

ROYAUME DE BELGIQUE

# BREVET D'INVENTION



SPF ECONOMIE, P.M.E.,  
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE PUBLICATION : 1016355A3

NUMERO DE DEPOT : 2004/0367

Classif. Internat. : E01B E02D

Date de délivrance le : 05 Septembre 2006

**Le Ministre de l'Economie,**

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété intellectuelle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 26 Juillet 2004 à 14H15 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

## ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : KELLER GRUNDBAU GmbH  
Kaiserleistrasse 44, D-63067 OFFENBACH/MAIN(DEUTSCHLAND)

représenté(e)(s) par : CLAEYS Pierre, GEVERS & VANDER HAEGHEN, Holidaystraat 5, - B 1831 DIEGEM.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : STABILISATION D'UNE COUCHE MOLLE.

INVENTEUR(S) : Trunk Ulrich, Ahornallee 24, D-16548 Glienicker (DE); Schneider Albert, Am Südstrand 68, D-26382 Wilhelmshaven (DE); Völzke Burghardt, Eichenweg 24, D-22941 Bargteheide(DE); Zimmermann Kai-Uwe, Brandenburgische Strasse 127, D-14621 Schönwalde (DE)

PRIORITE(S) 24.07.03 DE DEA10333613

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

**Pour expédition certifiée conforme**

**DRISQUE S.**  
Conseiller

Bruxelles, le 05 Septembre 2006  
PAR DELEGATION SPECIALE :

**S. DRISQUE**  
Conseiller

**"STABILISATION D'UNE COUCHE MOLLE"**

La présente invention se rapporte à un procédé de stabilisation de sol pour un sol présentant, sous au moins une couche de sol supérieure à grande force portante, une couche molle à faible portance et à grande déformabilité. De telles couches peuvent par exemple être des couches de tourbe à haute teneur en eau.

Il existe de nombreux procédés de stabilisation de sols dans lesquels, à partir de la surface du sol, on fonce dans le sol des colonnes en matériau d'apport, qui pénètrent la couche meuble sous-jacente et vont s'appuyer sur une couche portante plus solide. Les colonnes correspondantes servent ici à transmettre la charge de la surface du sol, au travers de la couche meuble, jusque dans la zone de sol résistante. En outre, l'introduction du matériau d'apport des colonnes apporte une stabilisation du sol. Des colonnes du type abordé ici peuvent être des colonnes ballastées, qui sont d'abord vibrées dans le sol au moyen de vibreurs à sas et produites par retrait du vibreur à sas. On peut envisager comme matériaux pour ces colonnes des gravillons, du mortier ou du sable.

D'autres types de colonnes sont réalisés par mélange du sol à des additifs liquides durcissables, comme des suspensions de ciment, le mélange pouvant être fait par action de jets de coupe haute pression ou par brassage mécanique. Le tassemement du sol demeure ici faible.

Des procédés de réalisation de colonnes ballastées du type mentionné ici sont par exemple décrits dans les documents DE 101 08 602 A1, DE 101 33 122 A1 et DE 101 45 288 A1 de la déposante.

On connaît par le document DE 195 18 830 A1, pour stabiliser le sous-sol en des endroits discrets, l'enlèvement d'une région en forme de colonne de matière de sol insuffisamment résistante, le placement dans le trou évidé d'un manteau en matériau résistant à la

- 2 -

traction, le remplissage du manteau au moyen de matériau granulaire portant et le compactage sur place. On peut ensuite épandre sur ce substrat un remblai de matériau relativement peu résistant.

L'invention a pour but de procurer un procédé pour la  
5 stabilisation d'une couche molle sous-jacente, qui soit d'une exécution économique et fournit en particulier de meilleures propriétés du sol en ce qui concerne les charges dynamiques. La solution consiste en ce que l'on réalise dans la couche molle des colonnes verticales constituées d'un mélange de la matière du sol et d'un matériau d'apport, s'étendant  
10 essentiellement sur l'épaisseur de la couche molle, la au moins une couche de sol supérieure plus résistante étant laissée essentiellement inchangée, c'est-à-dire que ladite couche molle est essentiellement enjambée ou pontée par ces éléments de stabilisation du sol en colonnes, ceci aux fins de transfert de charge, les éléments de  
15 stabilisation du sol pouvant aboutir jusque dans les couches résistantes sus- et sous-jacentes. Les éléments en colonnes essentiellement cylindriques peuvent être configurés à distance les uns des autres ou de manière contiguë ou pénétrante. S'il ne se produit pas un sensible tassement du sol par suite de la stabilisation du sol par le matériau  
20 d'apport, les éléments en colonnes présentent, sous une charge dynamique, un effet porteur de type poteau.

Le procédé selon l'invention est appliqué selon le principe de compactage du sol ou du Deep Soil Mixing dans la couche molle. Dans une forme de réalisation préférée, la fraction volumique des  
25 colonnes dans la couche molle est de 20 à 100%, en particulier de 50 à 60%.

Les colonnes présentent, dans la couche molle, un diamètre qui est de préférence de 500 à 1000 mm, en particulier de 600 à 800 mm.

30 Selon une première alternative, les colonnes peuvent être

- 3 -

réalisées par incorporation d'un liant sec tel que la chaux et/ou du ciment dans le sol. Alternativement, les colonnes peuvent être produites par incorporation de mortier ou d'une suspension telle qu'une suspension de ciment ou de ciment - chaux.

5 De préférence, la résistance des colonnes vis-à-vis d'une charge d'aplomb, à savoir en direction verticale, est ajustée à un maximum de dix fois, en particulier de trois à cinq fois la résistance du sol dans la couche molle, où la fraction de matériau d'apport est ajustée en conséquence.

10 Pour limiter à la couche molle la stabilisation du sol et laisser intactes les couches de sol supérieures, il est proposé de réaliser les colonnes au moyen d'un outil réglable, capable de traverser les couches de sol supérieures solides avec un petit diamètre et de réaliser les colonnes par compactage du sol avec un grand diamètre de travail.  
15 Un tel outil est fabriqué et utilisé par Chemical Grout, Japon, sous la dénomination Swing I.

Pour un compactage additionnel du sol dans les zones surplombant la couche molle, il est proposé d'incorporer aux couches de sol ou au remblai se trouvant au-dessus de la couche molle des 20 colonnes ballastées, celles-ci pouvant aussi être réalisées en pieux à gaine géoplastique. On peut aussi réaliser un revêtement supérieur en bandes de géotextile.

Le résultat d'une mesure de stabilisation du sol selon l'invention est illustré aux dessins qui suivent. Ils montrent:

- 25 Fig. 1 une coupe verticale d'une zone de sol stabilisée avec remblai aménagé par-dessus,  
Fig. 2 une coupe transversale dans le sol et le remblai selon la Fig. 1, dans deux plans de coupe.

La Fig. 1 montre un sol naturel 11 avec épandage de 30 remblai 12 aménagé par-dessus de même qu'un ballast pour deux files

- 4 -

de rails, en coupe verticale transversale dans le remblai. Le sol naturel 11 comprend une couche supérieure 15 plus résistante constituée de sable, une couche sous-jacente 16 à moindre résistance et grande déformabilité, constituée ici de tourbe, et une couche inférieure 17 qui 5 possède à nouveau une bonne résistance et est à nouveau constituée de sable. L'épandage de remblai 12 est constitué d'une couche inférieure 18 de gravillons, surmontée de couches de protection (couche de plateforme de voie, couche de protection contre le gel) et d'un cailloutis 20 et d'un ballast de voie 22, dans lequel sont noyées des traverses de 10 voie 21<sub>1</sub>, 21<sub>2</sub>. Sur l'une des files de voie 14<sub>1</sub>, 14<sub>2</sub> est dessiné un profil de véhicule, sur le côté du remblai d'épandage deux mâts pour caténaires ou signalisation 23<sub>1</sub>, 23<sub>2</sub>. Au centre du ballast est encastré un lit à ballast 24.

La couche molle 16 de tourbe est munie d'un compactage / 15 stabilisation de sol constitué de colonnes verticales 31 en sol stabilisé par un liant, en particulier du ciment, disposées en réseau rectangulaire, les colonnes 31 étant pratiquement tangentes, c'est-à-dire que, pour un diamètre de colonnes de 800 mm, la distance entre les centres des colonnes est également d'environ 800 mm. Dans l'agencement de 20 colonnes représenté ici, la fraction volumique est de rr/4, c'est-à-dire environ 78%. Etant donné qu'il se produit un mélange du liant incorporé ou de la suspension de liant incorporée avec le sol, le tassement du sol lié à la stabilisation est faible. On peut aussi utiliser d'autres formes d'agencements que celle montrée ici, c'est-à-dire que les colonnes 25 peuvent aussi être placées à distance les unes des autres ou en interpénétration.

Les colonnes 31 s'étendent en profondeur sur la totalité de la zone de la couche molle 16, et ne pénètrent que de manière limitée les couches sus- et sous-jacentes 15, 17 plus résistantes. La couche de 30 sol supérieure 18 et les couches de remblai 18, 19, 20 sont, lors de la

- 5 -

réalisation de la stabilisation du sol dans la couche molle, traversées pratiquement sans altération.

Dans l'exemple de réalisation illustré sont incorporées, dans la couche de sol 15 et la couche de remblai 12 surmontant la 5 stabilisation du sol par les colonnes 31, des colonnes ballastées en gravillons 33 renforcée d'une gaine de géoplastique 32 ou d'une gaine de géotreillis. Elles sont disposées en un réseau rectangulaire d'une taille de maille de 1,80 m ou 2 m pour un diamètre de colonne essentiellement similaire à celui des colonnes de ciment. Ces colonnes 31 peuvent être 10 réalisées de manière en soi connue, en ce qu'un vibreur à sas recouvert d'un boyau textile est enfoncé en vibrant dans le sol, puis est retiré et produit une colonne de gravillons ballastée. On peut aussi opérer d'abord des forages, dans lesquels on introduit des boyaux textiles qui sont ensuite remplis par un vibreur à sas. La réalisation de telles colonnes 15 ballastées est abondamment décrite.

La stabilisation pour la reprise verticale des charges d'aplomb dynamiques par la couche molle peut, dans de nombreux cas, être réalisée par le procédé de stabilisation de la couche molle 16 avec les seules colonnes précitées 31.

## Liste des références

- 11 sol naturel
- 12 épandage de remblai
- 5 13 ballast
- 14 file de rails
- 15 couche portante
- 16 couche molle
- 17 couche portante
- 10 18 couche d'empierrement inférieure
- 19 couche de protection
- 20 couche de ballast
- 21 traverse de voie
- 22 ballast de voie
- 15 23 Mât
- 24 lit à ballast
- 31 colonne de ciment
- 32 gaine géoplastique
- 33 colonne ballastée en gravillons

**REVENDICATIONS**

1. Procédé de stabilisation d'un sol (11) présentant, sous au moins une couche de sol supérieure (15) supérieure à grande force portante, une couche molle (16) à faible portance et à grande déformabilité, caractérisé en ce que dans la couche molle (16) sont incorporées des colonnes verticales (31), qui s'étendent sur l'épaisseur de la couche molle, la au moins une couche de sol supérieure (15) à grande force portante étant laissée pratiquement inchangée.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fraction volumique des colonnes (31) dans la couche molle (16) est de 20 à 100%, en particulier de 40 à 60%.
- 15 3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les colonnes (31) ont un diamètre de 500 à 1000 mm, en particulier de 600 à 800 mm.
- 20 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les colonnes (31) sont réalisées par incorporation d'un liant sec tel que de la chaux et/ou du ciment dans le sol (Deep Soil Mixing).
- 25 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les colonnes (31) sont réalisées par incorporation de mortier ou d'une suspension telle qu'une suspension de ciment ou une suspension de ciment - chaux.
- 30 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les colonnes (31) sont réalisées au moyen d'un outil réglable, capable de traverser la couche supérieure (15) avec un petit diamètre et de produire les colonnes (31) par mélange avec le sol, avec un grand diamètre.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que dans la couche de sol supérieure (15)

- 8 -

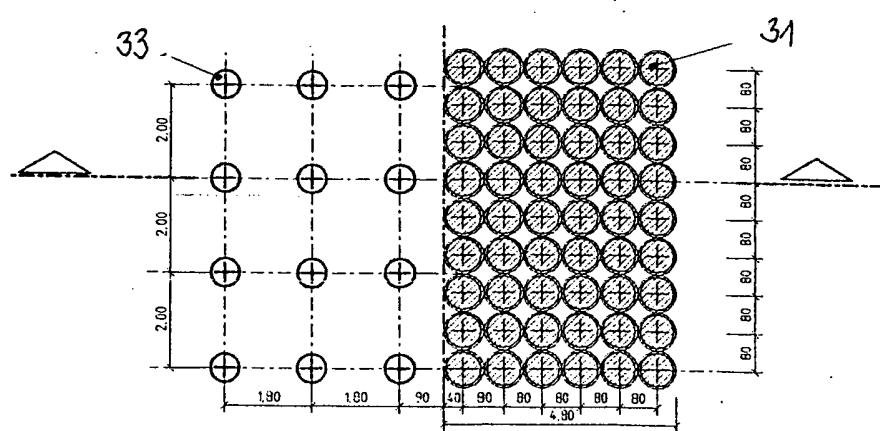
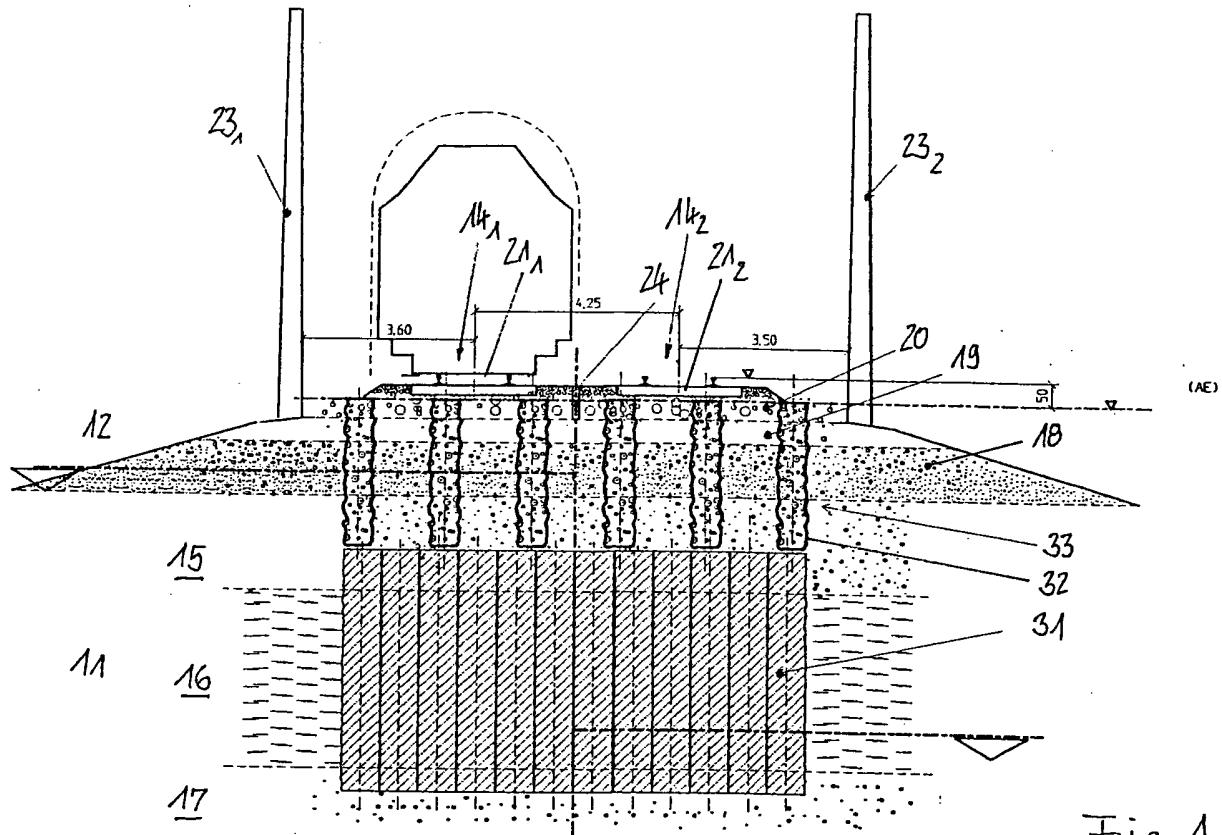
surmontant la couche molle (16) et éventuellement les remblais (12) sont incorporées des colonnes ballastées (33) ou des colonnes vibrocompactées.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce  
5 que les colonnes ballastées (33) ou les colonnes vibrocompactées sont réalisées en colonnes de fondation à gaine de géoplastique.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1  
à 8, caractérisé en ce que la résistance des colonnes (31) est ajustée à  
un maximum de dix fois, en particulier de trois à cinq fois la résistance du  
10 sol.

2004/0367

- 9 -



**ABREGE**

5

**Stabilisation d'une couche molle**

Procédé de stabilisation d'un sol (11) présentant, sous au moins une  
10 couche de sol supérieure (15) supérieure à grande force portante, une  
couche molle (16) à faible portance et à grande déformabilité, caractérisé  
en ce que dans la couche molle (16) sont incorporées des colonnes  
verticales (31), qui s'étendent sur l'épaisseur de la couche molle, la au  
moins une couche de sol supérieure (15) à grande force portante étant  
15 laissée pratiquement inchangée.

Figure 1



**RAPPORT DE RECHERCHE**  
 établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2  
 de la loi belge sur les brevets d'invention  
 du 28 mars 1984

BO 8970  
BE 200400367

**DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 050 (M-281), 7 mars 1984 (1984-03-07) -& JP 58 204215 A (SHIMAZAKI SEISAKUSHO:KK; others: 01), 28 novembre 1983 (1983-11-28) * abrégé *	1-6, 9	E01B2/00 E02D3/12
Y	-----	7, 8	
D, Y	DE 195 18 830 A1 (JOSEF MOEBIUS BAU-GESELLSCHAFT, 22549 HAMBURG, DE; JOSEF MOEBIUS BAU-) 28 novembre 1996 (1996-11-28) * abrégé; figures *	7, 8	
X	DE 196 23 305 A1 (KELLER GRUNDBAU GMBH, 63067 OFFENBACH, DE) 18 décembre 1997 (1997-12-18) * le document en entier *	1-6	
A	DE 198 48 846 A1 (HUESKER SYNTHETIC GMBH & CO) 27 avril 2000 (2000-04-27) * le document en entier *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 010, no. 360 (M-541), 3 décembre 1986 (1986-12-03) & JP 61 158511 A (FUDO CONSTR CO LTD), 18 juillet 1986 (1986-07-18) * abrégé *	1	E01B E02D
	-----		
1			

Date d'achèvement de la recherche

24 février 2006

Examinateur

Movadat, R

## CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul  
 Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  
 A : arrière-plan technologique  
 O : divulgation non écrite  
 P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention

E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date

D : cité dans la demande

L : cité pour d'autres raisons

.....

&amp; : membre de la même famille, document correspondant

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 8970  
BE 200400367

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

24-02-2006

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
JP 58204215	A	28-11-1983	AUCUN		
DE 19518830	A1	28-11-1996	AUCUN		
DE 19623305	A1	18-12-1997	AUCUN		
DE 19848846	A1	27-04-2000	AU WO EP ES	1034400 A 0024973 A1 1123447 A1 2178486 T3	15-05-2000 04-05-2000 16-08-2001 16-12-2002
JP 61158511	A	18-07-1986	JP JP	1871803 C 4041209 B	06-09-1994 07-07-1992