



NOTE D'INFORMATION

CHAUSSEES
DEPENDANCES

79

Auteurs : SETRA-CSTR/LCPC

TECHNIQUES DE REGENERATION DE L'ADHERENCE DES REVETEMENTS ROUTIERS

Editeur : 

Août 1993

La présente note traite plus particulièrement des techniques par GRENAILLAGE et par HYDROREGENERATION.

Elle a pour but de préciser l'efficacité et la durabilité de ces deux procédés, ainsi que leurs domaines et conditions d'emplois sur la base de constatations sur chaussées.

La surface des revêtements routiers s'use sous l'action de la circulation.

Cela se traduit en particulier par une diminution de l'adhérence offerte aux usagers par temps de pluie.

Cette diminution de l'adhérence est liée à la réduction des caractéristiques géométriques de macrotexture et de microtexture (cf. note d'information SETRA série Chaussées Dépendances n° 77 de juin 1993 "Adhérence et texture des revêtements routiers").

Il est donc tentant d'agir sur ces caractéristiques, par exemple mécaniquement, pour retrouver un bon niveau d'adhérence.

Les techniques de régénération de l'adhérence permettent d'atteindre cet objectif par action mécanique sur la "géométrie" de la surface des revêtements routiers, sans avoir à les renouveler.

Il existe actuellement deux procédés : le grenailage et l'hydrorégénération.

LE GRENAILLAGE

L'action du grenailage est essentiellement une percussion de la surface du revêtement routier par un matériau dur.

Elle agit à la fois :

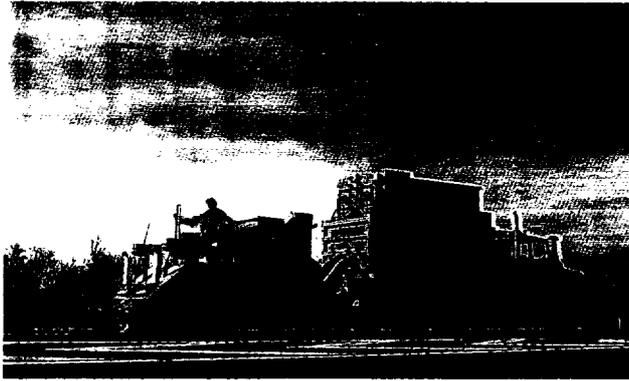
- sur la macrotexture, par nettoyage des souillures et enlèvement des excédents de mortier ainsi que par creusement du mortier,
- et sur la microtexture, par création de petits cratères et d'arêtes vives à la surface des granulats.

La technique usuelle consiste en une projection à grande vitesse de grenailles (microbilles d'acier), d'une ou plusieurs granularités (entre 0,8 et 1,6 mm), propulsées généralement par des turbines.

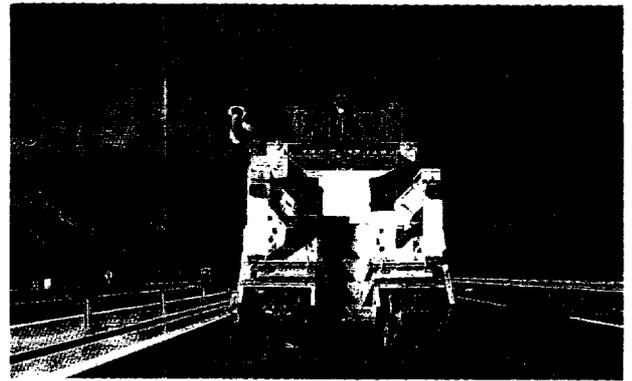
Au cours du traitement, les grenailles et les produits du décapage sont aspirés. Les billes sont recyclées et les poussières stockées. La remise en circulation de la chaussée peut être immédiate.

Le matériel comporte (cf. figure 1 : page 2) :

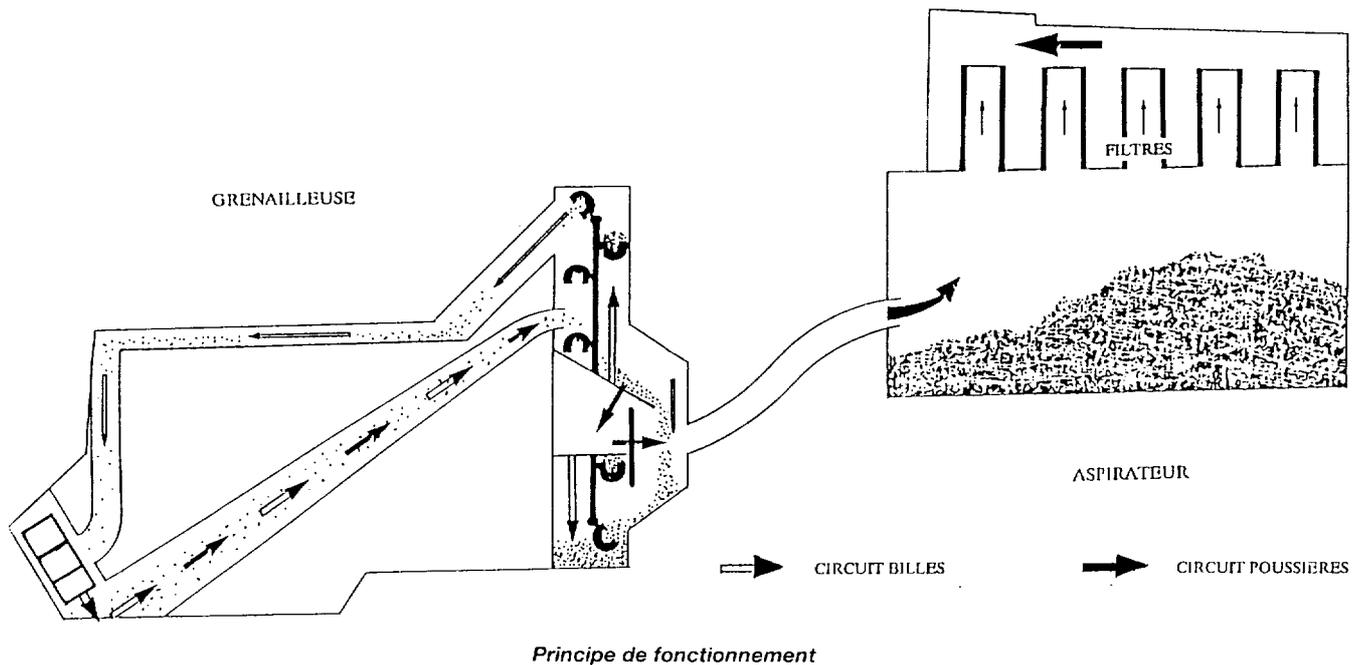
- un système de projection (turbine),
- un ensemble d'aspiration,
- un système de séparation grenailles-poussières,
- et des réservoirs de stockage de ces produits.



Vue d'ensemble



Vue arrière



Principe de fonctionnement

ATELIER DE GRENAILLAGE

figure 1

Les paramètres de fonctionnement sont :

- la vitesse de projection, l'angle de projection et le débit des grenailles,
- la vitesse d'avancement de la machine,
- la granularité des grenailles,
- et la largeur de traitement (de 0,15 m à 2,00 m).

En 6 ans, environ 3,5 millions de mètres carrés de revêtements routiers ont été traités par grenailage :

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| • 1987 : 200 000 m ² | • 1990 : 900 000 m ² |
| • 1988 : 400 000 m ² | • 1991 : 500 000 m ² |
| • 1989 : 1 000 000 m ² | • 1992 : 500 000 m ² |

CONSTATATIONS SUR CHAUSSEES

Les chantiers réalisés et suivis concernent essentiellement le traitement de surfaces bitumineuses et peu d'applications sur chaussées en béton de ciment.

Les résultats enregistrés sur ces deux types de revêtements routiers sont similaires, ce qui est logique eu égard au mode d'action du grenailage.

► Résultats immédiats après traitement

L'effet immédiat d'une régénération bien conduite est satisfaisant.

Les valeurs du coefficient de frottement longitudinal (CFL) mesuré par la remorque LPC, atteignent voire dépassent le décile supérieur du fuseau national tous revêtements.

Celles du coefficient de frottement transversal (CFT) mesuré par l'appareil SCRIM, sont de l'ordre de 0,75 - 0,80 et ce quelle que soit la saison puisque l'on mesure immédiatement après le traitement.

En terme de macrotexture, les valeurs de hauteur en sable (HSV vraie; HSC calculée) sont comprises entre 1 et 2 mm.

EFFETS DU GRENAILLAGE SUR L'ADHERENCE

Mesures de CFL sur des chantiers suivis

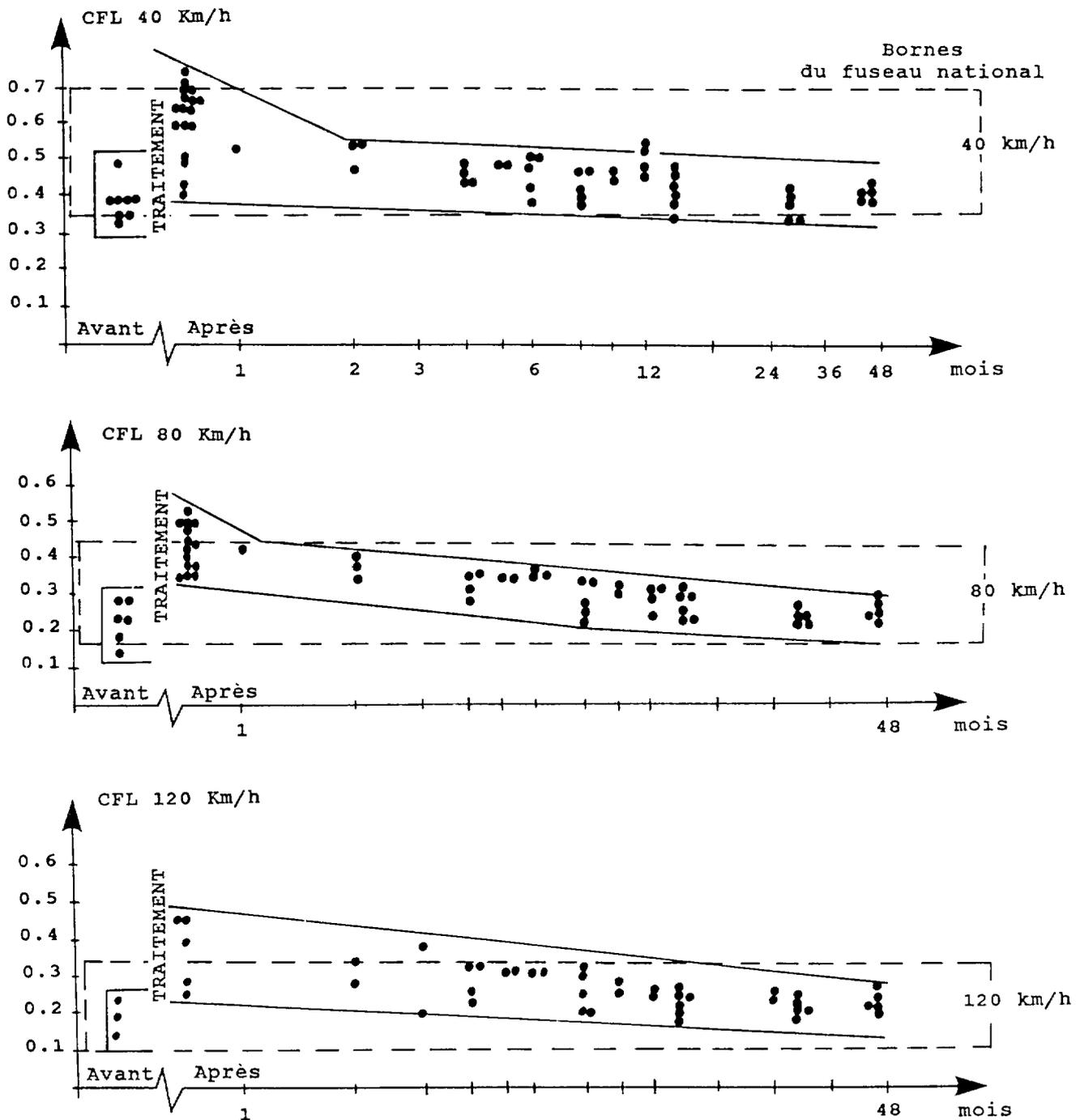


figure 2

► **Durabilité de ces améliorations** (cf. figure 2 : ci-dessus)

Elles est variable. Les facteurs essentiels de variation concernent d'une part le revêtement routier lui-même et d'autre part les conditions de circulation.

Pour le revêtement routier, il s'agit plus particulièrement :

- de la sensibilité à l'orniérage, de l'excès de liant et/ou de mortier vis-à-vis de la macrotexture,

- et de la résistance au polissage des gravillons, vis-à-vis de la microtexture.

Pour les conditions de circulation, deux paramètres se conjuguent :

- la géométrie de la chaussée, entraînant plus ou moins de sollicitations horizontales,
- et l'intensité du trafic.

* *Cas d'un revêtement mal formulé ou d'un défaut de mise en œuvre*

Il s'agit en général d'améliorer la macrotexture seule.

Dans ce cas, l'efficacité du grenailage peut être de 6 mois à 2 ans suivant la formule et son évolution au moment du traitement.

S'il y a excès important de liant, ce dernier peut à nouveau remonter en surface et faire ainsi disparaître la macrotexture.

Par contre, dans le cas d'un excès superficiel de liant (glaçage), l'enrobé peut se stabiliser et le grenailage peut de ce fait être plus durable (au-delà de 2 ans).

* *Cas d'un revêtement usé*

Il s'agit, cette fois, d'améliorer la macrotexture et la microtexture.

Pour un revêtement routier ayant de très fortes sollicitations horizontales faibles (route rectiligne), les valeurs du CFL se situent :

- au bout de 1 à 2 ans, dans le tiers central du fuseau national,
- et au bout de 2 à 3 ans, dans le tiers inférieur avec des valeurs souvent équivalentes à celles constatées avant le grenailage.

Pour un revêtement routier ayant de très fortes sollicitations horizontales (route sinueuse), ces mêmes valeurs finales sont obtenues en 1 voire 2 ans ou plus.

Si l'amélioration de la macrotexture est plus durable, celle de la microtexture l'est moins, car les granulats en place se polissent de nouveau sous l'action du trafic.

POSSIBILITES ET LIMITES D'EMPLOI

Le tableau 1 synthétise les possibilités d'utilisation de la technique par grenailage, déduites des constatations faites sur chaussées.

Problème à traiter				Régénération possible	
Etat du revêtement routier		Causes associées			
neuf	à macrotexture faible	ressuage (enduits)		non les grenailles restent encastrées dans le liant	
		glaçage (enrobés)			
		surdosage en liant (enrobés)			
		mortier ou laitance en surface (béton)			
ancien	à macrotexture faible	usure de la surface	(enrobés)	oui s'il n'y a pas d'ornièrage	
			(béton)		
	souillures		oui		
	à microtexture faible	granulats à CPA moyen			oui
		granulats à CPA faible			non un revêtement routier neuf est préférable

Tableau 1. - Possibilités d'emploi du grenailage

Cependant le domaine d'emploi privilégié de cette technique de régénération de l'adhérence des revêtements routiers reste celui du traitement des points singuliers : virages, carrefours...

A noter que le grenailage ne peut pas être effectué par temps de pluie et n'est pas efficace pour le traitement des surfaces comportant des bitumes mous.

Parallèlement, d'autres applications s'avèrent possibles :

- changer de teinte certains enrobés (voies de bus, tunnels, aménagements urbains...),
- dégommer des pistes (aéroports, circuits automobiles),
- effacer des marquages routiers, avec toutefois des machines spécifiques,
- etc.

PRIX ET RENDEMENT ACTUELS

Le prix pratiqué varie entre 10 et 15 F/HT le mètre carré selon l'importance du chantier et les conditions de travail. Ce prix comprend l'amenée du matériel de grenailage.

Il s'agit d'un niveau de prix intermédiaire entre celui d'un enduit superficiel à liant modifié et celui d'un béton bitumineux ultra-mince.

Le rendement est de 3000 à 5000 mètres carrés par jour et par atelier selon les conditions de chantier et l'état du revêtement routier à traiter, voire 7000 mètres carrés par jour pour la machine la plus puissante.

Le grenailage est effectué sous neutralisation d'une seule voie de circulation, le jour comme la nuit. Seules les zones circulées sont traitées ; les marquages routiers peuvent ainsi être conservés.

L'HYDROREGENERATION

Cette technique utilise uniquement de l'eau projetée sous haute pression (jusqu'à 900 bars) sur le revêtement routier, éliminant ainsi les excédents de mortier pour faire ressortir la tête des granulats et achevant l'éclatement des microfissures existantes en surface des granulats, ce qui augmente la microrugosité.

Le travail est effectué en deux phases :

- la première est celle du décapage par l'eau sous haute pression,
- la seconde est un nettoyage par aspiration de l'eau et des produits de décapage qui subsistent sur la chaussée.

L'ensemble de l'atelier comporte (cf. figure 3 : ci-dessous) :

- le ravitailleur d'eau,
- l'ensemble cuve tampon - groupe motopompe - outils de projection, monté sur semi-remorque,
- et l'aspiratrice pour le nettoyage et l'évacuation des résidus.

Les paramètres de fonctionnement sont :

- la pression
- la vitesse d'avancement,
- la hauteur de travail par rapport à la chaussée,
- l'angle de projection,
- et la largeur de traitement.

Environ 500 000 mètres carrés de revêtements routiers ont été traités par hydrorégénération depuis 1990.

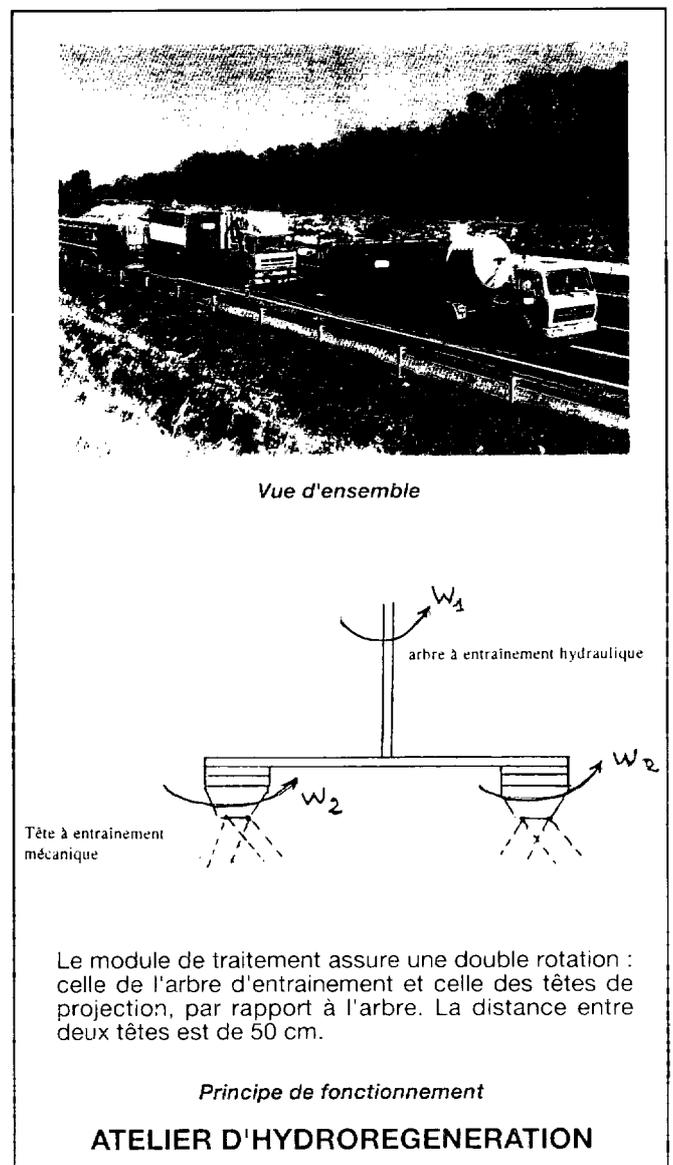


figure 3

BILAN DES EXPERIENCES REALISEES

Les expérimentations effectuées et suivies ne portent que sur un petit nombre de revêtements routiers bitumineux.

Les résultats immédiats obtenus après traitement sont les suivants :

CFL : moitié supérieure du fuseau national

CFT : 0,65 à 0,70

HSV ou HSC : 1 à 2 mm.

La durabilité constatée de ces améliorations par rapport à l'état initial est donnée ci-après (cf. figure 4).

EFFETS DE L'HYDROREGENERATION SUR L'ADHERENCE

Mesures de CFL sur des chantiers suivis

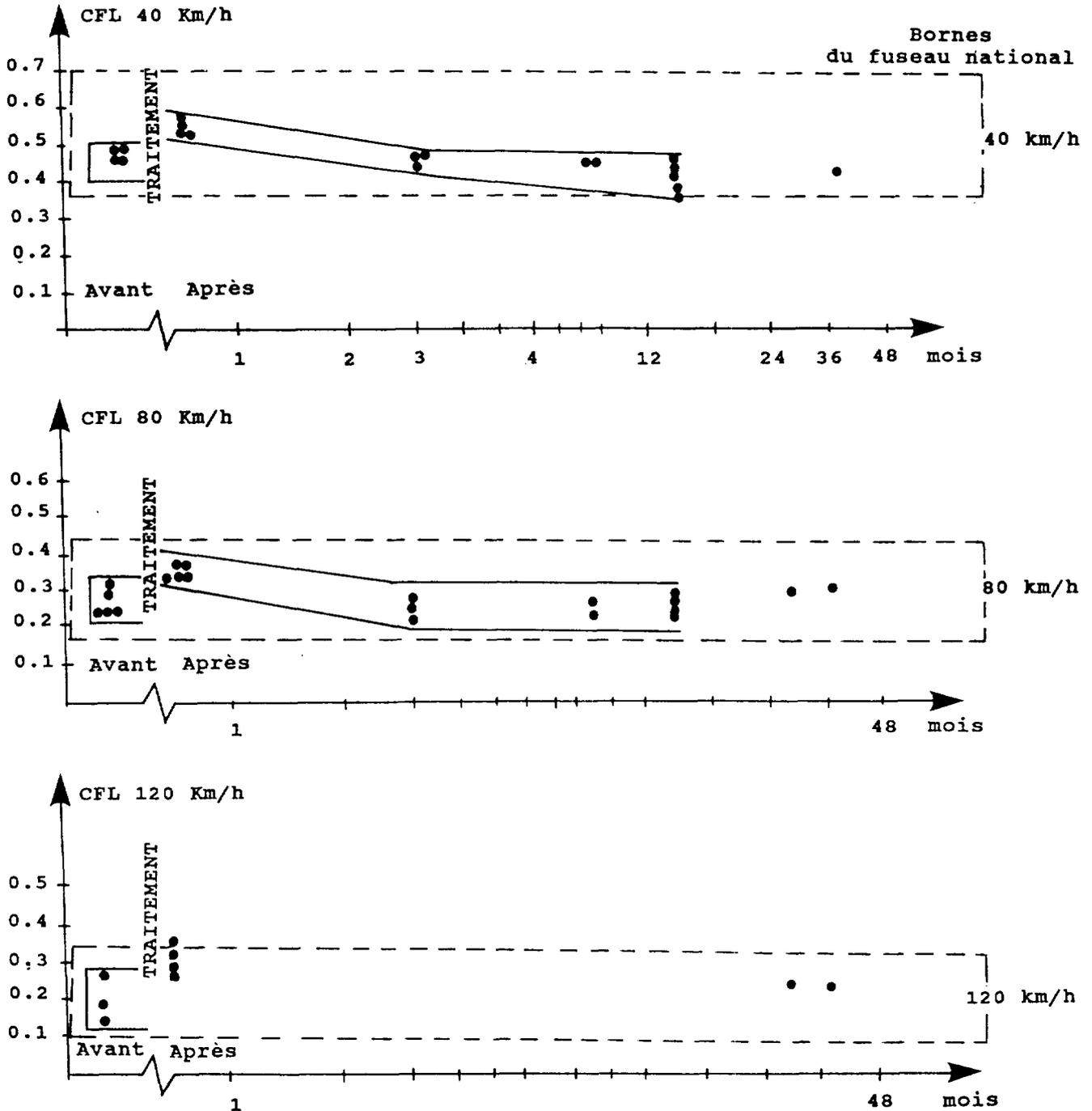


figure 4

POSSIBILITES ET LIMITES D'EMPLOI

Problème à traiter				Régénération possible
Etat du revêtement routier		Causes associées		
neuf	à macrotexture faible	ressuage (enduits)		oui
		glaçage (enrobés)		oui
		surdosage en liant (enrobés)		oui
		mortier ou laitance en surface (béton)		? pas d'expérience
ancien	à macrotexture faible	usure de la surface	(enrobés)	oui s'il n'y a pas d'orniérage
			(béton)	? pas d'expérience
		souillures		oui
	à microtexture faible	granulats à CPA moyen		oui
		granulats à CPA faible		non un revêtement routier neuf est préférable

Tableau 2. - Possibilités d'emploi de l'hydrorégénération

Au stade actuel des connaissances, le tableau 2 propose des possibilités d'utilisation de la technique par hydrorégénération .

L'hydrorégénération est bien adaptée au traitement des surfaces à bitumes mous ou ramollis par la température ; et elle peut être appliquée par temps de pluie.

Par contre, cette technique peut faire réapparaître des défauts cachés, rebouchés ou colmatés (micro-fissures, plaques de ségrégation...).

Elle nécessite en outre une parfaite maîtrise et une évacuation rapide des écoulements d'eau, ainsi qu'une bonne signalisation de chantier.

L'hydrorégénération peut aussi être utilisée pour :

- éliminer les traces de liant et les pollutions accidentelles superficielles,
- dégommer des pistes (aéroports, circuits automobiles),
- effacer des marquages routiers, avec cependant des machines spécifiques,
- décolmater des bétons bitumineux drainants, sous certaines conditions,
- etc.

PRIX ET RENDEMENT ACTUELS

Le prix pratiqué est du même ordre de grandeur que celui du grenailage (10 à 15 F/HT le mètre carré, y compris l'amenée du matériel d'hydrorégénération).

Le rendement est également similaire (3500 à 4500 mètres carrés par jour et par atelier).

Il en est de même pour les conditions d'exécution des travaux.

*
**

CONCLUSION

Les techniques par grenailage et par hydrorégénération visent seulement à régénérer l'adhérence des revêtements routiers. Elles n'améliorent pas l'étanchéité et n'ont aucun effet confortatif sur la chaussée.

Ce sont des solutions d'attente, qui dans certains cas permettent de différer l'application de techniques routières traditionnelles.

Le choix d'une technique de régénération de l'adhérence et la conduite du chantier nécessitent une étude préalable précise portant notamment sur l'objectif du traitement, l'état actuel et l'historique du revêtement routier à traiter, la comparaison technico-

économique de cette solution avec les techniques routières traditionnelles...

Le développement de l'emploi du grenailage et de l'hydrorégénération est étroitement lié :

- au maintien d'un niveau de performances en adhérence satisfaisant durant un délai raisonnable,
- et à l'obtention d'un niveau de prix concurrentiel avec les techniques classiques très minces, aptes à régénérer non seulement l'adhérence mais l'ensemble des caractéristiques de surface des chaussées.

La "porte reste ouverte" à d'autres procédés de régénération de l'adhérence des revêtements routiers surtout s'ils sont plus efficaces et moins chers.

REDACTEURS :

DUPONT
LUCAS

SETRA
LCPC

avec le concours de :

ABADIE

CETE (DTC) Ouest

BELLANGER

LRPC Angers

BOUTONNET

LRPC Nancy

CHAMPION

CETE (DTC) Méditerranée

COCHET

LRPC Le Bourget

DELANNE

LCPC

GANGA

LRPC Clermont-Ferrand

GOTHIE

LRPC Lyon

GOUX

SETRA

GOYON

SETRA

LAVAUD

CETE (DTC) Sud-Ouest

TEDESCHI

CETE (DTC) Est

Cette note a été rédigée par :

voir ci-dessus

S.E.T.R.A., 46, Avenue Aristide-Briand, 92223 BAGNEUX - France
☎ (1) 46 11 31 31 - Télécopie (1) 46 11 31 69 - (1) 46 11 34 00

Renseignements techniques : P. DUPONT - S.E.T.R.A. - C.S.T.R. - ☎ (1) 46 11 34 07

Bureau de vente : ☎ (1) 46 11 31 55 - (1) 46 11 31 53 - Référence du document : **D9332**

Classification thématique au catalogue des publications du SETRA : **D03**

Ce document a été édité par le SETRA, il ne pourra être utilisé ou reproduit même partiellement sans son autorisation.

AVERTISSEMENT :

Cette série de documents est destinée à fournir une information rapide. La contrepartie de cette rapidité est le risque d'erreur et la non exhaustivité. Ce document ne peut engager la responsabilité de son auteur ni de l'administration.

Les sociétés citées le cas échéant dans cette série le sont à titre d'exemple d'application jugé nécessaire à la bonne compréhension du texte et à sa mise en pratique.

ISSN 1152-2844