

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 478 427

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 80 06519**

(54) Procédé microbiologique de remise en culture de dépôts de déblais industriels.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). A 01 C 21/00; B 09 B 3/00; C 12 P 39/00 // C 09 K 17/00.

(22) Date de dépôt..... 24 mars 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 39 du 25-9-1981.

(71) Déposant : VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY I PROEKTNO-KONSTRUKTORSKY
INSTITUT OKHRANY OKRUZHAJUSCHEI PRIRODNOI SREDY V UGOLNOI PROMYSH-
LENOSTI, résidant en URSS.

(72) Invention de : Anatoly Nikolaevich Khoroshavin, Irina Valeryanovna Kataeva, Gennady Alexan-
drovich Oborin et Alexandre Pavlovich Krasavin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte au domaine de la protection de l'environnement et a notamment pour objet un procédé microbiologique de remise en culture de dépôts de déblais industriels.

5 Les dépôts de déblais industriels s'accumulent en grandes quantités au cours de l'exploitation à ciel ouvert ou de l'extraction de la houille et du charbon brun, ainsi que des schistes combustibles et charbonneux. En outre les déchets s'amassent aussi lors du fonctionnement des 10 centrales thermiques et des entreprises de métallurgie. Etant donné que les dépôts de déblais en question polluent l'environnement et occupent de grandes surfaces utiles, il s'avère nécessaire de les remettre en culture. Le 15 problème de la remise en culture des déblais industriels demeure l'un des problèmes importants de la protection de l'environnement.

A l'heure actuelle on connaît et on utilise largement dans la pratique le procédé traditionnel de remise en culture des dépôts de déblais industriels, qui consiste 20 à déposer sur la surface des dépôts de déblais une couche de sol fécond prélevée sur d'autres terrains. Cependant ce procédé prévoit des opérations exigeant beaucoup de travail pour le transport de la couche de sol fécond et conduit à l'altération de l'horizon naturel de sol. En 25 outre ; ce procédé nécessite des investissements supplémentaires pour la reconstitution des terrains dont on a enlevé les couches de sol fécond.

On connaît aussi un procédé de remise en culture de dépôt cendreux par consolidation biologique de ceux-ci, 30 en utilisant les eaux de canalisations domestiques ou des eaux résiduaires (voir le certificat d'auteur de 1 U.R.S.S. N° 515482).

Selon ce procédé la surface des dépôts cendreux est divisée en fossés qui sont ensuite remplis par les 35 eaux non épurées d'égouts ou de canalisations domestiques

sur une profondeur de 20 à 30 cm, après quoi ladite surface est labourée. Le remplissage des fossés par les eaux de canalisations domestiques et leur labourage subséquent sont réalisés à maintes reprises (6 à 7 fois).

5 Après ces travaux, les dépôts cendreux sont ensemencés avec des herbes vivaces, des céréales ou des cultures techniques et sont arrosés d'eau.

L'inconvénient de ce procédé connu tient à la lenteur du processus de pédogenèse mise en culture. Il 10 s'explique par le fait qu'on n'introduit dans les dépôts cendreux que des eaux de canalisations domestiques contenant des matières organiques et des éléments biogènes stimulant la vitalité non seulement de la microflore, mais aussi des micro-organismes-antagonistes qui inhibent la micro-15 flore utile.

Outre cela, le processus de pédogenèse se déroule lentement à cause de la faible teneur des dépôts cendreux en micro-organismes du sol.

Il convient aussi de signaler que certains micro-20 organismes se trouvant dans les eaux de canalisations domestiques peuvent être des sources d'infection pour l'homme, les animaux et les plantes.

On connaît encore un procédé de remise en culture de haldes, qui consiste à réduire la hauteur des haldes, 25 en les égalisant et en les aplaniissant ensuite de façon à en former des terrains distincts étagés et présentant une inclinaison de 1,5° au maximum (voir le certificat d'auteur de l'URSS N° 494139). Sur les terrains ainsi préparés on plante des arbres fruitiers, on sème ensuite 30 des sidérates (engrais verts), on cultive les haldes en y introduisant en vrac une couche d'humus durant 3 à 7 ans et en les contaminant entièrement avec des micro-organismes de sol en utilisant pour cela des préparations spéciales tels que l'azotobactérine, la nitragine 35 (certificat d'auteur de l'URSS n° 494139). On consolide les talus des terrains par des semis d'herbes vivaces.

L'inconvénient de ce procédé réside dans la très longue durée de la pédogenèse et dans la grande quantité de travail indispensable pour sa mise en oeuvre. La longue durée de la pédogenèse est due au fait que la contamination 5 est réalisée au moyen de micro-organismes qui ne sont pas adaptés aux conditions des haldes. En outre, les introductions multiples d'humus entraînent un compactage et un durcissement du sol sous la couche d'humus. L'absence de circulation capillaire d'eau rend la couche durcie 10 impénétrable aux cultures végétales, ce qui ralentit davantage le processus de pédogenèse.

La présente invention vise donc un procédé microbiologique de remise en culture de dépôts de déblais industriels, qui permettrait d'accélérer le processus 15 de pédogenèse sur les dépôts de déblais industriels, contribuerait à leur verdissement rapide, serait simple à mettre en oeuvre et n'exigerait pas des investissements importants.

Le procédé microbiologique de remise en culture 20 de dépôts de déblais industriels, du type comprenant leur traitement par des engrains et des préparations biologiques, leur labourage, leur ensemencement avec des semences de végétaux et leur arrosage avec de l'eau est caractérisé selon l'invention, en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes :

- a) aplanissement des dépôts de déblais industriels;
- b) introduction dans ces déblais d'engrais obtenus par le traitement d'effluents tels que par exemple eaux résiduaires, d'égouts, usées ou analogues;
- c) introduction d'une préparation humique contenant une culture de moisissure *Aspergillus niger* productrice d'humus et isolée desdits déblais;
- d) labourage des déblais;
- e) ensemencement avec des graines de plantes vivaces;
- f) inoculation de la surface ensemencée des déblais avec une préparation bactérienne contenant une culture de bactérie provoquant l'ammonification (appelées dans ce qui suit "bactéries ammonifiantes" et de bactéries nitrifiantes isolées desdits déblais).

g) inoculation de la surface des déblais avec une préparation bactérienne contenant une culture d'azobacters et de bactéries dissolvant les phosphates, isolées desdits déblais, durant la période de levée des semis et la

5 période de formation des buissons.

h) arrosage des végétaux avec de l'eau.

Selon l'invention, il est recommandé d'utiliser la préparation humique sous forme d'une suspension aqueuse contenant, par litre, 4 à 7 g en poids sec de culture

10 Aspergillus niger, à raison de 80 à 100 g de composant actif par m^2 de surface de l'aire à recultiver. Une telle préparation se mélange facilement avec les particules de déblais et remplace entièrement l'utilisation d'une couche d'humus de sol.

15 Selon l'invention, la surface ensemencée des déblais est inoculée. Il est recommandé de réaliser l'inoculation en employant une préparation sous forme d'une suspension aqueuse contenant par litre (en gramme de poids sec) :

0,1 à 0,2 de culture Bacillus mycoides, 0,07 à 0,15 de 20 culture Nitrosomonas europaea, et 0,08 à 0,15 de culture Nitrobacter Winogradskii. La quantité de la préparation nécessaire à l'inoculation constitue 0,25 à 0,5 g de composant actif par m^2 de surface de l'aire à recultiver.

Dans l'exposé qui va suivre, ladite préparation sera 25 conventionnellement appelée "Préparation BNN", où B, N, et N sont les premières lettres des dénominations des bactéries : Bacillus, Nitrosomonas et Nitrobacter, respectivement.

La préparation BNN se disperse bien avec de l'eau et est bien absorbée par les particules de déblais. La 30 teneur indiquée de la préparation en composant actif est suffisante pour assurer une pédogenèse efficace.

Selon l'invention, la surface des déblais est inoculée durant la période de levée des semis et la période de formation de buissons. Dans ce cas, pour réaliser l'inoculation recommandée

d'utiliser en tant que préparation une suspension aqueuse contenant, par litre (en grammes de poids sec) 0,1 à 0,3 de culture Azotobacter chroococcum et 0,15 à 0,2 de culture Bacillus megaterium. La quantité 5 de préparation nécessaire à l'inoculation constitue 0,25 à 0,5 g de composant actif par m^2 de surface du terrain à recultiver. dans ce qui va suivre, la préparation en question sera appelée conventionnellement et par abréviation "Préparation AB", ou les lettres A et B sont les premières 10 lettres des dénomitations des bactéries Azotobacter et Bacillus.

La préparation AB se disperse bien avec de l'eau et bien absorbée par les particules de déblais. La teneur précitée de la préparation en composant actif est suffisante pour une croissance active des micro-organismes et 15 la synthèse par ces micro-organismes des substances nutritives indispensables aux végétaux.

Le procédé proposé de remise en culture, de dépôts de déblais industriels contribue à la solution d'un 20 problème important de la protection de l'environnement et assure le verdissement du terrain à recultiver.

Grâce à l'utilisation de la préparation humique et à l'inoculation avec des préparations bactériennes BNN et AB il n'est pas nécessaire de déposer sur la surface 25 des déblais à recultiver une couche de sol fertile cou-
teuse (humus). Au cours de la deuxième année aucune culture supplémentaire des terrains recultivés n'est nécessaire, car on assiste à un processus rapide de pédogenèse et à l'enherbement de la surface des déblais. Deux ou trois 30 ans après leur remise en culture, ces terrains peuvent être utilisés dans l'agriculture pour ensemencer des plantes culturales ou satives. Ces délais sont de 2 à 3 fois plus courts que dans le cas de la remise en culture suivant le procédé traditionnel utilisant une couche d'humus de 35 sol prélevée sur d'autres terrains.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront à la lumière de la description explicative, qui va suivre, de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemple non limitatifs.

Les déblais industriels à recultiver, y compris ceux résultant de l'extraction de houille et de charbon brun, de schistes combustibles et charbonneux et de divers déblais cendreux sont d'abord nivélés et, au besoin 10 la surface du terrain ainsi aplani est soumise au tracement. Lorsque le dépôt de déblais se présente sous forme d'un cône de débris, on enlève son sommet et on dispose ensuite la masse de déblais en terrasses. Si le pH des déblais est de faible valeur (2 à 3), il est nécessaire de les 15 traiter par un agent de neutralisation. En tant qu'agent de neutralisation peuvent être utilisés la chaux, les déchets de production du carbonate de sodium, le calcaire et d'autres matières analogues. Il est préférable d'utiliser en tant qu'agent de neutralisation des déchets de 20 production du carbonate de sodium contenant un mélange d'oxyde de calcium et de carbonate de calcium. La quantité de déchets utilisés pour la neutralisation des déblais est calculée d'après l'acidité hydrolytique des déblais à recultiver.

25 Dans le terrain constitué par les déblais à recultiver on introduit des engrains contenant des éléments biogènes (azote, phosphore, potassium) à raison de 1,5 à 2 kg par m^2 de surface à traiter. En tant qu'engrais on peut utiliser les dépôts de vase résultant de l'épuration d'eaux résiduaires. Après cette opération, on introduit dans le terrain de déblais à recultiver conformément à l'invention une préparation humique sous forme d'une suspension aqueuse contenant par litre, 4 à 7 g en poids sec de culture *Aspergillus niger*. La préparation humique est 30 introduite à raison de 80 à 100 g de composant actif 35 par m^2 de surface du terrain à recultiver.

L'utilisation de la préparation humique mentionnée assure un effet économique considérable car ladite préparation est à base des schistes charbonneux contenus dans les déblais résultant de l'extraction de la houille et 5 qui sont des déchets de production. Ces schistes charbonneux constituent un bon milieu nutritif pour la culture d'*Aspergillus niger* productrice d'acides humiques et d'autres matière organiques conférant à la préparation une activité biologique.

10 La préparation humique est obtenue en cultivant la moisissure *Aspergillus niger* productrice d'humus dans un milieu nutritif contenant des schistes charbonneux. On sait que les schistes charbonneux contiennent du carbone du fer, de l'aluminium, de l'azote, du soufre, du phosphore, 15 du potassium, du cuivre, du bore, du manganèse. Tous ces éléments sont indispensables à l'activité vitale de la moisissure *Aspergillus niger*, et c'est pourquoi les schistes charbonneux peuvent être utilisés en tant que milieu nutritif pour cette moisissure.

20 On moud les schistes charbonneux et on en sépare une fraction à dimensions de particules ne dépassant pas 1 mm^2 , dans une proportion de 6 à 8% en masse. On mélange cette fraction avec de l'eau et on introduit dans la suspension obtenue 20 à 40% en masse d'une source de carbone 25 comme les effluents tels que les eaux d'égouts des confiseries, contenant 0,5 à 1% de sucre. Ensuite on procéde à l'inoculation, dans cette suspension (milieu nutritif) d'une culture de la moisissure *Aspergillus niger* productrice d'humus, et on le cultive à une température de 30 25 à 30°C durant 10 à 15 jours. Biomasse de moisissure, produits de son activité vitale (humus et autres matières organiques), restes de schistes charbonneux : l'ensemble de ces matières est utilisé en tant que préparation humique. La teneur de la préparation en humus constitue 35 3% en masse et sa teneur en azote total est de 0,5% en masse. La moisissure *Aspergillus niger* utilisée est isolée

des déblais destinés à être recultiver, et est ensuite cultivée sur le milieu nutritif de Czapek à une température de 25 à 30°C pour obtenir une culture d'accumulation.

L'utilisation de la préparation humique pour 5 recultiver les déblais permet d'exclure le processus, couteux et exigeant beaucoup de travail, d'application d'une couche d'humus naturel prélevée sur les terrains fertiles, et d'éviter par conséquent, les travaux difficiles et les dépenses matérielles nécessaires à la reconstitution 10 de ces terrains.

Après l'introduction de la préparation humique dans le terrain à recultiver, on procède au labourage du terrain sur une profondeur de 15 à 20 cm et on l'ensemencement de graines de plantes vivaces ; généralement on utilise pour 15 cela un mélange de légumineuses et de graminées, par exemple un mélange de mélilot (mélilotus) et de brome, (Bromus), un mélange de trèfle (trifolium) et d'agrotide (Agrostis) ainsi que d'autres plantes herbacées convenables. La norme d'ensemencement est de 0,015 à 0,020 kg par m^2 20 de surface.

Selon l'invention, les terrains encemencés à recultiver sont inoculés avec une préparation bactérienne BNN sous forme d'une suspension aqueuse contenant par litre en poids sec: 0,1 à 0,2 de culture de bactérie 25 ammonifiantes, par exemple *Bacillus mycoides*; 0,07 à 0,15 de culture de bactéries nitrifiantes, par exemple, *Nitrosomonas europaea* ; et 0,08 à 0,15 de *Nitrobacter Winogradskii*.

La quantité de préparation BNN introduite est 30 de 0,25 à 0,5 g de composant actif par m^2 de surface à recultiver.

Les bactéries de la préparation BNN participent aux processus de transformation de l'azote, c'est à dire qu'elles le rendent plus accessible aux plantes. 35 En outre, le métabolisme de ces bactéries donne naissance à des agents chimiques forts tels que l'ammoniac et

l'acide nitrique, qui détruisent le réseau cristallin du minéral en transformant ainsi la roche en sol.

Durant la période de levée des semis, le terrain à recultiver est, selon l'invention inoculé avec une 5 préparation bactérienne AB sous forme d'une suspension aqueuse contenant par litre, 0,1 à 0,3 g en poids sec d'azobacters, par exemple Azotobacter chroococcum, et 0,15 à 0,2 g de bactéries dissolvant le phosphate, par exemple Bacillus megaterium. La quantité de préparation 10 AB introduite est de 0,25 à 0,5 g de composant actif par m^2 de surface à recultiver.

Durant la période de formation des buissons on procède selon l'invention, à une nouvelle inoculation 15 de préparation AB de même composition et en une même quantité que lors de l'inoculation durant la période de levée des semis. Après l'inoculation les plantes sont arrosées d'eau.

Les azobacters et les bactéries dissolvant le phosphate, qui sont introduits dans le terrain à recultiver 20 en même temps que la préparation AB forment et dégagent par suite du métabolisme, diverses matières organiques telles que des composés hétérocycliques, des acides carboxyliques, des amino-acides, diverses vitamines, qui sont particulièrement indispensables aux plantes durant 25 les périodes de levée de leurs semis et de formation des buissons. En outre, l'Azotobacter participe à la synthèse de l'humus, tandis que les bactéries dissolvant le phosphate font passer les phosphates d'une forme inaccessible à une forme facilement accessible pour leur assimilation à 30 l'état dissous par les plantes.

Les bactéries utilisées pour obtenir les préparations BNN et AB sont préalablement isolées des déblais à recultiver. Cette opération permet d'éviter la longue 35 opération d'adaptation spéciale de cette espèce de bactéries de sol aux conditions des déblais à recultiver. L'isolement desdites bactéries des déblais à recultiver

ne présente aucune difficulté, étant donné qu'il est réalisé par un procédé connu. Ce procédé consiste à prélevé des échantillons de déblais et à les mettre en suspension dans l'eau. Cette suspension aqueuse est utilisée en tant que matière d'ensemencement d'un milieu nutrifif electif tel que par exemple, l'eau peptonique, le milieu de Winogradskii, de Derx, de Pilovskia ou d'autres milieux convenables. Sur les milieux nutrifiés précités on cultive la culture d'accumulation des bactéries ammonifiantes et nitrifiantes utilisées pour obtenir la préparation BNN et la culture d'accumulation Azotobacter et des bactéries dissolvant les phosphates pour obtenir la préparation AB. Ainsi, l'isolement des bactéries des déblais à recultiver est facile à réaliser et n'exige pas de grandes dépenses matérielles.

Afin d'obtenir la préparation BNN il est recommandé d'utiliser les bactéries suivantes : *Bacillus mycoides*, *Nitrosomonas europaea* et *Nitrobacter Winogradskii*, qui sont caractérisées par une activité biologique élevée par rapport aux autres espèces de bactéries ammonifiantes et nitrifiantes. La culture d'accumulation des bactéries ammonifiantes en quantité de 0,1 à 0,2 g (en poids sec) et la culture d'accumulation des bactéries nitrifiantes en quantité de 0,07 à 0,15 g sont mises en suspension dans l'eau. Cette suspension bactérienne constitue la préparation BNN prête à l'utilisation.

La préparation AB est obtenue par mise en suspension de cultures d'accumulation dans l'eau. A cet effet on utilise une culture d'Azotobacter en quantité de 0,1 à 0,3 g (en poids sec) et une culture de bactéries dissolvant les phosphates, en quantité de 0,15 à 0,2 g (en poids sec), on les met en suspension dans l'eau et on les brasse. La suspension bactérienne constitue la préparation AB prête à l'utilisation.

La description donnée ci-dessus montre que l'obtention des préparations proposées ne présente pas de diffi-

cultés.

La description détaillée de l'invention montre aussi que le procédé proposé de remise en culture des déblais industriels n'exige ni de grandes dépenses d'énergie, ni l'utilisation de composants difficiles à se procurer ou de dispositifs spéciaux, il est simple à mettre en œuvre et économiquement avantageux par rapport aux procédés connus, la technologie pour l'obtention des préparations utilisées : humique, BNN et AB, est simple et facile à mettre en œuvre.

Le fait que, pour l'obtention desdites préparations sont utilisées les bactéries isolées des déblais de départ permet d'éviter l'étape d'adaptation préalable et de longue durée (1 à 2 ans) des bactéries de sol aux conditions des déblais à recultiver.

Le procédé proposé permet de réaliser la culture des déblais industriels durant la première année de la remise en culture. Cela signifie que l'introduction des préparations humiques et bactériennes BNN et AB ne s'effectue que durant la première période de la croissance des végétaux c'est à dire la période de végétation car leur introduction durant la deuxième année n'est pas nécessaire.

Tous les avantages indiqués ci-dessus peuvent être facilement obtenus si l'on observe strictement la succession des étapes et en particulier la succession précitée de l'inoculation des préparation BNN et AB. Dans le cas contraire, les résultats désirés ne seront pas obtenus et le processus de pédogenèse sera lent.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description, qui va suivre, de plusieurs exemples de réalisation concrets mais non limitatifs.

Exemple 1

On a effectué la remise en culture de débris de l'industrie houillère, comprenant des argilites, des pélites et des grès quartzeux avec inclusions de pyrite, et contenant les éléments suivants (% en masse) :

- carbone total	9,9
- fer total	47,7 ;
10 - aluminium total	8,7
- azote totale	0,21
- soufre total	1,1
- phosphates	0,0069
- potassium	0,01 ;
15 - cuivre	0,02
- bore	0,17
- manganèse	0,27
pH de la roche	2,45-3,56.

20 On aplanit la surface des débris et on la trace en la divisant en parcelles de 2 m^2 ; dans chaque parcelle, afin de neutraliser les propriétés toxiques de la roche, on introduit 1 kg d'agent neutralisant, constitué par un mélange de CaO et de CaCO_3 , par m^2 de surface. Ensuite 25 on introduit dans la roche un engrais tel que le dépôt de vase résultant de l'épuration d'eaux résiduaires. La quantité d'engrais est de 1,5 kg par m^2 de surface à recultiver. Après cela on y introduit une préparation humique sous forme d'une suspension aqueuse contenant 30 par litre, 4 g (en poids sec) de culture *Aspergillus niger*.

La quantité de préparation humique est de 80 g de composant actif par m^2 de surface à recultiver. Les débris ainsi traités sont labourés jusqu'à une profondeur de 20 cm et encemessés de graines de plantes vivaces. A 35 cet effet on utilise un mélange de cultures légumineuse et graminées. La norme d'ensemencement est de 0,015 kg

par m^2 de surface à recultiver. Après cela la surface du terrain de débris est inoculée avec une préparation BNN, et durant la période de levée des semis et de formation des buissons de plantes, elle est inoculée avec une 5 préparation AB. La quantité de culture dans lesdites préparations bactériennes est donnée en grammes, (poids sec).

La roche ensemencée est inoculée avec la préparation bactérienne BNN sous forme d'une suspension contenant par litre, 0,1 g de culture *Bacillus mycoides*, 0,07 g de 10 culture *Nitrosomonas europaea* et 0,08 g de culture *Nitrobacter Winogradskii*. Ces bactéries sont isolées de la roche de départ. La quantité de préparation BNN introduite dans la roche constitue 0,25 g de composant actif par m^2 de surface à recultiver. Durant la levée des 15 semis, on effectue l'inoculation de la préparation bactérienne AB sous forme d'une suspension aqueuse contenant par litre, 0,1 g de culture *Azotobacter chroococcum* et 0,15 g de culture *Bacillus megaterium*. La quantité de préparation AB introduite est de 0,25 g de composant actif 20 par m^2 de surface à recultiver. Les bactéries faisant partie de la composition de la préparation AB sont elles aussi isolées de la roche de départ.

Durant la période de formation des buissons de plantes, on procède à une nouvelle inoculation de 25 préparation AB de même composition et en même quantités que lors de l'inoculation réalisée durant la période de levée des semis. Après l'inoculation les plantes sont arrosées avec de l'eau. L'expérience a été faite à 4 reprises.

30 Les résultats de la modification de la composition chimique de la roche recultivée sont représentés dans le tableau donné plus bas.

Exemple 2

La remise en culture de la roche est effectuée d'une 35 manière analogue à celle décrite dans l'exemple 1. La composition de la roche de départ est la même que dans

l'exemple 1. La différence entre le premier et le deuxième exemple réside dans la teneur en bactéries des préparations BNN et AB et dans la quantité de préparation introduite dans la roche à remettre en culture. L'inoculation de la 5 roche se fait avec une préparation bactérienne BNN sous forme d'une suspension aqueuse contenant, par litre 0,2 g de culture *Bacillus mycoides*, 0,15 g de culture *Nitrosomonas europaea* et 0,15 g de culture *Nitrobacter Winogradskii*. La quantité de préparation introduite dans 10 la roche constitue 0,5 g de composant actif par m^2 de surface à recultiver.

Durant la période de levée des semis et de formation de leurs buissons on procéde à l'inoculation avec une préparation AB sous forme d'une suspension, aqueuse contenant par litre, 0,3 g de culture *Azotobacter chroococcum* et 0,2 g de culture *Bacillus magaterium*. La quantité de préparation introduite dans la roche est de 0,5 g de composant actif par m^2 de surface à recultiver.

Après l'inoculation on procède à l'arrosage des plantes avec de l'eau. L'expérience est effectuée 4 fois.

Les résultats de la modification de la composition chimique sont résumés dans le tableau ci-dessous. Dans le même tableau sont aussi représentées les données d'un essai de contrôle, c'est-à-dire sans traitement de la roche 25 par la préparation humique et sans inoculations avec les préparations bactériennes. En tant que roches de contrôle on a utilisé des parcelles d'essai qui n'ont été traitées qu'avec un mélange de CaO et de CaCO₃ pour la neutralisation des propriétés toxiques de la roche et des engrains obtenus 30 après épuration d'eaux résiduaires, appelés "résidus de vase".

Exemple	pH ₂ ⁰	Acidité hydrolytique e.mg/100g	Somme des bases d'échange e.mg/100g	Fe ₂ O ₃ %	Al ₂ O ₃ %	S% %	C total %	humus %	N total %	K ₂ O mg.100g	P ₂ O ₅ mg/100 g
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Control	3,52	16,17	8,51	10,06	14,22	7,08	14,49	0,16	0,15	5,27	0,52
Exemple 1	5,72	2,98	15,02	4,32	10,12	1,32	11,82	0,36	0,47	7,63	2,68
Exemple 2	7,15	1,22	24,09	2,44	5,08	0,85	5,75	0,54	0,65	19,06	5,32

Comme nous le montre le tableau la remise en culture des déblais conformément à l'invention permet, en comparaison du procédé connu une augmentation du pH, une réduction de l'acidité hydrolytique, une augmentation de la somme 5 de bases d'échange et une réduction de la teneur en fer aluminium, soufre, carbone. On observe aussi un processus d'accumulation d'humus. La quantité de potassium et de phosphore mobiles et la teneur en azote total de la roche augmentent.

10 Le meilleur effet a été obtenu en effectuant la remise en culture avec des préparations BNN et AB introduites à raison de 0,5 g de composant actif par m^2 .

Les études ont montré que sur les terrains recultivés conformément au procédé de l'invention, se créent des 15 conditions favorables aux processus de nitrification et de formation de phosphore et de potassium mobiles et des éléments nutritifs. Sous l'influence de l'activité des micro-organismes introduits, les propriétés agrochimiques de la roche recultivée s'améliorent. L'introduction dans 20 la roche de micro-organismes déjà adaptés à celle-ci accélère le processus de pédogenèse, de sorte que l'année suivant on n'a pas besoin de répéter la culture de la roche et, par conséquent, on n'a pas besoin de répéter l'introduction des préparations humique, BNN et 25 AB. En même temps que le processus de pédogenèse se déroule un processus d'enherbement des déblais. Sur de tels terrains on peut mettre en place des plants d'arbres. Ainsi, la remise en culture des dépôts de déblais est réalisée en un an au lieu de 3 à 7 comme dans le cas du procédé connu. 30 Le procédé conforme à l'invention permet la création d'espèces vertes sur les territoires se trouvant au voisinage des cités de mineurs et de purifier l'environnement.

Exemple 3

35 Cet exemple illustre l'obtention d'une préparation bactérienne BNN.

L'obtention de cette préparation comprend l'obtention d'une culture d'accumulation, en cultivant dans un milieu nutritif, des bactéries ammonifiantes *Bacillus mycoides* et des bactéries nitrifiantes *Nitrosomonas europaea* 5 et *Nitrobacter Winogradskii*.

Ces bactéries sont isolées des déblais à recultiver comme indiqué dans l'exemple 1. L'isolement des bactéries s'effectue par une méthode connue, consistant à mettre en suspension dans l'eau des échantillons des déblais dans 10 des conditions stériles. La suspension aqueuse obtenue est utilisée en tant que matière d'ensemencement pour la préparation de la culture d'accumulation. L'ensemencement est effectué dans l'eau peptonique pour la culture des bactéries *Bacillus mycoides* et sur le milieu nutritif 15 de *Winogradskii* pour cultiver les bactéries *Nitrosomonas europaea* et *Nitrobacter Winogradskii*. Après plusieurs réensemencements sur lesdits milieux nutritifs on cultive la culture d'accumulation des bactéries précitées. La culture d'accumulation obtenue de *Bacillus mycoides* 20 (0,1 g en poids sec), la culture d'accumulation *Nitrosomonas europaea* (0,07 g en poids sec) et *Nitrobacter Winogradskii* (0,08 g en poids sec) sont mises en suspension et mélangées dans l'eau. Toutes les opérations sont réalisées dans des conditions stériles. La suspension bactérienne obtenue est 25 la préparation BNN visée, prête à être utilisée.

L'un des avantages de cette préparation réside dans la simplicité de son obtention. Un avantage particulier de ladite préparation réside dans le fait que les bactéries utilisées sont déjà adaptées aux conditions des déblais, 30 ce qui accélère le processus de pédogenèse.

Exemple 4.

Cet exemple illustre l'obtention d'une préparation bactérienne AB.

35 L'obtention de la préparation AB comprend l'obtention d'une culture d'accumulation en cultivant sur un milieu

nutritif électif, d'*Azotobacter chroococcum* et des bactéries dissolvant les phosphates - *Bacillus megaterium*.

Ces bactéries sont isolées de déblais de composition indiquée dans l'exemple 1. L'isolement des bactéries est réalisée par la méthode décrite dans l'exemple 3. L'ensemencement est effectué sur le milieu nutritif de Derx pour la culture d'*Azotobacter chroococcum* et sur le milieu nutritif de Pikovskaia pour cultiver *Bacillus megaterium*. Après plusieurs réensemencements desdits milieux nutritifs on cultive la culture d'accumulation des bactéries mentionnées. La culture d'accumulation obtenue d'*Azotobacter chroococcum* (0,1 g en poids sec) et la culture d'accumulation obtenue de *Bacillus megaterium* (0,15 g en poids sec) sont mises en suspension et mélangées dans l'eau. Toutes ces opérations sont réalisées dans les conditions stériles. La suspension bactérienne obtenue est la préparation AB visée préte à l'utilisation.

L'avantage de ladite préparation réside dans la simplicité de son obtention et dans le fait que les bactéries utilisées sont déjà adaptées aux conditions des déblais, ce qui accélère le processus de pédogenèse.

Exemple 5.

Cet exemple illustre l'obtention d'une préparation humique. La préparation humique est obtenue par culture des moisissures *Aspergillus niger* productrices d'humus sur un milieu nutritif contenant des chistes charbonneux.

Les moisissures *Aspergillus niger* sont isolées de déblais de composition indiquée dans l'exemple 1. L'isolement des moisissures s'effectue par une méthode connue, consistant à sélectionner des échantillons des déblais et à les mettre en suspension dans l'eau. Une telle suspension aqueuse est utilisée en tant que matière d'ensemencement pour l'obtention d'une culture d'accumula-

tion de ladite moisissure. A cet effet on ensemence avec la suspension aqueuse ainsi préparée un milieu nutritif de Czapek et on cultive la culture d'accumulation *Aspergillus niger*. Cette culture d'accumulation de la 5 moisissure est utilisée pour l'obtention de la préparation humique visée par culture d'un bouillon isolé d'*Aspergillus niger* sur un milieu nutritif contenant des chistes charbonneux. A cet effet on moud les schistes charbonneux, on en prélève 70 g d'une fraction constituée 10 de particules de dimensions ne dépassant par 1mm^2 et on la met en suspension dans 0,8 litre d'eau. Dans la suspension obtenue on introduit 0,2 l d'eaux résiduaires de l'industrie alimentaire (source de carbone) contenant par litre, 5 g de sucre, et on introduit 10 ml 15 de culture d'accumulation *Aspergillus niger*. On effectue la culture à la température de 28 °C durant 12 jours. Toutes les opérations s'effectuent dans des conditions stériles.

Le mélange de cultures obtenu contenant une biomasse 20 de moisissure, de l'humus et des restes de schistes charbonneux constitue la préparation humique visée, celle-ci contient 3% en masse d'humus et 0,5% en masse d'azote total.

L'avantage de la préparation humique ainsi obtenue réside dans le fait qu'en tant que matière première pour le 25 milieu nutritif on utilise les résidus des industries houillère et alimentaire, y compris les eaux résiduaires provenant des confiseries.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont 30 été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé microbiologique de remise en culture de dépôts de déblais industriels par traitement de ceux-ci avec des engrains et des préparations biologiques, leur labourage, leur ensemencements avec des graines de plantes et leur arrosage avec de l'eau, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations successives suivantes :
 - a) aplanissement desdits dépôts de déblais industriels ;
 - b) introduction, dans ces déblais, d'engrais résultant du traitement d'eaux résiduaires, d'égouts usées ou analogues ;
 - c) introduction d'une préparation humique contenant une culture de moisissure *Aspergillus niger* productrice d'humus et isolée desdits déblais ;
 - d) labourage des déblais ;
 - e) ensemencement avec des graines de plantes vivaces ;
 - f) inoculation de la surface ensemencée des déblais avec une préparation bactérienne contenant une culture de bactéries ammonifiantes et nitrifiantes isolées desdits déblais ;
 - g) inoculation de la surface des déblais avec une préparation bactérienne contenant une culture d'*Azobacters* et de bactéries dissolvant les phosphates, isolées desdits déblais industriels, durant la période de levée des semis et la période de formation des buissons ;
 - h) arrosage des plantes avec de l'eau.
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la préparation humique est utilisée sous forme d'une suspension aqueuse contenant, par litre, 4 à 7 g (en poids sec) de culture de la moisissure *Aspergillus niger*.
3. Procédé suivant l'une des revendication 1 et 2 caractérisé en ce que la quantité de préparation humique introduite est de 80 à 100 g de composant actif par m^2 de surface de terrain à recultiver.

4. Procédé suivant l'une des revendications 1, 2, et 3 caractérisé en ce que ladite préparation bactérienne contenant une culture de bactéries ammonifiantes et nitrifiantes est utilisée sous forme d'une suspension aqueuse contenant, par litre en poids sec : 0,1 à 0,2 g de culture *Bacillus mycoides*, 0,07 à 0,15 g de culture *Nitrosomonas europaea* et 0,08 à 0,15 de culture *Nitrobacter Winogradskii*.

5. Procédé suivant la revendication 4, caractérisé 10 en ce que la quantité de préparation bactérienne introduite est de 0,25 à 0,5 g par m^2 de surface à recultiver.

6. Procédé suivant l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que ladite inoculation durant la période de levée des semis et de formation des buissons 15 est réalisée avec une préparation bactérienne sous forme d'une suspension aqueuse contenant par litre, (en poids sec) 0,1 à 0,3 g de culture *Azotobacter chroococcum* et 0,15 à 0,2 g de culture *Bacillus megaterium*.

7. Procédé suivant la revendication 6, caractérisé 20 en ce que la quantité de la préparation bactérienne introduite est de 0,25 à 0,5 g de composant actif par m^2 de la surface à recultiver.