

BALLERSDORF

HAUT-RHIN (68)



#mieuxcirculer

#mieuxprotégerlaplanète

#chantier

#lianthydrauliqueroutier



Liant
hydraulique
routier



Recyclage
en place



Surface
traîtée :
15 000 m²



Haut-
Rhin

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Conseil départemental du Haut-Rhin

Maîtrise d'œuvre

Conseil départemental du Haut-Rhin (direction des Routes, pôle Mobilité et Travaux neufs)

Entreprises

Climent TP, Brunner, Laboratoire E3C (groupe Climent TP)

Fournisseur du liant hydraulique routier

LafargeHolcim (Holcim Haut-Rhin)

PHOTO D'OUVERTURE : Juillet 2020. Vue générale du chantier de traitement de la couche de forme de la déviation de Balleisdorf, le plus important engagé récemment par le département du Haut-Rhin.

Mettre en œuvre ou remployer le plus de matériaux locaux possible est devenu une priorité sur tous les chantiers, notamment routiers. Le traitement en place de la couche de forme au liant hydraulique routier (LHR) permet de répondre parfaitement à cette exigence. Une solution technique éprouvée, avantageuse sur plusieurs plans : environnemental, économique et logistique. Démonstration en Alsace, avec le contournement de la commune de Ballersdorf, un projet porté de bout en bout par le conseil départemental du Haut-Rhin et par son président, Rémy With. La collectivité a assuré les maîtrises d'ouvrage et d'œuvre ainsi que le financement intégral à hauteur de 12,34 M€. Figurant parmi les plus importants projets engagés ces dernières années par le département, il a été inauguré à la fin du mois d'octobre dernier.

SITUATION

À 10 kilomètres à l'ouest d'Altkirch, le village de Ballersdorf (Haut-Rhin) se situe dans la belle région vallonnée du Sundgau, parsemée d'étangs et réputée pour sa spécialité culinaire, la carpe frite. Cette petite commune rurale, qui compte moins de 900 habitants, est au centre d'un quadrilatère formé à l'ouest par Montbéliard et Belfort et à l'est par Mulhouse et la métropole suisse de Bâle

ÉTAT DES LIEUX

Conséquence de sa localisation particulière au sud de l'Alsace et à la frontière de la Suisse, Ballersdorf connaît un important trafic routier de transit sur sa route départementale RD419, avec plus de 6 300 véhicules (dont environ 10 % de poids lourds) traversant quotidiennement l'agglomération. Cette circulation engendre de nombreuses nuisances.

PROJET

Dans le cadre d'un vaste projet de désenclavement de la région du Sundgau, le conseil départemental du Haut-Rhin a entrepris, il y a plus d'une décennie, d'améliorer la circulation dans cette zone. D'importants chantiers ont été réalisés, avec notamment la déviation de Retzwiller (plus de 20 M€), inaugurée en septembre 2014, et celle d'Aspach en 2013 (30 M€). Dernière opération envisagée : le contournement de Ballersdorf. Avec un coût estimé à plus de 10 M€, ce chantier routier est le plus important engagé récemment par le département du Haut-Rhin.



7, place de la Défense
92974 Paris-la-Défense Cedex
Tél. : 01 55 23 01 00
E-mail : centrinfo@cimbeton.net

Déviations de BALLERSDORF



Objectif principal du chantier : détourner la RD419 en réalisant une voie contournant la commune par le nord afin de délester le village d'une bonne partie de son trafic actuel.

Consultez le focus technique sur les couches de forme en p. 6.

Le traitement en place aux LHR propose une réponse adaptée aux exigences du maître d'ouvrage-maître d'œuvre. Éprouvé et fiable, ce procédé limite la circulation des engins et des camions en permettant de réaliser des ouvrages à la durabilité constatée.



Recyclage en place

Des études en laboratoire ont dès lors été entreprises sur les matériaux limono-argileux afin de vérifier la faisabilité du traitement des sols au LHR et de déterminer le dosage en liant permettant l'obtention des caractéristiques mécaniques visées (résistance en traction R_t et module d'élasticité E). Celles-ci sont nécessaires pour dimensionner la couche de forme.



Formules & données

Rolac Optimum est un liant hydraulique polyvalent qui apporte une réponse optimale à de nombreuses problématiques. Il est adapté au traitement de tous les types de matériaux naturels ou recyclés. Ses fortes capacités d'activation permettent d'accélérer le développement des résistances mécaniques pour une remise en circulation rapide.

OBJECTIFS

Le projet a fait l'objet d'études successives menées de 2004 à 2017.

Il poursuit plusieurs objectifs :

- > Fluidifier le trafic : l'opération consiste à détourner la RD419 en réalisant une voie contournant la commune par le nord afin de délester le village d'une bonne partie de son trafic actuel.
- > Améliorer la qualité de vie : l'importante circulation routière nuit à la qualité de vie des Badri-courtois, les habitants de Ballersdorf.
- > Préserver l'environnement : le conseil départemental, souhaite que le chantier soit le plus respectueux possible de l'environnement. Dans ce dessein, l'appel d'offres a été assorti de fortes contraintes techniques. Cette préoccupation se traduit notamment par l'exigence de réduire le trafic engendré par le chantier (engins et camions) et de remployer le maximum de matériaux sur place, en limitant strictement l'apport de matériaux nobles, ressource à préserver.
- > Réaliser un ouvrage durable : la nouvelle voie doit avoir une durabilité appréciable (vingt ans), à la hauteur de l'importance de l'investissement consenti.
- > Garantir la résistance au gel : dans un département habitué aux températures basses en hiver, ce paramètre est impératif.

Ces objectifs ont orienté le choix du conseil départemental du Haut-Rhin, à la fois maître d'ouvrage et maître d'œuvre, vers une solution de traitement des sols en place au LHR pour la réalisation de la couche de forme prévue.

CHOIX DU TRAITEMENT DE LA COUCHE DE FORME AU LHR

Cette technique propose une réponse adaptée aux exigences du maître d'ouvrage-maître d'œuvre. En effet, ce procédé, éprouvé et fiable, ne nécessite pas ou peu d'apports de matériaux extérieurs, limite la circulation des engins et des camions et permet de réaliser des ouvrages à la durabilité constatée. À Ballersdorf, dans cette région du Haut-Rhin, les caractéristiques spécifiques des sols permettent d'envisager cette solution du traitement pour réaliser la couche de forme. Celles-ci sont marquées par la double présence de matériaux limono-argileux et de sable.

Des études en laboratoire ont dès lors été entreprises sur les matériaux limono-argileux afin de vérifier la faisabilité du traitement des sols au LHR et de déterminer le dosage en liant permettant l'obtention des caractéristiques mécaniques visées (résistance en traction R_t et module d'élasticité E). Celles-ci sont nécessaires pour dimensionner la couche de forme (cf. Focus technique p. 6).

CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Longueur de la nouvelle voie à réaliser : 2,5 km, dont 1,5 km fait appel à la technique de traitement des sols en place au LHR. Largeur de la nouvelle voie : 9 m.

CHOIX DE LA STRUCTURE DE LA NOUVELLE VOIE

La structure de la nouvelle voie s'établit ainsi :

- > Une couche de forme de portance minimale visée PF3 ($120 \leq EV2 < 200$ MPa), d'épaisseur 55 cm.
- > Une couche de fondation en grave-bitume GB4, d'épaisseur 13 cm.
- > Une couche de roulement en béton bitumineux semi-grenu (BBSG) classe 3, d'épaisseur 6 cm.

CHOIX DE L'ENTREPRISE

La société Climent Travaux publics remporte l'appel d'offres.

Créée en 1934, cette entreprise est un des leaders des travaux publics en Franche-Comté, toute proche.

CHOIX DU LHR

Après plusieurs sondages et à l'issue de tests minutieux, le liant Rolac Optimum est retenu. « Rolac Optimum est un liant hydraulique polyvalent qui apporte une réponse optimale à de nombreuses problématiques, commente Hubert Lizzi, responsable commercial chez Holcim Haut-Rhin. Il est adapté au traitement de tous les types de matériaux naturels ou recyclés. Ses fortes capacités d'activation permettent d'accélérer le développement des résistances mécaniques pour une remise en circulation rapide. »

Autre atout, géographique celui-là : comme son nom l'indique, Rolac Optimum AK est produit à Altkirch. L'usine est située à moins de 10 km du chantier, ce qui limite le trajet des porteurs et minimise la production de CO_2 .

MISE EN ŒUVRE

Les travaux commencent début 2017, avec la réalisation d'un giratoire sur la RD419, à l'entrée de Ballersdorf, en direction d'Altkirch. C'est sur ce giratoire que se connecte la future déviation, dont la construction démarre en 2019.

Implantation

La future voie est implantée sur une largeur de 9 m (pour une largeur de la couche de roulement de 8,40 m).

Décapage de la terre végétale

Le terrain est d'abord décapé, avec retrait de 30 à 50 cm d'épaisseur de terre végétale.

Terrassements

Le décapage de la terre végétale a permis de mettre à nu le sol limono-argileux. Après nivellement et mise à la cote de l'arase par rapport au niveau final de la chaussée, le matériau limono-argileux est retiré et traité à la chaux pour abaisser sa teneur en eau et neutraliser les effets néfastes de l'argile. Après tri, quelque 11 000 m³ de déblais destinés à constituer la couche de forme sont stockés sur place et bâchés afin de les préserver de l'humidité. Lors de la reprise des travaux, des prélèvements sont effectués pour vérifier leur teneur en eau.

Interruption des travaux due à la Covid-19

Le 17 mars 2020, les travaux sont interrompus avec le début du confinement anti-Covid-19. Ils ne reprennent que le 4 mai suivant, avec l'application de règles sanitaires strictes prises en lien avec l'Organisme professionnel de prévention du bâtiment et des travaux publics (OPPBT) : port de masque, de lunettes et de gants, quand la distance entre les ouvriers est inférieure à un mètre ; lavage des mains régulier ; installation de séparations en plexiglas dans les véhicules et désinfection systématique... Celles-ci se traduisent aussi par le renforcement de la sécurité des lieux de vie, nettoyés quotidiennement.

Approvisionnement

En juillet 2020, le matériau destiné à la couche de forme est mis en œuvre grâce à une reprise sur le stock constitué (sol traité à la chaux), effectuée à l'aide de pelles sur chenilles et de tombereaux articulés.

Préréglage

Un préréglage est effectué à la niveleuse asservie GPS, de façon à obtenir une épaisseur homogène préalable. Puis le traitement est réalisé en deux couches : une première couche de 30 cm d'épaisseur, puis une seconde couche de 25 cm, soit au total une couche de 55 cm d'épaisseur.

Épandage du liant LHR

L'épandage du liant hydraulique routier est réalisé par l'entreprise Brunner, installée localement. Le liant est épandu pour atteindre l'objectif d'un dosage de 5 %, avec vérification de la quantité épandue à l'essai à la bêche, afin d'obtenir les performances mécaniques visées.



⤴ Les déblais, traités à la chaux, stockés et bâchés dans le périmètre du chantier, sont repris pour la réalisation de la couche de forme.



⤴ Un préréglage a été effectué à la niveleuse asservie GPS de façon à obtenir une épaisseur homogène préalable.



⤴ Le liant est épandu pour atteindre l'objectif d'un dosage de 5 %, avec vérification de la quantité épandue à l'essai à la bêche.

Malaxage

Il est également effectué par l'entreprise Brunner, avec un pulvimixeur, sur une profondeur de 30 cm et une largeur de 1,80 m. Il nécessite trois passes complètes, avec un arrosage intermédiaire pour ajuster la teneur en eau.

Compactage

À l'issue d'un nouveau test en laboratoire et d'une vérification de la teneur en eau, un compactage partiel est effectué à la fin du malaxage, pour ne pas laisser un matériau foisonné exposé aux intempéries. Il doit apporter 70 à 80 % de l'énergie exigée pour obtenir la qualité recherchée (objectif de compactage q3). Il est effectué par deux compacteurs V5.

Réglage

Il est effectué par scalpage, à la niveleuse, sur toute la largeur, suivi par un coupage fin pour mise à la cote définitive.

Compactage final

Un compactage final est réalisé immédiatement après le dernier réglage.

La couche de forme ainsi finalisée, la plate-forme atteint une portance PF3 (entre 120 et 200 MPa).



⤴ Le malaxage de la première couche est effectué avec un pulvimixeur de l'entreprise Brunner, sur une profondeur de 30 cm et une largeur de 1,80 m. Il nécessite trois passes complètes.



⤴ Vue du rotovator du pulvimixeur de l'entreprise Brunner.



⤴ Un compactage partiel est effectué par deux compacteurs V5.



⤴ Un compacteur à roue réalise compactage final.

Application d'un enduit

Un enduit est appliqué pour imperméabiliser la couche traitée et éviter la dessiccation.

Réalisation des fossés

Les fossés sont réalisés en béton extrudé à l'aide d'une machine à coffrages glissants.

Réalisation de la chaussée

En mai 2020, le marché de la réalisation de l'assise de chaussée est attribué.

Exécutée à la fin de l'été, la couche de fondation est constituée de 13 cm de GB 0/14 mm classe 4.

La couche de roulement est de 6 cm de BBSG 0/10 mm classe 3.

Mise en service

Le contournement routier de Ballersdorf est mis en service le 31 octobre 2020. « *La voie est ouverte, se félicite-t-on au conseil départemental du Haut-Rhin. Trois ans après le premier coup de pelle, les travaux du contournement de Ballersdorf sont achevés.* » Malgré sept semaines d'interruption durant le confinement, au printemps 2020, l'inauguration a effectivement eu lieu à la date initialement prévue... « *Dès le 30 octobre, la nouvelle voie de 2,5 km a vu défiler ses premiers véhicules.* »

Fiable, « verte », performante et, dans ce cas très particulier, respectueuse du planning... Autant de preuves, s'il en fallait encore, que la technique du traitement de la couche de forme au liant hydraulique routier a de l'avenir ! N'en déplaise à la Covid-19 ! ■

EN QUELQUES CHIFFRES

- > **Longueur de la déviation** : 2,5 km
- > **Longueur du traitement des sols** : 1,5 km
- > **Largeur de la chaussée (avec BAU)** : de 10 à 11 m
- > **Décapage de la terre végétale** : 70 000 m²
- > **Déblais** : 100 000 m³ de déblais
- > **Remblais** : 30 000 m³ de remblais traités à la chaux
- > **Couche de forme** : 8 500 m³ de CDF
- > **Liant hydraulique routier** : 600 t de Rolac Optimum AK (Altkirch)
- > **Matériaux bitumineux** : 13 000 t d'enrobés

LIENS UTILES

- > **Conseil départemental du Haut-Rhin**
<https://www.haut-rhin.fr>
- > **Climent TP**
<https://www.climent-tp.com>
- > **LafargeHolcim**
<https://www.lafarge.fr/lafargeholcim-en-france>
- > **Infociments Routes**
<https://www.infociments.fr/route>

▼ Un enduit gravillonné a été appliqué pour imperméabiliser la couche traitée et éviter la dessiccation.





Couche de forme traitée : les études préalables

Le traitement en place au ciment ou au liant hydraulique routier repose sur l'exploitation optimale du « gisement » des matériaux existants sur le site. L'objectif des études préalables est d'évaluer les caractéristiques des matériaux à traiter afin de proposer un type de traitement et un dimensionnement de la couche de forme adapté au cas de chantier.

Si le procédé est simple et attrayant, faut-il encore s'assurer de la faisabilité technique et de l'intérêt économique et environnemental d'une telle démarche.

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CARACTÉRISATION DES SOLS

- > granulométrie ;
- > argilosité (valeur au bleu, limites d'Atterberg ou équivalent de sable) ;
- > caractéristiques de compactage Proctor Normal ;
- > état hydrique : teneur en eau naturelle w_n ;
- > indice portant immédiat (IPI), c'est-à-dire indice CBR immédiat mesuré sur une éprouvette de sol compacté à l'énergie Proctor Normal et à sa teneur en eau naturelle ;
- > de plus, si le sol contient une forte proportion d'éléments grossiers : Los Angeles (LA) et Micro-Deval en présence d'eau (MDE) ;
- > s'il contient une fraction sableuse importante : coefficient de friabilité des sables (FS).

➔ Tableau. Critères de vérification de l'aptitude d'un sol au traitement.

1 • La faisabilité technique du traitement

Pour être en mesure d'apprécier la faisabilité technique et les conditions d'utilisation du traitement, il faut avoir parfaitement identifié les sols disponibles sur le site (épaisseur du gisement et caractéristiques des matériaux) et vérifié l'aptitude des sols au traitement.

La faisabilité technique du traitement peut être précisée rapidement en s'appuyant, s'il y a lieu, sur l'expérience locale (connaissance du sol et de ses caractéristiques). Sinon, la démarche comporte plusieurs étapes : la reconnaissance du gisement, le prélèvement d'échantillons représentatifs, la caractérisation des matériaux prélevés et l'étude de laboratoire.

1.1/ Reconnaissance et caractérisation des sols à (ré)utiliser en couche de forme

Qu'il s'agisse d'emprunt(s) ou de déblai(s), le gisement de sol envisagé fait l'objet d'une reconnaissance, d'un échantillonnage et d'une caractérisation complets et précis. Le ou les sol(s) sont identifiés et caractérisés avec une gamme d'essais (cf. encadré ci-contre).

1.2/ Vérification de l'aptitude du sol au traitement

Sauf si la solution traitement est déjà éprouvée localement avec le (ou les) sol envisagé, il convient de vérifier l'aptitude du sol au traitement avec le liant a priori choisi car, comme on le sait, l'action du liant peut être dans certains cas (rares) inhibée ou perturbée par la présence excessive dans le sol de certains constituants tels que les matières organiques, les nitrates, les chlorures et, surtout, les sulfates (gonflement).

Cette aptitude peut être établie par l'essai d'aptitude au traitement, conformément à la norme NF P 94 100 et aux indications figurant dans le tableau qui suit.

Essai « accéléré » 7 jours à 40°	Aptitude au traitement	Paramètres à considérer	
		Gonflement volumique Gv (%)	Résistance en compression diamétrale RtB (MPa)
Traitement avec LHR ou ciment (avec CaO – uniquement « Gv »)	Apte	$Gv \leq 5$	$RtB \geq 0,20$
	Douteux	$5 < Gv \leq 10$	$0,10 \leq RtB < 0,20$
	Inapte	$Gv > 10$	$RtB < 0,10$



2 • Évaluation des conditions météorologiques probables

En se basant sur les données météorologiques connues pour la région et la période prévue pour le chantier, il est indispensable de prendre en compte les différents épisodes plausibles (pluies, gel/dégel, périodes sèches, etc.). Cette démarche doit permettre :

- > de caler au mieux les dates des différentes phases du chantier ;
- > d'estimer les variations probables de l'état hydrique du ou des sols.

Bien entendu, on n'est pas ici dans le cas d'une science exacte et il peut y avoir des surprises, bonnes ou mauvaises. En tout état de cause, l'expérience locale en matière de terrassements et de traitement sera précieuse pour optimiser les prévisions et définir les mesures à prendre, y compris si le pire venait à se produire.

3 • Étude de formulation

3.1/ Choix du ou des liant(s)

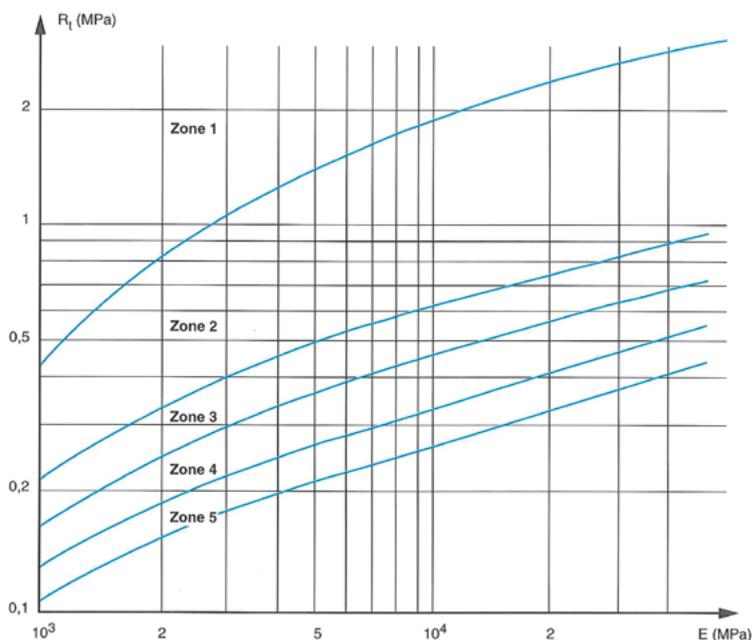
Plusieurs considérations orientent dès le départ ce choix : les caractéristiques géotechniques du sol pressenti, son état hydrique probable et, pour une large part, la classe de plate-forme visée. Dans ce cadre, le rôle que l'on entend faire jouer à la couche de forme dans la conception d'ensemble du projet est un facteur fondamental. Ces données techniques, en conjonction avec les évaluations économiques, conduisent à un premier choix du type de traitement, soit amélioration, soit stabilisation.

À partir de là, la proximité, la disponibilité et, bien sûr, le prix de tel ou tel liant sont des facteurs décisifs. Là encore, les LHR se révèlent souvent avantageux, car économiquement compétitifs et techniquement conçus pour les matériaux locaux.

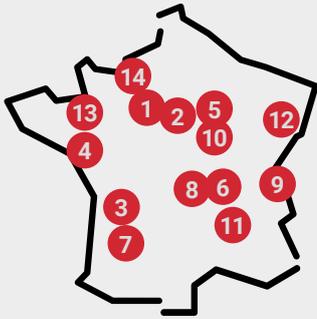
3.2. Détermination des dosages à adopter

Le dosage en liant hydraulique est déterminé à partir d'une étude de type matériau semi-rigide, avec un objectif de classe mécanique située dans l'abaque E-Rt de la figure ci-après (Classe mécanique 5 minimale ou zone 4). Pour certains projets (en fonction du niveau d'étude adopté), la démarche inclut l'étude de la sensibilité des caractéristiques mécaniques aux dispersions de dosage, de compacité et d'état hydrique prévisibles au cours du chantier. Si nécessaire, la résistance au gel est prise en compte pour la détermination du dosage.

➤ Graphique.
Classification mécanique des sols traités.



Quelques références de chantiers traitement des sols



Vidéos et logiciels

À retrouver sur infociments.fr

Journées techniques LHR

À retrouver sur infociments.fr

Ces journées d'information sur la valorisation des matériaux en place aux liants hydrauliques routiers s'adressent à tous les acteurs concernés par la construction et l'entretien des routes : les élus et leurs services techniques, les bureaux d'études et tous les professionnels de la route.

Bibliographie

À retrouver sur infociments.fr

Références SETRA/LCPC

T 70

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

Guide technique

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

Guide technique

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

Guide technique

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

≡ Direction de la publication : François Redron
≡ Direction de la rédaction, coordinateur des reportages : Joseph Abdo
≡ Rédaction en chef : Charles Desjardins

≡ Reportages, rédaction : SCML Médias, Joseph Abdo, Étienne Diemert
≡ Direction de projet & direction artistique : Fenêtre sur cour / Studio L&T
≡ Crédits photos : CIMbéton

Pour tout renseignement, contacter CIMbéton. 7, place de la Défense 92974 Paris-la-Défense Cedex. Tél. : 01 55 23 01 00 - E-mail : centrinfo@cimbeton.net