

VOIRIE A FAIBLE TRAFIC : LE RETRAITEMENT DES CHAUSSÉES EN PLACE AU CIMENT



Chaussée dégradée : fissures de fatigue et déformations visibles en surface.

Si le réseau des routes principales est, en France, régulièrement entretenu ; ce n'est pas toujours le cas du réseau secondaire (trafic $\leq T_3$). Sur ce dernier, l'entretien s'est en général limité, au cours des années, à des rechargements nécessités par l'augmentation du trafic lourd. Les matériaux utilisés étaient le plus souvent hétérogènes : pierres, gravats, briques, etc. Les remontées du sol en place, souvent argileux ou limoneux, au même titre que les effets du gel-dégel, ont encore diminué la résistance aux déformations du corps de chaussée. Pour remettre en état ces routes secondaires, trois techniques sont utilisables :

- le remplacement de l'ancienne chaussée par une chaussée neuve : une solution chère, que le manque d'importance des trafics rend injustifiable ;
- le rechargement, après remise en forme, de l'ancienne chaussée avec une couche épaisse : une solution encore onéreuse, posant des problèmes de tirants d'air des ouvrages, de réduction de la largeur de roulement, de hauteurs de seuils en zones urbaines ;
- le retraitement en place au ciment du corps de l'ancienne chaussée : une solution qui utilise à bon compte la stabilité résiduelle de la fondation et les matériaux existants du squelette en place.

L'objet de cette documentation technique est de présenter une synthèse des connaissances et des règles de l'art relatives à la technique de retraitement en place au ciment d'anciennes chaussées à faible trafic.

GÉNÉRALITÉS

HISTORIQUE

Le retraitement des chaussées en place au ciment est une technique relativement ancienne. Le "Retread Process" a vu le jour aux États-Unis dans les années cinquante. Il a été utilisé en France, à une échelle limitée, après l'hiver rigoureux 1962-1963, pour la remise en état des chaussées dégradées par le gel. Les machines de retraitement dont on disposait étaient peu fiables et peu performantes pour permettre à ce procédé de se développer.

Depuis quelques années, le retraitement des chaussées en place au ciment connaît un nouvel essor ; on estime à environ deux millions de mètres carrés de chaussées qui sont retraitées annuellement en France.

VOIRIE A FAIBLE TRAFIC :
LE RETRAITEMENT DES CHAUSSÉES EN PLACE
AU CIMENT

DOCUMENTATION TECHNIQUE

Cet intérêt croissant pour la technique est dû à la conjoncture de deux phénomènes :

- une meilleure connaissance des performances mécaniques des matériaux traités au ciment et du comportement des structures semi-rigides ;
- une amélioration notable des performances et de la fiabilité des matériels de retraitement.

DÉFINITION

Le retraitement des chaussées en place au ciment est une technique destinée à recréer, à partir d'une chaussée dégradée, une structure homogène et adaptée au trafic à supporter. Elle consiste à incorporer au sein du matériau, obtenu par fractionnement de l'ancienne chaussée, un ciment et éventuellement un correcteur granulométrique et de l'eau, et de les mélanger intimement, in situ, jusqu'à l'obtention d'un matériau homogène. On réalise ainsi, après réglage et compactage, une nouvelle assise de chaussée sur laquelle on applique soit une couche de surface, soit d'autres couches de chaussée si la partie retraitée ne peut à elle seule supporter les sollicitations du trafic.

AVANTAGES DE LA TECHNIQUE

Le retraitement en place au ciment est une technique qui offre trois types d'avantages :

1 - Avantages techniques

Le retraitement en place au ciment permet de renforcer une ancienne chaussée fatiguée, déformée et inadaptée au trafic qu'elle supporte. Il restitue ainsi une couche traitée homogène et stable, présentant des caractéristiques mécaniques comparables à celle d'une grave-ciment. En outre, cette technique améliore la tenue de la chaussée vis-à-vis des cycles de gel/dégel, grâce à la rigidité du matériau et l'effet de dalle induit.

2 - Avantages économiques

Le retraitement au ciment est une technique de traitement à froid, donc utilisant peu d'énergie.

La réutilisation des matériaux en place est un facteur d'économie important puisqu'il réduit au minimum l'apport de granulats et le coût de leur transport.

L'absence de transport de granulats contribue à la préservation du réseau routier situé au voisinage du chantier.

Enfin, le retraitement au ciment est une technique très économique : l'économie réalisée par rapport à une solution classique de renforcement avec décaissement est de l'ordre de 30 % environ.

3 - Avantages écologiques

Le travail à froid réduit sensiblement la pollution et le rejet de vapeurs nocives dans l'atmosphère.

La réutilisation des matériaux en place limite l'exploitation des gisements de granulats (carrières, ballastières). Ce qui contribue à préserver l'environnement.

LES ENJEUX

Le retraitement des chaussées en place au ciment est une technique parfaitement au point, présentant les atouts nécessaires sur le plan technique, économique et écologique. Elle est donc appelée à se développer.

Les enjeux sont d'importance :

- la difficulté de plus en plus grandissante pour trouver des ressources nouvelles en granulats proches du lieu d'utilisation ;
- la nécessité constante d'adapter les structures de chaussées à un trafic toujours croissant ;
- l'essentiel du réseau des routes à faible trafic, en particulier les routes départementales, n'a pas la capacité de supporter le trafic lourd en période de dégel après un hiver rigoureux. Or, le niveau modéré des trafics, supporté par ces routes en période normale, ne justifie pas des investissements importants. Il faudra donc rechercher des techniques adaptées à ce type de réseau.

LES ÉTUDES PRÉALABLES

Le principe du retraitement en place, expérimenté en France dans les années soixante, avait été abandonné à cause du manque de puissance des malaxeurs et aussi à cause du manque de rigueur dans les études préalables.

Le matériel étant maintenant parfaitement approprié, la nécessité d'effectuer des études précises demeure. Il est, en effet, nécessaire de procéder à des études préalables dans le but de :

- vérifier la faisabilité du retraitement ;
- définir le mode de retraitement ;
- déterminer les caractéristiques mécaniques du matériau retraité ;
- éventuellement, établir une étude de formulation en laboratoire.

LA FAISABILITÉ DU RETRAITEMENT

Le retraitement en place au ciment considère l'ancienne chaussée comme un gisement de matériaux granulaires. Encore faut-il avoir parfaitement identifié ces matériaux (épaisseur du gisement et caractéristiques des granulats) pour pouvoir apprécier la faisabilité et les conditions d'utilisation du retraitement.

Il est vrai qu'une gamme étendue de matériaux d'anciennes chaussées est retraitable. Mais, des matériaux de granularité discontinue (macadam) constituent une difficulté et leur retraitement au ciment nécessite, au préalable, l'apport d'un correcteur granulométrique (sable ou grave). D'autre part, des matériaux trop pollués par de l'argile ne peuvent être retraités tels quels au ciment : un préretraitement à la chaux s'avère, dans ce cas, indispensable. Aussi, des matériaux de forte dimension (D supérieure à 80 ou 100 mm), tels que blocages ou hérissons, nécessitent l'utilisation d'un matériel spécifique de retraitement. Enfin, la présence au sein du matériau de certains produits, tels que matières organiques, sulfures (pyrites), sulfates (gypse) ou chlorures (sel gemme), sont de nature à perturber ou empêcher la prise du ciment.

La faisabilité du retraitement 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 trois étapes :

1- La reconnaissance de la chaussée

Il s'agit de rassembler tous les éléments permettant d'identifier l'état structurel de la chaussée ainsi que la nature et les épaisseurs des couches qui la constituent. Les moyens utilisés sont :

- l'historique de la route ;
- relevé visuel des dégradations ;
- le cas échéant, campagne d'auscultation de la route (déflexion, uni transversal et longitudinal, carottages, etc.).

Cette première étape permet de définir des zones homogènes dans le comportement, l'état et le besoin de la chaussée.

2 - Le prélèvement d'échantillons représentatifs

Cette étape consiste à effectuer des prélèvements de matériaux en des endroits bien précis de la chaussée, identifiés dans la première étape. Elle nécessite la réalisation de sondages ou de véritables tranchées transversales permettant, en outre, de définir la nature des matériaux en place et la géométrie précise de la structure. Le nombre de prélèvements est à moduler en fonction de la nature et de l'importance du projet. Pour une route à faible trafic en rase campagne, deux ou trois prélèvements sont effectués au kilomètre.

3 - La caractérisation des matériaux prélevés

La deuxième étape permet d'aboutir à l'établissement de coupes transversales cotées de la chaussée. Les prélèvements effectués sont alors analysés en laboratoire de manière à identifier :

- la nature et l'état hydrique du support de la chaussée ;
- la nature et l'état hydrique des matériaux composant les différentes couches de la chaussée ;
- la présence éventuelle de produits susceptibles de perturber ou d'empêcher la prise du ciment.

a) Identification de la nature des matériaux

On réalise les essais suivants :

la granularité : définie dans les normes NF P 94 056 et NF P 94 057.

La courbe granulométrique obtenue permet de juger de la nécessité ou non d'un correcteur granulométrique.

La connaissance du D_{max} (dimension du plus gros élément) détermine le choix des engins de malaxage.

l'argilosité : qui caractérise à la fois la quantité et l'activité de la fraction argileuse contenue dans le matériau. On peut la mesurer à l'aide de l'un ou l'autre des paramètres suivants :

- indice de plasticité I_p , défini par la norme NF P 94 051 ;
- la valeur du bleu de méthylène VBs, définie par la norme NF P 94 068.

La connaissance de l'argilosité du matériau permet de déterminer la méthode de retraitement à adopter (retraitement au ciment si $I_p \leq 12$ ou VBs $\leq 2,5$; retraitement mixte chaux-ciment si $I_p > 12$ ou VBs $> 2,5$) et d'évaluer, s'il y a lieu, le dosage en chaux nécessaire pour annihiler les argiles contenues dans le matériau.

b) Identification de l'état hydrique des matériaux

On réalise les essais suivants :

- teneur en eau naturelle du matériau : W_{nat} définie par la norme NF P 94 049 ;

- l'essai Proctor, défini par la norme NF P 98 231-1. Il permet de déterminer la teneur en eau à l'optimum Proctor du matériau considéré W_{OPM} .

La connaissance du rapport $\frac{W_{nat}}{W_{OPM}}$, entre la teneur en eau naturelle et la teneur en eau à l'optimum Proctor,

permet de définir l'état hydrique du matériau considéré. Cette caractéristique est déterminante car elle conditionne à la fois :

- le choix du type de la chaux à utiliser dans le cas d'un retraitement mixte (vive, éteinte ou lait de chaux) ;
- le dosage en eau éventuel qui assure, d'une part, le bon déroulement des réactions de prise et de durcissement du matériau retraité et, d'autre part, l'obtention du niveau de compactage requis pour ce type de matériau.

c) Identification d'éventuels produits inhibiteurs de prise

En plus des paramètres de nature et d'état du matériau, l'étude doit indiquer la présence ou non d'éléments susceptibles de perturber l'action du ciment.

On réalise un test d'aptitude à la prise.

Au terme de cette étude, on est en mesure de préciser si la technique du retraitement est envisageable ou non.

Dans l'affirmative, on dispose de suffisamment d'éléments permettant d'aboutir à une définition du retraitement au ciment.

DÉFINITION DU MODE DE RETRAITEMENT

Il s'agit de définir le mode de retraitement sur la base des résultats obtenus dans la phase "faisabilité du retraitement".

Il sera précisé, en particulier :

- l'épaisseur de l'ancienne chaussée pouvant être retraitée ;
 - nécessité ou non d'une correction granulaire :
 - par concassage,
 - par écrêtage,
 - par apport de matériaux,
 - par les trois solutions ;
 - choix et dosage du correcteur granulaire éventuel ;
 - choix du mode de retraitement :
 - retraitement au ciment,
 - retraitement mixte chaux-ciment ;
 - nature de la chaux : vive - éteinte - lait de chaux ;
 - dosage des liants :
 - chaux : de 0,5 à 2 %
 - ciment : de 4 à 6 % ;
 - dosage en eau ;
 - choix des matériels de retraitement en place (pour toutes les opérations) et en particulier pour le malaxage en fonction de D_{max} .
- (Voir à ce sujet tableau 3 : choix des matériels).

CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES DU MATÉRIAU RETRAITÉ

La connaissance des caractéristiques mécaniques du matériau retraité au ciment est indispensable pour déterminer le dimensionnement de la nouvelle structure, c'est-à-dire l'épaisseur de la couche à retraiter, et de comparer celle-ci à l'épaisseur envisageable de retraitement définie dans la phase "définition du mode de retraitement".

Il est donc nécessaire d'apprécier, au préalable, les caractéristiques mécaniques du matériau traité au ciment. C'est là où réside toute la difficulté de la technique de retraitement.

En effet, les matériaux de l'ancienne chaussée sont fréquemment hétérogènes, et il n'est pas envisageable de faire varier sur le chantier la composition des mélanges pour accompagner les variations granulométriques des granulats en place. Il faut donc choisir une composition moyenne, et l'étude devra déterminer la variabilité des caractéristiques mécaniques résultant de la variabilité des granulats par rapport à la composition moyenne. Si l'hétérogénéité des matériaux est trop grande, il est illusoire de vouloir déterminer en laboratoire des caractéristiques mécaniques du matériau retraité, compte tenu de la représentativité médiocre des prélèvements.

Ainsi, pour surmonter cette difficulté, on distingue deux cas de figure :

1 - Cas où la structure à retraiter est très homogène, une étude de formulation en laboratoire permet d'estimer les caractéristiques du matériau après retraitement, sans tenir compte toutefois des dispersions dues aux opérations de chantier.

2 - Cas où la structure à retraiter est hétérogène.

On peut distinguer aussi deux cas :

a) cas où le chantier est d'importance telle qu'il justifie une étude de formulation en laboratoire. Les matériaux utilisés sont prélevés sur une planche d'essais derrière la machine de traitement utilisée pour homogénéiser la structure ;

b) cas où l'importance du chantier ne justifie pas une étude de laboratoire. C'est le cas le plus fréquent dans le domaine des routes à faible trafic. Les caractéristiques mécaniques du matériau traité au ciment seront estimées à partir de l'expérience locale et des résultats obtenus sur des chantiers de retraitement antérieurs.

ÉTUDE DE FORMULATION

L'objectif est de déterminer le dosage en ciment à incorporer au matériau (existant en place ou, le cas échéant, corrigé par l'apport d'un correcteur granulo-

métrique) pour que le matériau traité atteigne les performances mécaniques requises pour le dimensionnement. Celles-ci sont appréciées par le couple résistance à la traction directe R_t et module de déformation du matériau traité E_t , paramètres indispensables au dimensionnement des chaussées.

La méthodologie de l'étude, définie par la norme NF P 98114, consiste à étudier la variation des paramètres R_t et E_t , mesurés à l'âge de 90 jours, en fonction des dosages en ciment, des plages de variation des teneurs en eau et des compacités prévisibles sur le chantier, et de l'éventualité d'apparition de gel ou d'immersion.

Le couple (R_t , E_t) choisi permet de définir la classe de résistance du matériau traité selon la classification définie dans le manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic (figure 1).

LE DIMENSIONNEMENT DE LA NOUVELLE STRUCTURE

La technique de retraitement en place au ciment ne figure pas dans le "manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic" (SETRA/LCPC - 1981). Le dimensionnement d'une chaussée à retraiter peut être conduit selon la démarche définie dans le manuel, avec toutefois des spécificités dues aux caractéristiques particulières des travaux de retraitement.

Il se fait en quatre étapes :

- calcul du trafic cumulé ;
- évaluation de la portance de la plate-forme ;
- définition de la classe de résistance du matériau traité au ciment ;
- le dimensionnement proprement dit ;
- le contrôle du dimensionnement.

1 - Calcul du trafic cumulé

La méthode de calcul du trafic cumulé est donnée dans le manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic. Il n'y a aucune raison pour la modifier ici. Elle s'applique telle quelle.

2 - Évaluation de la portance de la plate-forme

Pour les chaussées neuves, le manuel définit cinq niveaux de portance, désignés - dans l'ordre croissant - par P_0 , P_1 , P_2 , P_3 et P_4 .

Pour le retraitement en place, il faut entendre par portance de la plate-forme, la portance du sol au niveau conservé de l'ancienne chaussée, défini par l'épaisseur envisageable de retraitement. On peut admettre sans risque - par suite de la protection du sol support assurée par l'ancienne chaussée et de sa consolidation acquise au cours du temps sous l'effet du trafic - que la plate-forme support envisagée possède un niveau de portance élevé.

Ainsi, pour le retraitement en place, on définit seulement trois niveaux de portance possibles : P_3 , P_4 et P_{EX} qui se caractérisent comme suit :

P_3 : $10 < CBR < 20$ ou $50 < E < 120$ MPa

P_4 : $20 < CBR < 50$ ou $120 < E < 250$ MPa

P_{EX} : $CBR > 50$ ou $E > 250$ MPa

Le géotechnicien, qui effectue les études préalables, doit pouvoir apprécier la portance de la plate-forme envisagée en se basant sur les critères de l'échelle de portance définie ci-dessus : P_3 , P_4 et P_{EX} .

Figure 1 : Classes de résistance. E_t , R_t sont mesurés à 90 jours (extrait du manuel de conception SETRA-LCPC).

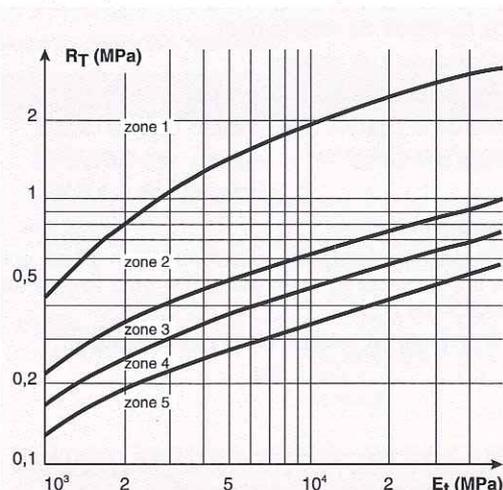


Tableau 1 : classe de résistance selon la zone du graphique

Classe	GH, SH, CV (en centrale)	LTCC	Matériaux retraités en place
1	Zone 1		
2	Zone 2		Zone 1
3	Zone 3	Zone 1	Zone 2
4	Zone 4	Zone 2	Zone 3
5	Zone 5	Zone 3, 4, 5	Zone 4, 5

3 - Définition de la classe de résistance

Le manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic (SETRA/LCPC - 1981) classe les matériaux, traités aux liants hydrauliques, en classes de résistance en fonction de leur résistance à la traction directe R_t et de leur module de déformation E_t , mesurés à l'âge de 90 jours. La figure 1 – extraite du manuel – fournit les différentes classes de matériaux. Pour déterminer la classe d'un matériau, il suffit de reporter sur l'abaque de la figure 1, les valeurs de R_t et de E_t , mesurées à l'âge de 90 jours. Suivant la zone dans laquelle se situe le point représentatif du couple (R_t , E_t), on lit la classe du matériau dans le tableau de la figure 1. Pour le retraitement des chaussées en place au ciment, on peut adopter une démarche similaire et se référer à l'abaque de la figure 1. Mais, pour tenir compte des incertitudes, sur la qualité des matériaux, liées à un retraitement en place, on adopte un déclassement (d'une classe) de ces matériaux par rapport aux matériaux élaborés en centrale et ayant les mêmes caractéristiques mécaniques (R_t , E_t). (voir tableau 1).

La connaissance des caractéristiques mécaniques des matériaux traités au ciment permet ainsi de définir quatre classes possibles de matériaux de catégorie 2, 3, 4 ou 5.

4 - Le dimensionnement

Le dimensionnement de la nouvelle structure se fait en deux étapes :

- choix de la couche de surface ;
- dimensionnement de l'assise.

a) Choix de la couche de surface

Le manuel de conception SETRA/LCPC définit la couche de surface minimale requise pour les matériaux traités aux liants hydrauliques.

L'épaisseur de cette couche est fonction de la classe de trafic à la mise en service. Le choix de l'épaisseur est donné dans le tableau 2 qui suit :

Tableau 2 : choix de la couche de surface.

Classe de trafic à la mise en service	Épaisseur de la couche de surface en BB (cm)
t ₆	Enduit superficiel
t ₅	Enduit superficiel
t ₄	4 cm BB
t ₃	6 cm BB

b) Dimensionnement de l'assise

Le manuel de conception SETRA/LCPC permet le dimensionnement de l'assise à partir d'abaques établies pour les graves traitées aux liants hydrauliques.

Le dimensionnement est effectué :

– en lisant sur l'abaque (figure 2), pour une portance de la plate-forme P_3 , l'épaisseur de l'assise "h" qui dépend du trafic cumulé "N" ou de la classe de trafic (t_6 , t_5 , t_4 , ou t_3), de la classe du matériau retraitée (classes 2, 3, 4 ou 5) et de la nature de la couche de surface choisie :

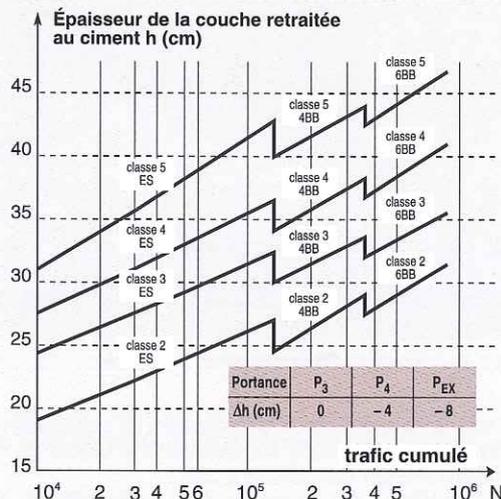
E.S. : enduit superficiel,

4BB : 4 cm de béton bitumineux,

6BB : 6 cm de béton bitumineux ;

– en lui rajoutant un terme correcteur " Δh "(cm) qui est fonction de la portance de la plate-forme.

Figure 2 : détermination de l'épaisseur de la couche retraitée au ciment. Classes de résistance 2 - 3 - 4 - 5.



Classes de trafic établies avec les hypothèses suivantes :
taux de croissance annuel du trafic : 4 % - période de service : 20 ans.

5 - Contrôle du dimensionnement

Les études ont permis de définir, en fonction de la structure de l'ancienne chaussée, une épaisseur envisageable de retraitement.

Le contrôle du dimensionnement consiste à vérifier que cette épaisseur envisageable est au moins égale à l'épaisseur d'assise obtenue par la méthode de dimensionnement exposée ci-dessus et qui est définie dans le manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire si l'épaisseur envisageable est inférieure à l'épaisseur d'assise obtenue par la méthode de dimensionnement, on doit reconsidérer le mode de retraitement et envisager :

- soit l'apport de matériaux nécessaire pour obtenir l'épaisseur d'assise définie par le dimensionnement ;
- soit l'augmentation du dosage du ciment ;
- soit l'augmentation de l'épaisseur de la couche de surface en béton bitumineux.

EXÉCUTION DES TRAVAUX

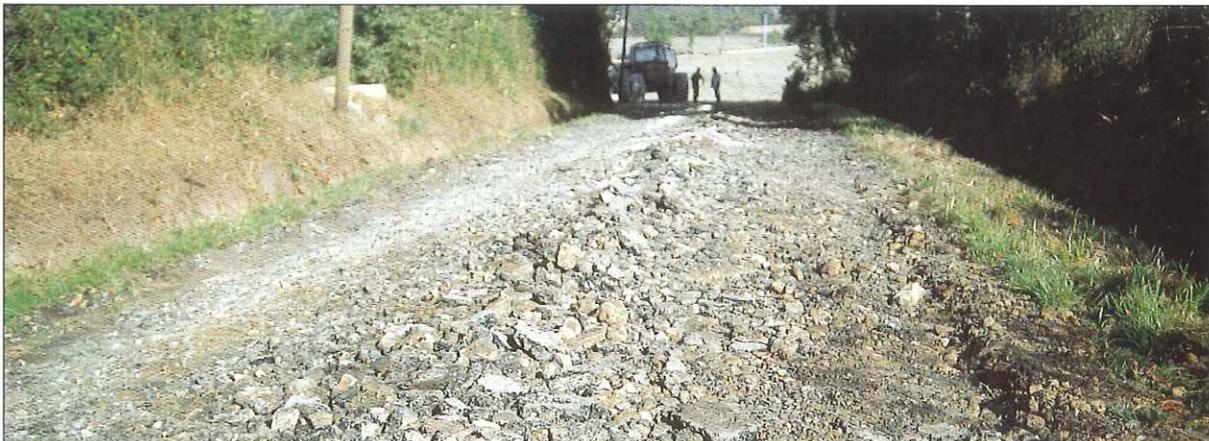
RETRAITEMENT TYPE

L'exécution des travaux de retraitement des chaussées en place au ciment suit, en règle générale, le processus suivant :

- défouage de l'ancienne chaussée ;
- remise au profil ;
- correction granulaire éventuelle par apport de matériaux nouveaux ou par concassage ou par écrêtage ou par les trois solutions à la fois ;
- épandage du ciment ;
- humidification éventuelle ;
- malaxage ;
- réglage et compactage ;
- réalisation de la protection ou de la couche de surface.

Suivant la technique de retraitement et les matériels employés, ces différentes opérations se regroupent ou s'interpénètrent.

Le retraitement type qui vient d'être donné correspond au cas le plus fréquent du retraitement en place. Il est parfois indispensable de procéder à un préretraitement



Après sacrifice de l'ancienne chaussée..

à la chaux quand l'indice de plasticité I_p des matériaux en place est supérieur à 12, ou quand la valeur de bleu de méthylène est supérieure à 2,5.

En cas d'élargissement-retraitement, une assise en rive d'épaisseur adéquate doit être construite avant les travaux de retraitement, de préférence avec un matériau semblable à celui qui constitue la chaussée existante.

MATÉRIELS D'EXÉCUTION

Le retraitement en place est une technique qui fait appel à une grande variété de matériels. En effet, à chaque opération définie dans le retraitement type correspond un ou plusieurs types de matériels. La plupart fait partie traditionnellement du matériel de travaux publics.

Pour le matériel de retraitement proprement dit, il existe trois types de matériels qui se distinguent par des performances différentes en matière de profondeur d'action, d'homogénéité de traitement et de rendement. Il est, par conséquent, essentiel de bien choisir le matériel adapté au chantier à réaliser, la qualité du résultat obtenu en dépendant de façon considérable. On peut citer, à cet égard :



Atelier de reconditionnement de chaussée.
ARC Dosage et ARC 700 en action.

- le matériel d'origine agricole, tels que les rotobèches, qui peut être utilisé pour le retraitement en place de routes à très faibles trafics ;
- le matériel spécifique pour le malaxage en place, tels que les pulvimixeurs, qui peut être utilisé pour tous trafics, quelle que soit la nature du matériau de l'ancienne chaussée (y compris les matériaux traités) ;
- le matériel de reconditionnement des chaussées, spécifique, de conception récente et intégrant – en un

Tableau 3 : choix des matériels

OPÉRATIONS	BUT/MOYEN	MATÉRIEL CLASSIQUE
Défonçage	Décohésionne l'ancienne chaussée	– Chargeur avec défonçeur – Buteur avec défonçeur
Remise au profil	Répartition uniforme des matériaux	Niveleuse
Correction granulaire	Apport de matériaux	– Répandeur – Finisseur – Niveleuse
	Concassage	Concasseur en place ou mobile
	Écrêtage	– A la main – Matériel agricole
Épandage liant	Chaux : annihiler argiles Ciment : résistance à long terme	– Manuel (au sac) – Épandeur à liants hydrauliques
Humidification	Obtention de la teneur en eau optimale Proctor :	– Rampe à eau avant le traitement – Pulvérisation d'eau dans le malaxeur
Malaxage	Homogénéise le matériau :	– Rotobèche – Pulvimixeurs à arbre horizontal – Ateliers de reconditionnement
Réglage	Obtention cote définitive	Niveleuse
Compactage	Obtention de la densité	Liste d'aptitude DRCR
Couche de protection ou couche de surface	Protection des assises traitées	Matériels courants



Remise au profil.

seul bloc – toutes les opérations de retraitement des anciennes chaussées qui sont effectuées en continu, sans interventions manuelles, depuis le défonçage jusqu'à l'épandage du produit de protection.

Le tableau 3 présente les différents matériels utilisés pour les différentes opérations de retraitement en place.

CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

Dans le cas d'un retraitement mixte chaux-ciment, il est illusoire d'espérer gagner du temps et de la production en supprimant le préretraitement à la chaux. Chaque liant a un rôle bien spécifique :

- la chaux floccule les argiles et assèche les matériaux humides ;
- le ciment apporte ensuite une rigidification rapide.

Le matériau retraité à la chaux subit un compactage et un réglage simple à la cote définitive plus une légère surépaisseur (10 % de l'épaisseur de la couche au maximum) pour juger de la bonne répartition du matériau.

Le retraitement au ciment se fait alors en prenant soin de vérifier au préalable que les teneurs en eau sont correctes.

Le délai entre retraitement à la chaux et retraitement au ciment dépend de l'organisation du chantier. Les deux retraitements sont souvent enchaînés dans la même journée.

Épandage manuel de ciment.



1 - Épandage

Pour réduire et maîtriser la dispersion du ciment, il est préférable de retenir – dans le cas de chantiers importants – un épandeur à dosage pondéral, asservi à la vitesse d'avancement. Le contrôle de la régularité de l'épandage et de la quantité des liants est réalisé par la méthode dite "à la bêche".

2 - Malaxage

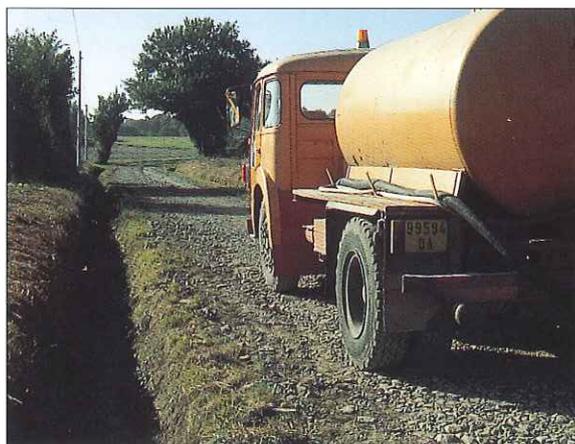
Pour assurer une bonne homogénéité du matériau et une profondeur homogène du malaxage, il est judicieux de retenir un malaxeur à rotor horizontal ou un atelier compact de reconditionnement. D'autre part, le malaxage foisonnant énormément les matériaux, il faut veiller – lorsqu'on traite par bandes jointives – à mordre suffisamment (20 cm) dans la partie déjà foisonnée, pour ne pas laisser de matériau non malaxé en bordures de bandes.

3 - Compactage

L'atelier de compactage ainsi que le nombre de passes nécessaires seront définis sur une planche d'essais de compactage.

Le compactage doit suivre sans tarder la fin du malaxage :

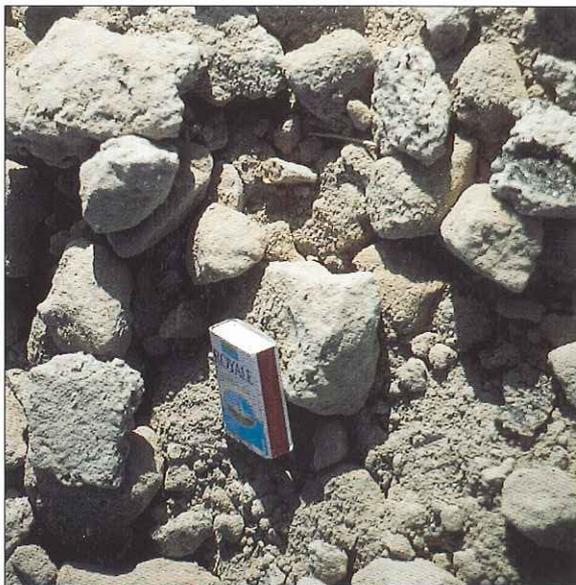
- d'une part, pour ne pas laisser un matériau foisonné exposé aux intempéries ;
- d'autre part, parce que le délai de maniabilité autorisé par le ciment est relativement court (de 2 à 4 heures).



Avant le compactage, si nécessaire, la teneur en eau est ajustée grâce à une citerne mobile.



Malaxage.



Aspect du matériau traité avant compactage.

4 - Réglage

Le réglage définitif doit se faire par rabotage sur toute la largeur à régler et en aucun cas par comblement des points bas par les matériaux provenant de l'écrêtage des bosses.

Cette opération doit suivre immédiatement le compactage sous peine d'être très vite difficile à réaliser à cause de la rigidification rapide du matériau retraité.

Elle se fait le plus souvent à la niveleuse. Les matériaux provenant du rabotage doivent être évacués.

L'épaisseur à raboter doit être prise en compte au stade du retraitement, en prévoyant une surépaisseur suffisante du matériau traité (3 cm).

CONCLUSION

Le retraitement d'anciennes chaussées en place au ciment est une technique parfaitement au point. Elle présente beaucoup d'avantages et en particulier :

- du traitement à froid (économie d'énergie) ;
- du travail in situ (économie de transport de matériaux) ;
- de la valorisation de matériaux qui auraient été mis à la décharge ;
- de la préservation de l'environnement car elle limite l'exploitation des gisements de granulats (carrières et ballastières) ;
- de l'économie sur le coût global des projets de l'ordre de 20 à 40 %.

Cette technique qui cumule les avantages techniques, économiques et écologiques ne connaît pas encore le développement qu'elle mérite.

BIBLIOGRAPHIE

1. Manuel de conception des chaussées neuves à faible trafic SETRA/LCPC - 1981.
2. G. Colombier (LR d'Autun), M. Lefort (LROP), J.-P. Reymonet (COLAS), J.-C. Vautrin (SETRA), M. Vivier (EJL) - Traitement en place des matériaux des chaussées. Guide pratique de construction routière - N° 47 - RGRA.
3. Chaussées semi-rigides - AIPCR - 1991.
4. M. Lefort - Le retraitement en place des anciennes chaussées - Formation continue ENPC / Paris 19 et 20 novembre 1991.
5. M. Lefort - Retraitement en place des anciennes chaussées avec un liant hydraulique - LROP.
6. M. Lefort (LROP), Y. Meunier (Beugnet) - Le recyclage à froid en place - RGRA.
7. M. Groz (Gerland) - Traitement en place des anciennes chaussées à faible trafic - ENPC, du 7 au 9 mars 1989.
8. M. Sainton (Beugnet) - Le reconditionnement des chaussées avec une machine de grande puissance - ENPC du 7 au 9 mars 1989.
9. Documentation technique - CIMBETON.



Aspect de la chaussée après compactage.

5 - Protection du matériau

Elle est destinée à protéger la couche retraitée des intempéries, de l'évaporation de l'eau et du trafic.

Elle doit être réalisée dans les plus brefs délais après la fin du réglage.

Protection de la chaussée retraitée

