



(11) EP 1 985 765 A1

(12)

## **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**29.10.2008 Bulletin 2008/44**

(51) Int Cl.: **E02D 35/00** (2006.01)      **E02D 27/48** (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08290399.8**

(22) Date de dépôt: **25.04.2008**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT  
RO SE SI SK TR**  
Etats d'extension désignés:  
**AL BA MK RS**

(30) Priorité: 25.04.2007 FR 0703002

(71) Demandeur: **Jean-Marie Renovation  
80420 Fixecourt (FR)**

(72) Inventeur: **Denis, Jean-Marie**  
**80420 Flixecourt (FR)**

(74) Mandataire: **Louiset, Raphael**  
**Dejade & Biset**  
35, rue de Châteaudun  
75009 Paris (FR)

(54) Dispositif et procédé de mise en place d'un micropieu hélicoïdal de fondation

(57) Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal (1) sur un élément de fondation ou de construction (2), ce dispositif comprenant : des premiers moyens de réception d'une portion de la partie extrême supérieure du micropieu ; des deuxièmes moyens aptes à assurer une liaison sensiblement rigide des premiers moyens sur un élément de fondation tel que par exemple une longrine, une semelle (2) ou un élément de construction tel qu'une dalle, l'ensemble formé par les premiers et deuxièmes moyens formant une console ou un cadre d'appui ; des troisièmes moyens aptes à exercer une force axiale, ces troisièmes moyens comprenant un actionneur tel que par exemple un vérin; des quatrièmes moyens aptes à assurer un montage amovible des trois dernières moyens sur la console ou le cadre d'appui.

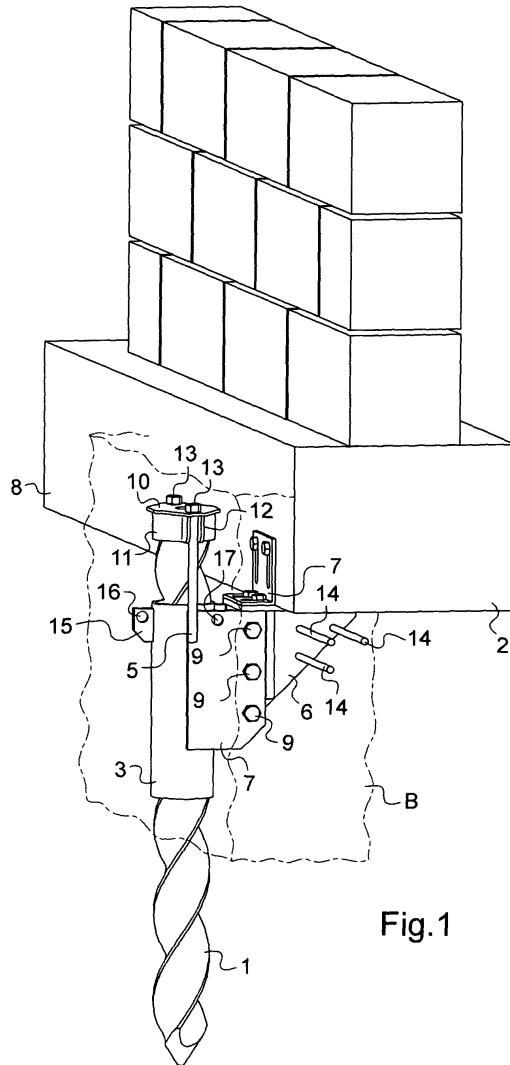


Fig. 1

**Description**

[0001] L'invention se rapporte au domaine technique des pieux de fondation.

5 [0002] Le terme « fondation » désigne l'ensemble des ouvrages enterrés qui composent le socle et l'assise stable d'une construction et repartissent les charges de cette construction sur le sol naturel ou reportent ces charges sur le sol dur d'assise.

[0003] En fonction du rapport H/B où B est la largeur de la fondation et H la profondeur d'assise, on distingue : les fondations superficielles, pour lesquelles H/B est inférieur à 6, par exemple pour les semelles et les radiers ; les fondations profondes, pour lesquelles H/B est supérieur à 6, par exemple pour les barrettes, les puits et les pieux.

10 [0004] Les pieux peuvent être classés suivant quatre critères :

- la nature du matériau constitutif : bois, alliage métallique, béton notamment ;
- le mode d'introduction dans le sol : battage, forage, fonçage, vibro-fonçage, vissage par exemple ;
- le mode de transmission de charge : pieu colonne ne transmettant les charges que par effet de pointe, pieu flottant ne transmettant les charges que par frottement latéral ;
- la taille des pieux : selon le DTU, un micropieu présente un diamètre inférieur à 250 mm.

[0005] Les pieux battus sont le plus souvent en acier (profil H à âme renforcée ou palpieu) ou bien en béton préfabriqué et sont mis en place par battage avec refoulement du sol. En variante, le pieu battu est de type :

- 20
- battu enrobé : le pieu est un tube métallique muni d'un sabot débordant, un mortier injecté par l'intérieur du tube, pendant le battage, venant enrober le pieu en remplissant le vide créé par le débord du sabot ;
  - à tube battu : le pieu est réalisé à l'aide d'un tube métallique muni d'un bouchon en béton, battu dans le sol, puis rempli de béton ferme pilonné (pieu battu pilonné) ou de béton liquide (pieu battu moulé).

25 [0006] Les pieux foncés peuvent être en béton armé, préfabriqué, ou coffré à l'avancement, ou bien encore en acier (profil H à âme renforcée ou palpieu) et sont mis en place avec refoulement du sol.

[0007] Les pieux forés sont réalisés en béton armé coulé en place dans un forage. Lorsque la cohésion du terrain le permet, le forage est effectué sans protection (pieu foré simple). Dans les autres cas, un tube métallique protège le forage (pieu foré tubé) ou une boue de forage est injectée (pieu foré à la boue). Le forage est réalisé par tarière ou roto percussion.

30 [0008] En variante, le pieu foré est de type :

- 35
- moulé foré : le pieu en béton armé est coulé en place dans un forage réalisé à l'aide d'un outil travaillant par rotation ;
  - foré vissé moulé : le pieu est réalisé à l'aide d'un outil à vis, enfoncé par rotation, muni d'un bouchon en fonte qui est perdu et d'un tube permettant le bétonnage au fur et à mesure que l'on retire l'outil.

[0009] Les pieux battus ou forés peuvent être de type injecté haute pression, un système d'injection composé de tubes à manchettes permettant l'injection d'un coulis de scellement dans le sol.

40 [0010] On connaît également, dans l'art antérieur des pieux de fondation :

- des pieux moulés tubés : pieux en béton armé coulés en place dans un tube coffrant foncé dans le sol ;
- des pieux à vis : pieux préfabriqués munis d'un sabot fileté et enfoncés par rotation.

45 [0011] L'invention concerne plus particulièrement les micropieux de fondation.

[0012] La technique des micropieux a été développée en 1952 par l'entreprise Fondelile sous la direction de l'ingénieur italien Lizzi. Ces premiers pieux étaient forés et scellés au terrain par un mortier. Ces produits ont été utilisés en Italie sous le nom de « pieu racine ». En anglais, les micropieux sont dénommés minipiles, micropiles, root piles, needle piles, la terminologie n'étant pas fixée. Ils sont dénommés mikropfahl, verpresspfahle, wurzelphale en allemand.

50 [0013] Les tableaux ci-dessous correspondent au classement des micropieux les plus courants selon le projet de norme européenne CEN TC 288, de 2002, devenu norme NF EN 14199 en septembre 2005.

[0014] Selon cette norme européenne, un micropieu est un pieu ayant :

- 55
- un diamètre du fût inférieur à 300mm pour les pieux forés,
  - un diamètre de fût ou une dimension maximale de la section transversale du fût inférieure à 150mm pour les pieux foncés.

**Méthodes d'exécution des micropieux forés (selon NF EN 14 199)**

Méthode de forage	Type d'armature	Méthode d'injection	Type de coulis	Options
5 10 15 20 25 30 35 40 45	Cage d'armature	-remplissage gravitaire -bétonnage	- coulis - mortier - béton	Tubage
		Injection en une seule passe par un tubage temporaire	- coulis - mortier	
	Forage rotatif	-remplissage gravitaire -bétonnage	- coulis - mortier - béton	Tubage
		Injection en une seule passe : -par un tubage temporaire -par un élément porteur -par un tube à manchettes	- coulis	
	Benne preneuse, trépan ou soupape	Injection en plusieurs passes : -par un tube à manchettes -par un tube équipé de valves spéciales -par des tubes « post injection »	- coulis	Base élargie
		Injection pendant le forage	- coulis	Injection répétitive par élément porteur
		-remplissage gravitaire -bétonnage	- coulis - mortier - béton	Base élargie
	Forage à la tarière creuse continue	Cage d'armature ou Elément porteur	Bétonnage par la tige creuse de la tarière	- coulis - mortier - béton

**Méthodes d'exécution des micropieux foncés (selon NF EN 14 199)**

Type de micropieux	Matériaux et tubage	Section et armature	Options et injection
A.2.1- Préfabriqué	Béton armé Acier Fonte	Pleine	Injection autour du fût
		Tube ouvert	Injection autour du fût
		Tube fermé	Remplissage avec du coulis, du mortier ou du béton avec ou sans injection autour du fût
		Profilés	Injection autour du fût
A.2.2- Moulé en place	Tubage temporaire	Cage d'armature	Remplissage gravitaire
			Injection en une seule passe par un tubage
		Element porteur	Remplissage gravitaire Bétonnage
			Injection en une seule passe : -par un tubage -par un élément porteur -par un tube à manchettes
30	Tubage permanent	Cap d'armature	Injection en plusieurs passes: -par un tube à manchettes -par un tube équipé de valves spéciales -par des tubes « post injection »
			Bétonnage à sec, avec ou sans élargissement de la base

[0015] L'invention concerne plus particulièrement les micropieux de fondation. On désigne conventionnellement par les termes micropieux ou pieu-racine, des pieux de section modeste, typiquement de diamètre inférieur à 250 mm, mis en place avec des outillages de dimensions réduites, légers et maniables, en particulier pour la reprise en sous oeuvre.

[0016] Du fait de leur faible diamètre, les micropieux ne travaillent pas en pointe, leur portance dépendant essentiellement du frottement latéral.

[0017] Les micropieux conventionnels sont de quatre types différents (DTU 13-2, 1978, modifiée par additif de 1991 et reprise dans le fascicule 62-Titre V du LCPC de 1993) :

- type I : pieu foré tubé de diamètre inférieur à 250 mm. Le forage est équipé ou non d'armatures et rempli d'un mortier de ciment au moyen d'un tube plongeur. Le tubage est récupéré en l'obturant en tête et en le mettant sous pression au dessus du mortier ;
- type II : pieu foré, de diamètre inférieur à 250 mm, avec injection gravitaire sans pression. Le forage est équipé d'une armature et rempli d'un coulis ou de mortier de scellement, par gravité ou sous une très faible pression, au moyen d'un tube plongeur. Lorsque la nature du sol le permet, le forage peut être remplacé par le lançage, le battage ou le fonçage ;
- type III : pieu foré, de diamètre inférieur à 250mm, avec injection globale unitaire sous pression IGU. Le forage est équipé d'armatures et d'un système d'injection qui est un tube à manchettes mis en place dans un coulis de gaine. Si l'armature est un tube métallique, ce tube peut être équipé de manchettes et tenir lieu de système d'injection. Cette injection est réalisée en tête, de manière globale et unitaire, à une pression supérieure ou égale à 1 MPa. Lorsque la nature du sol le permet, le forage peut être remplacé par le lançage, le battage ou le fonçage ;
- type IV : pieu foré, de diamètre inférieur à 250mm, avec injection répétitive et sélective sous pression IRS. Le forage est équipé d'armatures et d'un système d'injection qui est un tube à manchettes mis en place dans un coulis de gaine. Si l'armature est un tube métallique, ce tube peut être équipé de manchettes et tenir lieu de système d'injection. Cette injection est réalisée à l'obturateur simple ou double d'un coulis ou mortier de scellement à une pression d'injection supérieure ou égale à 1 MPa.

[0018] Les micropieux sont utilisés pour :

- stabiliser les fondations existantes qui tassent, par exemple sur des pavillons individuels après sécheresse des sols, inondations ou malfaçons ;
- renforcer ces fondations existantes qui doivent reprendre des charges supplémentaires ;
- supporter des charges de structure sur des sites où les accès sont exigus (réhabilitation) ;
- 5 - réaliser des fondations dans des terrains durs, traverser d'anciennes maçonneries sans trépanage ni vibrations excessives entraînant des endommagements pour les ouvrages existants.

**[0019]** Les micropieux sont conventionnellement liaisonnés à l'ouvrage soit par scellement au mortier antiretrait, dans les fondations existantes, soit par une platine de répartition encastrée dans un chevêtre en béton armé.

10 **[0020]** Les micropieux forés sont assez couramment utilisés pour les reprises en sous-œuvre dans un espace réduit, dans le cas d'habitats individuels notamment. Les micropieux sont également employés en groupe (ensemble de micropieux verticaux) ou en réseaux (ensemble de micropieux verticaux et inclinés) pour le renforcement des sols.

15 **[0021]** Des exemples de micropieux sont illustrés dans les documents EP-0.954.645 ou US-4.650.372. On peut se reporter également aux documents SU-1.035.133 ; EP-0.246.589 ; EP-0.574.057 ; FR-718.309 ; FR-843.499 ; FR-1.027.187 ; FR-1.050.555 ; FR-1.177.711 ; FR-2.468.696 ; FR-2.600.686 ; US-6.012.874 ; WO-93/16236, NL-1.021.708C.

20 **[0022]** L'invention vise à fournir un nouveau dispositif de mise en place de micropieus de fondation. L'invention vise également à fournir un nouveau procédé de mise en place de tels micropieus, permettant une mise sous contrainte de compression de ces micropieus.

25 **[0023]** A ces fins, l'invention se rapporte, selon premier aspect, à un dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal sur un élément de fondation ou un élément de construction, ce dispositif comprenant :

- des premiers moyens de réception d'une portion de la partie extrême supérieure du micropieu ;
- des deuxièmes moyens aptes à assurer une liaison sensiblement rigide des premiers moyens sur un élément de fondation tel que par exemple une longrine, une semelle ou un élément de construction tel qu'une dalle, l'ensemble formé par les premiers et deuxièmes moyens formant une console ou un cadre d'appui ;
- des troisièmes moyens aptes à exercer une force axiale, ces troisièmes moyens comprenant un actionneur tel que par exemple un vérin ;
- des quatrièmes moyens aptes à assurer un montage amovible des troisièmes moyens sur la console ou le cadre d'appui.

30 **[0024]** Avantageusement, les premiers moyens comprennent un fourreau logeant avec jeu fonctionnel la partie extrême supérieure de la tête de micropieu. Ce fourreau assure un guidage des tronçons de micropieu lors de leur enfouissement dans le sol. Ce fourreau facilite également le positionnement du premier tronçon de micropieu par rapport à l'élément de fondation.

35 **[0025]** Avantageusement, les deuxièmes moyens comportent une surface transversale d'appui contre la face inférieure d'un élément de fondation tel qu'une semelle ou une dalle ou un élément de construction tel qu'un mur.

40 **[0026]** Lorsque l'élément de fondation est une semelle ou lorsque la construction à conforter est un mur dépourvu de fondations, cette surface transversale d'appui peut être une plaque métallique pleine. Lorsque l'élément de fondation est une dalle, la surface transversale d'appui est avantageusement un cadre de châssis métallique.

**[0027]** Dans certaines mises en oeuvre, les deuxièmes moyens comprennent une surface longitudinale d'appui et de fixation contre une face latérale d'un élément de fondation tel qu'une semelle ou une longrine.

**[0028]** Avantageusement, le dispositif comprend des moyens de réglage de la position de la surface longitudinale d'appui et de fixation par rapport à la console.

45 **[0029]** Dans certains modes de réalisation, les moyens de réglage comportent au moins un axe de coulissemement et une butée.

**[0030]** Par exemple, les moyens de réglage comprennent deux axes sensiblement radiaux, un premier axe supportant une butée à position réglable, un deuxième axe formant axe de coulissemement d'une plaque d'appui et de fixation contre une face latérale d'un élément de fondation tel qu'une semelle.

50 **[0031]** Dans d'autres modes de réalisation, les moyens de réglage comprennent deux axes non parallèles, un premier axe sensiblement radial supportant une butée à position réglable, un deuxième axe incliné formant axe de coulissemement d'une plaque d'appui et de fixation contre une face latérale d'un élément de fondation tel qu'une semelle.

**[0032]** Avantageusement, le premier axe comporte une partie filetée sur laquelle la butée est montée réglable en position.

55 **[0033]** Il est ainsi possible d'effectuer un réglage fin de la position de la plaque d'appui, tout en permettant l'application d'efforts importants sur cette plaque.

**[0034]** Avantageusement, les quatrièmes moyens comprennent au moins deux pièces mâles telles que des tirants venant se loger dans des pièces femelles portées par la console, des moyens d'attache rapide assurant la liaison entre

lesdites pièces femelles et la console.

**[0035]** L'invention se rapporte, selon un deuxième aspect, à un procédé de mise en place d'un micropieu hélicoïdal sur un élément de fondation à l'aide d'un dispositif tel que présenté ci dessus, ce procédé comprenant les étapes suivantes :

- 5 - fixation de la console sur l'élément de fondation, à l'aide des deuxièmes moyens ;
- enfouissement du micropieu dans le sol, notamment par vibrage ou battage ;
- montage des troisièmes moyens sur la console ;
- application d'une contrainte axiale sur la tête de micropieu ;
- 10 - bétonnage, au contact de l'élément de fondation, d'un volume logeant sensiblement la totalité de la console ;
- démontage des troisièmes moyens.

**[0036]** Avantageusement, le bétonnage est effectué en maintenant une contrainte axiale de compression sur la tête de micropieu.

**[0037]** Ainsi, le micropieu présente une contrainte résiduelle ou une précontrainte en compression, s'opposant aux forces verticales qu'un sol gonflant pourrait exercer sur le micropieu.

**[0038]** Avantageusement, le procédé comprend en outre un bétonnage de la tête de micropieu, après durcissement du bétonnage du volume logeant sensiblement la totalité de la console.

**[0039]** Dans une mise en oeuvre, le procédé comprend en outre un bétonnage d'un volume placé au dessus de la tête de micropieu, ce volume contenant des armatures préalablement fixées sur la maçonnerie supportée par l'élément de fondation.

**[0040]** D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description suivante de modes de réalisation, description qui va être effectuée en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- 25 - la figure 1 est une vue en perspective d'un micropieu en position montée pour semelle béton, selon un mode de réalisation ;
- la figure 2 est une vue de détail d'une partie du montage représenté en figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en perspective d'un micropieu en position montée pour mur en briques, selon un mode de réalisation ;
- 30 - la figure 4 est une vue de détail d'une partie du montage représenté en figure 3 ;
- la figure 5 est une vue en perspective d'un micropieu en position montée pour longrine béton, selon un mode de réalisation ;
- la figure 6 est une vue en perspective d'un micropieu en position montée pour dalle et semelle béton, selon un mode de réalisation ;
- 35 - la figure 7 est une vue de détail d'une partie du montage représenté en figure 6 ;
- la figure 8 est une vue en perspective d'un micropieu en position de montage avec mise en compression, selon un mode de réalisation ;
- la figure 9 est une vue en perspective d'une installation de mise en compression de micropieu, selon une variante de réalisation ;
- 40 - la figure 10 est une vue de côté d'un support coulissant de montage de micropieux.

**[0041]** La sécheresse et la réhydratation des sols peuvent entraîner des mouvements différentiels de terrain, et des dommages aux bâtiments. Par suite d'une modification de leur teneur en eau, certains sols superficiels varient de volume en fonction des conditions météorologiques : retrait en période de sécheresse, puis gonflement au retour des pluies.

**[0042]** Pour une susceptibilité au gonflement donnée pour un sol, tous les bâtiments ne présentent pas les mêmes risques de dommages lors de cycles météorologiques. Un exemple type de construction sinistrée par subsidence est une maison individuelle à simple rez-de-chaussée et dallage sur terre-plein, fondée sur semelles continues peu profondes (de l'ordre de 40 à 80 cm) et reposant sur un sol argileux. Par « sol argileux », on désigne ici un sol fin, comprenant des proportions importantes de minéraux argileux (essentiellement kaolinite, illite, glauconie, smectites telles que montmorillonite et beidellite, et minéraux argileux interstratifiés). Lorsque les minéraux argileux sont associés à du carbonate de calcium, le sol est dénommé calcaire argileux, marne, ou argile calcaireuse.

**[0043]** Le volume des sols argileux varie avec la teneur en eau, entre une valeur de retrait et une valeur de gonflement.

Pour l'argile bentonique par exemple, le retrait peut être de 30% et le gonflement de 50% par rapport au volume initial.

**[0044]** Les risques de subsidence dus à la sécheresse ne sont en général pas couverts par les assurances dans les pays de l'Union Européenne, à l'exception notable de la Grande Bretagne : en 1971, le risque de subsidence a été inclus dans les polices d'assurance de Grande Bretagne. Les assureurs anglais ont ainsi dû indemniser plus de 150

millions d'Euros de sinistres, suite à la sécheresse de 1976. Environ 40 000 sinistres de subsidence sont enregistrés en Grande Bretagne chaque année, pour un coût moyen d'environ 10 000 € par sinistre. La France a connu ces dernières années plusieurs vagues de sécheresse (1976, 1989-92, 1995, 2003). Pour la seule sécheresse de 2003, environ 7500 villes françaises ont déposés une demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle.

**[0045]** Plus de deux cent mille maisons individuelles étant construites chaque année en France, le plus souvent sans recours à un architecte et sans étude préalable des sols, la subsidence restera probablement une source de dommages importante dans les prochaines années.

**[0046]** La subsidence entraîne des désordres dans le gros oeuvre: fissures de traction ou de cisaillement, notamment aux angles des percements (portes et fenêtres). Ces fissures peuvent atteindre plusieurs centimètres d'ouverture. Dans certains cas, l'assise du bâtiment peut être modifiée : déversement, rotation.

**[0047]** La subsidence entraîne également des désordres dans le second oeuvre fixé sur le gros oeuvre : mauvais fonctionnement des portes et fenêtres par suite de la distorsion des baies, décollement des placages, enduits, carrelages et dallages, rupture de tuyauteries et canalisations.

**[0048]** La demanderesse a constaté que la dessiccation des sols peut atteindre des profondeurs de plusieurs mètres, Il n'est alors pas économiquement envisageable d'effectuer une reprise en sous oeuvre de l'ensemble des fondations.

**[0049]** Lorsque l'épaisseur des sols gonflants est peu importante, des plots jointifs peuvent être placés pour prolonger des semelles continues. Il est également possible de réaliser des puits isolés sur longines, en sous oeuvre.

**[0050]** La demanderesse a toutefois constaté que la mise en place de micropieux permet de s'accommoder d'une grande variété de nature de sols, contrairement aux autres techniques de réparation.

**[0051]** Un exemple de micropieu particulièrement performant est décrit dans le document EP 1 441 076 au nom de la demanderesse. Ce micropieu refoulant le sol à sa mise en place est de type vissé autoforant et injectable. Il présente une résistance à l'arrachement élevée, de même qu'une grande résistance en compression et au flambement.

**[0052]** La demanderesse a développé des micropieux mis en place par enfoncement d'éléments en fonte d'aluminium d'environ un mètre de longueur, l'assemblage de ces éléments étant effectué à l'aide d'un goujon pourvu d'un filetage particulier assurant l'alignement des éléments du micropieu. La géométrie des micropieux de la demanderesse est telle qu'ils se vissent d'eux-mêmes dans le sol, sous l'effet d'un marteau, sans vibration, et ce en comprimant le sol environnant. L'âme axiale massive des micropieux de la demanderesse leur confère une résistance élevée au flambement.

**[0053]** Dans la suite de cette description, les termes « radial », « axial », « transversal » seront employés par rapport à l'axe d'élancement et d'enfoncement des micropieux.

**[0054]** Sur la figure 1, un micropieu 1 est représenté en position montée en sous oeuvre d'une semelle béton 2, seule la partie supérieure de ce micropieu 1 étant apparente sur la figure 1. La semelle béton 2 est par exemple une semelle filante sous mur, éventuellement armée, son empâtement étant d'un seul côté ou non du mur. Le cas échéant, la semelle est isolée, par exemple placée sous un poteau.

**[0055]** La partie supérieure du micropieu 1 est logée dans un fourreau cylindrique axial 3. Sur ce fourreau 3 sont montés deux plaques sensiblement parallèles, seule une des plaques 4 étant visible en figure 1. En partie supérieure, le fourreau 3 est solidaire de deux tiges 5 sensiblement parallèles à l'axe d'élancement du micropieu, seule une des tiges 5 étant visible en figure 1.

**[0056]** L'ensemble formé par le fourreau 3, les plaques 4 et les tiges 5 est monté sur une équerre de fixation. Cette équerre de fixation comporte une partie inférieure 6 venant en appui sous la semelle béton 2 et une partie supérieure 7 montée, par exemple par vissage, contre la face latérale 8 de la semelle 2.

**[0057]** L'ensemble formé par le fourreau 3, les plaques 4 et les tiges 5 est par exemple en acier soudé, le montage de cet ensemble sur l'équerre 6, 7 étant assuré par des vis 9 ou tout autre moyen équivalent.

**[0058]** En partie extrême supérieure, le micropieu 1 est masqué par un flasque transversal 10 et une bague annulaire 11. La bague annulaire 11 est pourvue de deux paires de pattes latérales externes 12. Chacune des deux tiges 5 vient se loger entre deux pattes 12 parallèles de la bague annulaire 11 et le flasque transversal 10 est solidaire des tiges 5. Par exemple, le flasque transversal 10 est fixé par des vis 13 sur les tiges 5 pourvues d'un filetage.

**[0059]** La partie inférieure 6 de l'équerre de fixation est pourvue de trous de passages de ferraillage 14.

**[0060]** Le fourreau 3 comporte, en saillie externe, une patte radiale 15 pourvue d'un trou traversant 16. Les plaques 4 sont également chacune pourvues d'un trou traversant 17. Les plaques 4 sont sensiblement parallèles à la patte radiale 15 et les trous traversant 16, 17 sont sensiblement identiques et à même hauteur. La fonction de ces trous traversants 16, 17 apparaîtra clairement dans la suite de cette description.

**[0061]** Un bétonnage est réalisé autour de l'ensemble qui vient d'être décrit, ce bétonnage étant schématisé par le bloc B.

**[0062]** En position montée, le bord supérieur du fourreau 3 est sensiblement dans le même plan que la face inférieure 20 de la semelle 2. Le micropieu est sensiblement vertical et peut être disposé au plus près de la semelle 2.

**[0063]** L'on se reporte maintenant à la figure 2, qui est une vue de détail de la figure 1. Ainsi qu'il apparaît sur cette figure 2, la partie inférieure 6 de l'équerre de fixation comprend une plaque radiale 18 et une plaque transversale 19.

**[0064]** La plaque radiale 18 forme jambe de force entre la semelle 2 et le fourreau 3 logeant le micropieu. La plaque

radiale 18 est pourvue des trous de passage de ferraillage 14, ces ferraillages pouvant relier plusieurs montages de micropieux. La plaque transversale 19 est en appui contre la face inférieure 20 de la semelle 2.

**[0065]** La partie supérieure 7 de l'équerre de fixation comporte une pièce 21 de section en L. La partie transversale 22 de cette pièce 21 est en appui contre la plaque 19 et est pourvue de deux trous oblongs 23 de passage de vis 24 de montage contre cette plaque 19. La partie longitudinale 25 de cette pièce 21 est en appui contre la face latérale 8 de la semelle 2 et est pourvue de deux trous oblongs 26 de passage de vis 27 de montage contre cette semelle 2.

**[0066]** Le fourreau 3, les tiges 5, les plaques 4 et la partie inférieure 6 de l'équerre de fixation forment une console. L'opérateur fixe cette console contre la semelle 2 grâce à la pièce 21. Les trous oblongs 23 permettent le réglage de la position de la pièce 21 par rapport à la semelle et la garantie de l'appui de cette pièce 21 contre la face latérale de la semelle 8. Les trous oblongs 26 permettent de placer la pièce 21 en appui contre la plaque 19, sans que l'opérateur n'ait du percer la semelle 2 avec une grande précision dans la position verticale des perçages.

**[0067]** Le micropieu 1 peut être d'une longueur de plusieurs mètres. Avantageusement, pour toute la hauteur de la couche e sol gonflant (par exemple argile), le micropieu est de surface lisse, le micropieu étant pourvu de saillies externes, plus en profondeur.

**[0068]** L'on se reporte maintenant à la figure 3.

**[0069]** Un micropieu 1 est représenté sur cette figure 3 en position montée en sous oeuvre d'un mur 28, par exemple en briques. Le montage présenté en figure 3 est analogue à celui de la figure 1, la partie supérieure de l'équerre décrite en figure 1 étant absente du montage représenté en figure 3. Le bétonnage B est renforcé par des crochets, des crosses, épingle ou étriers 29. En position montée, le bord supérieur du fourreau 3 est sensiblement dans le même plan que la face inférieure du mur 28. Le micropieu 1 est sensiblement vertical et disposé au plus près du mur 28.

**[0070]** L'on se reporte maintenant à la figure 5. Un micropieu 1 est représenté en position montée contre une longrine béton 30. Le cas échéant, cette longrine 30 fait office de semelle sur laquelle se trouvent des maçonneries 31 de remplissage entre poteaux. Le montage présenté en figure 5 est analogue à celui présenté en figure 1, à l'exception de l'équerre de montage, absente du montage représenté en figure 5. Une console d'appui 32 est fixée par des vis 33 contre la face latérale 34 de la longrine 30. Avantageusement, les trous 35 de passage des vis 33 sont oblongs, permettant un réglage de la position verticale de la console 32. De même, la console 32 est pourvue de trous oblongs 36 de passages des vis 9, permettant un réglage horizontal de la position relative des plaques 4 par rapport à la console 32. En position montée, le bord supérieur du fourreau 3 est sensiblement à mi hauteur de la longrine 30. Le micropieu est sensiblement vertical et disposé au plus près de la longrine 30.

**[0071]** L'on se reporte maintenant à la figure 6. Un micropieu 1 est représenté en position montée contre une dalle ou une semelle béton 37. La dalle 37 peut être une dalle pleine, c'est-à-dire un plancher autoporteur en béton ou formé d'une juxtaposition de panneaux préfabriqués en béton solidarisés par un clavetage. Le montage présenté en figure 6 reprend une partie des éléments présents en figures 1 à 5 : fourreau 3, tiges 5, flasque transversal 10, bague annulaire 11. Un cadre d'appui 38 est solidaire des tiges 5. Ce cadre d'appui 38 comporte deux plaques transversales 39 placées en regard de la face inférieure 40 de la dalle 37. Ces plaques 39 sont solidaires de deux plaques verticales 41 sensiblement parallèles, chacune de ces plaques verticales 41 portant un trou traversant 42. Deux entretoises verticales 43 relient les plaques verticales 41. Les entretoises et/ou les plaques 41 sont solidaires du fourreau 3, par exemple par soudage. Les tiges 5 sont solidaires des entretoises 43 ou des plaques 41, par exemple par soudage.

**[0072]** En position montée, le bord supérieur du fourreau 3 est sensiblement dans le même plan que la face inférieure 40 de la dalle 37. Comme dans les modes de réalisation représentés en figures 1 à 5, une distance sépare le bord inférieur 44 de la bague annulaire 11 et le bord supérieur 45 du fourreau 3. Sur cette distance, avant bétonnage, le micropieu est apparent. Comme dans les modes de réalisation représentés en figures 1 à 5, un bétonnage peut avantageusement être réalisé, ce bétonnage englobant l'ensemble de montage du micropieu. Dans le mode de réalisation de la figure 6, le bétonnage B concerne également le trou 46 traversant la dalle 37. Il est à noter que le flasque transversal 10 est situé dans le trou 46 à une faible distance en dessous de la surface supérieure 47 de la dalle 37. Le cas échéant, un contrôle de la résistance mécanique du micropieu 1 peut ainsi être réalisé, par exemple par traction ou compression monotone ou cyclique. Le flasque transversal 10 comporte un trou axial 48 de passage d'un organe de liaison, par exemple un goujon fileté, entre la tête de micropieu 1 et un dispositif d'essai mécanique.

**[0073]** L'on se reporte maintenant à la figure 8 qui représente des moyens de mise en compression d'un micropieu 1 dans un montage du type de la figure 1. Sur cette figure 8 apparaissent notamment les trous 49 de passage des ferraillages 14, et les trous 50 de passage des vis 9.

**[0074]** Un vérin 51 exerce l'effort de pression axiale sur le micropieu 1. A titre indicatif, la course de ce vérin est de 150 mm. Trois tirants 52 d'axes sensiblement parallèles à l'axe d'élancement du micropieu et une butée supérieure 53 forment un ensemble à montage rapide sur le fourreau 3 et les plaques 4. Les tirants 52 sont par exemple des tiges en acier à haute résistance du type tige de coffrage conforme à la norme NFP 93-350. Le montage rapide est par exemple assuré par trois goupilles imperdables, passant au travers des trous 16, 17, 42.

**[0075]** Une roulette 54 est montée sur la butée supérieure 53. Cette roulette 54 vient en appui contre la paroi latérale 8 de la semelle 2 lors de la mise en compression du micropieu 1. Bien entendu, la roulette 54 vient sur le mur 28 lorsque

l'ensemble vérin 51/tirants 52/butée 53 est employé pour le micropieu 1 de la figure 3. De même, la roulette 54 peut venir en appui sur la face latérale 34 de la longrine 30.

[0076] L'on se reporte maintenant à la figure 9, dans laquelle les tirants 27 ne sont pas représentés, afin de simplification.

5 [0077] Dans ce mode de réalisation, la partie inférieure 6 de l'équerre de fixation comporte une plaque radiale directement fixée sur le fourreau 3. Une plaque 55 est montée coulissante par rapport à la plaque transversale 19. Au moins un axe radial 56 assure le guidage de ce coulissemement. Un deuxième axe radial 57 porte un organe de commande 58. Par exemple, l'axe 57 est fileté et porte un écrou 58.

10 [0078] Deux bras 59 solidaires du fourreau 3 et de la partie 6 portent chacun un trou traversant de montage de moyens femelle d'attache rapide 60.

[0079] Une patte radiale 15 du fourreau 3 porte également des moyens femelles d'attache rapide 60. Chacun des trois tirants 52 vient se loger dans un moyen femelle d'attache rapide 60.

15 [0080] L'on se reporte maintenant à la figure 10, dans laquelle, afin de simplification, le vérin 51, les tirants 52 et les moyens d'attache rapide 60 ne sont pas représentés. Dans ce mode de réalisation, le fourreau 3 comporte une patte radiale 15 pourvue d'un trou de passage 16 de montage des moyens d'attache rapide 60. Une plaque 61 permet la fixation contre un élément de fondation. Cette plaque 61 est montée coulissante par rapport au fourreau 3. Le mouvement de coulissemement est guidé par un axe incliné 62, un axe radial 63 portant une butée de manoeuvre. Par exemple, l'axe radial 63 est fileté et porte un écrou 64.

20 [0081] Dans chacun des modes de réalisation représentés, un écrou 65 peut assurer le centrage du micropieu dans le fourreau 3. L'écrou est avantageusement radial et monté sur le fourreau 3, ainsi qu'il apparaît en figure 10.

[0082] Pour obtenir un montage du type représenté en figure 1, les étapes suivantes peuvent être effectuées.

[0083] Dans un premier temps, l'équerre de fixation est montée contre la semelle 2 : la plaque 25 étant réglable en position, l'opérateur vient plaquer cette plaque 25 contre la paroi latérale 8 de la semelle 2, par exemple par vissage, tandis que la partie inférieure 6 est en appui sous la semelle 2.

25 [0084] Le micropieu 1 est alors enfoncé dans le sol, les tronçons successifs étant introduits dans le fourreau 3, qui assure un guidage de ces tronçons.

[0085] Lorsque le micropieu 1 a atteint la profondeur souhaitée, l'opérateur place la bague annulaire 11 et la plaque transversale 10. Puis, l'opérateur place le vérin 51 et l'ensemble formé par les tirants 52 et la butée supérieure 53, grâce aux moyens d'attache rapide 60.

30 [0086] La roulette 54 est alors, le cas échéant, en appui contre la paroi du bâtiment dont la semelle 2 forme fondation.

[0087] L'actionnement du vérin 51 entraîne un effort de compression sur le micropieu 1. Le maintien de la pression sur le micropieu, lors du bétonnage B conduit à la réalisation d'une précontrainte en compression, s'opposant aux efforts verticaux sur le micropieu, par exemple liés à un gonflement d'un sol argileux.

[0088] Le mode de réalisation de la figure 10 permet d'obtenir un montage du type représenté en figure 5.

35 [0089] Dans un premier temps, la plaque 61 étant réglable en position, l'opérateur vient plaquer cette plaque 61 contre la paroi latérale 34 de la longrine 30, par exemple par vissage.

[0090] Le micropieu 1 est alors enfoncé dans le sol, les tronçons successifs étant introduits dans le fourreau 3, assurant un guidage de ces tronçons.

40 [0091] Lorsque le micropieu a atteint la profondeur souhaitée, l'opérateur place la bague annulaire 11 et la plaque transversale 10. Puis, l'opérateur place le vérin 51 et l'ensemble formé par les tirants 52 et la butée supérieure 53, grâce aux moyens de montage rapide 60.

[0092] La roulette 54 est alors, le cas échéant, en appui contre la paroi du bâtiment dont la longrine 30 forme fondation.

[0093] L'actionnement du vérin 51 entraîne un effort de compression sur le micropieu 1. Le maintien de la pression sur le micropieu, lors du bétonnage B conduit à la réalisation d'une précontrainte en compression, s'opposant aux efforts verticaux sur le micropieu, par exemple liés à un gonflement d'un sol argileux.

## Revendications

50 1. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal (1) sur un élément de fondation ou de construction (2, 28, 30, 37), ce dispositif comprenant :

- des premiers moyens de réception d'une portion de la partie extrême supérieure du micropieu ;
- des deuxièmes moyens aptes à assurer une liaison sensiblement rigide des premiers moyens sur un élément de fondation tel que par exemple une longrine (30), une semelle (2) ou un élément de construction tel qu'une dalle (37), l'ensemble formé par les premiers et deuxièmes moyens formant une console ou un cadre d'appui ;
- des troisièmes moyens aptes à exercer une force axiale, ces troisièmes moyens comprenant un actionneur tel que par exemple un vérin (51);

- des quatrièmes moyens aptes à assurer un montage amovible des troisièmes moyens sur la console ou le cadre d'appui.

- 5      2. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les premiers moyens comprennent un fourreau (3) logeant avec jeu fonctionnel la partie extrême supérieure de la tête de micropieu (1).
- 10     3. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les deuxièmes moyens comportent une surface transversale d'appui (19, 39) contre la face inférieure d'un élément de fondation tel qu'une semelle (2) ou une dalle (37).
- 15     4. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** les deuxièmes moyens comprennent une surface longitudinale d'appui et de fixation (25, 32) contre une face latérale (8, 34) d'un élément de fondation tel qu'une semelle (2).
- 20     5. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'il comprend** des moyens de réglage de la position de la surface longitudinale d'appui et de fixation (25, 32) par rapport à la console.
- 25     6. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les moyens de réglage comportent au moins un axe de coulissement (56) et une butée (58).
- 30     7. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les moyens de réglage comprennent deux axes sensiblement radiaux, un premier axe (57) supportant une butée (58) à position réglable, un deuxième axe (56) formant axe de coulissement d'une plaque d'appui et de fixation (55) contre une face latérale d'un élément de fondation tel qu'une semelle.
- 35     8. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les moyens de réglage comprennent deux axes non parallèles (62, 63), un premier axe (63) sensiblement radial supportant une butée à position réglable, un deuxième axe (62) incliné formant axe de coulissement d'une plaque d'appui et de fixation (61) contre une face latérale d'un élément de fondation tel qu'une semelle.
- 40     9. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon la revendication 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le premier axe (57, 63) comporte une partie filetée sur laquelle la butée est montée réglable en position.
- 45     10. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les quatrièmes moyens comprennent au moins deux pièces mâles telles que des tirants (52) venant se loger dans des pièces femelles portées par la console.
- 50     11. Dispositif de mise en place d'un micropieu hélicoïdal selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** des moyens d'attache rapide assurent la liaison entre lesdites pièces femelles et la console.
- 55     12. Procédé de mise en place d'un micropieu hélicoïdal sur un élément de fondation à l'aide d'un dispositif tel que présenté dans l'une quelconque des revendications 1 à 11, ce procédé étant **caractérisé en ce qu'il comprend** les étapes suivantes :
  - fixation de la console sur l'élément de fondation, à l'aide des deuxièmes moyens ;
  - enfouissement du micropieu (1) dans le sol, notamment par vibrage ou battage ;
  - montage des troisièmes moyens sur la console ;
  - application d'une contrainte axiale sur la tête de micropieu ;
  - bétonnage, au contact de l'élément de fondation, d'un volume logeant sensiblement la totalité de la console ;
  - démontage des troisièmes moyens.
- 55     13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** le bétonnage est effectué en maintenant une contrainte axiale de compression sur la tête de micropieu.
- 55     14. Procédé selon la revendication 12 ou 13, **caractérisé en ce qu'il comprend** en outre un bétonnage de la tête de micropieu, après durcissement du bétonnage du volume logeant sensiblement la totalité de la console.

**EP 1 985 765 A1**

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, **caractérisé en ce qu'il comprend en outre un bétonnage d'un volume placé au dessus de la tête de micropieu, ce volume contenant des armatures (29) préalablement fixées sur la maçonnerie supportée par l'élément de fondation.**

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

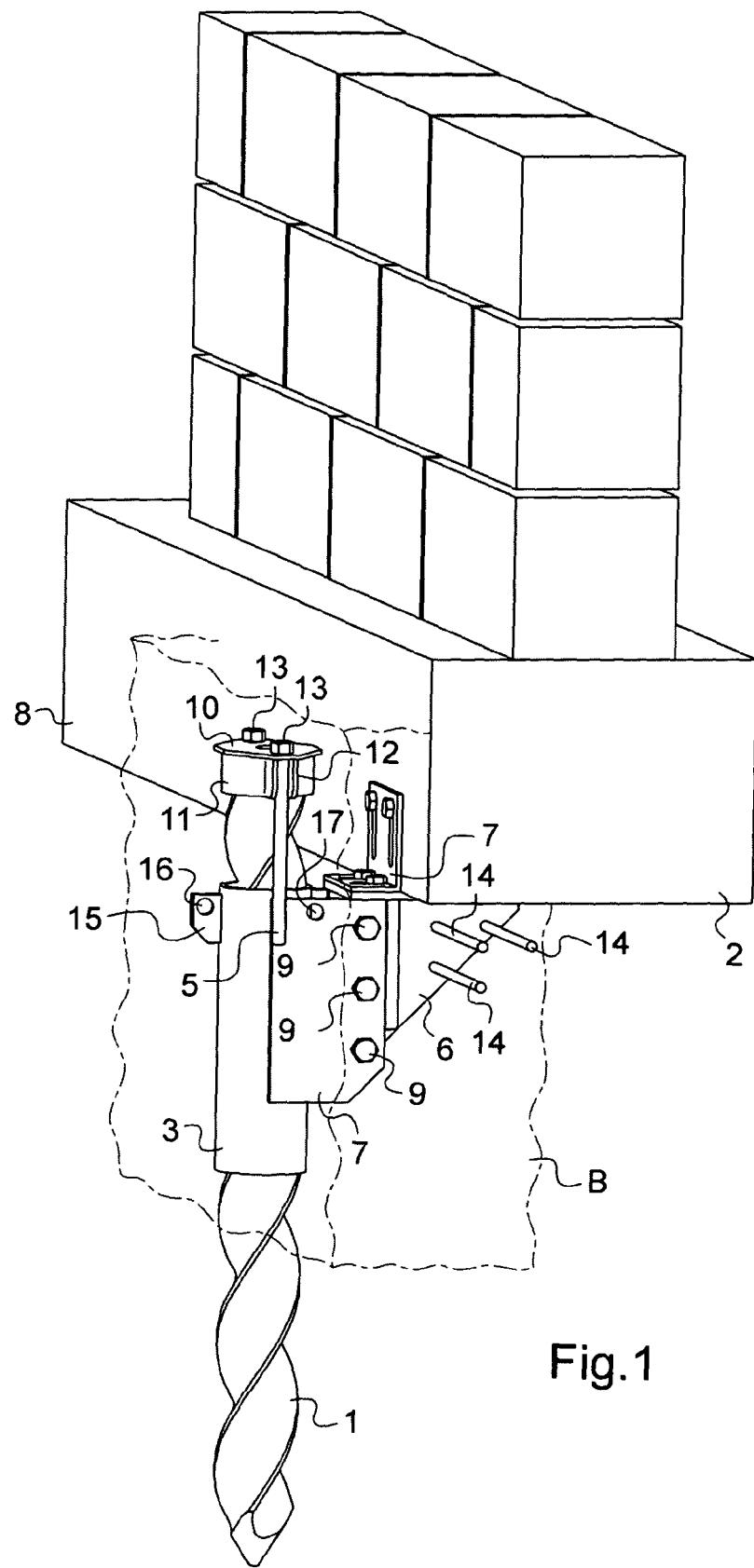


Fig.1

Fig.2

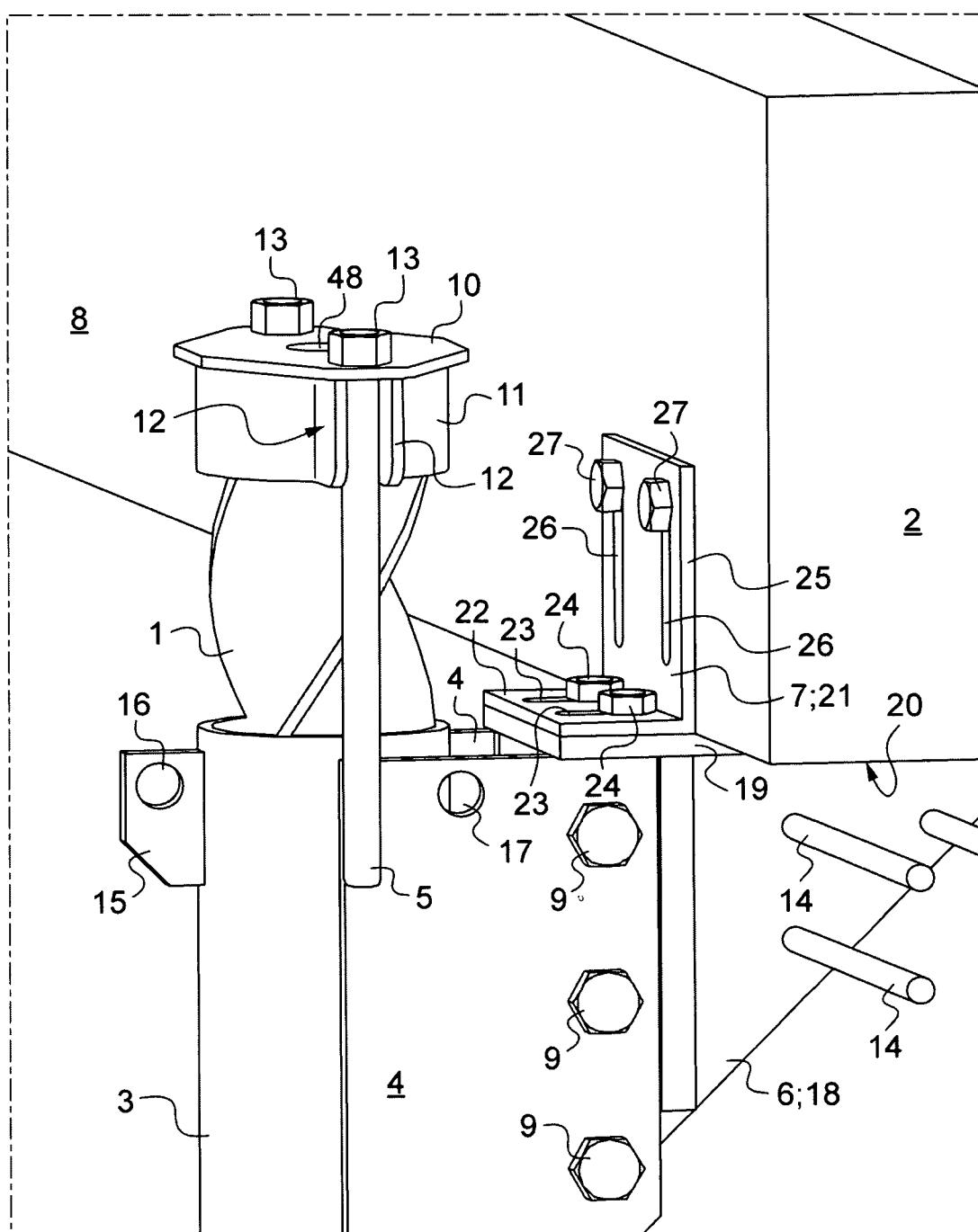
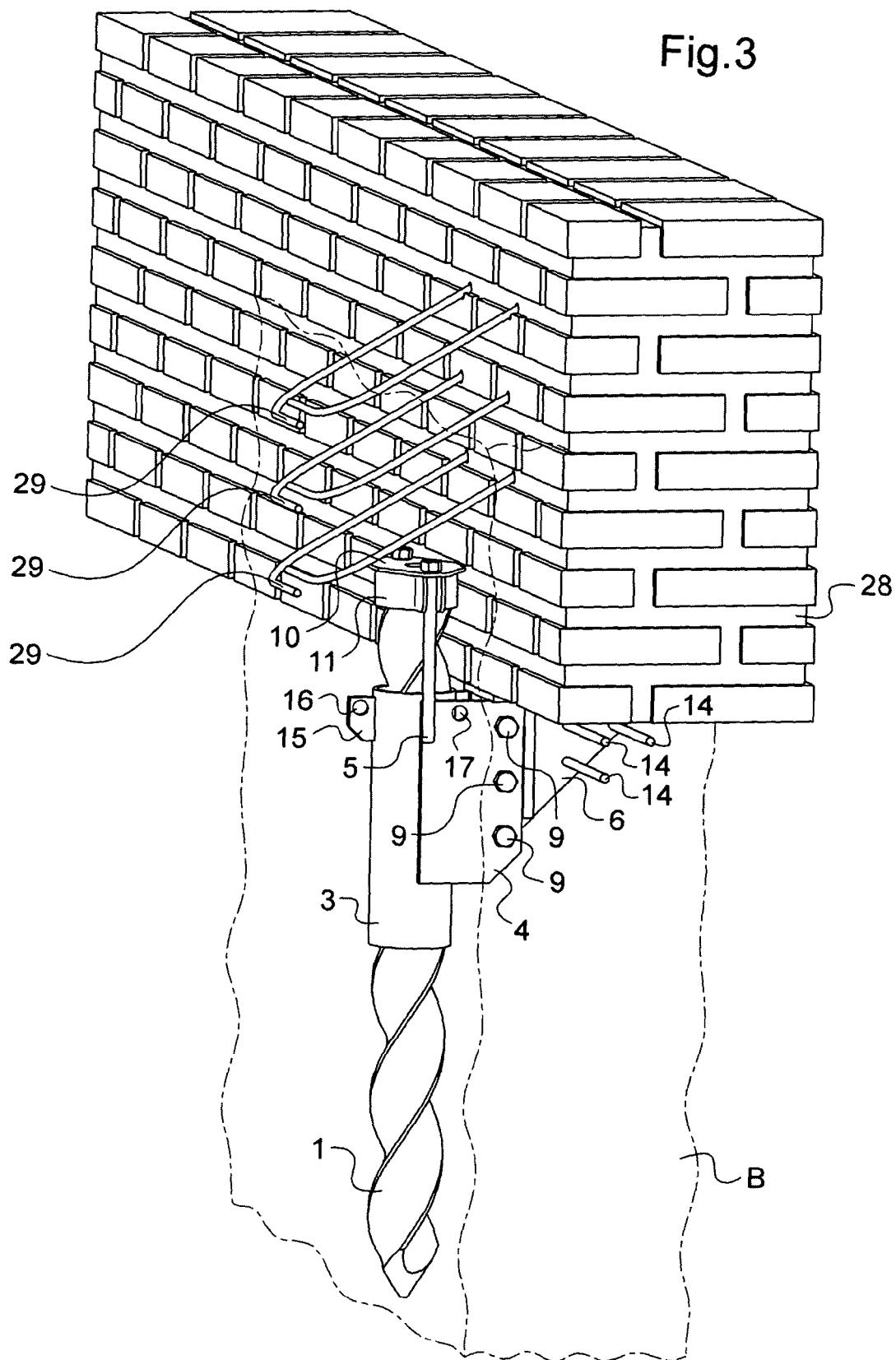


Fig.3



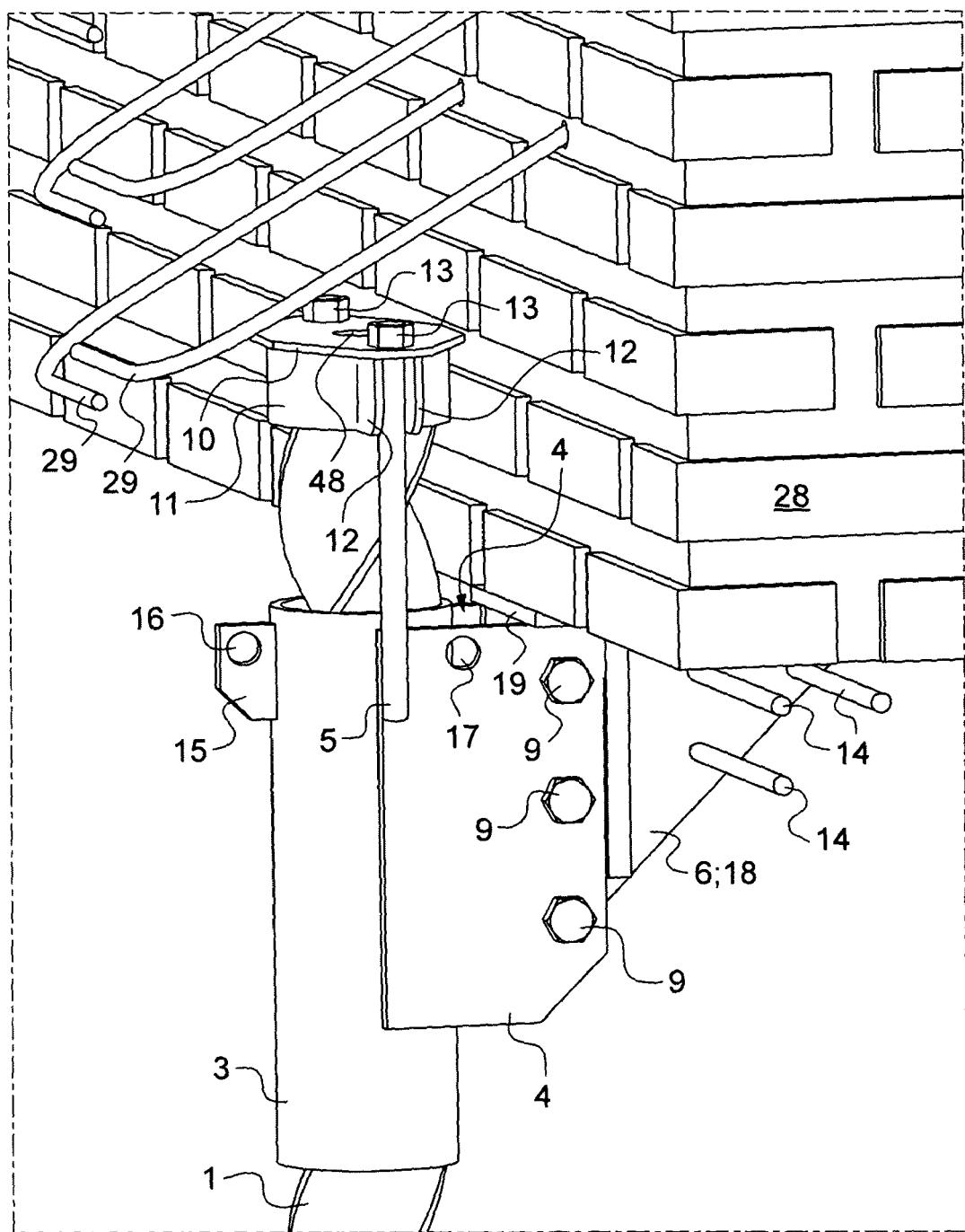


Fig. 4

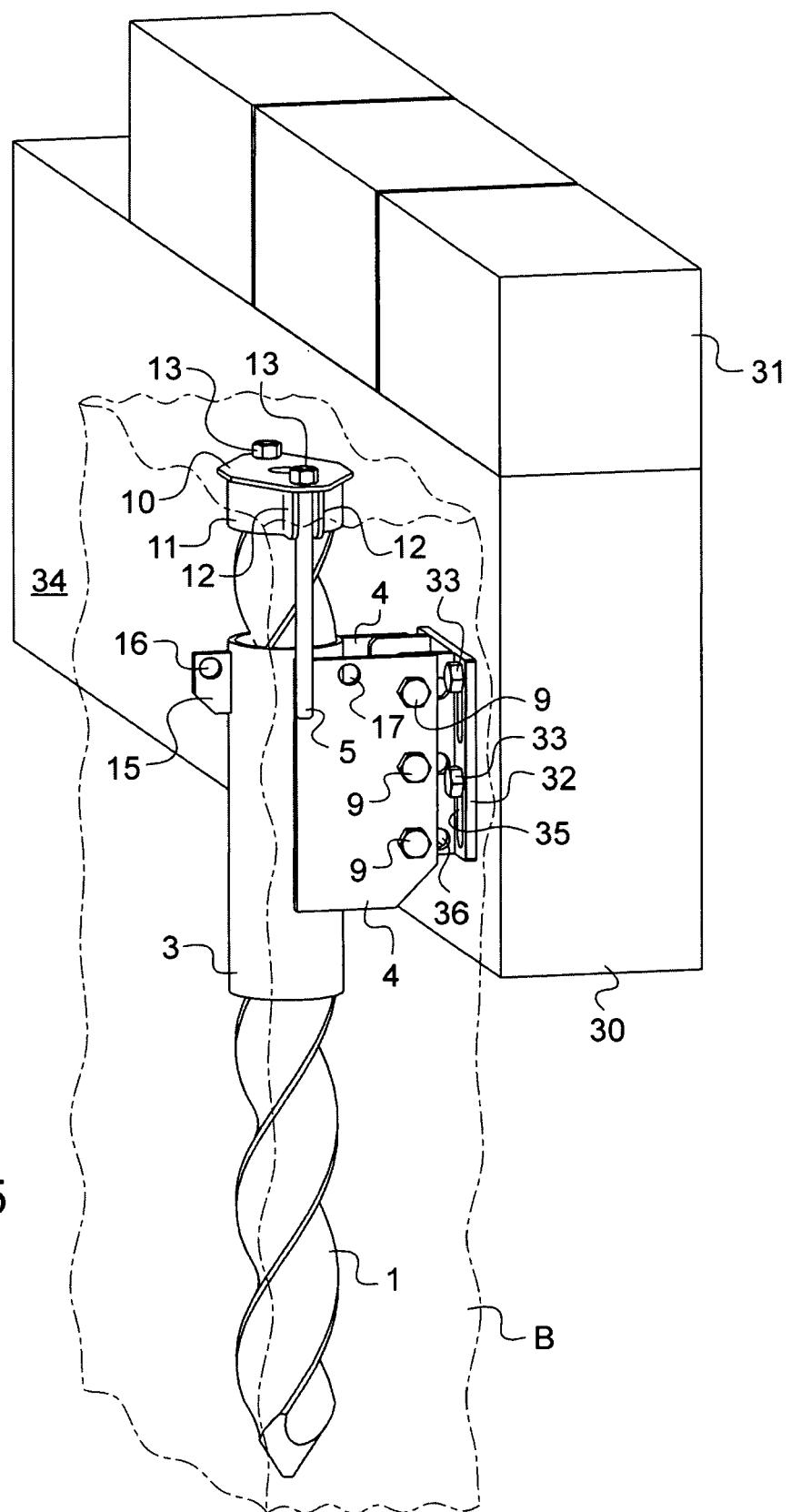


Fig.5

Fig.6

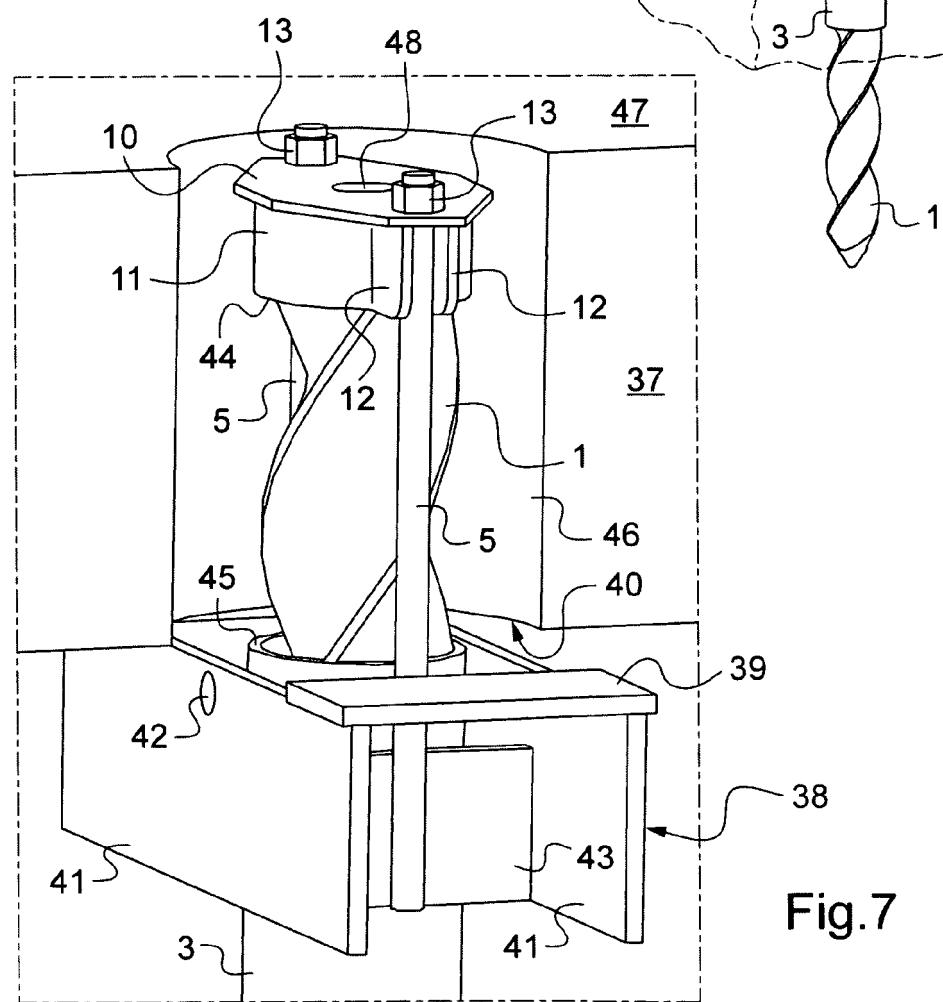
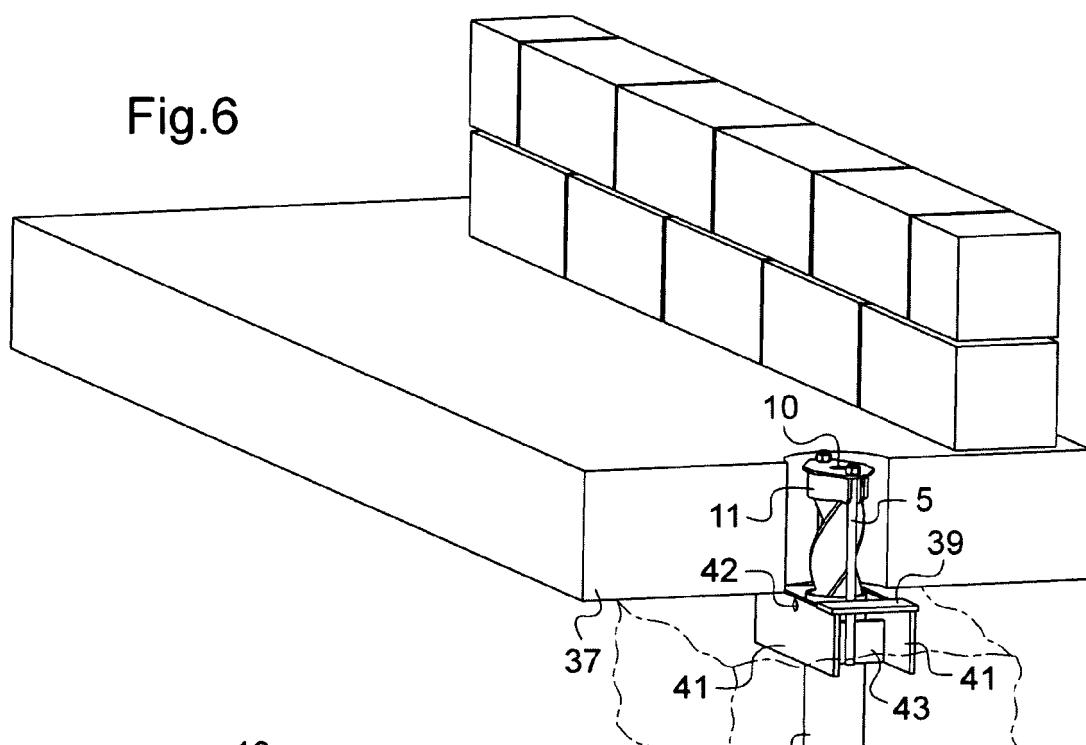


Fig.7

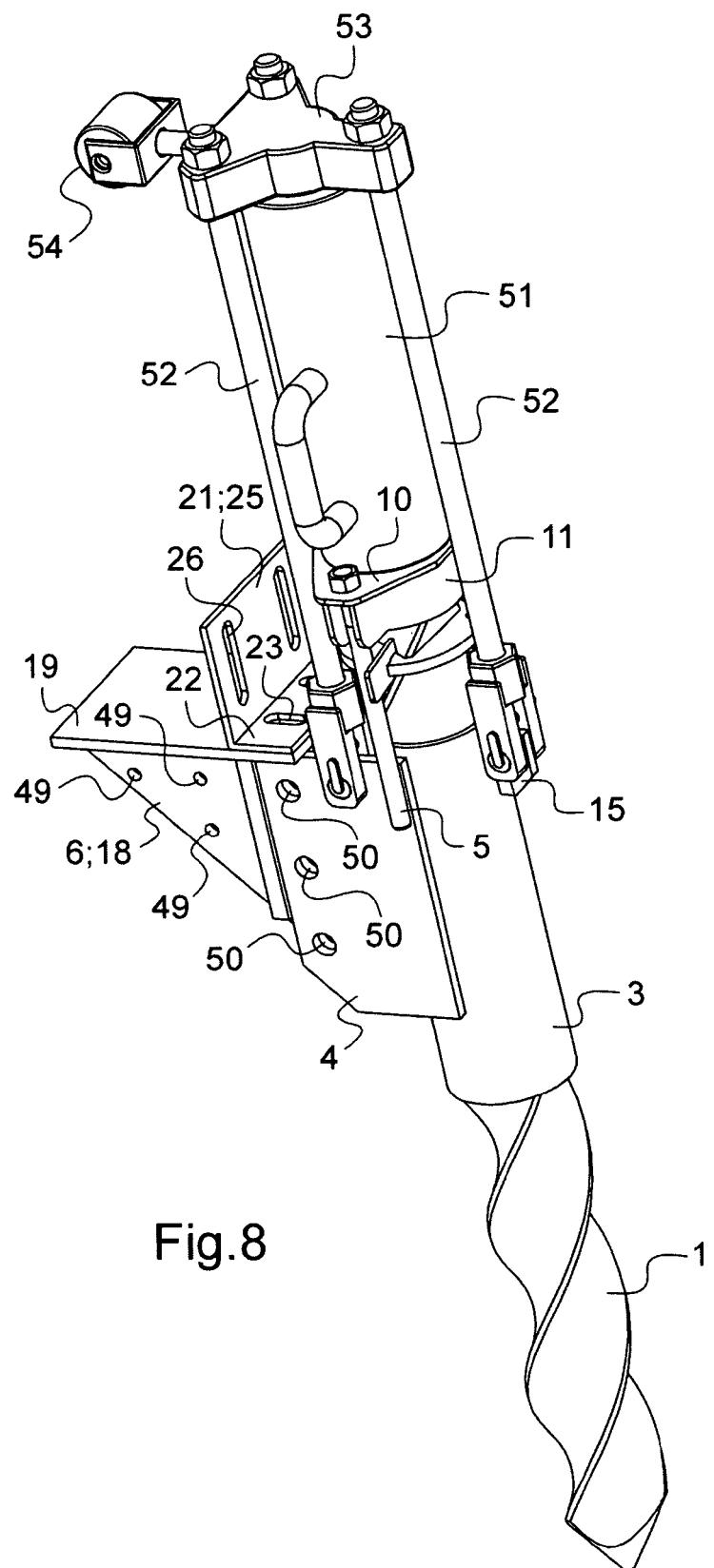


Fig.8

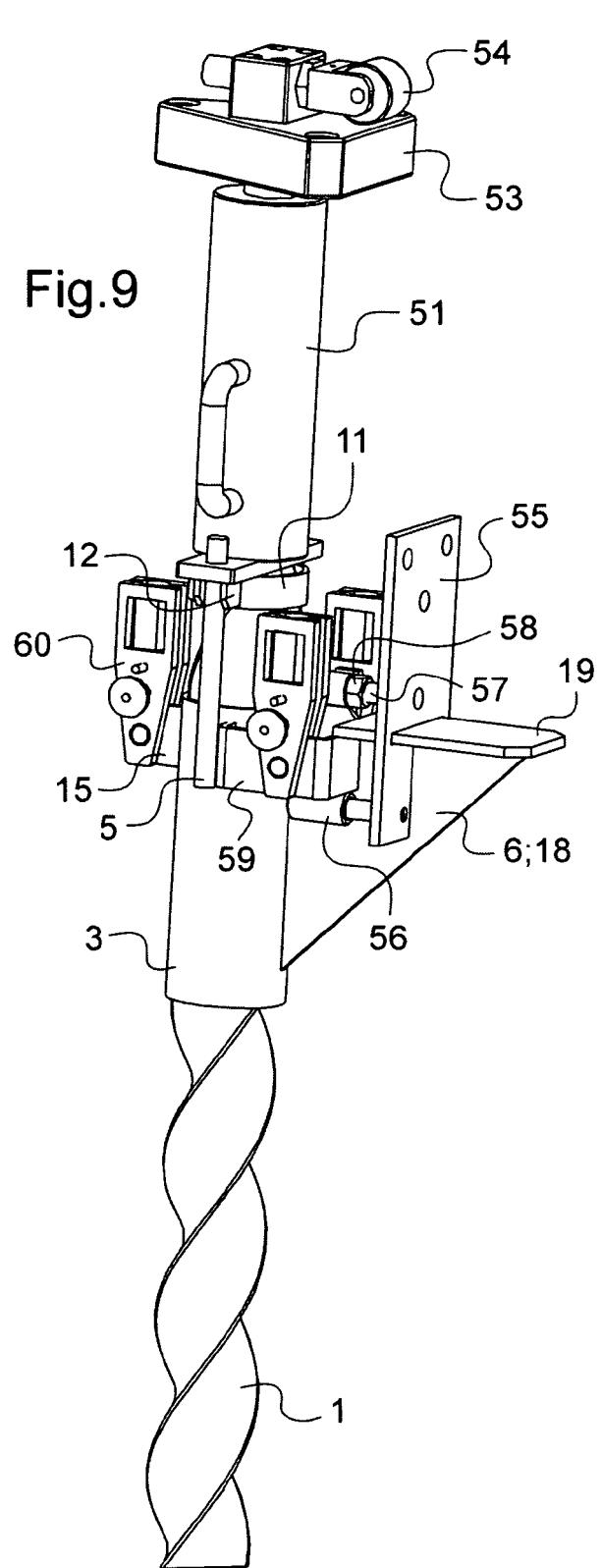


Fig.9

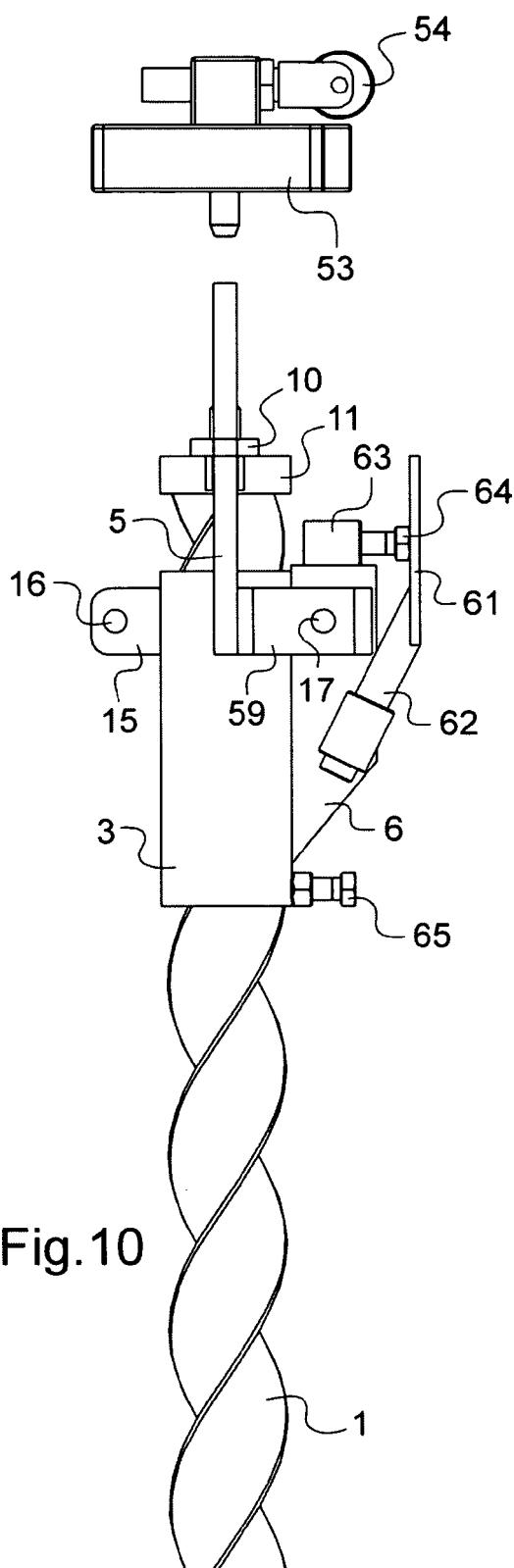


Fig.10



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
X	US 6 676 335 B1 (HICKMAN LOWELL [US]) 13 janvier 2004 (2004-01-13) * figures 5,18,18a-18e * * page 4, ligne 46 - page 7, ligne 35 * -----	1-4, 10-15	INV. E02D35/00 E02D27/48
X	US 5 246 311 A (WEST JOHNNY L [US] ET AL) 21 septembre 1993 (1993-09-21) * colonnes 4-6; figures 1-3,8 *-----	1-4, 12-15	
X	JP 2005 133417 A (JUKANKYO SEKKEISHITSU KK) 26 mai 2005 (2005-05-26) * abrégé; figures 1-3 *-----	1-9	
A	JP 61 246423 A (ITO HIDESUKE) 1 novembre 1986 (1986-11-01) * abrégé; figures 11-13 *-----	1-15	
A	US 5 193 324 A (FELLOWS RICHARD R [US]) 16 mars 1993 (1993-03-16) * figures 3,4 *-----	18	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E02D E04G E04H
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
2	Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
	La Haye	1 juillet 2008	Leroux, Corentine
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 & : membre de la même famille, document correspondant			

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

EP 08 29 0399

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.

01-07-2008

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6676335	B1	13-01-2004	AUCUN	
US 5246311	A	21-09-1993	AUCUN	
JP 2005133417	A	26-05-2005	JP 3817579 B2	06-09-2006
JP 61246423	A	01-11-1986	JP 1815672 C JP 5020531 B	18-01-1994 19-03-1993
US 5193324	A	16-03-1993	AUCUN	

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 0954645 A [0021]
- US 4650372 A [0021]
- SU 1035133 [0021]
- EP 0246589 A [0021]
- EP 0574057 A [0021]
- FR 718309 [0021]
- FR 843499 [0021]
- FR 1027187 [0021]
- FR 1050555 [0021]
- FR 1177711 [0021]
- FR 2468696 [0021]
- FR 2600686 [0021]
- US 6012874 A [0021]
- WO 9316236 A [0021]
- NL 1021708 C [0021]
- EP 1441076 A [0051]