien précis. Ainsi, des déviations ont été mises en place pour les véhicules légers (RD38, RD37, RD158, RD25 et RD7), pour les engins agricoles (par voiries communales et chemins d'exploitation) et pour les poids lourds (RD148 et RN10) », ajoute Xavier Sironneau.

MATÉRIAUX TRAITÉS AUX LIANTS HYDRAULIQUES : QUEL DÉLAI POUR LA REMISE EN CIRCULATION ?

En France, lorsqu'on utilise des matériaux mélangés avec du ciment ou des liants hydrauliques, on entend souvent parler de jours, voire de semaines, avant la remise en service : INTOX ! Il faut parler de performance et pas de temps, même si les deux sont liés et qu'il faut bien en général attendre que les performances soient suffisantes pour permettre la circulation et garantir la durabilité. Mais l'échelle de temps n'est qu'indicative et souvent très surestimée !

Même si le type de liant, son dosage et certains additifs permettent d'accélérer ou de ralentir la prise et le durcissement, les aspects thermiques ont une grande influence. Par temps chaud comme par temps froid, la température modifie les montées en performance très significativement.

Pour les bétons, il faut attendre de quelques heures à quelques jours en fonction du trafic considéré, de la formulation utilisée et du contexte climatique. On autorise la circulation dès que la résistance en compression atteint 14 MPa pour les VL et 20 MPa pour les PL.

Pour la circulation sur les sols traités en couche de

forme ou en assise, la résistance à atteindre est de 1 MPa en compression soit en quelques heures ou en trois à sept jours suivant le sol, le liant (nature et dosage) et bien sûr la météo.

Pour les retraitements de chaussées en place comme pour les bétons compactés routiers, il n'y a pas de valeur reconnue aujourd'hui. Ces matériaux bénéficient d'une forte structure granulaire et le peu de pâte (comparé à un béton de ciment) leur permet de ne quasiment pas se déformer lorsqu'ils sont sollicités dès la fin du compactage. De nombreux retours d'expérience et les premières études menées avec l'université Gustave-Eiffel tendent à confirmer que l'on peut restituer la circulation PL directement après la fin des travaux, sans aucune altération des performances et de la pérennité des structures.

En résumé :

Il ne faut pas se donner de fausse limite quant à la rapidité de remise en service, l'idéal étant de profiter du délai de mûrissement pour faire avancer le reste du chantier (comme c'est le cas ici, pour des travaux réalisés, qui plus est, en arrière-saison).

Il est très important de bien choisir le liant en fonction des contraintes du chantier (trafic et météo).

BON À SAVOIR

REMISE EN CIRCULATION

Étapes de réalisation des travaux

Les travaux ont débuté le 2 novembre 2022, après la mise en place des déviations. Le chantier s'est déroulé en plusieurs étapes :

- Réalisation et analyse de sondages complémentaires et de prélèvements du sol pour confirmer le traitement, d'une part, et pour déterminer la nature et le dosage du liant, d'autre part ;
- Décapage des accotements ;
- Réalisation de deux tranchées latérales ;
- Fragmentation de l'ancienne chaussée ;
- Épandage du liant ;
- Malaxage ;
- Réglage et compactage ;
- Protection du matériau retraité ;
- Délai de prise et de séchage ;



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

↓ **Figure 5.**
Schéma organisationnel des travaux de la RD7.

- Mise en œuvre d'une couche granulaire anti-remontée de fissures ;
- Application de la couche de surface ;
- Réalisation des accotements ;
- Rehausse des fossés et adaptation des accès ;
- Adaptation des talus et des bermes.

Lorsque le contexte du chantier impose de respecter un délai de mûrissement des matériaux traités au liant hydraulique, l'entreprise se doit d'organiser et de planifier le chantier afin de minimiser ou mieux d'annuler l'impact du délai de mûrissement sur la durée totale du chantier. S'il y a des travaux de remise en état des dépendances, l'entreprise pourra facilement effacer l'impact du délai de mûrissement sur la durée totale du chantier en mettant à profit la période de mûrissement pour réaliser des travaux sur les dépendances. En d'autres termes, le délai de mûrissement n'a pas d'incidence sur la durée totale du chantier (cf. fig. 5).

Opérations	Calendrier des travaux							
	31.10 au 4.11.22	7 au 11.11.22	14 au 18.11.22	21 au 25.11.22	28.11 au 2.12.22	5 au 9.12.22	12 au 16.12.22	
Décapage des accotements, réalisation des deux tranchées latérales et scarification de l'ancienne chaussée	■							
Retraitement de la chaussée (épandage du liant, malaxage et cure)			■					
Période de prise et de séchage			■ ■ ■ ■ ■					
Travaux sur les accotements et les fossés			■					
Mise en œuvre de la couche granulaire anti-remontée de fissures					■			
Réalisation de la couche de surface en EB 10						■		
Accotements, bermes et signalisation							■	
Remise en circulation							●	



↑ Fragmentation de l'ancienne chaussée sur 15 cm et régalinge du matériau décohésionné sur toute la largeur de la nouvelle plate-forme de chaussée. (©Ludovic Padeloup/Conseil départemental de la Vienne)

Décapage des accotements

Les accotements ont été décapés pour construire la nouvelle plate-forme d'une largeur égale à 6,50 m, en restant dans l'emprise foncière. La terre végétale ainsi décapée a été utilisée ultérieurement pour la constitution des talus des banquettes et des accotements, et pour le modelage des fossés.

Réalisation de deux tranchées latérales

Les rives de chaussée ont été terrassées sur une profondeur de 35 cm et sur une largeur de 0,45 à 0,65 m pour calibrer la future couche d'assise traitée sur une largeur de 6,50 m. (La chaussée actuelle oscille entre 5,20 et 5,60 m de large.)

Scarification de l'ancienne chaussée

L'ancienne voie existante a été décohésionnée sur une profondeur de 15 cm, permettant le mélange entre l'ancienne couche de surface bitumineuse et les premiers niveaux de la couche granulaire située juste en dessous, ce qui a facilité le malaxage ultérieur. Le matériau ainsi décohésionné a été régalingé sur toute la largeur de la nouvelle plate-forme (6,50 m) afin qu'elle soit « bien épaulée ».

« À cette fin, une raboteuse a servi au fraisage de la chaussée, complétée d'un ripper afin de garantir une répartition homogène et uniforme des granulats issus de la fragmentation. Le chantier n'a généré aucun déchet. Les teneurs en eau ont été mesurées lors de cette opération. L'apport d'eau afin d'obtenir la teneur en eau de l'optimum Proctor Modifié a été effectué lors de l'opération de malaxage par injection directe de l'eau dans la cloche du malaxeur », précise Gaëtan Bossé, conducteur de travaux à l'agence Colas de Châtellerault.

Épandage du liant

Le liant retenu pour le retraitement était du Ligex M10 de Heidelberg Materials. L'opération a été menée soigneusement afin d'épandre sur le chantier la quantité exacte de liant définie par l'étude du laboratoire (35 kg/m²).

« Cette opération a été réalisée à l'aide d'un épandeur Streumaster SW18CI (coefficient LTV 333), doté d'un système de dosage volumétrique asservi à la vitesse d'avancement », ajoute Gaëtan Bossé.

Le liant a été ainsi épandu uniformément sur toute la surface de la voie, selon un débit proportionnel à l'avancement de l'épandeur pour respecter le dosage de 5 %. L'uniformité de l'épandage a été vérifiée par des tests « à la bêche ». Plusieurs porteurs se sont succédé pour délivrer au total 850 t de liant.



De gauche à droite ↑ Épandage du liant Ligex M10 à raison de 35 kg/m² (dosage 5%) à l'aide d'un épandeur moderne doté d'un système de dosage volumétrique asservi à la vitesse d'avancement. (©Ludovic Padeloup/Conseil départemental de la Vienne)



De gauche à droite ↑ Malaxage du matériau de l'ancienne chaussée avec le liant Ligex M10 sur une profondeur de 35 cm à l'aide d'un pulvimixeur moderne Wirtgen WR240i, permettant d'obtenir un matériau homogène sur toute l'épaisseur et sur toute la largeur de la nouvelle chaussée. (©Ludovic Padeloup/Conseil départemental de la Vienne)

Malaxage

Le liant et les anciens matériaux ont été malaxés intimement avec une Wirtgen WR240i (coefficient Hépil 22333) pour rendre le matériau homogène. Cette opération a été réalisée sur une profondeur telle qu'on obtienne, une fois le matériau compacté, l'épaisseur déterminée par le dimensionnement, à savoir 35 cm.

Réglage et compactage

Il a été procédé au réglage selon le profil prévu, avant l'intervention finale des compacteurs. « Sur le poste de compactage, un compacteur à billes de type VT2 a densifié le matériau ; puis un compacteur à pneus, lesté à 3 t par roue, en a assuré la bonne fermeture en surface ainsi que la bonne finition », conclut Gaëtan Bossé.

Protection du matériau retraité

À l'issue du traitement, un enduit bitumineux gravillonné a été appliqué, chaque soir, sur la couche retraitée afin de la protéger des intempéries, de l'évaporation de l'eau et du trafic de chantier.

Délai de prise et de séchage

Une semaine de séchage (7 jours) a été observée pour garantir l'obtention des résistances mécaniques visées. À l'issue de ce délai, des mesures de déflexion ont confirmé que le matériau retraité était homogène (valeurs de déflexion groupées) et que le niveau de déflexion autorisait la poursuite des travaux.

Mise en œuvre d'une couche granulaire anti-remontée de fissures

À l'issue de la période de prise et de séchage, une couche anti-remontée de fissures en GNT 0/20 a été mise en place sur une épaisseur de 8 cm (± 2 cm) et sur une largeur de 6,50 m. Elle a été protégée avec un enduit superficiel.



↑ Mise en œuvre de la couche anti-remontée de fissures en grave non traitée sur une épaisseur de 8 cm. (©Ludovic Padeloup/Conseil départemental de la Vienne)

Application de la couche de surface

La chaussée a ensuite reçu une couche de surface en EB10 de roulement tiède (130 °C), à raison de 150 kg/m² (6 cm d'épaisseur) et sur une largeur de 6 m.



De gauche à droite ↑ Mise en œuvre de la couche de surface en EB10. ↑ Le tronçon rénové de la RD7 a reçu un nouveau tapis d'enrobés (EB10 sur 6 cm d'épaisseur), avant d'être rouvert à la circulation le 16 décembre 2022. (©Ludovic Padeloup/Conseil départemental de la Vienne)

Réalisation des accotements

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

Rehausse des fossés et adaptation des accès

Recalibrage des fossés, création des sorties de drains et mise en place de têtes de sécurité sur les passages et accès agricoles.

Adaptation des talus et des bermes

Remise en état de la terre végétale (stockée) sur les talus et les bermes.

Décali de maniabilité et logistique de livraison

Le LHR mis en œuvre est le Ligex M10, fabriqué par Heidelberg Materials dans son usine locale d'Airvault. « Ce liant est fabriqué à 85 km du chantier, essentiellement à base de clinker produit sur place. Adapté aux travaux d'arrière-saison, il confère rapidement au matériau les performances mécaniques nécessaires, permettant à l'entreprise d'optimiser son planning en recouvrant la couche traitée par la GNT puis par la couche d'enrobés », précise Wilfrid Beck, chef de secteur chez Heidelberg Materials.

Les livraisons du liant se sont concentrées sur la semaine 46 (plus précisément du 15 au 22 novembre 2022). Cela a nécessité la mise en place d'une organisation et d'une logistique appropriées, permettant de livrer des quantités importantes de liant (800 t) sur une période relativement courte. « Nous nous sommes ajustés aux contraintes de l'entreprise, notamment au démarrage, afin de les accompagner dans la réalisation qualitative de ce chantier », ajoute Wilfrid Beck.

BILAN

Le chantier a été achevé dans les délais et la route a été remise en service le 16 décembre 2022. « 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 les 5 000 m² par jour. La route est désormais élargie, les accotements stabilisés et les fossés reconstitués », conclut Xavier Sironneau.

La Vienne et son service des routes ont pris le parti d'utiliser le retraitement en place au LHR pour la réhabilitation de la RD7. Deux aspects se sont révélés décisifs dans le choix du retraitement en place à froid au LHR :

- **L'atout environnemental** : le matériau présent dans la chaussée dégradée n'a pas été évacué ni mis en décharge, mais considéré comme un gisement naturel que l'on peut revaloriser à froid.

Conséquences : peu de transports de matériaux ; peu de nuisances ou de dégradations de la voirie liées à la circulation de poids lourds. L'équivalent d'environ 700 trajets en semi-remorques aurait été nécessaire à ce chantier en technique granulaire (cf. tableaux 1 et 2).

- **L'intérêt économique** : la valorisation du matériau de l'ancienne chaussée a rendu superflu d'en acquérir, d'en transporter et d'en mettre en œuvre du nouveau sur place. Ce qui allège le montant de l'opération, en général de l'ordre de 30 à 50 %.



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

ENCART ENVIRONNEMENTAL

INTÉRÊT DU RETRAITEMENT POUR LA PRÉSERVATION DES RESSOURCES

Tableau 1.

Analyse comparative du retraitement vs techniques traditionnelles. Le retraitement génère une économie de ressources de matériaux nobles et une réduction des transports.

Analyse comparative : retraitement vs techniques traditionnelles			
	GNT	Retraitement	GB3
Déblai terre Accotements	Même opération, quelle que soit la technique. Déblai réutilisé.		
Déblai Poutres	Même déblai, quelle que soit la technique.		
Déblai Assise	7 000 m ³	-	3 800 m ³
Matériau d'apport Poutres	GNT - 1 500 m ³	-	GNT - 1 500 m ³
Matériau d'apport Assise	GNT - 6 000 m ³	GNT - 2 100 m ³	GB3 - 2 700 m ³
Liant LHR	-	800 tonnes	-
Couche de surface	C'est la même pour toutes les solutions		
Total	14 500 m ³	2 100 m ³ + 800 t	8 000 m ³
Nombre de semi-remorques	900	130 + 28 citernes	500
Variation au retraitement	+ 742 semi-remorques	-	+ 342 semi-remorques

INTÉRÊT DU RETRAITEMENT EN MATIÈRE DE TRANSPORT

Tableau 2.

Le retraitement en place au LHR permet de générer, sur le poste transport, une économie financière et une réduction des impacts sur l'environnement par rapport aux techniques traditionnelles.

Technique	Nombre de semi-remorques ou citernes	Distance aller-retour (km)	Consommation de fioul	Coût fioul (€)		Impacts			
						GES (t Eq CO ₂)		E (MJ)	
Granulaire	900	100	27 000	41 040	+ 407 %	70	+ 400 %	945.10 ³	+ 408 %
Renforcement GB3	342	60	6 156	9 357	+ 15 %	16	+ 14 %	215.10 ³	+ 16 %
Retraitement	130	100	3 900	8 098	0	14	0	186.10 ³	0
	28	170	1 428						

Hypothèses de calcul : Distance aller-retour pour la GNT : 100 km | Distance aller-retour pour la GB3 : 60 km | Distance aller-retour pour le LHR : 170 km | Consommation semi-remorques et citernes : 30 l/100 km | Coût fioul : 1,52 €/l.



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

RÉOUVERTURE À LA CIRCULATION

« À l'issue de la semaine de travaux de retraitement prévue – la météo ayant été favorable – et de sept jours de mûrissement, le tronçon retraité a reçu une couche granulaire anti-remontée de fissures puis d'un tapis d'enrobés (EB10 sur 6 cm d'épaisseur). Après des travaux de mise à niveau des accotements et des fossés, la réalisation de la signalisation horizontale et la remise en place de la signalisation verticale, il a été rouvert à la circulation le vendredi 16 décembre 2022, conformément au planning initial, après réalisation du marquage axial », conclut Thomas Lebrun.

Parfaitement menée et respectueuse des objectifs environnementaux, cette deuxième expérience de retraitement à froid au LHR sur la RD7 devrait être suivie d'autres sur ce même axe ainsi que dans la Vienne.

« Il ne s'agit que d'une deuxième tranche. Il y en aura sans doute d'autres, car nous devons entretenir et rénover notre réseau, tout en tenant compte de l'évolution du trafic », précise Ludovic Padeloup.

« Nous devons améliorer et faciliter la mobilité dans notre département, notamment sur ce tronçon de la RD7. Ce chantier d'élargissement et de rénovation de la route, ayant utilisé des techniques efficaces et rapidement mises en œuvre, nous y aide ! » conclut Xavier Sironneau. ■

CALENDRIER

- > **Mai 2022 :**
Études de projet
- > **Juin 2022 :**
Dossier de consultation des entreprises
- > **Juillet 2022 :**
Lancement de la consultation
- > **Août 2022 :**
Analyse des offres
- > **Septembre 2022 :**
Notification du marché à l'entreprise retenue
- > **Octobre 2022 :**
Préparation préalable à l'exécution des travaux
- > **2 novembre 2022 :**
Démarrage des travaux
- > **Du 2 au 14 novembre :**
Décapage des accotements, réalisation des deux tranchées latérales et scarification de l'ancienne chaussée
- > **Du 15 au 22 novembre :**
Retraitement de la chaussée (épandage liant, malaxage et cure)
- > **Du 22 au 29 novembre :**
Prise et séchage du matériau retraité ; travaux sur les accotements et les fossés
- > **Du 30 novembre au 2 décembre :**
Mise en œuvre de la couche granulaire anti-remontée de fissuration
- > **Du 5 au 7 décembre :**
Réalisation de la couche de surface en EB 10
- > **Du 8 au 15 décembre :**
Accotements, bermes et signalisation
- > **16 décembre 2022 :**
Réception des travaux

EN QUELQUES CHIFFRES

- > Linéaire total : 3 660 m
- > Retraitement en place au Ligex M10 : 23 800 m²
- > Largeur du retraitement : 6,50 m
- > Profondeur du retraitement : 0,35 m
- > Qualité du retraitement : R1
- > Qualité du matériau en place : M1
- > Épandeur LTV : 333
- > Malaxeur Hépil : 22 333
- > Liant hydraulique routier : 800 tonnes de Ligex M10
- > Dosage du LHR : 5 %
- > Réglage et couche anti-fissuration : GNT 0/20, d'épaisseur 8 cm (±2 cm)
- > Cure sur retraitement et sur couche GNT
- > Couche de roulement : EB 10 de roulement tiède (130 °C), largeur de 6 m, épaisseur de 6 cm (150 kg/m²)

LIENS UTILES

- > Département de la Vienne : <https://www.lavienne86.fr>
- > Colas : <https://www.colas.com>
- > Heidelberg Materials : <https://www.heidelbergmaterials.fr>
- > Cimbéton : <https://www.infociments.fr/route>



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #mieuxvivre #technique #Chausséescomposites

Routes info

- TECHNIQUE -

LES CHAUSSÉES COMPOSITES

Excellence technique, économique et environnementale : l'alliance béton-enrobé pour les ouvrages sollicités

Les chantiers expérimentaux réalisés en 1998 sur la RN141 en Charente et en 2001 sur la RN4 en Moselle ont montré la faisabilité de la technique et le bien-fondé des hypothèses de dimensionnement. Après plus de 25 ans sous de très forts trafics, ces chaussées n'ont reçu qu'un entretien de surface. [...] De nombreuses réalisations avec cette technique ont été depuis réalisées avec succès (voie bus à Nantes, giratoires, route départementale en Mayenne, etc.).

Gilles Laurent - ex-CETE de l'Ouest. Chargé par le SETRA pour l'assistance à maîtrise d'ouvrage et pour le suivi des chantiers expérimentaux en chaussées composites RN141 et RN4.

Juillet 2024

©Cimbéton

Texte : Joseph Abdo
& Cédric Le Gouil

Photo d'ouverture :

RN141. Déviation des Rassats-Favrauds. Mise en œuvre de la chaussée composite en BAC/GB3 en 1998. Cette structure assure parfaitement son rôle aujourd'hui sans avoir fait l'objet d'entretien structurel. (@Gilles Petit/DIRA).



↑ Chaussée composite BAC/GB3.



↑ Chaussée composite BC5g/GB3.

Les chaussées composites

Les structures composites BAC/GB3 et BC5g/GB3 sont utilisées avec succès depuis vingt-sept ans sur le réseau routier à moyen et fort trafic. Ces structures se comportent de façon très satisfaisante grâce à la pérennité du collage à l'interface entre le béton et le matériau bitumineux sous-jacent. Cela offre la possibilité de réduire l'épaisseur de la chaussée composite par rapport à des structures classiques béton/béton maigre, ce qui rend ces structures à la fois compétitives et à faible impact sur l'environnement.

LE CONTEXTE

Depuis leur apparition en France au début du XX^e siècle, les chaussées en béton ont sans cesse évolué dans leur conception et dans les règles de l'art spécifiques qui les régissent. Ainsi, d'une structure de chaussée constituée d'une seule couche de béton et rythmée par des joints de dilatation séparant de longues dalles armées ou non, la technique a évolué, petit à petit, pour atteindre, dans les années 1980 et 1990, une structure comprenant en principe deux couches (revêtement en béton, armé ou non, sur fondation en matériau traité au liant hydraulique), dont l'interface est volontairement décollée à la construction afin de se prémunir contre les remontées, en surface du revêtement, des fissures de retrait de la fondation.

Ces structures sont certes performantes et durables, mais souffrent d'un handicap économique et, de surcroît, environnemental, lié à leur conception même. En effet, le décollement à l'interface entre le revêtement en béton et la fondation en matériaux traités aux liants hydrauliques, volontairement réalisé à la construction, a pour inconvénient de conduire, conformément aux règles de dimensionnement en vigueur et par rapport à l'hypothèse d'une interface collée, à une majoration des contraintes horizontales générées par le trafic à la base du revêtement en béton, donc à des épaisseurs de chaussées plus importantes.

Pour optimiser le dimensionnement des structures de chaussées en béton et améliorer ainsi leur compétitivité, plusieurs pistes ont été envisagées et étudiées afin de trouver une solution permettant le collage à l'interface entre le revêtement et la fondation d'une structure en béton, sans engendrer de problèmes néfastes en surface.

Ainsi, à l'initiative, d'une part, de la profession des routes en béton (l'industrie cimentière représentée par son association de promotion Cimbéton et les entreprises routières du béton, représentées par le syndicat professionnel Specbea) et, d'autre part, de l'administration des routes représentée par le Sétra, un nouveau concept de chaussée composite a été imaginé en France vers 1995, testé dans le cadre du projet national Fabac, expérimenté dans le cadre de projets de routes à fort trafic, suivi dans le temps et enfin validé.

LA CHAUSSEE COMPOSITE

Qu'est-ce qu'une chaussée composite ?

Une chaussée composite est une structure constituée de deux couches :

- Un revêtement en béton armé continu (BAC) ou en dalles béton non armées et à joints goujonnés BC5g ;
- Une couche de fondation en grave-bitume GB3.

Elle est posée sur une plate-forme support de bonne qualité, dont la portance est supérieure ou égale à :

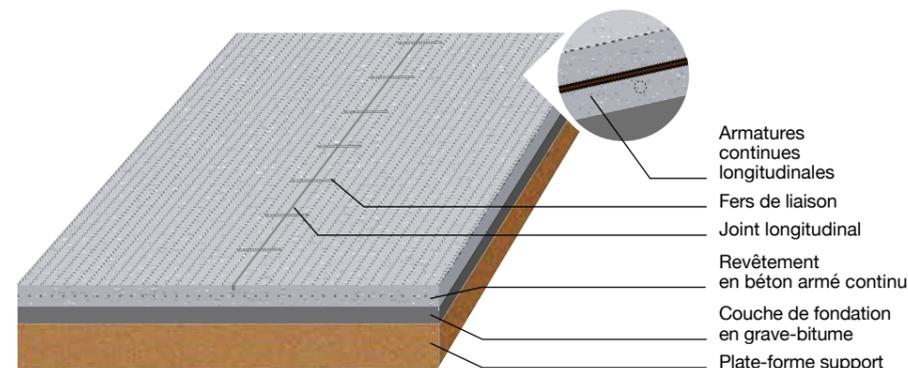
- PF3 (120 < EV2 ≤ 200 MPa) pour une structure BAC/GB3 ;
- PF2qs (80 < EV2 ≤ 120 MPa) pour une structure BC5g/GB3.

Ce mélange des techniques permet de tirer profit des qualités de durabilité du béton de ciment et de souplesse des produits bitumineux (cf. fig. 1 et 2).

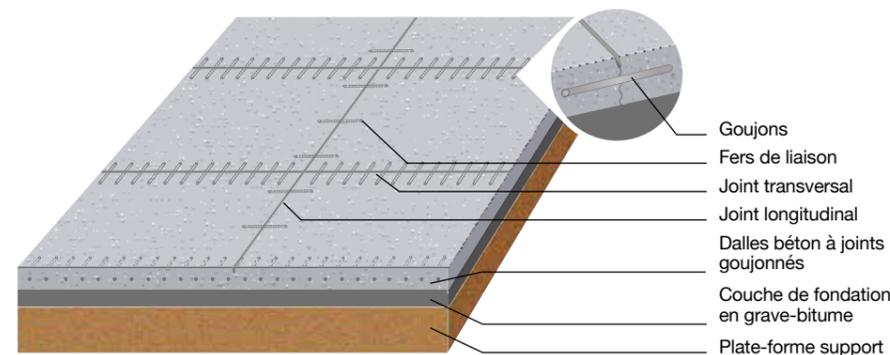
Le concept de chaussée composite

Le concept repose sur le principe de l'utilisation optimale des qualités mécaniques intrinsèques des matériaux et du collage « naturel » et durable du béton mis en œuvre sur un matériau bitumineux :

- Pour le revêtement en béton :
 - > Un module élastique élevé : 35 000 MPa.



← Figure 1.
Schéma d'une structure en béton armé continu (BAC) avec fondation en grave-bitume GB3.



← Figure 2.
Schéma d'une structure en dalles béton non armées et à joints goujonnés avec fondation en grave-bitume GB3.

- > Un module élastique invariant dans le temps : insensible à la température et à la durée d'application des charges.
- > Résistance à toute épreuve à l'érosion et au gel.

Le béton est donc idéalement destiné à être placé en couche supérieure de chaussée, car ses performances de résistance/résilience aux charges et aux aléas climatiques permettent de garantir une durée de service longue et optimale.

- Pour la fondation en grave-bitume :
 - > Un module élastique modéré : 9 000 MPa.
 - > Un module viscoélastique variant dans le temps en fonction de la température (23 000 MPa à -10 °C et 1 000 MPa à +40 °C) et en fonction de la durée d'application de la charge.
 - > Un matériau non érodable, sans retrait et souple admettant des déformations assez fortes sans rupture.

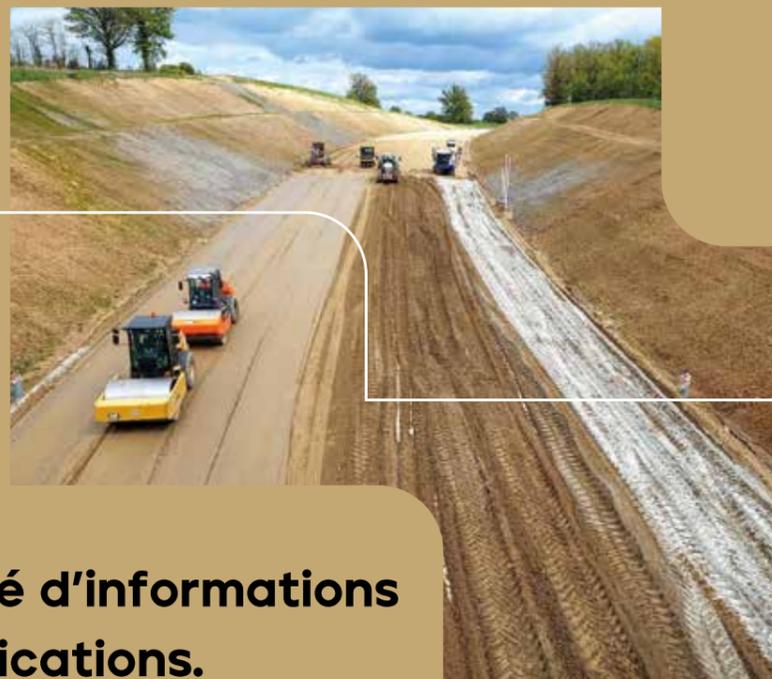
La grave-bitume est donc idéalement destinée à être placée en couche de fondation, car ses propriétés structurantes et sa capacité à reprendre les contraintes en traction permettent d'optimiser la structure de chaussée.

- Pour le collage à l'interface entre le revêtement béton et la grave-bitume :
 - > Il est « naturel », car il est obtenu sans l'utilisation d'aucune colle ni produit chimique.
 - > Il est durable à condition, d'une part, que la surface bitumineuse qui reçoit le béton soit propre et rugueuse et, d'autre part, que la couche bitumineuse soit monolithique, de bonne qualité (module, compacité et déformabilité) et d'épaisseur suffisante.
 - > La durabilité du collage à l'interface entre le BAC et la GB3 est validée par des investigations (relevés visuels, essais d'ovalisation) sur des chantiers avec un recul de plus de vingt-deux ans (dernières mesures en 2020). Pour les structures en BC5g sur GB3, la durabilité du collage est observée sur des chantiers réalisés avec un recul de plus de quinze ans (dernières mesures en 2020).

Le dossier thématique RI#36 (publié par Cimbéton en 2024) « Les chaussées composites. Excellence technique, économique et environnementale : l'alliance béton-enrobé pour les ouvrages sollicités » décrit la technique sous tous ses aspects, souligne ses performances et donne la parole à un panel d'experts et d'utilisateurs. Des représentants de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre et d'entreprises nous éclairent par leurs témoignages et nous font bénéficier de leurs retours d'expérience. ■



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



Infociments, le concentré d'informations 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, de **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 de notre documentation technique** (brochures, guides, vidéos et logiciels) disponibles facilement et gratuitement.

Votre site

Les actualités de la filière
 Une bibliographie technique
 Des publications références
 Des webinaires live et vidéos
 Des outils d'aide à la décision



Ensemble, accélérons
 la construction durable.

infociments.fr



Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur infociments.fr



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #mieuxvivre #chantier #lianthydrauliqueroutier

Routes info

- CHANTIER -

#37

Retraitement des chaussées en place :
 capitalisation des acquis et innovation
 dans l'Oise

Routes info #37
 RD119
 Briot - Briot-la-Grange
 OISE (60)



Liant
 hydraulique
 routier



Recyclage
 en place



Surface
 retraitée :
 7 000 m²



Oise

PRINCIPAUX INTERVENANTS	
Maîtrise d'ouvrage	Conseil départemental de l'Oise
Maîtrise d'œuvre	Conseil départemental de l'Oise
Entreprise	Colas (agence de Beauvais)
Fournisseur du liant ROC VDS	EQIOM
Fournisseur de l'émulsion de bitume	Colas (usine d'Amiens)

Retraitement des chaussées en place : capitalisation des acquis et innovation dans l'Oise

Après 47 chantiers de retraitement en place au liant hydraulique routier (LHR) (classe 4, selon le guide « Retraitement en place à froid des anciennes chaussées », Sétra/LCPC, 2003), réalisés entre 2007 et 2022, le département de l'Oise a poursuivi son programme de recherche et d'innovation avec les entreprises Eurovia et Colas. Il a confié à Eurovia, en 2022, un premier chantier de retraitement avec un liant composé (classe 5, selon le même guide Sétra/LCPC, 2003), puis à Colas, en 2023, un deuxième chantier de retraitement en place au LHR ROC VDS d'EQIOM (classe 4) et au liant mixte ROC VDS + émulsion de bitume (classe 5) sur la RD119, entre Briot et Briot-la-Grange. D'une longueur de 1,2 km, 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, le problème de la présence d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans l'ancienne voirie.

SITUATION

La route départementale RD119, ancienne et à caractère local, relie Songeons à Grandvilliers. D'une longueur d'environ 16 km et d'une largeur de chaussée de 5,50 m, elle traverse un paysage verdoyant et vallonné. Les formations géologiques affleurantes sont de type argilo-limoneux, recouvrant un socle crayeux.

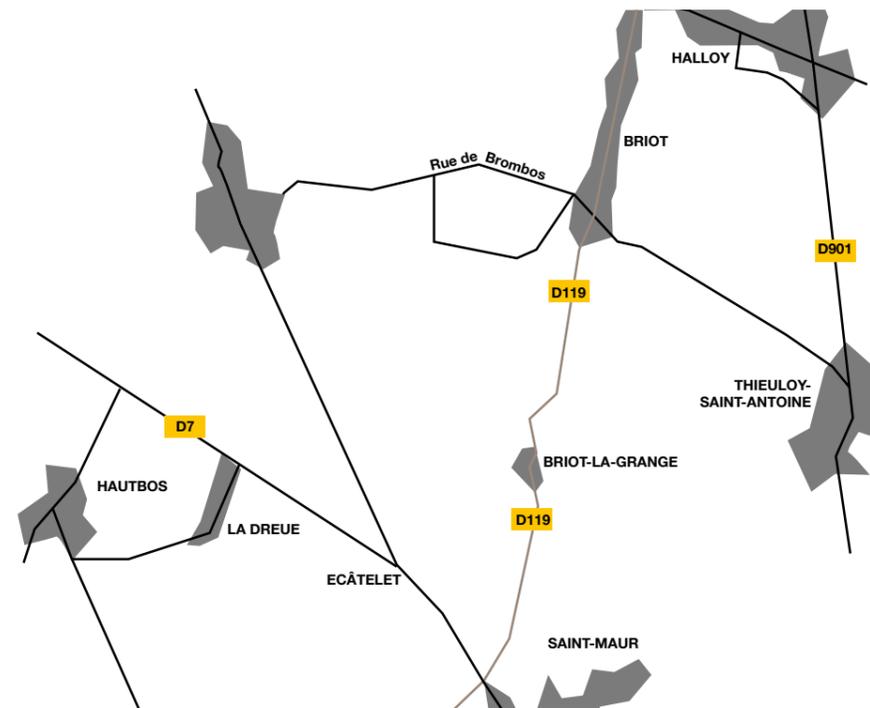
Bordée d'exploitations agricoles et de zones d'activité, la RD119 traverse plusieurs communes du nord-ouest du département de l'Oise, telles que Morvillers, Le Ply, Thérines, Briot-la-Grange et Briot. Elle croise plusieurs routes départementales, telles que la RD7 (Écâtelet – Saint-Maur), la RD72 (Petit-Halloy – Prévillers), la RD96 (Brombos – Thieuloy-Saint-Antoine) et la RD150 à Morvillers (cf. fig. 1).

ÉTAT DES LIEUX

La route est empruntée par de nombreux engins agricoles et par quelques poids lourds. Elle enregistre un trafic lourd moyen journalier faible, de l'ordre de 25 poids lourds par jour.

« La RD119 n'était pas en bon état : elle portait les stigmates du temps, en particulier sur le tronçon situé entre Briot et Briot-la-Grange », précise Lyonel Bossier, directeur général adjoint du conseil départemental de l'Oise, chargé de l'aménagement durable, de l'environnement et de la mobilité.

« La circulation associée aux sollicitations climatiques (gel, pluie) avait provoqué au fil du temps des dégradations importantes et dangereuses, en rives comme à l'axe de la chaussée », ajoute David Chedeville, chef du service des opérations de modernisation du réseau, chargé du portefeuille de rénovation des chaussées, des carrefours, de l'entretien courant des ponts.



← Figure 1.
Plan de situation de la RD119.

Investigations visuelles

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

Diagnostic de la chaussée entre Briot et Briot-la-Grange

Une campagne d'analyses amiante/HAP est réalisée par le département de l'Oise pour identifier la présence de ces polluants. Elle est suivie par une campagne de diagnostic de la chaussée de la RD119 effectuée par l'entreprise Colas.

« Les essais de déflexion, réalisés entre Briot et Briot-la-Grange, montrent un comportement mécanique médiocre, reflétant une insuffisance structurelle de la route (chaussée + support) », indique David Chedeville.

C'est le signe évident d'une structure de chaussée sous-dimensionnée pour le trafic qu'elle supporte, même si ce trafic est relativement faible.

En outre, dans le cadre de l'analyse amiante/HAP, les prélèvements effectués dans l'agglomération de Briot et entre Briot et Briot-la-Grange révèlent que la chaussée contient du goudron de houille, identifié dans la couche de surface à un taux relativement élevé (1 260 ppm ou mg/kg).

Cette découverte change l'équation économique et technique du chantier, et conforte le choix originel d'un retraitement en place au LHR hors agglomération, avec l'apport du rabotage de l'agglomération de Briot. En effet, plutôt que d'évacuer les matériaux (fraisats d'enrobés) présentant de forts taux de HAP vers des installations de stockage de déchets dangereux (ISDD), il apparaît plus écologique (car moins consommateur de ressources naturelles) et économique de les réemployer sur place. L'objectif premier du traitement au LHR est de redonner une homogénéité de portance à la voirie qui soit pérenne dans le temps. Cette option permet d'obtenir *in fine* un massif semi-rigide, insensible à l'action de l'eau ou du gel et dont la montée en résistance est rapide. Enfin, l'apport d'émulsion en plus du LHR (retraitement de classe 5) permet d'agir sur le comportement viscoélastique du mélange qui pourrait se traduire par une limitation de la fissuration.

Structure de chaussée en place avant les travaux

Les investigations menées et la campagne de carottages effectuée ultérieurement par l'entreprise Colas (un carottage tous les 200 mètres) ont permis d'identifier la structure de la chaussée existante (nature et épaisseur des couches) (cf. fig. 2) :

BON À SAVOIR

HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

Utilisé anciennement en construction routière comme liant hydrocarboné, le goudron de houille renferme de fortes teneurs en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Certains de ces HAP sont officiellement classés par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) comme cancérigènes pour l'homme. Ils font donc l'objet d'une réglementation stricte à cause de leur dangerosité avérée.

Lorsque ces polluants existent en taux élevé (> 50 mg/kg ou ppm) dans les fraisats d'enrobés, deux solutions sont envisageables :

> L'extraction et la mise en décharge des matériaux. Les décharges capables de les accueillir – installations de stockage de déchets dangereux (réglementées 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 300 à 400 € la tonne), sans parler des coûts de transport.

> En alternative, comme la réglementation ne l'interdit pas, il est possible de les réemployer sur place, dans le cadre d'un retraitement à froid, afin de les soustraire à leur statut de déchets. Leur localisation reste connue, ils sont identifiés et traçables.

Photo d'ouverture :

RD119. Retraitement en place au liant hydraulique routier ROC VDS entre Briot et Briot-la-Grange. L'humidification du matériau est réalisée directement dans la cloche du malaxeur. (©Colas)



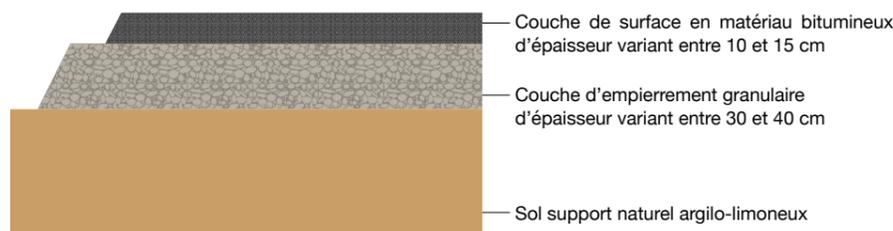
↑ État de la RD119 avant les travaux. (©Colas)



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

→ **Figure 2.**
Coupe en travers-type de la chaussée existante.

- > Une couche de surface de nature et d'épaisseur variables (de 10 à 15 cm), composée d'un empilement de couches bitumineuses (enduit superficiel, enrobé bitumineux) et comportant un fort taux de HAP (1260 ppm ou mg/kg) qui rend leur revalorisation à chaud impossible.
- > Une couche d'empierrement granulaire, d'épaisseur variable (entre 30 et 40 cm).
- > Un support naturel argilo-limoneux.



UN PROJET ET DEUX LOTS DE RÉHABILITATION

Souhaitant poursuivre sa politique de recherche de solutions d'entretien de chaussée et partant du constat que la couche de roulement de l'ancienne chaussée de la RD119 contient de forts taux de HAP, le conseil départemental de l'Oise décide de confier à Colas la réalisation de ce chantier dans le cadre d'un marché à bons de commande. La commande, accompagnée d'un protocole de suivi (cf. encadré p. 23), est scindée en deux lots, planifiés pour être réalisés successivement.

Un lot urbain : la traversée de Briot

Les travaux de rénovation de la chaussée à Briot sont effectués en premier, en faisant appel à une technique traditionnelle. Celle-ci consiste à raboter l'ancienne couche de roulement présentant de forts taux de HAP, à réaliser des travaux de purges ponctuelles et à mettre en place une nouvelle couche de roulement en enrobés BBSG 0/10, de classe 3 et d'épaisseur 6 cm. Les enrobés rabotés – que l'on appelle « fraisats d'enrobés » – sont réutilisés par retraitement, comme substitut granulaire, sur le chantier.

Un lot rural, situé entre Briot et Briot-la-Grange, portion présentant des dégradations structurelles

Il s'agit, entre Briot et Briot-la-Grange, de procéder à l'élargissement de la chaussée (de 5,50 à 6 m), à son reprofilage et au renforcement de la route sur une longueur de 1,2 km. La superficie totale s'élève à environ 7 000 m². Ce lot comprend trois sections, où sont appliquées des techniques différentes (cf. fig. 3) :

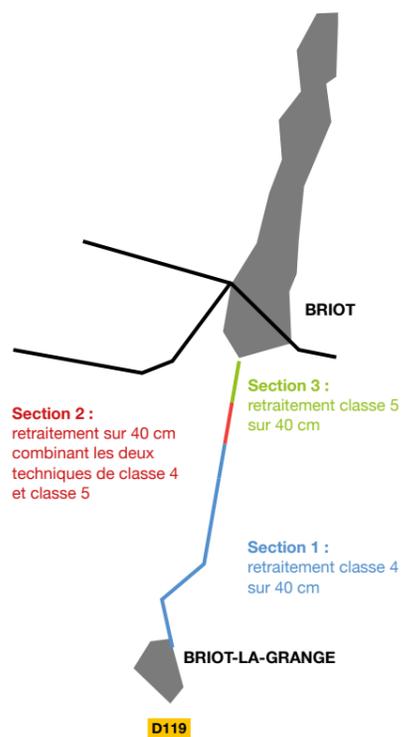
- > **Section 1** (800 m à partir de la sortie de Briot-la-Grange et en direction de Briot) : solution classique de retraitement de la chaussée en place au LHR (retraitement de classe 4) avec apport des fraisats d'enrobés de l'agglomération, afin de poursuivre l'optimisation de cette technique ;
- > **Section 3** (200 m à partir de la sortie de Briot et en direction de Briot-la-Grange) : planche expérimentale de retraitement de la chaussée en place avec un liant mixte (LHR + émulsion de bitume – retraitement classe 5) avec apport des fraisats d'enrobés de l'agglomération, afin de tester une solution plus souple que le retraitement en place au LHR ;
- > **Section 2** (200 m entre les sections 1 et 3) : planche expérimentale de retraitement de la chaussée en place combinant les deux techniques de classe 4 et classe 5.

« Les techniques classiques de renforcement structurel des chaussées n'ont pas été toujours satisfaisantes. Le département de l'Oise a mené, depuis une quinzaine d'années, dans le cadre d'un programme de recherche et d'innovation en partenariat avec les entreprises, une série de chantiers afin de rénover les chaussées en adaptant l'épaisseur du retraitement et le dosage des liants : l'enjeu était d'obtenir un renforcement structurel adapté au trafic. Ces chantiers satisfont à la fois à des objectifs techniques, économiques et surtout environnementaux », précise Lyonel Bossier.

« Le retraitement en place au LHR permet de valoriser in situ des matériaux contenant des HAP. Ils ne sont pas mis en décharge, ce qui élimine les coûts de transport et celui de leur mise en décharge », ajoute David Chedeville.

« Avec ce nouveau chantier sur la RD119, nous nous intéressons au retraitement mixte (classe 5), car nous cherchons à la fois la résistance mécanique apportée par le LHR et la souplesse apportée par l'émulsion de bitume. Le suivi dans le temps (durant cinq ans) des trois sections prévues va nous permettre de dresser un bilan de comportement comparant le retraitement au LHR (classe 4) et le retraitement mixte (classe 5) », ajoute Lyonel Bossier.

↓ **Figure 3.**
Plan de situation des trois sections sur la RD119, entre Briot et Briot-la-Grange.



Étude de la solution de retraitement et choix des structures des 3 sections

Pour valider la faisabilité du retraitement en place et déterminer le dosage optimal des liants, Colas mène une campagne de sondages (un sondage tous les 200 mètres) et procède à un échantillonnage représentatif des matériaux de l'ancienne structure (matériau granulaire de l'assise + couche de roulement). Les échantillons font tout d'abord l'objet d'une étude d'identification : détermination de la granulométrie, de l'argilosité des matériaux (valeur de bleu VBs) et des références de compactage (Proctor modifié) ; puis de trois études de formulation (une étude de retraitement au LHR classe 4 et deux études de retraitement mixte classe 5), destinées à déterminer les dosages des liants (LHR et émulsion de bitume) pour garantir l'obtention des performances mécaniques visées.

« L'ancienne chaussée, du fait de sa structure (nature et homogénéité des matériaux, épaisseur disponible) était compatible avec le retraitement envisagé sur une épaisseur de 40 cm », indique Christian Raynaud, chef de service des pôles études Colas France – Territoire Nord-Est.

Par ailleurs, la voie relativement linéaire ne comporte pas de réseaux ni d'écarts (regards, bouches à clef, etc.) pouvant gêner l'intervention d'un malaxeur.

En outre, les résultats de l'étude de formulation ont permis à Colas de soumettre au conseil départemental de l'Oise, pour chacune des trois sections prévues, une typologie et un dimensionnement de la structure de chaussée retraitée, conformément aux stipulations du guide « Retraitement des chaussées en place » (Sétra/LCPC, 2003) et à la norme NF P 98086 « Dimensionnement des chaussées » (cf. fig. 4).

> Section 1*

- Couche de surface en BBSG 0/10, classe 3 et d'épaisseur 6 cm ;
- Couche d'assise retraitée LHR ROC VDS (NF EN 13282), d'épaisseur 40 cm et de largeur 6 m ;
- Sol support argilo-limoneux.

> Section 2*

- Couche de surface en BBSG 0/10, classe 3 et d'épaisseur 6 cm ;
- Couche d'assise retraitée au LHR ROC VDS sur une épaisseur totale de 40 cm et sur une largeur de 6 m. Cette couche est ensuite partiellement retraitée à l'émulsion de bitume dans sa partie haute ;
- Sol support argilo-limoneux.

> Section 3*

- Couche de surface en BBSG 0/10, classe 3 et d'épaisseur 6 cm ;
- Couche d'assise retraitée au LHR ROC VDS (NF EN 13282) et à l'émulsion de bitume, d'épaisseur 40 cm et de largeur 6 m ;
- Sol support argilo-limoneux.

MISE EN ŒUVRE

« Ces travaux, planifiés en juillet 2023, ont duré un mois et demi environ, avec fermeture à la circulation de la RD119 », précise Matthieu Ridet, chef de l'agence Colas de Beauvais. La date a été choisie en concertation avec les agriculteurs pour éviter les périodes de récolte et pour réduire au maximum l'impact du chantier.

« Un itinéraire de contournement a été mis en place (cf. fig. 5). Au sud de Briot-la-Grange, au niveau du carrefour RD119-RD7, soit il emprunte la RD7 en direction de Saint-Maur et continue jusqu'au carrefour RD7-RD901, puis direction Grandvilliers, soit il emprunte la RD7 en direction

BON À SAVOIR

PROTOCOLE DE SUIVI

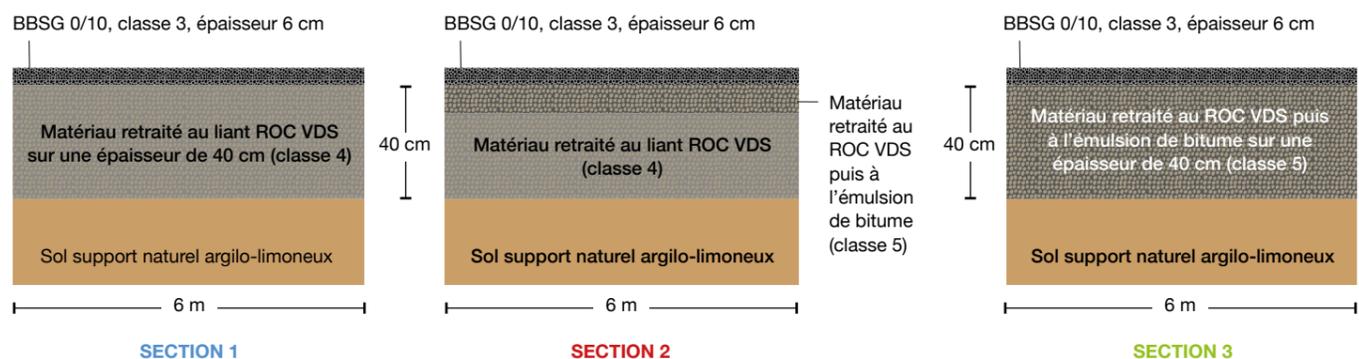
Ce chantier fait l'objet d'un protocole de suivi, sur une durée de cinq ans, entre le conseil départemental de l'Oise et l'entreprise Colas, dont le programme est le suivant :

1. Échéancier : 30 j ; 60 j ; 360 j ; 2 ans ; 3 ans et 5 ans ;
2. Prélèvement de carottes : analyses et mesures des performances mécaniques (Rtb ; E) ;
3. Déflexion à la poutre de Benkelman et au FWD pour déceler d'éventuels décollements ;
4. Uni à l'APL.

* Dosages évalués par des études de formulation.

↓ **Figure 4.**

Profils en travers de la nouvelle chaussée pour les trois sections.

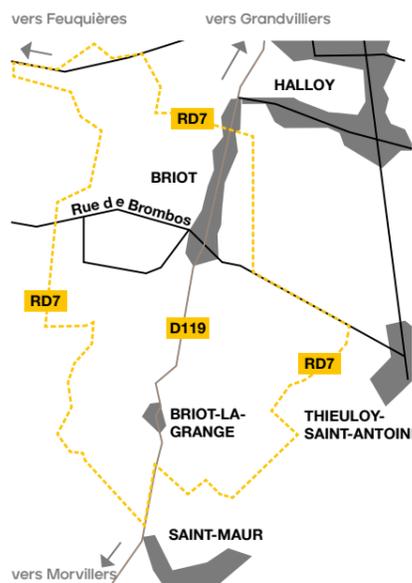




Vidéos, Guides techniques, organisation de Journées techniques, découvrez les outils mis à votre disposition sur : infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers

« Ces travaux, planifiés en juillet 2023, ont duré un mois et demi environ, avec fermeture à la circulation de la RD119. [...] Un itinéraire de contournement a été mis en place. »

↓ Figure 5. Itinéraire de contournement mis en place durant la période des travaux.



de Feuquières, puis la route RD124 à Feuquières en direction de Grandvilliers. Au nord de Briot, l'itinéraire emprunte soit la RD901 puis la RD7, soit la RD124 puis la RD7 », ajoute Matthieu Ridel.

Étapes de réalisation des travaux

Les travaux ont débuté précisément le 17 juillet 2023, après la mise en place des déviations. Le chantier se déroule en différentes étapes :

- Rabotage de la couche de roulement de la traversée de Briot et stockage du fraisat d'enrobés sur site ;
- Retraitement au LHR ROC VDS ;
- Retraitement à l'émulsion de bitume.

Retraitement au LHR ROC VDS

- Décapage des accotements ;
- Fragmentation de l'ancienne chaussée ;
- Apport des fraisats d'enrobés rabotés sur la traversée de Briot ;
- Épandage du liant ;
- Malaxage ;
- Réglage et compactage ;
- Protection du matériau retraité.

Décapage des accotements

Les accotements sont décapés sur une largeur de 0,25 m pour construire la nouvelle plate-forme d'une largeur égale à 6 m. La terre végétale ainsi décapée sera utilisée pour la constitution des talus des banquettes et des accotements comme pour le modelage des fossés.

Fragmentation de l'ancienne chaussée

L'ancienne voie existante est décohesionnée sur une profondeur de 15 à 20 cm, permettant le mélange entre l'ancienne couche de roulement bitumineuse et les premiers niveaux de la couche granulaire située juste en dessous, ce qui facilitera le malaxage ultérieur. Le matériau ainsi décohesionné est régalez sur toute la largeur de la nouvelle plate-forme (6 m). À cette fin, une raboteuse est utilisée pour le fraisage de la chaussée. Le chantier ne génère aucun déchet. La teneur en eau est mesurée.

Apport des fraisats d'enrobés

Il s'agit des fraisats d'enrobés pollués aux HAP, issus de la couche de roulement de la traversée de Briot et qui ont été stockés sur site. On régalez sur une épaisseur de 0,06 m ± 2 cm et une largeur de 6 m, couvrant la largeur de la chaussée existante et les accotements dérasés. La couche de fraisats d'enrobés est réglée au profil au moyen d'une niveleuse guidée par GPS.



↑ Réglage des fraisats d'enrobés et mise au profil à l'aide d'une niveleuse guidée par GPS. (©Colas)

Épandage du liant

L'opération est menée soigneusement afin d'épandre sur le chantier la quantité exacte du liant ROC VDS d'EQIOM définie par l'étude du laboratoire. L'uniformité de l'épandage est vérifiée par des tests « à la bêche ». Plusieurs porteurs de liant se succèdent pour délivrer au total 250 t.

« Cette opération a été réalisée à l'aide d'un épandeur Streumaster SW18CI (coefficient LTV 333), doté d'un système de dosage volumétrique asservi à la vitesse d'avancement. Le liant est ainsi épandu uniformément sur toute la surface de la voie, selon un débit proportionnel à l'avancement

de l'épandeur pour respecter le dosage visé », précise Ophélie Thiry, conductrice de travaux de l'agence Colas de Beauvais.

Malaxage

Le liant et les matériaux sont malaxés intimement avec un pulvimixeur, de sorte à produire un matériau homogène. Ce malaxage est réalisé sur une profondeur telle que, une fois le matériau compacté, on obtient l'épaisseur déterminée par le dimensionnement, à savoir 40 cm. Le retraitement est effectué sur une largeur de 6 m, en plusieurs passes.

« Un pulvimixeur Wirtgen 250i, précédé d'une tracto-cuve injectant directement l'eau dans la cloche, a été utilisé pour effectuer le malaxage du LHR avec les matériaux de l'ancienne chaussée et les fraisats d'enrobés d'apport, en vue d'obtenir un matériau homogène, à la bonne teneur en eau, sur toute l'épaisseur du traitement », indique Ophélie Thiry.



De gauche à droite ↑ Malaxage du matériau et du liant ROC VDS à l'aide d'un malaxeur Wirtgen 250i et humidification du mélange par injection dans la cloche du malaxeur. ↑ Épandage du liant ROC VDS à la surface des fraisats d'enrobés à l'aide de l'épandeur Streumaster SW18CI (LTV 333). ↑ Aspect du matériau retraité après le passage du malaxeur. (©Colas)

Réglage et compactage

Il est procédé au réglage selon le profil prévu, avant l'intervention finale des compacteurs. Sur le poste de compactage, un compacteur à billes de type V4 densifie le matériau, puis un compacteur à pneus, lesté à 3 t par roue, en assure la bonne fermeture en surface ainsi que la finition. Le nombre de passes des compacteurs a été déterminé, au démarrage du chantier, sur une planche d'essais pour atteindre la masse volumique Proctor modifié.

« La qualité de compactage (q2) est vérifiée par des essais fréquents de densité en place, mesurée à l'aide d'un gamma-densimètre », précise Freddy Muysmond, adjoint opérationnel de la région Champagne-Ardenne-Picardie de l'entreprise Colas.



De gauche à droite ↑ Un atelier de compactage en action. ↑ Le retraitement au LHR est suivi par un nivellement et par la mise au profil du matériau. (©Colas)

Protection du matériau retraité

À l'issue du traitement, chaque soir, un enduit bitumineux gravillonné est appliqué sur la couche retraitée afin de la protéger des intempéries, de l'évaporation de l'eau et du trafic de chantier.



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

Retraitement à l'émulsion de bitume

Le retraitement à l'émulsion de bitume est effectué sur les sections 2 et 3, immédiatement après le retraitement au LHR. Un pulvimixeur Wirtgen 250i, accompagné d'une citerne injectant directement l'émulsion de bitume dans la cloche, est utilisé pour malaxer l'émulsion de bitume et les matériaux de la chaussée retraitée au LHR. L'opération est menée soigneusement afin d'injecter dans la cloche la quantité exacte d'émulsion de bitume, définie par l'étude du laboratoire, sur une épaisseur :

- de 0,10 m sur la section 2 ;
- de 0,40 m sur la section 3.

Une fois le malaxage réalisé, le matériau est mis au profil et compacté.



De gauche à droite ↑ Section 3. Atelier de retraitement mixte au liant ROC VDS (liant épandu au sol) et à l'émulsion de bitume (injectée directement dans la cloche du malaxeur). ↑ Section 2. Atelier de retraitement partiel à l'émulsion de bitume du matériau déjà retraité au liant ROC VDS. (©Colas)

« Sur ce chantier, des mesures de déflexion à la poutre de Benkelman et des mesures de déflexion au Falling Weight Deflectometer (FWD) ont été effectuées en parallèle, afin de constituer une base de données comparative entre les deux méthodes de mesure. »

Délai de prise et de séchage

Une semaine de séchage (sept jours) est observée pour garantir l'obtention des résistances mécaniques visées. À l'issue de ce délai, des mesures de déflexion à la poutre de Benkelman confirment que le matériau retraité est homogène (valeurs de déflexion groupées) et que le niveau de déflexion visé, à savoir 60/100 mm, a été atteint, et, de ce fait, la poursuite des travaux est autorisée. « Sur ce chantier, des mesures de déflexion à la poutre de Benkelman et des mesures de déflexion au Falling Weight Deflectometer (FWD) ont été effectuées en parallèle, afin de constituer une base de données comparative entre les deux méthodes de mesure », ajoute Freddy Muysmond.

Application de la couche de surface

La traversée de Briot et la chaussée de la RD119, entre Briot et Briot-la-Grange, reçoivent ensuite une couche de surface en béton bitumineux semi-grenu BBSG 0/10, de classe 3, d'épaisseur 6 cm (150 kg/m²) et sur une largeur de 6 m.

Réalisation des accotements

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

Remise en état des talus et des bermes

La terre végétale (stockée) sur les talus et les bermes est remise en état.

Adaptation des accès

Il est procédé au recalibrage des fossés, à la création des sorties de drains et à la mise en place de têtes de sécurité sur les passages et accès agricoles.

ROC VDS : UN LIANT HYDRAULIQUE ROUTIER PERFORMANT

Le ROC VDS est un LHR à base de laitier, polyvalent et à forte activation (NF EN 13282).

« Ce liant est fabriqué dans notre usine de Dannes. Il a une excellente réputation et donne entière satisfaction à ceux qui l'utilisent », ajoute Jérôme Pincemail.

« Nous avons fourni 250 tonnes sur une période relativement courte (trois jours), ce qui a nécessité une bonne synchronisation des livraisons et une étroite coordination avec Colas », indique Dominique Leroy, responsable de marché Routes région Nord.



↑ Réhabilitation de la RD119 achevée. Accotements rehaussés et signalisation horizontale réalisée. (©Fenêtre sur cour)

SUR LE PLAN ENVIRONNEMENTAL

- préservation des ressources non renouvelables ;
- économies d'énergie et de carburant ;
- réduction de l'émission de gaz à effet de serre (GES) dus au transport et possible réduction des émissions globales des GES en fonction du choix du LHR.

SUR LE PLAN SOCIÉTAL

- réduction des nuisances liées aux approvisionnements du chantier ;
- réduction des délais d'intervention ;
- travaux sous circulation possibles ;
- sécurité accrue ;
- moindre gêne des usagers.

SUR LE PLAN TECHNIQUE

- durabilité supérieure aux autres techniques d'entretien ;
- meilleure résistance aux cycles de gel/dégel ;
- maintien des niveaux des ouvrages urbains (trottoirs, caniveaux, etc.).

SUR LE PLAN ÉCONOMIQUE

- coût extrêmement compétitif ;
- possibilité de recycler en place les matériaux chargés en HAP. Ils sont maintenus in situ, sans être mis en décharge, ce qui réduit notablement les coûts de transport et de stockage.

BON À SAVOIR
INTÉRÊT DU RETRAITEMENT EN PLACE



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

« **Parfaitement menée et respectueuse des objectifs environnementaux, cette expérience de retraitement à froid, réalisée dans le cadre du programme de recherche et d'innovation, devrait être suivie d'autres chantiers dans le département de l'Oise.** »



↑ Réhabilitation de la RD119 achevée. (©Fenêtre sur cour)

BILAN

Le chantier s'est achevé dans les délais et la route a été remise en service le 1er septembre 2023. « *La cadence a été soutenue, sachant que le rendement d'un chantier de retraitement est en moyenne de l'ordre de 2500 m² par jour. La route est désormais élargie, les accotements stabilisés et les fossés reconstitués* », conclut Lyonel Bossier.

Le conseil départemental de l'Oise et son service des routes ont pris le parti d'utiliser le retraitement en place pour la réhabilitation de la RD119. Deux procédés et trois planches expérimentales ont été réalisés et vont faire l'objet d'un suivi sur cinq ans. À l'issue de cette période, on sera en mesure d'établir un bilan comparatif des trois structures testées. Quoiqu'il en soit, une chose est sûre, le retraitement en place au LHR ou au liant mixte s'est révélé décisif pour affronter à la fois des contraintes environnementales et un problème de pollution aux HAP, et ce à un coût très compétitif.

RÉOUVERTURE A LA CIRCULATION

« *À l'issue de trois jours de travaux de retraitement de chaussée et de sept jours de mûrissement pour obtenir les performances requises, le tronçon retraité a été recouvert par une couche de roulement de type BBSG classe 3 sur une épaisseur de 6 cm. Après des travaux de mise à niveau des accotements et des fossés et la réalisation de la signalisation horizontale et verticale, le chantier a été rouvert à la circulation conformément au planning initialement prévu* », conclut Loïc Bastard, directeur technique adjoint de Colas France – Territoire Nord-Est.

« *Parfaitement menée et respectueuse des objectifs environnementaux, cette expérience de retraitement à froid, réalisée dans le cadre du programme de recherche et d'innovation, devrait être suivie d'autres chantiers dans le département de l'Oise* », conclut David Chedeville.

« *Nous devons améliorer et faciliter la mobilité dans notre département. Ce chantier d'élargissement et de rénovation de la route RD119 – ayant utilisé des techniques efficaces sur le plan environnemental, économiques et rapidement mises en œuvre – nous y aide !* » conclut pour sa part Lyonel Bossier. ■

CALENDRIER

- > **Du 17 au 21 juillet 2023 :**
Démarrage des travaux, décapage des accotements et scarification de l'ancienne chaussée.
- > **Du 25 au 27 juillet 2023 :**
Retraitement au LHR de la chaussée hors agglomération (épandage du liant, malaxage et cure), pour les sections 1, 2 et 3.
Retraitement à l'émulsion de bitume, pour les sections 2 et 3.
- > **Du 28 juillet au 6 août 2023 :**
Prise et séchage du matériau retraité ; travaux sur les accotements.
- > **Du 31 juillet au 2 août 2023 :**
Réalisation de la couche de surface en BBSG 0/10, classe 3, dans l'agglomération.
- > **Le 7 août 2023 :**
Enrobés hors agglomération (section LHR).
- > **Le 30 août 2023 :**
Enrobés hors agglomération (section mixte).
- > **Le 1^{er} septembre 2023 :**
Réouverture à la circulation.

EN QUELQUES CHIFFRES

- > Linéaire total : 1 200 m
- > Retraitement en place au ROC VDS : 7 000 m²
- > Largeur du retraitement : 6 m
- > Profondeur du retraitement : 0,40 m
- > Épandeur LTV : 333
- > Malaxeur Hépil : 22 333
- > Liant hydraulique routier : 250 t de ROC VDS
- > Cure sur retraitement
- > Couche de roulement : BBSG 0/10, classe 3, d'épaisseur 6 cm (150 kg/m²)

LIENS UTILES

- > Département de l'Oise : <https://www.oise.fr>
- > Colas : <https://www.colas.com>
- > EQIOM : <https://www.eqiom.com>
- > Cimbéton : <https://www.infociments.fr/route>



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #mieuxvivre #technique #bétoncompactérouitier

Routes info

- TECHNIQUE -

LE BÉTON COMPACTÉ ROUTIER

Béton compacté routier (BCR) : le renouveau d'un matériau performant

« *De nombreuses communautés techniques dans une grande diversité de contextes ont forgé la notoriété de cette technique par ses atouts en termes de performance mécanique, d'environnement, d'aspect "bas carbone", d'économie et d'acceptabilité locale, notamment. Je suis convaincu de son potentiel et de l'intérêt de l'intégrer pleinement, dès l'amont des projets, dans la riche palette des techniques routières et urbaines disponibles, seule ou en partage harmonieux avec d'autres.* »

Jean-Pierre Christory, ex-directeur adjoint du Laboratoire régional de l'Ouest parisien (LROP), puis consultant.

Photo d'ouverture :

Réfection d'une piste cyclable : mise en œuvre au finisseur d'un BCR bas carbone intégrant 100 % de granulats recyclés. (©Dans le Champ/Spie Batignolles Malet)

Le béton compacté routier (BCR)

En surface ou sous l'enrobé, le béton compacté routier (BCR) fait l'objet d'une évolution continue et se développe dans plusieurs domaines des infrastructures de mobilité. En effet, combinant l'avantage d'une mise en œuvre rapide et mécanisée (matériels routiers) et d'une formulation optimisée en liant, le BCR offre aujourd'hui une solution performante et durable qui répond aux attentes environnementales et économiques.

LE CONTEXTE

L'emploi des matériaux traités aux liants hydrauliques a été intense de 1960 à 1970 environ et, en particulier, pour la réalisation des renforcements coordonnés sur les routes à moyen et fort trafic. D'autre part, après les chocs pétroliers de 1973 et 1979, la France s'est attachée à améliorer la compétitivité du béton routier. L'une des principales directions explorées a été celle du béton compacté routier (BCR) (circulaire de la direction des routes, février 1980), et ce en raison de :

- L'existence d'un parc important de matériel routier traditionnel, adapté au compactage des couches de chaussées ;
- La possibilité de travailler sous circulation, que permet ce type de matériau ;
- L'obtention de caractéristiques comparables à celles du béton de ciment pervibré et, en particulier, des performances mécaniques très élevées.

Le regain d'intérêt impulsé par les pouvoirs publics a été de courte durée, car, à partir du milieu des années 1980, les BCR, tout comme les autres matériaux hydrauliques, ont connu une désaffection, largement due à la baisse du prix du bitume, aux problèmes d'entretien liés à la remontée des fissures de retrait à la surface des couches de roulement bitumineuses et à la difficulté d'obtention d'un bon uni et d'un état de surface esthétique.

Depuis 2004, le contexte économique a de nouveau évolué en faveur du BCR, avec la hausse du brut et celle, corrélative, du bitume. Par ailleurs, les liants hydrauliques routiers (LHR) se sont diversifiés, les techniques de lutte contre la remontée des fissures se sont développées et, enfin, de nouveaux produits ont été mis au point pour améliorer à la fois l'uni et le rendu esthétique ainsi que l'adhérence et la durabilité de surface.

Aujourd'hui, le BCR, en tant que matériau, est défini dans la norme NF P 98 128. Son dimensionnement est couvert par la norme NF P 98 086. Sa mise en œuvre, quant à elle, est couverte par la norme NF P 98 115. De nombreux documents techniques ont été publiés auparavant par le réseau scientifique et technique, dont les principaux sont : « Recommandation pour la réalisation des chaussées en béton compacté » (Sétra/LCPC, 1985) ; « Béton compacté : conception et dimensionnement » (note d'information, n° 18, Sétra/LCPC, 1985) ; Rapport du projet national BaCaRa (1988-1996) sur le béton compacté au rouleau, avec application aux barrages.

Compte tenu de tous les progrès réalisés ces dernières années, il est intéressant de faire le point des connaissances actuelles et de réévaluer les possibilités offertes par le BCR comme matériau d'aménagement pour des ouvrages de mobilité, alliant des avantages à la fois techniques, économiques et environnementaux.

LE MATÉRIAU BÉTON COMPACTÉ ROUTIER

Introduction

Le BCR est un matériau qui s'apparente à un béton pervibré par ses caractéristiques mécaniques et qui se rapproche des graves hydrauliques par la manière dont il est mis en œuvre. Il est composé d'un liant hydraulique (ciment ou LHR), d'une grave reconstituée, d'eau, éventuellement d'adjuvants, et formulé pour avoir un affaissement nul. Sa mise en œuvre nécessite un compactage externe plus ou moins prononcé en fonction de sa formulation afin de lui procurer une compacité maximale.

Les avantages du BCR

Le BCR jouit d'une bonne réputation grâce à ses multiples avantages :

- La polyvalence : il permet de réaliser une vaste gamme de voies – de l'autoroute à la chaussée urbaine, en passant par les axes secondaires ou les voies rurales, forestières, agricoles ou de lotissement ;

- Ses performances mécaniques élevées : le BCR est réputé pour sa résistance et sa durabilité ;
- Un bilan économique et environnemental favorable à long terme, procuré par sa durabilité (résistance à la chaleur, au froid et au gel), sa solidité (résistance aux charges, à l'érosion et aux agressions chimiques) et son entretien réduit, le tout associé à des formulations optimisées du point de vue du dosage en liant ;
- Une mise en œuvre furtive grâce aux matériels routiers traditionnels ; et une montée en résistance accélérée, comparée à un béton traditionnel (effet du compactage externe qui réduit la compacité du matériau et favorise l'hydratation cimentaire à jeune âge).



De gauche à droite ↑ Piste cyclable en BCR poreux coloré rouge, à Pibrac (31). (©Spie Batignolles Malet) ↑ Piste cyclable en BCR. (©Colas)

Le renouveau du BCR

Après avoir construit sa réputation sur ses performances mécaniques, sa durabilité et son entretien réduit, le BCR connaît aujourd'hui un regain d'intérêt en raison de son bilan économique et environnemental positif. La rapidité de sa mise en œuvre et les améliorations apportées par les entreprises à sa qualité de surface sont également des atouts forts. Enfin, la possibilité de recycler les matériaux et d'optimiser les structures laisse entrevoir de belles perspectives aux BCR. Aujourd'hui, les BCR couvrent un large spectre d'utilisation : des allées piétonnes et des pistes cyclables sans automobile aux routes circulées, en passant par les plates-formes logistiques, commerciales et industrielles. Il convient également de mentionner leur utilisation dans l'entretien des chaussées aéronautiques. La conception des ouvrages est bien évidemment très différente selon les usages et, plus particulièrement, selon l'importance du trafic des poids lourds. Correctement entretenues, les chaussées en BCR ont des durées de vie très longues. De plus, elles sont rigides, ce qui en fait des revêtements indéformables, sans ornières, sous les plus forts trafics. Une qualité particulièrement appréciée pour les plates-formes industrielles, commerciales et logistiques. Ces chaussées sont également insensibles aux pertes d'hydrocarbures. Il y a fort à parier que leur développement va se poursuivre dans les aménagements qualitatifs. Les divers traitements possibles de la couche de surface leur permettront de présenter un aspect très varié. Enfin, la conception et l'exécution d'une chaussée en BCR ne sont pas plus difficiles à maîtriser qu'une autre technique routière. Certes, il faut y apporter une grande attention, laisser une moindre part à l'improvisation et aborder rationnellement les différentes étapes. Mais il est facile de se former à la technique et de s'informer de ses derniers développements au moyen de nombreux supports techniques, qui apporteront, le cas échéant, un complément d'expertise.

Le dossier thématique RI#38 (publié par Cimbéton en 2024) « Le béton compacté routier (BCR) : le renouveau d'un matériau performant » décrit la technique sous tout ses aspects, souligne ses performances et donne la parole à un panel d'experts et d'utilisateurs. Des représentants de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'œuvre et d'entreprises nous éclairent par leurs témoignages et nous font bénéficier de leurs retours d'expérience. ■



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

BON À SAVOIR

Le BCR est réputé pour ses performances mécaniques et sa durabilité face aux sollicitations provoquées par les charges et les conditions climatiques. Il résiste également aux fuites de carburant et d'huile de moteur.

En outre, grâce à ces qualités, le BCR ne nécessite que très peu d'interventions, d'où un coût d'entretien faible. Cela représente, aux yeux d'un gestionnaire, un avantage économique non négligeable.

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

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 pour un ouvrage routier.



#mieuxcirculer #préserverlesressourcesnaturelles #chantier #lianthydrauliqueroutier

11 modules d'évaluation et/ou de comparaison

STRUCTURES ROUTIÈRES ET D'AMÉNAGEMENTS URBAINS

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

OUVRAGES DE SÉCURITÉ ET D'ASSAINISSEMENT

MODULE 6 - Dispositifs de retenue 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 - Remblais : traitement vs Technique granulaire

MODULE 9 - Couche de forme : traitement vs Technique granulaire

MODULE 10 - Assises de chaussées : traitement du sol vs Structures avec couche de surface en matériaux bitumineux

MODULE 11 - Entretien structurel des chaussées : retraitement vs renforcement



Cimbéton

Ensemble, accélérons
la construction durable.

[infociments.fr](https://www.infociments.fr)



Pour y accéder gratuitement :
<https://www.infociments.fr/calculateur-perceval>
ou scannez ce QR Code.

Routes info

- CHANTIER -

#39

Optimisation globale des chaussées : l'intérêt d'une plate-forme support de haute qualité PF4

L'exemple de la déviation et de la mise à 2 x 2 voies de la RN141
entre Roumazières-Loubert et Exideuil-sur-Vienne

Routes info #39
RN141
Roumazières
CHARENTE (16)



Liant
hydraulique
routier



Recyclage
en place



Surface
retraitée :
670 000 m²



Charente

PRINCIPAUX INTERVENANTS	
Maîtrise d'ouvrage	Dreal Nouvelle-Aquitaine
Maîtrise d'œuvre	DIR Centre-Ouest
Entreprise	Guintoli (groupe NGE)
Fournisseur du LHR	Rolac Premier ECOPlanet
	Lafarge France

Une plate-forme support de haute qualité PF4 pour la déviation et la mise à 2 x 2 voies de la RN141

Avant-dernier tronçon du vaste chantier d'aménagement de la RN141, la déviation de la commune de Roumazières a fait massivement appel à la technique de traitement des sols en place pour réaliser les remblais, renforcer l'arase et confectionner la couche de forme. C'est l'un des plus grands chantiers de terrassement ayant eu lieu en France en 2023-2024. Confiés à Guintoli (groupe NGE), les travaux ont mis en œuvre des solutions hors normes pour s'adapter à la nature des sols et atteindre l'objectif visé : une plate-forme support PF4. À cette fin, l'entreprise a réalisé un traitement de l'arase et de la couche de forme au liant hydraulique routier (LHR), ce qui a nécessité 17 000 tonnes de Rolac Premier ECOPlanet Lafarge.

SITUATION

La RN141, qui relie Limoges à Saintes, traverse actuellement la ville de Roumazières. C'est une commune du Sud-Ouest, située dans le département de la Charente et la région Nouvelle-Aquitaine, à 43 km au nord-est d'Angoulême et à 53 km à l'ouest de Limoges. Elle compte un peu plus de 2 500 habitants.

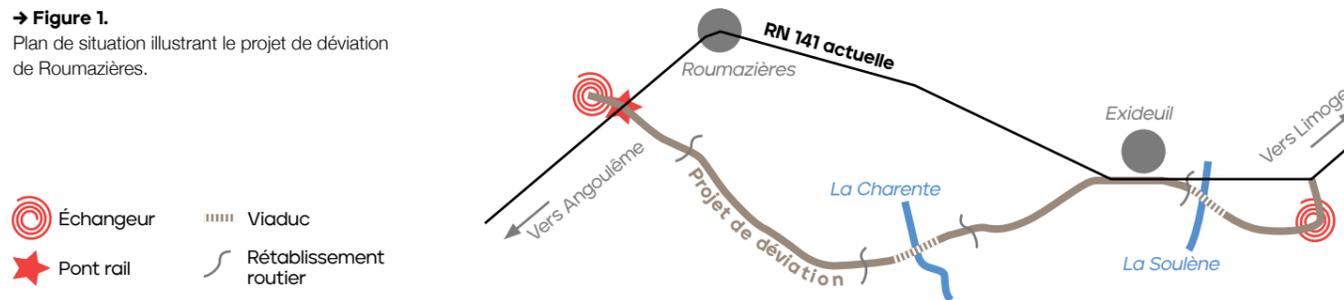
Ville de l'industrie tuilière depuis le XIXe siècle, elle héberge le plus grand centre de production de tuiles d'Europe et des entreprises reconnues telles que Terreal et Monier.

Photo d'ouverture :

Vue générale du chantier de mise en œuvre de la couche de forme traitée au liant Rolac Premier ECOPlanet. (©Guintoli/groupe NGE)

→ Figure 1.

Plan de situation illustrant le projet de déviation de Roumazières.



ÉTAT DES LIEUX

La RN141 part de Limoges et traverse une bonne partie de la région Nouvelle-Aquitaine pour finir à Saintes. De 157 km de longueur, c'est un axe routier très important, qui est emprunté, chaque jour, par près de 11 000 véhicules, dont 25 à 30 % de poids lourds (en fonction du lieu et du sens).

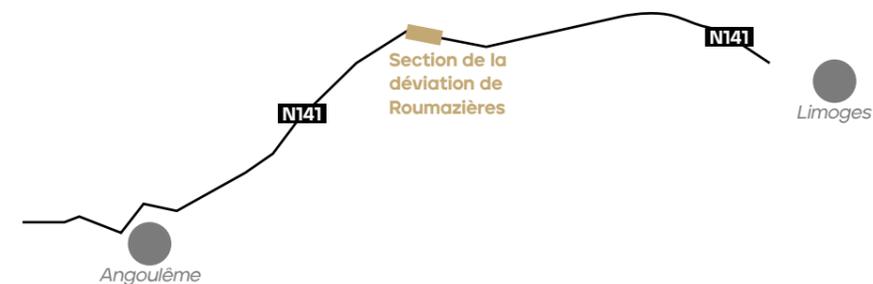
En raison de cette circulation continue et intense, la ville de Roumazières est véritablement coupée en deux, les traversées de la RN141 étant difficiles et dangereuses pour les habitants. En outre, les feux rouges qui jalonnent la commune créent des remontées de files de véhicules, engendrant des impacts sur l'environnement, de la gêne aux usagers, des nuisances aux habitants et présentant un enjeu important de sécurité routière.

« Le contournement de la ville de Roumazières est un projet très attendu par les habitants, qui espèrent retrouver tranquillité et sécurité. Il y a donc un vrai intérêt public à réaliser cette déviation. En outre, sa mise à 2 x 2 voies doit permettre de faciliter les échanges entre Limoges et Saintes, en passant par Angoulême », explique Frédéric Masse, adjoint à la cheffe d'opération à la Dreal Nouvelle-Aquitaine (direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement de Nouvelle-Aquitaine).

LE PROJET

« Le projet de déviation de Roumazières s'inscrit dans le cadre du programme d'aménagement de la RN141 entre Limoges et Angoulême. Il a été déclaré d'utilité publique par décret en Conseil d'État du 6 janvier 2000 ; ensuite, la DUP (déclaration d'utilité publique) a été prorogée, par décret du 12 décembre 2019, jusqu'au 6 janvier 2026 », ajoute Frédéric Masse.

Ce tracé neuf à 2 x 2 voies contournera Roumazières par le sud et sur un linéaire de 12 km, entre l'échangeur de Roumazières et celui d'Exideuil. Cette nouvelle voie aura le statut de route express. La RN141 faisant partie de la route Centre-Europe Atlantique (RCEA), qui relie le centre de l'Europe à la façade Atlantique, son objectif général est aussi de fiabiliser et de sécuriser les déplacements.



← Figure 2. Programme d'aménagement de la RN141 entre Limoges et Angoulême.

Le coût global de cette opération est estimé à 150 M€. Inscrite aux contrats de plan État-Région 2015-2022 et 2023-2027, elle est cofinancée par l'État (58,9 %), la région Nouvelle-Aquitaine (22,1 %) et le conseil départemental de la Charente (19 %).

Après la mise en circulation de la déviation de Roumazières-Exideuil, il restera une dernière section à aménager en 2 x 2 voies pour finaliser l'aménagement de la RN141 entre Limoges et Angoulême : celle située entre Chasseneuil-sur-Bonnieure et Roumazières-Loubert, longue de 9,5 km et dont les travaux devraient démarrer dès 2025.

Objectifs

Cette déviation doit notamment permettre de :

- Diminuer le trafic de véhicules traversant Roumazières et redonner de la tranquillité aux habitants ;
- Fluidifier le trafic sur la RN141, en particulier aux heures de pointe ;
- Améliorer la sécurité et réduire le nombre d'accidents ;
- Préserver le réseau secondaire ;
- Préserver la ressource granulaire ;
- Mieux connecter le département de la Charente aux autres territoires et faciliter les échanges entre Limoges et Angoulême ;
- Établir une connexion rapide entre la capitale régionale (Bordeaux) et l'ancienne capitale régionale (Limoges).

« L'objectif est de faciliter les échanges entre Limoges et Angoulême, de desservir de manière fine les territoires traversés, mais également d'améliorer les conditions de déplacement des usagers, de réduire la durée de parcours entre Limoges et Angoulême et d'améliorer la sécurité des riverains des communes déviées (Roumazières, La Péruse) », ajoute Frédéric Masse.

BON À SAVOIR

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'OPÉRATION

La section à 2 x 2 voies entre Roumazières-Loubert et Exideuil-sur-Vienne est longue de 12 km environ. Elle comporte :

- > 2 échangeurs (Roumazières et Exideuil) ;
- > 6 rétablissements routiers, dont le passage supérieur de la RN141 actuelle ;
- > 1 passage agricole au lieu-dit Perdrix à Exideuil ;
- > 11 ouvrages hydrauliques ;
- > 1 ouvrage pont-rail pour la ligne SNCF Limoges-Angoulême-Bordeaux ;
- > 2 viaducs (franchissements de la Charente de 190 m et de la Soulière de 51 m). Les deux viaducs de franchissement ont été conçus avec la solution mixte bipoutre acier-béton ;
- > 1 ouvrage de franchissement des canalisations de gaz au lieu-dit Fougerat, à Suris.



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

« Nous avons été amenés à prendre des mesures compensatoires par l'acquisition de parcelles totalisant 150 hectares et de les aménager en effectuant des travaux de boisement et en créant des zones humides ainsi que des milieux ouverts. »

Études d'impact

Ces études ont pour but d'évaluer les impacts du projet sur l'environnement et de mettre en œuvre la procédure ERC (éviter, réduire, compenser) : il s'agit de respecter la nature et les paysages, de maintenir les corridors écologiques, de réduire les impacts sur l'environnement pendant les travaux et durant l'exploitation de la route nationale.

« Dans le cadre du projet de la déviation de Roumazières, nous avons été amenés à prendre des mesures compensatoires par l'acquisition de parcelles totalisant 150 hectares et de les aménager en effectuant des travaux de boisement et en créant des zones humides ainsi que des milieux ouverts. Ces mesures compensatoires seront complétées par des mesures de gestion conservatoire afin d'assurer le maintien de la qualité environnementale des milieux aménagés », précise Frédéric Masse.

Études techniques

Contexte géotechnique

Géologiquement, il y a du gneiss sur la partie est du tracé de la déviation qui se situe à la bordure occidentale du Massif central, au sud-est d'une ligne allant de Loubert au Pont-Sigoulant, incluant la vallée de la Charente.

La partie ouest du tracé de la déviation se trouve à la bordure orientale du Bassin aquitain, sur un plateau couvert d'un sol tertiaire composé de brèche et d'argile rouge.

Dans la vallée de la Charente, à Chantrezac et en aval, il y a les premiers calcaires (marnes et calcaires argileux du Toarcien à l'Aalénien). À l'est, il y a des arènes sablo-argileuses. La vallée de la Charente est occupée par des alluvions du Quaternaire.

Objectif, études préliminaires et solution de base de la DIR Centre-Ouest (Dirco) : retour sur les événements

L'objectif principal de la Dirco était de :

- Valoriser au maximum les matériaux naturels présents sur le site et réduire ainsi l'utilisation des matériaux d'apport granulaires ;
- Maximiser les performances de la plate-forme support afin de réduire l'utilisation des matériaux nobles dans l'assise ;
- Optimiser les mouvements de sols et réduire au minimum les sols excédentaires.

« Sur la base d'études préliminaires menées par la Dirco, l'appel d'offres prévoyait de faire appel à la technique de traitement des sols en place pour réaliser les remblais, améliorer les performances de l'arase et confectionner la couche de forme », ajoute Éric Berte, chef de projet à la Dirco, maître d'œuvre.

L'appel d'offres, qui autorisait les variantes, a été lancé avec la solution de base suivante :

- Traitement de l'arase (hors remblais) de classe AR1, à la chaux vive (1 %) sur 35 cm d'épaisseur pour atteindre la classe AR2 ;
 - Réalisation et traitement des remblais de hauteur élevée à la chaux (1 %) ;
 - Confection et traitement de la couche de forme au LHR sur 35 cm d'épaisseur.
- L'objectif visé par la Dirco est une plate-forme support de classe de portance PF3.

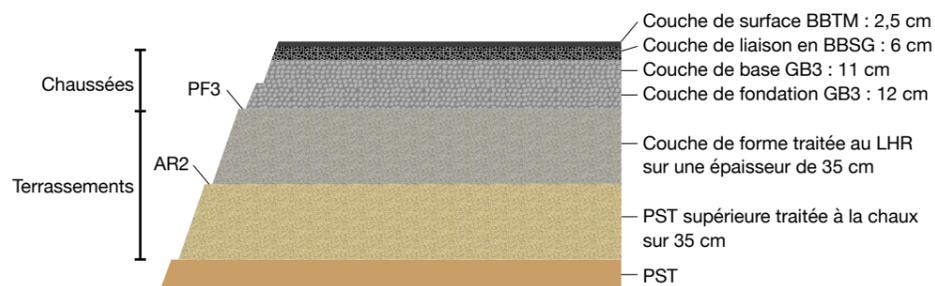
La chaussée a été dimensionnée pour un trafic Tex et pour une plate-forme PF3. La structure retenue est celle en tout bitume :

- Couche de surface en béton bitumineux très mince (BBTM) d'épaisseur 2,5 cm ;
- Couche de liaison en béton bitumineux semi-grenu (BBSG) de 6 cm ;
- Couche de base en grave-bitume 0/14, de classe GB3 et d'épaisseur 11 cm ;
- Couche de fondation en grave-bitume 0/14, de classe GB3 et d'épaisseur 12 cm.

C'est l'entreprise Quintoli du groupe NGE qui a été choisie pour réaliser la totalité des travaux de terrassement, d'assainissement et de chaussée de la déviation de Roumazières.

→ Figure 3.

Coupe en travers-type de la structure de chaussée prévue initialement pour la déviation de Roumazières.



Les reconnaissances géotechniques par Quintoli

Une mission G3 géotechnique a été réalisée au droit du futur tracé de la déviation de Roumazières. Des prélèvements ont été réalisés et les différents matériaux identifiés et classés conformément au Guide des terrassements routiers (GTR) (ancienne version) et à la norme NF P 11 300 (ancienne version). Les sols rencontrés et en quantité suffisante sont :

- Des limons A1 (F1 selon la nouvelle classification) et des matériaux B5 (I1 selon la nouvelle classification) sur la partie ouest de la déviation ;
- Du gneiss R63, R62, R61 (R1Me, R2Me, R3Me selon la nouvelle classification) sur la partie est de la déviation.

Les études de traitement par Quintoli

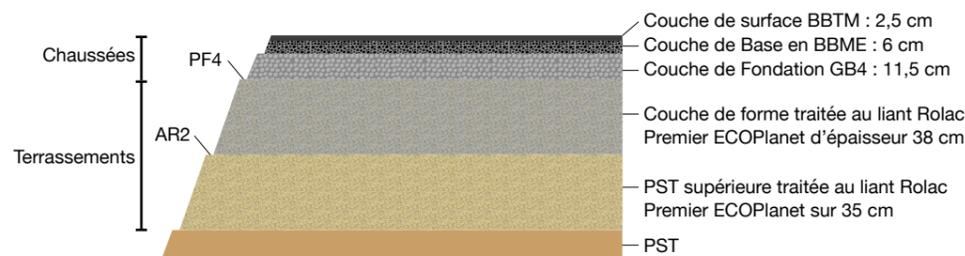
Quintoli a réalisé les études de traitement des matériaux du site avec deux liants hydrauliques routiers (LHR). Ces études approfondies ont permis – moyennant quelques adaptations du projet de base (gestion adéquate des gisements de sols, gestion optimisée des mouvements de sols, choix et dosage adaptés du LHR, etc.) – d'obtenir des matériaux traités avec des performances mécaniques plus élevées que prévu. Ces résultats favorables ont rendu possible de modifier les objectifs initialement visés pour aboutir à la solution suivante :

- Traitement à la chaux du corps des remblais ordinaires sur toute la hauteur (1 %) ;
- Traitement de l'arase afin de la faire passer d'une arase AR1 à une arase AR2 et surtout à une arase non gélive, avec 5 % de liant Rolac Premier ECOPlanet et sur une épaisseur de 35 cm ;
- Traitement de la couche de forme avec 7,5 % de liant Rolac Premier ECOPlanet et sur une épaisseur de 38 cm, afin de conférer à la plate-forme un niveau de portance élevé PF4 (EV2 \geq 200 MPa) et des performances mécaniques exceptionnelles de classe 4 au sens du Guide de traitement des sols (GTS), dont les performances mécaniques à 90 jours se situent en zone 3, soit : résistance à la traction à 90 jours = 0,33 MPa ; module d'élasticité à 90 jours = 3 820 MPa.

Structure de chaussée

Sur la couche de forme traitée, de classe de portance PF4, la structure de chaussée qui a été finalement retenue est la suivante :

- Une couche de fondation en grave-bitume GBStar (GB4), de granulométrie 0/14 et d'épaisseur 11,5 cm ;
- Une couche de base et de liaison en béton bitumineux à module élevé (BBME), de granulométrie 0/10 et d'épaisseur 6 cm, collée sur la couche de fondation ;
- Une couche de surface en béton bitumineux très mince (BBTM) de classe 1 et d'épaisseur 2,5 cm.



← Figure 4. Coupe en travers-type de la structure de chaussée retenue pour la déviation de Roumazières.

Études d'exécution

Menées pendant neuf mois, d'octobre 2022 à juin 2023, les études d'exécution ont montré que le découpage géographique initialement envisagé nécessiterait le déplacement et le stockage, dans des dépôts provisoires, de plusieurs dizaines de milliers de mètres cubes de matériaux ainsi que des travaux provisoires pour la gestion des eaux pluviales.

En concertation avec la Dirco, Quintoli (groupe NGE) a proposé de réaliser le projet par métier. Une solution plus économique et sécuritaire, limitant l'impact sur l'environnement. Elle nécessitait cependant une très fine connaissance du terrain en amont et un planning strict.

Pendant les neuf mois d'études, l'entreprise a donc réalisé la géométrie du projet, redessiné les profils en travers et défini les volumes. Puis elle les a attribués par ouvrage. Les études géotechniques ont permis de finaliser l'extraction des volumes par couches et le plan des mouvements des terres.



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

Tous les matériaux déblayés ont été réutilisés. « *Nous n'avons rien évacué et tout réutilisé sur place. Cela n'a pas été facile par rapport à la géotechnique* », indique Arnaud Lacrouts, directeur de travaux de l'agence Grands Travaux chez Guintoli. Au total, ce sont 2 000 000 m³ de matériaux qui ont été déplacés.

La solution retenue pour les remblais

Initialement, le projet prévoyait que les corps de remblai seraient traités intégralement à la chaux. Mais la nature des matériaux (A1 et B5 sur la partie ouest de la déviation et du gneiss sur la partie est) et les difficultés à obtenir les performances visées par ce traitement ont remis en question cette solution.

L'ingénierie technique et les compétences de Guintoli ont permis de proposer une solution de remplacement pour les remblais et, en particulier, pour ceux de grande hauteur (supérieure à 15 m). Celle-ci consistait à :

- Pour les remblais ordinaires (hauteur inférieure à 15 m), traiter l'assise ainsi que le corps du remblai avec 1 % de chaux.
- Pour les remblais de grande hauteur (supérieure à 15 m), traiter le corps du remblai avec 1 % de chaux et l'assise de ce remblai avec 5% de liant Rolac Premier ECOPlanet sur une épaisseur de 3 m.

RÉALISATION DES TRAVAUX DE TERRASSEMENT

Phasage du chantier

Guintoli a reçu l'ordre de démarrer les travaux en mars 2023. Les travaux de terrassement se sont déroulés sur la période de mars 2023 à avril 2024, selon une planification précise :

- Terrassements généraux et réalisation des remblais : mars-juin 2023 ;
- Traitement de la partie supérieure des terrassements (PST) au Rolac Premier ECOPlanet : juillet-septembre 2023 ;
- Réalisation de la couche de forme et traitement au Rolac Premier ECOPlanet : octobre 2023-avril 2024.

Il s'agit d'un chantier classique de création de voies neuves, mais qui est d'une longueur de 12 km et d'une superficie d'environ 330 000 m², soit un projet d'envergure.

« *Nous réalisons une route à 2 x 2 voies sur un terrain vierge. Les travaux de terrassement ont engendré des mouvements de terre importants, dont le volume s'élève à 2 000 000 m³ de matériaux. Plutôt qu'évacués, ils ont été gardés sur place. Les talus ont été enherbés et les déblais ont été traités pour être réutilisés* », répète Éric Berte.



↑ Vue générale du chantier de terrassement conçu en circuit fermé déblais-remblais. (©Guintoli – NGE)

Travaux de terrassement généraux

En mars 2023, les travaux de terrassement ont commencé par les opérations de décapage de la terre végétale et de mouvement des sols afin de modeler le terrain.

Le tracé de la déviation de Roumazières traverse trois types de sols, ayant nécessité chacun une solution d'extraction différente :

- Des limons A1, extraits par des scrapers ;
- Des matériaux sableux B5, extraits par des ateliers de pelles ;
- Du gneiss, dont l'extraction est plus difficile. La solution retenue a été de fracturer ces matériaux au moyen d'explosifs, puis l'extraction s'est déroulée avec une pelle CAT 374 (75T) ainsi qu'avec un atelier et une pelle de 50T.

Grâce à une organisation spécifique et adaptée à ce chantier, tant humaine que matérielle, l'entreprise a pu constituer les principales buttes de déblais en atteignant une moyenne de 15 000 m³ par jour. Ces déblais se montent au total à près de 2 000 000 m³, intégralement réutilisés pour créer des remblais routiers et paysagers. Lors de cette phase sont réalisés les ouvrages d'art et les autres ouvrages (hydrauliques, notamment).



De gauche à droite ↑ Extraction et transport des matériaux à l'aide de scrapers poussés par des bulldozers et stockage provisoire des déblais. ↑ Reprise des déblais sur stock à l'aide d'une pelle sur chenilles et de tombereaux articulés. (©Guintoli – NGE)

Travaux de réalisation des remblais

Pour les remblais, il a été procédé en deux étapes :

- La réalisation du corps du remblai : il a fallu acheminer les matériaux sélectionnés et stockés sur site (le gneiss ou les sols A1 ou B5), puis les régaler par couches successives de 40 cm d'épaisseur maximale. Après vérification et ajustement de la teneur en eau, chacune des couches a été traitée avec 1 % de chaux et compactée à l'aide d'un atelier constitué de plusieurs V5. L'objectif était d'atteindre un niveau de compactage q4 (cf. tableau 1).
- La réalisation de la PST des remblais : ce sont les matériaux A1 et B5 qui ont été utilisés. Ils ont été acheminés et régalerés en une couche de 35 cm d'épaisseur. Après vérification et ajustement de la teneur en eau, cette couche a été traitée au Rolac Premier ECOPlanet à raison de 5 % et compactée à l'aide d'un atelier de compacteurs de type V5. L'objectif était d'atteindre un niveau de compactage q3 (cf. tableau 1) et un niveau de portance de 50 MPa.

Objectifs terrassements	Masse volumique ρ_m	Masse volumique fond de couche ρ_{fcd}	Observations
q4	$\rho_m \geq 95 \% \cdot \rho_{OPN}$	$\rho_{fcd} \geq 92 \% \cdot \rho_{OPN}$	Objectif remblais, purges, PST
q3	$\rho_m \geq 98,5 \% \cdot \rho_{OPN}$	$\rho_{fcd} \geq 96 \% \cdot \rho_{OPN}$	Objectif couches de forme



← Tableau 1.

Les objectifs de compactage en terrassement : q4 pour les PST et les remblais, q3 pour les couches de forme.

← Les matériaux repris sur le stock sont acheminés à l'aide de tombereaux articulés pour être utilisés dans la confection des remblais et de la couche de forme. (©Guintoli – NGE)



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

Travaux de l'arase traitée au liant Rolac Premier ECOPlanet

Le chantier s'est poursuivi avec les travaux de l'arase. Après la scarification, le liant Rolac Premier ECOPlanet a été épandu à l'aide d'une machine asservie avec contrôle pondéral, et le matériau et le liant ont été malaxés à l'aide d'un pulvimixeur Wirtgen.

« Une étape-clé a été la parfaite humidification du matériau. Pour obtenir une teneur en eau optimale, nous avons employé une arroseuse à enfouissement », rappelle Arnaud Lacrouts.

Un pré réglage avec une niveleuse équipée d'un GPS a été effectué, puis un compactage à l'aide de compacteurs de type V5. Une recoupe à la niveleuse équipée de GPS, suivie d'un compactage de surface final par un compacteur V5, est venue finaliser le profil en long et en travers. Enfin, un enduit de cure et de protection a été appliqué.



↑ Épandage du LHR Rolac Premier ECOPlanet à la surface du matériau à l'aide d'un épandeur asservi avec contrôle pondéral. (©Guintoli - NGE)

Travaux de mise en œuvre de la couche de forme

Sur le chantier, une fois l'arase traitée, la portance de la PST s'élevait à 50 MPa. Ensuite, pour réaliser la couche de forme, il a fallu, dans un premier temps, acheminer les matériaux préalablement sélectionnés et stockés. Cette réserve de matériaux, permettant de ne pas puiser dans les ressources minières locales, avait été constituée dans un but précis : être réutilisée pour construire la couche de forme traitée au LHR. Les matériaux sont repris sur stock à l'aide d'une pelle sur chenilles et de tombereaux articulés, et mis en œuvre sur 42 cm, pour une épaisseur finale de 38 cm (bull assisté par GPS) afin de tenir compte du compactage et de la recoupe finale. Enfin, il y a pré réglage avec une niveleuse guidée par GPS, 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. Aucun apport n'est possible durant la phase de réglage », explique Arnaud Lacrouts.

Cette opération a été suivie du traitement proprement dit, réalisé en deux temps :

- Un épandage du liant Rolac Premier ECOPlanet à raison de 7,5 % à la surface du matériau, à l'aide d'un épandeur asservi avec contrôle pondéral (Panien, Akera, Streumaster) ;
- Le mélange du matériau et du liant sur une épaisseur de 42 cm par un malaxeur Wirtgen WR 240i.

Le matériau a été ensuite remis en forme. La teneur en eau a été contrôlée : si elle s'avérait insuffisante, on a procédé à un ajustement par enfouissement et à une nouvelle remise en forme.

Après réglage, deux types de compacteurs se sont chargés du compactage : le compacteur à bille VP5 en huit passes afin d'atteindre l'objectif q3 ; puis le compacteur à pneus pour donner un bel uni.

« Cette phase est importante, car un bon réglage ne peut être garanti que s'il y a recoupe de la couche après traitement. Aucun apport n'est possible durant la phase de réglage. »

« Une niveleuse avec guidage à la station robotisée (d'une précision de 5 mm) effectue le réglage final par recoupe de la couche traitée pour obtenir un résultat au centimètre près. Il en résulte un très bon uni et un profil en long régulier », ajoute Arnaud Lacrouts.

Un enduit monocouche prégravillonné a été appliqué pour protéger la couche de forme et pour assurer la bonne prise hydraulique du mélange. À noter que la circulation des véhicules a été neutralisée pendant un délai de quatorze jours*.

* La remise en circulation peut se faire dès que le matériau a dépassé 1 MPa en compression. Ce seuil, défini par l'étude de laboratoire, est généralement atteint en 1 à 5 jours en fonction du type de liant utilisé, de son dosage, de l'affinité avec le sol et des conditions météorologiques à la mise en œuvre.



De gauche à droite et de haut en bas ↑ Un malaxeur Wirtgen WR 240i a permis le malaxage du matériau et du liant Rolac Premier ECOPlanet. ↑ L'arroseuse à enfouissement garantit une teneur en eau optimale. ↑ Réglage à la niveleuse pour obtenir un profil en long très régulier et atelier de compactage de la couche de forme traitée pour atteindre la compacité exigée. ↑ Vue générale du chantier de traitement de la couche de forme. (©Guintoli - NGE)

Contrôles

Les contrôles suivants ont été réalisés par le laboratoire de Guintoli :

- Le contrôle de la teneur en eau naturelle du sol a été réalisé avant, pendant et après le traitement ;
- Le contrôle de l'épandage du liant s'est fait par pesées de bâches et celui des recouvrements à raison de six mesures par jour et par poste ;
- Pour le malaxage, le contrôle de la finesse de la mouture, de l'homogénéité et de la profondeur a été réalisé visuellement ;
- En ce qui concerne le compactage, l'objectif était q3 pour les couches de forme et q4 pour les PST et les remblais courants. Ces contrôles ont été réalisés avec un gamma-densimètre ;
- Les contrôles géométriques ont été effectués par levés topographiques au théodolite par profils ;
- Le Cerema avait été pressenti pour réaliser les contrôles de portance de la couche de forme et de la PST à l'aide d'un déflectographe. Mais, pour des raisons liées à l'organisation du chantier, c'est Next Road qui a finalement effectué les contrôles de déflexion à la poutre de Benkelman. Les résultats obtenus à quatorze jours montraient que le traitement était homogène et que le niveau de la déflexion était conforme.



↑ Contrôle topographique. (©Guintoli - NGE)

BON À SAVOIR

LE LIANT ECOPLANET

L'utilisation du liant ECOPlanet, avec une empreinte carbone inférieure à 525 kg CO₂ eq./tonne, a permis de réduire d'environ 3800 tonnes l'empreinte carbone liée au LHR sur ce chantier, comparée à une solution avec un liant de référence.

« Le liant utilisé est un Rolac Premier ECOPlanet, fabriqué localement dans notre usine de broyage de La Couronne, sise à environ 58 km du chantier. Sa composition, avec une proportion adéquate de clinker, a été élaborée pour garantir à la fois une montée rapide en performances mécaniques, un délai de maniabilité adapté aux travaux de terrassement et une émission de gaz à effet de serre maîtrisée. »

ÉCONOMIE DE GES

Grâce à l'utilisation d'un liant à empreinte carbone réduite, Lafarge s'engage pour les liants ECOPlanet à une réduction d'au moins 30% de CO₂ comparée à l'utilisation d'un ciment référence CEM I (748 kg de CO₂/tonne), soit un minimum de 225 kg de CO₂ économisés par tonne de liant.

Pour ce chantier, l'économie s'élève à 3825 tonnes de CO₂ pour la partie LHR.

→ Histogramme des émissions de CO₂ pour la fabrication d'une tonne de liant hydraulique routier.

https://www.infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers/declarations-environnementales-produit-dep-lhr-a-telecharger-0

17 000 TONNES DE ROLAC PREMIER ECOPLANET LIVRÉES PAR LAFARGE

« Nous avons une large gamme de liants géotechniques avec une palette d'utilisations étendue à beaucoup de sols et nous venons de l'étoffer avec une nouvelle famille de liants portant le label ECOPlanet », précise Christophe Saulenier, le responsable commercial ciment infrastructure de la région Grand Sud de Lafarge Ciments.

Les entreprises s'y retrouvent en fonction de l'usage qu'elles en font. Dans le cadre spécifique du chantier de la déviation de Roumazières, Guintoli avait prévu d'utiliser le Rolac Optimum, qui jouit d'une excellente réputation et qui donne entière satisfaction aux clients. Il s'agit d'un liant polyvalent et à la cinétique rapide, que les entreprises recherchent, car il a un bon rendement et permet l'optimisation du dosage en liant. Mais, sur proposition de Lafarge, Guintoli, la Dirco et la Dreal ont accepté de lui substituer le Rolac Premier ECOPlanet aux qualités environnementales reconnues.

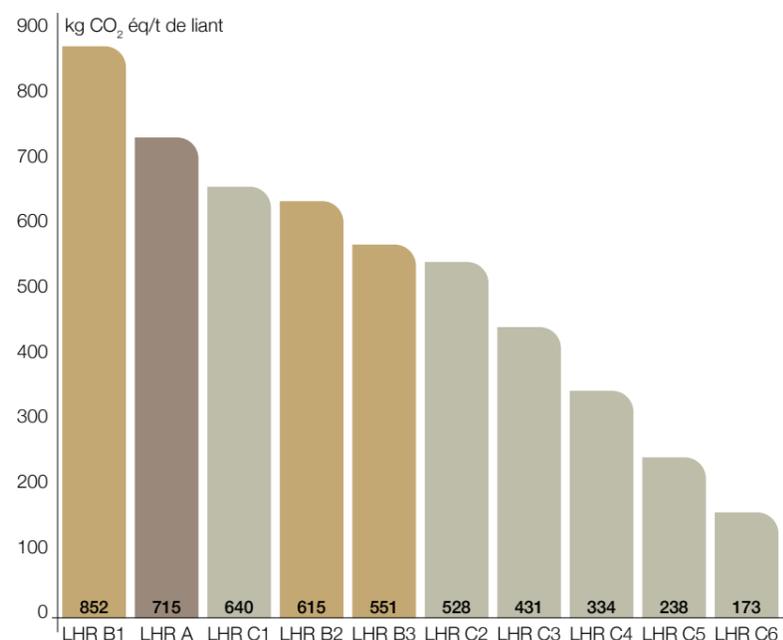
« Le liant utilisé est un Rolac Premier ECOPlanet, fabriqué localement dans notre usine de broyage de La Couronne, sise à environ 58 km du chantier. Sa composition, avec une proportion adéquate de clinker, a été élaborée pour garantir à la fois une montée rapide en performances mécaniques, un délai de maniabilité adapté aux travaux de terrassement et une émission de gaz à effet de serre maîtrisée : réduction des émissions de CO₂ d'au moins 30% par rapport à un liant de référence (752 kg de CO₂ eq/tonne) », ajoute Christophe Saulenier.

Au total, ce sont 17 000 t qui ont été livrées sur une période de dix mois (de juillet 2023 à avril 2024). Les cadences de livraison ont été très variables selon l'avancée des travaux.

« Concernant les livraisons, la période la plus intensive s'est concentrée sur le mois d'avril 2024, où, durant seize jours, 4 000 tonnes de liant ont été livrées à raison de 250 t/j, ce qui représente dix camions-citernes par jour », explique Christophe Saulenier.

Cela sous-entend une logistique irréprochable. « En effet, la logistique a été un élément-clé de la réussite de ce chantier pour Lafarge. La bonne communication entre les équipes de Guintoli, la logistique et l'usine de broyage de La Couronne a permis la fluidité des livraisons », conclut Christophe Saulenier.

Comparaison des émissions CO ₂	Liant hydraulique référence (CEM I France ciment mars 2024)	Rolac Premier ECOPlanet
Émissions CO ₂ par tonne de liant	748 kg CO ₂	< 525 kg CO ₂
Émissions CO ₂ du liant hydraulique routier pour ce chantier (17 000 tonnes)	12 750 kg CO ₂	< 8 925 kg CO ₂



BILAN

Malgré un hiver 2023-2024 rigoureux (marqué de nombreux jours de pluie successifs), le chantier s'est bien déroulé, et ce grâce à une bonne organisation et à la forte mobilisation des moyens humains et matériels de Guintoli ainsi que de ses sous-traitants et fournisseurs. La solution technique de l'entreprise – qui a consisté à réaliser une plate-forme de haute qualité PF4 – a permis de gagner en coûts et en impacts environnementaux. Ce beau projet sera mis en circulation au deuxième trimestre 2025.

« Pour moi, c'est une première expérience que de mener un chantier avec un objectif de plate-forme de haute qualité PF4. Je suis heureux que cette opération se soit bien déroulée et satisfait du résultat. Je le dois sûrement à l'équipe de mise en œuvre, mais aussi à la contribution efficace de tous les intervenants (Dreal Nouvelle-Aquitaine, Dirco, fournisseurs, sous-traitants, etc.) », précise Arnaud Lacrouts.

De l'avis de tous – de la maîtrise d'ouvrage à l'entreprise, en passant par la maîtrise d'œuvre –, le choix du traitement du sol avec un LHR a été bénéfique.

« Il a permis de réutiliser et de valoriser les matériaux du site, mais aussi de limiter le recours à l'apport de matériaux extérieurs, abaissant les coûts et les impacts du transport. En outre, ce chantier a été un défi du point de vue de l'organisation (en particulier au regard de la longueur du tracé et des nombreux ouvrages qui le jalonnent) et du respect des enjeux environnementaux durant les travaux, puis en raison de la mise en place de mesures compensatoires », ajoute Frédéric Masse.

En outre, le fait d'avoir opté pour une plate-forme support performante PF4 s'est révélé un choix pertinent sur les plans technique, économique et environnemental.

« Le choix d'une plate-forme PF4 est pertinent, mais il nécessite une maîtrise totale de la technique à tous les stades du projet : de la conception à la mise en œuvre, en passant par les études et les contrôles », conclut Éric Berte.



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

« Le choix d'une plate-forme PF4 est pertinent, mais il nécessite une maîtrise totale de la technique à tous les stades du projet : de la conception à la mise en œuvre, en passant par les études et les contrôles. »

EN QUELQUES CHIFFRES

- > Longueur : 12 km
- > Déblais : 2 000 000 m³
- > Remblais routiers et paysagers (merlons) : 2 000 000 m³
- > Chaux : 25 000 t
- > Liant hydraulique routier : 17 000 t
- > PST traitée au liant : 340 000 m²
- > Couche de forme traitée : 330 000 m²

LIENS UTILES

- > Dreal Nouvelle-Aquitaine : <http://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr>
- > Dirco : <https://www.dirco-centre-ouest.developpement-durable.gouv.fr>
- > Guintoli (groupe NGE) : <https://nge.fr>
- > Lafarge France : <https://www.lafarge.fr>
- > Cimbéton : <https://www.infociments.fr/route>

← Vue générale après travaux. ©Guintoli/groupe NGE

TERRASSEMENTS ROUTIERS TRAITEMENT DES SOLS AUX LHR VS EMPRUNTS GRANULAIRES

Tableau 2.

Intérêt environnemental de la solution PF3-PF4 en traitement vs emprunts granulaires (données volumes chantier et hypothèses courantes sur les distances de transport). Le traitement génère une économie de ressources de matériaux nobles (réduction par un facteur allant de 11 – cas PF3 – à 16 – cas PF4) et une réduction des transports (réduction par un facteur allant de 23 – cas PF3 – à 34 – cas PF4).

	Emprunts granulaires Objectif PF2qs	Traitement Objectif PF3	Traitement Objectif PF4
Déblai terre végétale	Même opération, quelle que soit la technique. Déblai réutilisé pour les aménagements paysagers.		
Déblai profil en long	Déblais 1 200 000 m ³ (1 800 000 t). Transport des déblais et mise en dépôt définitif (30 km). Soit 60 000 PL	Mise en dépôt provisoire sur site pour utilisation en corps et assise de remblai ; et en couche de forme	Mise en dépôt provisoire sur site pour utilisation en corps et assise de remblai ; et en couche de forme
Matériau pour corps et assise de remblai	GNT 600 000 m ³ Soit 36 000 PL (distance transport de 30 km)	-	-
Matériau d'apport Couche de forme	GNT 200 000 m ³ Soit 12 000 PL (distance transport de 30 km)	-	-
Liant LHR	-	8 500 t. Soit 300 citernes (distance de 150 km)	17 000 t. Soit 600 citernes (distance de 150 km)
Chaux	-	25 000 t. Soit 800 citernes (distance de 150 km)	25 000 t. Soit 800 citernes (distance de 150 km)
Assise de chaussée	150 000 t GB3 Soit 5 200 PL (distance de 30 km)	110 000 t GB3 Soit 3 800 PL (distance de 30 km)	55 000 t GB3 Soit 1 900 PL (distance de 30 km)
Couche de surface	C'est la même pour toutes les solutions		
Total ressources granulaires	1 600 000 t	110 000 t + 33 500 t liant	55 000 t + 42 000 t liant
Total sols évacués	1 800 000 t	-	-
Nombre de poids lourds	113 200 PL	3 800 PL + 1 100 citernes	1 900 PL + 1 400 citernes
Poids relatif du transport	x 34	x 1,48	x 1

Tableau 3.

Le traitement en place au LHR permet de générer, sur le poste transport, une économie financière et une réduction des impacts sur l'environnement par rapport à la technique des emprunts granulaires.

Technique	Nombre de poids lourds ou citernes	Distance aller-retour (km)	Consommation de fioul	Coût fioul (€)	Impacts				
					GES (t Eq CO2)		E (MJ)		
Emprunts granulaires	113 200	60	2 037 600	3 565 800	x 12,7	5 400	x 12,7	72 500 000	x 12,7
Traitement aux LHR (PF3)	1 100	300	99 000	292 950	x 1,04	450	x 1,06	5 960 000	x 1,04
	3 800	60	68 400						
Traitement aux LHR (PF4)	1 400	300	126 000	280 350	x 1	425	x 1	5 700 000	x 1
	1 900	60	34 200						

Hypothèses de calcul

Distance aller-retour pour la GNT	60 km	Consommation poids lourds et citernes	30 l/100 km
Distance aller-retour pour la GB3	60 km	Coût fioul	1,75 €/l
Distance aller-retour pour le LHR et la chaux	300 km	GES par litre de fioul	2,65 kg équivalent CO ₂ /litre
		Énergie par litre de fioul	35,6 MJ/litre



#préservervesressourcesnaturelles #albédo #recyclage #valorisation #chantier #béton

Routes info

#40

- CHANTIER -

Aménagements qualitatifs en béton incorporant des granulats de béton recyclés : l'exemple de la ZAC 2 et du Champ de la Confluence

Routes info #40
Lyon-Confluence
RHÔNE-ALPES
(69)

Béton Économie circulaire Volume annuel de béton : 1 000 m³ Surface annuelle de béton : 9 000 m² Rhône-Alpes

PRINCIPAUX
INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

SPL Lyon-Confluence (société publique locale), créée en 1999 par la métropole de Lyon : aménageur du projet urbain de reconversion du sud de la presqu'île de Lyon

Maîtrise d'œuvre

Espaces publics du Champ : Base (paysagiste mandataire), OGI (VRD)

Espaces publics de la ZAC 2 : Bigbang et Artelia VRD

Entreprises

Réalisation des travaux de terrassement et de génie civil : Colas
Mise en œuvre du béton recyclé : Sols Confluence

Fournisseur du béton

Béton Vicat

Fournisseur des granulats

Granulats Vicat

Fournisseur du ciment

Ciment Vicat

Aménagements qualitatifs en béton incorporant des granulats de béton recyclés : l'exemple de la ZAC 2 et du Champ de la Confluence

Pour aménager les espaces publics de la ZAC 2 et du Champ de la Confluence, la SPL Lyon-Confluence a choisi un béton à base de granulats recyclés, imaginé par le MOE du Champ, l'agence Base, et élaboré par Béton Vicat en collaboration avec le laboratoire Voirie du Grand Lyon. Cette initiative a été conduite par l'agence Base (associée au bureau d'études OGI sur le Champ de la Confluence) et par l'agence Bigbang (associée à Artelia sur la ZAC 2). La mise en œuvre des revêtements en béton a été confiée à Sols Confluence. Un projet d'extension urbaine d'envergure, mettant l'accent sur la durabilité, l'économie circulaire et la qualité environnementale.

SITUATION

Le projet se situe dans le sud de la presqu'île de Lyon, à la confluence du Rhône et de la Saône. C'est un territoire d'exception de 150 ha dans le prolongement du cœur historique de Lyon, où se construit actuellement la ville durable de demain. Il est limité au nord par le quartier historique de Perrache et le quartier Sainte-Blandine, à l'est par l'autoroute A7 sur les quais du Rhône, à l'ouest par la Saône et au sud par le confluent du Rhône et de la Saône.

Le projet a été divisé en deux parties : deux zones d'aménagement concerté (ZAC) et le Champ. L'aménagement de la ZAC 1, côté Saône, a débuté en 2003 et s'est achevé en 2019. Il a totalement transformé un territoire de 42 ha, anciennement dédié aux activités logistiques et industrielles.

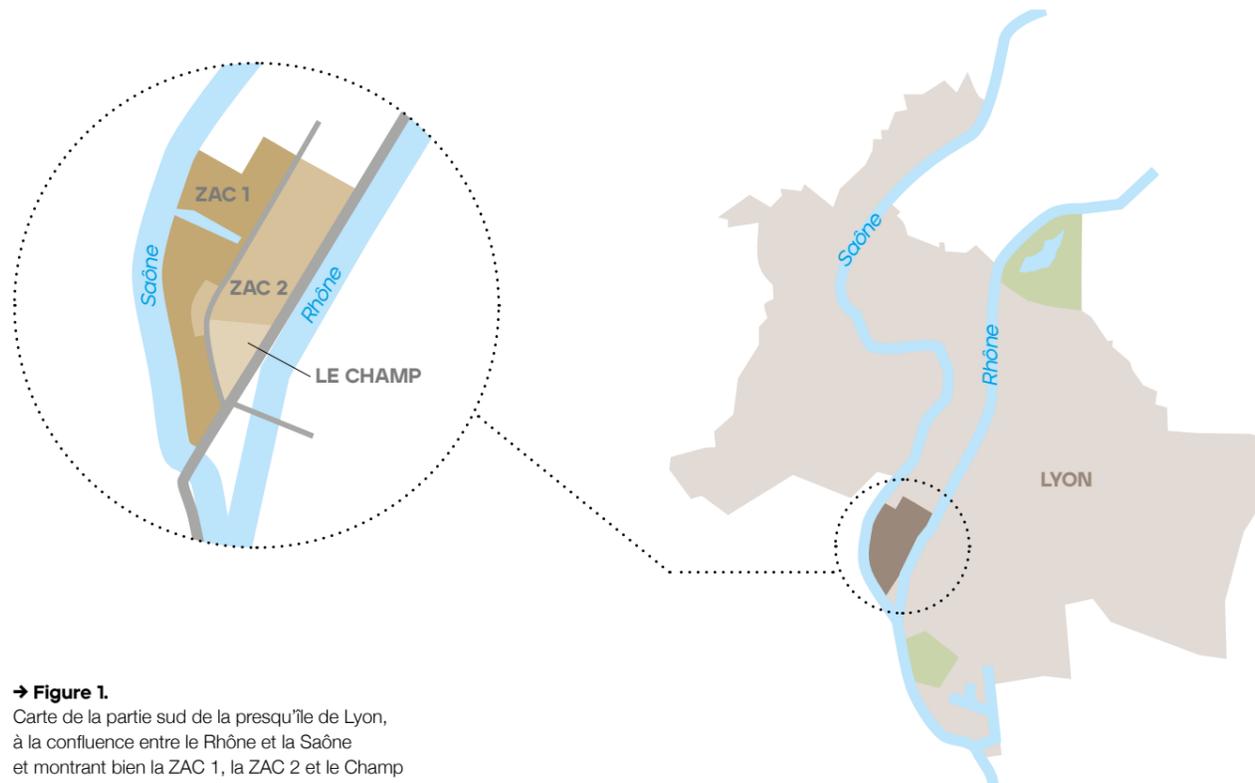
Le projet d'aménagement de la ZAC 2, côté Rhône, concerne une surface de 35 ha, dont le quartier du Marché-Gare, destiné à recevoir des logements, bureaux, commerces et équipements publics.

Enfin, le Champ de la Confluence, à la pointe sud de la presqu'île de Lyon, est un espace de 6 ha environ, appelé à devenir un vaste espace boisé offrant une continuité paysagère. Constitué d'espaces à la fois publics et privés, il forme un cadre privilégié pour les industries créatives qui s'y implanteront.

Cette opération de requalification urbaine en deux phases va désenclaver un territoire déshérité en opérant une métamorphose de la presqu'île en nouveau cœur de ville.

Photo d'ouverture :

Petit Champ. 9000 m² de cheminements principaux sont réalisés en béton recyclé à empreinte carbone réduite. (©Agence Base)



→ **Figure 1.**

Carte de la partie sud de la presqu'île de Lyon, à la confluence entre le Rhône et la Saône et montrant bien la ZAC 1, la ZAC 2 et le Champ de la Confluence.

ÉTAT DES LIEUX

La Confluence a une longue histoire. Au XIX^e siècle, avec l'essor industriel, la presqu'île de Lyon hébergeait des entrepôts à charbon, des manufactures de tabac et des industries chimiques, avant d'entrer en crise au XX^e siècle, lorsque l'activité portuaire a commencé à décliner. Le site est alors devenu enclavé, coupé du reste de la ville par le Rhône et la Saône ainsi que par la présence d'une autoroute et de voies ferrées.

À l'aube du XXI^e siècle, alors que les terrains se sont progressivement transformés en friches industrielles et que les activités restantes ont été délocalisées (port de commerce, marché de gros, prisons), un projet d'aménagement du confluent est inscrit politiquement dans le plan de mandat de Raymond Barre, alors maire de Lyon. La délocalisation ou la cessation d'activités a permis à la Ville de disposer de disponibilités foncières très importantes.

Lancée en 1998, l'opération a consisté à reconverter 150 ha de friches urbaines et industrielles, situées dans le prolongement du cœur de Lyon, derrière Perrache (Ile arrondissement), entre Rhône et Saône. Ambition affichée : doubler le centre de l'agglomération – avec une superficie bâtie à terme de 1 million de mètres carrés et plus de 30 000 habitants ou actifs supplémentaires –, tout en réalisant une véritable révolution environnementale.

« Cette opération s'est justifiée par la nécessité de tirer parti d'un important gisement foncier situé à proximité du centre-ville et des transports collectifs (gares, tramways, bus urbains), permettant de densifier la ville et de limiter l'étalement urbain », précise Laurent Jamet, chef de projet à la société publique locale Lyon-Confluence (SPLLC).

Une méthode à la hauteur de l'enjeu : modifier le site de façon radicale et durable. Ici, la ville s'épanouit et le quartier prend forme par le test de nouvelles façons, plus écologiques, de concevoir et, en particulier, l'utilisation de bétons recyclés pour la construction des revêtements de trottoirs et de voirie.

Les objectifs de ce projet sont nombreux : « Soutenir l'activité économique par la construction de bureaux et de locaux tertiaires capables de répondre aux besoins des entreprises du territoire ; proposer une offre de logements attractive ; créer un quartier ambitieux en termes de développement durable, notamment sur les thèmes de l'économie d'énergie, de l'économie circulaire, des mobilités, de la gestion des eaux pluviales et de la trame verte. En outre, le Champ de la Confluence a été conçu comme l'expression d'une innovation dans la vision de l'aménagement urbain », ajoute Laurent Jamet.



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

SPL LYON-CONFLUENCE

La société publique locale Lyon-Confluence (SPLLC) est, depuis vingt-cinq ans, l'aménageur du projet urbain de reconversion du sud de la presqu'île de Lyon. Créée en 1999 par la métropole de Lyon, elle pilote l'aménagement en respectant les orientations données par les élus.



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

LE PROJET DE LYON-CONFLUENCE

Le projet prévoit un vaste programme de logements et de bureaux, un pôle de loisirs et de commerce, un bassin nautique relié à la Saône, un musée sur le site de la pointe de la presqu'île. Il intègre aussi un chantier de rénovation de l'existant et l'aménagement des espaces publics. Le projet prévoit un désenclavement du quartier par la construction d'infrastructures routières pour le relier au quartier de Gerland et à la gare de Perrache, par l'extension du tramway T1 et par la construction de quatre ponts et de deux passerelles « modes doux » sur le Rhône et sur la Saône.

Vitrine de la ville de demain, Lyon-Confluence se veut intelligente et durable avec des partis pris architecturaux forts, mais aussi lieu de mixité sociale et de nouvelles mobilités. Ce quartier vert sera notamment conçu pour les mobilités douces et pour les piétons, en application du plan de déplacements urbains (PDU) du Grand Lyon, qui limite la place de la voiture. Les chantiers de dépollution, menés à grande échelle, constituent également la marque du nouveau territoire. Pour la première phase des travaux, pas moins de 250 000 tonnes de terre ont été extraites et dépolluées dans un centre de traitement. Choisi pour aménager les espaces publics, le béton constitué de granulats recyclés y joue un rôle bien spécifique, en accord avec les exigences environnementales.

À Confluence se mêlent ainsi bâtiments futuristes, commerces, habitations, bureaux et espaces publics, mais aussi de nombreux espaces verts, des parcs et des jardins.

« Notre agence a conçu les espaces publics en proposant un équilibre entre mobilités douce et partagée, espaces de détente et d'activité, aménagements minéral et végétal, aménagements esthétique et fonctionnel. Cela a nécessité de faire appel à différents types de matériaux, ayant des propriétés spécifiques et complémentaires selon leur usage. »

LE PROJET D'AMÉNAGEMENT DES ESPACES PUBLICS

Les aménagements des espaces publics laissent une grande part aux mobilités douces, aux espaces verts et à la lutte contre les îlots de chaleur urbains. Le projet est conçu pour réduire l'empreinte carbone et la consommation énergétique.

Les équipes, leurs domaines d'action et leurs rôles

Le projet d'aménagement de Confluence 2 a été découpé en plusieurs zones :

- Le projet de la ZAC 2 (Nord) et de la ZAC 2 (Sud) a été conçu, étudié et planifié par une équipe de maîtres d'œuvre constituée de Florimond Gauvin, gérant de l'agence Bigbang, de Marie Salvatge, cheffe de projet pour la partie « Aménagement urbain et paysage », d'Arnaud Berthier, directeur d'agence Artelia et de Romain Pellet, chef de projet du bureau d'études VRD.
- Le projet du Champ de la Confluence a été conçu, étudié et planifié par l'équipe de maîtres d'œuvre suivante : l'agence Base (gérant : Bertrand Vignal, directrice de projet : Jeanne Souvent, cheffe de projet : Dora Papp), OGI BET VRD (directrice : Valérie Plagne, cheffe de projet : Cécile Graftieaux), l'agence de conception lumière ON (gérant : Vincent Thiesson, cheffes de projet : Myriam Laval & Clara Liberati) et EODD (directeur de projet : Jean-François Nau et chef de projet : Lucas Vincenti).

Les agences Base et Bigbang ont pris en charge, pour leurs zones respectives, la conception, le principe d'aménagement et les esquisses du projet, la définition des caractéristiques fonctionnelles du revêtement ainsi que le suivi du chantier.

Les bureaux d'études VRD OGI et Artelia ont défini les hypothèses de dimensionnement et déterminé les structures des chaussées (en enrobé, en béton, en sable stabilisé et en pavés), la portance du support ainsi que le plan de calepinage des joints du revêtement en béton en collaboration avec les agences de paysage. Ils ont conçu les dispositions constructives à appliquer dans l'aménagement et, en particulier, au droit des interfaces entre les différents matériaux.

Le projet de la ZAC 2 par l'agence Bigbang et le bureau VRD Artelia

L'aménagement a consisté à développer un projet urbain sur une surface totale de 35 ha, s'inscrivant dans une démarche de développement durable qui a pris appui sur cinq grands principes :

- **Poursuivre le développement de la presqu'île**, engagé par la première phase de Lyon-Confluence, en créant un nouveau quartier de centre-ville qui renforce le rayonnement de l'agglomération lyonnaise ;
- **Proposer une ville durable** – alliant densité, mixité, confort des habitants et des usagers – et ancrée dans la proximité ;
- **Promouvoir l'histoire du site** en mettant en valeur son patrimoine industriel et logistique, mais en veillant à la mise en place de matériaux à Albedo élevé et de techniques pour réduire les îlots de chaleur urbains (ICU) ;
- **Conforter et développer la trame verte**, brune et bleue en mettant en valeur les fleuves et en favorisant le développement de la nature en ville (biodiversité positive, gestion des eaux pluviales, continuité des fosses de plantations, etc.) ;
- **Renforcer l'accessibilité du sud de la presqu'île** par un projet urbain favorisant l'accessibilité et la mobilité (multimodalité, écomobilité, transports en commun, réduction de l'impact de la voiture, etc.).

« Pour mettre en application ces grands principes, notre agence a conçu les espaces publics en proposant un équilibre entre mobilités douce et partagée, espaces de détente et d'activité, aménagements minéral et végétal, aménagements esthétique et fonctionnel. Cela a nécessité de faire appel à différents types de matériaux, ayant des propriétés spécifiques et complémentaires selon leur usage », précise Marie Salvatge, cheffe de projet à l'agence Bigbang.

Ainsi, le choix des matériaux et des techniques a été fait en appliquant les principes suivants :

- Trottoirs au même niveau que la voirie pour les zones apaisées ;
- Enrobé bitumineux pour la voirie circulée ;
- Asphalte pour les plateaux surélevés ;
- Pavage (pavés lyonnais en granit) sur les zones de stationnement « vélos » et « véhicules » ;
- Sable stabilisé non renforcé à usage piéton ;
- Sable stabilisé renforcé pour les zones pouvant recevoir une circulation occasionnelle ;
- Revêtement drainant pour piste cyclable ;
- Béton micro-désactivé à empreinte carbone réduite pour les trottoirs et les traversées de voirie.

Le projet du Champ de la Confluence par l'agence Base et le bureau VRD OGI

Les aménagements ont consisté à développer un projet urbanisé sur une surface totale de 6 ha. Ils s'inscrivent à la fois dans une démarche d'économie circulaire et de développement durable, d'expérimentation et d'innovation. Ils ont pris appui sur les cinq idées-forces suivantes :

- S'écarter de la conception classique de quartier urbain en privilégiant un urbanisme ouvert (faible densité de bâtiments et grands espaces bien plantés) ;
- Concevoir en économie circulaire ;
- Développer un refuge pour la biodiversité ;
- Faire du Champ un laboratoire grandeur nature pour expérimenter des méthodes de travail et tester des techniques afin de les reproduire à l'échelle de la métropole ;
- Concevoir des espaces publics pour les piétons et les déplacements doux, et rythmer les aménagements par la création d'espaces de détente et de rencontre, ouverts à tous.

« Pour mettre en application ces idées-forces, le Champ de la Confluence a été conçu comme un bois urbain et créatif. Les maîtres-mots sont : bien-être, nature, biodiversité, innovation, répliquabilité, participation citoyenne et sobriété. Un poumon vert pour le quartier, un démonstrateur pour la ville et un cadre unique pour les industries créatives et l'économie sociale et solidaire », précise Dora Papp, cheffe de projet à l'agence Base.

L'enjeu est de limiter la consommation des ressources, mais aussi les transports de matériaux. « L'utilisation de bétons à faible empreinte carbone, élaborés avec des granulats recyclés, pour réaliser les revêtements des cheminements piétonniers (allées et trottoirs) en est un bel exemple. Les granulats recyclés proviennent des résidus produits par les toupies à béton (retours de toupies) », ajoute Dora Papp.

Ainsi, les aménagements au sol ont été conçus en faisant appel à des matériaux :

- Ayant un coefficient Albedo élevé ;
- Capables de réduire les îlots de chaleur urbains (ICU) ;
- Se mariant bien avec le végétal ;
- Ayant une faible empreinte carbone ;
- Intégrant des constituants recyclés et susceptibles d'être recyclables ;
- Capables d'infiltrer l'eau ;
- Durables.

Planification de l'aménagement

L'aménagement de la ZAC 2 et du Champ de la Confluence est un projet d'ampleur. Il a été découpé en trois zones et planifié conformément aux indications figurant dans le **tableau 1** ci-après.

Zones	Surface	Période de réalisation
Champ de la Confluence	6 ha	2018-2033
ZAC 2 Nord	35 ha	2023-2028
ZAC 2 Sud	18,6 ha	2028-2035

Les travaux vont durer encore environ dix ans (de 2025 à 2035). Ils sont conduits en utilisant, moyennant quelques modifications ou adaptations, les mêmes produits et techniques que lors de la réalisation de la ZAC 1.

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.

« Les espaces publics devant être réservés à la mobilité douce, l'aménagement ne pouvait pas être conçu comme une route », précise Laurent Jamet.

Sur les plans esthétique et fonctionnel, il fallait un revêtement en béton conciliant trois caractéristiques essentielles, requises par la maîtrise d'ouvrage et par la maîtrise d'œuvre :

- **Un béton de couleur claire** pour, d'une part, faire écho aux trames vertes et, d'autre part, tirer bénéfice de la clarté du revêtement (coefficient Albedo élevé) sur le plan de la réduction de l'îlot de chaleur urbain (ICU) et de celle de la consommation énergétique de l'éclairage public.

« Le Champ de la Confluence a été conçu comme un bois urbain et créatif. Les maîtres-mots sont : bien-être, nature, biodiversité, innovation, répliquabilité, participation citoyenne et sobriété. Un poumon vert pour le quartier, un démonstrateur pour la ville et un cadre unique pour les industries créatives et l'économie sociale et solidaire. »

→ **Tableau 1.**
Planification de l'aménagement de la ZAC 2 et du Champ de la Confluence.



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

« Pour réaliser les espaces publics du Champ et de la ZAC 2, nous avons fait le choix d'un béton de sols composé de ciment bas carbone et de granulats de béton recyclés. »

• Un béton à base de granulats recyclés, les aménagements mis en œuvre dans le Champ et la ZAC 2 répondant à l'enjeu de limiter la consommation des ressources, mais aussi les transports de matériaux.

« Pour réaliser les espaces publics du Champ et de la ZAC 2, nous avons fait le choix d'un béton de sols composé de ciment bas carbone et de granulats de béton recyclés. Il est élaboré à Villeurbanne par Béton Vicat, à partir du traitement des résidus produits par les toupies à béton (retours de toupies) », précise Laurent Jamet. Développée dans le cadre d'Eurêka Confluence, cette façon de faire – privilégiant les circuits courts d'économie circulaire – a évolué au fur et à mesure des expérimentations en collaboration avec le laboratoire Voirie de la métropole de Lyon, pour aboutir, après un REX de vingt ans, à un béton contenant 30 % de granulats recyclés, désormais déployé sur tous les espaces publics de la ZAC 2 et du Champ de la Confluence. « Après avoir testé un béton 100 % recyclé (gravillons et sable recyclés) – qui ne nous a pas donné entière satisfaction à cause d'une fissuration de retrait incontrôlable –, nous avons testé et utilisé avec succès deux nouvelles formules de béton : un béton à 30 % de recyclés et un béton à 100 % de recyclés en gravillons, mais formulé avec un sable naturel. Nous avons aussi testé différents liants à faible empreinte carbone. Tout cela afin de trouver la meilleure formulation de béton, qui allie les trois qualités exigées : pourcentage élevé de recyclés, faible empreinte carbone et durabilité », ajoutent de concert Marie Salvatge et Dora Papp.

BON À SAVOIR DIFFÉRENTS TYPES DE GRANULATS RECYCLÉS

DIFFÉRENTS TYPES DE GRANULATS RECYCLÉS UTILISABLES DANS LES BÉTONS NORMALISÉS

Définis dans la norme NF P 18-545, il existe trois types de granulats recyclés : type 1, 2 et 3. On les distingue principalement par leur différence de composition, leurs caractéristiques et les fréquences des essais de contrôle associées.

Seuls les types 1 et 2 peuvent être utilisés dans les bétons au sens de la norme NF EN 206+A2/CN. En termes de composition, le type 1 – qui définit les « meilleurs » granulats recyclés – doit contenir a minima 95 % en

masse de constituants « Rc » et « Ru » : ceux-ci regroupent respectivement les matériaux « béton, produits en béton, mortiers, éléments de maçonnerie en béton » et les « granulats non liés, granulats en pierre naturelle, granulats traités aux liants hydrauliques ».

Le type 1 contient donc moins de 5 % d'éléments de type « Rb », « Ra », « XRg » et « FL » qui sont respectivement les « briques, tuiles, éléments en silicate de calcium, en béton cellulaire non flottant », « matériaux bitumineux », « argiles, sols, métaux, bois, plastiques et caoutchoucs non flottants, plâtres, verres » et les « matériaux flottants », dont la proportion est exprimée en volume, pour ces derniers.

BON À SAVOIR DOSAGES NORMALISÉS EN GRANULATS RECYCLÉS

DES DOSAGES LIMITÉS EN GRANULATS RECYCLÉS DANS LES BÉTONS NORMALISÉS

À l'issue du projet national Recybeton, dont les recommandations sont parues en 2018, les normes granulats NF P 18-545 et béton NF EN 206+A2/CN ont été mises à jour respectivement en 2021 et en 2022, afin d'actualiser les spécifications particulières auxquelles doivent répondre les granulats recyclés et les règles d'introduction de ces matériaux dans les bétons.

Suivant le type de granulats recyclés et la classe d'exposition des bétons mis en œuvre, la norme béton définit le pourcentage maximal de matériaux recyclés (en masse) à introduire en substitution des granulats naturels.

Exemple du cas des granulats recyclés de type 1 (extrait de la norme NF EN 206+A2/CN) :



↓ **Tableau 2.** Pourcentage massique maximal pour les gravillons recyclés de type 1 et le sable recyclé.

	XO	XC1, XC2	XC3, XC4, XF1	XD1, XS1	XF2, XD2, XD3	XS2, XS3	XF3, XF4	XA						
Gravillons recyclés type 1	60	40	60	30	50	30	50	20	40	10	30	10 ^a	30 ^a	0 ^b
Sable recyclé	30	10	20	10	20	10	20	10	15	10	15	0 ^b	15	0 ^b
Règles de formulation complémentaire	/	E _{eff} / L _{eq} max abaissé de 0,05 ^c	/	E _{eff} / L _{eq} max abaissé de 0,05 ^c	/	E _{eff} / L _{eq} max abaissé de 0,05 ^c	/	E _{eff} / L _{eq} max abaissé de 0,05 ^c	/	E _{eff} / L _{eq} max abaissé de 0,05 ^c	/	E _{eff} / L _{eq} max abaissé de 0,05 ^c	/	E _{eff} / L _{eq} max abaissé de 0,05 ^c

a. Gravillons résistant au gel au sens de la norme NF P 18-545.
b. À l'exception des granulats récupérés qui restent utilisables dans les conditions de 5.2.3.3 et NA.5.2.3.3.
c. Par rapport aux préconisations des tableaux NAF.

• Un traitement de surface du béton conférant au revêtement des caractéristiques de confort et une adhérence appropriée aux différents usagers des lieux. Le béton micro-désactivé a été préféré au béton sablé (utilisé auparavant), car il permet de réaliser facilement et à un coût compétitif une surface homogène, se rapprochant de l'aspect du béton sablé, mais sans les inconvénients du sablage (poussières, nuisances, etc.).

Les qualités mécaniques requises du béton

Sur le plan de la durabilité, il fallait un béton qui présente des caractéristiques mécaniques adéquates et une formulation propre à garantir la tenue dans le temps du revêtement. La maîtrise d'œuvre, OGI et Artelia ont défini et précisé les qualités des matériaux et les structures de chaussées afin que le revêtement soit en mesure de supporter à la fois le passage des usagers et les sollicitations dues aux conditions climatiques, telles que le gel, le produit de salage, la pluie, les inondations. Pour les voies non circulées, le béton est de classe mécanique C25/30 (BC3) et de classe d'exposition XF2. Pour les voies circulées, le béton est de classe mécanique C35/45 (BC5) et de classe d'exposition XF2.

Le béton doit satisfaire, en plus des exigences mécaniques, des exigences de durabilité face aux agressions du milieu environnant et de l'usage. Pour un revêtement de chaussée en béton, le prescripteur définit la classe d'exposition en fonction de la sévérité du gel, de la fréquence du salage et de l'usage. La norme béton NF EN 206+A2/CN définit 4 classes d'exposition (XF1, XF2, XF3 et XF4) pour les revêtements en béton, telles que définies dans le tableau 3. En outre, pour les chaussées situées en bord de mer et soumises aux embruns (généralement, celles situées à moins de 100 m de la mer), les prescriptions de la classe XS3 doivent également être respectées.

Usage	Tout trafic	≤ T3	> T3	Tout trafic	Tout trafic	
Gel	Salage	Aucun	Peu fréquent		Fréquent	Très fréquent
	Faible ou modéré	XF1	XF1	XF2	XF2	XF4
Sévère	XF3	XF3	XF4	XF4	XF4	

↑ **Tableau 3.** Classes d'exposition pour un revêtement en béton en fonction du niveau du gel, de la fréquence du salage et de l'usage.

Pour tenir compte de toutes ces exigences et répondre aux spécifications du cahier des charges incluant l'utilisation de granulats recyclés, la société Béton Vicat a été amenée à mettre au point une formulation spécifique pour ce chantier. En partant d'une formulation basique de béton dont dispose la centrale, il a été procédé par ajustements successifs, en faisant varier les différents constituants (nature, couleur et dimension maximale des granulats ; nature et dosage du ciment ; nature et dosage des adjuvants), pour finalement converger vers un rendu conforme aux souhaits du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre.

« Nous avons réalisé plusieurs planches d'échantillons, en partenariat avec Sols, afin de converger vers une teinte de béton et un agencement des granulats en surface (couleurs, proportions, taille, mosaïque) qui correspondent bien aux attentes de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre », précise Marc Ast, responsable des bétons décoratifs Rhône Drôme chez Béton Vicat.

Structures de chaussées en béton micro-désactivé

Le choix du béton et le dimensionnement de la structure de la voirie ont été opérés afin de créer une assise solide, durable et homogène. Les revêtements en béton ont été conçus à l'identique et traités de la même manière sur toutes les zones (ZAC 2 Nord et Sud et Champ), c'est-à-dire en faisant appel aux mêmes formules de béton, aux mêmes structures de chaussées et au même procédé de mise en œuvre.

En s'appuyant sur les guides et les normes en vigueur, les bureaux d'études OGI et Artelia ont conçu et dimensionné la structure (épaisseur et caractéristiques) en fonction du trafic cumulé estimé à la mise en service (piétons, vélos, skates, véhicules, camionnettes d'entretien et poids lourds) et de la qualité du support en place (plate-forme support PF2).

Trois structures ont été retenues :

- Pour la voirie non circulée (fig. 2) :
 - > Un revêtement en béton micro-désactivé contenant soit 30% de granulats recyclés soit 100 % de gravillons recyclés avec apport de sable naturel, protégé par un produit bouche-pores, de classe BC3 (C25/30) et d'épaisseur 12 cm ;

BON À SAVOIR CLASSE D'EXPOSITION



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

- > Une couche de grave non traitée, semi-concassée 0/20, d'épaisseur 15 cm ;
- > Un géotextile ;
- > Une couche de forme en grave non traitée, d'épaisseur 20 cm.

• **Pour la voirie circulée (fig. 3) :**

- > Un revêtement en béton micro-désactivé, protégé par un produit bouche-pores, contenant 30 % de granulats recyclés, de classe BC5 (C35/45) et d'épaisseur 24 cm ;
- > Une couche de grave non traitée, semi-concassée 0/20 et d'épaisseur 15 cm ;
- > Un géotextile ;
- > Une couche de forme en grave non traitée, d'épaisseur 50 cm.

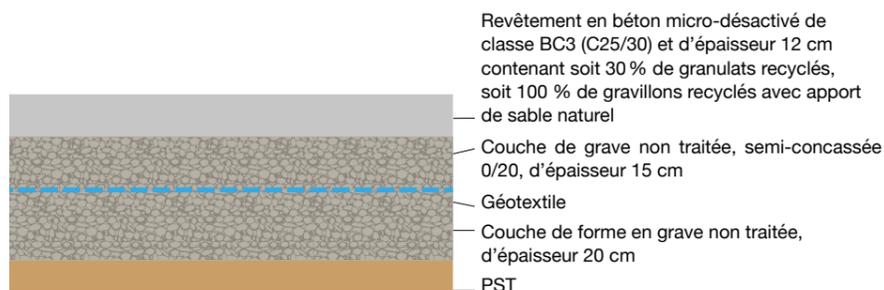
• **Pour la voirie circulée occasionnellement (fig. 4) :**

- > Un revêtement en béton micro-désactivé, protégé par un produit bouche-pores, contenant 30 % de granulats recyclés, de classe BC5 (C35/45) et d'épaisseur 16 cm ;
- > Une couche de grave non traitée, semi-concassée 0/20 et d'épaisseur 15 cm ;
- > Un géotextile ;
- > Une couche de forme en grave non traitée, d'épaisseur 50 cm.

« Les structures de chaussées se sont différenciées par l'épaisseur du revêtement en béton (circulé, occasionnellement circulé ou non circulé). En outre, dans les aménagements apaisés, le trottoir et la voirie ont été mis à peu près de niveau (le trottoir est légèrement au-dessus de la voirie) », précisent de concert Dora Papp et Marie Salvatge.

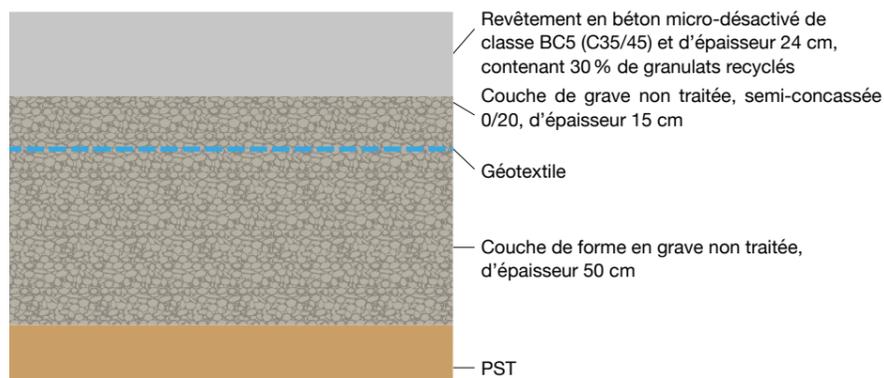
→ **Figure 2.**

Coupe en travers-type d'une structure en béton micro-désactivé pour des aménagements non circulés.



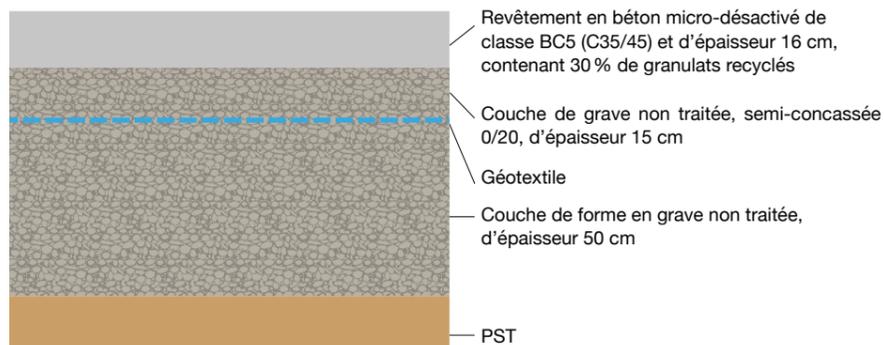
→ **Figure 3.**

Coupe en travers-type d'une structure en béton micro-désactivé pour des voiries circulées.



→ **Figure 4.**

Coupe en travers-type d'une structure en béton micro-désactivé pour des aménagements occasionnellement circulés.



RÉALISATION DES TRAVAUX DE LA ZAC 2 ET DU CHAMP

Colas, en charge des travaux de génie civil, a piloté le chantier en coordonnant les différents intervenants et en réalisant les opérations suivantes :

- Démolition des revêtements existants, puis évacuation des matériaux ;
- Travaux de terrassement pour mise à la cote du fond de forme, suivis d'un compactage soigné ;
- Travaux d'assainissement et de drainage de la plate-forme ;
- Travaux de VRD et de génie civil (murs en pierre, pose de bordures) ;
- Réalisation de la plate-forme support sous les différents revêtements ;
- Mise en place du géotextile ;
- Fabrication et mise en œuvre de la couche de fondation en grave non traitée sous les différents revêtements ;
- Réalisation de tous les revêtements à l'exception du béton (enrobés, sable stabilisé, pavés de pierre naturelle, etc.).

Sols Confluence s'est vu attribuer la mise en œuvre des revêtements en béton avec finition de type micro-désactivé, y compris les travaux préparatoires au bétonnage. Les espaces publics du chantier du Champ de la Confluence totalisent 60 000 m², dont une partie est déjà réalisée et qui se répartissent comme suit :

- Revêtement en béton micro-désactivé (voies piétonnes et voies circulées) : 3 500 m² ;
- Revêtement en pavés : 400 m² ;
- Aménagement en sable stabilisé : 1 270 m² ;
- Aménagement des espaces verts : 7 500 m².

Les espaces publics de la ZAC 2 totalisent 350 000 m², dont une partie est déjà réalisée avec différents matériaux et, en particulier, du béton micro-désactivé, confectionné avec des granulats recyclés, mais on ne dispose pas de la répartition entre les différents matériaux.

Réalisation de la plate-forme support

Après avoir effectué les travaux de démolition et de terrassement, Colas a procédé à la mise à la cote du fond de forme et à la mise en place de la couche de forme, suivie d'un compactage soigné.

« L'objectif était de conférer à la plate-forme support de chaussée une portance minimale PF2 (50 ≤ EV2 < 80 MPa) », précise Mickaël Detrez, conducteur de travaux chez Sols.

Mise en place d'un géotextile

La couche de forme a été recouverte d'un géotextile aiguilleté non tissé.

Intérêt des géotextiles

Les géotextiles sont des tissus plus ou moins perméables et polyvalents qui offrent divers avantages, puisqu'ils ont été mis au point pour apporter des solutions aux problèmes de géotechnique, de génie civil et de travaux routiers. Ils peuvent remplir efficacement de multiples fonctions : notamment, la séparation, la filtration, le renforcement, la protection et le drainage. Ils répondent à la série de normes européennes NF EN 13249, NF EN 13250, NF EN 13251, NF EN 13252 et NF EN 13253.

Les deux types de géotextiles

Généralement fabriqués à partir de fibres de polypropylène ou en polyester, les géotextiles sont disponibles sous deux formes principales :

- Les géotextiles tissés ;
- Les géotextiles non tissés.

Les géotextiles tissés conviennent aux applications nécessitant une grande résistance à la traction. Ils servent au renforcement et à la stabilisation. Mais ils ont une perméabilité limitée (ils sont inadaptés à la filtration et au drainage) et une faible souplesse (ils sont moins adaptés aux surfaces irrégulières). Ils sont proposés en plusieurs classes en fonction de l'épaisseur ou du grammage du géotextile.

Les géotextiles non tissés, souvent plus souples, sont adaptés aux fonctions de séparation et de filtration. Ils sont utilisés dans la construction routière pour séparer deux couches de matériaux et assurer la perméabilité à l'eau, tout en empêchant de passer les autres particules fines et les polluants. Mais ils ont une faible résistance à la traction. Ils sont proposés en plusieurs classes en fonction de l'épaisseur ou du grammage du géotextile.

BON À SAVOIR

INTÉRÊT DES GÉOTEXTILES ET LEURS TYPES

Réalisation de la couche de fondation

Colas a procédé à la mise en œuvre, sur toute la surface à aménager, d'une couche de fondation en grave non traitée semi-concassée 0/20 mm et d'épaisseur 15 cm. La grave a été livrée par camion et déversée sur le géotextile à l'aide d'une pelle mécanique. Elle a été ensuite régaliée et compactée soigneusement à l'aide d'un compacteur tandem de 4 tonnes. Cette opération de compactage est très importante, car elle vise à conférer à la grave non traitée une compacité optimale. La couche de fondation a été ensuite protégée par une couche d'imprégnation à base d'émulsion de bitume.



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

Travaux préparatoires

Les travaux préparatoires ont consisté à protéger par un film en polyéthylène tous les produits et objets existants sur le chantier (bordures, éléments des espaces verts et, le cas échéant, les pavés en pierre naturelle, etc.).

Réalisation des coffrages

L'entreprise Sols a eu recours à des coffrages en acier (règles de 3 m de long et de 12, 16 ou 24 cm de hauteur). Elle s'est aussi servie des bandes structurantes en pierre qui délimitent les bords des zones de pavage.

« Une fois les coffrages posés et solidement fixés au sol à l'aide de fiches (de 18 mm de diamètre) réparties avec un espacement d'un mètre, des voliges en bois ont été posées au niveau des jonctions, entre les règles successives, pour assurer la stabilité du coffrage », explique Mickaël Detrez.

Autour de chaque émergence, il a été installé un chaînage de renforcement, confectionné avec un treillis soudé ST15C, afin d'empêcher l'ouverture de fissures susceptibles d'apparaître par suite de la réduction de la section transversale du béton, du fait de la présence de l'émergence.



↑ Petit Champ. Les premiers bétons 100 % recyclés et à empreinte carbone réduite (sur base de pouzzolane) ont été réalisés en 2019 (en finition sablée). (©Agence Base)

Fabrication et transport du béton

Sols Confluence et Béton Vicat ont établi conjointement, par ajustements successifs, les deux formulations du béton de la gamme Stylperf. Celles-ci font appel à des gravillons recyclés à 30 % et à un ciment CEM IV/A en provenance de l'usine Vicat de Créchy (Allier 03). Les deux formulations retenues sont des bétons décoratifs Stylperf Désactivés présentant des caractéristiques mécaniques de type BC3 ou BC5 et une réduction de l'empreinte carbone de niveau « DÉCA² », soit d'environ 25 % par rapport à un béton similaire à base de CEM II/A.

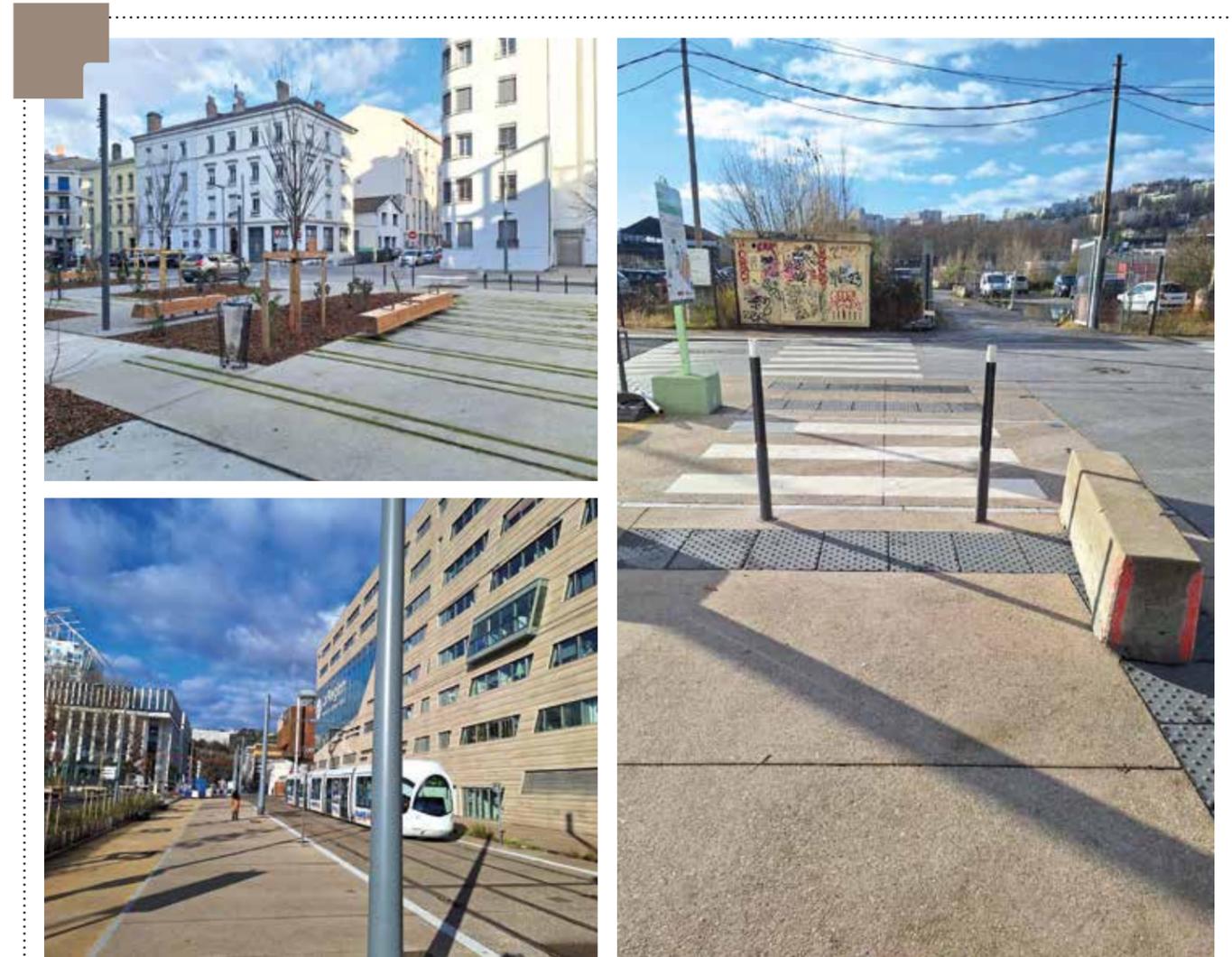
Ces bétons ont été fabriqués et livrés par Béton Vicat à partir de sa centrale BPE de Vourles (69).

« La fourniture des 1 000 m³ de béton s'est étalée sur une période d'environ dix-huit mois. 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 », explique Marc Ast.

Avant qu'il ne soit livré, deux contrôles ont été réalisés immédiatement :

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

« La fourniture des 1 000 m³ de béton s'est étalée sur une période d'environ dix-huit mois. 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. »



De gauche à droite et de haut en bas

ZAC 2. ↑ Aménagement de la place du Marché en béton micro-désactivé. ↑ Aménagement d'un plateau surélevé en béton micro-désactivé. ↑ Aménagement en béton micro-désactivé du trottoir et du revêtement de la plate-forme de tramway. (©Detrez, Sols)

MISE EN ŒUVRE DU BÉTON

Le béton a été livré à pied d'œuvre et déversé sur la couche de fondation directement par le camion-toupie et, pour les zones inaccessibles, par des dumpers. Il a été ensuite tiré à l'aide d'un râteau et réglé manuellement à l'aide d'une règle en aluminium, tout en respectant les repères altimétriques constitués, d'un côté, par les bordures de rive et, de l'autre, par des marques portées sur des piquets « repères ». Cette opération a été suivie par un lissage de la surface du matériau réalisé manuellement pour conférer au revêtement en béton un état de surface plan et d'aspect fermé (exempt de cavités ou de trous).

Finitions

La technique de sablage, utilisée lors de la réalisation des travaux de la ZAC 1, a été abandonnée au profit de la technique de micro-désactivation. Celle-ci présente l'avantage de conférer à la surface du béton un aspect proche du béton sablé, mais sans subir les nuisances du sablage (production de poussières et envol de sables).

Immédiatement après la mise en œuvre du béton, on pulvérise à la surface du revêtement un produit retardateur de prise à faible intensité et faisant aussi office de cure. « En fonction de la température ambiante, on effectue, dans un délai allant de vingt-quatre à quarante-huit heures, un lavage à haute pression du béton afin d'enlever le mortier de surface et de faire apparaître les granulats, sans trop les dénuder. Résultat : un revêtement d'apparence assez brute, de couleur grise, avec des agrégats roulés visibles, allant de l'ocre au noir, qui assure un bon confort de marche et une bonne adhérence », ajoute Mickaël Detrez.

« Résultat : un revêtement d'apparence assez brute, de couleur grise, avec des agrégats roulés visibles, allant de l'ocre au noir, qui assure un bon confort de marche et une bonne adhérence. »



De gauche à droite
ZAC 2. ↑ Espace public faisant appel au béton pour le revêtement au sol et au bois pour le mobilier. ↑ Quartier Marché-Gare. Voirie et trottoirs en béton micro-désactivé. (©Detrez, Sols)



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

Joint

Dans la ZAC 2 Nord, un plan de calepinage, élaboré par l'agence Bigbang, a été scrupuleusement appliqué par Sols. En revanche, dans la ZAC 2 Sud, le plan de calepinage a été conçu et appliqué par Sols, après avoir été approuvé par l'agence Bigbang.

« Le plan de calepinage est constitué principalement de joints de retrait transversaux (traits de scie sur le quart supérieur du revêtement) et espacés de 3 m (trottoir) ou 5 m (voirie circulée) », précise Mickaël Detrez.

Il a été aussi réalisé, sur toute la hauteur du revêtement en béton, des joints de dilatation avec un espacement de l'ordre de 25 à 30 m. Ces joints, en double parois aluminium, de 10 mm de largeur, sont remplis avec un mastic, imputrescible et compressible.

« Les joints de dilatation installés sur les revêtements de trottoir ne comportent pas de systèmes de transfert de charge (goujons). En revanche, les joints de dilatation installés sur le revêtement de chaussées circulées comportent un système de transfert de charges constitué de goujons dont les caractéristiques sont définies dans la norme NF P 98 170 », ajoute Mickaël Detrez.

Contrôle des bétons

Pour atteindre une bonne qualité d'exécution, Sols a choisi la méthode de mise en œuvre manuelle, garantissant l'obtention d'une compacité conforme à celle de la formule de référence. Les contrôles des travaux se sont déroulés en deux étapes :

- **Contrôles avant la mise en œuvre du béton :**
 - > Contrôle des bons de livraison ;
 - > Contrôle de la consistance du béton par l'essai d'affaissement au cône d'Abrams.
- **Contrôles durant la mise en œuvre du matériau :**
 - > Mesure de l'épaisseur du revêtement en béton ;
 - > Contrôle visuel de l'aspect du revêtement.



↑ Aire de jeux Caterpilou. Les cheminements en béton recyclé et à empreinte carbone réduite (finition micro-désactivée) structurent et connectent les espaces de jeux. (©Agence Base)

SATISFACTION GÉNÉRALE

Les travaux de la ZAC 2 et du Champ continuent pour quelques années, avec la satisfaction de la SPL Lyon-Confluence et de tous les intervenants.

« L'aménagement réalisé est tout à fait conforme à nos attentes. La teinte du béton se marie bien avec le végétal. Le rendu est très agréable et pratique. Les usagers sont satisfaits », affirme Laurent Jamet.

« Nous avons donné aux aménagements un attrait esthétique et de nouvelles fonctions écologiques et environnementales », ajoutent de concert Dora Papp et Marie Salvatge.

« Une fois l'aménagement achevé, une belle récompense pour nous autres, entreprises, fut de voir les usagers s'approprier les lieux », ajoute Mickaël Detrez.

« Ce chantier est vraiment une très belle réussite, tant esthétique qu'environnementale, avec 9 000 m² d'aménagements en béton micro-désactivé », conclut Marc Ast. ■

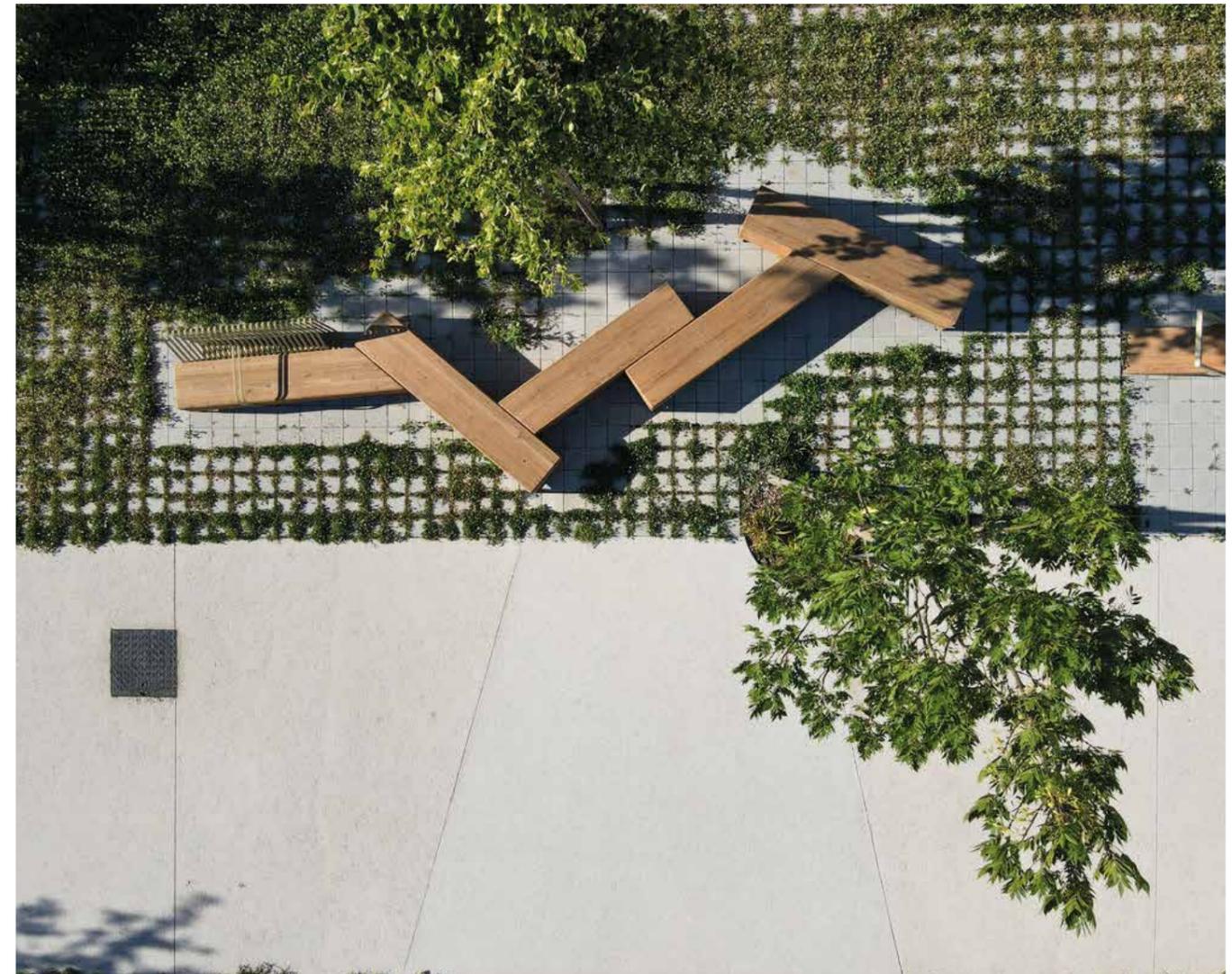
« Ce chantier est vraiment une très belle réussite, tant esthétique qu'environnementale, avec 6 000 m² d'aménagements en béton micro-désactivé. »

LIENS UTILES

- > **SPL Lyon-Confluence :**
<https://www.lyon-confluence.fr>
- > **Agence Base :**
<https://www.baseland.fr>

- > **Agence Bigbang :**
<https://www.bigbangoffice.com>
- > **Bureau d'études OGI :**
<https://www.ogi2.fr>
- > **Artelia Group :**
<https://www.arteliagroup.com>

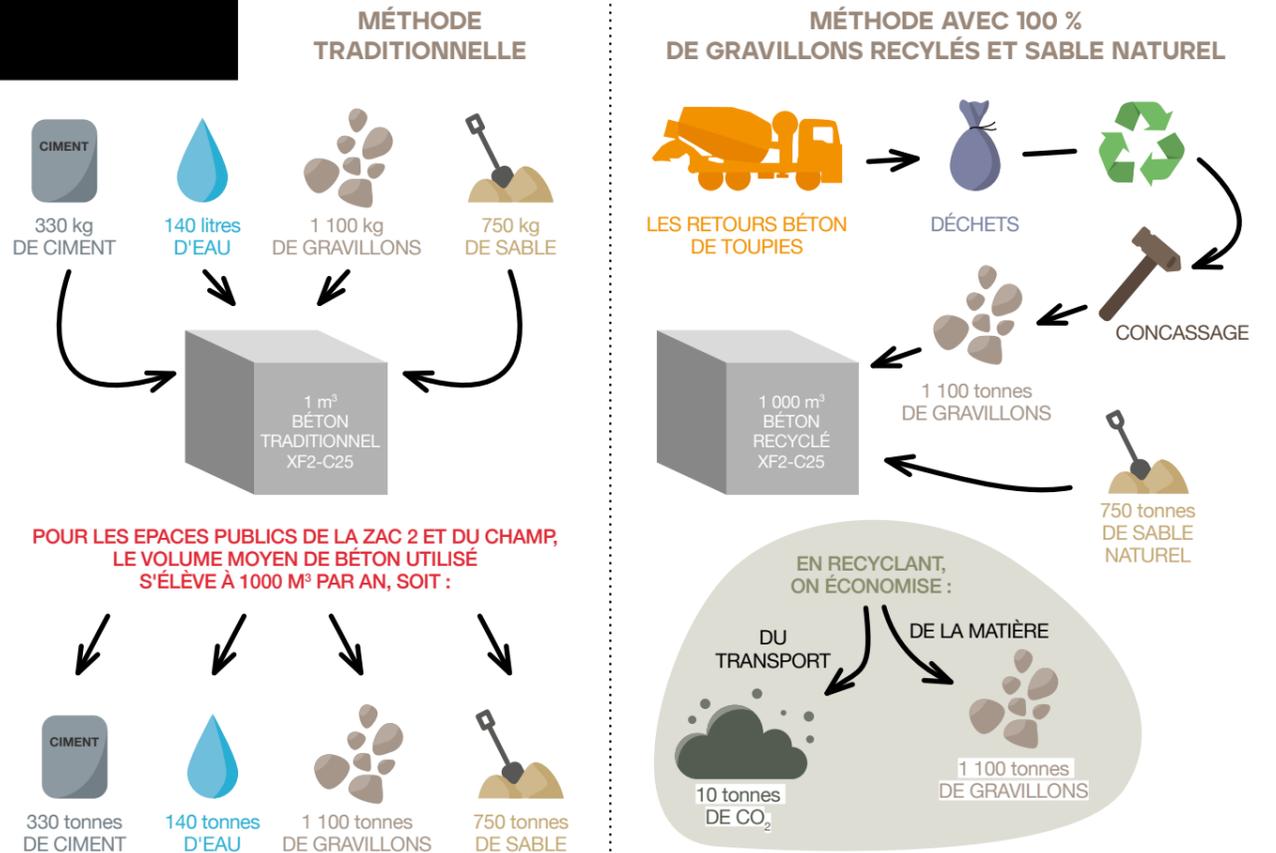
- > **Colas :**
<https://www.colas.com>
- > **Sols :**
<https://sols.fr>
- > **Béton Vicat :**
<https://www.beton-vicat.fr>



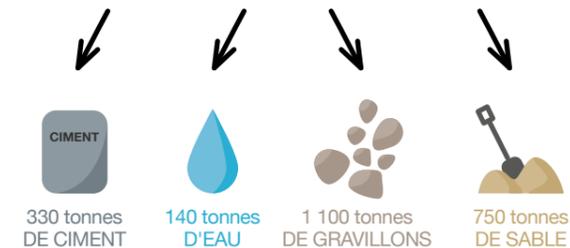
↑ Petit Champ. 9 000 m² de cheminements principaux sont réalisés en béton recyclé et à empreinte carbone réduite. (©Agence Base)

ENCART ENVIRONNEMENTAL

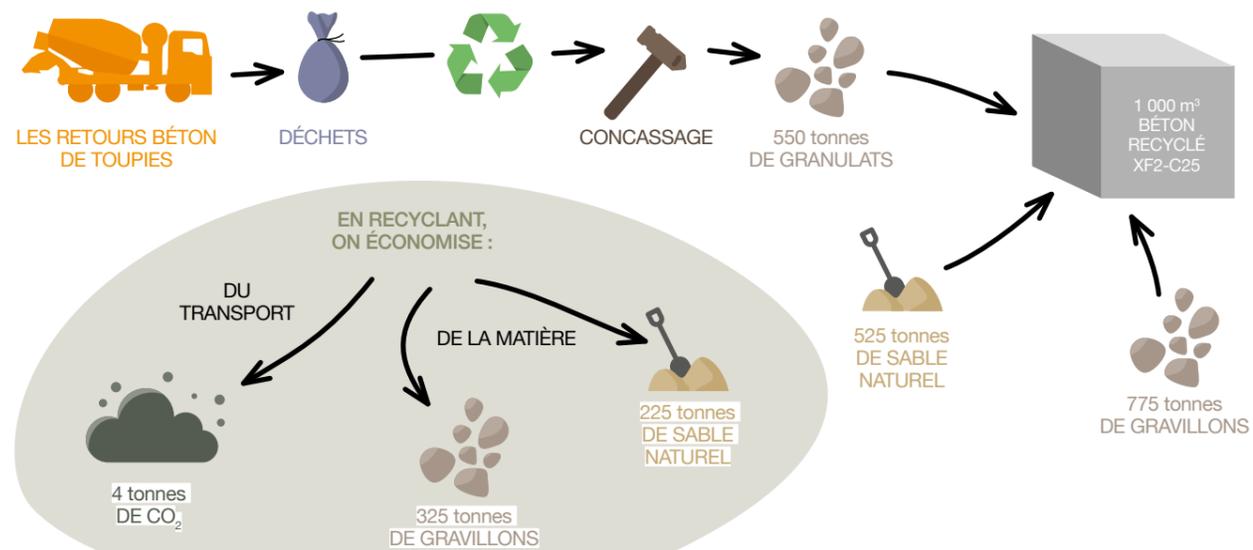
INTÉRÊT DU BÉTON À GRANULATS RECYCLÉS
Préservation des ressources granulaires et réduction des gaz à effet de serre (GES)



POUR LES ESPACES PUBLICS DE LA ZAC 2 ET DU CHAMP, LE VOLUME MOYEN DE BÉTON UTILISÉ S'ÉLÈVE À 1000 M³ PAR AN, SOIT :



MÉTHODE AVEC 30 % DE GRANULATS RECYCLÉS



Bibliographie générale

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. Cimbéton, 2019.
- T 51** Voiries et aménagements urbains en béton. Tome 2 : Mise en œuvre. 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. Cimbéton, 2005.
- T 57** Voiries et aménagements urbains en béton. Revêtements et structures réservoirs. Cimbéton, 2007.
- T 58 et C 58** Retraitement en place à froid des anciennes chaussées aux liants hydrauliques. Cimbéton, 2008.
- T 65** Chaussées composites en béton de ciment. Tome 1 : Structures neuves en BAC collé sur GB. Cimbéton, 2008.
- T 67** Aménagements décoratifs en matériaux naturels stabilisés aux liants hydrauliques. Caractéristiques techniques et règles de bonne pratique. Cimbéton, 2008.
- T 69** Lutter contre l'imperméabilisation des surfaces urbaines. Les revêtements drainants en béton. 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 BC5q/GB3** Dépliant. Collection SNBPE - Collection technique Cimbéton, 2020.

Documentation technique Cimbéton

- Revue Routes n° 24** Documentation technique. Les bétons compactés. Joseph Abdo / Cimbéton, décembre 1987.
- Revue Routes n° 102** Documentation technique. La maîtrise de la fissuration des graves hydrauliques. Joseph Abdo / Cimbéton, décembre 2007.

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.

VIDÉOS & LOGICIELS

Pour vous aider dans vos choix, découvrez sur notre chaîne YouTube et sur notre site nos outils d'aide à la décision (vidéos et calculateur).

Publications Sétra/LCPC

- Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques. Application en assises de chaussées. Sétra / LCPC, 2007.
- Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques. Application en remblais et couches de forme. Sétra / LCPC, 2000.
- Réalisation des remblais et des couches de forme. Fascicule I et fascicule II. Sétra / LCPC, 2000.
- Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques. Application en remblais et couches de forme. Sétra / LCPC, 2000.
- Traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques. Application en assises de chaussées. Sétra / LCPC, 2007.
- Retraitement en place à froid des anciennes chaussées. Sétra / LCPC, 2003.
- Conception et dimensionnement des structures de chaussées. Sétra / LCPC, 1994.
- Chaussées en béton. Sétra / LCPC, 1997.
- Catalogue des structures-types de chaussées neuves. Sétra / LCPC, 1998.
- Fiches de structures composites BBTM/ES/BAC/GB3 (Note de la direction des routes, 2000). Fiches additionnelles au Catalogue des structures-types de chaussées neuves. Sétra / LCPC, 1998.
- Note d'information n° 18. Béton compacté : conception et dimensionnement. Sétra / LCPC, décembre 1985.
- Document technique. Recommandation pour la réalisation des bétons compactés. Sétra / LCPC, novembre 1985.

Projet national

Le béton compacté au rouleau. Les barrages en BCR. Presses de l'École nationale des ponts et chaussées, 1997.

Publications Cerema

- Guide technique** Guide des terrassements des remblais et des couches de forme. Fascicule I et fascicule II. Cerema / IDRRIM, 2024.



Cimbéton



Bétons et liants hydrauliques, un panel de solutions pour les aménagements des mobilités douces et actives.

- Durabilité avec durée de service de 50 ans et plus.
- Limitation des îlots de chaleur urbains et résistance aux températures élevées.
- Gestion des eaux (bétons drainants et chaussées réservoirs).
- Recyclables à 100 %.
- De nombreuses solutions esthétiques pour matérialiser et fonctionnaliser tous les types de voies de circulation.



**Bas
carbone**

En utilisant des ciments "bas carbone", il est possible d'atteindre des réductions de l'empreinte carbone (CO₂) des bétons allant jusqu'à 65 %*.

Nos adhérents



**Ensemble, accélérons
la construction durable.**

*Cas d'un béton à base de CEM III/C comparé à un béton de résistance équivalente en CEM I, en considérant que l'empreinte carbone du béton est liée à 90 % au ciment, sur béton non armé.

infociments.fr