



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Numéro de publication : **0 286 531 B1**

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
26.06.91 Bulletin 91/26

⑤① Int. Cl.⁵ : **E01C 23/06, E01C 7/18,
E01C 11/16**

②① Numéro de dépôt : **88400817.8**

②② Date de dépôt : **05.04.88**

⑤④ Procédé de régénération d'un revêtement de chaussée vieilli.

③⑩ Priorité : **09.04.87 FR 8705005**

④③ Date de publication de la demande :
12.10.88 Bulletin 88/41

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
26.06.91 Bulletin 91/26

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES GB GR IT LI LU NL SE

⑤⑥ Documents cités :
**EP-A- 0 215 139
FR-A- 2 484 492
GB-A- 2 175 032
US-A- 4 011 023
SUPPL. PRIX DE L'INNOVATION 1985, no. 607,
février 1986, pages 27-32; H. DELAVENAY et
al.: "L'ARC 600 - l'atelier de reconditionne-
ment de chaussée"**

⑤⑥ Documents cités :
**STRASSE UND VERKEHR, vol. 70, no. 6, juin
1984, pages 209-212; J. NOVAK et al.:
"Erfahrungen mit dem Remix-Verfahren in der
Schweiz"
CIVIL ENGINEERING, juin 1981, pages 34,36,
Londres, GB; U. SERVAS: "Recycling additi-
ves"
BITUMEN, vol. 45, no. 2, 1983, Hamburg, DE; F.
GRAGGER: "Das Remix-Verfahren - Voraus-
setzungen und Anwendungsbeispiele"**

⑦③ Titulaire : **BEUGNET, Société anonyme dite
53 Boulevard Faidherbe BP 966
F-62033 Arras Cédex (Pas de Calais) (FR)**

⑦② Inventeur : **Sainton, Alain
106 rue de Charenton
Paris 12^e (FR)**

⑦④ Mandataire : **Cabinet Pierre HERRBURGER
115, Boulevard Haussmann
F-75008 Paris (FR)**

EP 0 286 531 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention se rapporte à un procédé de régénération à froid d'un revêtement de chaussée vieilli constitué par des granulats enrobés dans un liant par la mise en oeuvre d'une machine de régénération de chaussée connue en elle-même notamment constituée par un véhicule autotracté comportant, dans le sens d'avancement, des organes de fraisage, des organes de malaxage des produits fraisés avec adjonction d'un liant de régénération ainsi que des organes de répartition sur la chaussée des enrobés ainsi traités.

De façon classique, les chaussées sont recouvertes par des granulats enrobés dans un liant bitumineux sur au moins quatre centimètres d'épaisseur.

Au bout d'un certain nombre d'années, ces revêtements vieillissent par suite des déformations entraînées par le trafic, des conditions climatiques (neige, verglas...) du sel déposé pendant les mois d'hiver, et également de la lumière (vieillissement photochimique). La conjugaison de ces différents effets entraîne un durcissement du liant par suite de la volatilisation de ses parties les plus légères ; il en résulte une fragilisation du produit qui devient cassant et a tendance à se fissurer. Une autre cause de dégradation est liée au décollement des couches de roulement qui provient souvent d'un mauvais accrochage lors de la mise en oeuvre. Il est par suite indispensable de prévoir un traitement permettant à la chaussée de retrouver ses propriétés initiales.

Pour effectuer cette mise à neuf, plusieurs solutions ont déjà été proposées :

La première et la plus simple consiste à rajouter une couche d'enrobés sur celle qui a vieilli ou a subi des dégradations. Cette solution n'est pas susceptible de donner toute satisfaction étant donné que la nouvelle couche n'adhère pas toujours bien à l'ancienne et risque de se décoller et que l'on risque d'aboutir aussi à des chaussées de trop grande épaisseur, ce qui n'est pas sans poser de problèmes. Par ailleurs, cette solution n'est pas apte à résoudre le problème du décollement de la couche sous-jacente et n'est donc pas satisfaisante sous l'angle du renforcement mécanique.

Une autre solution consiste à fraiser l'enrobé existant que l'on met à la décharge et à le remplacer par un neuf : ce processus a l'avantage de permettre d'obtenir une chaussée se trouvant au niveau initial ; cette solution n'est cependant pas elle non plus susceptible de donner entière satisfaction, d'une part, du point de vue économique, vu son caractère onéreux, et, d'autre part, pour ce qui est de la protection de l'environnement vu qu'elle occasionne des déchets importants qui ne peuvent que venir s'accumuler sur des décharges.

Au cours de ces dernières années, pour remédier à ces inconvénients, on a mis au point des procédés de régénération à chaud d'une chaussée consistant à réchauffer celle-ci sur quelques centimètres d'épaisseur à l'aide de panneaux radiants et à la gratter en surface sur une partie de cette épaisseur pour la remplacer par des enrobés neufs (thermorégénération), ou la malaxer en surface en la mélangeant à des liants de régénération (thermorecyclage). Si l'on peut ainsi obtenir des résultats satisfaisants, ces procédés présentent l'inconvénient d'être particulièrement onéreux étant donné que la dépense en énergie calorifique nécessaire pour le réchauffement de la surface de la chaussée vieillie correspond approximativement à 50% du prix de revient total de la mise en oeuvre du procédé.

Pour remédier à ces inconvénients on a pensé à recycler les enrobés à froid ; les premières tentatives de mise en oeuvre de telles opérations ont correspondu à des procédés relativement rustiques qui ont ensuite été améliorés par la mise au point de véritables ateliers de régénération constitués par des véhicules autotractés comportant, dans le sens d'avancement, des organes de fraisage, des organes de malaxage des produits fraisés avec adjonction d'un liant de régénération ainsi que des organes de répartition sur la chaussée des enrobés ainsi traités.

Les brevets français n° 85 12 724, 86 03 362, 87 02 856, décrivent par exemple de telles machines.

L'expérience a montré que, malgré leurs avantages certains, la mise en oeuvre des machines susmentionnées ne permettait pas toujours d'obtenir, en fin de traitement, un revêtement satisfaisant correspondant au revêtement initial avant mise en oeuvre et nécessitait donc l'apport d'une nouvelle couche de roulement.

La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé permettant de maîtriser à tout moment le déroulement des différentes opérations se succédant lors de la mise en oeuvre d'un atelier de régénération tel que susmentionné, et ce, aussi bien du point de vue mécanique que du point de vue chimique, en agissant principalement sur les caractéristiques du fraisage des enrobés, et sur celles du liant de régénération ajouté au cours du malaxage, de façon à pouvoir redéposer sur la chaussée un produit dont les propriétés sont prédéterminées, et correspondent essentiellement à celles du produit initialement déposé, avant vieillissement.

Lorsque, à partir d'échantillons préalablement prélevés sur la chaussée, on détermine au laboratoire les caractéristiques d'un revêtement vieilli, on se rend compte que celles-ci sont très différentes de celles du revêtement initialement mis en oeuvre, ces différences sont dues principalement à une importante diminution de la teneur en liant bitumineux, et à une modification sensible de la composition de celui-ci, du fait de la disparition de ses fractions les plus légères.

Ces variations peuvent être mises en lumière en étudiant la granularité d'un fraisat obtenu avec une fraiseuse traditionnelle, ainsi que la pénétrabilité du liant présent dans ce fraisat, après extraction par solvant.

Si l'on trace la courbe donnant les pourcentages des tamisats cumulés d'un fraisat obtenu avec une fraiseuse traditionnelle en fonction de la maille du tamis utilisé on obtient une courbe du type de la courbe C dans laquelle le pourcentage des tamisats décroît très rapidement pour devenir nul pour un tamis ayant une maille encore relativement élevée (voie annexe).

Si on enlève le liant de ce revêtement vieilli par extraction par solvant et que l'on mesure la granularité de l'enrobé ainsi obtenu on obtient une courbe du type de la courbe A qui correspond à celle du revêtement initial ; si on la compare à la courbe C, celle-ci est beaucoup plus continue, et de pente beaucoup plus faible : les pourcentages des tamisats correspondant à des tamis de maille plus petite sont beaucoup plus importants. Lors de l'opération de régénération du revêtement, on cherche, à partir d'une courbe de type C, à obtenir en fin de traitement une courbe se rapprochant de la courbe A.

Par ailleurs, l'une des caractéristiques des liants bitumineux la plus souvent étudiée pour déterminer les propriétés de ces liants est la pénétrabilité à 25°C (norme AFNOR NFT 66 004) : pour mesurer celle-ci on met en place une coupelle contenant le liant bitumineux dans un bain-marie à 25°C, on place sur sa surface une aiguille portant un poids de 100 grammes et on mesure son enfoncement pendant 5 secondes. Or, l'expérience montre que, partant d'une valeur de pénétrabilité comprise entre 60 et 70, la pénétrabilité d'un liant vieilli âgé d'environ 10 ans tombe aux environs de 5 à 20 dixièmes de mm. Cette différence de pénétrabilité correspond à la disparition sus-mentionnée de certaines fractions légères du liant, et, explique que, pour aboutir, après régénération à un revêtement ayant approximativement les caractéristiques du liant initial, il est nécessaire de faire appel à un liant de régénération ayant une pénétrabilité beaucoup plus élevée.

L'objet de l'invention est de mettre au point, à partir de ces quelques considérations théoriques, un procédé de régénération à froid d'un revêtement de chaussée vieilli permettant de redéposer sur la chaussée un revêtement régénéré dont les caractéristiques soient le plus proche possible de celles du revêtement initialement déposé.

A cet effet, le procédé conforme à l'invention est caractérisé en ce que, dans une première phase, on détermine au laboratoire les caractéristiques de l'enrobé vieilli, notamment la nature des granulats ainsi que la teneur et les caractéristiques du liant, puis, à partir des valeurs ainsi déterminées on calcule les caractéristiques de la teneur du liant de régénération devant être ajouté lors de la mise en oeuvre de la machine de régénération, au niveau des organes de malaxage pour obtenir un revêtement régénéré dont les caractéristiques correspondent essentiellement à celles du revêtement initial et on vérifie ce résultat au laboratoire, le liant de régénération étant constitué par un bitume ou un mélange de bitumes à pénétrabilité élevée et d'huiles lourdes à caractère naphthénoaromatique, se distinguant des bitumes classiques de consistance voisine par des teneurs en asphaltènes faibles et des teneurs en composés aromatiques fortes, et contenant environ 10% d'un solvant essentiellement aromatique jouant le rôle d'agent mouillant pour accélérer le processus de décohéation du fraisat en ramollissant le liant vieilli, puis, dans une seconde phase, on met en oeuvre l'opération de régénération à l'aide de la machine de régénération en fraisant le revêtement vieilli sur une épaisseur prédéterminée à l'aide d'organes de fraisage connus en eux-mêmes constitués par au moins un rotor de fraisage disposé dans une chambre de décohéation munie de barres de décohéation et constitué par un tube d'entraînement disposé sensiblement transversalement par rapport à la direction d'avancement de la machine et sur lequel sont soudées des spires portant chacune une série de dents notamment munies de pointes en carbure de tungstène, de façon à obtenir un émiettement du fraisat, puis, en amenant le fraisat ainsi traité au niveau des organes de malaxage où l'on ajoute le liant de régénération dont les caractéristiques ont été déterminées au cours de la première phase du procédé puis on amène le revêtement ainsi régénéré aux organes de répartition qui le déposent sur la chaussée.

Ce procédé permet donc de maîtriser, totalement, les caractéristiques du revêtement déposé en fin de traitement pour les faire correspondre avec une large mesure à celles du revêtement initial grâce à l'utilisation, en combinaison, de moyens mécaniques (caractéristiques particulières des organes de fraisage et de malaxage) permettant d'obtenir un émiettement des produits fraisés sans rapport avec le broyage grossier obtenu avec les organes de fraisage traditionnels) et de moyens chimiques permettant un choix rationnel de la quantité et des caractéristiques du liant de régénération ajouté lors du malaxage.

L'expérience montre que le procédé conforme à l'invention permet d'obtenir, à partir de la courbe C représentée en annexe, en fin de traitement, une courbe analogue à la courbe B, donc se rapprochant sensiblement de la courbe A correspondant au revêtement initial.

L'expérience montre que la pénétrabilité du liant de régénération est souvent supérieure à 600 dixièmes de mm.

Parmi les liants de régénération pouvant être avantageusement utilisés dans le cadre du procédé conforme à l'invention, on peut noter les produits commercialisés par la Société SHELL sous la dénomination commer-

ciale RJO 100, RJO 200, RJO 400, RJO 800, RJO 1002. D'autres produits pouvant également être utilisés dans un but similaire dont les produits commercialisés par la Société ESSO sous les dénominations commerciales FLEXON 110 et FLEXON 150.

5 Il convient de noter que cet agent mouillant, qui est constitué par un solvant essentiellement aromatique et dont le point d'éclair en vase clos (norme NFT 60 103) est supérieure à 50 (de teneur en aromatiques comprise entre 50 et 100%), ne fait pas partie intégrante du liant de régénération, mais a une action chimique sur le fraisat dont il favorise l'émiettement.

En tant qu'exemple d'agent mouillant on peut citer le produit commercialisé par la Société ESSO sous la dénomination HAN 8070.

10 Ce solvant par son caractère volatil disparaît lors du "murissement" de l'enrobé au bout de quelques semaines après mise en oeuvre. Il ne reste alors que les agents régénérants qui eux sont stables.

L'expérience a montré que l'association liant de régénération/agent mouillant, combinée à l'utilisation d'organes de fraisage ayant une configuration particulière permettait, de manière surprenante, d'obtenir un revêtement régénéré dont les propriétés sont particulièrement proches de celles du revêtement initialement mis en oeuvre.

Selon une autre caractéristique de l'invention, on calcule la quantité totale de liant de régénération devant être ajoutée au fraisat au niveau des organes de malaxage par la formule (I)

$$20 \quad X_n = \frac{X_v}{100 - y}$$

et la pénétrabilité de ce liant par la formule (II)

$$25 \quad \left(1 - \frac{X_v}{X_n} \right) \log P_r = \log P_n - \frac{X_v}{X_n} \log P_v,$$

formules dans lesquelles :

- 30 X_n représente la teneur en liant choisie dans l'enrobé après recyclage (parties pour cent parties de granulats).
 X_v la teneur en liant de l'enrobé vieilli (parties pour cent parties de granulats)
 y le pourcentage de liant de régénération dans le liant de l'enrobé après recyclage
 35 P_r la pénétrabilité du liant de régénération
 P_n la pénétrabilité choisie pour le liant de l'enrobé après recyclage.
 P_v la pénétrabilité du liant vieilli.

40 Conformément à la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, on prévoit également de répandre sur la surface de la chaussée une couche d'accrochage, avant de déposer le revêtement régénéré ; cette couche peut simplement être constituée par une couche de la fraction régénérante distribuée de manière homogène et à un débit proportionnel à la surface à traiter.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'on ajoute au fraisat, au niveau des organes de malaxage, et en aval de la fraction régénérante, 0,10 à 0,50%, de préférence entre 0,25% en poids de fibres synthétiques notamment de fibres polyacrylonitrile considéré par rapport au poids de fraisat. Ces fibres permettent d'améliorer la tenue en traction de l'enrobé régénéré.

Par ailleurs, lors de la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention, on a pu constater que les dents particulières des rotors de fraisage s'échauffent très vite et doivent obligatoirement être refroidies en continu pour éviter les risques d'écrouissage et d'usure prématurée de celles-ci. Pour remédier à cet inconvénient, on a pris l'habitude de pulvériser de l'eau sur les spires des rotors (environ 0,5 à 2% en poids par rapport au poids de fraisat) ; malheureusement, cette pulvérisation, si elle permet d'éviter un échauffement trop important des dents de rotors, n'est pas sans poser d'inconvénients lors de la suite du processus, notamment au cours de l'opération de malaxage étant donné qu'il est bien connu que l'eau est un ennemi des liants hydrocarbonés dont elle réduit l'adhésivité.

55 Pour compenser ce phénomène, suivant une autre caractéristique de l'invention, lors du fraisage, on refroidit en continu les dents du ou des rotors de fraisage en pulvérisant une solution aqueuse contenant 5 à 40% de préférence environ 10% d'un agent tensioactif, qui est notamment choisi dans le groupe constitué par les amines, les polyamines et les chlorhydrates d'amine.

Le rôle de ce tensio-actif est d'améliorer le contact fraisat-liant de régénération en "dopant" l'interface entre ces deux composés.

Les caractéristiques du procédé qui fait l'objet de l'invention, et en particulier de la première phase de celui-ci seront décrites plus en détail à partir des exemples mentionnés ci-dessous :

5

EXEMPLE I

On a prélevé un échantillon d'un fraisat autoroutier vieilli obtenu avec une fraiseuse traditionnelle ayant les caractéristiques suivantes :

10

- Granularité

	Tamis en mm	% Passant
15	20	93 %
	16	86 %
	12,5	73 %
	10	55 %
20	8	34 %
	6,3	22 %
	4	11 %
	3,15	9 %
	2	6 %
25	1	3 %

- Teneur en liant : 4,6% au lieu de 5,6% pour le liant d'origine non vieilli

30

- Pénétrabilité à 25°C, 26/10ème de mm au lieu de 65/10ème de mm pour le liant d'origine pris dans les mêmes conditions.

Après extraction par solvant, on a trouvé la granularité suivante qui correspond à celle du revêtement initial:

	Tamis en mm	% Passant
35	10	92 %
	8	71 %
	6,3	53 %
40	5	43 %
	3,15	37 %
	2	33 %
	1	26 %
	0,5	20 %
45	0,315	17 %
	0,08	10 %

Ces granularités correspondent respectivement aux courbes C et A du schéma joint en annexe.

50

On a ensuite ajouté au fraisat correspondant ou revêtement vieilli de déport 1,98% d'une fraction régénérante constituée de :

- Liant de régénération : 13,2% RJO 200 SHELL
86,8% RJO 800 SHELL

(pénétrabilité à 25°C : 666/10ème de mm)

55

- Agent mouillant : 10% de solvant HAN 8070 ESSO

La quantité régénérante (hors agent mouillant) ainsi que sa pénétrabilité ont été calculées à partir des formules I et II sus-mentionnées.

Après mélange à 18°C on a ainsi obtenu un liant régénéré ayant les caractéristiques suivantes :
 - Granularité

	Tamis en mm	% Passant
5	10	95 %
	8	76 %
	6,3	58 %
10	5	49 %
	3,15	41 %
	2	37 %
	1	29 %
	0,5	22 %
15	0,315	19 %
	0,08	11 %

20 - Pénétration à 25°C : 67/10ème de mm (au lieu des 65 théoriques).

L'enrobé ainsi traité correspond à la courbe B jointe en annexe. On voit donc que le traitement sus-mentionné a permis d'obtenir un revêtement dont les caractéristiques se rapprochent de celles du liant initial représenté par la courbe A jointe en annexe.

On a ensuite mesuré les caractéristiques de ce revêtement régénéré en utilisant la méthode de DURIEZ.

25 On a trouvé les résultats suivants :

DURIEZ-LCPC compactés à 18°C

Compacité en % : 94%

Rc en MPa 24 heures : 4,4

30

EXEMPLE 2

On est parti du même fraisat de départ vieilli que dans l'exemple 1, et on a pulvérisé sur celui-ci une solution aqueuse composée comme suit :

35

80% d'eau

20% de Dinoram 50 (dispersion aqueuse d'amines CECA) au taux de 1% en poids par rapport au fraisat initial.

40

On a ensuite mis en oeuvre les mêmes opérations que pour le premier exemple et l'on a obtenu un enrobé régénéré ayant les caractéristiques suivantes :

Pénétrabilité à 25°C du liant de régénération : 70 (pour 65 théorique)

45

RESISTANCES MECANIQUES - ESSAIS DURIEZ LCPC (Sur éprouvettes recompactées à 18°C) - COMPACITE 95 %

	24 h	8 j
50 Rc 18°C MPa...	3,2	3,7
rc après immersion MPa...		2,8
55 r/R.....		0,75

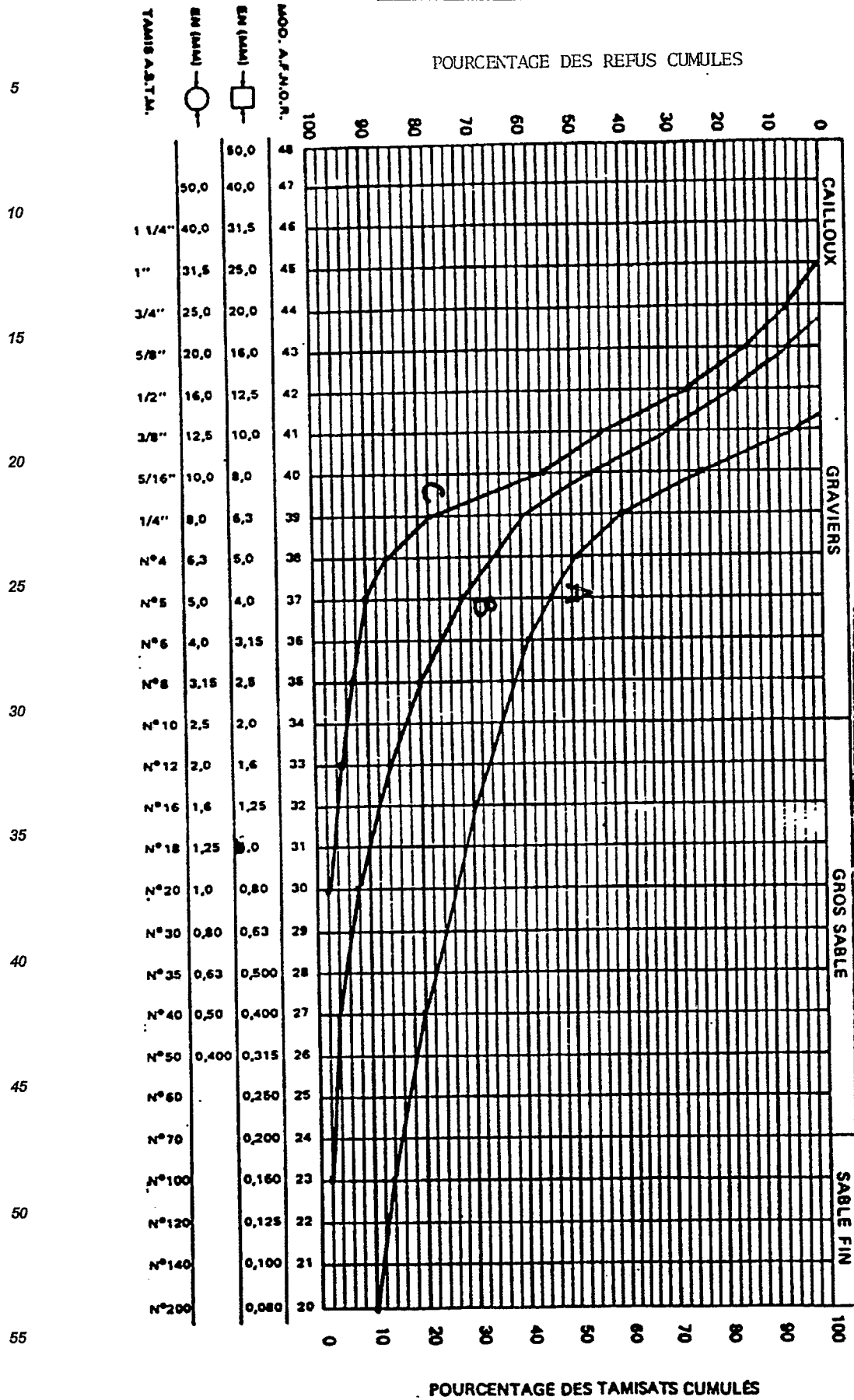
EXEMPLE 3

On a procédé exactement comme dans l'exemple 2 si ce n'est que l'on a incorporé après le liant de régénération et au niveau du malaxeur 0,25% en poids (par rapport au fraisat) de fibres polyacrylonitrile 100 detex 24 mm VFII de Hoechst. On a ainsi obtenu un liant régénéré ayant les caractéristiques DURIEZ LCPC à 18°C suivantes :

Compacité	95%
Rc 8 j en MPa 18°C	4,15

Ces résultats montrent que le procédé conforme à l'invention permet d'obtenir des revêtements régénérés ayant des propriétés mécaniques et des caractéristiques très voisines de celles du revêtement initialement mis en oeuvre antérieurement à son vieillissement.

A N N E X E



Revendications

5 1. Procédé de régénération à froid d'un revêtement de chaussée vieilli constitué par des granulats enrobés dans un liant lors de la mise en oeuvre d'une machine de régénération de chaussée connue en elle-même, notamment constituée par un véhicule autotracteur comportant dans le sens d'avancement des organes de frai-
 10 sages, des organes de malaxage des produits fraisés avec adjonction d'un liant de régénération ainsi que des organes de répartition sur la chaussée des enrobés ainsi traités, procédé caractérisé en ce que, dans une première phase, on détermine au laboratoire les caractéristiques de l'enrobé vieilli, notamment la nature des gran-
 15 ulats ainsi que la teneur et les caractéristiques du liant, puis, à partir des valeurs ainsi déterminées, on calcule les caractéristiques et la teneur du liant de régénération devant être ajouté lors de la mise en oeuvre de la machine de régénération, au niveau des organes de malaxage pour obtenir un revêtement régénéré dont les caractéristiques correspondent essentiellement à celles du revêtement initial et on vérifie ce résultat au labo-
 20 ratoire, le liant de régénération étant constitué par un bitume ou un mélange de bitumes à pénétrabilité élevée et d'huiles lourdes à caractère naphthénoaromatique, se distinguant des bitumes classiques de consistance voisine par des teneurs en asphaltènes faibles et des teneurs en composés aromatiques fortes, et contenant envi-
 25 ron 10% d'un solvant essentiellement aromatique jouant le rôle d'agent mouillant pour accélérer le processus de décohésion du fraisat en ramollissant le liant vieilli, puis, dans une seconde phase, on met en oeuvre l'opération de régénération en fraisant le revêtement vieilli sur une épaisseur prédéterminée à l'aide d'organes de fraisage connus en eux-mêmes constitués par au moins un rotor de fraisage disposé dans une chambre de décohésion munie de barres de décohésion et constitué par un tube d'entraînement disposé sensiblement transversalement par rapport à la direction d'avancement de la machine et sur lequel sont soudées des spires portant chacune une série de dents notamment munies de pointes en carbure de tungstène, de façon à obtenir
 un émiettement du fraisat, puis, en amenant le fraisat ainsi traité au niveau des organes de malaxage où l'on ajoute le liant de régénération dont les caractéristiques ont été déterminées au cours de la première phase du procédé puis on amène le revêtement ainsi régénéré aux organes de répartition qui le déposent sur la chaussée.

30 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on calcule la quantité totale de liant de régénération devant être ajoutée au fraisat au niveau des organes de malaxage par la formule (I)

$$X_n = \frac{X_v}{100 - y}$$

35 et la pénétrabilité de ce liant par la formule (II)

$$\left(1 - \frac{X_v}{X_n}\right) \log Pr = \log Pn - \frac{X_v}{X_n} \log Pv$$

40 formules dans lesquelles :

45 X_n représente la teneur en liant choisie dans l'enrobé après recyclage (parties pour cent parties de granulats),
 X_v la teneur en liant de l'enrobé vieilli (parties pour cent parties de granulats),
 y le pourcentage de liant de régénération dans le liant de l'enrobé après recyclage,
 Pr la pénétrabilité du liant de régénération,
 P_n la pénétrabilité choisie pour le liant de l'enrobé après recyclage,
 50 P_v la pénétrabilité du liant vieilli.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que, avant de déposer sur la chaussée le revêtement régénéré, on répand sur la surface de celle-ci une couche d'accrochage constituée par la fraction régénérante.

55 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on ajoute au fraisat, au niveau des organes de malaxage et en aval de la fraction régénérante 0,10 à 0,50% de préférence environ 0,25% en poids de fibres synthétiques notamment de fibres polyacrylonitrile considéré par rapport au poids de fraisat.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lors du fraisage, on refroidit en continu les dents du ou des rotors de fraisage en pulvérisant une solution aqueuse contenant 5 à 40%, de préférence environ 10% d'un agent tensio-actif.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on choisit le composé tensio-actif dans le groupe constitué par les amines, les polyamines et les chlorhydrates d'amine.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que la quantité de solution aqueuse d'agent tensio-actif mise en oeuvre correspond à environ 0,5 à 2% en poids considéré par rapport au poids de fraisat.

10

Ansprüche

1. Verfahren zum Kalt-Regenerieren alter Straßendecken, die aus in ein Bindemittel eingebetteten Zuschlagstoffen bestehen, während des Einsatzes einer an sich bekannten Maschine zum Regenerieren von Straßen, die insbesondere aus einem selbstfahrenden Fahrzeug besteht, das in Bewegungsrichtung Fräseinrichtungen, Anfeuchtungseinrichtungen für das abgefräste Material durch Beifügung eines Regenerierungsbindemittels sowie Einrichtungen für die Verteilung des so behandelten Belags auf der Fahrbahn umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einer ersten Phase die charakteristischen Eigenschaften der gealterten Straßendecke, insbesondere die Art der Zuschlagstoffe sowie der Gehalt und die charakteristischen Eigenschaften des Bindemittels in einem Labor bestimmt werden, daß dann ausgehend von den so bestimmten Werten die charakteristischen Eigenschaften und der Gehalt an Regenerierungsbindemittel berechnet werden, das beim Einsatz der Regenerierungsmaschine in Höhe der Anfeuchtungseinrichtungen beigefügt wird, um einen regenerierten Straßenbelag zu erhalten, dessen charakteristische Eigenschaften im wesentlichen denjenigen des Ausgangsbelages entsprechen, daß dieses Ergebnis im Labor überprüft wird, daß das Regenerierungsbindemittel aus einem Bitumen oder aus einem Bitumengemisch mit erhöhter Durchlässigkeit und aus Schwerölen mit naphthenaromatischem Charakter besteht, die sich von herkömmlichen Bitumen ähnlicher Konsistenz durch einen geringen Gehalt an Asphaltthenen und einen hohen Gehalt an Mischaromaten unterscheiden und ungefähr 10% eines im wesentlichen aromatischen Lösungsmittels enthalten, das die Rolle eines Natzmittels spielt, um den Prozeß der Entfestigung des abgefrästen Belages durch Erweichen des gealterten Bindemittels zu beschleunigen, daß dann in einer zweiten Phase das Regenerieren durch Abfräsen der gealterten Straßendecke auf eine vorbestimmte Höhe unter Verwendung an sich bekannter Fräseinrichtungen in Angriff genommen wird, welche zumindest einen Fräsrotor aufweisen, der in einer Entfestigungskammer angeordnet und mit Entfestigungsstäben versehen ist und ein Mitnehmerrohr aufweist, das im Vergleich zu Vorwärtsbewegung der Maschine deutlich quer angeordnet ist und auf welchem Schraubenwindungen aufgeschweißt sind, welche jede eine Reihe von Zähnen aufweist, die insbesondere mit Spitzen aus Wolframkarbid versehen sind, um ein Zerbröckeln des abgefrästen Belages zu erreichen, daß dann der so behandelte, abgefräste Belag in Höhe der Anfeuchtungseinrichtung zugeführt wird, wo das Regenerierungsbindemittel, dessen charakteristische Eigenschaften in der ersten Phase des Verfahrens bestimmt wurden, hinzugefügt wird, und daß dann der bereits regenerierte Straßenbelag einer Verteilungseinrichtung zugeführt wird, die ihn auf die Fahrbahn aufbringt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gesamtmenge an Regenerierungsbindemittel, die in Höhe der Anfeuchtungseinrichtung dem abgefrästen Material hinzugefügt wird, durch die Gleichung (I)

45

$$X_n = \frac{X_v}{100 - y}$$

und die Durchlässigkeit dieses Bindemittels durch die Gleichung (II)

50

$$\left(1 - \frac{X_v}{X_n}\right) \log Pr = \log Pn - \frac{X_v}{X_n} \log Pv$$

55 berechnet werden, wobei

Xn : der für den regenerierten Straßenbelag gewählte Gehalt an Bindemittel (Teile auf 100 Teile Zuschlagstoffe),

- Xv : der Gehalt an Bindemittel des gealterten Belages (Teile auf 100 Teile Zuschlagstoffe),
 Y : der Prozentsatz des Regenerierungsbindemittels in dem Bindemittel des regenerierten Straßenbelages,
 Pr : die Durchlässigkeit des Regenerierungsbindemittels,
 Pn : die für das Bindemittel des regenerierten Straßenbelages gewählte Durchlässigkeit und
 5 Pv : die Durchlässigkeit des gealterten Bindemittels ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß vor dem Aufbringen des regenerierten Belages auf die Fahrbahn eine aus dem regenerierten Anteil bestehende Verhakungsschicht auf die Oberfläche der Fahrbahn gestreut wird.

10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem abgefrästen Belag in Höhe der Anfeuchtungseinrichtungen und unterstromig zum regenerierten Anteil 0,10 bis 0,50 Gew.-%, vorzugsweise ungefähr 0,25 Gew.-% an synthetischen Fasern, insbesondere Polyacrylnitril-Fasern bezogen auf das Gewicht des abgefrästen Belages beigemischt werden.

15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zähne des oder der Fräsrötoren während des Fräsens durch Zerstäubung einer wäßrigen Lösung kontinuierlich gekühlt werden, die 5 bis 40%, vorzugsweise ungefähr 10% einer grenzflächenaktiven Substanz enthält.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die grenzflächenaktive Verbindung aus der Gruppe der Amine, der Polyamine und der Aminhydrochloride gewählt wird.

20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die verwendete Menge an wäßriger Lösung der grenzflächenaktiven Substanz ungefähr 0,5 bis 2 Gew.-% bezogen auf das Gewicht des abgefrästen Belages entspricht.

Claims

25 1. Process of cold regeneration of worn paving consisting of granules coated with a binder when a machine for the regeneration of paving, known per se, is used, consisting in particular of an automotive vehicle comprising, in the direction in which the disintegration devices move, devices for mixing the disintegrated matter with the addition of regenerative binder as well as devices for distributing the coated materials onto the paving
 30 characterised in that, in a first phase, the properties of the worn coating in particular the nature of the granules as well as the content and properties of the binder, are determined in the laboratory, then, on the basis of the values thus determined, there are calculated the properties and contents of the regenerative binder having to be added, while the regenerating machine is operative, to the mixing devices to obtain regenerated coating the characteristics of which, in the main, correspond to those of the original coating and this result is verified
 35 in the laboratory, the regenerative binder consisting of a bitumen or a mixture of bitumens with a high penetrability and heavy oils of a naphtheno-aromatic type, being distinguished from conventional bitumens which have a similar consistency by low contents of asphaltene and high contents of aromatic compounds and containing approximately 10% of an essentially aromatic solvent which acts as a wetting agent to accelerate the process of separation of the disintegrated matter by softening the worn binder, then, in a seconde phase, the
 40 regenerating operation is carried out, by disintegrating the worn coating over a predetermined thickness by means of disintegration devices which are known per se and which consist of at least one disintegration rotor disposed in a separation chamber equipped with separation bars and comprising a guide tube disposed in a manner substantially transverse in relation to the feed direction of the machine and onto which are welded coils, each bearing a series of teeth, in particular equipped with tips of tungsten carbide, in order to break up the dis-
 45 integrated matter, the disintegrated that has been treated in this manner being subsequently transferred to the mixing devices where the regenerative binder, having the properties which were determined in the first phase of the process is added, the coating which has thus been regenerated then being transferred to the distribution devices which deposit it on the paving.

50 2. Process according to claim 1, characterised in that the total quantity of regenerative binder which is to be added to the disintegrated matter in the mixing device is calculated according to the formula (I)

$$X_n = \frac{X_v}{100 - y}$$

55 and the penetrability of this binder is calculated according to the formula (II)

$$\left(1 - \frac{X_v}{X_n}\right) \log Pr = \log Pn - \frac{X_v}{X_n} \log Pv$$

5

in which formulae :

- Xn represents the content of the binder chosen for the coating after recycling (parts per hundred parts of
 10 granules) ;
 Xy the content of the binder in the worn coating (parts per hundred parts of granules) ;
 y the percentage of regenerative binder in the coated material after recycling ;
 Pr the penetrability of the regenerative binder ;
 Pn the penetrability selected for the coated binder after recycling ;
 15 Pv the penetrability of the worn binder.

3. Process according to either of claims 1 and 2, characterised in that before the regenerated coating is deposited on the paving, a key layer consisting of the regenerative fraction is spread on the surface thereof.

4. Process according to any of claims 1 to 3, characterised in that 0.10 to 0.50%, preferably approximately
 20 0.25% by weight of synthetic fibres, in particular polyacrylonitrile fibres taken in relation to the weight of the disintegrated matter, are added to the disintegrated matter in the mixing devices and downstream thereof.

5. Process according to any of claims 1 to 4, characterised in that during the disintegration process the disintegration teeth or rotors are continuously cooled by spraying an aqueous solution containing 5 to 40%, preferably approximately 10%, of surfactant.

25 6. Process according to claim 5, characterised in that the surface-active compound is selected from the group comprising amines, polyamines and hydrochlorines.

7. Process according to either of claims 5 and 6, characterised in that the quantity of the surfactant aqueous solution used is approximately 0.5 to 2% by weight taken in relation to the weight of the disintegrated matter.

30

35

40

45

50

55