

# AMPONVILLE

## SEINE-ET-MARNE (77)



#mieuxcirculer

#mieuxprotégerlaplanète

#chantier

#lianthydrauliqueroutier



Liant  
hydraulique  
routier



Recyclage  
en place



21 600 m<sup>2</sup>



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.

## 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.



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

## 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

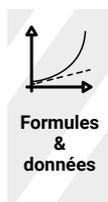
Mis en avant par l'entreprise, les avantages de cette variante sont nombreux :

- > **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 m<sup>3</sup> 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.* »

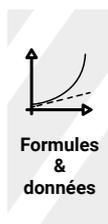
## CINQ SEMAINES DE TRAVAUX

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.* »

**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. 5.

**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.**

+ 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 m<sup>2</sup> 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.



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.



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

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



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



▲ 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 m<sup>2</sup> revêtus
- > 21 600 m<sup>2</sup> de surface totale retraitée
- > 550 t de liant hydraulique routier utilisées
- > 10 000 m<sup>3</sup> de matériaux retraités, dont 1 100 m<sup>3</sup> 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.

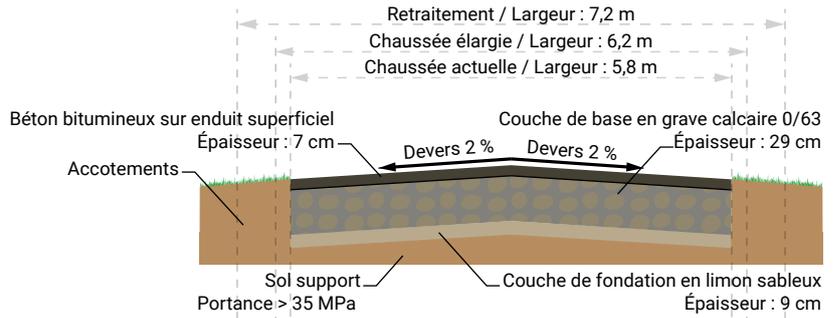


# SCHÉMAS TECHNIQUES

## Retraitement en place à froid au liant hydraulique routier

### SCHÉMA 1

COUPE EN TRAVERS-TYPE AVANT TRAVAUX

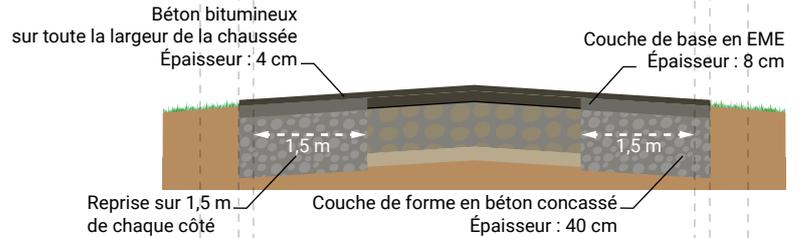


### SOLUTION DE BASE

### SCHÉMA 2

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

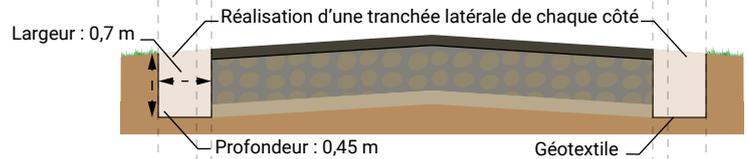
Élargissement : passage d'une largeur de 5,80 à 6,20 m avec réfection des rives sur 1,50 m de large de chaque côté de la chaussée.



### VARIANTE RETRAITEMENT

### SCHÉMA 3

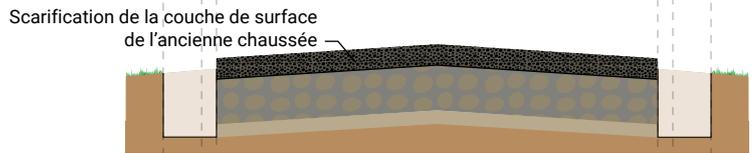
COUPE EN TRAVERS-TYPE DE LA VARIANTE "RETRAIEMENT" DE L'ENTREPRISE COMPRENANT LES DEUX TRANCHÉES LATÉRALES



### SCHÉMA 4

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

Le rabotage de la structure existante génère environ 14 000 m<sup>2</sup> de fraisât d'enrobés qui serviront au comblement des tranchées latérales.



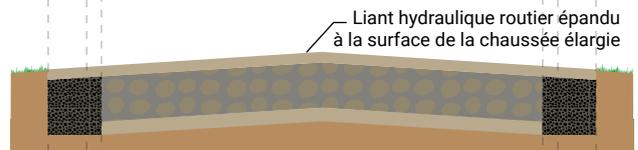
### SCHÉMA 5

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



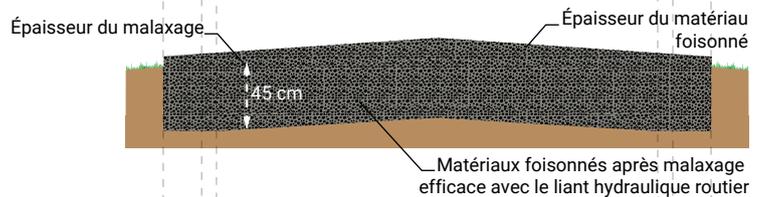
### SCHÉMA 6

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



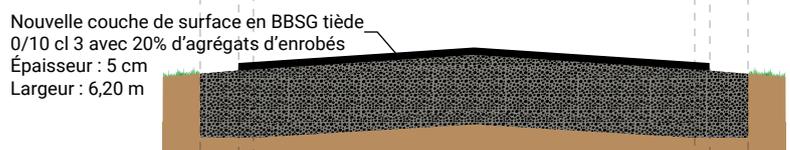
### SCHÉMA 7

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



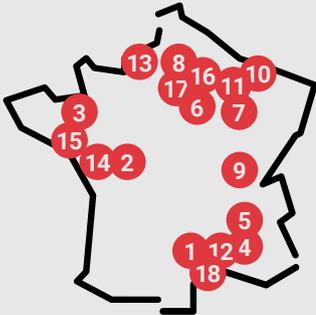
### SCHÉMA 8

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](http://infociments.fr)

## Journées techniques LHR

À retrouver sur [infociments.fr](http://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](http://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.

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 chantier : Routes et chantiers modernes (RCM), 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](mailto:centrinfo@cimbeton.net)

## Le malaxage

### 1 • Introduction

L'objectif de cette opération est de mélanger intimement *in situ* et à froid les matériaux obtenus par fragmentation de l'ancienne chaussée. Ceux-ci sont éventuellement modifiés par l'ajout d'un correcteur granulométrique et humidifiés, avec le liant épandu en surface, afin d'obtenir, après prise et durcissement, un mélange homogène présentant des caractéristiques mécaniques élevées. Dans le cas où le matériau est à forte teneur en argile, le traitement au liant hydraulique est précédé par un traitement à la chaux. L'opération de traitement est conduite à l'aide d'un matériel spécifique : le malaxeur-pulvérisateur.



↑ Aspect matériau après malaxage.

### 2 • Le malaxage

#### 2.1 / Généralités

C'est grâce aux progrès technologiques du matériel de malaxage que le retraitement en place des chaussées a pu se développer. Utilisés pour la stabilisation des sols, les malaxeurs-pulvérisateurs ou « pulvimixeurs » ont été adaptés pour être employés pour le retraitement des chaussées en place.

Pour effectuer le malaxage du matériau de l'ancienne chaussée avec le liant épandu à sa surface, il existe plusieurs types de matériels. On peut citer à cet égard :

- > **Le matériel tracté** pour le retraitement en place de routes à faible trafic.
- > **Les pulvérisateurs** : un matériel spécifique ou dédié au malaxage en place, performant, quelle que soit la nature du matériau de l'ancienne chaussée (y compris les matériaux traités). Il assure le décohésionnement de l'ancienne chaussée, la fragmentation du matériau existant et le malaxage en une seule passe.
- > **Le matériel de reconditionnement des chaussées** : un matériel spécifique, de conception récente et intégrant, en un seul bloc, toutes les opérations de retraitement des anciennes chaussées qui sont effectuées en continu, sans intervention manuelle, depuis le défonçage de la chaussée jusqu'au compactage. Ce matériel, doté d'un malaxeur longitudinal, permet d'obtenir une bonne homogénéité transversale du matériau retraité.



↑ Malaxeur tracté.

#### 2.2 / Les malaxeurs

##### 2.2.1 / Description

Ces engins à tambour horizontal sont des machines composées essentiellement d'une chambre de malaxage et d'un tambour de fragmentation, dont l'axe horizontal est perpendiculaire à la direction du déplacement. Le tambour rotatif est muni d'un nombre important de dents de découpe spéciales (fraises), pouvant être rapidement et facilement changées en cas d'usure. Il est actionné hydrauliquement ou mécaniquement. Des vérins hydrauliques le plaquent contre la surface de la chaussée et l'enfoncent progressivement dans le revêtement jusqu'à la profondeur requise.

Ce tambour est recouvert par la chambre de malaxage. La durée du malaxage – et, donc, de la présence du matériau dans la chambre – dépend de la vitesse d'avancement.

Ces pulvérisateurs-mélangeurs ont évolué au cours des années et sont devenus aujourd'hui des outils de recyclage spécialisés. Ils sont conçus pour retraiter, en un passage, des revêtements d'une épaisseur atteignant 45 cm. Il s'agit donc de machines ultra-puissantes, équipées de pneumatiques ou de chenilles. Elles peuvent peser jusqu'à 30 tonnes, ce qui les empêche de se soulever lors du fraisage.

La fraise tourne en sens inverse de l'avancement de la machine. Les dents arrachent donc le matériau vers le haut : celui-ci est décohésionné et projeté contre une barre ou une plaque, ce qui accentue la fragmentation ou la pulvérisation. La machine ramène le matériau ou le mélange et le dispose en un cordon central, lequel est ensuite étalé à la niveleuse.



↑ Malaxeur dédié.



↑ Atelier de retraitement ARC 1000 en action.

# MÉMO TECHNIQUE



↑ Détail du rotor du malaxeur.

Ces machines sont capables de restituer un matériau à faible mouture et d'une grande homogénéité. La position du rotor est ajustable en hauteur.

Durant le mélange et si nécessaire, de l'eau peut être introduite suivant un dosage précis. De plus, plutôt que d'épandre le liant sous forme de poudre, comme décrit plus haut, une pâte liquide (coulis) formée d'eau et de ciment peut être injectée directement dans la chambre de malaxage, évitant ainsi la production de poussière.

En France, des entreprises ont développé des ateliers de retraitement (ARC ou équivalent). ARC est l'acronyme d'« atelier de reconditionnement de chaussées ». Il s'agit en effet d'un atelier intégrant toutes les opérations et pouvant les exécuter en un passage. Un des grands avantages de cette machine est la présence de deux rotors : le malaxage se fait aussi bien transversalement que verticalement, ce qui donne un produit fini particulièrement homogène.

## 2.2.2 / Critères de performances

Quatre critères de qualification, notés (par ordre croissant de qualité) de 1 à 3, définissent les performances de ces matériels :

- **H** : la qualité d'Homogénéisation du mélange, suivant que le matériel dispose ou non d'un malaxeur associé au rotor de fraisage.
- **E** : la maîtrise de l'Épaisseur de retraitement de la chaussée.
- **P** : la Puissance disponible pour fragmenter l'ancienne chaussée.
- **I** : la présence d'un dispositif d'Injection d'eau.

Suivant les machines, un cinquième critère peut être introduit :

- **L** : la possibilité de doser un liant sous forme Liquide (eau + liant hydraulique).

Dès lors, la qualité du malaxage s'exprime en fonction de l'étendue de l'homogénéisation (sommaire, verticale, transversale), du coefficient de variation de l'épaisseur de matériau retraité ( $C_{VE}$ ), du niveau de puissance de la machine pour fragmenter l'ancienne chaussée, de la disponibilité ou non d'un dispositif d'injection d'eau et des asservissements associés et, enfin, de la disponibilité ou non d'un dispositif de dosage du liant sous forme liquide et des asservissements associés.

Le tableau 1 donne les critères de performances et de qualification des matériels de retraitement. ■

CRITÈRES DE PERFORMANCES ET DE QUALIFICATION DES MATÉRIELS DE RETRAITEMENT				
VALEUR DU CRITÈRE		NOTE		
		3	2	1
H	Homogénéité du matériau avec le liant	Homogénéisation verticale et transversale (malaxeur associé)	Homogénéisation verticale uniquement	Homogénéisation sommaire
E	Coefficient de variation de l'épaisseur en %	$C_{VE} \leq 5$ avec une fonction de maintien à la profondeur	$C_{VE} \leq 5$	$C_{VE} > 5$
P	Puissance disponible par mètre linéaire de rotor de fraisage	$P > 70$ kW	$35 < P \leq 70$ kW	$P \leq 35$ kW
I	Possibilité d'injecter l'eau dans la chambre de malaxage ou de fragmentation	Asservissement à la translation Rampe de largeur variable	$5\% < CVL \leq 10\%$	$CVL > 10\%$
L	Dosage du liant sous forme liquide	Asservissement à la translation et pesée des constituants	Asservissement à la translation	Sans asservissement