

Description

[0001] La présente invention a pour objet un outil de forage et de refoulement et une installation de réalisation de pieux moulés utilisant ledit outil.

[0002] Comme cela est bien connu, la technique des pieux moulés ou forés consiste d'abord à réaliser dans le sol un forage ayant la forme du pieu que l'on veut réaliser puis à remplir progressivement le forage avec du béton, du mortier ou du coulis.

[0003] La qualité du pieu obtenu dépend des conditions d'injection du béton ou du coulis dans le forage mais également et surtout de la qualité du forage réalisé. La qualité du forage dépend très largement de la qualité de la paroi du forage et en particulier de la compaction et de la forme de l'interface béton/sol.

[0004] Lors de l'action de l'outil pour réaliser le forage, celui-ci peut être utilisé selon deux modes principaux : en forage proprement dit ou en refoulement. Le plus souvent l'outil fonctionne selon une combinaison de ces deux modes, chaque mode ayant une importance plus ou moins grande.

[0005] Pour un outil donné, constitué par une tarière, le taux maximal de refoulement dans les conditions optimales d'utilisation est fourni par le rapport de la section de l'âme de la tarière sur la section externe de la pale de la tarière.

[0006] Le taux effectif de refoulement dépend du coefficient de vissage et il dépend également de la relation entre la vitesse d'enfoncement de l'outil et la vitesse de rotation de celui-ci par rapport au pas de la tarière.

[0007] On connaît déjà des tarières conçues pour travailler en forage et en refoulement. De telles tarières sont notamment décrites dans le brevet européen EP 0 693 158 et dans le brevet US 6,033,152.

[0008] Cependant, les outils de forage décrits dans ces documents permettent certes d'améliorer l'état de la paroi du forage lors de l'enfoncement de l'outil mais elles ne prennent pas en considération l'ensemble des facteurs qui risquent de provoquer la détérioration de l'état de la paroi du forage lors de la sortie de l'outil hors du forage. Or, il va de soi que la qualité de la paroi obtenue lors de la descente de l'outil doit être maintenue ou même améliorée encore lors de la phase de remontée de l'outil durant laquelle est effectuée l'injection du béton, du mortier ou du coulis.

[0009] Un premier objet de l'invention est de fournir un outil de forage et de refoulement qui permette d'obtenir ce résultat.

[0010] Pour atteindre ce but, selon l'invention, l'outil de forage et de refoulement se caractérise en ce qu'il comprend :

- une âme se terminant par une pointe, ladite âme ayant une partie courante de diamètre externe D_0 et une partie élargie proche de la pointe, la partie élargie comprenant une première portion tronconi-

que dont le sommet est dirigé vers la pointe et dont le diamètre croît de D_0 à un diamètre $D_1 > D_0$ et une deuxième portion tronconique dont le sommet est disposé dans la direction opposée à la pointe et dont le diamètre décroît de D_1 à D_0 ; et

- au moins une première pale dont une première partie entoure la première portion tronconique et dont le diamètre externe croît de $D_2 > D_0$ à $D_3 > D_1$, une deuxième partie autour de la deuxième portion tronconique a un diamètre externe qui décroît de D_3 à D_4 ($D_4 > D_2$) et une troisième partie entourant la partie courante de l'âme et dont le diamètre externe est égal à D_4 , D_4 étant sensiblement égal à D_1 .

[0011] De préférence, l'outil de forage et de refoulement est caractérisé en ce que ladite âme est creuse sur toute sa longueur pour permettre le passage d'un béton, d'un mortier ou d'un coulis et en ce qu'il comprend un élément d'obturation amovible monté à sa pointe.

[0012] En variante, on peut prévoir un tube télescopique monté dans l'alésage axial de l'outil et destiné au passage du béton.

[0013] Un deuxième objet de l'invention est de fournir une installation de réalisation de pieux moulés ou forés utilisant un tel outil.

[0014] L'installation se caractérise en ce qu'elle comprend :

- un moyen de guidage vertical ;
- un train de forage et de refoulement comprenant au moins l'outil de forage du type défini précédemment ;
- une tête de mise en rotation guidée le long du moyen de guidage vertical pour mettre en rotation ledit train ;
- des moyens pour alimenter en béton ledit train de forage ; et
- des moyens pour mesurer la vitesse de rotation, la vitesse de descente, la profondeur de l'outil et la poussée verticale sur l'outil.

[0015] Grâce à une telle installation, il est possible de contrôler en permanence le mode d'action de l'outil durant la phase de descente et la phase de remontée de l'outil, cette deuxième phase s'accompagnant de l'injection du béton, du mortier ou du coulis dans le forage.

[0016] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description d'un mode préféré de réalisation de l'invention donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux figures annexées sur lesquelles :

- la figure 1 est une vue de face de l'outil de forage et de refoulement ;
- la figure 2 est une vue de l'outil de la figure 1 tourné de 45 degrés autour de son axe longitudinal ;
- la figure 3 est une vue de côté de l'outil de la figure 1 ; et

- la figure 4 est une vue d'ensemble d'une installation de réalisation de pieux forés utilisant un outil tel que représenté sur les figures 1 à 3.

[0017] En se référant tout d'abord aux figures 1 à 3, on va décrire un outil de forage et de refoulement conforme à l'invention.

[0018] L'outil 10 ou tarière est constitué par une âme 12 présentant une pointe inférieure 14 et une extrémité supérieure 16 de connexion à un train de tiges non représenté sur les figures 1 à 3. La longueur totale de l'outil est, par exemple, égale à 2 mètres.

[0019] De préférence, l'âme 12 est creuse et comporte donc un passage axial 18 pour l'injection de béton sous forme de coulis. L'âme 12 comporte une partie courante 20 de longueur L_1 et de diamètre externe constant D_0 . A proximité de la pointe 14, l'âme comporte une portion élargie 22 de longueur L_2 . De préférence, la partie élargie 22 comprend une portion tronconique supérieure 24, dont le sommet serait dirigé vers l'extrémité supérieure 16 de l'outil et une portion tronconique inférieure 26, dont le sommet serait dirigé vers la pointe 14 de l'outil.

[0020] La portion conique supérieure 24 a un diamètre externe qui augmente de D_0 à D_1 ($D_1 > D_0$) et la portion conique inférieure a un diamètre externe qui décroît de D_1 à D_0 . De préférence, les longueurs axiales L_3 et L_4 des deux portions coniques sont égales.

[0021] Dans un mode particulier de réalisation, le diamètre D_0 est égal à 180 mm et le diamètre D_1 est égal à 350 mm. Les longueurs axiales L_3 et L_4 sont égales à 240 mm.

[0022] Plus généralement, les longueurs L_3 et L_4 sont comprises entre D_0 et D_1 . De plus, le demi-angle au sommet des troncs de cône est inférieur à 45 degrés.

[0023] L'outil comprend également au moins une première pale hélicoïdale 28 ayant même axe longitudinal que l'âme. La portion de pale 30 qui entoure la partie courante de l'âme 20 a un diamètre externe D_4 . D_4 est sensiblement égal à D_1 .

[0024] Autour de la partie tronconique supérieure 24, le diamètre externe de la pale 32 augmente de D_4 à D_3 ($D_3 > D_4$). Autour de la partie tronconique inférieure, le diamètre externe de la pale décroît de D_3 à D_2 , D_2 étant inférieur à ou égal à D_1 .

[0025] De préférence, autour des deux portions tronconiques 24 et 26, on trouve une portion de deuxième pale 38 hélicoïdale qui est symétrique de la portion correspondante 36 de la première pale par rapport à l'axe longitudinal XX' de l'outil.

[0026] De plus, dans le mode de réalisation particulier décrit, l'outil 10 comporte un bouchon inférieur mobile, non représenté sur les figures. Dans les phases de forage, ce bouchon obture l'extrémité inférieure du passage axial 18. Lors du bétonnage du forage, le bouchon est écarté de l'extrémité inférieure 14 de l'outil pour permettre l'injection du béton, du mortier ou du coulis.

[0027] En variante, le coulis, le béton ou le mortier

peut être délivré par un tube télescopique monté dans le passage axial de l'outil et appelé souvent "tube plongeur".

[0028] Selon un exemple préféré de réalisation, le diamètre D_4 est égal à 350 mm, le diamètre D_3 est égal à 440 mm et le diamètre D_2 est égal à 250 mm.

[0029] Comme le montrent les figures, la pale hélicoïdale 28 a un pas sensiblement constant sur toute la longueur de l'outil.

[0030] On va décrire ci-après le mode d'action de l'outil décrit en liaison avec les figures 1 à 3.

[0031] La partie tronconique inférieure 26, avec l'âme proprement dite, remplit la fonction de refoulement standard lorsque les conditions requises d'enfoncement sont remplies (vitesse de pénétration, vitesse de rotation). Le taux maximal de refoulement est atteint dès lors qu'il y a vissage intégral de l'outil. Suivant le mode d'utilisation de l'outil, le taux de refoulement peut être égal par exemple à $40\% \left(\frac{350}{440}\right)^2$ ou à 100%. D'autres modes de fonctionnement sont possibles selon la nature du sol et la capacité de l'outil.

[0032] Si la nature du sol s'y prête, la partie tronconique supérieure 24 produit un effet de recompaction du sol lors de la remontée de l'outil dans le forage. Cet effet de recompaction de la partie tronconique supérieure 24 n'est obtenu que si les paramètres de remontée de l'outil correspondent à un dévissage intégral.

[0033] En outre, du fait que le diamètre externe D_4 de la pale dans sa partie courante 30 est sensiblement égal au diamètre D_1 de l'âme de l'outil, d'une part, en cas de terrain cohérent, les parois de forage ne sont pas "abîmées" par les rotations de la tarière, dès lors que l'outil de pointe a dépassé un niveau donné, et en cas de terrain granulaire, la présence de l'hélice de la tarière limite les possibilités de compaction du sol dans les mêmes circonstances et d'autre part, les terres temporairement retenues par la partie courante de la pale sont recompactées par la partie tronconique supérieure 24 de l'âme de l'outil.

[0034] Lors du refoulement du sol produit pendant la remontée de l'outil, le sol en place est recomprimé et les terres présentes dans la pale de la partie courante de la tarière sont contraintes pour totalité ou pour partie à se replacer dans le sol meuble en place au-delà du diamètre nominal de refoulement D_1 de l'outil.

[0035] En se référant maintenant à la figure 4, on va décrire une installation de réalisation de pieux forés ou moulés utilisant l'outil 10 de forage et de refoulement représenté sur les figures 1 à 3.

[0036] L'installation comprend une plate-forme 50 équipée de préférence de chenilles 52 et portant un mât de guidage 54. Un chariot 56 se déplace en translation verticale le long du mât 54. Pour provoquer le déplacement du chariot, on a représenté de façon simplifiée une chaîne sans fin 58 qui passe sur des pignons supérieurs et inférieurs et qui est entraînée par un moteur 60. Le chariot 56 porte une tête de forage 62 équipée d'un moteur 64 de mise en rotation d'un train de tiges 66. L'outil

10 représenté sur les figures 1 à 3 est fixé à l'extrémité inférieure du train de tiges 66. Le conduit axial du train de tiges et de l'outil 10 est relié à une conduite souple 68 d'alimentation en béton, en mortier ou en coulis par l'intermédiaire d'un joint tournant 70. La conduite souple 68 est connectée à une centrale de coulis 72 et elle est équipée d'un groupe de pompage 74.

[0037] Pour pouvoir piloter le mode d'action de l'outil 10, l'installation comprend en outre des capteurs. On trouve en particulier un capteur 76 de mesure de vitesse de rotation du train de tiges, ainsi qu'un capteur 78 de mesure de vitesse de pénétration de l'outil dans le sol. Les informations fournies par ces capteurs sont transmises à un ensemble de commande 80. L'ensemble de commande 80 envoie des consignes de fonctionnement au moteur 64 pour régler la vitesse de rotation de l'outil 10 et au moteur 60 pour régler la vitesse de pénétration dans le sol.

[0038] Pour optimiser l'injection du béton, du mortier ou du coulis dans le forage, la conduite 68 est équipée, de préférence, d'un débitmètre 82 et d'un capteur de pression 84. Les mesures effectuées par ces capteurs sont transmises à l'ensemble de commande 80 qui, en retour, envoie à la pompe 74 les consignes de fonctionnement.

[0039] Comme on l'a déjà expliqué, en commandant convenablement la vitesse de rotation de l'outil et sa vitesse de pénétration dans le sol, on peut définir le taux de refoulement et le taux de forage, notamment en fonction de la nature des différentes couches de terrain traversées par l'outil.

[0040] En pointe, lorsque la couche d'assise visée est atteinte par l'outil, une phase de vissage avec utilisation d'une poussée complémentaire au poids de l'outil (produite par le moteur 60) peut être utilisée pour créer un refoulement optimal au fond du forage. Cette phase est contrôlée par les capteurs 76 et 78.

[0041] Deux méthodes de bétonnage peuvent être utilisées après que le forage ait été réalisé. Selon la première méthode qui permet d'obtenir un pieu de diamètre nominal D_1 , on effectue un dévissage de l'outil 10, la remontée de l'outil et le bétonnage se poursuivant en respectant un rapport entre la vitesse de rotation et la vitesse de remontée tel qu'un tour de l'outil corresponde à une longueur du pas de l'hélice constituée par la pale 28. Une traction constante peut être appliquée à l'outil afin d'agrandir la trace de la partie débordante de la pale de diamètre D_3 que l'outil imprime dans le sol en se dévissant. Cette trace agrandie améliore les caractéristiques de frottement du pieu fini.

[0042] Selon la deuxième méthode de bétonnage, qui permet d'obtenir un pieu de diamètre nominal D_3 , on ne dévisse pas l'outil lors de sa remontée. On arrache la tarière en imprimant éventuellement à celle-ci une rotation lente dans le sens du vissage. On peut alors accentuer la dissymétrie des ailes de la tarière dans la zone où leur diamètre est maximal (jonction des deux parties tronconiques de l'âme) afin d'imprimer dans le sol une

trace hélicoïdale s'enroulant autour du cylindre foré permettant d'améliorer les caractéristiques de frottement du pieu.

Revendications

1. Outil de forage et de refoulement **caractérisé en ce qu'il** comprend :

- une âme (12) se terminant par une pointe (14), ladite âme ayant une partie courante (20) de diamètre externe D_0 et une partie élargie (22) proche de la pointe, la partie élargie comprenant une première portion tronconique (26) dont le sommet est dirigé vers la pointe et dont le diamètre croît de D_0 à un diamètre $D_1 > D_0$ et une deuxième portion tronconique (24) dont le sommet est disposé dans la direction opposée à la pointe et dont le diamètre décroît de D_1 à D_0 ; et
- au moins une première pale (28) dont une première partie entoure la première portion tronconique (26) et dont le diamètre externe croît de $D_2 > D_0$ à $D_3 > D_1$, une deuxième partie autour de la deuxième portion tronconique (24) a un diamètre externe qui décroît de D_3 à D_4 ($D_4 > D_2$) et une troisième partie entourant la partie courante de l'âme et dont le diamètre externe est égal à D_4 , D_4 étant sensiblement égal à D_1 .

2. Outil de forage et de refoulement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ladite âme (12) est creuse sur toute sa longueur pour permettre le passage (18) d'un coulis, d'un mortier ou d'un béton et **en ce qu'il** comprend un élément d'obturation amovible monté à sa pointe (14).

3. Outil de forage et de refoulement selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'âme (12) est creuse sur toute sa longueur (18) et **en ce qu'il** comprend en outre un tube télescopique monté dans le passage axial de l'âme pour le passage d'un coulis, d'un mortier ou d'un béton.

4. Outil de forage selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce qu'il** comprend autour de ladite partie élargie (22) de l'âme (12) un deuxième élément de pale (38) de sens inverse de ladite première pale (28).

5. Outil de forage et de refoulement selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisé en ce que** ladite première pale (28) a un pas sensiblement constant.

6. Outil de forage et de refoulement selon l'une quel-

conque des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** les deux portions tronconiques (24, 26) ont sensiblement la même longueur qui est comprise entre D_0 et D_1 .

5

7. Installation de réalisation de pieux moulés **caractérisée en ce qu'elle** comprend :

- un moyen de guidage vertical (54) ;
- un train de forage et de refoulement (66) comprenant au moins l'outil de forage (10) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6; 10
- une tête de mise en rotation (62) guidée le long du moyen de guidage vertical pour mettre en rotation ledit train ; 15
- des moyens (68, 70) pour alimenter en béton ledit train de forage ; et
- des moyens (76, 78) pour mesurer la vitesse de rotation, la vitesse de descente, la profondeur et la poussée verticale sur l'outil. 20

8. Installation selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre des moyens pour appliquer une poussée verticale sur l'outil.

25

9. Installation selon l'une quelconque des revendications 7 et 8, **caractérisée en ce qu'elle** comprend en outre :

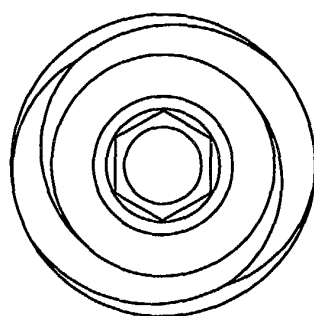
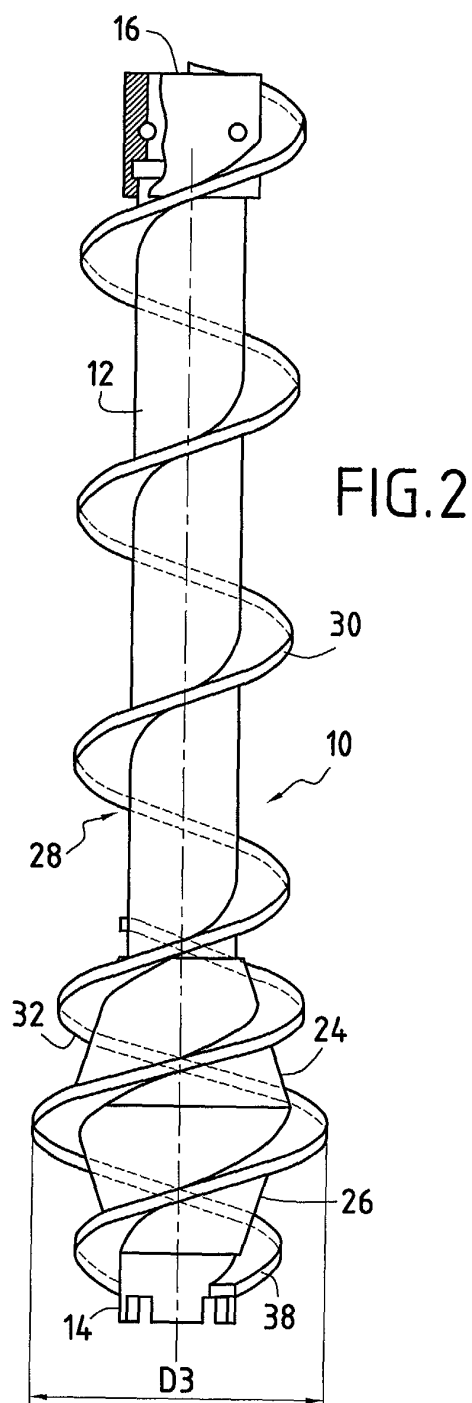
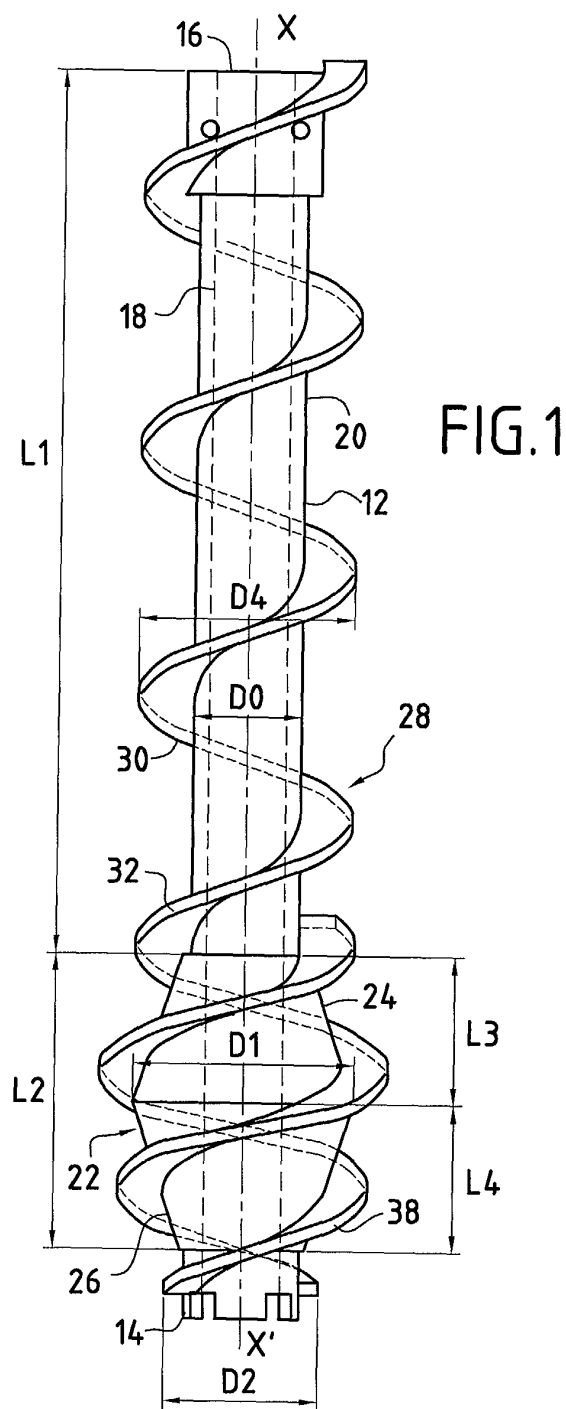
- des moyens pour exercer une traction sur ledit outil ; 30
- des capteurs (82, 84) pour mesurer ladite traction ; et
- des capteurs pour mesurer la pression du béton et le volume de béton. 35

40

45

50

55



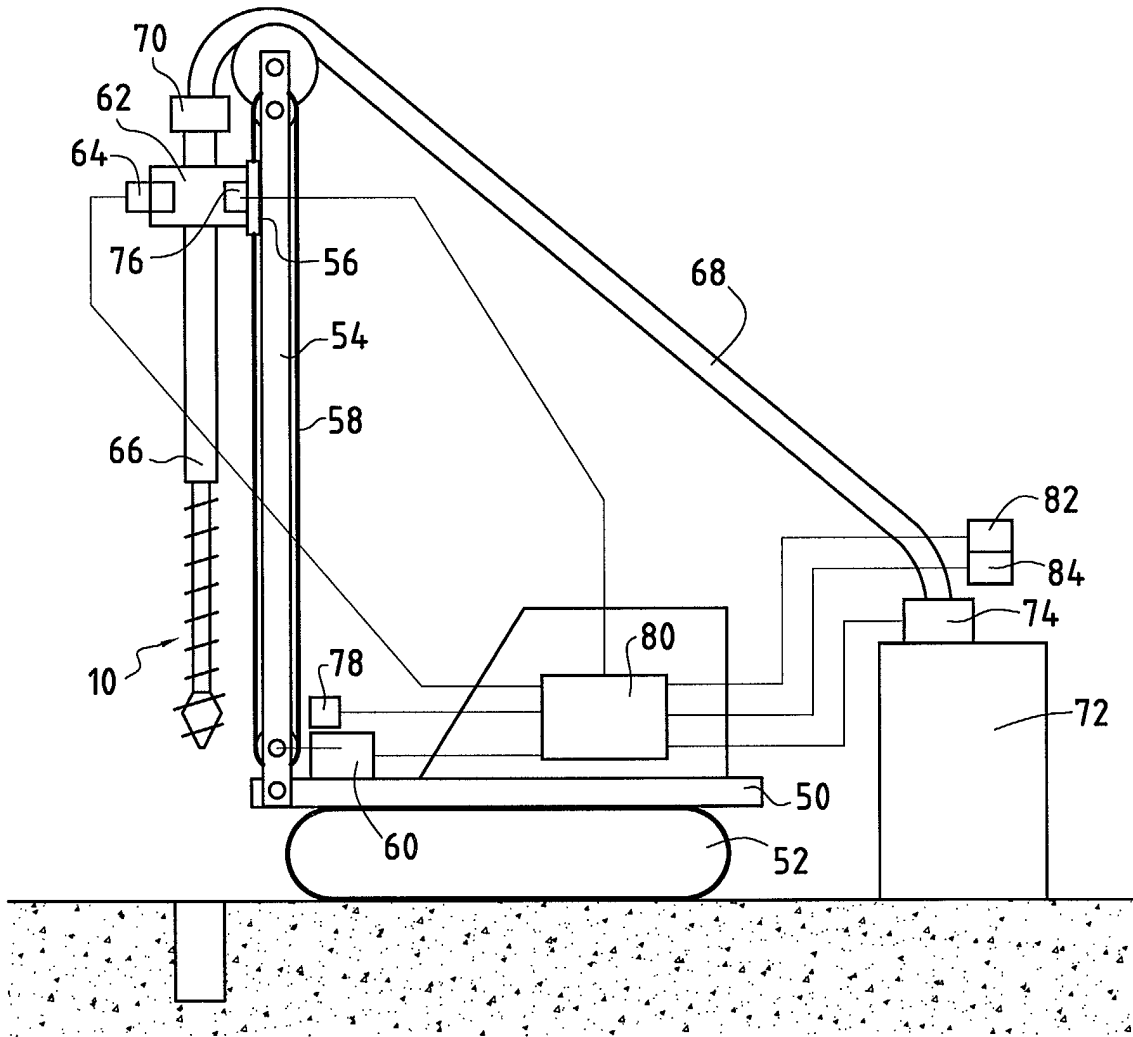


FIG.4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 1305

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	GB 2 329 204 A (BICC PUBLIC LIMITED COMPANY) 17 mars 1999 (1999-03-17) * abrégé *	1	E21B10/44 E21B7/26 E02D5/36
A,D	US 5 722 498 A (VAN IMPE) 3 mars 1998 (1998-03-03) * colonne 3, ligne 62 - colonne 4, ligne 54 *	1	
A,D	US 6 033 152 A (BLUM) 7 mars 2000 (2000-03-07) * colonne 4, ligne 6 - ligne 35 * * colonne 6, ligne 34 - ligne 55 *	1	
A	DE 42 20 976 C (DELMAG MASHINENFABRIK REINHOLD DORNFELD GMBH) 15 juillet 1993 (1993-07-15) * abrégé *	1	
A	FR 2 513 304 A (DNEPROPETROYSKY INZHENERNO-STROITELNY INSTITUT) 25 mars 1983 (1983-03-25) * page 3, ligne 29 - page 4, ligne 28 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) E21B E02D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 26 septembre 2002	Examineur SOGNO, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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 & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 02 29 1305

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne 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.

26-09-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2329204	A	17-03-1999	AUCUN	
US 5722498	A	03-03-1998	BE 1007558 A5	01-08-1995
			AT 154097 T	15-06-1997
			AU 680057 B2	17-07-1997
			AU 7987094 A	22-05-1995
			WO 9512050 A1	04-05-1995
			BR 9407911 A	26-11-1996
			CA 2174119 A1	04-05-1995
			DE 69403643 D1	10-07-1997
			DE 69403643 T2	02-01-1998
			EP 0693158 A1	24-01-1996
			ES 2105775 T3	16-10-1997
			IL 111457 A	20-11-1997
			JP 9504062 T	22-04-1997
			KR 208121 B1	15-07-1999
			SG 46390 A1	20-02-1998
US 6033152	A	07-03-2000	AUCUN	
DE 4220976	C	15-07-1993	DE 4220976 C1	15-07-1993
			EP 0575922 A2	29-12-1993
			US 5353883 A	11-10-1994
FR 2513304	A	25-03-1983	SU 1141177 A1	23-02-1985
			SU 1086105 A1	15-04-1984
			AU 550190 B2	06-03-1986
			AU 8470782 A	31-03-1983
			CA 1173426 A1	28-08-1984
			DE 3225808 A1	01-06-1983
			FR 2513304 A1	25-03-1983
			IT 1192989 B	26-05-1988
			JP 1405737 C	27-10-1987
			JP 58058386 A	06-04-1983
			JP 62016306 B	11-04-1987
			US 4496011 A	29-01-1985

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82