

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 808 671 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
26.11.1997 Bulletin 1997/48

(51) Int Cl.⁶: **B08B 7/00, B08B 3/08**

(21) Numéro de dépôt: **97401094.4**

(22) Date de dépôt: **16.05.1997**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL PT

(30) Priorité: **20.05.1996 FR 9606203**

(71) Demandeurs:
• **Dran, Maurice**
75015 Paris (FR)
• **Debord, Guy**
60800 Crépy-en-Valois (FR)

(72) Inventeurs:
• **Dran, Maurice**
75015 Paris (FR)
• **Debord, Guy**
60800 Crépy-en-Valois (FR)

(74) Mandataire: **Lachat, Salomé**
70, rue Fondary
75015 Paris (FR)

(54) **Procédé de nettoyage de surfaces poreuses avec un liquide de lavage contenant des bactéries ayant une activité enzymatique**

(57) Un procédé de nettoyage de surfaces poreuses, en particulier de revêtements dits « enrobés drainants », tels que utilisés comme revêtements de routes ou d'autres surfaces de voirie permet de décolmater et d'extraire les sables et divers résidus, notamment les résidus pétroliers, afin de rendre au revêtement sa porosité.

Le procédé de nettoyage proposé se distingue essentiellement par une opération d'épandage d'un liquide de lavage constituée d'une préparation aqueuse qui contient des bactéries ayant une activité enzymatique permettant le décolmatage, cette opération étant suivie de l'épandage d'un liquide de rinçage, de préférence de l'eau, et de sa récupération par aspiration ainsi que des résidus colmatés par des moyens mécaniques.

EP 0 808 671 A1

Description

La présente invention est relative à un procédé de nettoyage de surfaces poreuses, en particulier de revêtements de surfaces comme des « enrobés drainants ».

Les revêtements de surface dits « enrobés drainants » qui sont utilisés plus particulièrement comme revêtements de routes ou d'autres surfaces de voirie, ont pour objet l'évacuation rapide des eaux de pluie afin de garder à la surface ses caractéristiques, notamment en ce qui concerne l'adhérence de véhicules, car ils permettent d'éviter les risques de glissement et les surfaces d'eau stagnante. Usuellement, on utilise des couches de 4 à 5 cm d'épaisseur composées de bitume enrobant des graviers avec typiquement 0/10 ou 0/14 pour granulométrie. Ces couches poreuses, non étanches, sont disposées sur un substrat étanche, généralement en béton. Des revêtements poreux similaires ont été utilisés pour des courts de tennis, par exemple.

Les enrobés drainants comportent lors de leur mise en place des cavités vides, communiquant entre elles, représentant de préférence de 10 à 20% de leur volume total, qui permettent l'écoulement de l'eau. Ce type de revêtement présente cependant l'inconvénient que les cavités se remplissent plus ou moins rapidement de déchets divers, conduisant à une diminution de plus en plus importante de la porosité initiale. Le remplissage des cavités s'effectue principalement par de la terre et du sable pouvant atteindre 95% et par des composés divers, en majorité des résidus pétroliers, de poudre de caoutchouc, de métaux, de carbone, des matières organiques,... souvent de l'ordre de 5%. Ces 5% de composés divers agglomèrent les sables en les transformant en un bloc compact et imperméable. De plus, en présence de matières organiques, il a pu aussi être constaté qu'il se forme une couche superficielle imperméable sur la surface de l'enrobé drainant. Si le volume total des cavités dépasse 30%, il existe un risque de pollution fétide par accumulation d'eau stagnante chargée de matières organiques. Il n'est donc pas possible d'accroître sensiblement l'importance des cavités afin de retarder leur colmatage.

Quelle que soit la nature de l'enrobé drainant, le colmatage par infiltration et accumulation de colmatants est inévitable. Le colmatage est généralement plus rapide en milieu urbain qu'en rase campagne, la nature des colmatants et le mécanisme de colmatage étant différents.

Une coupe transversale d'un enrobé drainant conduit souvent à l'observation de deux couches de pollution: une pollution à prédominance organique est observée en surface tandis que les produits pétroliers agglomérant des sables et graviers sont dominants en profondeur.

Afin de conserver au revêtement ses qualités initiales, il est nécessaire de procéder à des opérations de nettoyage ou d'entretien des enrobés drainants, qui ont pour objet le rétablissement total ou au moins partiel de

leur porosité par élimination des déchets qui se sont accumulés dans les cavités. De même, les espaces piétons, places et autres surfaces de voirie doivent être traités pour assurer leur propreté et rénover les couleurs.

Les opérations d'entretien sur les enrobés drainants par des dispositifs de nettoyage utilisant de l'eau à haute pression ont commencé vers 1990 lorsqu'il s'est avéré que les enrobés drainants perdaient leur capacité d'évacuation des eaux avec le temps. Traditionnellement, les matériels de nettoyage utilisés sont autonomes. Ils disposent d'une cuve de stockage importante allant de 2 500 à 20 000 litres. Les principes connus de nettoyage des enrobés drainants reposent sur deux opérations principales:

- Pulvérisation d'eau à haute pression (entre 40 et 250 bars) pour détruire la cohésion entre les sables et les composés agglomérants.
- Aspiration par une turbine à dépression capable d'aspirer entre 20 000 et 35 000 m³/H.

Les matériels de nettoyage habituellement mis en oeuvre permettent de varier :

- la pression de pulvérisation qui est d'autant plus élevée que l'enrobé drainant est colmaté,
- le débit d'eau,
- l'orientation des jets,
- la vitesse d'avancement qui est d'autant plus lente que l'enrobé drainant est colmaté,
- le nombre de passages.

Les procédés de nettoyage utilisés jusqu'à présent souffrent tous de l'inconvénient de tasser les sables et colmatants dans les cavités de l'enrobé drainant sous l'effet de la pression de l'eau dirigée plus ou moins verticalement.

Ainsi, la machine utilisée dans le cadre du brevet EP-0617174, équipée d'un dispositif de projection d'un fluide sous pression se caractérisant par un organe tournant autour d'un axe vertical et muni de buses de projection de fluide, n'est point adaptée pour le nettoyage des enrobés drainants car l'expérience montre que l'application d'un simple jet d'eau à haute pression sur la surface supérieure de l'enrobé drainant ne permet pas de décolmater les fines particules logées dans les cavités afin de pouvoir les aspirer.

L'on obtient ainsi une simple amélioration provisoire due à l'effet de tassement des matériaux et déchets remplissant les cavités sans apporter de solution réelle au problème de nettoyage et de rétablissement de la porosité initiale du revêtement. Les produits agglomérants subsistent autour des sables et graviers qui ne recouvrent pas leur mobilité et qui ne peuvent pas être extraits lors de l'aspiration. Du fait du tassement des matériaux et déchets qui ne sont pas extraits par ce type de nettoyage, un nettoyage ultérieur est alors d'autant plus difficile. De plus, les aspirations mises en jeu qui

sont très puissantes peuvent produire des décollements de la couche d'enrobé drainant, ce qui accélère la destruction de la surface d'enrobé drainant sans répondre au problème posé.

Par exemple, des travaux de nettoyage, selon le procédé traditionnel décrit ci-dessus, d'un enrobé drainant posé en août 1992, ont été effectués sur le boulevard périphérique de Paris en novembre 1993, après un premier nettoyage en mars 1993. L'analyse granulométrique des produits colmatant la voie lente donne les résultats suivants:

< 2 µm	0,3
2-20 µm	2,6
20-50 µm	1,5
50-200 µm	6,1
200-2000 µm	32,9
> 2000 µm	56,6

On remarque, quelles que soient les imperfections de la méthode d'analyse, que l'on a essentiellement extrait des graviers et des sables grossiers avec plus de 90% des particules de taille supérieure à 200 µm. Ces sables et graviers étaient agglomérés les uns aux autres par des hydrocarbures, de la poudre de caoutchouc et des matières organiques diverses.

Le seul emploi de machines de nettoyage mécanique-hydrauliques puissantes n'est donc pas satisfaisant pour rétablir la porosité de l'enrobé drainant. Il est évidemment impossible de procéder à une scarification du revêtement car il perdrait ses qualités essentielles. L'utilisation de savons, de détergents, ou de solvants, pour la dégradation des produits agglomérants n'est pas possible, voire contre-indiquée ou interdite, car contraire aux exigences de protection de l'environnement. Ils peuvent aussi détruire les bitumes qui enrobent les graviers de l'enrobé drainant. Les produits agglomérants sont seulement déplacés mais non détruits. Ils peuvent reprendre leur activité négative. Leur accumulation peut être dangereuse.

Par suite, la présente invention a pour objet un procédé de nettoyage de surfaces poreuses, telles que des enrobés drainants utilisés comme revêtements de routes ou autres voies publiques ou privées, qui permette d'éviter les inconvénients des procédés connus et de rétablir la porosité initiale sans endommager la surface et sans effet de tassement des matériaux et déchets colmatants, et qui permette d'extraire les déchets en respectant les exigences de protection de l'environnement.

Afin d'atteindre ces objectifs, la présente invention propose une solution efficace pour l'entretien des enrobés drainants par un lavage de l'enrobé drainant suivi d'un rinçage et d'une aspiration des liquides et des déchets libérés. L'invention propose plus précisément un procédé de nettoyage qui se distingue par les opérations suivantes:

- Epanchage d'un liquide de lavage de la zone profonde de la surface poreuse constitué d'une préparation aqueuse contenant des bactéries ayant une activité enzymatique, les enzymes produites pratiquant une hydrolyse des hydrocarbures du fait de biosurfactants ou des tensio-actifs naturels.
- Après un temps suffisant pour que le liquide de lavage de la zone profonde ait pu agir, épanchage d'un liquide de rinçage, et sa récupération par aspiration, ainsi que des résidus colmatés.

La demande de brevet DE-4014854 A1 divulgue un procédé de nettoyage utilisant un liquide de lavage enzymatique pour l'élimination des graisses sur des surfaces en béton, ciment ou pierre. Selon ce procédé connu, le liquide est étendu sur la surface à nettoyer par un brossage et l'application simultanée de l'air sous pression arrivant à travers les brosses. Il est nécessaire de travailler à une température plus élevée que la température ambiante et répéter le processus de lavage et de brossage plusieurs fois avant de rincer la surface avec de l'eau. Contrairement à ce procédé connu qui vise à nettoyer des tâches en surface, le procédé proposé par l'invention qui concerne un nettoyage en profondeur et non en surface, n'utilise ni une application avec de l'air sous pression, ni un brossage de la surface à nettoyer. Le liquide de lavage doit pénétrer dans les cavités de l'enrobé drainant où il pourra exercer son action de décolmatage. L'application de l'air sous pression dans le cadre de la présente invention conduirait à tasser davantage les déchets colmatés. De plus, contrairement au procédé du brevet DE-4014854 A1, la présente invention prévoit que l'eau de rinçage est appliquée sous pression par des buses ayant une faible inclinaison sur l'horizontale avant d'être aspirée ensemble avec les résidus décolmatés.

Le brevet FR 2640528 propose l'utilisation de micro-organismes pour la dégradation directe de matières colorantes et le brevet WO 9603754A1 celle de micro-organismes pour décontaminer des métaux et des ciments dans des installations nucléaires. Ces procédés utilisent certes des micro-organismes mais ne présentent aucun rapport avec le décolmatage de particules dans les enrobés drainants.

Conformément à l'invention, le lavage proprement dit peut être précédé d'un prétraitement de la zone superficielle de la surface poreuse, ayant pour objet de solubiliser les particules d'hydrocarbures qui seront ensuite biodégradés au cours du lavage constitué d'un traitement bactérien. Le liquide de pré-lavage est obtenu par dilution dans l'eau, à raison de 0,2 à 1% par exemple, d'un complexe biosurfactant issu de bactéries, associé à un tensio-actif biodégradable.

La destruction de la couche superficielle plus ou moins étanche peut être facilitée par un brossage mécanique préalable au lavage ou au pré-lavage.

L'opération de lavage est suivie d'une opération de rinçage/aspiration après un temps suffisant d'action du

liquide de lavage sur la zone profonde. Un liquide de rinçage est épanché puis récupéré par aspiration ensemble avec les résidus décolmatés. Conformément à l'invention, le liquide de rinçage est de préférence de l'eau sous pression, de l'ordre de 200 à 350 bars au départ des pompes d'alimentation, distribuée à l'intérieur d'une cloche de rinçage, par un bras rotatif portant des buses d'éjection qui présentent un angle faible, de l'ordre de 30° par rapport à la surface à nettoyer, et qui sont disposées à une distance comprise avantageusement entre 40 et 60 mm de la surface à nettoyer. Le débit du liquide de rinçage est de préférence d'environ 1,5 litre par minute et par décimètre carré de surface au sol de la cloche. La cloche de rinçage, enfermant le bras porteur des buses est maintenue à une distance fixe par rapport au sol, et est rendue étanche par un joint souple, par exemple en caoutchouc, frottant légèrement sur la surface poreuse à nettoyer.

Ainsi, le procédé conforme à l'invention permet la destruction de la couche superficielle qui aurait pu se former à la surface du revêtement poreux de surfaces, puis de la couche profonde des produits agglomérant les sables qui se trouvent dans les cavités des revêtements poreux de surfaces. Les sables bouchant les cavités retrouvent leur mobilité et peuvent ensuite être extraits du revêtement par aspiration.

Pour la mise en oeuvre du procédé de nettoyage, l'invention propose l'utilisation d'un liquide de lavage contenant des enzymes et des bactéries qui, pour l'essentiel, détruisent les produits agglomérants. Le liquide de lavage est composé d'eau dans laquelle sont diluées les solutions enzymatiques et bactériennes sans addition de solvants. Ces solutions sont de préférence produites *in situ*. Les bactéries utilisées dans le cadre de l'invention sont avantgousement du type *pseudomonas*, *moraxella*, *bacillus* seules ou en consortium (associées) à d'autres bactéries qui présentent un fort appétit pour les hydrocarbures. Le type exact de bactéries ou mélange de bactéries peut varier et sera déterminé en fonction du type de colmatants, notamment du type prédominant de déchets organiques et d'hydrocarbures identifiés sur le site à traiter.

L'utilisation d'une solution enzymatiques conformément à l'invention est particulièrement intéressante. En effet, les enzymes décollent les substances nutritives dont les bactéries ont besoin grâce à leur pouvoir « bio-surfactant » ou « tensio-actif naturel », ce qui apporte la nourriture à portée des bactéries. Il y a transfert des produits pétroliers par formation de macro- et micro-émulsions qui augmentent la solubilité de l'agglomérant. Les enzymes hydrolysent les chaînes chimiques des hydrocarbures afin de permettre aux bactéries de digérer des composés hydrocarbonés aux chaînes plus courtes. Les bactéries se renouvellent en une vingtaine de minutes et produisent de nouvelles enzymes. En fin de cycle, les bactéries rejettent du gaz carbonique, de l'eau, des matières non digérables.

Des enzymes et bactéries qui subsistent dans l'en-

robé drainant après son nettoyage selon l'invention subsistent tant que les bactéries trouvent à se nourrir à partir de nouvelles projections de matières organiques et qu'une humidité minimale est maintenue. Elles empêchent l'accumulation de produits agglomérant les sables et graviers. Les bactéries sélectionnées pour le liquide de lavage sont inoffensives pour l'environnement et se meurent dès lors qu'elles n'ont plus une nourriture suffisante. Les déchets organiques et hydrocarbures qui tombent sur la route à l'occasion de sa fréquentation et du cycle des saisons contribuent à un apport régulier de nourriture. Les enzymes et bactéries utilisées sont non seulement biodégradables mais biodégradantes.

L'invention présente l'avantage de permettre l'extraction de sables particulièrement propres, qui peuvent être mis en décharge sans apporter de pollution. Les liquides récupérés après avoir servi à l'entraînement des produits agglomérants sont chargés de résidus pétroliers, de résidus organiques divers, de poussières, sables et graviers, de poudre de carbone, et d'une faible concentration d'enzymes et de bactéries qui sont traitées, si nécessaire, pour arriver à des concentrations normalisées, inférieures à 1 ppm ou à 10 ppm selon les enzymes et bactéries utilisées, avant rejet dans les réseaux d'assainissement existants. Aucune pollution n'est à craindre du fait de ces rejets car ils sont nettoyés par les bactéries comme dans une station de traitement des eaux usées.

L'invention sera explicitée plus en détail au cours de la description d'exemples de mise en oeuvre qui va suivre.

Les opérations de nettoyage de surfaces poreuses telles que des revêtements dit enrobés drainants conformes à l'invention consistent avantgousement, alors que la température extérieure est de préférence comprise entre 10°C et 30°C, en:

- La production *in situ* des solutions enzymatiques et biosurfactantes à partir de réacteurs adaptés aux contraintes des sites à traiter. Il peut s'agir de réacteurs fixes situés près des zones à nettoyer, avec remplissage des citernes de transport et d'épandage, ou de réacteurs mobiles amenés sur les chantiers.
- Le nettoyage mécanique par brossage de la zone à traiter si elle présente des accumulations superficielles de matériaux.
- L'épandage à une pression inférieure à 90 bars et à une température inférieure à 60°C d'un liquide de pré-lavage de la zone superficielle de la surface poreuse et sa récupération en tant que de besoin après un temps suffisant, de l'ordre d'au moins 5 à 20 minutes, pour qu'il ait pu agir.
- L'épandage d'un liquide de lavage de la zone profonde de la surface poreuse.
- Après un temps suffisant pour que le liquide de lavage de la zone profonde ait pu agir, épandage d'un liquide de rinçage, et sa récupération par aspiration.

Le procédé conforme à l'invention est mis en oeuvre au moyen d'une machine de nettoyage avec des moyens mécanico-hydrauliques puissants.

Le liquide de pré lavage de la zone superficielle de la surface poreuse est avantageusement obtenu par dilution dans l'eau, par exemple, à raison de 0,2 à 1% d'un complexe d'enzymes biosurfactantes, issus de micro-organismes, jouant le rôle de détergents neutres et de tensio-actif compatibles avec les cultures bactériennes trouvées sur place. La préparation de base présente utilement les caractéristiques suivantes:

densité apparente	1
pH	entre 10 et 12
pH en solution à 1%	entre 8,5 et 11,5
viscosité	< 400 cts
entièrement soluble dans l'eau	

Dans certains cas, il peut être nécessaire d'utiliser une préparation de base conforme aux normes AFNOR 72-150 (CMB=0,1%) et AFNOR 72-200 (testé uniquement sur *Candida Albicans*) (CMB=0,2%). A titre d'exemple non limitatif, des préparations de base correspondant aux spécifications précédentes sont commercialisées sous le nom de « BIOSURF » par la société dite « BIONERGIES » installée à Aubagne (Bouches-du-Rhône, France).

Le lavage de la zone profonde de la surface poreuse est effectué avec une préparation acqueuse contenant des bactéries choisies en fonction de leur appétit pour les produits agglomérants. Il peut avantageusement s'agir de bactéries du type *pseudomonas*, *moraxella*, *bacillus*, seules ou mieux en consortium (associées) avec d'autres bactéries qui présentent un fort appétit pour les hydrocarbures. Elles produisent des enzymes pratiquant de préférence une hydrolyse des hydrocarbures et excrètent des biosurfactants et/ou des tensio-actifs naturels. La préparation de base est utilement obtenue par le procédé suivant:

- Prélèvement de souches bactériennes sur le site à nettoyer avant les opérations de nettoyage. Les bactéries présentes sur le site à nettoyer sont les mieux adaptées à la pollution à combattre car elles ont par sélection naturelle éliminé la plupart des autres bactéries.
- Sélection des bactéries à partir des prélèvements pour constituer une souche bactérienne par exemple d'environ 100 g.
- Pré-développement pendant une huitaine de jours de la souche bactérienne dans un réacteur biologique d'environ 1 m³ dans de l'eau tiède avec une alimentation propice, c'est-à-dire sous apport de graisses et de nutriments, agitation et oxygénation pour avoir un bon développement bactérien et une sécrétion des enzymes exogènes correspondantes.

- Développement pendant deux jours dans un réacteur de 7 à 8 m³ dans l'eau tiède avec une alimentation propice, c'est-à-dire sous apport de graisses et de nutriments, agitation et oxygénation pour avoir un bon développement bactérien et une sécrétion des enzymes exogènes correspondantes.

Le rinçage/aspiration est effectué à l'aide de moyens mécaniques qui travaillent en trois étapes:

- malaxage des enzymes et du sable,
- décollage des grains de sable,
- aspiration des grains de sable.

Le liquide de rinçage est de préférence de l'eau sous pression, de l'ordre de 200 à 350 bars au départ des pompes d'alimentation, distribuée à l'intérieur de cloches de rinçage, par un bras rotatif portant des buses d'éjection. Le débit du liquide de rinçage est de préférence de 1,5 litre par minute et par décimètre carré de surface au sol de la cloche. Ces buses présentent un angle faible, de l'ordre de 30° par rapport à la surface à nettoyer, d'où des jets presque tangents à la surface à nettoyer, ce qui permet d'éviter tout risque de tassement. La cloche de rinçage enfermant le bras porteur des buses est maintenue à une distance fixe par rapport à la surface poreuse à nettoyer. Elle est rendue étanche par un joint souple, par exemple en caoutchouc, frottant légèrement sur la surface poreuse à nettoyer. La distance entre le sol et les buses d'éjection est de préférence entre 40 et 60 mm. La rotation du bras portant les buses crée un cyclone hydraulique qui engendre une dépression naturelle assez importante pour aspirer, par sa seule force, le liquide de rinçage qui s'est chargé de déchets et de sable.

La quantité de sables à aspirer peut devenir très importante, par exemple dans le cas de routes à la sortie d'un chantier. Il a pu être relevé plus de 10 kg de sable par m² de surface de roulement de certaines zones du boulevard périphérique de Paris. Il convient alors de procéder à une aspiration puissante des eaux de lavage chargées de sables.

Après l'action des cloches de rinçage, une aspiration supplémentaire par rampe peut être envisagée pour améliorer l'extraction du liquide de rinçage et des sables encore prisonniers dans l'enrobé drainant. Il est aussi possible de prévoir une aspiration annulaire complémentaire à l'aspiration par le cyclone intérieur à la cloche de nettoyage et plusieurs cloches parallèles ou successives. On remarque qu'une aspiration trop puissante des sables, en présence d'une trop faible quantité d'eau, peut conduire à leur accumulation dans la couche supérieure de l'enrobé drainant. Il y a alors formation d'une couche compacte qui remplit les cavités superficielles de l'enrobé drainant et qui le rend étanche.

Il est bien évidemment nécessaire qu'il y ait compatibilité entre les produits de pré lavage et de lavage. Par ailleurs, s'il subsiste des bactéries dans l'enrobé

drainant après le rinçage, elles réduisent les hydrocarbures au fur et à mesure et facilitent les travaux d'entretien ultérieurs.

Un essai de nettoyage d'un site urbain mettant en oeuvre le procédé conforme à l'invention a été effectué. Un enrobé drainant présentant une porosité moyenne de 1,26 a été mis en place en juillet 1991. Aucun nettoyage du revêtement poreux visant à lui restituer ses caractéristiques d'origine n'a été effectué pendant 38 mois. La porosité mesurée est alors nulle. Un nettoyage avec pré-lavage, lavage, rinçage et aspiration, selon l'invention est alors effectué. Immédiatement après la réalisation de l'essai, il a pu être observé une porosité moyenne de l'ordre de 0,6. Le rinçage laisse des bactéries sur le site. Cinq jours après le nettoyage réalisé selon l'invention, un orage survient. Une nouvelle mesure de la porosité donne une moyenne de 1 avec des pointes à 1,18, c'est-à-dire une porosité pratiquement revenue à sa valeur d'origine, et montre que les bactéries laissées sur le site lors du rinçage ont continué à se nourrir des colmatants.

Revendications

1. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses, en particulier de revêtements appelés « enrobés drainants » caractérisé par les opérations suivantes:

- Epandage d'un liquide de lavage de la zone profonde de la surface poreuse constitué d'une préparation aqueuse contenant des bactéries ayant une activité enzymatique, les enzymes produites pratiquant une hydrolyse des hydrocarbures du fait de biosurfactants ou des tensio-actifs naturels.
- Après un temps suffisant pour que le liquide de lavage de la zone profonde ait pu agir, épandage d'un liquide de rinçage, et sa récupération par aspiration, ainsi que des résidus colmatés.

2. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon la revendication 1 caractérisé par un prétraitement de la zone superficielle de la surface poreuse qui consiste en un épandage à une pression inférieure à 90 bars et à une température inférieure à 60°C d'un liquide de pré-lavage de la zone superficielle de la surface poreuse et sa récupération en tant que de besoin après un temps suffisant, de l'ordre d'au moins 5 à 20 minutes, pour qu'il ait pu agir.

3. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon les revendications 1 et 2 caractérisé par un liquide de pré-lavage de la surface poreuse, obtenu par dilution dans l'eau à raison de 0,2 à 1% d'un complexe biosurfactant, issu de bactéries, associé à un tensio-actif bio-dégradable.

4. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon les revendications 1 à 3 caractérisé par la production *in situ* des solutions enzymatiques et biosurfactantes.

5. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé par la mise en oeuvre de réacteurs fixes situés près des zones à nettoyer, avec remplissage des citernes de transport et d'épandage.

6. Procédé de nettoyage de surface poreuses selon l'une des revendications 1 et 5 caractérisé en ce que le pré-lavage et/ou le lavage peuvent être précédés d'un nettoyage mécanique par brossage de la zone à traiter si elle présente des accumulations superficielles de matériaux.

7. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que

- Le liquide de rinçage est de préférence de l'eau sous pression, de l'ordre de 200 à 350 bars au départ des pompes d'alimentation, distribuée à l'intérieur d'une cloche de rinçage, par un bras rotatif portant des buses d'éjection qui présentent un angle faible, de l'ordre de 30° par rapport à la surface à nettoyer et qui sont disposées entre 40 et 60 mm de la surface à nettoyer.
- Le débit du liquide de rinçage est de préférence d'environ 1,5 litre par minute et par décimètre carré de surface au sol de la cloche.
- La cloche de rinçage, enfermant le bras porteur des buses est maintenue à une distance fixe par rapport au sol, et est rendue étanche par un joint souple, par exemple en caoutchouc, frottant légèrement sur la surface poreuse à nettoyer.

8. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon la revendication 7 caractérisé par une aspiration annulaire complémentaire au cyclone intérieur de la cloche de rinçage.

9. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que au moins 1% des bactéries subsistent après rinçage dans les cavités de la couche d'enrobé drainant.

10. Procédé de nettoyage de surfaces poreuses selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que les bactéries utilisées sont déterminées en fonction des caractéristiques des colmatants identifiés sur le site à traiter et sont avantageusement du type *pseudomonas*, *moraxella*, *bacillus* seules ou en consortium (associées) à d'autres

bactéries qui présentent un fort appétit pour les hydrocarbures.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 97 40 1094

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
D,X A	DE 40 14 854 A (BIEK) * le document en entier * ---	1,2,6,10 3,7,8	B08B7/00 B08B3/08
D,A	WO 96 03754 A (BRITISH NUCLEAR FUELS PLC) * abrégé * * page 6, ligne 13 - page 8, ligne 15 * * page 9, ligne 23 - page 11, ligne 4; figure * ---	1-4,10	
D,A	FR 2 640 528 A (ASSOCIATION TECHNIQUE POUR LA RECHERCHE INDUSTRIELLE APPLIQUÉE, S.A.) * abrégé * * page 2, ligne 22 - page 4, ligne 18 * ---	1,4,7,10	
D,A	EP 0 617 174 A (ÉTS. J. HUWER ASSAINISSEMENT) * colonne 1, ligne 1 - ligne 33 * * colonne 3, ligne 6 - ligne 47; figures * -----	1,7,8	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			B08B E01H A62D B09C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 22 Août 1997	Examineur Van der Zee, W
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 01.82 (P04C02)