

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16.07.99.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 19.01.01 Bulletin 01/03.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : KELLER GRUNDBAU GMBH Gesells-
chaft mit beschränkter Haftung — DE.

72 Inventeur(s) : SEHER WINFRIED.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : NUSS.

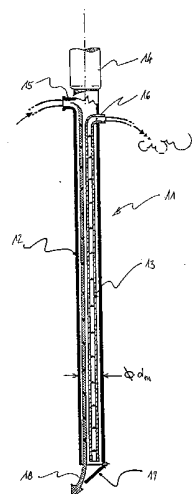
54 PROCEDE D'AMELIORATION DE SOLS AU MOYEN DE COLONNES DE CHAUX.

57 L'invention concerne un procédé d'amélioration de
sols par inclusion d'un liant sec au moyen d'un tube de fon-
çage (11) préalablement enfoncé dans le sol qui présente
un tube d'enveloppe cylindrique (12), un tube intérieur (13)
s'étendant longitudinalement dans le tube d'enveloppe (12)
et un clapet (17) situé à l'extrémité inférieure du tube d'en-
veloppe (12), comprenant les étapes successives
suivantes:

le tube de fonçage (11) est enfoncé verticalement dans
le sol jusqu'à une profondeur prédéterminée, avec le clapet
(17) fermé,

le liant sec est alimenté à l'intérieur du tube d'enveloppe
(12), tandis qu'en même temps l'air est évacué depuis l'ex-
trémité inférieure du tube d'enveloppe (12) par l'intermédiaire
du tube intérieur (13),

une fois le tube d'enveloppe (12) rempli jusqu'à une hau-
teur partielle de liant sec, le clapet (17) étant ouvert et l'ap-
port de liant sec se poursuivant, le tube de fonçage (11) est
retiré du sol, et une colonne de liant sec est ainsi formée
dans le sol.



DESCRIPTION

La présente invention concerne un procédé d'amélioration de sols par inclusion d'un liant sec au moyen d'un tube de fonçage préalablement enfoncé dans le sol qui présente un tube d'enveloppe cylindrique, un tube
5 intérieur s'étendant longitudinalement dans le tube d'enveloppe et un clapet situé à l'extrémité inférieure du tube d'enveloppe. L'invention concerne en outre un dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé.

On connaît différents procédés d'amélioration de sols selon lesquels les liants sont injectés à différentes profondeurs dans le sol à partir de
10 tubes d'injection enfoncés dans le sol. On connaît en outre des procédés de fabrication de poteaux en béton coulé sur place, selon lesquels un tube de fonçage, enfoncé vide dans le sol avec en bas un clapet fermé, est rempli de béton puis retiré avec le clapet ouvert, en produisant ainsi le poteau en béton coulé sur place. On peut se référer à ce sujet au document CH-C 538 573 et au
15 document DE 41 37 541 A1.

La présente invention a pour but de fournir un procédé d'amélioration de sols qui permette d'améliorer de façon durable aussi bien des remblais que des couches de formes de sols. La solution consiste en un
20 procédé comprenant les étapes successives suivantes : le tube de fonçage est enfoncé verticalement dans le sol jusqu'à une profondeur prédéterminée, avec le clapet fermé ; le liant sec est alimenté à l'intérieur du tube d'enveloppe, tandis qu'en même temps l'air est évacué depuis l'extrémité inférieure du tube d'enveloppe par l'intermédiaire du tube intérieur ; une fois le tube d'enveloppe rempli jusqu'à une hauteur partielle de liant sec, le clapet étant ouvert et
25 l'apport de liant se poursuivant, le tube de fonçage est retiré du sol, et une colonne de liant sec est ainsi formée dans le sol. Le remplissage du tube d'enveloppe s'effectue notamment jusqu'à mi-hauteur, avant qu'il soit retiré. L'air peut être pendant ce temps évacué par aspiration du tube d'enveloppe par l'intermédiaire du tube intérieur, tant que le liant se trouve dans un état
30 fluidisé, fortement enrichi en air.

Le dispositif selon l'invention comprend un tube de fonçage constitué d'un tube d'enveloppe cylindrique, d'un tube intérieur s'étendant longitudinalement dans le tube d'enveloppe et d'un clapet disposé à l'extrémité
35 inférieure du tube d'enveloppe ; selon ce dispositif, le tube d'enveloppe se termine à son extrémité supérieure par un dispositif pour refouler le liant sec, et

le tube intérieur se termine à son extrémité inférieure librement dans le tube d'enveloppe et, à son extrémité supérieure, sort du tube d'enveloppe et communique avec l'environnement. Le tube intérieur peut être notamment relié à une soufflante aspirante pour évacuer l'air du tube d'enveloppe par aspiration. Éventuellement, on peut prévoir un compresseur d'air ou une soufflante pour refouler le liant sec dans le tube d'enveloppe avec de l'air comprimé comme fluide porteur.

Lors de l'application du procédé selon l'invention, il est notamment prévu qu'on marque au préalable sur la surface du sol une trame de quadrillage, ayant une dimension de quadrillage de 15 à 100 cm notamment, chaque point de trame déterminant la position d'une colonne. Le diamètre extérieur du tube d'enveloppe correspond sensiblement au diamètre final des colonnes individuelles, qui est notamment de 100 à 200 mm. Après avoir préalablement porté une trame de quadrillage sur la surface du sol, on réalise à chaque point de trame les manipulations suivantes. Le tube de fonçage, avec le clapet fermé, est enfoncé dans le sol au moyen d'appareils de manipulation connus, par exemple par vibrofonçage ou par battage, jusqu'à ce que son extrémité inférieure ait atteint la profondeur requise, l'extrémité supérieure dépassant encore de la surface du sol. A l'atteinte de la profondeur finale, du liant sec est introduit dans le tube d'enveloppe, l'air pouvant en même temps s'échapper ou encore être aspiré par l'intermédiaire du tube intérieur. L'introduction du liant sec peut s'effectuer au moyen d'une pompe appropriée ou d'une soufflante, de l'air comprimé servant alors de fluide porteur. L'air comprimé peut aussi être pulsé. Par l'intermédiaire du tube intérieur, l'air comprimé doit être détendu ou encore éventuellement aspiré pour compacter le liant sec, l'aspiration conjointe de liant lui-même dans une mesure notable devant être évitée. Lorsque le tube d'enveloppe est rempli au moins jusqu'à hauteur partielle, par exemple jusqu'à la moitié du tube, il est retiré lentement du sol vers le haut, le clapet s'ouvrant alors automatiquement ou étant ouvert par commande forcée, et le liant sec restant dans le sol sous forme de colonne de relativement faible diamètre. Ensuite, le dispositif est déplacé sur un autre point de trame du quadrillage, et le processus est répété. Il est particulièrement avantageux d'utiliser comme liant sec de la chaux et/ou du ciment.

Le mode d'action des colonnes de chaux et/ou de ciment, c'est-à-dire de colonnes de liants hydrauliques secs, se traduit dans le cas de la chaux

vive CaO par :

- une réaction d'hydratation (formation de $\text{Ca}(\text{HO}_2)$), pouvant être fortement exothermique et se traduisant par une diminution de la teneur en eau du sol ;
- 5 - une modification des propriétés géotechniques du sol par apports d'ions Ca et floculation des particules argileuses, se traduisant par une augmentation de la résistance au cisaillement et une diminution de la compressibilité ;
- une modification de la structure de l'argile par formation d'aluminates et
10 de silicates de calcium hydratés.

En cas d'utilisation de ciment, les effets sont moins prononcés. En revanche, la réaction en présence d'eau est beaucoup plus rapide. Afin de combiner les deux effets, on peut élaborer des mélanges de chaux et de ciment.

15 Le rôle du tube de fonçage présente plusieurs aspects, à savoir le refoulement du sol pour former une empreinte lors de l'enfoncement du tube de fonçage, puis l'apport de la chaux ou du ciment dans l'empreinte, avec en même temps le tubage provisoire de l'empreinte dans le sol, et enfin la formation de la colonne de liant dans le sol, en remontant le tube de fonçage.

20 Le tube de fonçage peut être remonté de façon continue ou par étapes, suivant une vitesse prédéterminée, la vitesse de remontée devant être adaptée à la vitesse de l'apport éventuellement poursuivi de liant.

Le tube de fonçage est habituellement accroché à la jumelle d'un véhicule à chenilles, dont les coulissex sont pourvus de moyens de fonçage.

25 Le conducteur du véhicule à chenilles peut surveiller et commander l'inclinaison de la jumelle, la profondeur d'enfoncement et le débit d'apport de chaux ou de ciment.

L'invention va être maintenant décrite plus en détail à l'aide des dessins annexés, dans lesquels :

30 la figure 1 représente en coupe verticale un tube de fonçage selon l'invention ;

la figure 2 représente une première phase du procédé selon l'invention,
la figure 3 représente

- a) une deuxième phase,
- 35 b) une troisième phase,

c) une quatrième phase

du procédé selon l'invention, chaque fois avec un véhicule à chenilles à jumelles,

la figure 4 représente des éléments d'équipement du dispositif selon l'invention.

5 La figure 1 représente un tube de fonçage 11 selon l'invention en position verticale, prête à l'utilisation. Ce tube de fonçage comprend un tube d'enveloppe cylindrique 12 et un tube intérieur 13 de diamètre inférieur, qui s'étend longitudinalement dans le tube d'enveloppe, est ouvert en bas et se
10 termine librement à faible distance de l'extrémité du tube d'enveloppe 12. Les moyens pour maintenir le tube intérieur 13 dans le tube d'enveloppe 12 ne sont pas représentés ici, pour simplifier. Le tube de fonçage 11 possède à l'extrémité supérieure une partie de tête 14, qui sert de prise pour un dispositif de fonçage. En dessous de la partie de tête 14, le tube d'enveloppe 12
15 possède un premier raccord latéral 15, par lequel du liant sec est injecté dans le tube d'enveloppe. Le tube intérieur 13 possède à l'extrémité supérieure, en dessous de la partie de tête 14, un raccord coudé 16 qui traverse la paroi du tube d'enveloppe et par lequel de l'air refoulé du tube d'enveloppe 12 peut s'échapper, ou de l'air peut être évacué par aspiration du tube intérieur 13 et
20 donc du tube d'enveloppe 12, comme suggéré par des symboles. A l'extrémité inférieure, le tube d'enveloppe possède un clapet 17, qui peut obturer le tube d'enveloppe lors de son enfoncement dans le sol, tandis qu'il peut s'ouvrir automatiquement lorsque le tube de fonçage est retiré du sol, de sorte qu'un flux de liant sec, qui est suggéré par une flèche 18, peut s'échapper du tube
25 d'enveloppe. Le diamètre extérieur du tube d'enveloppe est désigné d_m .

La figure 2 représente en perspective, de façon symbolisée et partielle, une surface de sol sur laquelle est représentée une trame de quadrillage 21, dont les croisements sont mutuellement éloignés, dans deux directions mutuellement perpendiculaires, de la même distance standard a . Sur
30 une partie des points de trame, on peut voir des colonnes 22 déjà achevées, dont deux sont représentées en coupe verticale ; elles possèdent un diamètre de colonne d_s .

La figure 3 représente une coupe verticale à travers une couche supérieure du sol. Un véhicule à chenilles 32 se trouve sur la surface 31 du
35 sol. Il possède une jumelle 33 verticalement dressée, pourvue d'un coulisseau

34. Un tube de fonçage 11, qui a déjà été décrit plus haut, est fixé sur le coulisseau 34. Une conduite souple 35 mène au véhicule à chenilles et s'étend jusqu'à l'extrémité supérieure du tube de fonçage 11.

Sur la figure 3a, on peut reconnaître cinq colonnes achevées 22.

- 5 Pour former une colonne supplémentaire, le tube de fonçage est foncé ou battu en ligne droite à la distance de quadrillage, comme l'indique une flèche verticale.

Une autre flèche indique la direction générale d'avancement du véhicule à chenilles pour le travail.

- 10 Sur la figure 3b, le tube de fonçage 11 est foncé ou battu jusqu'à la profondeur à laquelle se terminent les colonnes achevées 22. Dans cette position, la phase de travail suivante commence, par le fait que, par l'intermédiaire de la conduite 35, du liant sec est maintenant injecté dans le tube de fonçage, tandis que l'air peut en même temps s'échapper à l'extrémité supérieure.
- 15

- La figure 3c représente la phase suivante de réalisation d'une colonne, peu avant son achèvement. Le tube de fonçage 11 est, comme l'indique une flèche, retiré du sol dans une large mesure. Le clapet à l'extrémité inférieure du tube de fonçage étant ouvert, une colonne supplémentaire 22 est pratiquement achevée par l'écoulement du liant sec.
- 20

- La figure 4 représente les appareillages pour l'alimentation de la conduite 35. Plus en détail, la figure représente un silo 41 pour le stockage de liant sec, à partir duquel le liant est, au moyen d'un convoyeur à vis 42, pourvu d'un moteur d'entraînement 43, délivré dans une trémie de chargement 44 d'une pompe de dosage 45. Un compresseur d'air 46 est raccordé à la pompe de dosage 45 ; il produit de l'air comprimé comme fluide porteur pour le liant, qui est ensuite refoulé vers le tube de fonçage par l'intermédiaire de la conduite 35.
- 25

REVENDICATIONS

1. Procédé d'amélioration de sols par inclusion d'un liant sec au moyen d'un tube de fonçage (11) préalablement enfoncé dans le sol qui présente un tube d'enveloppe cylindrique (12), un tube intérieur (13) s'étendant longitudinalement dans le tube d'enveloppe (12) et un clapet (17) situé à l'extrémité inférieure du tube d'enveloppe (12), comprenant les étapes successives suivantes :

le tube de fonçage (11) est enfoncé verticalement dans le sol jusqu'à une profondeur prédéterminée, avec le clapet (17) fermé,
le liant sec est alimenté à l'intérieur du tube d'enveloppe (12), tandis qu'en même temps l'air est évacué depuis l'extrémité inférieure du tube d'enveloppe (12) par l'intermédiaire du tube intérieur (13),
une fois le tube d'enveloppe (12) rempli jusqu'à une hauteur partielle de liant sec, le clapet (17) étant ouvert et l'apport de liant se poursuivant, le tube de fonçage (11) est retiré du sol, et une colonne (22) de liant sec est ainsi formée dans le sol.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tube d'enveloppe (12) est rempli au moins jusqu'à mi-hauteur, avant d'être retiré.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'air est évacué par aspiration du tube d'enveloppe (12) par l'intermédiaire du tube intérieur (13).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le liant sec est injecté dans le tube d'enveloppe (12) avec de l'air comprimé comme fluide porteur.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on marque au préalable sur la surface du sol une trame de quadrillage (21), chaque point de trame déterminant la position d'une colonne (22).

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les lignes de trame sont marquées à une distance mutuelle identique, comprise entre 15 et 100 cm.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les colonnes (22) sont produites avec un diamètre de 100 à 200 mm.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7,

caractérisé en ce qu'on utilise comme liant sec de la chaux ou du ciment, ou des mélanges chaux/ciment.

5 **9.** Dispositif d'amélioration de sols par inclusion d'un liant, comprenant un tube de fonçage (11) qui présente un tube d'enveloppe cylindrique (12), un tube intérieur (13) s'étendant longitudinalement dans le tube d'enveloppe (12) et un clapet (17) disposé à l'extrémité inférieure du tube d'enveloppe (12), selon lequel le tube d'enveloppe (12) se termine à son extrémité supérieure par un dispositif pour refouler le liant sec, et le tube intérieur (13) se termine à son extrémité inférieure librement dans le tube d'enveloppe (12) et, à son extrémité supérieure, sort du tube d'enveloppe (12) et communique avec l'environnement.

10 **10.** Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il est prévu un compresseur d'air (46) ou une soufflante pour refouler le liant sec dans le tube d'enveloppe (12) avec de l'air comprimé comme fluide porteur.

15 **11.** Dispositif selon la revendication 9 ou 10, caractérisé en ce qu'une soufflante aspirante est reliée à l'extrémité supérieure du tube intérieur (13) pour évacuer l'air du tube d'enveloppe (12) par aspiration.

20 **12.** Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, caractérisé en ce que le tube de fonçage (11) est fixé sur une des jumelles (33) d'un véhicule à chenilles (32).

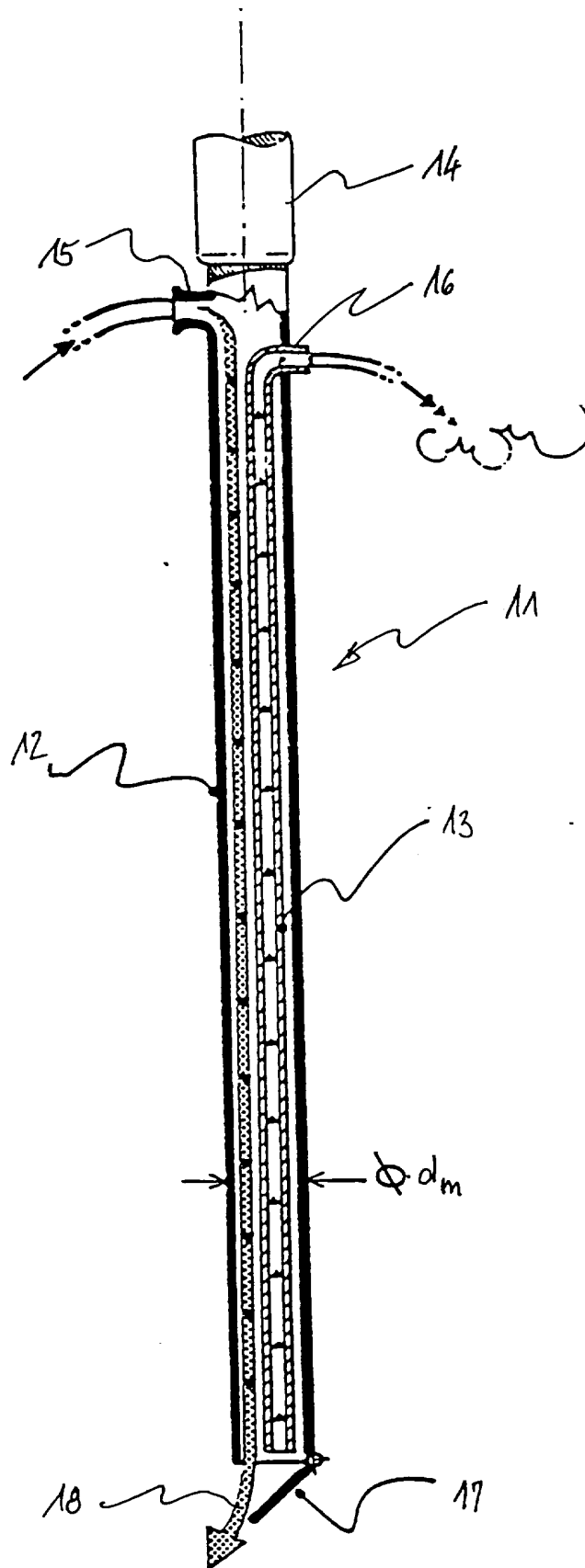
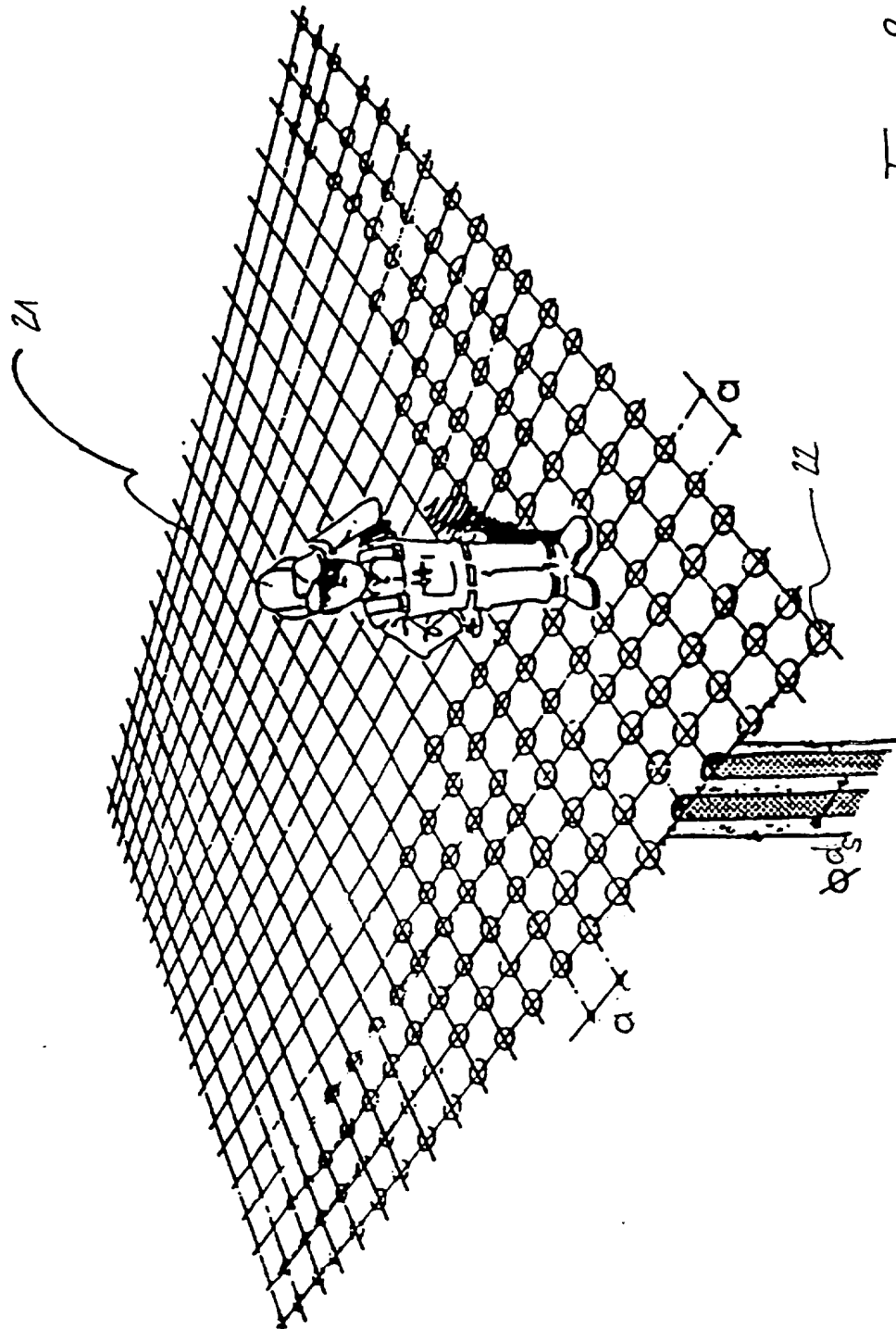
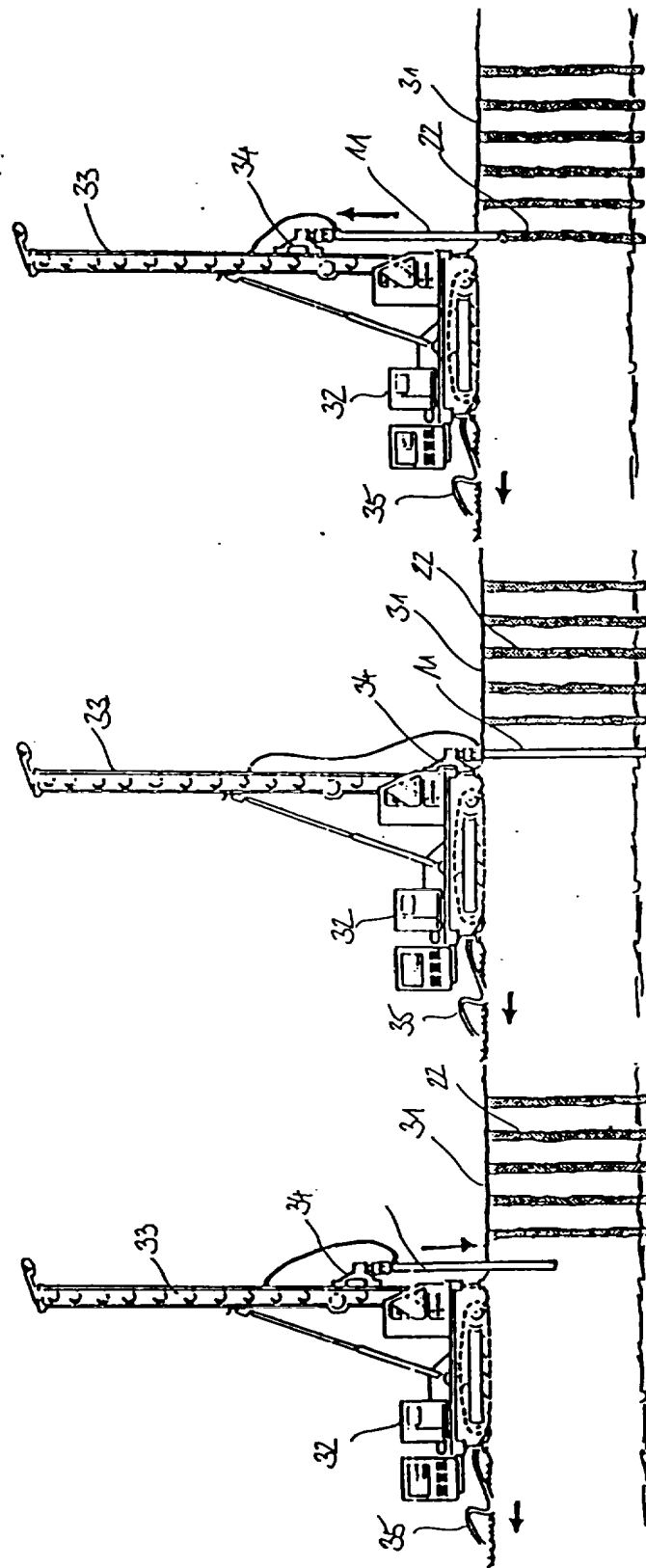


FIG. 1

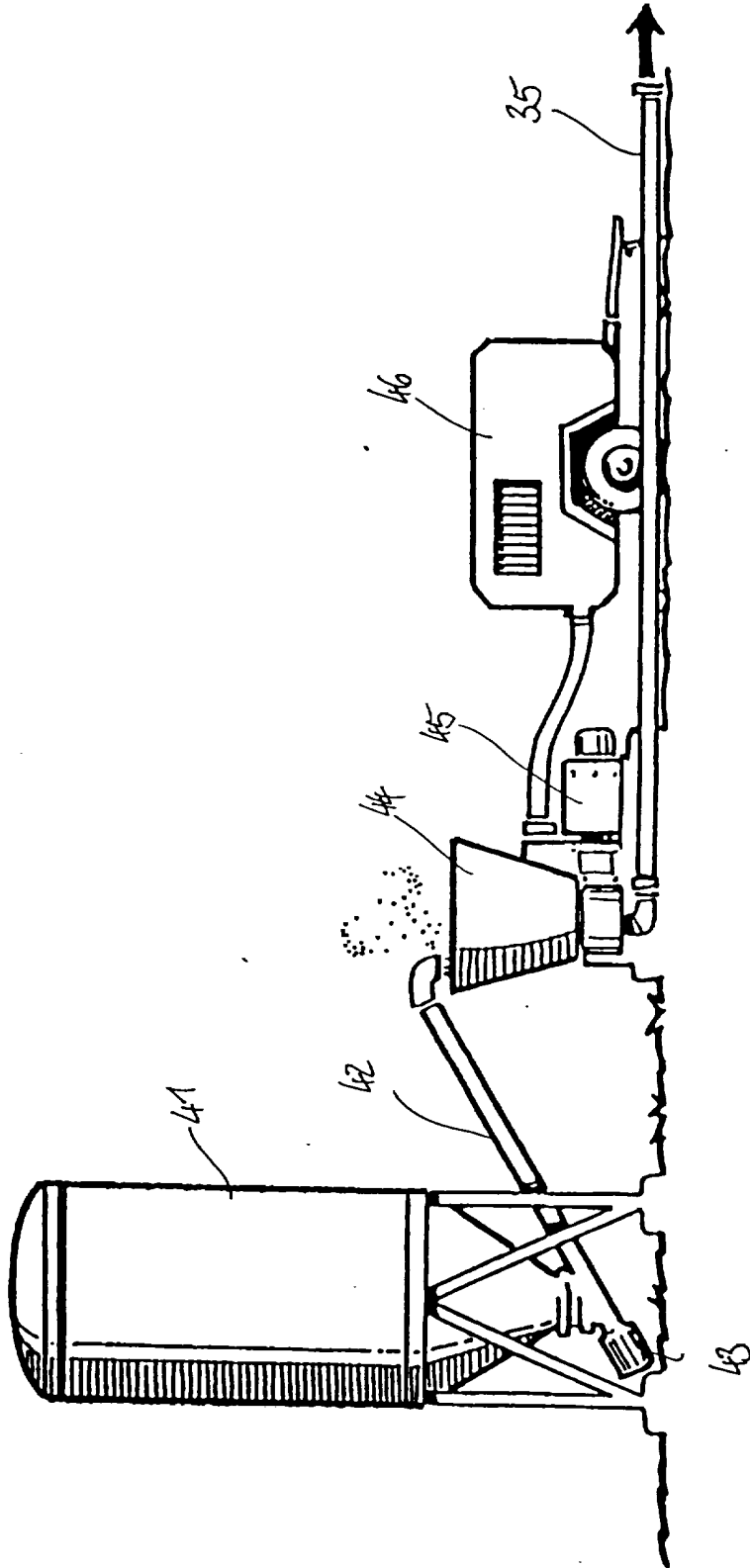
FIG. 2





30

FIG. 4



INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 574767
FR 9909376

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 090 (M-803), 2 mars 1989 (1989-03-02) & JP 63 284308 A (HAZAMA GUMI LTD), 21 novembre 1988 (1988-11-21)	9
Y	* abrégé *	10,12
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 02, 29 février 1996 (1996-02-29) & JP 07 279153 A (NAKATOMI KURIMOTO; OTHERS: 01), 24 octobre 1995 (1995-10-24) * abrégé *	10
Y	EP 0 903 440 A (KELLER GRUNDBAU GMBH) 24 mars 1999 (1999-03-24) * colonne 4, ligne 26 - colonne 5, ligne 12; figure 1 *	12
A	DE 41 25 576 A (GUDEHUS) 4 février 1993 (1993-02-04) * colonne 1, ligne 25-57; figure 1 *	1,4,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 03, 31 mars 1997 (1997-03-31) & JP 08 311857 A (HATSUYOU KENSETSU KK), 26 novembre 1996 (1996-11-26) * abrégé *	8
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.7)
		E02D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
9 mars 2000		Kergueno, J
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou antère-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		