

(19)



(11)

**EP 3 205 775 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**16.08.2017 Bulletin 2017/33**

(51) Int Cl.:  
**E02D 5/38 (2006.01)**      **E02D 5/66 (2006.01)**  
**E02D 7/22 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **17155661.6**

(22) Date de dépôt: **10.02.2017**

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

(72) Inventeurs:  
• **BINON, Stéphane**  
**92500 RUEIL MALMAISON (FR)**  
• **BOULADE, Pascal**  
**92500 RUEIL MALMAISON (FR)**  
• **GUILLON, Christophe**  
**92500 RUEIL MALMAISON (FR)**  
• **LECONTE, Basile**  
**92500 RUEIL MALMAISON (FR)**

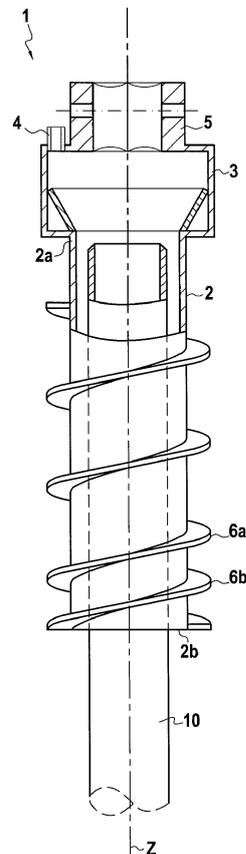
(30) Priorité: **10.02.2016 FR 1651074**

(74) Mandataire: **Calvo de Nó, Rodrigo et al**  
**Cabinet Beau de Loménie**  
**158, rue de l'Université**  
**75340 Paris Cedex 07 (FR)**

(71) Demandeur: **Soletanche Freyssinet**  
**92500 Rueil-Malmaison (FR)**

**(54) DISPOSITIF ET PROCÉDÉ DE FORAGE**

(57) L'invention concerne un dispositif d'obturation (1, 1', 1'') de forage comprenant au moins une paroi tubulaire (2), une lame hélicoïdale (6a) et une coiffe (3). La paroi tubulaire (2) est axisymétrique autour d'un axe central (Z) et s'étend, suivant ledit axe central (Z), d'une extrémité supérieure (2a) fermée par la coiffe (3) à une extrémité inférieure (2b) ouverte. La lame hélicoïdale (6a) est en saillie radiale par rapport à une face extérieure de la paroi tubulaire (2) et la coiffe (3) comporte au moins un raccord (4) d'alimentation en fluide pour l'injection de coulis sous pression sous la coiffe (3) et un organe de couplage mécanique (5) apte à l'entraînement du dispositif d'obturation (1, 1', 1'') en rotation autour dudit axe central (Z).



**FIG.1**

**EP 3 205 775 A1**

## Description

### Arrière-plan de l'invention

**[0001]** La présente invention concerne la réalisation de fondations dans des travaux de construction, et plus spécifiquement un procédé de réalisation d'un élément de fondation, ainsi qu'un procédé et un dispositif d'obturation d'un forage destinés à être utilisés dans la réalisation d'un tel élément de fondation.

**[0002]** Dans le domaine du bâtiment et des travaux publics, on compte, parmi les différents types de fondations, les fondations dites à micropieux. Un micropieu est un pieu de diamètre inférieur à 300 mm, donc à faible section par rapport à sa longueur, et dont le frottement avec le sol environnant offre une contribution sensiblement plus importante à l'ancrage du pieu que l'effet de pointe correspondant à l'appui vertical de la fondation sur le sol.

**[0003]** Typiquement, lorsque le micropieu est injecté, sa réalisation comporte deux étapes distinctes d'introduction de coulis de ciment dans un forage : une première étape dans laquelle un premier coulis de ciment est coulé pour former une gaine autour d'une armature dans le forage, et une deuxième étape d'injection à pression dans laquelle un deuxième coulis de ciment est injecté sous pression en profondeur dans le forage de manière à pénétrer radialement, à travers la gaine, dans le sol environnant afin d'assurer un bon ancrage dans le sol. L'objet de la gaine est l'obturation du forage dans son axe longitudinal pour éviter que le coulis injecté ensuite sous pression ne puisse rejaillir en surface. En conséquence, avant l'étape d'injection sous pression, on laisse typiquement prendre le premier coulis pendant plusieurs heures pour qu'il obture le forage. Cette période d'attente rend la réalisation des micropieux plus lente et laborieuse. En outre, sa durée doit être précisément contrôlée, puisqu'une attente trop longue pourrait résulter en une prise excessive de la gaine, ne permettant plus sa traversée radiale par le coulis injecté ensuite sous pression, tandis qu'une attente trop courte pourrait résulter en une prise insuffisante de la gaine, permettant des fuites de coulis vers la surface. Le premier coulis et le deuxième coulis peuvent avoir sensiblement la même composition, avec typiquement un rapport en poids de deux parts de ciment par part d'eau.

### Objet et résumé de l'invention

**[0004]** La présente invention vise à remédier à cet inconvénient. Plus spécifiquement, cette divulgation vise à proposer un dispositif d'obturation de forage qui permette de réduire le temps de réalisation d'un élément de fondation en supprimant le temps d'attente entre la coulée d'un premier coulis et l'injection d'un deuxième coulis sous pression dans le forage.

**[0005]** Dans au moins un mode de réalisation, ce but est atteint grâce au fait que le dispositif d'obturation com-

prend une paroi tubulaire, une lame hélicoïdale et une coiffe, la paroi tubulaire étant axisymétrique autour d'un axe central, et s'étendant, suivant ledit axe central, d'une extrémité supérieure à une extrémité inférieure ouverte, la lame hélicoïdale étant en saillie radiale par rapport à une face extérieure de la paroi tubulaire, et la coiffe fermant l'extrémité supérieure de la paroi tubulaire, ladite coiffe comportant au moins un raccord d'alimentation en fluide pour l'injection de coulis sous pression sous la coiffe et un organe de couplage mécanique apte à l'entraînement du dispositif d'obturation en rotation autour dudit axe central.

**[0006]** La lame hélicoïdale sert non seulement à faciliter l'enfoncement du dispositif d'obturation dans le sol par rotation autour de son axe central et à assurer ensuite son ancrage dans le sol, puis son retrait par rotation en sens opposé, mais aussi, pendant l'injection de coulis sous pression, aide à éviter la remontée de coulis à travers le sol environnant. Ainsi, grâce à ces dispositions, on obtient une obturation effective du forage en surface, permettant de procéder à l'injection de coulis de ciment sous pression sans devoir attendre la prise d'un premier coulis formant gaine, ce qui simplifie et rend plus rapide la réalisation d'éléments de fondation.

**[0007]** La paroi tubulaire peut notamment être cylindrique pour faciliter son insertion dans un forage de diamètre sensiblement égal ou légèrement supérieur. Alternativement, toutefois, la paroi tubulaire peut présenter un diamètre extérieur grandissant vers son extrémité supérieure, de manière à contribuer au compactage du terrain par déplacement radial du sol pendant l'enfoncement du dispositif d'obturation dans le sol.

**[0008]** L'organe de couplage mécanique peut aussi être apte à l'entraînement dudit dispositif d'obturation suivant la direction dudit axe central. Ainsi, l'enfoncement du dispositif d'obturation dans le sol, et/ou son extraction subséquente pourront être assistés par une force axiale exercée à travers l'organe de couplage mécanique.

**[0009]** Le nombre de lames hélicoïdales n'est pas limité à une seule. Ainsi, par exemple, le dispositif d'obturation peut aussi comporter au moins une lame hélicoïdale supplémentaire en saillie radiale par rapport à la face extérieure de la paroi tubulaire.

**[0010]** Afin de permettre la mise en place du dispositif d'obturation avant même une première coulée de coulis, la coiffe peut comporter au moins un raccord d'alimentation en fluide et une ouverture d'évacuation de fluide, et comportant en outre, sous la coiffe, une première cavité, en communication fluide avec ledit raccord d'alimentation, et une deuxième cavité, séparée de la première cavité et en communication fluide avec ladite ouverture d'évacuation de fluide. Ainsi, un premier coulis pourra être introduit dans le forage à travers le raccord d'alimentation et la première cavité, tandis que le fluide présent dans le forage et déplacé par ce coulis sera évacué à travers l'ouverture d'évacuation de fluide.

**[0011]** La présente divulgation concerne aussi un procédé d'obturation d'un forage dans un terrain, dans le-

quel le dispositif d'obturation est placé sur une extrémité supérieure du forage et mis en rotation dans un premier sens autour de l'axe central de telle manière que la lame hélicoïdale coupe dans le terrain autour du forage, enfonçant ainsi le dispositif d'obturation dans le terrain autour du forage.

**[0012]** Selon une première alternative, un diamètre extérieur maximal de la paroi tubulaire du dispositif d'obturation peut être égal ou inférieur à un diamètre intérieur du forage, de manière à faciliter l'enfoncement du dispositif d'obturation. Toutefois, selon une deuxième alternative, un diamètre extérieur de l'extrémité inférieure de la paroi tubulaire du dispositif d'obturation peut être égal ou inférieur à un diamètre intérieur du forage, mais un diamètre extérieur maximal de la paroi tubulaire du dispositif d'obturation peut être supérieur au diamètre intérieur du forage, et la face extérieure de la paroi tubulaire exerce ainsi une pression radiale sur le terrain lors de l'enfoncement du dispositif d'obturation dans le terrain, de manière à compacter le terrain autour du forage, ce qui est favorable à la bonne obturation du forage.

**[0013]** La présente divulgation concerne également un procédé de réalisation d'un élément de fondation, comportant au moins une étape d'obturation d'un forage dans un terrain suivant le procédé susmentionné, une étape d'injection dans le forage, à travers le raccord d'alimentation, d'un coulis de ciment sous pression, et une étape de retrait du dispositif d'obturation, après l'étape d'injection, par rotation du dispositif d'obturation en sens opposé audit premier sens de rotation.

**[0014]** Afin de renforcer l'élément de fondation, le procédé de réalisation peut aussi comporter, avant l'étape d'obturation du forage, une étape d'installation d'une armature dans le forage.

**[0015]** Dans ce cas, afin de former une gaine de coulis autour de cette armature, le procédé de réalisation peut comprendre aussi, avant l'étape d'injection d'un coulis de ciment sous pression, une étape de coulée d'un premier coulis de ciment dans le forage. Cette étape de coulée d'un premier coulis de ciment dans le forage peut notamment être effectuée après l'étape d'installation de l'armature, quoique l'alternative soit également envisageable. Pour couler le premier coulis de ciment après l'installation de l'armature dans le forage, celle-ci peut comprendre un conduit, et le premier coulis de ciment peut être coulé dans le forage à travers ledit conduit. Afin d'éviter le retour du coulis dans le conduit, ce conduit peut par exemple comprendre au moins un clapet. Par ailleurs, l'armature peut notamment être tubulaire, de manière à ce que son intérieur forme ce conduit. Dans ce cas, afin d'éviter le retour du coulis dans le conduit, l'armature peut comporter au moins un passage radial entre ledit conduit et une surface externe de l'armature, et une manchette élastique empêchant le passage de fluide, à travers ledit passage radial, de l'extérieur vers ledit conduit, tout en permettant le passage de fluide, à travers ledit passage radial, en sens opposé.

**[0016]** Selon une première alternative, l'étape de cou-

lée d'un premier coulis de ciment dans le forage peut être effectuée avant l'étape d'obturation du forage. Ainsi, ce premier coulis pourrait simplement être versé par gravité dans le forage, avant, pendant ou après l'installation de l'armature.

**[0017]** Toutefois, selon une deuxième alternative, si l'armature comprend un conduit, étape de coulée d'un premier coulis de ciment dans le forage est effectuée après l'étape d'obturation du forage, à travers une première cavité, sous la coiffe du dispositif d'obturation, reliant le raccord d'alimentation du dispositif d'obturation au conduit dans l'armature, pendant qu'un fluide remontant échappe du forage à travers une deuxième cavité, séparée de la première cavité sous la coiffe du dispositif d'obturation et reliant le forage à une ouverture d'évacuation de fluide dans la coiffe du dispositif d'obturation. Ainsi, le forage peut être obturé immédiatement après ou même pendant l'installation de l'armature, réduisant encore plus le temps entre la coulée du premier coulis de ciment, et l'injection du coulis de ciment sous pression.

**[0018]** Afin de réduire encore plus le nombre d'opérations distinctes, l'armature peut notamment être autoforante et le forage être ainsi réalisé simultanément à l'installation de l'armature.

**[0019]** L'armature peut être enduite d'un revêtement antiadhésif sur une partie de sa longueur avant son installation dans le forage, de manière à restreindre l'adhésion du ciment après prise à un seul segment de l'armature, par exemple à son segment le plus profond.

#### Brève description des dessins

**[0020]** L'invention sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux, à la lecture de la description détaillée qui suit, de modes de réalisation représentés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif d'obturation suivant un premier mode de réalisation, situé sur l'extrémité supérieure d'une armature tubulaire ;
- la figure 2 est une vue schématique d'un dispositif d'obturation suivant un deuxième mode de réalisation, illustré de manière analogue au premier mode de réalisation sur l'extrémité supérieure d'une armature tubulaire ;
- les figures 3A et 3B illustrent des exemples d'armature tubulaire avec, respectivement, des clapets et des manchettes anti-retour ;
- les figures 4 à 9 illustrent des étapes successives d'un procédé de réalisation d'un élément de fondation utilisant le dispositif d'obturation de la figure 1 ;
- la figure 10 illustre un dispositif d'obturation suivant un troisième mode de réalisation ; et
- les figures 11 à 13 illustrent des étapes successives d'un procédé de réalisation d'un élément de fondation utilisant un dispositif d'obturation suivant un troi-

sième mode de réalisation.

#### Description détaillée de l'invention

**[0021]** La figure 1 illustre un dispositif d'obturation 1 suivant un premier mode de réalisation, ensemble avec une armature tubulaire 10. Le dispositif d'obturation 1 illustré comprend une paroi tubulaire 2, deux lames hélicoïdales 6a,6b et une coiffe 3. La paroi tubulaire 2 est axisymétrique autour d'un axe central Z et s'étend, suivant cet axe central Z, d'une extrémité supérieure 2a fermée par la coiffe 3 à une extrémité inférieure 2b ouverte.

**[0022]** La coiffe 3 comporte un raccord 4 d'alimentation en fluide pour l'injection de coulis sous pression sous la coiffe 3 et un organe de couplage mécanique 5 apte à l'entraînement du dispositif d'obturation 1 en rotation autour dudit axe central Z, ainsi qu'axialement suivant la direction de l'axe central Z. Dans le mode de réalisation illustré, cet organe de couplage mécanique 5 présente un alésage à section polygonale pour la transmission de couple, et des orifices transversaux pour l'insertion d'une cheville (non illustrée) pour la transmission d'efforts dans le sens de l'axe central Z. Toutefois cet organe de couplage mécanique peut prendre des formes alternatives comme par exemple celle d'un taraudage.

**[0023]** Parmi les deux lames hélicoïdales 6a,6b, une première lame hélicoïdale 6a s'étend sur pratiquement toute la hauteur de la paroi tubulaire 2, à partir de son extrémité inférieure 2b jusqu'à son extrémité supérieure 2a. La lame hélicoïdale supplémentaire 6b, qui est intercalée entre les spires de la première lame hélicoïdale 6a et présente le même pas de vis, ne s'étend que sur une partie inférieure de la hauteur de la paroi tubulaire 2 à partir de son extrémité inférieure 2b.

**[0024]** Dans ce premier mode de réalisation, la paroi tubulaire 2 est cylindrique et présente donc sensiblement le même diamètre extérieur sur toute sa hauteur, de manière à faciliter son insertion dans un forage de diamètre intérieur sensiblement égal ou légèrement supérieur au diamètre extérieur de cette paroi tubulaire 2. Toutefois, dans un mode de réalisation alternatif, illustré sur la figure 2, cette paroi tubulaire 2 peut présenter un diamètre extérieur grandissant vers son extrémité supérieure 2a, formant ainsi une tarière à refoulement avec un diamètre extérieur d2 de l'extrémité inférieure 2b de la paroi tubulaire 2 inférieur à un diamètre extérieur maximal d1 de la paroi tubulaire 2. Ainsi, lorsque ce dispositif d'obturation 1 sera utilisé pour un forage à diamètre intérieur sensiblement égal ou légèrement supérieur au diamètre extérieur d2 de l'extrémité inférieure 2b de la paroi tubulaire 2 mais inférieur au diamètre extérieur maximal d1 de la paroi tubulaire 2, la face extérieure de la paroi tubulaire 2 pourra exercer une pression radiale sur le terrain lors de l'enfoncement du dispositif d'obturation 1 dans le terrain, servant éventuellement à consolider le terrain autour du forage. Le reste des éléments de ce dispositif d'obturation 1 sont analogues à ceux du dis-

positif d'obturation 1 suivant le premier mode de réalisation et reçoivent donc les mêmes chiffres de référence.

**[0025]** Comme illustré sur les figures 1 et 2, dans un mode de réalisation comme dans l'autre, les dispositifs d'obturation 1,1' peuvent notamment être disposés sur l'extrémité supérieure d'une armature tubulaire 10 dans un forage, notamment de manière concentrique avec celle-ci. En outre, bien que l'armature 10 illustrée soit une armature tubulaire définissant un conduit 12 à l'intérieur, d'autres formes d'armature présentant un ou plusieurs conduits pour l'injection de coulis de ciment peuvent être envisagées. Comme illustré sur la figure 3A, pour éviter le retour de coulis, le conduit 12 de l'armature tubulaire 10 peut présenter au moins un clapet 13. Alternativement ou en complément à ce clapet, l'armature tubulaire 10 peut comporter au moins un passage radial 14 entre le conduit 12 et une surface externe de l'armature 10, et au moins une manchette élastique 15 empêchant le passage de fluide, à travers ledit passage radial 14, de l'extérieur vers le conduit 12, tout en permettant le passage de fluide, à travers ledit passage radial 14, en sens opposé, comme illustré sur la figure 3B. Le raccord 4 d'alimentation en fluide de chacun des dispositifs d'obturation 1, 1' peut être disposé de manière à être mis directement en communication avec ce conduit 12 quand le dispositif d'obturation 1,1' est mis en place.

**[0026]** L'utilisation du dispositif d'obturation 1 dans un procédé de réalisation d'un élément de fondation, notamment du type dit « micropieu », peut être décrite en référant aux figures 4 à 9. Dans une première étape de ce procédé de réalisation, on effectue le forage 30 dans le terrain 20. En utilisant une armature 10 autoforante, actionnée par une machine de forage 100 en surface, de manière à combiner la réalisation du forage 30 avec l'installation de l'armature 10 dans le forage 30, comme illustré sur la figure 4. Toutefois, il est également envisageable d'effectuer d'abord le forage 30 avec des moyens de forage conventionnels, pour ensuite y installer l'armature 10, qui pourrait alors ne pas être autoforante. Par ailleurs, cette armature peut être enduite, sur un segment supérieur, d'un revêtement antiadhérent, par exemple bitumineux, pour que l'adhérence d'un coulis de ciment autour de l'armature 10 soit limitée aux segments de l'armature non enduits de ce revêtement antiadhérent.

**[0027]** Ensuite, on coule dans le forage 30 un premier coulis de ciment, de manière à remplir le forage 30 autour de l'armature 10, comme illustré sur la figure 5. Quand la réalisation du forage 30 et l'installation de l'armature 10 dans le forage 30 ne sont pas combinées en utilisant une armature 10 autoforante, il est également envisageable d'effectuer cette coulée avant l'introduction de l'armature 10 dans le forage 30, plutôt qu'après. Dans les deux cas, immédiatement après l'installation de l'armature 10 dans le forage 30 et cette coulée, on peut placer le dispositif d'obturation 1, tenu par la machine de forage 100, sur le forage 30, comme illustré sur la figure 6. Le diamètre extérieur de la paroi tubulaire 2 de ce dispositif d'obturation 1 est sensiblement égal ou légè-

rement inférieur au diamètre intérieur du forage 30, de manière à ce que la paroi tubulaire 2 puisse être reçue dans le forage 30. Ainsi, par exemple, pour un forage 30 avec un diamètre intérieur d'environ 270 mm, le diamètre extérieur de la paroi tubulaire 2 peut être de 269,50 mm. Par contre le diamètre extérieur des lames hélicoïdales 6a, 6b est sensiblement supérieur au diamètre intérieur du forage 30, de manière à ce que ces lames hélicoïdales 6a, 6b puissent couper dans le terrain 20 et retenir ensuite le dispositif d'obturation 1 contre une pression d'injection de coulis. Ainsi, par exemple, pour les dimensions susmentionnées, afin d'assurer l'ancrage du dispositif d'obturation 1 dans un terrain d'alluvions anciennes, les lames hélicoïdales 6a, 6b peuvent être en saillie de, par exemple, 50 mm par rapport à la surface externe de la paroi tubulaire 2. Avec la machine de forage 100, le dispositif d'obturation 1 peut être posé sur le terrain 20 et actionné en rotation à travers l'organe de couplage mécanique 5 comme illustré sur la figure 7, de manière à l'enfoncer dans le forage 30, avec les lames hélicoïdales 6a, 6b coupant donc dans le terrain 20 de manière à impulser le dispositif d'obturation 1 vers le bas. Ceci peut encore être assisté par une force verticale transmise au dispositif d'obturation 1 par la machine de forage 100 à travers l'organe de couplage mécanique 5. Une fois que le dispositif d'obturation 1 a été enfoncé dans le forage 30 jusqu'à une profondeur prédéterminée de manière à obturer le forage 30 tout en maintenant la coiffe 3 au-dessus de la surface du terrain 20, on peut connecter le raccord 4 d'alimentation en fluide à une pompe de coulis de ciment afin d'immédiatement procéder à l'injection d'un deuxième coulis de ciment sous pression dans le forage 30, injection destinée à faire pénétrer de coulis de ciment dans le terrain 20 entourant le forage 30 en profondeur, comme illustré sur la figure 8, de manière à assurer un bon ancrage de l'élément de fondation résultant dans ce terrain. Cette injection peut être maintenue de manière continue ou intermittente pendant une période prédéterminée, jusqu'à ce que le débit de coulis de ciment injecté sous une pression prédéterminée tombe en dessous d'un seuil prédéterminé, ou jusqu'à ce que la pression atteigne un seuil maximum prédéterminé, ou encore jusqu'à ce qu'un volume de coulis injecté ait atteint un seuil maximum prédéterminé. Le premier coulis de ciment et le deuxième coulis de ciment peuvent avoir sensiblement la même composition, avec un rapport ciment-eau de, par exemple, 2, c'est-à-dire, deux parts de ciment (en poids) pour chaque part d'eau. Après cette injection, et après avoir déconnecté le raccord 4 d'alimentation de la pompe de coulis de ciment, la machine de forage 100 peut mettre en rotation le dispositif d'obturation 5 en sens opposé à celui d'enfoncement pour le retirer du forage, comme illustré sur la figure 9. Cette rotation peut aussi être assistée par une force verticale exercée par la machine de forage 100 dans le sens du retrait. Après la prise du coulis de ciment, l'élément de fondation ainsi obtenu peut encore faire l'objet d'autres opérations, comme notamment une opération d'arasage

ou de coupe de l'armature à la hauteur souhaitée. Alternativement, l'armature aurait pu être positionnée et maintenue à la hauteur souhaitée pendant le temps de prise, de manière à éviter une telle coupe ultérieure.

5 **[0028]** Le même procédé de réalisation peut être effectué avec le dispositif d'obturation 1' suivant le mode de réalisation illustré sur la figure 2, avec la seule différence que, lors de son enfoncement, cet autre dispositif d'obturation 1' va refouler du terrain radialement vers l'extérieur, exerçant ainsi une pression radiale pouvant servir à compacter le terrain autour du forage. Toutefois, dans 10 les deux cas, le coulis de gaine doit être coulé dans le forage avant son obturation par le dispositif d'obturation, puisque ce coulis de gaine doit déplacer le fluide précédemment présent dans le forage, notamment le fluide de forage ayant éventuellement été utilisé pendant l'étape de réalisation du forage.

15 **[0029]** Pour cette raison, dans un dispositif d'obturation 1" suivant un troisième mode de réalisation, illustré sur la figure 10, la coiffe 3 présente, à part le raccord d'alimentation 4, une ouverture 8 d'évacuation de fluide, et une paroi annulaire 11 divise le volume sous la coiffe 3 en une première cavité 9a, en communication fluide avec le raccord d'alimentation 4, et une deuxième cavité 20 25 9b, séparée de la première cavité 9a par la paroi annulaire 11 et en communication fluide avec l'ouverture 8 d'évacuation de fluide. Les autres éléments de ce dispositif d'obturation 1" sont analogues à ceux des deux premiers modes de réalisation et reçoivent donc les mêmes chiffres de référence. Grâce à l'ouverture 8 d'évacuation de fluide, on peut obturer le forage 30 avec ce dispositif d'obturation 1" directement après la réalisation du forage 30 et mise en place de l'armature 10, comme illustré sur la figure 10. Comme pour les modes de réalisation précédents, la réalisation du forage 30 et la mise en place de l'armature 10 peuvent avoir été combinées en une seule opération avec une armature 10 autoforante, comme illustré sur la figure 4, ou alternativement avoir été effectuées comme deux étapes distinctes et successives. 30 35 40

45 **[0030]** Comme dans le procédé décrit précédemment, pour obturer le forage, dans l'étape illustrée sur la figure 11, le dispositif d'obturation 1" est posé sur le terrain 20 et actionné en rotation à travers l'organe de couplage mécanique, de manière à l'enfoncer dans le forage 30, avec les lames hélicoïdales 6a, 6b coupant donc dans le terrain 20 de manière à impulser le dispositif d'obturation 1" vers le bas. Ceci peut encore être assisté par une force verticale transmise au dispositif d'obturation 1" par la machine de forage 100 à travers l'organe de couplage mécanique 5.

50 **[0031]** Une fois que le dispositif d'obturation 1" a été enfoncé dans le forage 30 jusqu'à une profondeur prédéterminée de manière à obturer le forage 30, avec la paroi annulaire 11 en appui sur l'armature tubulaire 10 et la coiffe 3 en saillie sur la surface du terrain 20, on peut connecter le raccord d'alimentation 4 en fluide à un conduit d'amenée de coulis pour la coulée d'un premier

coulis de ciment dans le forage 30 à travers le raccord d'alimentation 4, la première cavité 9a sous la coiffe 3 et le conduit 12 de l'armature 10, comme illustré sur la figure 12. Ce premier coulis déplaçant alors le fluide de forage du forage 30, ce fluide de forage remonte et est évacué à travers la deuxième cavité 9b et l'ouverture 8 d'évacuation de fluide. Bien que dans le mode de réalisation cette ouverture 8 d'évacuation de fluide soit connectée à un conduit d'évacuation, il est également envisageable qu'elle ouvre directement vers l'extérieur pendant cette évacuation.

**[0032]** Ensuite, après avoir évacué le fluide de forage et avoir rempli le forage 30 avec le premier coulis de ciment, on peut procéder à l'étape d'injection d'un deuxième coulis de ciment sous pression, comme illustré sur la figure 13, en fermant l'ouverture d'évacuation 8 et en connectant le raccord d'alimentation 4 à une pompe de coulis de ciment. L'injection du deuxième coulis peut être maintenue de manière continue ou intermittente pendant une période prédéterminée ou jusqu'à ce que le débit de coulis de ciment injecté sous une pression prédéterminée tombe en dessous d'un seuil prédéterminé. Après cette injection, et après avoir déconnecté le raccord 4 d'alimentation de la pompe de coulis de ciment, on peut procéder au retrait du dispositif d'obturation 1" de manière analogue à celle illustrée sur la figure 9 pour le procédé précédent. Après la prise des coulis de ciment, l'élément de fondation ainsi obtenu peut encore faire l'objet d'autres opérations, comme notamment une opération d'arasage à la hauteur souhaitée. Comme dans les premier et deuxième modes de réalisation, la composition des deux coulis de ciment peut en fait être identique. Ainsi, dans les deux cas, le coulis peut avoir un rapport ciment/eau de 2.

**[0033]** Quoique la présente invention ait été décrite en se référant à des exemples de réalisation spécifiques, il est évident que des différentes modifications et changements peuvent être effectués sur ces exemples sans sortir de la portée générale de l'invention telle que définie par les revendications. En outre, des caractéristiques individuelles des différents modes de réalisation évoqués peuvent être combinées dans des modes de réalisation additionnels. Par conséquent, la description et les dessins doivent être considérés dans un sens illustratif plutôt que restrictif.

## Revendications

1. Dispositif d'obturation (1,1',1") de forage comprenant :

une paroi tubulaire (2) axisymétrique autour d'un axe central (Z), ladite paroi tubulaire (2) s'étendant, suivant ledit axe central (Z), d'une extrémité supérieure (2a) à une extrémité inférieure (2b) ouverte ;  
une lame hélicoïdale (6a) en saillie radiale par

rapport à une face extérieure de la paroi tubulaire (2) ;

une coiffe (3) fermant l'extrémité supérieure (2a) de la paroi tubulaire (2), ladite coiffe (3) comportant au moins un raccord (4) d'alimentation en fluide pour l'injection de coulis sous pression sous la coiffe (3) et un organe de couplage mécanique (5) apte à l'entraînement du dispositif d'obturation (1,1',1") en rotation autour dudit axe central (Z).

2. Dispositif d'obturation (1,1") suivant la revendication 1, dans lequel ladite paroi tubulaire (2) est cylindrique.

3. Dispositif d'obturation (1') suivant la revendication 1, dans lequel ladite paroi tubulaire (2) présente un diamètre extérieur grandissant vers son extrémité supérieure (2a).

4. Dispositif d'obturation (1,1',1") suivant l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel ledit organe de couplage mécanique (5) est aussi apte à l'entraînement dudit dispositif d'obturation (1,1',1") suivant la direction dudit axe central (Z).

5. Dispositif d'obturation (1,1',1") suivant l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant au moins une lame hélicoïdale supplémentaire (6b) en saillie radiale par rapport à la face extérieure de la paroi tubulaire (2).

6. Dispositif d'obturation (1") suivant l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la coiffe (3) comporte au moins un raccord (4) d'alimentation en fluide et une ouverture (8) d'évacuation de fluide, et comportant en outre, sous la coiffe (3), une première cavité (9a), en communication fluide avec ledit raccord d'alimentation (4), et une deuxième cavité (9b), séparée de la première cavité (9a) et en communication fluide avec ladite ouverture (8) d'évacuation de fluide.

7. Procédé d'obturation d'un forage (30) dans un terrain (20), dans lequel le dispositif d'obturation (1,1',1") suivant l'une quelconque des revendications précédentes est placé sur une extrémité supérieure du forage (30) et mis en rotation dans un premier sens autour de l'axe central (Z) de telle manière que la lame hélicoïdale (6a) coupe dans le terrain autour du forage (30), enfonçant ainsi le dispositif d'obturation (1,1',1") dans le terrain (20) autour du forage (30).

8. Procédé d'obturation suivant la revendication 7, dans lequel un diamètre extérieur maximal de la paroi tubulaire (2) du dispositif d'obturation (1,1") est égal ou inférieur à un diamètre intérieur du forage

- (30).
9. Procédé d'obturation suivant la revendication 7 dans lequel un diamètre extérieur (d2) de l'extrémité inférieure (2b) de la paroi tubulaire (2) du dispositif d'obturation (1') est égal ou inférieur à un diamètre intérieur du forage (30), mais un diamètre extérieur maximal (d1) de la paroi tubulaire (2) du dispositif d'obturation (1') est supérieur au diamètre intérieur du forage (30), et la face extérieure de la paroi tubulaire (2) exerce une pression radiale sur le terrain (20) lors de l'enfoncement du dispositif d'obturation (1') dans le terrain (20).
10. Procédé de réalisation d'un élément de fondation, comportant au moins les étapes suivantes :
- obturation d'un forage (30) dans un terrain suivant le procédé de l'une quelconque des revendications 7 à 9 ;  
 injection dans le forage (30), à travers le raccord d'alimentation (4), d'un coulis de ciment sous pression ; et  
 retrait du dispositif d'obturation (1,1',1''), après l'étape d'injection, par rotation du dispositif d'obturation (1,1',1'') en sens opposé audit premier sens de rotation.
11. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant la revendication 10, comportant aussi, avant l'étape d'obturation du forage (30), une étape d'installation d'une armature (10) dans le forage (30).
12. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant la revendication 11, comprenant aussi, avant l'étape d'injection d'un coulis de ciment sous pression, une étape de coulée d'un premier coulis de ciment dans le forage (30).
13. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant la revendication 12, dans lequel ladite étape de coulée d'un premier coulis de ciment dans le forage (30) est effectuée après l'étape d'installation de l'armature (10).
14. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant la revendication 13, dans lequel l'armature (10) comprend un conduit (12), et le premier coulis de ciment est coulé dans le forage (30) à travers ledit conduit (12).
15. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant la revendication 14, dans lequel ledit conduit (12) comprend au moins un clapet (13).
16. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant l'une quelconque des revendications 14 ou 15, dans lequel l'armature (10) est tubulaire.
17. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant la revendication 16, dans lequel l'armature (10) comporte au moins un passage radial (14) entre ledit conduit et une surface externe de l'armature (10), et une manchette élastique (15) empêchant le passage de fluide, à travers ledit passage radial (14), de l'extérieur vers ledit conduit (12), tout en permettant le passage de fluide, à travers ledit passage radial (14), en sens opposé.
18. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant l'une quelconque des revendications 13 à 17, dans lequel ladite étape de coulée d'un premier coulis de ciment dans le forage (30) est effectuée avant l'étape d'obturation du forage (30).
19. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant l'une quelconque des revendications 14 à 17, dans lequel ladite étape de coulée d'un premier coulis de ciment dans le forage (30) est effectuée après l'étape d'obturation du forage (30), à travers une première cavité (9a), sous la coiffe (3) du dispositif d'obturation (1''), reliant le raccord d'alimentation (4) du dispositif d'obturation (1'') au conduit dans l'armature (10), pendant qu'un fluide remontant échappe du forage (30) à travers une deuxième cavité (9b), séparée de la première cavité sous la coiffe (3) du dispositif d'obturation (1'') et reliant le forage (30) à une ouverture (8) d'évacuation de fluide dans la coiffe (3) du dispositif d'obturation (1).
20. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant l'une quelconque des revendications 11 à 19, dans lequel l'armature (10) est autoforante et le forage (30) est réalisé simultanément à l'installation de l'armature (10).
21. Procédé de réalisation d'un élément de fondation suivant l'une quelconque des revendications 11 à 20, dans lequel l'armature (10) est enduite d'un revêtement antiadhésif sur une partie de sa longueur avant son installation dans le forage (30).

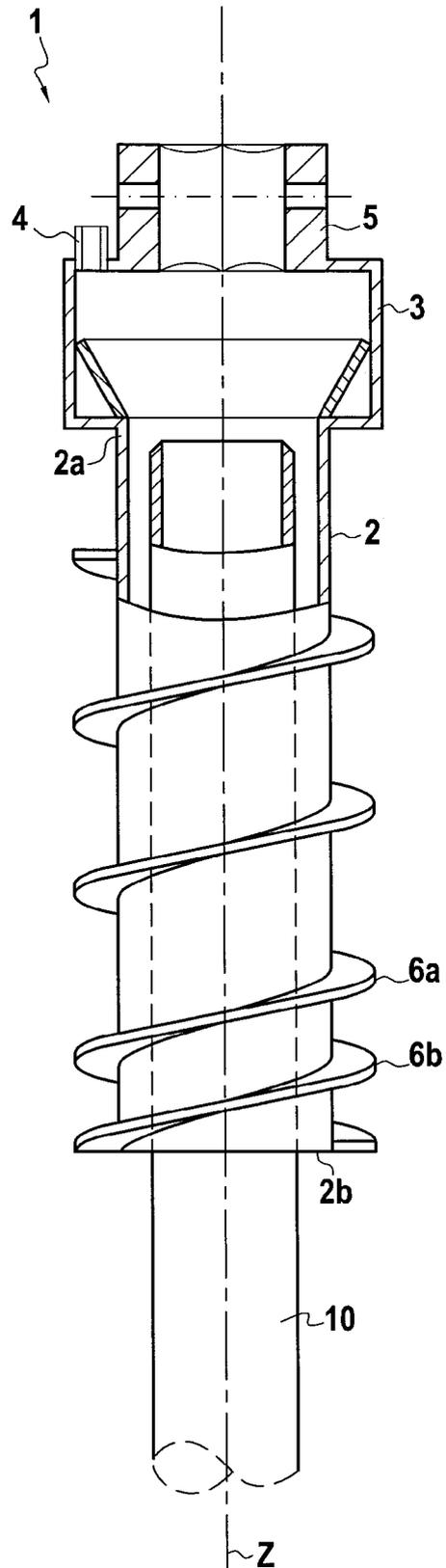


FIG.1

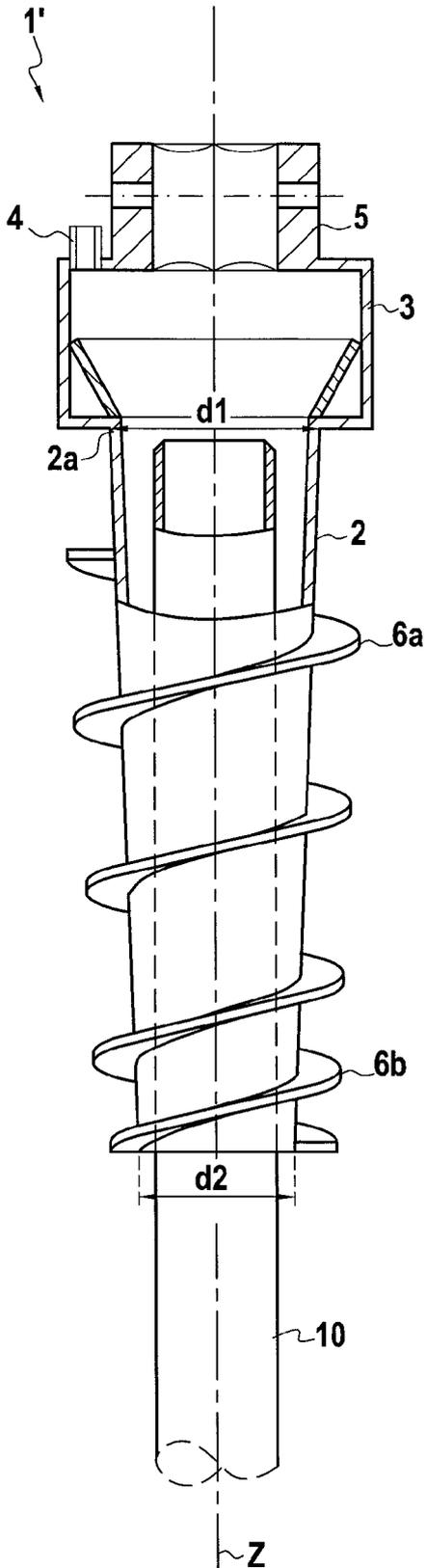


FIG. 2

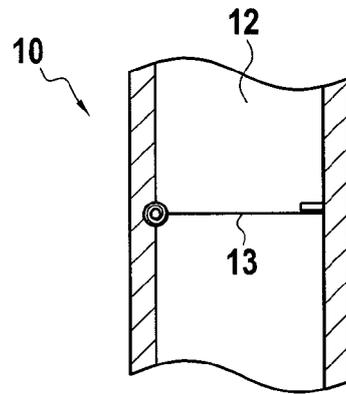


FIG. 3A

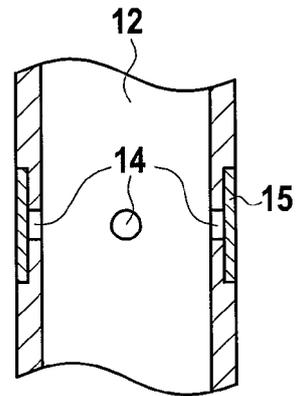


FIG. 3B

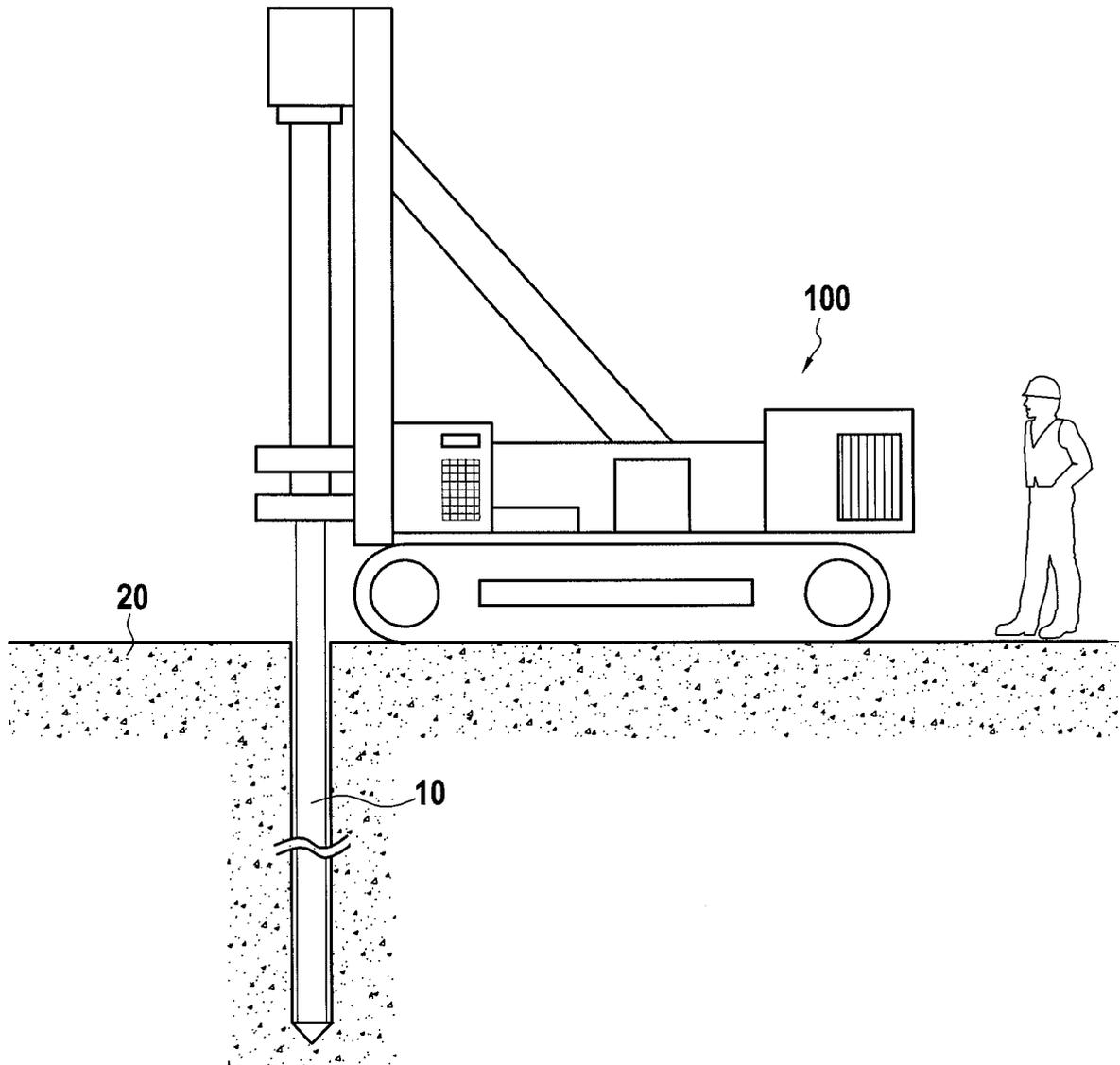


FIG.4

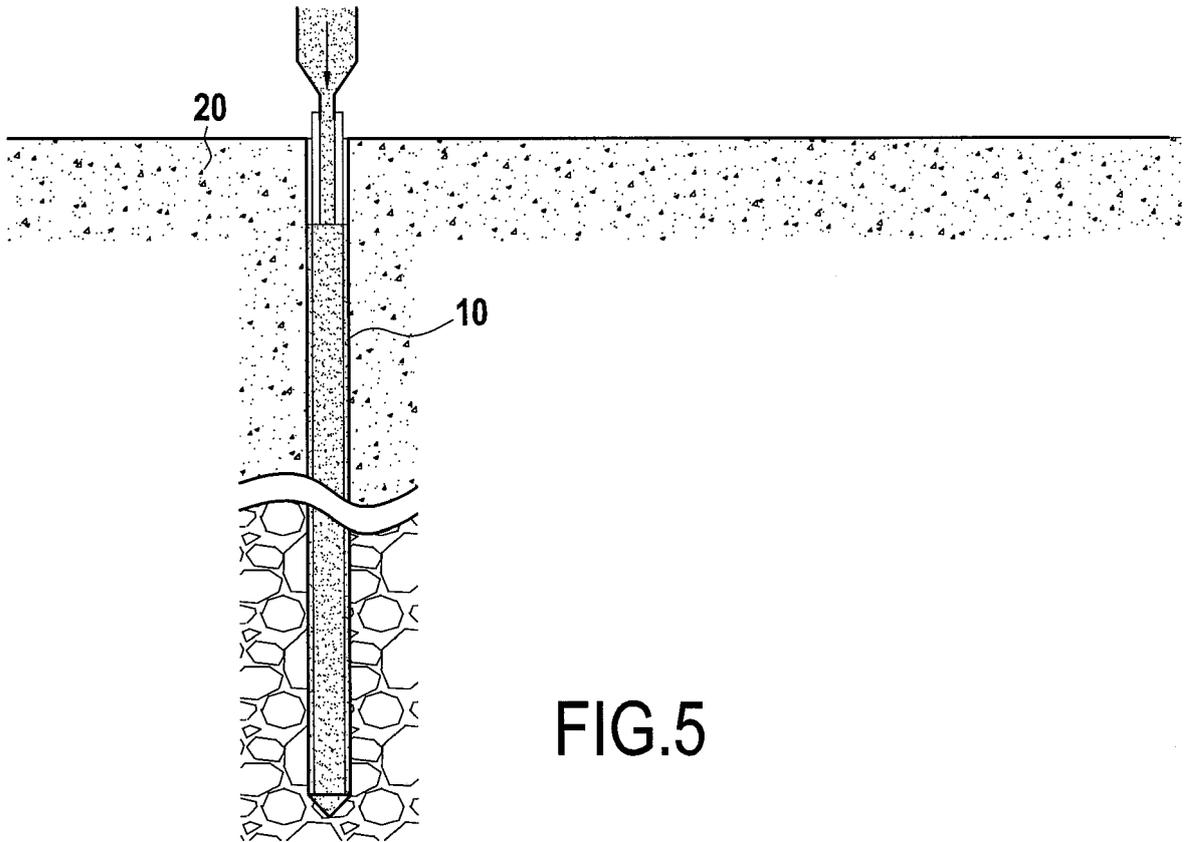


FIG.5

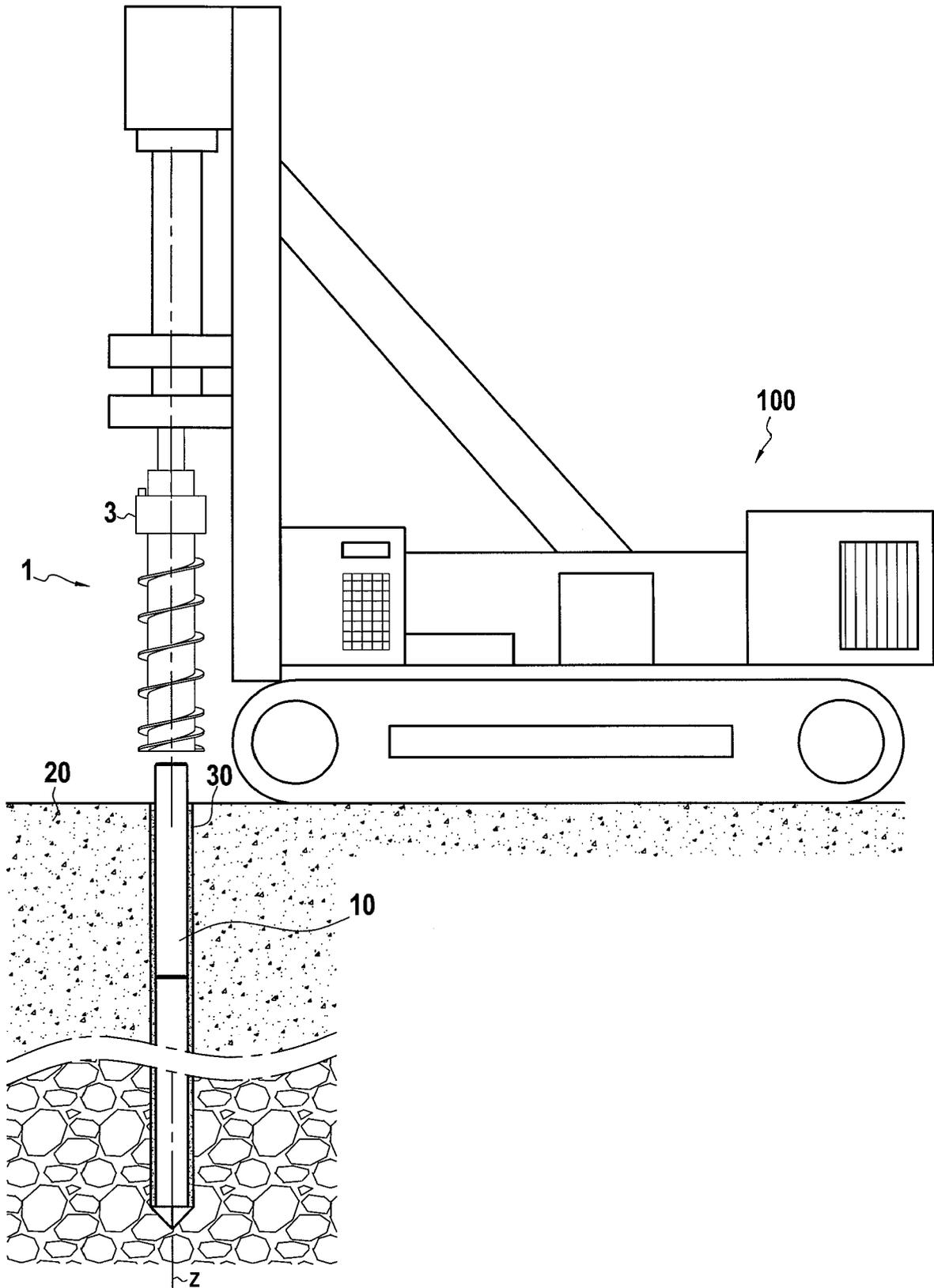
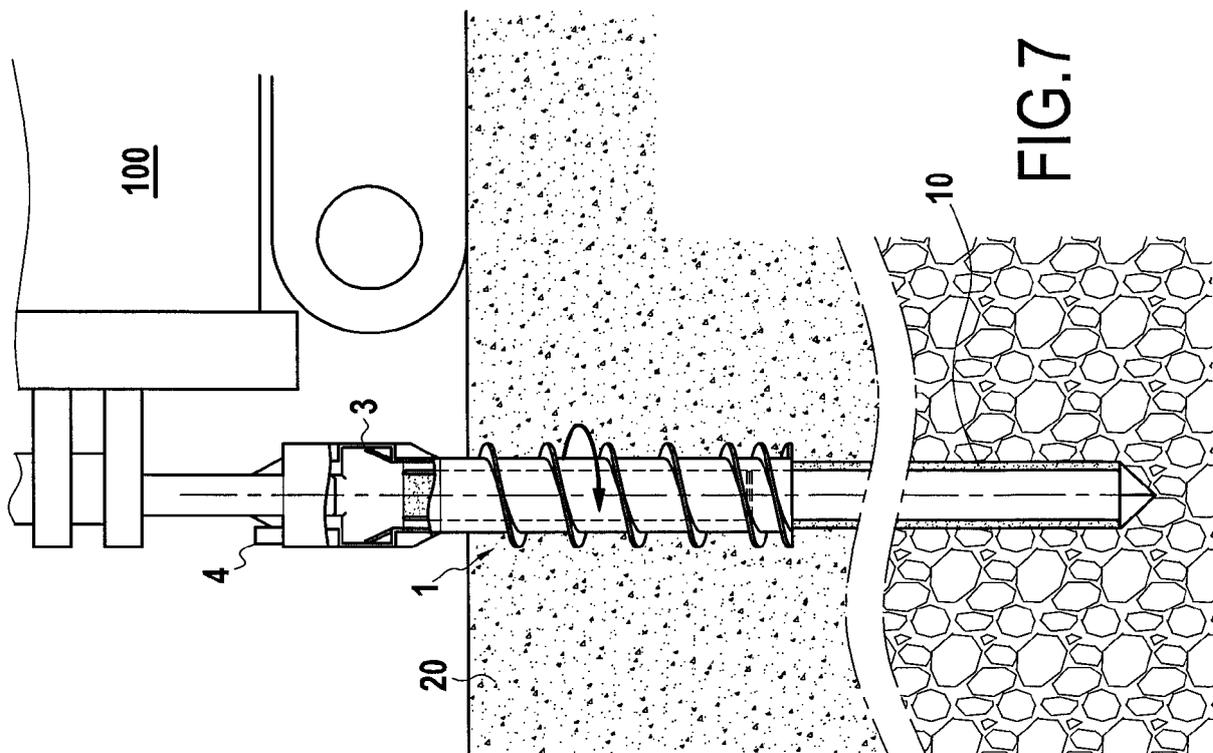
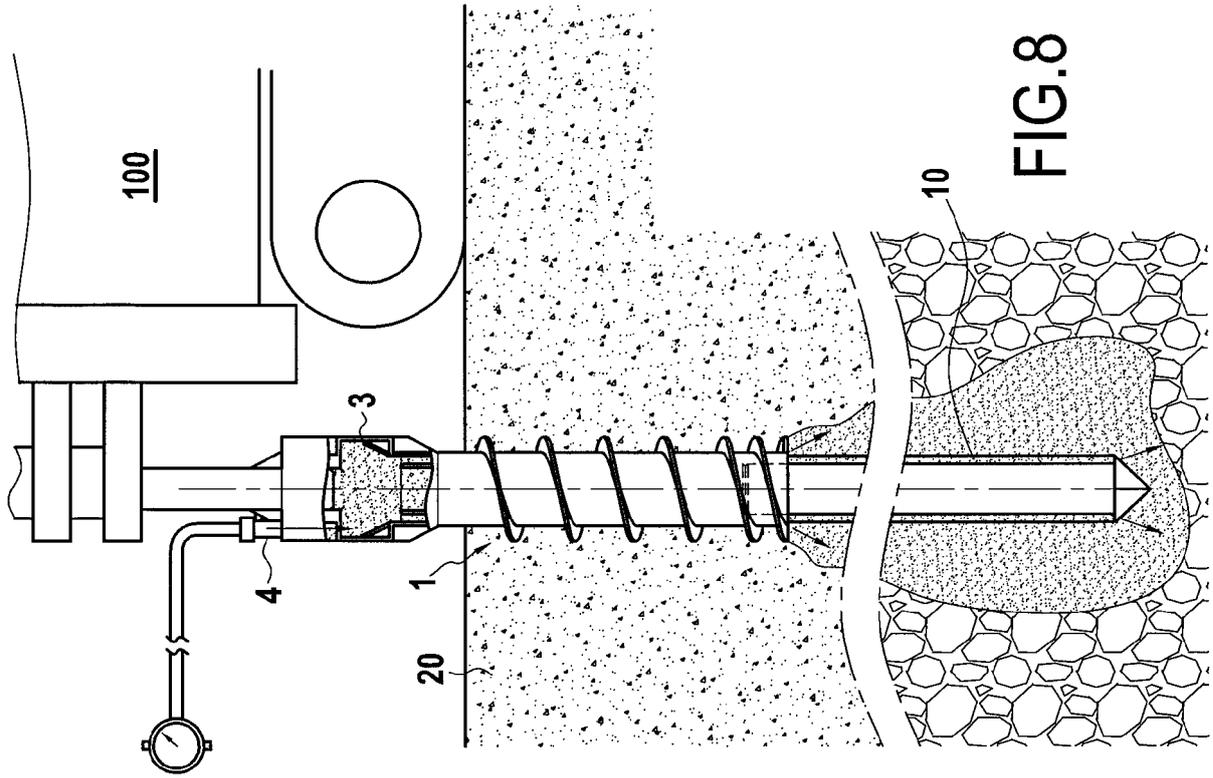


FIG.6



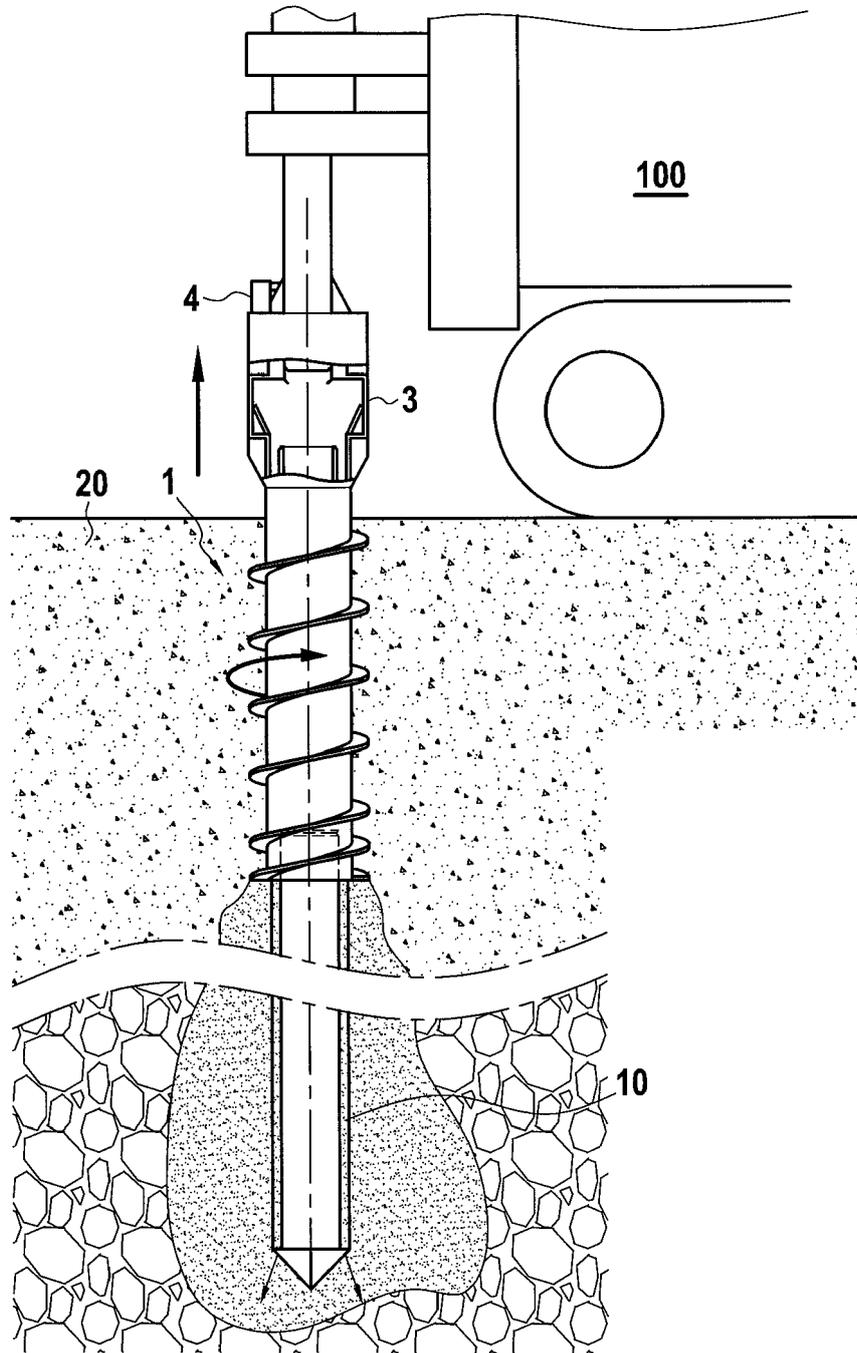


FIG.9

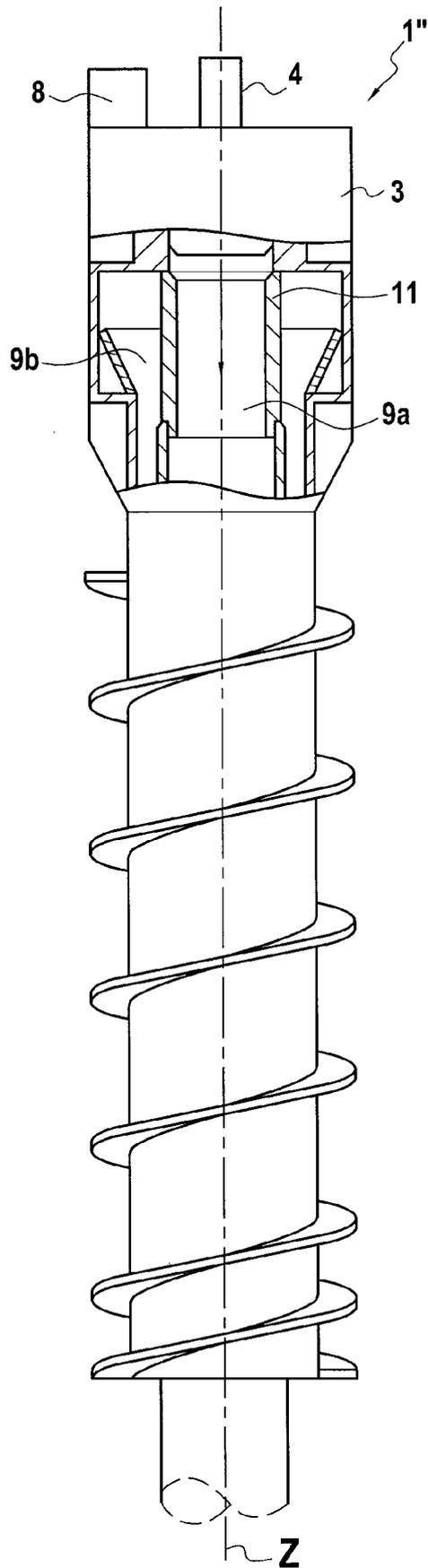


FIG.10

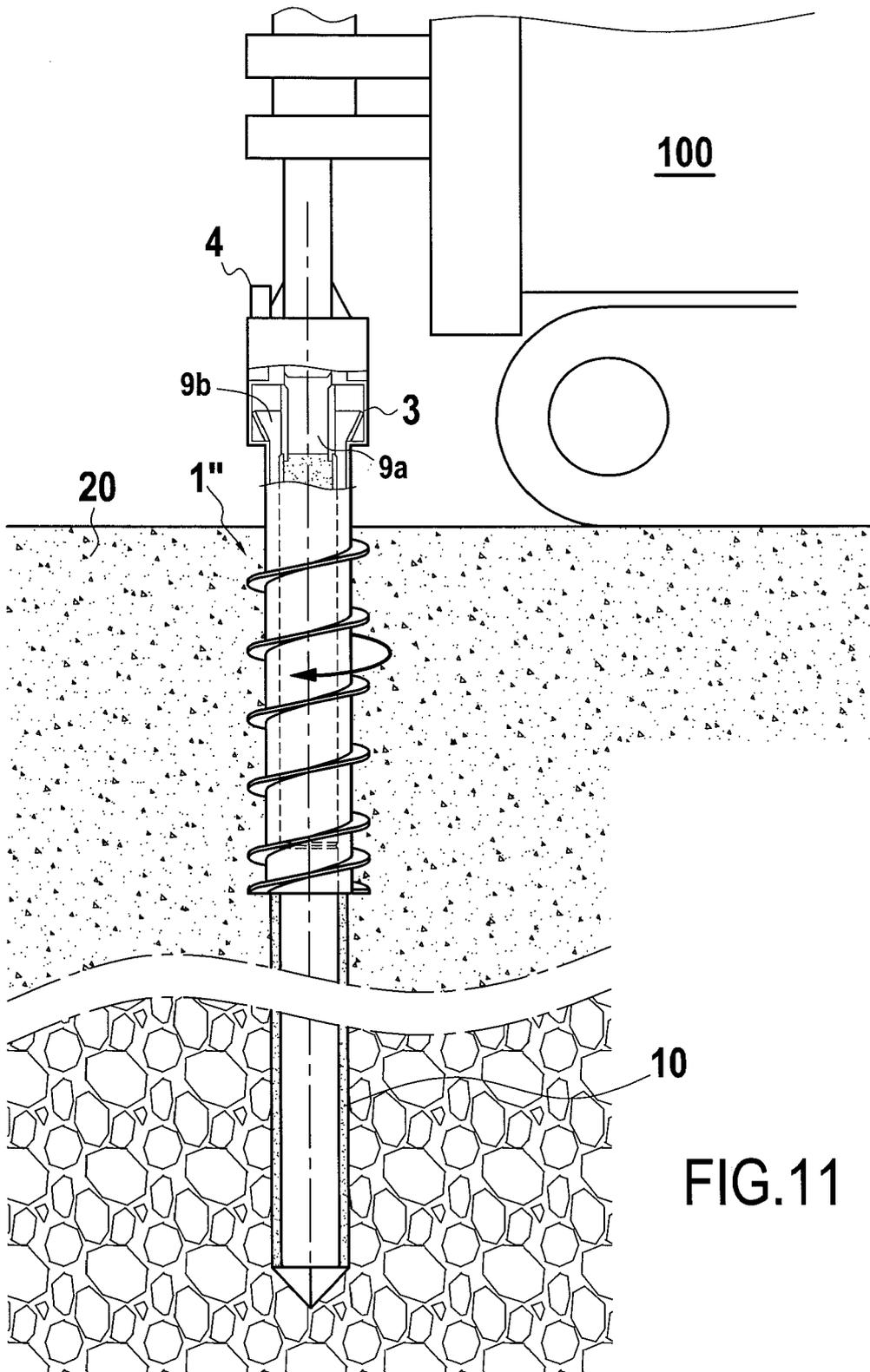


FIG.11

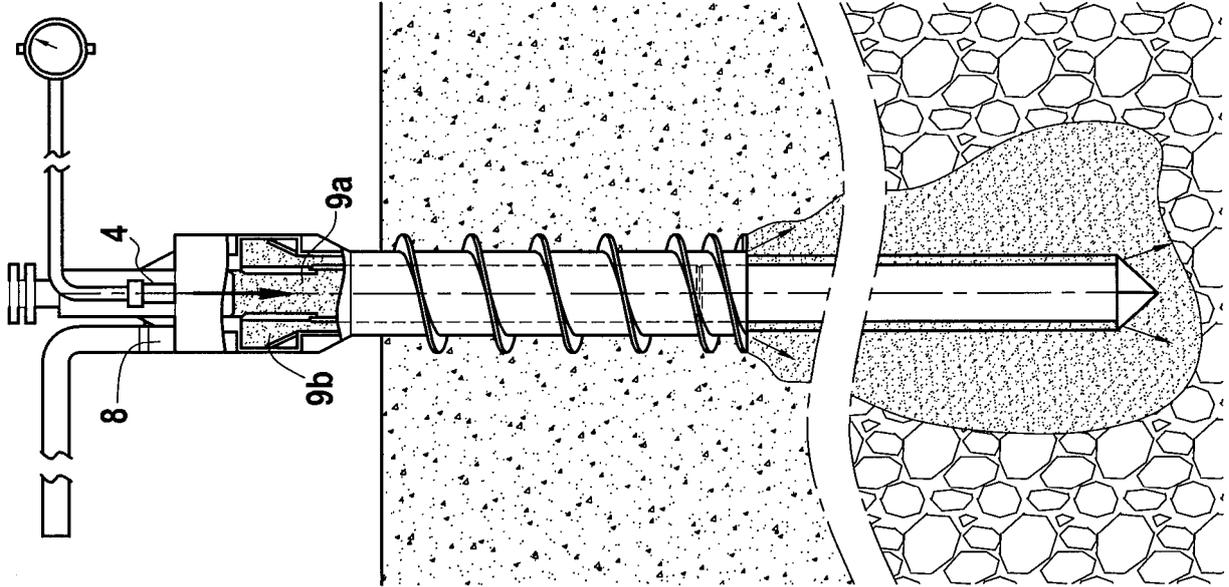


FIG.13

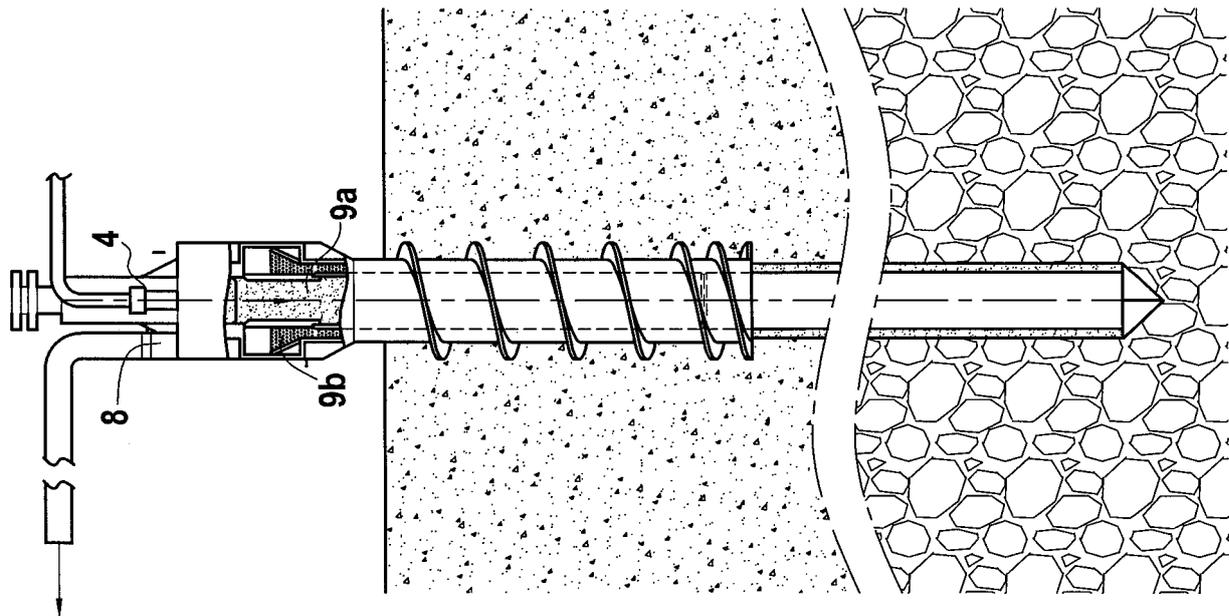


FIG.12



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 17 15 5661

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	EP 2 295 645 A1 (BAUER MASCHINEN GMBH [DE]) 16 mars 2011 (2011-03-16) * alinéa [0025] - alinéa [0040]; figures 1-3 *	1-21	INV. E02D5/38 E02D5/66 E02D7/22
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E02D
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>Munich</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>6 mars 2017</b>	Examineur <b>Geiger, Harald</b>
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 02 (P04C02)

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

EP 17 15 5661

5 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.

06-03-2017

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication	
EP 2295645	A1	16-03-2011	AU 2010212434 A1	17-03-2011
			BR PI1002744 A2	29-05-2012
			CN 102002940 A	06-04-2011
			EA 201001141 A1	29-04-2011
			EP 2295645 A1	16-03-2011
			JP 5044682 B2	10-10-2012
			JP 2011047268 A	10-03-2011
			UA 98532 C2	25-05-2012
			US 2011048805 A1	03-03-2011
-----				

EPO FORM P0460

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