

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑪

N° 82 09918

⑤4 Procédé pour la fixation et/ou la stabilisation de sols.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl.³). E 02 D 3/12.

②2 Date de dépôt..... 8 juin 1982.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : DE, 10 juillet 1981, n° P 31 27 350.5.

④1 Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 14-1-1983.

⑦1 Déposant : RIBBERT Hans. — DE.

⑦2 Invention de : Hans Ribbert.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Cabinet Tony-Durand,
22, bd Voltaire, 75011 Paris.

La présente invention a pour objet un procédé pour la fixation et/ou la stabilisation de sols.

Il est connu que des sols instables, qui se trouvent par exemple dans des pentes d'éboulement ou dans des fouilles ou similaires, peuvent être fixés par injection dans ceux-ci d'une masse de ciment liquide à intervalles. On obtient de bons résultats avec cette technique d'injection. Dans certains cas, celle-ci est cependant insuffisante, car le fluide injecté sous pression s'échappe dans les régions considérées du sol, où la résistance à l'écoulement est faible. Ceci a pour conséquence que certaines parties fixées et rattachées de la surface de la terre ne sont pas pénétrées par la masse d'injection. Ces parties durcissent d'abord et des parties compactes de la surface de la terre peuvent au cours du temps, par suite de processus d'érosion, perdre leur solidité par imprégnation d'eau ou par des actions biologiques (acide humique), et deviennent instables. Ces régions non imprégnées par le matériau d'injection se révèlent de ce fait, à long terme, comme des sources de danger.

Pour éviter des instabilités dans de tels sols, qui ne sont pas appropriés à une imprégnation uniforme par un matériau injecté, on a jusqu'à présent retiré le sol inapproprié et on l'a remplacé par un autre. Notamment dans des fouilles, on enlevait ces sols à des profondeurs correspondantes, on les évacuait et on les remplaçait par des sols plus appropriés, par exemple par du gravier ou par de la pierraille. Déjà en raison des quantités considérables de matériau à transporter, ce procédé est contraignant et onéreux. En outre, il est peu satisfaisant pour l'environnement, car d'une part il faut évacuer et déposer un sol à bâtir inadapté à une fixation par injection, et d'autre part il faut déposer à un autre endroit un sol à bâtir approprié.

L'invention a donc pour but de réaliser un procédé pour le renforcement ou la stabilisation de sols, qui ne sont pas uniformément imprégnés par le liquide injecté au cours d'une injection, et qui permette un renforcement
5 complet du sol et puisse être réalisé sans échange de sol enlevé.

Suivant l'invention, ce procédé se caractérise par la succession des opérations suivantes :

- a) enlèvement d'une première section du sol
10 à renforcer et dépose du sol enlevé près de la zone à renforcer;
- b) aspersion du sol enlevé par un liquide se solidifiant rapidement;
- c) compression et damage du sol extrait, imbibé
15 du liquide;
- d) remplissage de la zone, d'où a été extrait le sol, par le sol imbibé encore humide;
- e) répétition des étapes a) à d).

Suivant une particularité, l'invention prévoit
20 que l'on utilise comme liquide de renforcement un ciment liquide avec addition de silicate.

La pression exercée sur le sol et le damage peuvent être exécutés au moyen de la pelle d'une pelleteuse.

Suivant une autre forme d'exécution de ce procédé,
25 pour le renforcement de sols en pente, on procède de la manière suivante :

- a) on creuse une fosse dans la direction de l'écoulement des eaux suivant différentes sections;
- b) on procède à une aspersion de la matière
30 extraite d'une section par un liquide qui se solidifie;
- c) on remplit à nouveau par fragments la fosse avec le sol imbibé;
- d) on installe des moyens de drainage sur le sol de la fosse renforcé;

e) on remplit complètement la fosse.

Suivant une caractéristique de l'invention, on dépose une couche de pierraille sur le sol renforcé de la fosse, et on installe des tubes de drainage sur ce sol renforcé.

Enfin, on peut en outre réaliser un ancrage par injection à différents endroits.

L'invention prévoit donc d'enlever un sol inapproprié suivant différentes sections, et de traiter et renforcer la matière d'une telle section extraite. Du fait que pour ainsi dire le sol à bâtir inapproprié est travaillé en petites portions, on peut exécuter ce procédé de traitement immédiatement au voisinage du chantier de construction ou, pour des fouilles ou fondements de grandes dimensions, également à l'intérieur du chantier de construction. De ce fait, on évite des transports sur de longues distances. Le sol à bâtir extrait à chaque fois est imprégné d'un liquide et soumis à une aspersion, ce liquide se solidifiant relativement vite. Différentes zones du sol à bâtir, qui sont rattachées de manière relativement solide sont divisées en plusieurs parties par compression et damage du sol extrait, et de ce fait aplanies. On obtient également une imprégnation uniforme de la totalité de la matière extraite par le liquide d'arrosage. La matière ainsi imprégnée est ensuite remplacée dans la fosse pour la remplir en partie ou en totalité en fonction des besoins.

On utilise de préférence un ciment liquide avec un additif de silicate comme liquide servant au renforcement du sol extrait.

Pour procéder à la compression et au damage du sol extrait, on peut mettre en oeuvre des machines correspondantes. Il est cependant plus simple et plus pratique de travailler le matériau extrait avec la pelle d'une

pelleteuse.

Le procédé selon l'invention présente plusieurs avantages. D'une part, grâce à l'extraction discontinue et au rechargement du sol extrait imprégné, on évite de
5 devoir mettre en place des étais onéreux et encombrants de la fouille ou de la fosse d'où a été extrait le sol. On évite ainsi un danger d'effondrement avec des moyens économiques.

Le trajet entre la fouille et le tas de terre
10 extrait déposé à côté est très court. Si, comme il est habituel dans l'état de la technique, on extrayait la totalité de la fouille et qu'on déposait à côté de celle-ci tout le sol à bâtir extrait, il s'en suivrait un plus long trajet de transport peu commode. La mise en oeuvre nécessaire
15 jusqu'à présent de camions pour le transport de la terre extraite et pour l'amenée des masses de terre échangées, n'est plus nécessaire.

La solidité souhaitée du sol peut être choisie d'une manière très exacte et précise, quand la quantité de
20 liquide de renforcement amené est déterminée. Avec la technique d'injection dans le sol utilisée habituellement jusqu'à présent, cela n'est pas possible sans plus, car la quantité de ciment injecté directement dans des sols difficiles s'écoule de manière incontrôlée, selon l'aptitude à
25 la réception que présente le sol dans le voisinage du trou d'injection.

Le procédé selon l'invention présente en outre l'avantage consistant dans le fait que, quand on remplit à nouveau la fouille ou les fondements avec la masse de terre
30 imprégnée extraite, le liquide s'infiltré dans la zone voisine de la fouille ou de la fosse ; de ce fait, le sol ramené dans la fouille est relié solidement avec la paroi de la fouille ou de la fosse.

Pour cette raison, le procédé selon l'invention est utilisé de façon particulièrement avantageuse pour la stabilisation de sols en pente.

Pour le renforcement de sols en pente, l'écoulement de l'eau, par exemple de l'eau de pluie, constitue en règle générale le plus grand problème. L'eau qui coule sur la surface du sol rend celui-ci instable et conduit à des glissements. Pour stabiliser un sol en pente on s'efforce donc corrélativement d'évacuer l'eau par drainage et de la
5 guider dans des voies contrôlées.
10

Dans ce but, on réalise habituellement des fosses dans la direction d'écoulement des eaux à intervalles réguliers. Dans ces fosses on dispose des tubes de drainage et on remplit ensuite ces fosses avec du béton à granulation unique
15 ou avec de la pierraille. L'eau se rassemble dans ces fosses et s'évacue par écoulement contrôlé, principalement dans les tubes de drainage.

Suivant les procédés connus, il faut d'abord évacuer la terre extraite de la fosse et étançonner celle-ci
20 avec des parois d'appui. De plus, il faut amener et mélanger une quantité non négligeable de béton, ce qui entraîne un supplément de coût.

Lorsqu'on met en oeuvre le procédé conforme à l'invention pour le renforcement et la stabilisation de
25 sols en pente, la nécessité de transporter le sol extrait de la fosse disparaît, et en outre le sol enlevé de la fosse lui-même est utilisé pour la réalisation du matériau renforcé, ce qui évite les frais du béton utilisé jusqu'à présent.

Lorsqu'on met en oeuvre le procédé conforme à
30 l'invention pour le renforcement et la stabilisation de sols en pente, on exécute également de la manière habituelle une fosse dans la direction de l'écoulement des eaux. A la différence des procédés connus jusqu'à présent, la terre extraite de la fosse, ou une partie de cette terre extraite,

est cependant arrosée d'un liquide de renforcement et on remplit ensuite à nouveau la fosse avec cette terre. Sur le sol de la fosse ainsi renforcé, on dépose de préférence une couche filtrante de pierraille. Cette couche de pierraille évite la mise en place de tubes de drainage, qui nécessite un travail intensif.

Dans cette mise en oeuvre du procédé selon l'invention, le liquide de la terre extraite imprégnée établit une liaison avec les zones des parois latérales après le remplissage en retour par la charge de sol, et cela conduit à une liaison unitaire extraordinairement stable.

En raison de la longueur limitée des bras de préhension des pelles mécaniques pour fosses, l'extraction du sol ne peut être réalisée que jusqu'à une profondeur déterminée. Si dans des sols en pente très dangereux la résistance du sol doit être encore renforcée, on peut en outre exécuter un ancrage par injection à de plus grandes profondeurs. Dans ce cas, le sol renforcé des fosses forme différentes surfaces de drainage en béton terreux, qui entre les ancrages par injection, constituent également des surfaces d'appui pour la matière en pente.

On décrira ci-après l'invention plus en détail en se référant aux dessins annexés qui en représentent plusieurs formes d'exécution non limitatives.

- Les figures 1 et 2 sont des vues en perspective illustrant le renforcement du sol d'une fouille.

- La figure 3 montre l'utilisation du procédé conforme à l'invention pour le renforcement de sols en pente.

La figure 1 montre schématiquement l'exécution du procédé selon l'invention. On creuse une fosse 2 au moyen d'une pelleuse mécanique 1. Le sol extrait 3 est

déposé au voisinage immédiat de la fouille ou fosse 2. Le sol extrait 3 est arrosé avec un ciment liquide 4 qui est amené jusqu'à l'emplacement des chantiers de construction dans un camion citerne 5. Avant ou pendant l'arrosage, le tas de terre extrait 3 est compressé ou damé, de telle sorte que différentes régions renforcées du sol extrait 3 se désagrègent, et que le ciment liquide 4 imprègne le sol extrait sur tout son pourtour. Ensuite la matière extraite et imprégnée est remplacée dans la fosse 2 qu'on remplit, pour former un sol solide dans celle-ci. Du fait qu'au cours du remplissage la prise du ciment liquide 4 n'est pas encore faite, ce ciment liquide peut imprégner les parois 7 de la fosse et assurer également une liaison solide avec celle-ci. Comme représenté à la figure 1, le sol extrait 3 est déposé et traité au voisinage immédiat de la fosse 2, de sorte qu'aucun transport particulier du sol extrait n'est nécessaire.

La figure 2 montre la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention dans des fouilles plus grandes, qui doivent être pourvues d'un sol solide. Le matériau du sol est extrait par la pelleteuse 1 qui se trouve à l'intérieur de la fouille 2, arrosée par du ciment liquide et l'excavation creusée est à nouveau remplie par le sol extrait. Le sol de la fouille 2 est extrait en différentes sections 10, 11, 12, 13 qui sont à nouveau remises en place.

Dans ces conditions le sol extrait de la section 13 d'excavation peut être déposé sur la section déjà renforcée 12 et traité de la manière déjà décrite.

La figure 3 montre la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention pour le renforcement et la stabilisation de sols en pente.

Une fosse 10 est creusée avec la pelleteuse mécanique 1. Une partie de la matière 3 extraite est arrosée et imprégnée par du ciment liquide 4. On redépose ce sol

- imprégné de ciment liquide sur le fond de la fosse au moyen de la pelleteuse 1, et on forme une couche renforcée 8. Sur cette couche de sol 8, on dispose une couche de pierraille 9 constituant un moyen de drainage. Sur cette
- 5 couche de pierraille 9 la terre extraite non traitée est répandue, de sorte que la fosse est à nouveau fermée. La couche de pierraille 9 située en profondeur constitue le moyen de drainage, par lequel le sol en pente peut être asséché avec certitude. Du fait qu'au dessous de la couche
- 10 de drainage 9 la couche de sol renforcée 8 est prévue, il n'y a pas à craindre que l'eau traversant la couche de pierraille 9 provoque une érosion du sol en pente, qui dans le cas contraire conduirait à des instabilités et au danger d'un glissement de terrain.
- 15 Entre les fosses, ou également dans les fosses, on peut prévoir un ancrage supplémentaire par injection, qui s'étend encore plus en profondeur dans le sol, et assure un renforcement accru de ce dernier.
- L'invention n'est pas limitée aux formes
- 20 d'exécution ci-dessus et peut comporter des variantes de réalisation.

REVENDICATIONS

1 - Procédé pour la fixation et/ou la stabilisation de sols, caractérisé par les étapes suivantes :

- a) extraction d'une première section du sol à renforcer et dépôt du sol extrait (3) au voisinage immédiat de la zone à renforcer,
- b) arrosage du sol extrait(3) par un liquide (4) se solidifiant rapidement,
- c) compression et damage du sol extrait (3) et imbibé du liquide,
- d) remise en place dans la zone à renforcer du sol extrait (3) imbibé et encore humide,
- e) répétition des étapes a) à d).

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise comme liquide de fixation un ciment liquide avec un additif de silicate.

3 - Procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la compression et le damage sont exécutées au moyen de la pelle (6) d'une pelleteuse (1).

4 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3 pour la fixation de sols en pente, caractérisé par les opérations suivantes :

- a) creusement d'une fosse (17) dans la direction d'écoulement des eaux en différentes sections,
- b) arrosage du sol extrait dans une section (8) par un liquide de renforcement,
- c) remplissage partiel de la fosse (17) par le sol imprégné de liquide,
- d) installation de moyens de drainage sur le sol renforcé (8) de la fosse,
- e) remplissage complet de la fosse.

5 - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on dépose une couche de pierraille(9) sur le sol

renforcé (8) de la fosse (17).

6 - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on dépose des tubes de drainage sur le sol renforcé de la fosse.

5 7 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'on exécute en outre, à différents endroits, un ancrage par injection.

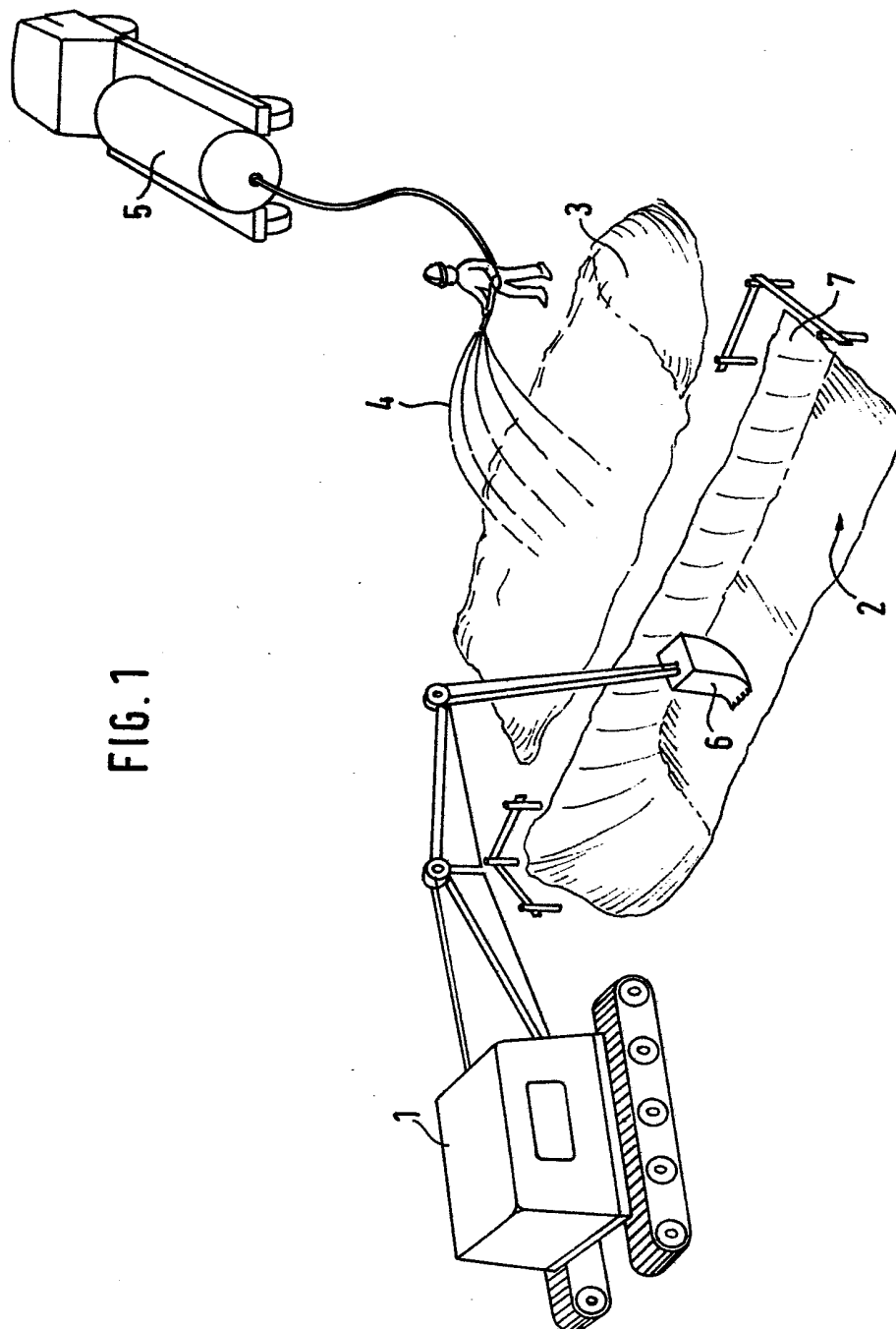


FIG. 1

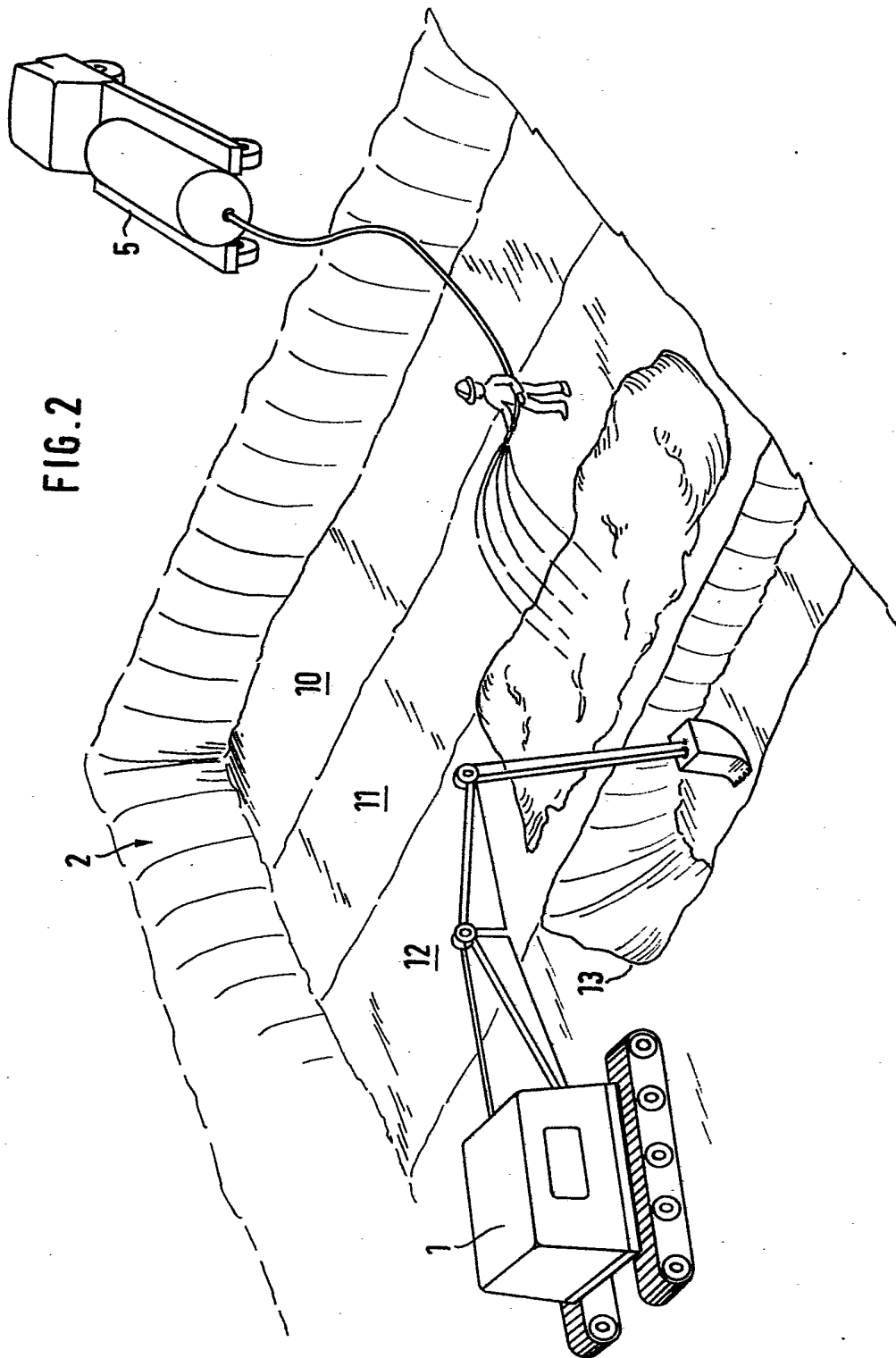


FIG. 3

