

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: **87402838.4**

(51) Int. Cl. 4: **E02D 3/00 , E01C 21/00**

(22) Date de dépôt: **23.12.87**

Une requête pour le dépôt des dessins postérieurement à la date de la demande de brevet européen a été présentée conformément à la règle 88 CBE. Il est statué sur cette requête au cours de la procédure engagée devant la division d'examen (Directives relatives à l'examen pratiqué à l'OEB, A-V, 2.2).

(71) Demandeur: **LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET CHAUSSEES**
58 Boulevard Lefèbvre
F-75732 Paris Cedex 15(FR)

(72) Inventeur: **Perrier, Hubert**
158 Avenue des Provinces
F-76120 Grand Quevilly(FR)
 Inventeur: **Morel, Guy**
428 A rue Porte Verte
F-76320 Caudebec les Elbeuf(FR)
 Inventeur: **Gravouille, Edouard**
33 Avenue A. Briand
F-76120 Grand Quevilly(FR)

(30) Priorité: **15.12.86 FR 8617514**

(43) Date de publication de la demande:
20.07.88 Bulletin 88/29

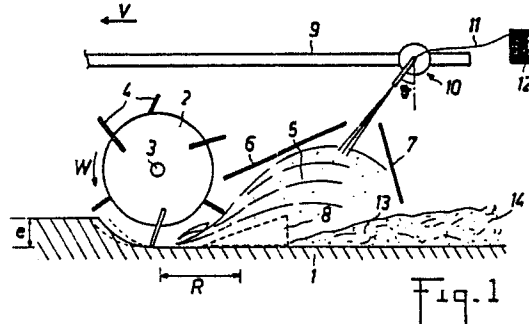
(94) Etats contractants désignés:
ES GR

(74) Mandataire: **Bertrand, Didier et al**
Cabinet Beau de Loménie 55, rue d'Amsterdam
F-75008 Paris(FR)

(54) **Procédé et dispositif de mise en place sur une surface d'un sol renforcé constitué d'éléments particulaires et d'un liant.**

(57) Pour mettre en place un sol renforcé constitué d'éléments particulaires et d'un liant, on prélève le matériau particulaire dans une couche de surface du sol (1) à traiter, on projette le matériau particulaire, immédiatement après prélèvement, en pluie sur le sol à traiter, et on introduit le liant (11) au sein de la pluie de matériau particulaire et on dépose le matériau particulaire et le liant sur le sol (1) à traiter.

On réalise sensiblement simultanément une pulvérisation et la projection en pluie du matériau en prélevant celui-ci au moyen d'un rotor (2) horizontal à pales (4) mordant dans le sol à traiter sur l'épaisseur (e) de ladite couche de surface, animé d'un mouvement général de translation vers l'avant et rejetant par projection vers l'arrière le matériau prélevé dans ladite couche.



EP 0 274 947 A2

Procédé et dispositif de mise en place sur une surface d'un sol renforcé constitué d'éléments particuliers et d'un liant

L'invention concerne la mise en place d'un matériau particulaire renforcé par un liant chimique ou mécanique. Plus particulièrement, l'invention concerne le traitement d'une couche de sol particulaire en place en vue de son renforcement par un liant.

Actuellement, dans la technique du traitement en place sur chantier, le mélange des différents constituants est généralement effectué par malaxage à l'intérieur d'une chambre (ou cloche) de l'ensemble des constituants. Les liants pulvérulents ou produits d'ajout solides sont généralement épandus sur le sol pour être repis au moyen d'une machine puissante avec le sol en place sur l'épaisseur voulue. Les liants liquides peuvent être injectés directement dans la chambre de malaxage qui assure, dans tous les cas, l'homogénéisation du mélange (cf. GB-A-1 415 524).

Ce procédé, largement utilisé dans les travaux de terrassement et de réalisation de chaussées à faible trafic, présente cependant certains inconvénients :

- . impossibilité de traiter les sols avec des fils continus, des filets ou nappes de grandes dimensions (liants mécaniques), pour obtenir des matériaux du type connu par les documents GB-A-2136 858 ou EP-A-17 548.

- . impossibilité de réaliser, en un seul passage, des couches à dosage en liant variable et réglé en fonction de la profondeur. Des couches successives par apport de matériaux non traités sur une ou plusieurs couches traitées autorisent une variation du dosage dans le sens de l'épaisseur, mais se pose alors le problème de liaison entre les différentes couches.

Le but de l'invention est de remédier aux inconvénients précités en proposant un procédé, ainsi qu'un dispositif spécialement conçu pour sa mise en oeuvre, permettant de traiter les sols notamment avec des liants mécaniques et de doser de manière variable les liants introduits.

Le but est atteint conformément à l'invention en ce qu'on prélève le matériau particulaire dans une couche de surface des sols à traiter, en ce qu'on projette immédiatement ledit matériau prélevé en pluie retombant sur le sol à traiter, et en ce qu'on introduit le liant au sein de la pluie de matériau particulaire.

Ainsi, on supprime le malaxage préalable des deux constituants, et on peut régler au fur et à mesure de son introduction dans la pluie de matériau (elle-même réglable) la quantité instantanée de liant introduit et déposé sur le sol. Le liant peut être un liant liquide, pulvérulent ou

mécanique.

La mise en pluie du matériau particulaire nécessite sa pulvérisation préalable selon une granulométrie qui dépend de la nature du sol et de l'usage envisagé. Il est particulièrement avantageux que la pulvérisation et la projection sous forme de pluie soient réalisées pratiquement simultanément par des moyens de projection consistant en un rotor horizontal à pales mordant dans le sol à traiter sur l'épaisseur de ladite couche de surface, animé d'un mouvement général de translation vers l'avant (sensiblement perpendiculairement à l'axe du rotor) et rejetant par projection vers l'arrière le matériau prélevé dans ladite couche.

Les liants sont également dispersés, et projetés au sein de la pluie de matériau particulaire, par des moyens pneumatiques, hydrauliques ou mécaniques. Les moyens d'introduction et de projection sont adaptés pour arroser, saupoudrer ou délivrer le produit sur toute la surface alimentée en sol finement pulvérisé.

Différentes formes de pales peuvent être prévues sur le rotor ; mais d'une manière générale, des pales constituées par des aubes radiales sensiblement planes apparaissent comme les plus avantageuses. Dans le cas du traitement d'un sol non meuble, le système peut être complété par des griffes.

Le rotor coopère avantageusement avec des éléments réglables de confinement du jet de matériau par le rotor : un bouclier limite la portée du jet, un déflecteur le confine vers le haut, tandis qu'un sabot sert de tremplin pour la projection du matériau. De plus un carter est prévu au dessus du rotor pour éviter de renvoyer des particules de matériau en direction d'autres organes du dispositif (notamment sur les organes de distribution de liants).

Le rotor à pales conforme à l'invention peut avantageusement être intégré dans des machines existantes de stabilisation des sols en place, connues sous le nom de pulvérisateur-mélangeurs, dans lesquelles un appareil tracteur entraîne un rotor de malaxage tournant, à sa partie inférieure engagée dans le sol, dans la direction d'avancement. De telles machines sont commercialisées, par exemple, par les Sociétés BOMAG, RAY GO, PETTIBONE, HOES et BROS. Le rotor de malaxage est généralement équipé de nombreuses dents.

Conformément à l'invention, le rotor de malaxage est remplacé par un rotor à pales, et de préférence à aubes, tournant en sens inverse du rotor de la machine connue, de manière à projeter le matériau vers l'arrière et vers le haut, pour qu'il

retombe en pluie sur le sol. Les pales sont continues sur la largeur du rotor de manière à projeter de manière uniforme le matériau.

La vitesse angulaire est variable afin de maîtriser le jet de matériau. Elle peut être par exemple de 0 à 450 tours/min, ce qui, compte tenu du diamètre du rotor dans un exemple de réalisation, correspond à des vitesses tangentielles de pales de l'ordre de 0 à 13 m/s. Le diamètre du rotor est d'environ trois fois l'épaisseur de couche de sol redéposé (cette épaisseur étant par exemple de 15 cm). La vitesse d'avancement est variable, par exemple entre 1,5 et 10 m/min.

Quoique le procédé et le dispositif de l'invention soient adaptés aux liants classiques (on pulvérise alors une sauce : émulsion, liant hydraulique, liant organo-minéral, liant chimique, résine, etc.), ils sont très avantageusement associés à la projection d'éléments linéaires continus selon l'enseignement du document FR-A-2 572 449 qu'on supposera ici connu. La rampe d'injection des éléments linéaires continus (fils) est animée d'un mouvement transversal (dans l'axe de la rampe) et d'une oscillation angulaire (selon l'axe de la rampe) à des fréquences voisines du hertz, ces mouvements ayant pour objet une répartition homogène des éléments linéaires selon des motifs entrecroisés sur la surface de formation de la couche traitée.

Les éléments linéaires continus sont dévidés de bobines supportées par un cantre entraîné en translation avec l'ensemble du dispositif.

Il est possible de projeter, au lieu de fils continus, une nappe, un filet ou une grille, conditionnés en rouleaux par élément de grande longueur, ou en conteneurs par surfaces élémentaires de quelques cm² ou m².

Les rampes de projection des liants chimiques ou mécaniques sont disposés soit à l'intérieur et en prolongement du sabot, ou à l'intersection du bouclier et du déflecteur, soit encore à l'extérieur de la zone délimitée par le fond de couche, le rotor, le déflecteur et le bouclier.

Le liant peut avantageusement être préparé avant sa projection par exemple : lait de chaux ou de ciment, ensouple ou rouleau textile dans un bain d'enduction.

Un dispositif de compactage par vibration peut être associé au dispositif de l'invention.

Il convient d'insister sur une caractéristique originale de l'invention : le fait que le matériau prélevé retombe en pluie sur le sol à traiter. On entend par là que le matériau retombe librement et sans entrave d'aucune sorte sur le sol, de sorte que le liant peut être introduit au sein de cette pluie et atteindre, lui-même le sol sans être gêné sur son trajet, et donc se retrouver sur le sol sous une forme totalement maîtrisée. L'ensemble de la

couche redéposée est ainsi maîtrisée, qu'il s'agisse de la forme du dépôt, de son dosage, de son homogénéité ou de son hétérogénéité voulue (on peut choisir de ne déposer de liant que sur une épaisseur donnée de la couche de sol redéposée). Cette libre retombée en pluie implique un transport, un déplacement du sol à traiter, pour projeter ledit sol à distance des organes de prélèvement et de projection : cela s'obtient par une vitesse suffisante du rotor et un réglage approprié des éléments réglables de confinement du jet.

Comme on le voit, une telle caractéristique distingue totalement l'invention d'autres procédés tels que celui décrit dans le document FR-A-948 968. Dans celui-ci, il est prévu un rotor de prélèvement du sol qui coopère avec un rotor d'arrêt pour désagréger le matériau prélevé ; ce matériau pulvérisé reçoit alors un liant liquide ; mais au lieu de retomber en pluie sur le sol, le matériau passe entre les palettes de deux rotors-pulvérisateurs destinés à cisailer, écraser et désagréger encore plus le matériau afin d'assurer l'enrobage des particules avec le liant conditionné, avant leur redépôt. Un tel procédé est incompatible avec les buts de l'invention : il permet uniquement d'assurer une distribution homogène d'un liant liquide dans un matériau particulaire, mais aucune maîtrise de cette distribution ; l'hétérogénéité n'est pas permise. Du plus, un tel procédé est manifestement incompatible avec la distribution d'un liant mécanique tel qu'un fil continu, qui ne pourrait pas passer librement entre les rotors-pulvérisateurs.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante d'un mode particulier de réalisation. Il sera fait référence aux dessins annexés sur lesquels :

la figure 1 est un schéma de principe illustrant un procédé conforme à l'invention.

la figure 2 est une vue schématique latérale d'un dispositif conforme à l'invention.

les figures 3 et 4 illustrent la balistique du sable projeté à trois vitesses différentes, pour des rotors dont les pales sont respectivement des pales cuillers et des aubes plates.

On a représenté sur la figure 1 une couche de sol 1 (sable, par exemple) dont une épaisseur e sera fraisée par le rotor 2 d'axe 3, équipé de pales 4. Le rotor 2 est entraîné en rotation autour de son axe 3 dans le sens de la flèche w , et l'ensemble est entraîné en translation dans le sens de la flèche V , qui correspond au sens inverse de la vitesse périphérique du rotor en partie basse de manière que le rotor creuse la couche 1 et rejette le matériau prélevé vers l'arrière, en formant le jet 5.

Le châssis supportant le rotor 2 supporte également un déflecteur 6, un bouclier 7 et un sabot 8. Il supporte aussi un bras 9 sur lequel sont disposés les moyens de projection 10 du liant, par

exemple du fil 11 venant d'une bobine 12.

Le déflecteur 6 et le sabot 8 ont pour but de mieux canaliser le sable rejeté vers le haut et vers l'arrière par le rotor 2, tandis que le bouclier 7 limite la portée dudit jet. Il est avantageux que ces éléments soit réglables, pour tenir compte de la qualité du sable projeté et des profils de couches désirés.

Les pales 4 ont avantageusement la forme d'aubes plates représentées sur les figures 1 et 4. Des expériences ont permis de comparer ces aubes plates à des pales en "cuiller", telles que représentées en figure 3. On a comparé la trajectoire du sable à trois vitesses du rotor, respectivement $w = 100, 200$ et 400 tours/min, correspondant à des vitesses tangentielles de pales de 3 à 12 m.s.

Les pales en cuiller (fig.3) favorisent à faible vitesse de rotation (100 et 200 tours/min) des tirs de sable en cloche, phénomène qui s'accroît avec l'augmentation de la vitesse de translation V (et donc avec l'augmentation du débit projeté) compte tenu du poids plus important de chaque paquet de sable projeté avec une énergie cinétique peu différente. On constate pour les vitesses de rotation élevées (400 t.min.) une tendance à la ségrégation, également accentuée par une vitesse de translation plus élevée.

Au contraire, des pales en aubes radiales favorisent des tirs plus tendus (fig.4). On constate une ségrégation liée aux vitesses de rotation importantes.

Aussi bien pour un modèle de pales que pour l'autre, on assiste, aux vitesses lentes (100 et 200 t.min.), à la formation d'un mur de sable immédiatement après le rotor interdisant tout traitement.

C'est pour empêcher la formation de ce mur de sable que le sabot 8 a été prévu, pour agir comme tremplin pour le matériau. Le déflecteur 6 coopère avec le sabot 8 pour canaliser le cheminement initial du matériau.

On a repris les mêmes expériences que précédemment, avec le sabot 8 et le déflecteur 6. On a constaté qu'aux faibles vitesses de rotation, les pales "cuillers" engorgent le sabot, interdisant toute projection de sable vers l'arrière et créant un dépôt en amont du rotor. En revanche pour les pales en aubes, il se crée un dépôt de sable constituant un tremplin naturel qui n'interdit pas la projection vers l'arrière : ce talus naturel fournit une indication sur l'inclinaison optimale à donner au sabot.

Les pales peuvent être montées sur des moyens élastiques de manière à s'escamoter partiellement au cas où une pierre trop grosse viendrait se prendre entre le rotor 2 et le sabot 8.

Le sable 5 projeté vers l'arrière et mélangé au

liant issu des moyens 10 retombe sur le sol 1 selon un profil 13 s'épaississant d'avant en arrière jusqu'à former la couche complète 14.

La forme exacte du profil 13 est influencée par le positionnement des moyens réglables 6,7,8 : par exemple, une inclinaison plus abrupte du bouclier 7 entraîne un épaississement plus brutal du profil 13 à l'aplomb dudit bouclier.

La figure 2 représente un exemple de réalisation pratique du dispositif conforme à l'invention.

Le rotor 2 est attaché à l'arrière d'un engin tracteur 20, par l'intermédiaire d'un châssis relevable 21.

Le rotor 2 est logé entre deux joues latérales 22 auxquelles sont attachées des pièces de liaison 23 portant l'axe d'articulation 24 du sabot 8, dont l'inclinaison est réglable au moyen de barrettes de fixation 25 à plusieurs positions.

Le châssis relevable 21 supporte aussi des barres 26, horizontales en position abaissée de travail, sur lesquelles viennent se fixer de manière réglable en translation le support 27 de déflecteur 6 et le support 28 de bouclier 7. Le déflecteur 6 et le bouclier 7 sont suspendus à leur support respectif 27,28 par des articulations réglables 29,30.

Les moyens d'éjection de fil 10 sont avantageusement du type qui est décrit dans le document FR-A-2 572 449, et sont supportés par les barres 26 du châssis relevable 21. Les fils éjectés proviennent de bobines disposées sur un cantre 31 supporté par le véhicule tracteur 20 : compte tenu de la quantité élevée de fil nécessaire, on peut prévoir d'installer sur le véhicule 20 plusieurs cantres : par exemple deux cantres latéraux 32 à l'avant et deux cantres latéraux 31 à l'arrière.

Revendications

1. Procédé de mise en place d'un sol renforcé constitué d'éléments particuliers et d'un liant, du type selon lequel on prélève le matériau particulier dans une couche de surface du sol à traiter, on introduit le liant (11) au sein du matériau particulier, et on dépose le matériau particulier et le liant sur le sol (1) à traiter, caractérisé en ce qu'on projette le matériau particulier, immédiatement après prélèvement, en pluie retombant sur le sol à traiter, et en ce qu'on introduit le liant (11) au sein de la pluie de matériau particulier.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on réalise sensiblement simultanément une pulvérisation et la projection en pluie du matériau en prélevant celui-ci au moyen d'un rotor (2) horizontal à pales (4) mordant dans le sol à traiter sur l'épaisseur (e) de ladite couche de sur-

face, animé d'un mouvement général de translation vers l'avant et rejettant par projection vers l'arrière le matériau prélevé dans ladite couche.

3. Dispositif de mise en place d'un sol renforcé constitué d'éléments particulaires et d'un liant, du type comportant :

des moyens (10) d'introduction du liant (11) au sein du matériau particulaire, 5

des moyens pour redéposer le matériau particulaire et le liant sur le sol à traiter, 10

caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (2) pour projeter le matériau particulaire, immédiatement après prélèvement, en pluie retombant sur le sol (1) à traiter, et en ce que les moyens (10) d'introduction du liant sont agencés pour introduire celui-ci au sein de la pluie de matériau particulaire. 15

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de prélèvement et de projection en pluie du matériau consistent en un rotor (2) horizontal à pales (4) agencé pour mordre dans le sol à traiter sur l'épaisseur de ladite couche de surface, des moyens (20) d'avancement étant prévus pour entraîner le rotor (2) dans un mouvement général de translation, et des moyens de rotation étant prévus pour entraîner le rotor (2) en rotation dans un sens lui permettant de rejeter en pluie vers l'arrière le matériau prélevé à l'avant. 20 25

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les pales (4) sont des aubes radiales sensiblement planes. 30

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que le rotor (2) coopère avec un bouclier (8) réglable limitant la portée de la projection de matériau par le rotor (2). 35

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que le rotor (2) coopère avec un déflecteur (7) réglable confinant vers le haut la projection de matériau par le rotor (2). 40

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 7, caractérisé en ce que le rotor (2) coopère avec un sabot (8) réglable servant de tremplin pour la projection de matériau par le rotor (2). 45

9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que le liant est un liant mécanique (11).

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que le liant mécanique (11) est constitué par au moins un élément linéaire continu de grande longueur. 50

55

R 88

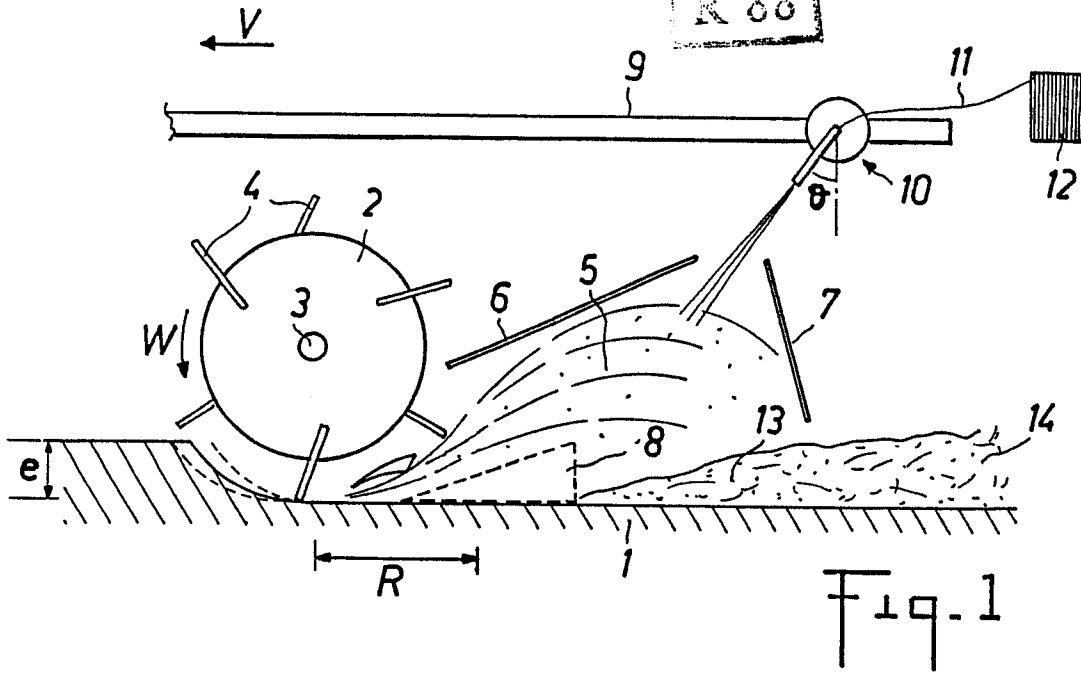


Fig. 3

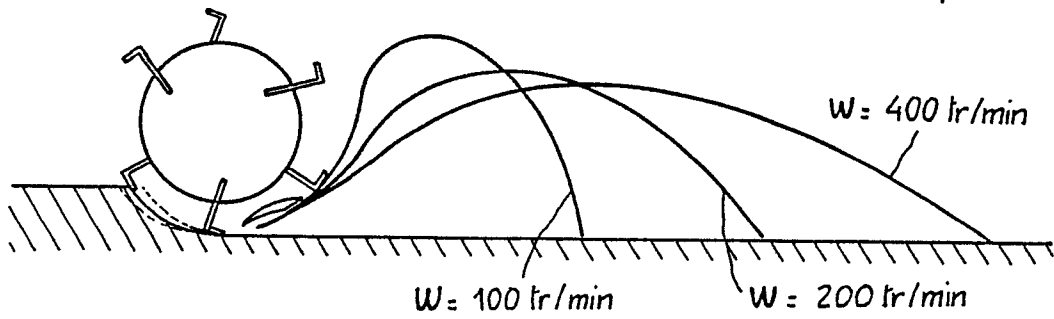


Fig. 4

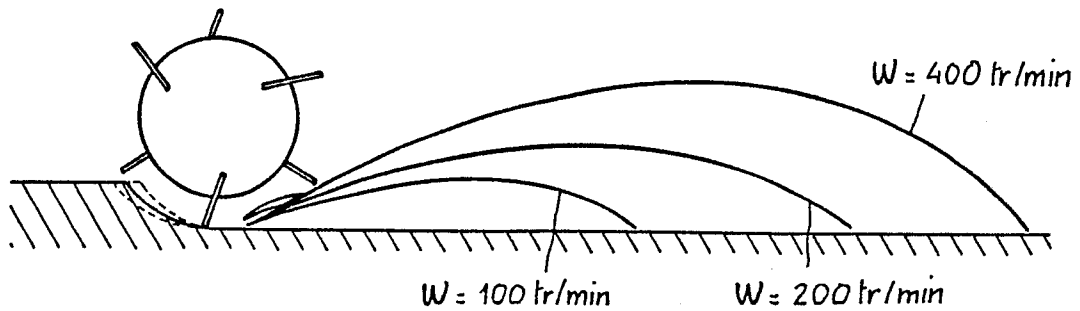


Fig. 2

