

ROUTES

LA REVUE #1

COMPILATION DES SUJETS ROUTES INFO #1 À #4

SPÉCIAL RETRAITEMENT DES CHAUSSÉES EN PLACE AUX LIANTS HYDRAULIQUES



Une solution tout-terrain

Rationnel, écologique, économique et durable, le retraitement des chaussées en place à froid aux liants hydrauliques routiers recycle et valorise *in situ* les matériaux de la chaussée à entretenir sur une épaisseur pouvant atteindre 50 cm.

Technique d'entretien structurel par excellence, cette technique est particulièrement recommandée pour la réhabilitation des chaussées anciennes présentant des dégradations structurelles et nécessitant des travaux de recalibrage et/ou d'élargissement. Elle peut être appliquée à toutes les routes (rurales ou urbaines), quels que soient leurs trafics (de la route à faible trafic à l'autoroute), à condition de vérifier au préalable la faisabilité technique du retraitement. Celle-ci peut être précisée rapidement en s'appuyant, s'il y a lieu, sur l'expérience locale (connaissance de la structure et des caractéristiques du matériau de la chaussée). Sinon, une démarche d'identification de la chaussée à retraiter s'impose. Elle comporte plusieurs étapes : la reconnaissance de la chaussée; le prélèvement d'échantillons représentatifs; la caractérisation des matériaux prélevés et l'étude de laboratoire. Cela permet d'évaluer avec précision leur aptitude au retraitement et de déterminer les caractéristiques du matériel à employer.

Cette technique convient parfaitement à toutes les structures routières, sous réserve que l'épaisseur totale des matériaux bitumineux soit limitée (< 40 % de l'épaisseur de la structure à retraiter). Cette situation est généralement rencontrée sur le réseau à moyen et faible trafic (routes départementales, communales et rurales).

Une technique à large spectre

Le retraitement des chaussées en place à froid aux liants hydrauliques est une technique à large spectre, capable de traiter un bon nombre des situations rencontrées par les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre en matière de réhabilitation des routes et d'offrir une large gamme de solutions opérationnelles. Sans prétendre à l'exhaustivité, les solutions d'entretien structurel proposées par la technique de retraitement en place sont :

- > Retraitement de la structure au liant hydraulique en pleine largeur, hors circulation,
- > Retraitement de la structure en pleine largeur, avec élargissement,
- > Retraitement de la structure en pleine largeur, avec recalibrage et élargissement,
- > Retraitement de la structure en demi-chaussée, sous circulation,
- > Retraitement de la structure avec un liant composé (ciment + émulsion de bitume),
- > Retraitement de chaussée comportant des hydrocarbures aromatiques polycycliques HAP,
- > Retraitement des chaussées en rives,
- > Retraitement d'une voirie urbaine avec traitement des émergences.

Les chantiers réalisés en France depuis une quinzaine d'années se comportent d'une façon tout à fait satisfaisante, grâce à la compétence de tous les acteurs : maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises et fournisseurs.

Quatre chantiers récents

Vous découvrirez, ci-après, à titre d'illustration des possibilités offertes par la technique, quatre chantiers de retraitement de chaussées en place à froid, réalisés récemment en France.

Bonne lecture
Joseph ABDO



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #chantier #lianthydrauliqueroutier



Liant
hydraulique
routier



Recyclage
en place



+60 000 m²



Aube

Pour redonner une nouvelle jeunesse à la RD7, le conseil départemental de l'Aube a choisi le retraitement en place à froid au liant hydraulique routier (LHR). Un choix judicieux, du point de vue tant économique qu'écologique.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage
Département de l'Aube

Maîtrise d'œuvre
Département de l'Aube

Entreprise
Eiffage Route

Fournisseur du liant hydraulique routier
Ciments Calcia

PHOTO D'OUVERTURE : vue générale
du chantier de retraitement de la RD7.

ROUTES INFO #1

Le 25/02/2020

© **CIMbéton**
Texte Charles Desjardins
& Joseph Abdo

Crédits photos chantier Orvilliers :
CIMbéton 2019.



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

SITUATION

Située au nord-est de Troyes (Aube), la RD 7, longue d'une vingtaine de kilomètres, relie la commune de Marcilly-le-Hayer à l'ouest à la Belle Étoile à l'est, en passant par Orvilliers-Saint-Julien.

ÉTAT DES LIEUX

Trafic + âge + conditions climatiques = dégradations structurelles. Cette équation a conduit à envisager une importante opération de réparation, comme c'est le cas pour 5 % environ du réseau secondaire français chaque année.

D'une largeur de chaussée de 5,50 m, la RD7 est empruntée par de nombreux poids lourds (PL) pendant la campagne de récolte betteravière. La RD7 enregistre un trafic de 80 PL/jour (classe T3), nettement supérieur à celui pour lequel elle a été conçue. Cette circulation PL a provoqué au fil du temps des dégradations de rives importantes et dangereuses. Des fissures longitudinales et transversales, des déformations, des nids-de-poule, du faïençage, des affaissements, des flaches et des orniérages étaient également observés.

En outre, les prévisions ayant mis en évidence une augmentation inévitable du trafic dans l'avenir, cette restructuration doit permettre à la nouvelle chaussée de supporter une fréquentation en hausse, en améliorant par ailleurs la tenue au gel de la structure.

Les réparations ciblées ne suffisant plus et les symptômes des dégradations structurelles allant s'aggravant d'année en année, notamment à cause des infiltrations et du ruissellement, le département de l'Aube a pris la décision d'intervenir à grande échelle sur la moitié la plus dégradée du parcours, entre Saint-Flavy et la Belle Étoile, soit une longueur d'un peu plus de 10 km (10,19 km précisément), afin d'élargir et de renforcer la chaussée.

Après sondage, il s'avère que la chaussée, bien qu'ancienne, ne contient pas de HAP.

PROJET

Dans un premier temps, le département envisage un « renforcement épais », c'est-à-dire le rechargement de l'ancienne chaussée par une couche de 13 cm de grave-bitume, avec un élargissement à 6 m (+ 0,5 m par rapport à l'existant). Cette solution classique présente cependant plusieurs inconvénients : coût, durée, incidences environnementales (ponction sur les ressources en granulats, transport de matériaux par noria de camions, interruption de circulation...).



↑ L'atelier de retraitement en action. Les bandes d'élargissement sont visibles de part et d'autre de la chaussée.

Pourquoi utiliser de nouveaux matériaux, qu'il faut acheminer à grands frais, alors que l'ancienne chaussée représente un excellent gisement de matériaux ?



La chaussée ainsi traitée possède les mêmes qualités qu'une grave-ciment élaborée en centrale : rigidité, résistance au trafic, solidité, entretien quasiment nul sur la période de service...

Avec cette technique, tout est optimisé : pas de mise en décharge, pas d'exploitation inutile de carrières ou de ballastières, pas de transport, pas de vapeurs nocives...

L'augmentation de l'épaisseur de la chaussée améliore la tenue au gel de la structure, située dans un département au climat hivernal rigoureux.

⊕ Retrouvez tous les schémas en p. 7.

Lors de l'appel d'offres, s'appuyant sur différents prélèvements et études préalables validant la faisabilité (aptitude du matériau au traitement, absence de nitrates ou de sulfure qui inhibent la prise du liant hydraulique ou de sulfates qui génèrent des gonflements), la société Eiffage propose une variante plus performante et plus « verte » : le retraitement à froid aux liants hydrauliques routiers (LHR) de la partie supérieure de la chaussée et d'un apport de fraisats d'enrobés issus de la déconstruction de la couche de roulement.

Pourquoi utiliser de nouveaux matériaux, qu'il faut acheminer à grands frais, alors que l'ancienne chaussée représente un excellent gisement de matériaux ? « Avec cette technique, tout est optimisé : pas de mise en décharge, pas d'exploitation inutile de carrières ou de ballastières, pas de transport, pas de vapeurs nocives... Le retraitement en place à froid aux liants hydrauliques routiers recycle les matériaux en place, économise l'énergie et respecte l'environnement », commente Guillaume Berlot, le chef d'agence Eiffage Route-Nord-Est, à Troyes.

Autre avantage décisif : la technique s'avère en général 15 à 30 % moins chère que les solutions classiques de renforcement. Dans le cas précis de la RD 7, l'économie avoisine les 20 %.

Quant au résultat, il est tout aussi performant qu'un « renforcement épais ». La chaussée ainsi traitée possède les mêmes qualités qu'une grave-ciment élaborée en centrale : rigidité, résistance au trafic, solidité, entretien quasiment nul sur la période de service... Enfin, la durabilité est remarquable : de l'ordre de vingt à vingt-cinq ans, la RD 7 ne faisant pas exception.

OBJECTIFS

Ils consistent à engager quatre actions distinctes :

- > Réaliser la restructuration de la chaussée en ayant recours à la technique du retraitement en place au liant hydraulique routier (LHR).
- > Profiter des travaux pour recalibrer la chaussée afin de la faire passer de 5,50 m de large à 6 m.
- > Réaliser un revêtement de chaussée de type ESU en couche de roulement.
- > Améliorer la tenue au gel de la structure.

MISE EN ŒUVRE

Le chantier a été réalisé en suivant les opérations suivantes, illustrées dans les schémas p. 5.

Réalisation des tranchées latérales

Les tranchées latérales (largeur 1,2 m et profondeur 0,5 m) ont été creusées de part et d'autre de la chaussée existante (cf. schéma 1), à l'aide d'une pelle mécanique, sur une longueur de 20 380 ml.

Elles sont réalisées en mordant de 40 cm sur les rives de la chaussée existante (cf. schéma 2). Elles sont ensuite comblées avec des matériaux d'apport en GNT 0/63, compactés en couches successives (cf. schéma 3). Cette opération a nécessité trois mois de travaux.

Apport des matériaux pour la restructuration de la chaussée

Il s'agit de fraisat d'enrobé qui est réparti à la surface de la chaussée existante sur une épaisseur de 0,13 m et une largeur de 6,20 m, couvrant la largeur de la chaussée existante et partiellement les tranchées latérales (cf. schéma 4). Cet apport de matériaux a pour but d'augmenter l'épaisseur de la chaussée existante pour qu'elle soit en mesure, après retraitement, de supporter le trafic prévisible, attendu en hausse dans les années à venir. En outre, l'augmentation de l'épaisseur de la chaussée améliore la tenue au gel de la structure, située dans un département au climat hivernal rigoureux.

La couche de fraisat d'enrobé a été réglée au profil au moyen d'une niveleuse guidée par GPS.

Particularité : Eiffage a proposé une solution permettant d'obtenir un matériau de type ERTALH (enrobés recyclés traités au liant hydraulique) comme matériau d'assise de chaussée. Son « comportement est mixte entre la grave-bitume (GB) et les matériaux traités aux liants hydrauliques (MTLH) », précise Laurent Creton, le directeur technique d'Eiffage.

Épandage du liant

Un épandeur à dosage pondéral asservi à la vitesse d'avancement a réparti le liant hydraulique routier fourni par Ciments Calcia, à raison de 26 kg au m². Un contrôle régulier de l'épandage et de la quantité des liants a été réalisé par la méthode dite « à la bêche » (cf. schéma 5).

Malaxage et humidification

« Nous avons mis en œuvre notre atelier de retraitement exclusif ARC 1000, développé dans les ateliers Eiffage, commente Laurent Creton, le directeur technique d'Eiffage. Il est constitué d'un bâti sur chenilles qui comprend un rotor de 2 m de largeur, équipé de 224 dents, une lame flottante pour assurer le nivellement du fond de forme, un malaxeur, une vis de répartition et une lame de répandage. Au centre de l'engin, le puissant malaxeur de centrale assure une excellente



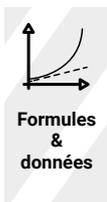
▲ L'épandeur à dosage pondéral assure la répartition homogène du liant hydraulique routier à raison de 26 kg au m².

➤ L'ARC 1000 assure le malaxage du liant avec le fraisat d'enrobé et les matériaux de l'ancienne chaussée sur une profondeur de 25 cm (dans l'axe de la chaussée) et de 30 cm en rives. L'ajustement de la teneur en eau est apporté par injection directe dans la cloche de malaxage, L = dosage du liant sous forme d'émulsion) grâce à une citerne d'eau.

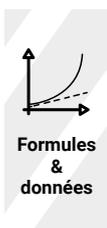
➤ Vue de l'avant de l'ARC 1000.

➤ Vue du rotor, avec les dents en tungstène.

homogénéité transversale et verticale du traitement. » Approvisionné par une citerne d'eau progressant à sa suite pour assurer l'humidification précise du mélange, l'ARC 1000 permet d'obtenir un coefficient HEPIL (pour Homogénéité du produit élaboré, Épaisseur = maîtrise et respect, Puissance de fraisage, Injection de liquide dans la cloche de malaxage, L = dosage du liant sous forme d'émulsion) optimal de 33333.



L'ARC 1000 permet d'obtenir un coefficient HEPIL (pour Homogénéité du produit élaboré, Épaisseur = maîtrise et respect, Puissance de fraisage, Injection de liquide dans la cloche de malaxage, L = dosage du liant sous forme d'émulsion) optimal de 33333.



Le retraitement au liant hydraulique routier sur une épaisseur de 25 cm à l'axe de la voie et jusqu'à 30 cm en rives permet d'obtenir le matériau spécifique de type ERTALH. Exemple de formulation : 62 % d'enrobés recyclés + 33,5 % de matériaux correcteurs + 4,5 % de liant hydraulique routier.



▲ L'atelier de malaxage est suivi d'un compacteur V4 qui assure un compactage léger permettant de refermer le matériau.

Comme indiqué précédemment, le retraitement s'est effectué sur une épaisseur de 25 cm à l'axe de la voie et jusqu'à 30 cm en rives pour conforter l'élargissement (+ 0,5 m par rapport à l'existant) et obtenir une structure parfaitement homogène (cf. schéma 6).

L'apport d'agrégats d'enrobés (AE), granulométrie : 0/63, a été réalisé sur une épaisseur de 13 cm sur l'ensemble de la chaussée. Ensuite, le retraitement au liant hydraulique routier sur une épaisseur de 25 cm à l'axe de la voie et jusqu'à 30 cm en rives a permis d'obtenir le matériau spécifique de type ERTALH. Exemple de formulation : 62 % d'enrobés recyclés + 33,5 % de matériaux correcteurs + 4,5 % de liant hydraulique routier.

Le directeur technique d'Eiffage poursuit : « Le bitume des AE, associé au liant hydraulique d'apport, permet une réduction d'épaisseur par rapport à une grave hydraulique et limite la fissuration. Les avantages sont nombreux : pouvoir structurel, insensibilité à l'orniérage, meilleur indice de qualité élastique, réduction du coût global de l'infrastructure, moins de déchets, moins de rotations de camions et donc préservation du réseau routier avoisinant, sécurité renforcée, durée des travaux écourtée, réduction des coûts... » Résultat : la valorisation de 8 200 m³ d'enrobés provenant des stocks du département, un nouveau point positif pour l'environnement.

Réalisation des bandes dérasées

De part et d'autre de la chaussée ont été réalisées en GNT 0/31,5 des bandes dérasées de largeur 0,45 m et d'épaisseur 0,13 m (cf. schéma 7).

Réglage et compactage

Immédiatement après le malaxage, un compacteur V4 intervient une première fois pour « refermer » le mélange ainsi obtenu. Après l'intervention d'une niveleuse qui effectue le réglage, six passes de compacteur V5 en grande amplitude permettent le compactage des 25 cm de matériaux traités. Un dernier réglage « recoupe », effectué par une seconde niveleuse, permet la mise au profil définitif et confère à la route un profil en travers régulier et un profil en long



▲ La niveleuse intervient après le V4 pour mettre au profil la surface du matériau.

confortable pour l'utilisateur. Deux passes de compacteur V5 en grande amplitude sont encore effectuées pour obtenir un compactage ql. « Il n'y a pas eu préfissuration, rendue inutile par l'utilisation d'une grave ERTALH », précise Guillaume Berlot, le chef d'agence Eiffage Route-Nord-Est, à Troyes.

Protection du matériau retraité

Une couche de protection a été appliquée sur la couche retraitée (sur une largeur de 6,20 m) afin de la protéger des intempéries, de l'évaporation de l'eau et du trafic de chantier. Après durcissement de la couche traitée au liant hydraulique routier, un enduit bicouche (10/14 - 4/6) à l'émulsion aux bitumes élastomères a été appliqué sur une largeur de 6 m afin de garantir la fonctionnalité de la chaussée (cf. schéma 8).

BILAN

Début juin 2019, la RD7 affichait sa nouvelle physionomie sur 10 km entre Saint-Flavy et la Belle Étoile.

« Je connaissais la technique à titre professionnel, car je suis ingénieur TP, mais je ne l'avais pas vue mise en œuvre, conclut Alain Balland, vice-président de conseil départemental de l'Aube, en charge des routes. Dans le cas particulier de la rénovation de la RD7, compte tenu de sa configuration et de ses dimensions, le retraitement en place à froid aux LHR représente la solution idéale : elle est économiquement avantageuse et, en plus, elle est respectueuse de l'environnement en permettant d'obtenir une voie neuve. C'est une belle réussite ! »

EN QUELQUES CHIFFRES

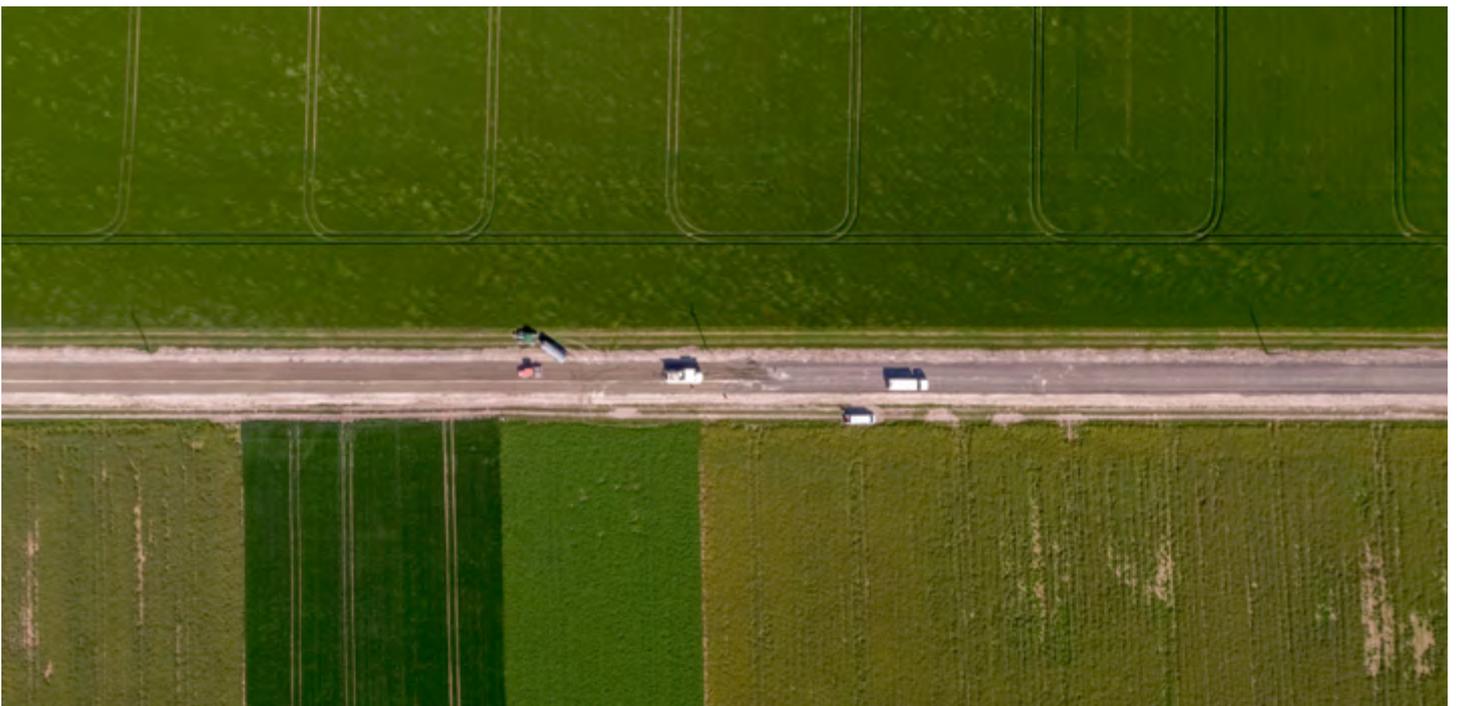
- > 62 000 m² revêtus.
- > 63 200 m² de surface totale retraitée.
- > 1 500 t de liant hydraulique routier utilisés.
- > 15 020 m³ de matériaux retraités, dont 8 200 m³ d'agrégats d'enrobés valorisés.
- > 16 000 t de ressources naturelles économisées (notamment des agrégats naturels de carrières).

LIENS UTILES

- > Ciments Calcia
<https://www.ciments-calcia.fr>
- > Eiffage Construction
<https://www.eiffageconstruction.com>
- > Conseil départemental de l'Aube
<http://www.aube.fr>

- > Cerema
<https://www.cerema.fr>
- > Infociments LHR
<https://www.infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers/>
- > Infociments Routes
<https://www.infociments.fr/route>

▼ Appliquant les principes de l'économie circulaire, le retraitement des chaussées en place aux LHR permet d'exploiter le gisement existant de matériau dans une chaussée dégradée avec des avantages techniques, économiques, écologiques et de rapidité de mise en œuvre incomparables.



SCHÉMAS TECHNIQUES

Retraitement en place à froid au liant hydraulique routier de la RD7

SCHÉMA 1

COUPE EN TRAVERS-TYPE
DE LA CHAUSSÉE ACTUELLE

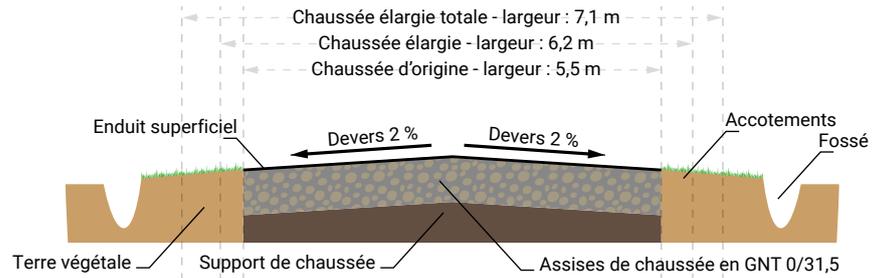


SCHÉMA 2

COUPE EN TRAVERS-TYPE COMPRENANT
LES DEUX TRANCHÉES LATÉRALES
RÉALISÉES EN MORDANT SUR LES RIVES
DE LA CHAUSSÉE EXISTANTE

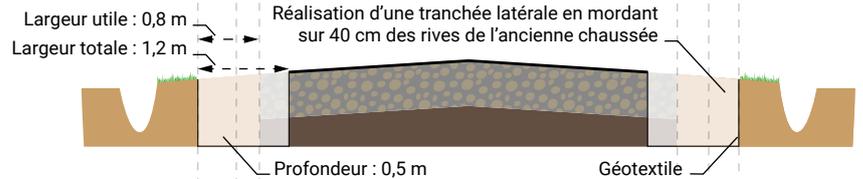


SCHÉMA 3

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
AVEC DEUX POUTRES LATÉRALES EN GNT 0/63



SCHÉMA 4

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
AVEC L'APPORT EN SURFACE D'UNE COUCHE
DE FRAISATS D'ENROBÉS

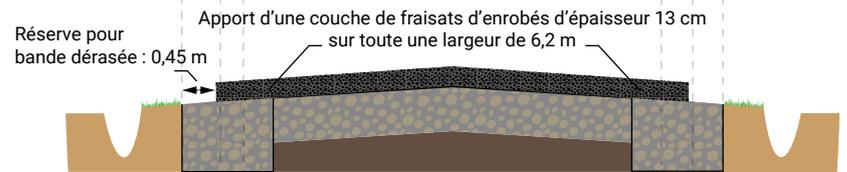


SCHÉMA 5

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
AVEC L'APPORT DU LIANT

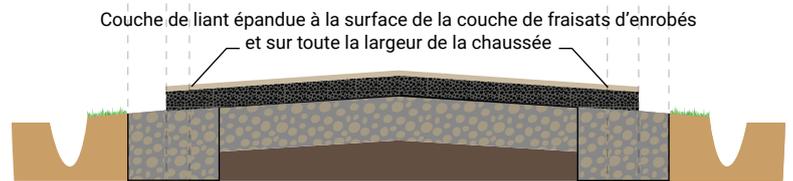


SCHÉMA 6

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
APRÈS MALAXAGE DU LIANT, DE LA COUCHE
DE FRAISATS D'ENROBÉS ET D'UNE PARTIE
DE L'ANCIENNE CHAUSSÉE

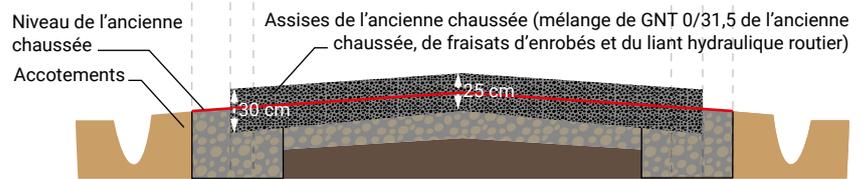


SCHÉMA 7

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
AVEC REMPLISSAGE DE LA BANDE DÉRASÉE

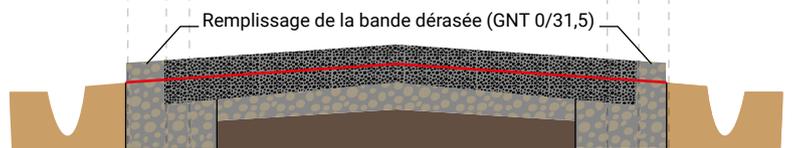
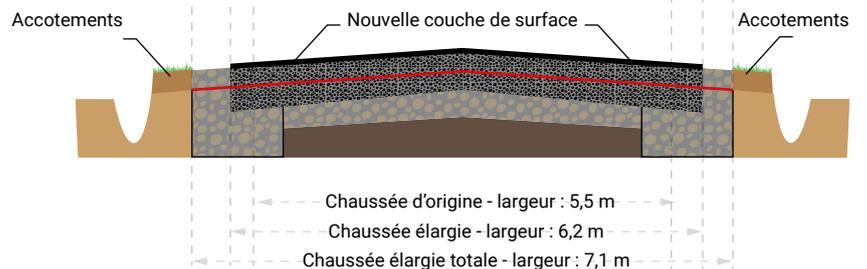


SCHÉMA 8

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
AVEC UNE NOUVELLE COUCHE DE SURFACE





#mieuxcirculer

#mieuxprotégerlaplanète

#chantier

#lianthydrauliqueroutier



Liant
hydraulique
routier



Recyclage
en place



+4 500 m²



Oise

Dans les Hauts-de-France, l'Oise recourt régulièrement au retraitement en place au liant hydraulique routier pour l'entretien de ses 3 800 km de routes départementales. Exemple récent : le chantier de la RD85 à Chelles.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Département de l'Oise

Maîtrise d'œuvre

Département de l'Oise

Entreprise

Colas (agence de Senlis)

Fournisseur du liant hydraulique routier

EQIOM

PHOTO D'OUVERTURE : vue générale de Chelles et de la RD85.

ROUTES INFO #2

Le 20/05/2020

© CIMbéton

**Texte : Charles Desjardins
& Joseph Abdo**

Crédits photos chantier Chelles : CIMbéton 2020.



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

SITUATION

À l'est du département de l'Oise, Chelles se situe à mi-chemin entre Soissons et Compiègne, à quelques kilomètres de Pierrefonds et de son magnifique château. Proche des forêts de Retz (au sud) et de Compiègne (à l'ouest), le village d'environ 500 habitants et aux maisons typiques (avec ses toits « à pas de moineaux ») a su conserver son caractère. Il est traversé, au nord, par la RD85, qui relie Pierrefonds à Croutoy.

ÉTAT DES LIEUX

La RD85, dont la longueur totalise 40,6 km, est une départementale ancienne, d'une largeur de 4,30 m, qui traverse un paysage verdoyant et vallonné (cf. schéma 1). À certains endroits, la route est en mauvais état et en particulier sur un tronçon, totalisant un linéaire de 1 550 m sur une largeur de 4,30 m et comprenant :

- > **Une partie urbaine** : elle se situe dans la zone urbaine, au nord de la petite agglomération de Chelles. D'une longueur de 745 m et de largeur variable, cette voirie souffrait de dégradations superficielles (faïençage, affaissements, nids-de-poule, etc.).
- > **Une partie rurale** : elle se situe en zone agricole, entre la sortie du village de Chelles et Croutoy. Cette route, de longueur de 805 m et de largeur de 4,30 m, était en mauvais état : elle présentait des signes de dégradations structurelles qui se sont aggravées au fil du temps (faïençage, affaissements des rives, etc.). De plus, la chaussée était sujette à des accumulations d'eau de ruissellement pendant les périodes de précipitations et elle souffrait de caractéristiques géométriques (profil en travers, largeur) inadaptées au trafic (classe T5, soit 10 à 15 poids lourds/jour), qui devient important à certaines périodes de l'année (engins agricoles, transport de récoltes, etc.).

PROJET

Dans le cadre de sa politique active d'entretien et d'amélioration du réseau routier – l'entretien des routes représente le deuxième poste budgétaire du département –, le conseil départemental de l'Oise a décidé de rénover en 2019 ce tronçon de la RD85. Le projet de réhabilitation s'est inséré dans un programme annuel de travaux, dont le marché a été remporté, après appel d'offres, par l'entreprise Colas, qui succédait à Eiffage, attributaire en 2018 des travaux routiers

Modeste dans ses dimensions (805 mètres linéaires), le chantier situé en zone agricole avait un enjeu écologique important à cause de la présence de HAP.



Liant hydraulique routier

La chaussée ainsi traitée possède les mêmes qualités qu'une grave-ciment élaborée en centrale : rigidité, résistance au trafic, solidité, entretien quasiment nul sur la période de service...



Recyclage en place

Avec cette technique, tout est optimisé : pas de mise en décharge, pas d'exploitation inutile de carrières ou de ballastières, pas de transport, pas de vapeurs nocives...

Comme l'autorise la réglementation, il est possible de réemployer sur place les matériaux pollués aux HAP. Le fait de ne pas les déplacer permet de ne pas les considérer comme des déchets.



La RD élargie de 1,50 m.

du département. Usuels dans l'Oise, ces marchés annuels à bons de commande pour en « moderniser le réseau » portent en général sur une dizaine d'interventions par an, de dimensions limitées (de 1 à 5 kilomètres chacune).

Dans le cas précis de la RD85, c'est l'agence Colas de Senlis qui a été chargée du chantier.

Dès l'origine, l'appel d'offres de ce marché à bons de commande spécifique autorisait la mise en œuvre du retraitement en place au liant hydraulique routier. Cette technique éprouvée est appréciée dans l'Oise depuis plusieurs années, notamment pour des raisons environnementales (recyclage en place des anciens matériaux, préservation des ressources granulaires, réduction du transport par camion et suppression de la mise en décharge).

UN PROJET ET DEUX SOLUTIONS DE RÉHABILITATION

Les travaux de réhabilitation ont été scindés en deux lots et seront programmés pour être réalisés successivement.

Un lot urbain présentant des dégradations superficielles

Ces travaux de rénovation de la chaussée ont été effectués en premier (745 m), en faisant appel à une technique traditionnelle. Elle consistait à raboter l'ancienne couche de roulement, à réaliser des travaux de purges ponctuelles et à mettre en place une nouvelle couche de roulement en enrobés BBSG 0/10, d'épaisseur 6 cm. Les enrobés rabotés, que l'on appelle « fraisats d'enrobés », ont été stockés afin d'être utilisés, comme granulats, dans le comblement de la poutre d'élargissement du lot rural.

Un lot rural, situé en zone agricole, présentant des dégradations structurelles

Ces travaux ont été planifiés en août et en septembre 2019, pour 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 (805 m), le chantier avait un enjeu écologique important. Les prélèvements effectués sur place ont en effet révélé que l'ancienne chaussée contenait du goudron de houille. Utilisé anciennement en construction routière comme liant hydrocarboné, le goudron de houille renferme de fortes teneurs en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Certains de ces HAP sont classés officiellement par le Centre international de recherche contre le cancer (CIRC) comme cancérigènes pour l'homme. En général, ce type de découverte change l'équation économique et technique du chantier.

En effet, dans un tel cas, deux solutions sont envisageables :

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

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

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

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

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

MISE EN ŒUVRE

Le chantier, d'une longueur totale de 805 m, débute à la mi-août 2019. Il est prévu pour durer un mois, avec fermeture à la circulation de la RD85. La date a été choisie en concertation pour que le chantier commence après la moisson et pour que son impact soit réduit au maximum. Un itinéraire de contournement est mis en place. Il emprunte, depuis le carrefour des RD85/RD335, la RD335 jusqu'au carrefour des RD335/RN31, puis, la RN31 jusqu'au carrefour des RN31/RD16 et se termine par la RD16 jusqu'au carrefour des RD16/RD85 à Chelles. Le chantier se déroule en deux phases.

Élargissement de la chaussée

La RD85 est élargie de 4,30 m à 5,5 m, par la création d'une tranchée latérale de 805 m de longueur par 1,50 m de largeur et 0,30 m de profondeur. Située à gauche, du sud vers le nord, elle a été creusée

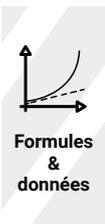


⬆ Atelier de retraitement en action.

⊕ Retrouvez tous les schémas en p. 12.

- Épandage du liant.
- Humidification par ajout de l'eau dans le malaxeur.
- Malaxage et réglage.

⊕ Consultez le mémo technique sur le compactage en annexe.



Un compacteur lourd V4 a effectué 8 passes avec un objectif de compactage q1, puis 2 passes avec un objectif q2. La masse volumique sèche de référence est celle de l'optimum Proctor Modifié, déterminée en laboratoire et qui est de 2 160 kg/m³.



⬆ Compacteur vibrant.

à l'aide d'une pelle mécanique sur toute la longueur du chantier, en mordant sur une largeur de 0,20 m sur la rive de l'ancienne chaussée (cf. schéma 2). Elle a été comblée, en couches successives et compactées, avec des matériaux d'apport de type GNT (85 %) et des fraisats d'enrobés (15 %) provenant du chantier urbain (cf. schéma 3).

Retraitement en place au liant hydraulique

Le retraitement s'est déroulé de la manière suivante :

> Scarification

La chaussée a d'abord été scarifiée sur 10 cm de profondeur (cf. schéma 4).

> Humidité du sol

Elle a été mesurée par gamma-densimétrie. Les prélèvements réalisés par le laboratoire Colas de l'agence de Senlis ont été recoupés et confirmés par d'autres prélèvements effectués par la société Hydro-géotechnique, contrôle extérieur du maître d'ouvrage mandaté par le conseil départemental. Pour atteindre l'optimum Proctor visé (aux alentours de 6 % de teneur en eau), l'apport d'eau nécessaire a été en moyenne de 3 %.

> Épandage du liant

Le LHR mis en œuvre était du ROC AS produit par EQIOM sur son site de Dannes (Pas-de-Calais). Ce liant, principalement composé de laitier de hauts-fourneaux, permet de garantir un délai de maniabilité suffisamment long en période estivale pour le bon déroulement des opérations de traitement. L'épandeur utilisé était doté d'un système de dosage volumétrique asservi à la vitesse d'avancement. Le dosage a été vérifié « à la bêche » (cf. schéma 5).

> Malaxage

Un pulvimixeur Wirtgen de Colas, précédé d'une tracto-cuve injectant directement l'eau dans la cloche, a été utilisé pour effectuer le malaxage du liant hydraulique routier avec les matériaux de l'ancienne chaussée en vue d'obtenir un matériau homogène sur toute l'épaisseur du traitement. Le retraitement a été effectué sur une largeur de 5,50 m et une profondeur de 30 cm, en plusieurs passes (cf. schéma 6).



> Réglage

Une niveleuse est venue égaliser une première fois l'ensemble de la voirie. Elle a également eu pour tâche de rattraper le dénivelé de la chaussée afin d'améliorer l'évacuation de l'eau et d'éviter sa stagnation dans la partie basse du chantier avant la pose des enrobés.

> Compactage

Un compacteur lourd V4 a été utilisé pour assurer la densification du matériau en fond de couche sur l'ensemble de la chaussée. Il a effectué 8 passes avec un objectif de compactage q1, puis, après un nouveau passage de la niveleuse pour effectuer un réglage fin, 2 passes avec un objectif q2. La masse volumique sèche de référence est celle de l'optimum Proctor modifié, déterminée en laboratoire et qui est de 2 160 kg/m³. L'utilisation d'un compacteur à pneus n'était pas techniquement nécessaire.



↗ Contrôle de compactage au gamma-densimètre.



↗ Mise en œuvre de l'enduit de protection.

> Protection du matériau retraité

Une couche de protection a été ensuite appliquée sur la couche retraitée afin de la protéger des intempéries, de l'évaporation de l'eau et du trafic de chantier. Il s'agissait de l'enduit superficiel armé Colfibre de Colas, comprenant des fibres de verre coupées, destinées à retarder la remontée de la fissuration de retrait, notamment lorsque les fissures sont dues au retrait thermique et de prise. D'épaisseur 1 cm, le liant armé a ensuite été gravillonné pour constituer un enduit superficiel.

> Prise et séchage

Trois semaines de séchage (21 jours) ont été observées.

> Pose des enrobés

À l'issue du délai de 21 jours, la nouvelle assise de chaussée a reçu une couche de surface en BBSG, d'épaisseur 6 cm (cf. schéma 7). Le chantier a été achevé à la mi-septembre 2019.

BILAN

L'Oise et son service des routes ont pris le parti d'utiliser habituellement le retraitement en place au liant hydraulique routier pour la maintenance des routes départementales. Dans le cas particulier de la présence de HAP dans les anciennes chaussées dégradées, ce choix se révèle à la fois économique et très judicieux du point de vue environnemental. La détection de ces polluants HAP dans les anciennes structures routières imposera sans doute le recours fréquent à la technique du retraitement à froid au LHR dans les années à venir. ■

EN QUELQUES CHIFFRES

- > Longueur du chantier : 805 mètres linéaires
- > Superficie : 4 500 m²
- > Largeur du retraitement : 5,50 m
- > Profondeur du retraitement : 30 cm
- > Durée du chantier : 1 mois

LIENS UTILES

> Conseil départemental de l'Oise
<http://www.oise.fr>

> Colas
<https://www.colas.com>

> EQIOM
<https://www.eqiom.com>

> Cerema
<https://www.cerema.fr>

> Magazine Techni.Cités
<http://www.territorial.fr/48-technicites.htm>

> Inrs
<http://www.inrs.fr/risques/bitume/ce-qu-il-faut-retenir.html>

> Infociments LHR
<https://www.infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers/>

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

↘ Technique éprouvée, le retraitement en place au LHR combine intégration écologique et respect du site, en évitant notamment l'extraction et la mise en décharge des matériaux pollués par une noria de camions.



SCHÉMAS TECHNIQUES

Retraitement en place à froid au liant hydraulique routier de la RD85

SCHÉMA 1

COUPE EN TRAVERS-TYPE
DE LA CHAUSSÉE ACTUELLE

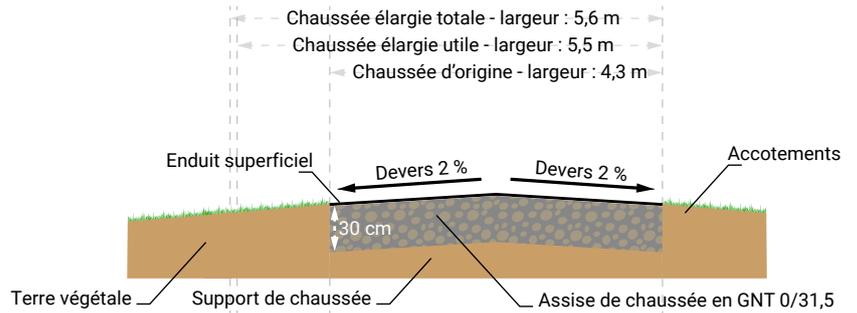


SCHÉMA 2

COUPE EN TRAVERS-TYPE COMPRENANT
LA TRANCHEE LATÉRALE
RÉALISÉE EN MORDANT SUR LA RIVE
DE LA CHAUSSÉE EXISTANTE

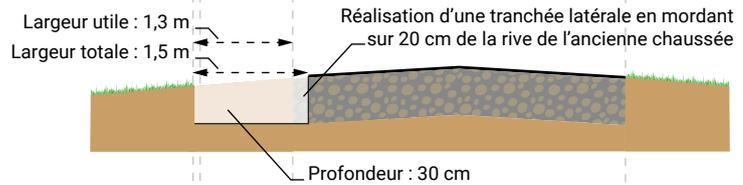


SCHÉMA 3

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
AVEC UNE POUTRE LATÉRALE



SCHÉMA 4

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
APRÈS SCARIFICATION DE L'ANCIENNE CHAUSSÉE
ET RECTIFICATION DU PROFIL EN TRAVERS

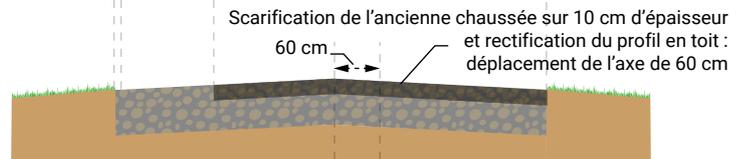


SCHÉMA 5

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
AVEC L'APPORT DU LIANT

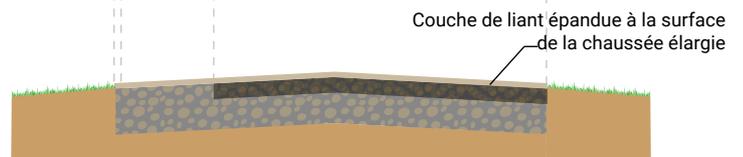


SCHÉMA 6

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
APRÈS MALAXAGE DU LIANT ET D'UNE PARTIE
DE L'ANCIENNE CHAUSSÉE

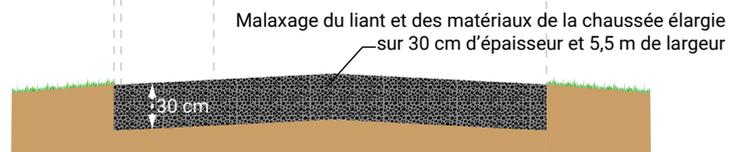
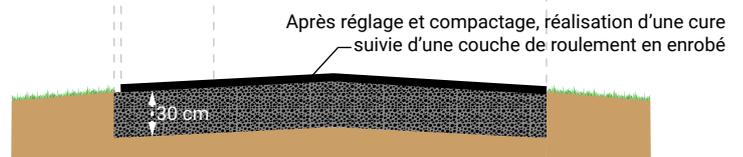


SCHÉMA 7

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA CHAUSSÉE ÉLARGIE
AVEC UNE NOUVELLE COUCHE DE SURFACE



Chaussée d'origine - largeur : 4,3 m
Chaussée élargie utile - largeur : 5,5 m
Chaussée élargie totale - largeur : 5,6 m



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #chantier #lianthydrauliqueroutier



Liant
hydraulique
routier



Recyclage
en place



119 000 m²

Bouches-
du-Rhône

Pour améliorer et sécuriser la circulation automobile sur son vaste territoire, Aix-en-Provence, ville d'art et d'histoire, a misé sur la technologie et sur la protection de l'environnement. Le bilan est remarquable, du point de vue écologique et économique.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Ville d'Aix-en-Provence

Maîtrise d'œuvre

Ville d'Aix-en-Provence

Entreprise

Eiffage Route (Vitrolles)

Fournisseur du liant hydraulique routier

Vicat

PHOTO D'OUVERTURE : L'atelier de retraitement d'Eiffage en action sur un chemin aixois. L'ARC 1000 est suivi par une citerne qui l'approvisionne en eau. L'humidification du matériau s'effectue directement dans la cloche de malaxage.

ROUTES INFO #03

Le 10/06/2020

© CIMbéton

**Texte : Charles Desjardins
& Joseph Abdo**

Crédits photos chantier : Eiffage Route.



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

SITUATION

Située à une trentaine de kilomètres au nord de Marseille, Aix-en-Provence est une « ville de culture et d'innovation », berceau du fameux calisson et lieu de naissance du peintre Paul Cézanne. Particularité : avec un territoire de 18 608 hectares, c'est la onzième commune la plus vaste de France métropolitaine.

ÉTAT DES LIEUX

Du fait de cette importante superficie, le réseau routier communal est très étendu. Dans sa périphérie, Aix-en-Provence englobe plusieurs villages (Les Milles, Luynes, Puyricard, Célony, Couteron, Les Granettes, ainsi que des quartiers récents comme La Duranne). Dans ces secteurs, les voies de circulation sont d'anciens chemins agricoles, étroits, souvent vétustes. Ils sont constitués d'enduits superficiels ou d'enrobés pour la couche de surface, supportés par une couche d'assise de quelques centimètres de GNT et d'une couche de forme en « pierres de route » (cailloutis ou « casson », selon la technique dite « macadam »). Ils sont très fréquentés à cause de la densité de la population qui réside dans ces zones. Par ailleurs, en fin d'été et en automne, les orages parfois violents les rendent difficilement praticables, inondables et parfois dangereux. Étroites (d'une largeur inférieure ou égale à 3,50 m), souvent bordées par des fossés ou des murets, toutes les chaussées de ces voies (chemin de la Présidente, les Muses du Soleil, route du Puy-Sainte-Réparate) présentaient les mêmes types de dégradations : ornières, affaissements de rives, flaches, écaillage, fissures erratiques, fragmentations, faïençage, etc. (cf. schéma 1).

PROJET

En 2017, la ville d'Aix-en-Provence a décidé de procéder à la réfection de vingt-six de ces chemins ruraux, soit environ 30 km de voirie. Secteurs concernés : Puyricard-Couteron-Célony-La Calade-Jas de Bouffan-Les Milles-Luynes. En outre, la conformation des chemins communaux aixois n'a pas permis d'envisager de les élargir. Il a été aussi jugé préférable, pour des raisons de sécurité, de maintenir certains passages étroits pour inciter les automobilistes à ralentir.

La mairie a lancé un appel d'offres (marché subséquent sur accord-cadre ouvert à variante environnementale) avec une solution de base classique (cf. schéma 2) qui consiste à :

Le retraitement en place au LHR est une solution technique éprouvée qui présente de multiples avantages, notamment la pertinence économique, par rapport aux solutions traditionnelles.



Liant hydraulique routier

Excepté le liant, qui ne représente que 4 % de la composition de la nouvelle structure, il n'est pas nécessaire d'apporter d'autres matériaux sur le chantier.



Recyclage en place

Technique sobre du fait du recyclage des chaussées existantes, le retraitement en place au liant hydraulique routier permet de ne pas consommer de granulats neufs.

Avec la variante d'Eiffage, cette vaste opération prend une nouvelle physionomie, plus technologique et plus verte, en poursuivant simultanément plusieurs objectifs : rénovation, sécurisation, préservation et optimisation.



↗ L'ARC 1000, un engin spécifique et exclusif.

- > Raboter les chaussées existantes sur 10 cm d'épaisseur.
- > Évacuer les matériaux en décharge.
- > Fabriquer, transporter et mettre en œuvre une couche de grave-bitume d'épaisseur 10 cm.
- > Fabriquer, transporter et mettre en œuvre une couche de surface en béton bitumineux d'épaisseur 5 cm.

LA SOLUTION RETENUE

Basée à Vitrolles, l'entité Méditerranée d'Eiffage Route postule à l'appel d'offres et propose une variante comportant une solution originale de retraitement des chaussées en place au liant hydraulique routier et une solution alternative à utiliser quand la solution de retraitement n'est pas envisageable.

Solution originale : le retraitement en place au liant hydraulique routier (LHR)

Elle utilise un engin spécifique et exclusif, mis au point par Eiffage Route, l'ARC 1000. Cette solution technique éprouvée, qui s'appuie sur des échantillonnages qui en confirment la faisabilité, présente de multiples avantages :

- > Pas de déchets ni d'évacuation des anciens matériaux de la chaussée.
- > Pas de nouveaux matériaux à apporter sur le chantier (excepté le liant, qui ne représente que 4 % de la composition de la nouvelle structure).
- > Réduction de la circulation des camions sur les routes qui mènent au chantier et qui ne sont pas forcément adaptées à un trafic de poids lourds.
- > Baisse des émissions de CO₂, compte tenu du transport limité et de la technique à froid utilisée, qui ne nécessite pas de consommation d'énergie importante pour chauffer les enrobés.
- > Technique sobre du fait du recyclage des chaussées existantes, qui permet de ne pas consommer de granulats neufs (économie circulaire en lien avec la loi de transition énergétique).
- > Gain de temps (un phasage plus réduit, une durée des travaux optimisée).
- > Réduction de la gêne occasionnée aux usagers et aux riverains.
- > Pérennité de la nouvelle chaussée par le renforcement durable lié à la technique du retraitement en place au LHR.
- > Pertinence économique par rapport aux solutions traditionnelles.

Solution alternative

Là où le retraitement en place de la chaussée n'est pas envisageable, notamment pour des raisons d'accessibilité (passages trop étroits) ou en présence d'affleurants multiples, Eiffage Route prévoit une autre solution, également intéressante du point de vue environnemental : le renforcement de la chaussée existante par la mise en œuvre de 9 cm d'une grave-émulsion fabriquée à froid, utilisant 100 % de matériaux recyclés avec un liant végétal issu de la sylviculture, la poix.

Dans un cas comme dans l'autre, les revêtements de surface contiendront de 30 à 40 % de matériaux recyclés.

Écologiquement et économiquement mieux-disante, cette variante est retenue par la Ville.

OBJECTIFS

Avec la variante d'Eiffage, cette vaste opération de rénovation prend une nouvelle physionomie, plus technologique et plus verte, en poursuivant simultanément plusieurs objectifs :

- > Rénover efficacement et rapidement un réseau de voies communales anciennes.
- > Sécuriser et pérenniser les voies rénovées en s'assurant de leur durabilité, tout en améliorant leurs conditions de circulation.
- > Limiter les atteintes à l'environnement générées par cette intervention de grande dimension.
- > Optimiser le coût de l'opération, en réalisant d'importantes économies.

MISE EN ŒUVRE

Le chantier est lancé en septembre 2019.

Information des riverains

Les résidents concernés par ces travaux sont systématiquement informés soixante-douze heures à l'avance par les équipes techniques sur place. Durant cette période et sur chaque chemin visé, la circulation est interrompue en journée mais possible en dehors des heures de chantier. Les mairies annexes restent également à la disposition des résidents pour leur transmettre toutes les informations nécessaires.

Mise en œuvre de la solution de retraitement

Sur l'ensemble des voies concernées, le même scénario se reproduit au fil des semaines, l'ancienne chaussée étant considérée comme un gisement de matériaux à valoriser pour créer une nouvelle structure homogène.

Épandage du liant (cf. mémo technique en annexe)

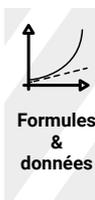
Après vérification de l'humidification du matériau, le liant est épandu selon le dosage défini par l'étude du laboratoire (25 kg/m²). Cette opération est réalisée par un épandeur doté d'un système de dosage volumétrique asservi à la vitesse d'avancement (cf. schéma 3). Le liant hydraulique routier mis en œuvre est le LV-TS 13, fabriqué par Vicat dans son usine locale de Fos-sur-Mer. À base de clinker, il permet une réouverture immédiate aux véhicules légers des riverains, puis aux poids lourds, après sa montée en résistance rapide. Les résultats des contrôles de portance réalisés à jeune âge (entre quatre et sept jours après traitement) ont permis d'évaluer la qualité de la plate-forme *in fine* à PF4 (EV2 > 200 MPa).

« Il faut souligner la remarquable coordination d'Eiffage avec Vicat, par le biais de sa filiale de transport SATM, pour desservir la multiplicité des points de livraison et leurs accès, précise-t-on chez Vicat. Cela donne tout son sens à l'intégration du transport de nos liants par une filiale dédiée. »

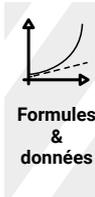


▲ La chaussée est décohesionnée et malaxée.

+ Consultez le mémo technique sur l'épandage en annexe.



La technique du retraitement en place au LHR a permis d'éviter de mettre en décharge 11 500 m³ de matériaux et d'apporter sur place autant de matériaux neufs, ce qui correspond à environ 50 000 t de matériaux qui n'ont pas été générés, ni transportés, ni mis en œuvre.



À raison de 25 t de chargement par véhicule, on peut estimer qu'environ 2 000 transits de poids lourds ont été supprimés, ce qui a épargné les voies d'accès au chantier. Une équation au résultat positif, du point de vue tant environnemental qu'économique.

+ Retrouvez tous les schémas en p. 17.



▲ La niveleuse, le cylindre V4 et le compacteur à pneus.

Défragmentation et malaxage

Spécialement conçu pour ce type de travaux, l'ARC 1000 d'Eiffage Route entre ensuite en action. La puissance de l'engin (1 000 CV) assure à la fois un décohesionnement complet de la chaussée et un malaxage efficace en une seule passe. Les matériaux sont malaxés avec le LV-TS 13 sur une épaisseur de 32 cm. L'ARC 1000 est suivi par une citerne qui l'approvisionne en eau. L'humidification du matériau s'effectue directement dans la cloche de malaxage (cf. schéma 4).

Réglage et compactage

Le matériau obtenu est réglé selon le profil déterminé à l'aide d'une niveleuse. Il est ensuite compacté à l'aide d'un cylindre V4, puis d'un compacteur à pneus. Après compactage, le matériau est recouvert d'une couche d'enduit superficiel, assurant à la fois la protection du matériau retraité et autorisant la circulation des riverains dans de bonnes conditions.

Couche de roulement

Enfin, après un délai de quatre à sept jours, la surface retraitée est recouverte d'une couche de surface en béton bitumineux BBS 0/10 R30 (30 % recyclés), d'épaisseur 4 cm (cf. schéma 5).

Mise en œuvre de la solution de renforcement

Dans les zones difficiles d'accès pour l'atelier de retraitement, Eiffage a mis en œuvre une solution de renforcement en grave-émulsion, utilisant un liant innovant, comme alternative au bitume traditionnel, baptisé Recyctal. Adapté à un trafic faible à moyen (jusqu'à T2), ce nouveau type de matériau a été fabriqué à froid dans l'usine d'enrobage d'Istres, à partir des matériaux issus de la déconstruction d'anciennes chaussées et de poix, coproduit résineux issu de la sylviculture et de l'industrie papetière française. Il a été ensuite transporté sur le chantier et mis en œuvre sur une épaisseur de 9 cm, de manière traditionnelle avec un finisseur (cf. schéma 6).

Une couche de surface – constituée d'un BBTM 0/10 R30 (30 % recyclés) et d'épaisseur 2,50 cm – est réalisée sur la grave-émulsion. En tout, 4 000 m² de renforcement avec Recyctal ont été réalisés sur les chemins communaux d'Aix-en-Provence (cf. schéma 7).

Environ 2 000 transits de poids lourds supprimés

Au total, lors de ce chantier, 115 000 m² de chaussées ont été retraités en place. Sachant que le cahier des charges initial prévoyait un rabotage des chaussées sur 10 cm, avec évacuation des matériaux et réalisation de 10 cm de grave-bitume, la technique du retraitement en place au LHR a permis d'éviter de mettre en décharge 11 500 m³ de matériaux et d'apporter sur place autant de matériaux neufs, ce qui correspond à environ 50 000 tonnes de matériaux qui n'ont pas été générés, ni transportés, ni mis en œuvre. Ainsi, à raison de 25 tonnes de chargement par véhicule, on peut estimer qu'environ 2 000 transits de poids lourds ont été supprimés, ce qui a épargné les voies d'accès au chantier. Une équation au résultat positif, du point de vue tant environnemental qu'économique.

Le chantier s'est achevé en novembre 2019, après deux mois et demi de travaux.

BILAN

« Les solutions d'entretien mises en œuvre dans la commune d'Aix-en-Provence sont des solutions "bas carbone", qui ont fait l'objet d'un calcul d'émissions de CO₂ avec le logiciel SEVE. Par rapport à la solution de base, la diminution des émissions de CO₂ est de 38 %, ce qui représente une économie de 650 tonnes en équivalent de CO₂ », se félicite Eiffage Route.



▲ Difficulté : l'étroitesse des voies (< 3,50 m).

Pour un coût global de voirie réduit de 30 %, le chantier des chemins communaux aixois est également parvenu à diminuer de façon optimale les émissions de gaz à effet de serre, notamment par la baisse significative des déplacements d'engins, rendue possible par la technique du retraitement en place au liant hydraulique routier. Autre bénéfice non négligeable : la méthodologie et la vitesse d'exécution de l'opération, qui ont permis de réduire de manière considérable les nuisances pour les riverains, engendrées habituellement sur un tel chantier. Tirant les enseignements de l'opération, Maryse Joissains-Masini, première magistrate d'Aix-en-Provence, résume ainsi son point de vue : « *Quand je compare le coût de l'opération au coût initial et que je constate la quantité de CO₂ économisée, je suis un maire heureux.* » ■

EN QUELQUES CHIFFRES

- > **29 km** de chemins communaux
- > **119 000 m²**
- > **+ de 2 500 tonnes** de LHR Vicat LV-TS 13 fabriquées localement
- > **38 %** d'émissions de CO₂ en moins
- > **soit 650 tonnes** de CO₂ économisées
- > **2,5 mois** de travaux

LIENS UTILES

- > **Ville d'Aix-en-Provence**
<http://www.aixenprovence.fr>
- > **Vicat**
<http://www.ciment-vicat.fr>
- > **Eiffage**
<https://www.eiffageinfrastructures.com>

- > **Cerema**
<https://www.cerema.fr>
- > **Infociments LHR**
<https://www.infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers/>
- > **Infociments Routes**
<https://www.infociments.fr/route>

▼ L'un des vingt-six chemins ruraux en cours de réfection. Au total, environ 30 km de voirie ont été rénovés dans les secteurs Puyricard-Couteron-Célony-La Calade-Jas de Bouffan-Les Milles et Luynes.

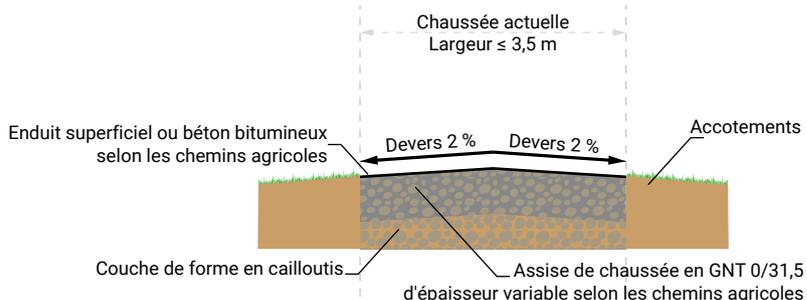


SCHÉMAS TECHNIQUES

Retraitement en place à froid au liant hydraulique routier des chemins agricoles

SCHÉMA 1

COUPE EN TRAVERS-TYPE DES CHEMINS AGRICOLES AVANT TRAVAUX

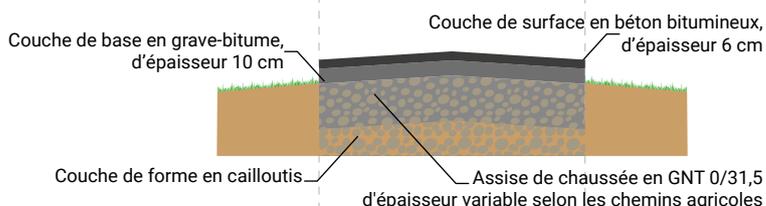


SOLUTION DE BASE

SCHÉMA 2

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA SOLUTION DE BASE ENVISAGÉE PAR LA MAIRIE POUR L'ENTRETIEN DES CHEMINS AGRICOLES

Après rabotage de la structure existante sur une épaisseur de 10 cm et transport / mise en décharge des matériaux rabotés, mise en place d'une couche de base en grave-bitume d'épaisseur 10 cm et d'une couche de surface en béton bitumineux d'épaisseur 6 cm.



VARIANTE RETRAITEMENT

SCHÉMA 3

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE "RETRAITEMENT" DE L'ENTREPRISE APRÈS L'ÉPANDAGE DU LIANT

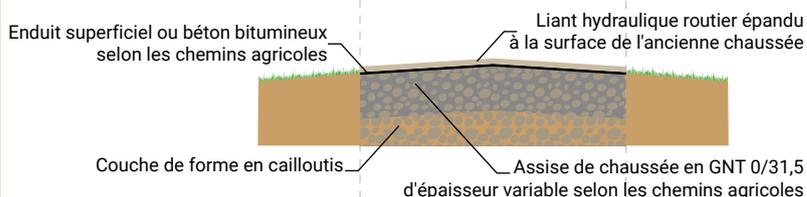


SCHÉMA 4

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE "RETRAITEMENT" DE L'ENTREPRISE APRÈS LE MALAXAGE DU LIANT ÉPANDU ET DES MATÉRIEAUX DE L'ANCIENNE CHAUSSÉE

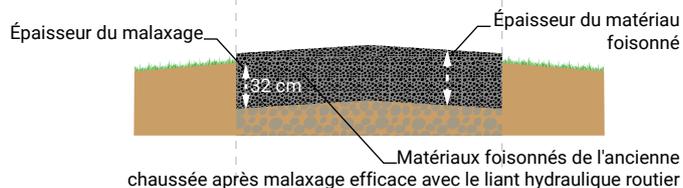
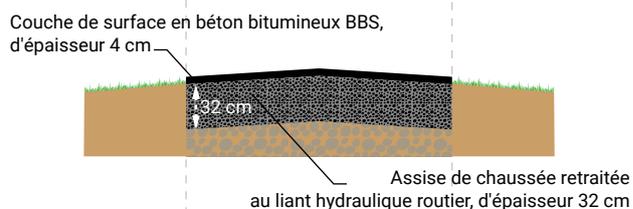


SCHÉMA 5

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE APRÈS RÉGLAGE, MISE AU PROFIL, COMPACTAGE ET MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE SURFACE EN BÉTON BITUMINEUX BBS, D'ÉPAISSEUR 4 CM



VARIANTE ALTERNATIVE

SCHÉMA 6

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE ALTERNATIVE "RENFORCEMENT" DE L'ENTREPRISE APRÈS MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE BASE EN GRAVE-ÉMULSION

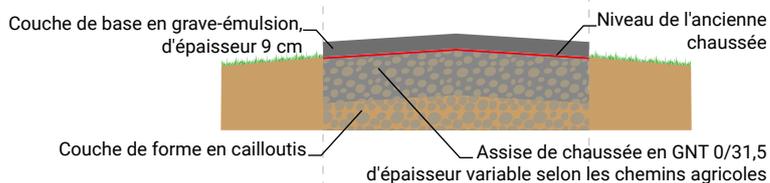
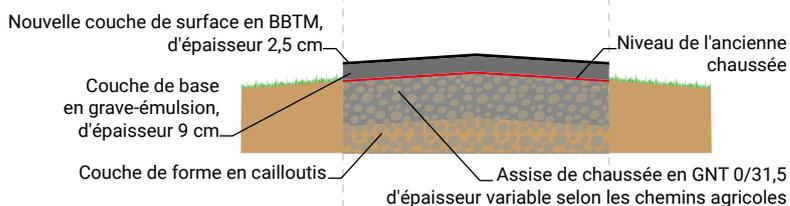


SCHÉMA 7

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE ALTERNATIVE "RENFORCEMENT" DE L'ENTREPRISE APRÈS MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE SURFACE EN BBTM, D'ÉPAISSEUR 2,5 CM



Chaussée actuelle
Largeur ≤ 3,5 m



#mieuxcirculer #mieuxprotégerlaplanète #chantier #lianthydrauliqueroutier



Liant
hydraulique
routier



Recyclage
en place



21 600 m²



Seine-
et-Marne

Au sud de la Seine-et-Marne, la RD36a est un axe essentiel pour la vie locale (agriculture, transports scolaires, transit de poids lourds). Plutôt que d'effectuer une réparation partielle, comment rénover complètement cette voie, le plus rapidement possible, en limitant les nuisances et en respectant l'environnement ? Réponse : grâce au retraitement à froid au liant hydraulique. Démonstration.

PRINCIPAUX INTERVENANTS

Maîtrise d'ouvrage

Conseil départemental de Seine-et-Marne

Maîtrise d'œuvre

Conseil départemental de Seine-et-Marne

Fournisseur du liant hydraulique routier

LafargeHolcim

Entreprise

Routes et chantiers modernes (RCM)

PHOTO D'OUVERTURE : La RD36a en cours de retraitement à froid au liant hydraulique routier.

ROUTES INFO #04

Le 30/06/2020

© CIMbéton

**Texte : Charles Desjardins
& Joseph Abdo**

Crédits photos chantier : Routes et chantiers modernes (RCM), CIMbéton.



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

SITUATION

À une vingtaine de kilomètres au sud de Fontainebleau, la petite commune agricole d'Amponville se situe dans le parc naturel régional du Gâtinais français, en Seine-et-Marne. Elle est desservie par la RD36a, que l'on rejoint par la route de Larchant, vers l'est. En dépit de ses apparences modestes, c'est un axe de circulation important aux niveaux local et départemental. Sa rénovation était devenue nécessaire, mais elle ne pouvait être réalisée que selon un planning serré et minutieusement concerté.

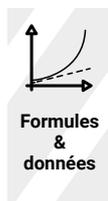
ÉTAT DES LIEUX

La RD36a se caractérisait par une structure ancienne, constituée d'une couche de surface en béton bitumineux d'épaisseur 7 cm posé sur un enduit superficiel, d'une couche de base en grave calcaire 0/63 d'épaisseur 29 cm et d'une couche de fondation en limon sableux d'épaisseur 9 cm. Sa largeur était de 5,80 m. Cette structure reposait sur un support dont la portance est supérieure à 35 MPa (Cf. Schéma 1).

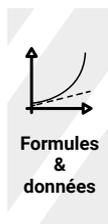
« La RD36a accueille un trafic de 30 à 50 poids lourds par jour (classe T4-T3), explique Gérard Gaisnon, adjoint au service Etudes et travaux, de la direction des routes du conseil départemental de Seine-et-Marne. Elle est également empruntée par les transports scolaires des communes avoisinantes. Elle a surtout la particularité d'être une voie dédiée aux convois exceptionnels. » Il est en effet d'usage qu'Electricité de France (EDF) et sa filiale Enedis transportent sur cet itinéraire certaines pièces (qui peuvent peser entre 500 et 600 t), destinées à la maintenance des centrales nucléaires situées sur les rives de la Loire. « Nous enregistrons également des passages de convois liés à l'exploitation de l'énergie éolienne. »

« Lorsque les poids lourds se croisaient sur cette route, poursuit Gérard Gaisnon, il y avait des détériorations en rives, les camions passant sur les accotements et provoquant des effondrements. » À l'étude depuis « trois ou quatre ans », une opération de rénovation est finalement décidée début 2018.

La solution de base proposée consiste en un élargissement et un renforcement de la chaussée par réfection des poutres de rives. Une variante consiste à effectuer un retraitement en place au liant hydraulique routier (LHR).



L'ensemble de la voie est repris sur une profondeur de 45 cm, ce qui a pour avantage d'homogénéiser la chaussée. Le traitement s'effectue sur une largeur de 7,20 m, ce qui permet d'augmenter la largeur totale jusqu'à 6,20 m et de stabiliser aussi les bas-côtés.



La faisabilité du projet s'appuie sur une première série de sondages contenus dans l'appel d'offres. D'autres échantillonnages et des terrassements confirment que l'ancienne chaussée, de par sa structure, était compatible avec le retraitement envisagé sur une épaisseur de 45 cm.

 Retrouvez tous les schémas en p. 22.

Le choix du retraitement en place au liant hydraulique pour ce chantier répond à différents critères : le prix, la valeur technique, le délai de remise en service... Cette offre s'est notamment révélée très intéressante par l'économie financière et par la démarche environnementale.

LE PROJET DE BASE

La solution de base proposée par la direction des routes de Seine-et-Marne consistait à opérer par demi-chaussée et réaliser les opérations suivantes (cf. schéma 2) :

- > Élargir la chaussée en réalisant une tranchée latérale (largeur 0,20 m et profondeur 0,48 m) et sur une longueur d'un peu moins de 3 km, avec évacuation et mise en décharge des matériaux,
- > Réaliser un décaissement des rives sur une largeur de 1,50 m et sur une profondeur de 0,48 m, avec évacuation et mise en décharge des matériaux,
- > Mettre en place une nouvelle structure, constituée d'une fondation en granulats de béton concassé d'épaisseur 0,40 m et d'une couche de base en EME d'épaisseur 8 cm,

Après les travaux d'élargissement et de réfection des deux rives, une nouvelle couche de surface en BBM d'épaisseur 4 cm serait réalisée sur toute la largeur de la chaussée.

LA VARIANTE : RETRAITEMENT EN PLACE AU LHR

Le Département pouvant envisager de fermer la voie à la circulation pendant les travaux, la société Routes et chantiers modernes (RCM), entreprise familiale originaire de l'Yonne, propose une variante. Celle-ci consiste à effectuer un retraitement de l'ensemble de la chaussée en place au liant hydraulique routier (LHR) sur la totalité du tronçon concerné. « *Tout en l'élargissant à 6,20 m, comme le souhaitait le Département, nous avons proposé de reprendre l'ensemble de la voie sur une profondeur de 45 cm et non pas seulement les rives, ce qui a pour avantage d'homogénéiser la chaussée* », détaille Patrice Quilloux, directeur général de la société RCM. De fait, le traitement s'effectue sur une largeur de 7,20 m, ce qui permet d'augmenter la largeur totale de la chaussée jusqu'à 6,20 m et de stabiliser aussi les bas-côtés.

Pour valider la faisabilité du projet, RCM s'appuie sur une première série de sondages contenus dans l'appel d'offres. D'autres échantillonnages et des terrassements viendront ensuite les affiner. « *L'ancienne chaussée, de par sa structure, était compatible avec le retraitement envisagé sur une épaisseur de 45 cm* », indique Yoann Ausanneau, le responsable de laboratoire de RCM.

Par ailleurs, la voie relativement linéaire n'abrite pas de réseau et ne comporte pas de dispositif (regards, bouches à clef, etc.) pouvant gêner l'intervention d'un malaxeur.

LES AVANTAGES DU RETRAITEMENT EN PLACE AU LHR

Mis en avant par l'entreprise, les avantages de cette variante sont nombreux :

- > **Rapidité d'exécution.** Les usagers, avec lesquels les dates de fermeture à la circulation ont été concertées, subiront un minimum de gêne. « *Un chantier dit « classique » prendrait deux mois. Avec le retraitement en place, nous réduisons environ par deux la durée des travaux* », se réjouit Patrice Quilloux.
- > **Respect de l'environnement. Le chantier ne génère aucun déblai.** Ils ne sont pas mis en décharge, en occasionnant des coûts. Ils ne sont pas évacués par camion en provoquant des nuisances. « *Limiter le nombre de déplacements, étant donné que la quasi-totalité des matériaux est sur le site, réduit l'empreinte carbone du chantier* », relève Dominique Pernier, chef du service Patrimoine au conseil départemental, en charge de la maîtrise d'œuvre.
- > **Préservation des ressources.** Le chantier nécessite très peu d'apports en nouveaux matériaux. Seulement 340 m³ sont nécessaires pour renforcer certaines zones. « *90 % de nos besoins se trouvent déjà sur le site* », indique Dominique Pernier.
- > **Mise hors gel de la chaussée.** Elle sera circulaire par les poids lourds en hiver, sans barrières de dégel, avantage important pour le trafic commercial.
- > **Compétitivité.** Le chantier revient 25 à 30 % moins cher qu'un chantier dit « classique ».

Le Département opte pour cette variante, considérée comme la plus « performante ». « *Pour le maître d'ouvrage, le choix du retraitement en place au liant hydraulique pour ce chantier répond à différents critères : le prix, la valeur technique, le délai de remise en service*, explique Gérard Gaisnon. *Cette offre s'est notamment révélée très intéressante par l'économie financière et par la démarche environnementale.* »

CINQ SEMAINES DE TRAVAUX

Les travaux débutent le 18 juin 2018. « *Trois communes sont impactées pour les transports scolaires : La Chapelle-la-Reine, Amponville, Larchant. Par ailleurs, la partie de la RD36a à retraiter est entourée de champs, notamment de blé. Nous devons donc réaliser le chantier en cinq semaines, entre la fin de l'année scolaire et le début des moissons, pour perturber le moins possible les uns et les autres* », expliquent tour à tour les responsables de RCM, notamment Yannick Bireau, le chef de chantier, et Pierre Stoquert, le responsable d'exploitation. Patrice Quilloux, le directeur général de RCM, et les représentants du Département résumant : « *Il a fallu tout calculer au plus juste pour respecter toutes ces contraintes. Et tout devra être achevé, pose des enrobés y comprise, pour le 16 juillet.* »

⊕ Consultez le mémo technique sur le malaxage en annexe.

Le magazine *Routes* se rend sur le chantier lors des opérations de retraitement, qui se déroulent du 27 juin au 2 juillet. Ce jour-là, sur ce tronçon de la RD36a qui chemine dans un paysage légèrement vallonné, une dizaine d'engins sont en action.

Élargissement de la RD36a

Deux tranchées latérales, de largeur 0,70 m et de profondeur 0,45 m ont été réalisées à la pelle mécanique sur une longueur de 3 km. (cf. schéma 3).

Scarification de l'ancienne chaussée

« La surface a été rabotée, générant environ 14 000 m² de fraisât d'enrobés, commente encore le directeur général de RCM. Ces fraisâts d'enrobés serviront à combler les tranchées latérales » (cf. schéma 4).

Comblement des deux tranchées

Les deux tranchées ont été comblées avec un mélange de matériau granulaire 70 % et de fraisât d'enrobés 30 %, provenant du rabotage de l'ancienne chaussée (cf. schéma 5).

Humidification du matériau

Point particulièrement surveillé : la teneur en eau. « Elle doit impérativement se situer entre 7 et 8 %. Le temps étant très ensoleillé, un tracteur avec une citerne de 10 000 litres, doté d'un enfouisseur, s'est chargé d'humidifier la voie à raison de 30 litres par mètre cube avant le passage de l'atelier de traitement.



Recyclage en place

Le retraitement en place à froid aux liants hydrauliques permet de reconstruire une chaussée neuve en considérant la structure existante comme gisement de matériaux. Outre sa rapidité d'exécution, ce procédé permet de sauvegarder l'environnement (pas de transport ni de mise en décharge), en valorisant le patrimoine routier et en obtenant une meilleure pérennité que celle d'une solution classique.



↗ À gauche, l'épandeur à liant de RCM. À droite, le malaxeur Wirtgen 2400 intervenant sur une épaisseur de 45 cm de profondeur.



↗ Résultat à l'issue du malaxage : le liant clair a été finement mélangé avec le matériau de l'ancienne chaussée.



↗ L'atelier de compactage composé d'un compacteur à pneumatiques Bomag BW 24 RH et d'un rouleau V5.

Épandage du liant

Pendant la période du retraitement, le liant en provenance de l'usine Lafarge de Saint-Pierre-la-Cour (Mayenne) est livré sur le chantier à raison de quatre porteurs de 30 tonnes par matinée, un par heure, entre 7 et 10 heures. « Au total, nous en utiliserons environ 550 tonnes pour près de 3 000 mètres linéaires retraités. »

L'épandeur utilisé était doté d'un système de dosage volumétrique asservi à la vitesse d'avancement. Le dosage visé, à savoir 34 kg/m², a été vérifié en procédant à l'essai dit « à la bêche » (cf. schéma 6).

Malaxage

Après épandage du liant, le malaxeur – un Wirtgen 2400 capable de travailler jusqu'à 55 cm de profondeur – fait son office. Le retraitement a été effectué sur une largeur de 7,20 et une profondeur de 45 cm, en plusieurs passes (cf. schéma 7).

Réglage

Derrière, une niveleuse à guidage numérique entre en action pour régler le résultat du malaxage, bientôt suivie de l'atelier de compactage.

Compactage

« Le rouleau V5 devra effectuer huit passes, suivi du compacteur à pneus », précise-t-on. Entre-temps, les autres paramètres importants (dosage en liant au mètre carre, compactage) sont contrôlés et permettent de vérifier la qualité du retraitement.

Protection

La couche retraitée a été protégée contre la dessiccation immédiatement après le compactage. Cette opération s'est déroulée en deux étapes :

- > 1^{re} phase : arrosage modéré à l'eau de la surface après le passage du dernier rouleau ;
- > 2^e phase : application d'une émulsion cationique de bitume au taux de 0,7 l/m² suivi d'un épandage de sable à raison de 3 kg/m².



▲ Contrôle de la compacité et de la teneur en eau de la chaussée à l'aide d'un gammadensimètre.

L'émulsion et le sable épanchés peuvent faire office de couche de roulement temporaire pour un trafic léger (< 3,5 t) et ce dans l'attente de la couche de surface définitive.

Réalisation de la couche de roulement

Après une période de durcissement, le matériau retraité a reçu une nouvelle couche de roulement, d'épaisseur 5 cm, en BBSG tiède 0/10 cl 3 avec 20 % d'agrégats d'enrobés, dégageant moins de chaleur et à l'empreinte carbone réduite. Les enrobés sont mis en œuvre, comme prévu, les 12, 13 et 16 juillet (cf. schéma 8).

BILAN

« Les avantages du retraitement en place sont multiples. C'est un procédé que nous aimerions développer, lorsque c'est possible, conclut Dominique Pernier, le chef du service Patrimoine au conseil départemental. Vu l'ensemble des intérêts que proposent les chantiers 100 % recyclés, il serait dommage de s'en priver ! » La RD36a a été rouverte à la circulation le lundi 30 juillet. ■

EN QUELQUES CHIFFRES

- > 18 600 m² revêtus
- > 21 600 m² de surface totale retraitée
- > 550 t de liant hydraulique routier utilisées
- > 10 000 m³ de matériaux retraités, dont 1 100 m³ d'agrégats d'enrobés valorisés
- > 2 500 t de ressources naturelles économisées (notamment des agrégats naturels de carrières)

LIENS UTILES

> Conseil départemental de Seine-et-Marne
<http://www.seine-et-marne.fr>

> LafargeHolcim
<https://www.lafargeholcim.com>

> RCM
<http://www.routesetchantiersmodernes.fr>

> Cerema
<https://www.cerema.fr>

> Infociments LHR
<https://www.infociments.fr/liants-hydrauliques-routiers/>

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

▼ Vue aérienne du chantier de retraitement à froid au liant hydraulique routier de la RD36a, réalisé par la société Routes et chantiers modernes (RCM), avec du Rolac Optimum de Saint-Pierre-la-Cour de LafargeHolcim.

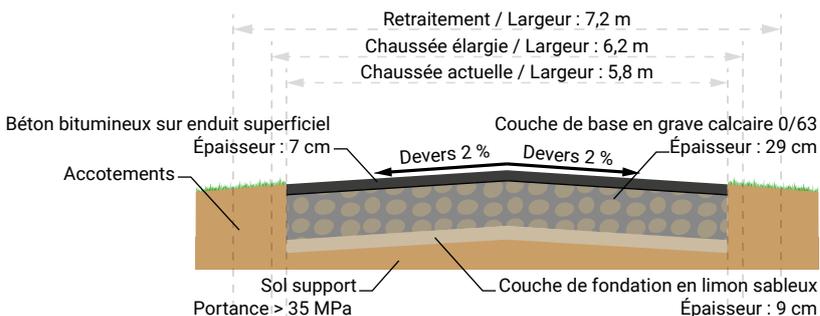


SCHÉMAS TECHNIQUES

Retraitement en place à froid au liant hydraulique routier

SCHÉMA 1

COUPE EN TRAVERS-TYPE AVANT TRAVAUX

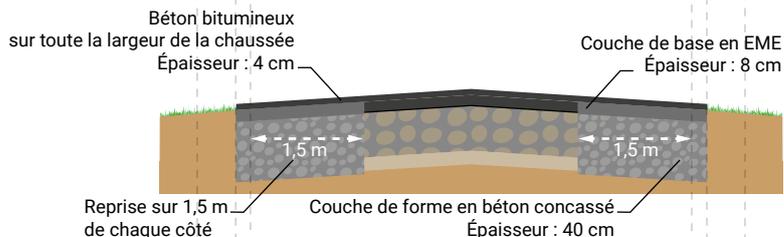


SOLUTION DE BASE

SCHÉMA 2

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA SOLUTION DE BASE PROPOSÉE PAR LA DIRECTION DES ROUTES DE SEINE-ET-MARNE

Élargissement : passage d'une largeur de 5,80 à 6,20 m avec réfection des rives sur 1,50 m de large de chaque côté de la chaussée.



VARIANTE RETRAITEMENT

SCHÉMA 3

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

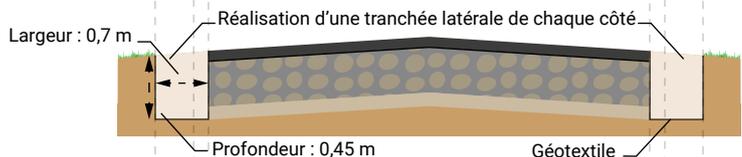


SCHÉMA 4

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE "RETRAIEMENT" DE L'ENTREPRISE APRÈS LA SCARIFICATION LA COUCHE DE SURFACE DE L'ANCIENNE CHAUSSEE

Le rabotage de la structure existante génère environ 14 000 m² de fraisât d'enrobés qui serviront au comblement des tranchées latérales.

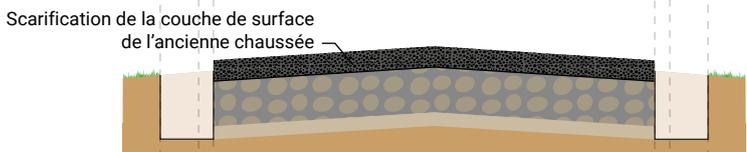


SCHÉMA 5

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE APRÈS COMBLEMENT DES TRANCHÉES



SCHÉMA 6

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE APRÈS ÉPANDAGE DU LIANT

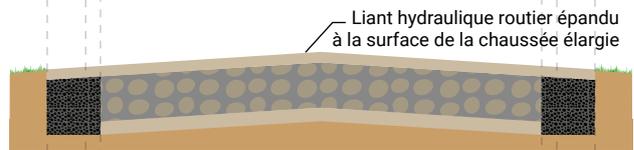


SCHÉMA 7

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE APRÈS MALAXAGE DU LIANT ÉPANDU ET DES MATÉRIEAUX DE LA CHAUSSEE ÉLARGIE

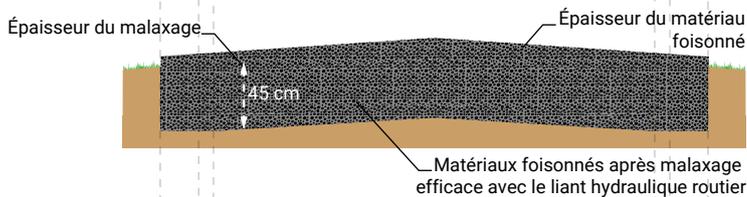
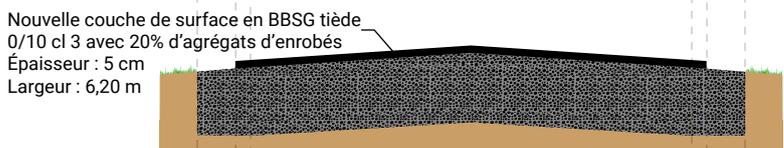


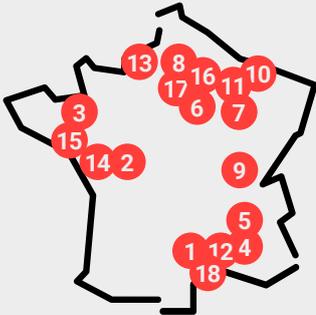
SCHÉMA 8

COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE RETRAITEMENT DE L'ENTREPRISE APRÈS RÉGLAGE, MISE AU PROFIL, COMPACTAGE ET MISE EN ŒUVRE DE LA COUCHE DE SURFACE



Chaussée actuelle / Largeur : 5,8 m
Chaussée élargie / Largeur : 6,2 m
Retraitement / Largeur : 7,2 m

Quelques références de chantiers de retraitement



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

T 71

L'entretien structurel des chaussées souples et semi-rigides

Le retraitement en place à froid aux liants hydrauliques

CIMbéton, 2013.

T 58 et C 58

Retraitement en place à froid des anciennes chaussées aux liants hydrauliques

CCTP-Type, CIMbéton, 2008.

T 31

Étude comparative en technique routière

Retraitement des chaussées en place vs renforcement

Méthode graphique de comparaison économique et environnementale

CIMbéton, 2010.



Guide technique

Retraitement en place à froid des anciennes chaussées

SETRA / LCPC, 2003.

En route vers le développement durable

L'entretien des chaussées en place aux liants hydrauliques

CIMbéton, 2013.



Remue-méninges #01

Problème posé : Au marché !

Deux fermiers ont apporté au marché un total de 100 œufs. L'un des deux avait un plus grand nombre d'œufs que l'autre, mais la vente de l'ensemble des œufs a apporté la même somme d'argent à chacun.

Le premier a dit alors au second « Si j'avais eu tes œufs, j'aurais reçu 15 € ». L'autre a répondu « Et si moi, j'avais eu tes œufs, j'aurais reçu 6 et 2/3 € ».

Combien d'œufs avait chaque fermier ?

(Réponse dans le prochain numéro)



VIENT DE PARAÎTRE

DÉPLIANT

« **LES CHAUSSÉES COMPOSITES EN BÉTON ARMÉ CONTINU SUR GRAVE BITUME BAC/GB3 : DES STRUCTURES ÉPROUVÉES, DURABLES ET OPTIMISÉES** »

Ce dépliant est conçu en 7 volets (14 pages). Il comprend :

- > Un texte rappelant le concept de chaussées composites en BAC/GB3, le principe de fonctionnement de cette structure, le dimensionnement, les caractéristiques mécaniques requises des matériaux béton et grave bitume, les caractéristiques des armatures, la mise en œuvre et les contrôles, les avantages techniques et économiques et leurs domaines d'application.
- > Une série de 5 fiches références de chantiers BAC/GB3, illustrant les différents domaines d'application de cette technique (routes nationales, routes départementales, carrefours giratoires, plate-forme BHNS, etc.).

Ce document, édité en 2020 par CIMBETON et SNBPE, vient enrichir une série de dépliants destinés à sensibiliser les maîtres d'ouvrages et d'œuvre sur des procédés, techniques ou concepts nouveaux :

- > Dépliant « Bus à Haut Niveau de Service (BHNS) & Tramway sur pneus : la plate-forme en béton, un vrai choix d'avenir ».
- > Dépliant « Les revêtements drainants en béton coulé en place : une réponse efficace pour une meilleure gestion des eaux pluviales ».



Ces dépliants peuvent être commandés auprès du SNBPE ou de CIMbéton. Ils peuvent aussi être téléchargés sur :

<https://www.snbpe.org> ou <https://www.infociments.fr>



SUR LA TOILE

LA PLATE-FORME NUMÉRIQUE DE L'INDUSTRIE CIMENTIÈRE

Découvrez la nouvelle plate-forme numérique dédiée aux ciments, aux liants hydrauliques routiers, aux bétons et à leurs applications dans tous les domaines de la construction : bâtiments, ouvrages d'art, génie civil, routes et terrassements. www.infociments.fr

LOGICIEL DE COMPARAISON ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL CIMBÉTON

Le logiciel de comparaison économique et environnemental entre les techniques de valorisation des matériaux en place aux liants hydrauliques (traitement des sols et retraitement des chaussées) et les techniques usuelles est en accès libre, via le site www.infociments.fr