

## ENTRETIEN DES ROUTES SECONDAIRES

Le retraitement en place à froid  
des chaussées au ciment  
ou aux liants hydrauliques routiers



# Le retraitement en place à froid

Il est devenu incontestable que le développement économique passe par le développement des moyens de communication et qu'à ce titre, les infrastructures de transport (routes, chemins de fer, aéroports, voies navigables) jouent un rôle majeur.

La construction et l'entretien d'un réseau de transport moderne et cohérent mobilisent des quantités importantes de matériaux :

- qu'ils soient non liés, comme les matériaux naturels, les graves non traitées (GNT),
- ou qu'ils soient traités avec un liant comme le bitume pour faire des graves-bitume ou le ciment pour faire des graves-ciment ou du béton.

Pour entretenir son réseau d'infrastructures, la France puise annuellement 100 millions de tonnes de granulats dans ses réserves naturelles. Ce phénomène n'est pas unique. On le retrouve dans tous les pays du monde.

En outre, extraire et fabriquer les granulats, les transporter jusqu'au lieu de fabrication, produire les matériaux élaborés ou les mélanges, puis les transporter de la centrale au chantier et enfin les mettre en œuvre, sont des opérations qui ne sont pas sans impact sur l'environnement.

Les impacts sur le milieu naturel ne sont pas négligeables.

Citons entre autres :

- la perturbation des écosystèmes sur les sites d'extraction des matériaux,
- la réduction des réserves en granulats,
- les nuisances générées par les transports et les risques induits par le trafic des véhicules, sans oublier le délicat problème de la gestion des rebuts issus de la déconstruction d'ouvrages ainsi que de l'exploitation des gisements.

Or, il est possible d'atténuer cet impact tout en réalisant des économies substantielles, en considérant les matériaux des sites à entretenir comme un gisement que l'on peut valoriser par un traitement approprié.

Grâce à la technique du retraitement à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers, il est possible de valoriser les matériaux existants *in situ*, plutôt que de les évacuer en décharge pour les remplacer par des matériaux neufs.

## **LOGIQUE... ET ÉCOLOGIQUE**

Pourquoi utiliser de nouveaux matériaux, qu'il faudra acheminer à grands frais, alors que l'ancienne chaussée représente un excellent gisement de matériaux ? Pas de mise en décharge, pas d'exploitation inutile de carrières ou de ballastières, pas de transport, pas de vapeurs nocives : un procédé à froid qui recycle les matériaux, économise l'énergie et respecte l'environnement

## **ÉCONOMIQUE ET RATIONNEL**

Une technique de 15 à 30 % moins chère que les solutions classiques de renforcement et à l'échelle locale : du ciment, ou du liant hydraulique routier, et un matériel courant pour les entreprises locales ou les parcs départementaux de l'équipement.

## **DURABLE**

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

# Le réseau secondaire

## Les enjeux

6 milliards d'euros. C'est le budget que consacrent chaque année les collectivités locales à l'entretien de leurs routes secondaires, soit 20 % de leurs ressources. Un patrimoine considérable, mais aussi un réseau caractérisé la plupart du temps par un faible trafic journalier.

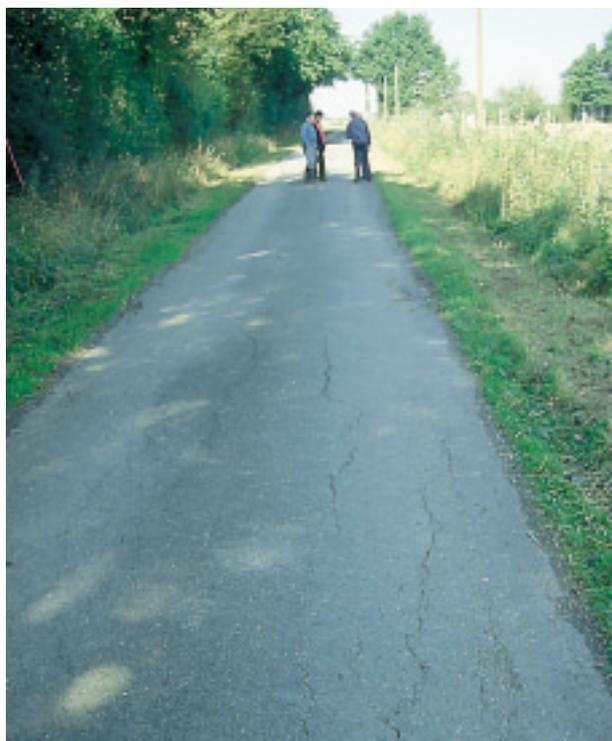
À l'aune de la seule "rentabilité", l'investissement est disproportionné. Il n'en reste pas moins indispensable, pour la vie et pour l'économie locales comme pour la sécurité des usagers. Deux bonnes raisons pour investir intelligemment... et écologiquement.

## Les dégradations : nature, causes, symptômes et remèdes

Quel que soit le soin apporté à leur conception et à leur réalisation, les chaussées s'usent et vieillissent sous l'effet du trafic et des conditions climatiques.



Chaque année, 5 % en moyenne du réseau secondaire doivent faire l'objet de travaux d'entretien. Parfois, cette usure n'est que superficielle : fissures longitudinales hors des traces de pneus, fissures transversales, arrachements de surface, orniérage à petit rayon. La rénovation de la couche de surface par un enduit superficiel ou un enrobé mince suffit, dans ce cas, à assurer l'étanchéité de surface et à améliorer l'adhérence de la chaussée tout en protégeant sa structure.



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

### **Un patrimoine considérable**

**En France, le réseau secondaire totalise environ 1 525 000 km, dont :**

- 425 000 km de rues
- 1 100 000 km de chemins ruraux.

**Il représente un patrimoine considérable :**

- capital investi : 100 milliards d'euros,
- budget annuel d'entretien : 6 milliards d'euros, soit 20 % du budget total des Collectivités locales.

**Ses caractéristiques générales sont :**

- une chaussée de largeur réduite : entre 3 et 5 mètres pour 75 % du réseau,
- une structure souple,
- un matériau de la structure non traité et souvent hétérogène (briques, gravats, pierres, etc.), posé sur un fond de forme souvent argileux ou limoneux,
- une absence de protection contre le gel : la structure n'est pas "hors-gel",
- une circulation faible : un trafic inférieur à l'équivalent de 25 poids lourds/jour pour 80 % du réseau,
- un état du réseau : moyen. Environ 5 % du réseau nécessite un entretien annuel.

Mais très souvent, c'est la structure même des rues et des chemins ruraux qui est atteinte : les causes en sont l'âge, bien sûr, mais aussi l'hétérogénéité des matériaux utilisés – briques, graviers, gravats et pierres –, posés souvent sur un fond argileux ou limoneux qui a tendance à remonter avec le temps et à réduire la capacité de drainage, et surtout l'effet dévastateur du trafic de poids lourds ou d'engins agricoles en période de dégel, après un hiver rigoureux.

La dégradation structurelle d'une chaussée se reconnaît à des symptômes tels que :

- les fissures longitudinales dans les traces de pneus ;
- les fissures transversales importantes ;
- les déformations permanentes et les nids-de-poule ;
- le faïençage ;
- les affaissements et les flaches ;
- les orniérages à grand rayon.

Face à cette dégradation de la structure de la chaussée, la réfection de la couche de roulement – enduit superficiel ou enrobé mince – ne peut que retarder le processus et, en particulier, freiner les dégradations liées aux infiltrations et au ruissellement, mais en aucun cas constituer une solution durable.

Les traitements de surface sont alors un cautère sur une jambe de bois, qu'il faut refaire régulièrement. La reconstruction complète n'étant envisageable que pour des voies jugées prioritaires localement.

Le renforcement épais, c'est-à-dire le rechargement de l'ancienne chaussée par une couche épaisse de matériau, d'un coût élevé rapporté au trafic, pose d'autres problèmes : tirant d'air des ouvrages, réduction de la largeur de roulement, hauteur de seuils en zone urbaine. Sans compter la difficulté croissante pour trouver des ressources en granulats proches du chantier.

Une autre solution, particulièrement performante mais encore sous-utilisée, existe pourtant.

### ***La remise en état d'une structure de chaussée dégradée***

Deux solutions sont possibles :

- le renforcement épais qui consiste à recharger, après remise en forme, l'ancienne chaussée avec une couche épaisse de matériau : une solution onéreuse, posant en outre des problèmes de tirants d'air des ouvrages, de réduction de la largeur de roulement, de hauteurs de seuils en zone urbaine, etc.
- le retraitement en place au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, 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.

**Nota :** *l'enduit superficiel et les enrobés minces sont des techniques de couche de roulement qui améliorent l'adhérence de la chaussée et qui assurent une bonne étanchéité de surface. Ils retardent, par conséquent, les dégradations susceptibles d'être provoquées par l'eau, mais ils n'apportent aucune amélioration à la chaussée au niveau structurel.*

## Reconstruction, renforcement... ou recyclage ?

---

Le choix d'une technique de réparation de chaussée résulte d'un compromis entre les exigences techniques, les contraintes économiques et les exigences d'ordre écologique et environnemental.

À une époque où les budgets des collectivités locales font l'objet d'arbitrages douloureux, où l'on cherche à optimiser les investissements et à préserver l'environnement, il peut paraître surprenant que l'on n'ait pas davantage recours, pour la réparation structurelle des routes secondaires, à une solution logique, économique et écologique comme le retraitement en place au ciment : un procédé performant qui utilise la stabilité résiduelle de la fondation et recycle les matériaux de la structure existante pour reconstituer une structure homogène et adaptée au trafic à supporter.

Cette technique inaugurée aux États-Unis dans les années cinquante et adoptée à une échelle limitée en France, après l'hiver rigoureux de 1962-1963, pour la remise en état des chaussées dégradées par le gel, est utilisée aujourd'hui pour retraiter chaque année environ deux millions de mètres carrés.

Si cette technique rencontre un intérêt croissant, c'est que l'on dispose aujourd'hui de malaxeurs puissants et que l'on connaît mieux les performances techniques des matériaux traités au ciment, ainsi que le comportement des structures semi-rigides.

Il n'en reste pas moins que le retraitement en place au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, reste largement sous-utilisé, malgré des avantages économiques et écologiques indéniables.

# Retraitement en place au ciment ou aux liants hydrauliques routiers : une solution optimale

## Définition

---

Le retraitement en place à froid des chaussées, au moyen de ciment ou de liants hydrauliques routiers, 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 ou un liant hydraulique routier, 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 du retraitement en place**

---

Le retraitement en place à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers est une technique éprouvée qui offre des avantages techniques, économiques et environnementaux.

### **Avantages techniques**

Le retraitement en place au ciment ou aux liants hydrauliques routiers permet de renforcer une ancienne chaussée fatiguée, déformée et inadaptée au trafic qu'elle supporte. Il restitue ainsi une couche traitée homogène, durable et stable, présentant des caractéristiques mécaniques comparables à celles d'une grave-ciment ou d'une grave hydraulique. En particulier :

- une rigidité qui assure une bonne répartition des charges sur le support de la chaussée et permet une excellente adaptation aux supports de faible portance.
- une tenue à la fatigue qui permet à la chaussée retraitée de résister très longtemps à la répétition des charges, donc à un trafic cumulé important.
- un bon comportement :
  - à "la chaleur" : le matériau demeure rigide et stable par temps chaud sans déformation, ni orniérage,
  - à l'érosion grâce à la résistance du matériau,
  - aux cycles gel/dégel grâce à la rigidité du matériau et à l'effet de dalle induit.

### **Avantages économiques**

Ils sont de cinq ordres :

- une technique à l'échelle locale : les liants hydrauliques sont disponibles localement et la plupart des entreprises routières dispose des matériels adaptés à ce type de travaux.
- une économie d'énergie : le retraitement au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, est une technique de traitement à froid, utilisant donc peu d'énergie.
- une économie de transport de matériaux : c'est une technique qui valorise les matériaux du site. Elle réduit l'apport de granulats (coût de fabrication et de transport). Elle évite le rehaussement des abords (accotements et trottoirs).
- une préservation du réseau routier situé au voisinage du chantier, grâce à la réduction du tonnage de granulats transporté.
- une économie sur les coûts : c'est une technique très compétitive. L'économie réalisée par rapport à une solution classique de renforcement avec épaulement est de l'ordre de 15 à 30 %.

### **Avantages environnementaux**

Le travail à froid réduit sensiblement la pollution et le rejet de vapeurs nocives dans l'atmosphère. En outre, cette technique permet une importante économie d'énergie globale, par la réduction des matériaux à transporter, des matériaux à mettre en décharge (donc une diminution des impacts indirects, des gênes à l'usager et aux riverains) et de la fatigue du réseau routier adjacent au chantier. La réutilisation des matériaux en place limite l'exploitation des gisements de granulats (carrières et ballastières), et contribue à préserver l'environnement. La technique évite la mise en décharge des matériaux issus de la déconstruction de l'ancienne structure de chaussée (loi sur la mise en décharge des déchets). Elle diminue la gêne à l'usager et aux riverains (durées du chantier et du transport des matériaux réduites).

## **Références bibliographiques, réglementaires et normatives**

Guide "Retraitement en place à froid des anciennes chaussées" - SETRA/CFTR, 2003.

CCTP-Type "Retraitement en place des anciennes chaussées aux liants hydrauliques – CCTP Type, BPU, DE"  
- Collection Technique CIMBETON, Réf. T58 – 1998.

Documentation Technique ROUTES "Le retraitement à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers" - CIMBETON, 2005.

NF P 94 -049 : Norme d'essai "Teneur en eau naturelle du matériau".

NF P 94 -051 : Norme d'essai "Indice de plasticité Ip".

NF P 94- 068 : Norme d'essai "Valeur au Bleu de Méthylène (VBS)".

NF P 94-100 : Norme d'essai "Aptitude des sols au traitement".

NF P 98- 231-1 : Norme d'essai "Essai PROCTOR Modifié".

NF P 98-114 : Norme d'étude de formulation "Méthodologie d'étude en laboratoire des matériaux traités aux liants hydrauliques".

NF P 98 115 : Norme de mise en œuvre "Exécution des corps de chaussées".

NF P 98 116 : Norme matériaux d'assises de chaussées "Graves traitées aux liants hydrauliques – Définition, Composition, Classification".

## **Limites de la technique**

---

Elle sont de deux ordres :

- la présence de pavés ou de structures de béton ou de matériaux trop gros, qui constituent des obstacles pour le passage des machines de retraitement. Les technologies actuelles permettent le retraitement de matériaux dont la dimension du plus gros élément est inférieure à 80 mm,
- la présence de produits qui inhibent la prise des liants hydrauliques (nitrates, sulfures, sulfates) ou qui génèrent des gonflements (gypse).

## **Description de la technique**

---

### ***Le retraitement - type***

L'exécution des travaux de retraitement des chaussées en place au ciment, ou aux liants hydrauliques routiers, intègre différentes opérations faisant appel à une ou plusieurs machines sans que l'énumération suivante corresponde à un ordre chronologique ou à une réalisation obligatoire :

- Défonçage 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,
- Epandage du ciment ou du liant hydraulique routier,
- Humidification éventuelle,
- Malaxage.

Les opérations qui suivent ne sont pas spécifiques au retraitement en place et font appel à des méthodes et matériels classiques :

- Préfissuration,
- Réglage,
- Compactage,
- Réalisation de la protection superficielle,
- Réalisation de la couche de roulement.

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

Ce retraitement-type correspond au cas le plus fréquent du retraitement en place. Il est parfois indispensable de procéder à un préretraitement 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 correspondent un ou plusieurs types de matériels. La plupart font traditionnellement partie 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 :

- le matériel d'origine agricole, tel que les rotobêches, pour le retraitement en place de routes à très faible trafic ;
- le matériel spécifique pour le malaxage en place, tel que les pulvimixeurs, 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 seul bloc, toutes les opérations de retraitement des anciennes chaussées qui sont effectuées en continu, sans intervention manuelle, depuis le défonçage jusqu'à l'épandage du produit de protection.



Matériel de malaxage : rotobêche



Matériel de malaxage : pulvimixeur à arbre horizontal.



Matériel de retraitement : atelier de reconditionnement des chaussées (ARC dosage et ARC 700 en action).

Le tableau ci-dessous présente les différents matériels utilisés pour les différentes opérations de retraitement en place. Il est à noter que le Guide technique SETRA/CFTR sur le “Retraitement en place à froid des anciennes chaussées” définit, dans le Livret II – Liants Hydrauliques, des niveaux de qualité de retraitement (R1 et R2), en fonction des performances mécaniques des matériels utilisés. Le niveau de qualité de retraitement peut être choisi en tenant compte de la fonction de la nouvelle assise dans la chaussée et du trafic à supporter par la chaussée.

<b>Les matériels de retraitement en place</b>		
<b>Opérations</b>	<b>But/moyen</b>	<b>Matériel classique</b>
Défonçage	Décohéssionne l'ancienne chaussée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chargeur avec défonceur</li> <li>• Bouteur avec défonceur</li> </ul>
Remise au profil	Répartition uniforme des matériaux	Niveleuse
Correction granulaire	Apport de matériaux	Répandeur Finiisseur Niveleuse
	Concassage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raboteuse</li> <li>• Concasseur en place ou mobile</li> </ul>
	Écrêtage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• À la main</li> <li>• Matériel agricole</li> </ul>
Épandage liant	Chaux : annihiler argiles Ciment ou liant hydraulique routier : résistance à long terme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manuel (au sac)</li> <li>• Épandeur à liants hydrauliques</li> </ul>
Humidification	Obtention de la teneur en eau optimale Proctor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rampe à eau avant le traitement</li> <li>• Pulvérisation d'eau dans le malaxeur</li> </ul>
Malaxage	Homogénéise le matériau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rotobèche</li> <li>• Pulvimixeurs à arbre horizontal</li> <li>• Ateliers de reconditionnement</li> </ul>
Réglage	Obtention cote définitive	Niveleuse ou autograde
Compactage	Obtention de la densité	Liste d'aptitude DRCR
Couche de protection ou couche de surface	Protection des assises traitées	Matériels courants

## Conditions de mise en œuvre

Dans le cas d'un retraitement mixte chaux-liant, 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 ou le liant hydraulique routier 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, ou aux liants hydrauliques routiers, 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, ou aux liants hydrauliques routiers, dépend de l'organisation du chantier. Les deux retraitements sont souvent enchaînés dans la même journée.

### ***Épandage***

Pour réduire et maîtriser la dispersion du ciment ou du liant hydraulique routier, 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".



Épandage de liant pulvérulent sur la chaussée fragmentée à retraiter.

### ***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 foisonne énormément les matériaux, il faut veiller, lorsqu'on retraite 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.



Après épandage du ciment, ou du liant hydraulique routier, le malaxage permet d'obtenir une structure homogène.

### ***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 pour ne pas laisser un matériau foisonné exposé aux intempéries et parce que le délai de maniabilité diffère, suivant qu'on utilise un ciment ou un liant hydraulique routier.



Le passage des compacteurs termine la mise en œuvre des matériaux recyclés en place.

## **Préfi ssuration**

Cette technique consiste à provoquer et à localiser les fissures de retrait afin qu'elles existent là où on les désire. Cela permet de réaliser un traitement préventif à cet endroit et d'en multiplier le nombre d'une manière optimale, de sorte que les multitudes ainsi créées soient aussi fines que possible, avec une faible amplitude d'ouverture de ces fissures à chaque cycle thermique.

## **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).

## **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.



Matériel pour réaliser la préfi ssuration du matériau retraité.



Réglage définitif à l'autograde.



Protection de la structure retraitée par la réalisation d'un enduit superficiel.

# Conclusion

Le retraitement en place à froid des chaussées au moyen de ciment, ou de liants hydrauliques routiers, est une technique parfaitement au point. Elle présente beaucoup d'avantages et en particulier :

- le traitement à froid (économie d'énergie) ;
- le travail *in situ* (économie de transport de matériaux) ;
- la valorisation de matériaux qui auraient été mis à la décharge ;
- la préservation de l'environnement, car elle limite l'exploitation des gisements de granulats (carrières et ballastières) ;
- une économie sur le coût global des projets de l'ordre de 15 à 30 %.

Cette technique qui cumule les avantages techniques, économiques et environnementaux rencontre un réel engouement auprès des maîtres d'ouvrages et des maîtres d'œuvre. De plus, l'innovation des constructeurs de matériels de Travaux Publics et leurs nouveaux matériels, encore plus puissants et performants, vont permettre à la technique du retraitement en place à froid des chaussées, au moyen de ciment ou de liant hydraulique routier, de se développer davantage.

**CIM** *béton*

CENTRE D'INFORMATION SUR  
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



**7, Place de la Défense 92974 Paris-la-Défense cedex**

**Tél. : 01 55 23 01 00 - Fax : 01 55 23 01 10**

**Email : [centrinfo@cimbeton.net](mailto:centrinfo@cimbeton.net)**

**Site Internet : [www.infociments.fr](http://www.infociments.fr)**