



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
16.01.2008 Bulletin 2008/03

(51) Int Cl.:
E02D 5/44 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **07111964.8**

(22) Date de dépôt: **06.07.2007**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

- **Renoud-Lias, Bruno**
92000 Nanterre (FR)
- **Chagnot, Philippe**
92000 Nanterre (FR)
- **Perpezat, Daniel**
92000 Nanterre (FR)

(30) Priorité: **12.07.2006 FR 0652937**

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

(71) Demandeur: **Compagnie du Sol**
92000 Nanterre (FR)

(72) Inventeurs:
• **Marchand, Alain**
92000 Nanterre (FR)

(54) **Outil mélangeur pour le traitement d'une portion de sol**

(57) Outil mélangeur (10) pour le traitement d'une portion de sol (16), ledit outil étant notamment destiné à être inséré dans une structure tubulaire (12) pour son introduction dans la portion de sol, ledit outil étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- un arbre rotatif (18) longitudinal présentant une extrémité inférieure ;
- au moins un bras rétractable (20, 22) fixé à l'extrémité inférieure de l'arbre rotatif, et s'étendant latéralement par rapport à la direction longitudinale de l'arbre, ledit bras présentant une position déployée et une position rétractée de telle sorte que, en position déployée, l'envergure de l'extrémité inférieure de l'outil est supérieure au diamètre de la structure tubulaire pour permettre le traitement de la portion de sol par rotation de l'arbre (18) ;
- des moyens ressorts (26, 28) disposés entre l'arbre rotatif et le bras rétractable permettant au bras de venir en position rétractée lors de l'insertion de la partie inférieure de l'arbre dans la structure tubulaire (12).

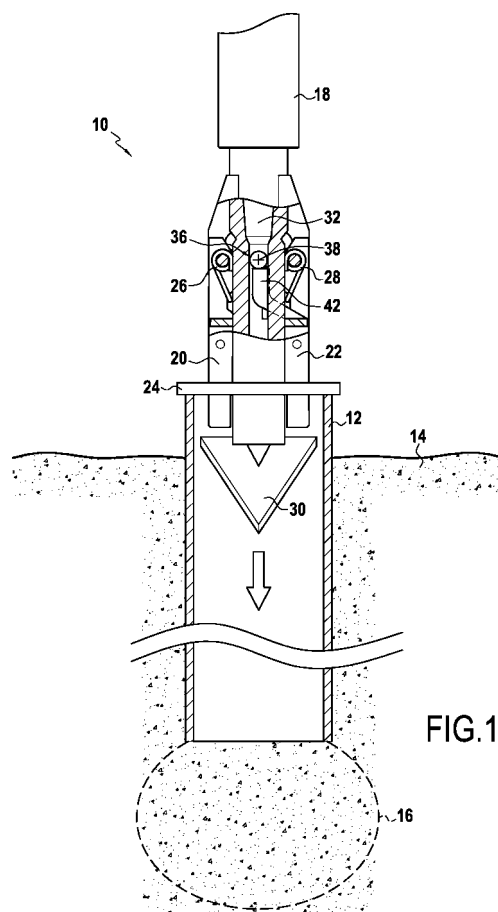


FIG.1

Description

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des outils destinés à traiter une portion de sol afin notamment d'en améliorer les caractéristiques mécaniques et/ou physiques.

[0002] La présente invention concerne plus particulièrement un outil mélangeur pour le traitement d'une portion de sol, ledit outil étant notamment destiné à être inséré dans une structure tubulaire pour son introduction dans la portion de sol.

[0003] Par structure tubulaire, on entend une structure présentant une cavité apte au passage de l'outil mélangeur, par exemple un tube, un forage ou toute autre structure convenant à cet effet.

[0004] Le document EP 1 630 299 décrit un outil mélangeur qui comprend un arbre dont l'extrémité inférieure est munie d'ailes latérales qui sont actionnées par un mécanisme relié à un double train de tiges s'étendant longitudinalement de manière à être relié en surface à des moyens moteurs.

[0005] On comprend que ce type de montage est complexe et onéreux car il nécessite un double train de tiges pour commander l'outil mélangeur.

[0006] Un but de l'invention est de fournir un outil mélangeur qui surmonte substantiellement les inconvénients mentionnés ci-dessus.

[0007] L'invention atteint son but par le fait que l'outil mélangeur comprend :

- un arbre rotatif longitudinal présentant une extrémité inférieure ;
- au moins un bras rétractable fixé à l'extrémité inférieure de l'arbre rotatif, et s'étendant latéralement par rapport à la direction longitudinale de l'arbre, ledit bras présentant une position déployée et une position rétractée de telle sorte que, en position déployée, l'envergure de l'extrémité inférieure de l'outil est supérieure au diamètre de la structure tubulaire pour permettre le traitement de la portion de sol par rotation de l'arbre ;
- des moyens ressorts disposés entre l'arbre rotatif et le bras rétractable permettant au bras de venir en position rétractée lors de l'insertion de la partie inférieure de l'arbre dans la structure tubulaire ; et
- une conduite (32, 132) longitudinale pour l'injection d'un fluide à proximité de l'extrémité inférieure de l'arbre.

[0008] La position déployée est la position naturelle du bras rétractable, c'est-à-dire qu'en l'absence de toute contrainte extérieure, le bras s'étend latéralement par rapport à la direction longitudinale de l'arbre en étant écarté de ce dernier grâce aux moyens ressorts.

[0009] Lorsque l'outil est inséré dans la structure tubulaire, on comprend que la paroi interne de la structure tubulaire agit sur le bras pour l'amener en position rétractée, c'est-à-dire vers l'arbre.

[0010] De manière préférentielle, dans la position rétractée, le bras s'étend le long de l'arbre rotatif.

[0011] On comprend que le bras est apte à passer de la position rétractée vers la position déployée uniquement grâce à l'action des moyens ressorts.

[0012] Enfin, on comprend que lorsque l'opération de traitement est terminée, on remonte l'arbre vers la surface, et le bras est amené en position rétractée lors du contact avec l'extrémité inférieure de la structure tubulaire.

[0013] Ainsi, le bras de l'outil mélangeur selon la présente invention est apte à se déployer de manière autonome sans être actionné depuis la surface.

[0014] Un intérêt de la présente invention est donc de proposer un outil mélangeur ne nécessitant pas de mouvement mécanique relatif de pièces du type tiges ou tubes coaxiaux, et ne nécessitant pas l'utilisation d'énergie du type énergie hydraulique.

[0015] Un autre intérêt de l'invention est de pouvoir effectuer une opération de mélange généralement appelée « soil mixing » qui consiste à mélanger le sol déstructuré par la rotation du bras avec un fluide afin de modifier les caractéristiques de la portion de sol traitée.

[0016] Au sens de l'invention, ce fluide peut être par exemple un liquide réactif, un coulis ou un gaz transportant des particules solides.

[0017] Un liquide réactif peut notamment être utilisé lors d'une opération de dépollution in situ où le sol déstructuré est mélangé avec ce réactif chimique par la rotation du bras rétractable.

[0018] Avantageusement, l'outil mélangeur comprend en outre une bague apte à maintenir ledit au moins un bras dans la position rétractée lorsque l'outil est hors de la structure tubulaire.

[0019] La bague est notamment utilisée avant d'insérer l'outil dans la structure tubulaire afin de maintenir le bras dans la position rétractée jusqu'à son insertion dans la structure tubulaire.

[0020] De manière préférentielle, la bague est ôtée dès que le bras est inséré dans la structure tubulaire.

[0021] Avantageusement, ledit au moins un bras s'étend dans un plan axial de l'arbre tout en s'écartant de celui-ci.

[0022] De manière préférentielle, ledit au moins un bras est apte à se déployer par rapport à l'axe de l'arbre en formant angle ouvert vers son extrémité inférieure.

[0023] Un intérêt est de pouvoir favoriser le déploiement du bras lors de la translation vers le bas de l'outil.

[0024] Avantageusement, l'outil selon l'invention comprend en outre des moyens de détection pour détecter lorsque ledit au moins un bras est en position déployée.

[0025] On comprend que la distance entre l'extrémité libre du bras et l'axe longitudinal de l'arbre définit sensiblement le rayon de la portion de sol traitée.

[0026] Ainsi, dès lors que le bras se trouve dans une position intermédiaire entre la position rétractée et la position déployée, le diamètre de la portion de sol traitée est inférieur au diamètre pour lequel l'outil est prévu, en

conséquence de quoi il n'est pas possible de traiter la totalité de la portion de sol.

[0027] Les moyens de détection selon l'invention permettent de s'assurer que le bras est effectivement dans sa position déployée et non pas dans une position intermédiaire.

[0028] De manière particulièrement avantageuse, les moyens de détection selon l'invention sont notamment aptes à créer une perte de charge dans la conduite.

[0029] Un intérêt de la création d'une perte de charge réside dans le fait que l'on sait facilement détecter en surface la présence ou l'absence d'une telle perte de charge, notamment par une mesure de la pression du fluide circulant dans la conduite.

[0030] Ainsi, grâce à la présente invention, il n'est pas nécessaire de placer des capteurs à proximité de l'extrémité inférieure de l'outil pour détecter le correct déploiement du bras. De tels capteurs obligent en général de prévoir des passages dans l'arbre pour amener des câbles électriques depuis la surface jusqu'à l'extrémité inférieure de l'outil afin d'alimenter les capteurs en énergie. Cette dernière solution présente notamment l'inconvénient d'être coûteuse et complexe à mettre en oeuvre, contrairement à la solution technique proposée par la présente invention.

[0031] De manière préférentielle, une chute sensible de pression mesurée dans la conduite signifie que l'arbre est correctement déployé.

[0032] De manière préférentielle, les moyens de détection comportent un objet apte à être maintenu dans la conduite par ledit bras lorsqu'il est en position rétractée, et libéré dès lors que le bras est en position déployée.

[0033] De manière préférentielle, l'envergure de l'objet est légèrement inférieure au diamètre de la conduite de façon à ne pas l'obturer.

[0034] Au sens de l'invention, « l'objet est libéré » signifie que l'objet peut être entraîné hors de la conduite par l'écoulement du fluide.

[0035] On comprend que lorsque l'objet est dans la conduite, il s'oppose à l'écoulement, de sorte que la pression en amont de l'objet est sensiblement supérieure à la pression qui existerait en l'absence de cet objet.

[0036] Ainsi, la pression dans la conduite mesurée en surface lorsque le bras est en position rétractée est supérieure à la pression dans la conduite mesurée en surface lorsque le bras est en position déployée, par quoi on détecte facilement que le bras est en position déployée.

[0037] Un autre intérêt de l'utilisation de l'objet est que la chute de pression mesurée lors de la libération de l'objet est brusque et, par voie de conséquence, aisément identifiable.

[0038] Un autre intérêt est que la position appliquée sur l'objet agit sur le bras de manière à favoriser son ouverture.

[0039] De manière préférentielle, l'objet est une bille ayant un diamètre légèrement inférieur au diamètre intérieur de la conduite.

[0040] On peut également prévoir, sans sortir du cadre de la présente invention, l'utilisation d'une pluralité de billes, où chacune est libérée pour informer d'un déploiement du bras.

5 **[0041]** Avantageusement, le bras comprend un ergot pour maintenir l'objet dans la conduite lorsque le bras est en position rétractée.

[0042] On comprend que l'objet est positionné en amont de l'ergot tout en étant retenu par celui-ci lorsque le bras est en position rétractée.

10 **[0043]** Selon un premier mode de réalisation avantageux de la présente invention, le bras est apte à pivoter selon un axe orthogonal à la direction longitudinale de l'arbre rotatif.

15 **[0044]** De manière préférentielle, l'axe de pivotement du bras est positionné à distance de l'axe de l'arbre.

[0045] Avantageusement, les moyens ressorts comprennent un ressort cylindrique à action angulaire.

20 **[0046]** Le ressort cylindrique comprend une portion formant cylindre dont l'axe correspond sensiblement à l'axe de pivotement du bras.

[0047] On comprend qu'un intérêt du ressort cylindrique à action angulaire est sa compacité.

25 **[0048]** De manière avantageuse, l'extrémité inférieure de l'arbre comprend en outre un trou débouchant transversal communiquant avec la conduite, et éventuellement un réceptacle pour recevoir l'objet disposé sous le trou débouchant.

30 **[0049]** On comprend que le réceptacle sert à récupérer l'objet lorsqu'il est libéré.

[0050] Dès lors qu'il se trouve dans le réceptacle, l'objet n'obture plus la conduite et le fluide peut s'écouler par le trou débouchant.

35 **[0051]** De manière préférentielle, le trou débouche du côté du bras de sorte que le fluide puisse être mis en contact avec la partie du sol qui vient d'être déstructurée.

[0052] Avantageusement, l'outil selon le premier mode de réalisation de l'invention comporte au moins deux bras rétractables similaires disposés de part et d'autre d'un diamètre de l'arbre rotatif.

40 **[0053]** Selon un second mode de réalisation avantageux de l'invention, ledit au moins un bras est une lame ressort s'ouvrant en s'étendant vers l'extrémité inférieure de l'outil.

45 **[0054]** De manière préférentielle, la lame ressort comprend une partie fixée à l'arbre et une partie libre s'étendant vers l'extrémité inférieure de l'outil tout en s'écartant de l'axe de l'arbre.

50 **[0055]** De manière avantageuse, les moyens ressorts sont constitués par la lame ressort.

[0056] On comprend donc que grâce à ce second mode de réalisation, il n'est pas nécessaire d'utiliser des moyens ressorts externes, ce qui simplifie encore la structure de l'outil mélangeur.

55 **[0057]** De manière préférentielle, l'outil selon l'invention comporte deux bras similaires disposés de part et d'autre d'un diamètre de l'arbre.

[0058] L'invention concerne également une installa-

tion comprenant un outil mélangeur selon l'invention, un tube apte à être disposé préalablement dans le sol et dans lequel peut être inséré l'outil mélangeur pour atteindre la portion de sol à traiter.

[0059] De manière préférentielle, l'extrémité inférieure de la structure tubulaire est chanfreinée ou biseautée de manière à permettre le déploiement progressif de l'outil, ainsi que sa réintroduction ultérieure dans la structure tubulaire.

[0060] Une application avantageuse de cette installation est par exemple d'améliorer une portion de sol située sous une voie ferrée, sans polluer le ballast.

[0061] Une autre application avantageuse de cette installation est par exemple le traitement d'une portion de sol située en dessous d'une plate-forme ou d'une couche de chaussée.

[0062] Une autre application avantageuse de cette installation est le traitement d'une portion de sol située sous un élément de maçonnerie ou en béton telle qu'une semelle, un radier ou un mur. Dans cette application, la structure tubulaire consistera en un forage réalisé dans l'élément que l'outil mélangeur doit traverser pour atteindre la couche à traiter.

[0063] En effet, on comprend que grâce à la présente invention, la couche de sol s'étendant le long de la structure tubulaire est avantageusement protégée.

[0064] L'invention concerne également un procédé de traitement d'une portion de sol dans lequel on fournit un tube, un outil mélangeur selon l'invention, procédé dans lequel on introduit tout d'abord la structure tubulaire dans le sol jusqu'à la portion de sol à traiter, on insère l'outil dans la structure tubulaire, on déplace l'outil dans la structure tubulaire jusqu'à l'introduction de l'extrémité inférieure de l'outil dans la portion de sol, on déploie le bras rétractable et on opère la rotation de l'arbre tout en injectant un fluide dans la portion de sol par l'extrémité inférieure de l'arbre, par quoi la zone traitée est circonscrite à ladite portion de sol.

[0065] L'invention concerne enfin un procédé de traitement d'une portion de sol dans lequel on fournit un tube, un outil mélangeur qui comprend un arbre rotatif ayant une extrémité inférieure munie de moyens mélangeurs déployables, procédé dans lequel on introduit la structure tubulaire dans le sol jusqu'à la portion de sol à traiter, on insère l'outil mélangeur dans la structure tubulaire jusqu'à ce que les moyens mélangeurs soient disposés dans la portion de sol à traiter, on déploie les moyens mélangeurs, on active les moyens mélangeurs tout en injectant un fluide dans la portion de sol à traiter, par quoi la couche de sol s'étendant sur la hauteur de la structure tubulaire n'est pas traitée.

[0066] L'invention sera mieux 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, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en coupe schématisant l'in-

sertion de l'outil selon le premier mode de réalisation de l'invention dans un tube préalablement introduit dans le sol ;

- la figure 2 montre l'outil mélangeur selon le premier mode de réalisation de l'invention dans la phase du déploiement des deux bras ;
- la figure 3 est une vue longitudinale en coupe de l'outil mélangeur selon le premier mode de réalisation de l'invention, montrant l'injection de fluide après le déploiement des bras ;
- la figure 4 est une vue de l'outil mélangeur selon le second mode de réalisation de l'invention où les deux bras sont en position rétractée tout en étant maintenus par une bague ;
- la figure 5 est une vue de l'outil mélangeur selon le second mode de réalisation de l'invention dans laquelle l'outil est inséré dans la structure tubulaire, les bras étant en position rétractée ; et
- la figure 6 est une vue de l'outil mélangeur selon le second mode de réalisation de l'invention où les bras sont en position déployée.

[0067] L'outil mélangeur selon la présente invention est notamment mais non nécessairement utilisé dans la mise en oeuvre d'un procédé de soil mixing.

[0068] Le soil mixing est un procédé qui consiste à traiter une portion de sol en mélangeant le sol déstructuré avec un fluide, tel un coulis ou un réactif, afin d'en changer les propriétés mécaniques, physiques et/ou chimiques.

[0069] A l'aide des figures 1 à 3, on va maintenant décrire plus en détail l'outil mélangeur 10 selon un premier mode de réalisation de la présente invention.

[0070] La figure 1 est une vue en coupe prise dans un plan vertical montrant l'insertion de l'outil mélangeur 10 dans une structure tubulaire constituée ici par un tube 12 qui a été préalablement introduit dans le sol 14.

[0071] Toutefois, il existe des situations dans lesquelles il n'est pas nécessaire d'utiliser un tube : par exemple lorsqu'il est nécessaire de traverser une couche solide pour atteindre la portion de sol à traiter, on réalise préalablement un forage dans la couche solide, ce forage constituant la structure tubulaire au sens de la présente invention. On comprend donc que dans cette dernière situation, le tubage du forage est optionnel.

[0072] Dans la suite de la description détaillée, on décrit le cas particulier dans lequel la structure tubulaire est un tube.

[0073] Pour introduire le tube 12 dans le sol 14, il est notamment possible de réaliser un premier forage dans lequel on descend le tube 12.

[0074] Dans l'exemple représenté sur la figure 1, le tube 12 est disposé sensiblement horizontalement mais on pourrait également décider de le disposer de façon inclinée.

[0075] L'outil mélangeur 10 est destiné à traiter une portion de sol 16 située à l'extrémité inférieure du tube 12, celle-ci ayant été matérialisée par les traits en poin-

tillés sur la figure 1.

[0076] Comme on le constate sur la figure 1, l'outil mélangeur comprend un arbre rotatif longitudinal **18** fixé à des moyens de rotation non représentés ici mais connus par ailleurs.

[0077] Dans cet exemple, l'extrémité inférieure de l'arbre rotatif **18** est pourvue, de manière préférentielle de deux bras rétractables **20,22** similaires qui sont disposés de part et d'autre d'un diamètre de l'arbre. On comprend que les bras **20,22** permettent de déstructurer le sol lors de la rotation de l'arbre.

[0078] Dans leur position rétractée représentée sur la figure 1, les deux bras **20,22** s'étendent le long de l'extrémité inférieure de l'arbre **18** en étant maintenus dans cette position par une bague **24**.

[0079] Conformément à l'invention, la bague **24** sert à maintenir les deux bras **20,22** en position rétractée avant l'insertion de l'outil mélangeur **10** dans le tube **12**.

[0080] Comme on le voit sur les figures 1 à 3, les deux bras **20,22** sont montés pivotants sur l'extrémité inférieure de l'arbre **18**, autour d'axes orthogonaux à la direction longitudinale de l'arbre **18**, de telle sorte que les bras **20,22** peuvent s'étendre latéralement par rapport à la direction longitudinale de l'arbre **18**.

[0081] Des moyens ressorts comprenant des ressorts cylindriques à action angulaire **26,28** sont disposés entre l'arbre rotatif **18** et chacun des deux bras rétractables **20,22**, de telle sorte que ces bras ont une tendance naturelle à se déployer par rapport à l'axe de l'arbre **18** grâce à l'action des ressorts **26,28**.

[0082] De préférence, dans leur position déployée, les bras **20,22** forment un angle ouvert vers l'extrémité inférieure de l'arbre, comme cela est représenté sur la figure 3.

[0083] On comprend que lorsque l'extrémité inférieure de l'outil mélangeur **10** est insérée dans le tube **12**, les parois internes de celui-ci maintiennent les bras **20, 22** dans une position intermédiaire entre la position rétractée et la position déployée.

[0084] Pour ce faire, le diamètre intérieur du tube **12** est légèrement supérieur à l'envergure de l'outil lorsque les bras **20,22** sont en position rétractée.

[0085] Lorsque l'extrémité inférieure de l'outil mélangeur **10** commence à sortir de l'extrémité inférieure du tube **12**, tout en étant animée d'un mouvement de rotation autour de l'axe de l'arbre **18**, les bras **20,22** commencent à se déployer sous l'action des ressorts **26,28**, pour ensuite parvenir à leur position déployée représentée sur la figure 3.

[0086] De manière préférentielle, l'extrémité inférieure de l'arbre **18** comprend en outre une dent de forage **30** formant pointe pour faciliter la pénétration de l'outil mélangeur **10** dans la portion de sol à traiter.

[0087] En position déployée, telle que représentée sur la figure 3, l'envergure **e** de l'extrémité inférieure de l'outil **10** est supérieure au diamètre extérieur **d** du tube **12**, pour permettre le traitement de la portion de sol **16**.

[0088] De manière particulièrement avantageuse, l'ar-

bre **18** comprend en outre une conduite longitudinale **32** pour l'injection d'un fluide à proximité de l'extrémité inférieure de l'arbre **18**.

[0089] Comme on le voit plus particulièrement sur les figures 2 et 3, l'extrémité inférieure de l'arbre **18** comprend en outre un trou débouchant **34** transversal communiquant avec la conduite **32**, ce trou étant disposé au-dessus de la dent de forage **30** lorsque cette dernière est présente.

[0090] Ce trou débouchant **34** permet de diriger l'écoulement du fluide vers l'intérieur de la portion de sol à traiter.

[0091] Le fluide qui est injecté par la conduite **32** dans la portion de sol **16** à traiter peut être un liquide, un réactif, un coulis, un gaz transportant des particules solides ou tout autre type de fluide pour traiter un sol.

[0092] L'outil mélangeur selon l'invention peut notamment être utilisé pour réaliser une dépollution in situ du sol en mélangeant le sol déstructuré de la portion de sol par exemple avec un liquide de traitement chimique.

[0093] De manière particulièrement avantageuse, l'outil mélangeur conforme à l'invention comprend en outre des moyens de détection **36** pour détecter lorsque les bras **20,22** se trouvent en position déployée.

[0094] Pour ce faire, les moyens de détection **36** sont aptes à créer une perte de charge dans la conduite, cette perte de charge étant détectable en surface par la mesure de la pression du fluide s'écoulant dans la conduite **32**.

[0095] On comprend que lorsque l'on crée localement dans la conduite **32** une perte de charge, la pression du fluide en amont de la perte de charge devient supérieure à celle existant en l'absence de la perte de charge.

[0096] En d'autres termes, la création (ou la disparition) d'une perte de charge est détectable en surface par une simple mesure de pression du fluide.

[0097] Conformément à l'invention, on s'arrange pour qu'en position rétractée, une perte de charge soit créée dans la conduite **32**, tandis qu'en position déployée, cette perte de charge est supprimée.

[0098] Dès lors, on comprend que grâce à la présente invention, une simple mesure d'une chute significative de pression du fluide permet de détecter le déploiement des bras **20, 22**.

[0099] De manière préférentielle, les moyens de détection **36** comportent un objet, par exemple une bille **38**, apte à être maintenu dans la conduite **32** par les bras **20,22**, lorsqu'ils sont en position rétractée, et libéré dès lors que les bras **20,22** sont en position déployée.

[0100] Il n'est pas indispensable que l'objet obture complètement la conduite **32**, le but étant ici de créer une perte de charge significative. D'ailleurs, il est avantageux de permettre d'injecter du fluide avant le déploiement des bras **20,22**.

[0101] Pour créer la perte de charge, la bille **38** présente préférentiellement un diamètre légèrement inférieur au diamètre intérieur de la conduite **32**.

[0102] Comme on le voit sur les figures 1 et 3, chacun

des deux bras **20,22** comprend un ergot **40,42** pour maintenir la bille **38** dans la conduite lorsque les bras sont en position rétractée.

[0103] Comme on le constate sur la figure **3**, l'arbre **18** comprend en outre deux fentes longitudinales **43,43'** diamétralement opposées, débouchant dans la conduite **32** d'une part, et sur la paroi extérieure de l'arbre **18** d'autre part, de manière à définir un passage pour les ergots **40,42**.

[0104] L'intérêt d'avoir deux ergots se comprend par le fait que la bille **38** est libérée uniquement lorsque les deux bras **20,22** sont en position déployée. Ainsi, si un seul des deux bras est en position déployée, la bille **38** sera encore maintenue dans la conduite par l'autre bras.

[0105] Autrement dit, les moyens de détection permettent de détecter que ces deux bras sont effectivement en position déployée.

[0106] De manière préférentielle, les ergots **40,42** sont réalisés de telle façon qu'ils libèrent la bille **38** uniquement lorsque les deux bras sont en position déployée et non pas dans une position intermédiaire.

[0107] Au surplus, on comprend que la pression du fluide s'appliquant sur la surface de la bille **38** génère un effort qui est transmis aux ergots **40,42** puis aux bras **20,22** favorisant ainsi leur déploiement.

[0108] De manière préférentielle, l'extrémité inférieure de l'arbre **18** comporte en outre un réceptacle **44**, qui peut être ménagé dans la dent de forage **30**, afin de récupérer la bille **38** lorsque celle-ci a été libérée.

[0109] Selon une variante, l'outil **10** ne comporte pas de réceptacle et la bille **38** est perdue dans le sol.

[0110] A l'aide des figures **4** à **6**, on va maintenant décrire un second mode de réalisation de l'outil mélangeur **100** selon la présente invention.

[0111] L'outil mélangeur **100**, représenté sur la figure **4**, comprend un arbre rotatif **118** ayant une extrémité inférieure qui est munie d'une paire de bras rétractable **120,122**, la finalité de ces bras étant la même que celle des bras du premier mode de réalisation de l'outil mélangeur décrit ci-dessus.

[0112] Par ailleurs, l'arbre rotatif **118** est fixé à des moyens d'entraînement en rotation non représentés ici.

[0113] Chacun des bras **120,122** se présente sous la forme d'une lame ressort s'ouvrant en s'étendant vers l'extrémité inférieure de l'outil **100**, la lame ressort étant fixée à l'arbre **118** par l'une de ses deux extrémités, l'autre étant libre et servant à déstructurer le sol.

[0114] Conformément à l'invention, la lame ressort constitue les moyens ressorts qui permettent à chacun des deux bras **120,122** de se trouver en position déployée en l'absence de contraintes extérieures. Autrement dit, la position déployée, telle que représentée sur la figure **6**, est la position naturelle des bras **120,122**, tandis que les figures **4** et **5** montrent les bras **120,122** en position rétractée dans laquelle les extrémités libres des lames ressorts **120,122** sont amenées contre l'arbre **118**.

[0115] Tout comme dans le premier mode de réalisa-

tion, une bague **124** est utilisée pour maintenir les bras en position rétractée avant l'insertion de l'outil dans un tube **112**.

[0116] Lorsque l'outil est inséré dans le tube **112**, les parois internes de celui-ci maintiennent les bras en position rétractée.

[0117] L'arbre **118** comporte préférentiellement une conduite longitudinale **132** similaire à la conduite **32** du premier mode de réalisation décrit ci-dessus.

[0118] L'outil **100** comprend également, de manière particulièrement avantageuse, des moyens de détection **136**, similaires à ceux du premier mode de réalisation de l'invention, comprenant un objet telle une bille **138** permettant de créer une perte de charge dans la conduite **132**.

[0119] La bille **138** est maintenue dans la conduite par des ergots **140,142** formés sur les bras **120,122** et pouvant s'étendre dans la conduite **132** à travers des fentes **144,146** formées dans la paroi de l'arbre **118**.

[0120] Comme on le voit sur la figure **6**, les bras **120,122** se déploient lorsque l'outil **100** émerge de l'extrémité inférieure du tube **112**, libérant ainsi la bille **138**, en conséquence de quoi le fluide est injecté dans la portion de sol à traiter **116**.

[0121] En outre, les deux bras **120,122** sont maintenus en position déployée grâce à un câble **148** reliant les deux bras **120,122**. Ce câble **148** permet notamment d'empêcher que les bras **120,22** ne soient trop écartés l'un de l'autre lors de l'opération de traitement du sol, car cela pourrait les endommager.

[0122] En position déployée, telle que représentée sur la figure **6**, l'envergure **e** de l'extrémité inférieure de l'outil **100** est supérieure au diamètre extérieur **d** du tube **112**, pour permettre le traitement de la portion de sol **116**.

[0123] L'invention concerne également une installation pour le traitement d'une portion de sol comprenant un outil mélangeur **10** ou **100** selon l'invention, et une structure tubulaire **12** ou **112** apte à être disposée préalablement dans le sol et dans laquelle peut être inséré l'outil mélangeur **10** ou **100** pour atteindre la portion de sol **16** ou **116** à traiter.

[0124] Conformément à l'invention, l'extrémité inférieure de la paroi interne de la structure tubulaire **12** ou **112** est biseautée de manière à permettre le déploiement progressif des bras de l'outil mélangeur selon le premier ou second mode de réalisation, ainsi que la rétraction progressive des bras lors de la remontée de l'outil.

[0125] L'invention concerne également un procédé de traitement d'une portion de sol dans lequel on fournit une structure tubulaire, tel par exemple un tube **12** ou **112** et un outil mélangeur selon l'invention, par exemple mais non nécessairement un outil **10**, **100** selon le premier ou le second mode de réalisation de l'invention.

[0126] Conformément à l'invention, on introduit tout d'abord le tube **12** ou **112** dans le sol jusqu'à la portion de sol **14** à traiter, on insère l'outil **10**, **100** dans le tube **12**, **112**, on déplace l'outil dans le tube jusqu'à l'introduction de l'extrémité inférieure de l'outil **10**, **100** dans la

portion de sol, on déploie les bras rétractables **20, 22** ou **120, 122** et on opère la rotation de l'arbre **18** ou **118** tout en injectant un fluide dans la portion de sol par l'extrémité inférieure de l'arbre **18** ou **118**, par quoi la zone traitée est circonscrite à ladite portion de sol.

[0127] Autrement dit, la couche de sol située au-dessus de la portion de sol **16** ou **116** est avantageusement protégée.

[0128] Un exemple d'application est le traitement d'une portion de sol située sous une voie ferrée.

[0129] Grâce à la présente invention, il est en effet possible de traiter la portion de sol en protégeant le ballast soutenant la voie ferrée, grâce à un tubage s'étendant selon la hauteur du ballast.

[0130] Il est également possible de traiter une portion de sol se trouvant sous une plate-forme ou sous une couche de chaussée.

[0131] Aussi, la présente installation permet de traiter une portion de sol à travers un élément en maçonnerie ou en béton, telle une semelle, un radier ou un mur.

[0132] Dans les cas où une couche solide doit être traversée pour atteindre la portion de sol à traiter, on réalise un forage dans cette couche solide, ledit forage constituant la structure tubulaire au sens de l'invention.

[0133] On comprend alors que dans ce dernier cas, le tubage du forage est optionnel.

[0134] L'installation selon l'invention permet également une dépollution in situ en injectant un liquide de traitement chimique lors de la déstructuration du sol par les bras déployés.

[0135] L'invention concerne également un procédé de traitement d'une portion de sol dans lequel on fournit une structure tubulaire, tel par exemple un tube **12** ou **112**, un outil mélangeur **10** ou **100** qui comprend un arbre rotatif **18** ou **118** ayant une extrémité inférieure munie de moyens mélangeurs déployables **20,22** ou **120,122**, procédé dans lequel on introduit le tube **12** ou **112** dans le sol jusqu'à la portion de sol à traiter, on insère l'outil mélangeur **10** ou **100** dans le tube jusqu'à ce que les moyens mélangeurs soient disposés dans la portion de sol à traiter, on déploie les moyens mélangeurs **20,22** ou **120,122**, on active les moyens mélangeurs tout en injectant un fluide dans la portion de sol à traiter, par quoi la couche de sol s'étendant sur la hauteur du tube n'est pas traitée.

[0136] Dans ce procédé, il est notamment avantageux d'utiliser un outil mélangeur tel que ceux décrits ci-dessus.

[0137] Ce procédé permet notamment de traiter la pollution d'une portion de sol avec un remaniement minimum du sol situé au-dessus de la portion de sol à traiter.

Revendications

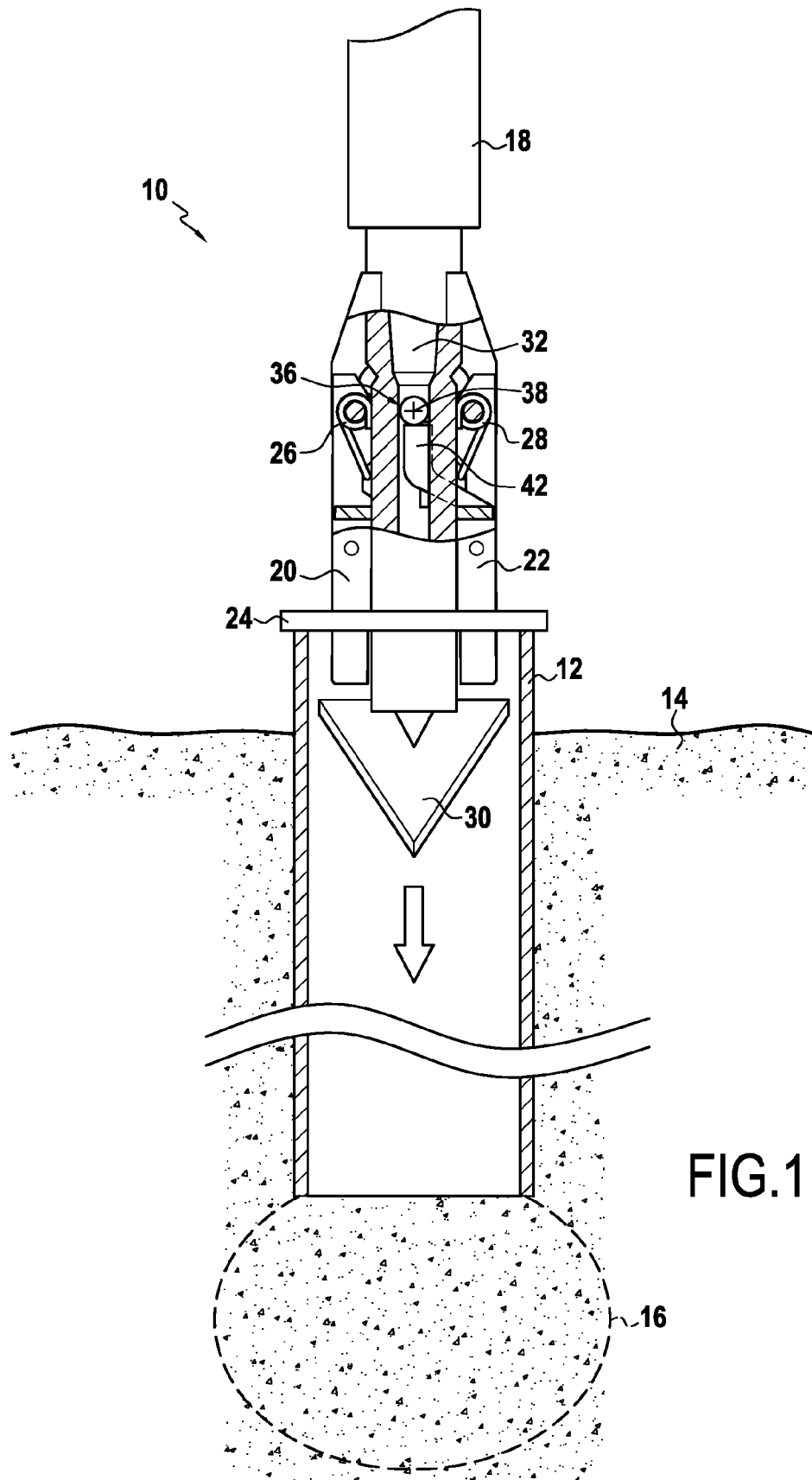
1. Outil mélangeur (10,100) pour le traitement d'une portion de sol (16,116), ledit outil étant notamment destiné à être inséré dans une structure tubulaire

(12,112) pour son introduction dans la portion de sol, ledit outil étant **caractérisé en ce qu'il** comprend :

- un arbre rotatif (18, 118) longitudinal présentant une extrémité inférieure ;
- au moins un bras rétractable (20, 22, 120, 122) fixé à l'extrémité inférieure de l'arbre rotatif, et s'étendant latéralement par rapport à la direction longitudinale de l'arbre, ledit bras (20, 22, 120, 122) présentant une position déployée et une position rétractée de telle sorte que, en position déployée, l'envergure de l'extrémité inférieure de l'outil est supérieure au diamètre de la structure tubulaire pour permettre le traitement de la portion de sol par rotation de l'arbre (18, 118) ;
- des moyens ressorts (26, 28, 120, 122) disposés entre l'arbre rotatif et le bras rétractable permettant au bras de venir en position rétractée lors de l'insertion de la partie inférieure de l'arbre dans la structure tubulaire ; et
- une conduite (32, 132) longitudinale pour l'injection d'un fluide à proximité de l'extrémité inférieure de l'arbre.

2. Outil mélangeur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre une bague (24, 124) apte à maintenir ledit au moins un bras (20, 22, 120, 122) dans la position rétractée lorsque l'outil est hors de la structure tubulaire (12, 112)
3. Outil mélangeur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** ledit au moins un bras (20, 22, 120, 122) s'étend dans un plan axial de l'arbre tout en s'écartant de celui-ci.
4. Outil mélangeur selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** ledit au moins un bras (20, 22, 120, 122) est apte à se déployer par rapport à l'axe de l'arbre (18, 118) en formant angle ouvert vers son extrémité inférieure.
5. Outil mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'il** comprend en outre des moyens de détection (36, 136) pour détecter lorsque ledit au moins un bras (20, 22, 120, 122) est en position déployée.
6. Outil mélangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les moyens de détection (36, 136) sont notamment aptes à créer une perte de charge dans la conduite (32, 132)
7. Outil mélangeur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les moyens de détection comportent un objet (38, 138) apte à être maintenu dans la conduite par ledit bras (20, 22, 120, 122) lorsqu'il est en position rétractée, et libéré dès lors que le bras (20,

- 22, 120, 122) est en position déployée.
8. Outil mélangeur selon la revendication 7, **caracté-**
risé en ce que l'objet est une bille (38, 138) ayant
un diamètre légèrement inférieur au diamètre inté-
rieur de la conduite (32, 132). 5
 9. Outil mélangeur selon la revendication 7 ou 8, **ca-**
ractérisé en ce que le bras (20, 22, 120, 122) com-
prend un ergot (40, 42, 140, 142) pour maintenir l'ob-
jet (38, 138) dans la conduite lorsque le bras (20,
22, 120, 122) est en position rétractée. 10
 10. Outil mélangeur selon l'une quelconque des reven-
dications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le bras (20,
22) est apte à pivoter selon un axe orthogonal à la
direction longitudinale de l'arbre (18) rotatif. 15
 11. Outil mélangeur selon la revendication 10, **caracté-**
risé en ce que les moyens ressorts (26, 28) com-
prennent un ressort cylindrique à action angulaire
(26, 28). 20
 12. Outil mélangeur selon la revendication 10 ou 11, **ca-**
ractérisé en ce que l'extrémité inférieure de l'arbre
(18) est munie en outre d'une dent de forage (30) en
forme de pointe. 25
 13. Outil mélangeur selon l'une quelconque des reven-
dications 10 à 12, **caractérisé en ce que** l'extrémité
inférieure de l'arbre comprend en outre un trou dé-
bouchant (34) transversal communiquant avec la
conduite (32), et un réceptacle (44) pour recevoir
l'objet disposé sous le trou débouchant. 30
 14. Outil mélangeur selon l'une quelconque des reven-
dications 10 à 13, **caractérisé en ce qu'il** comporte
au moins deux bras rétractables similaires (20, 22)
disposés de part et d'autre d'un diamètre de l'arbre
rotatif (18). 35
 15. Outil mélangeur selon l'une quelconque des reven-
dications 1 à 9, **caractérisé en ce que** ledit au moins
un bras (120, 122) est une lame ressort s'ouvrant en
s'étendant vers l'extrémité inférieure de l'outil (100). 40
 16. Outil mélangeur selon la revendication 15, **caracté-**
risé en ce que les moyens ressorts sont constitués
par la lame ressort (120, 122). 45
 17. Outil mélangeur selon la revendication 15 ou 16, **ca-**
ractérisé en ce qu'il comporte deux bras similaires
(120, 122) disposés de part et d'autre d'un diamètre
de l'arbre (118). 50
 18. Outil mélangeur selon la revendication 17, **caracté-**
risé en ce que les deux bras (120, 122) sont main-
tenus en position déployée par un câble (148). 55
 19. Installation pour le traitement d'une portion de sol
comprenant un outil mélangeur (10, 100) selon l'une
quelconque des revendications 1 à 18, et une struc-
ture tubulaire (12, 112) apte à être disposée préala-
blement dans le sol et dans laquelle peut être inséré
l'outil mélangeur pour atteindre la portion de sol
(16, 116) à traiter.
 20. Procédé de traitement d'une portion de sol (16, 116)
dans lequel on fournit une structure tubulaire (12,
112), un outil mélangeur (10, 100) selon l'une quel-
conque des revendications 1 à 18, procédé dans
lequel on introduit tout d'abord la structure tubulaire
dans le sol jusqu'à la portion de sol à traiter, on insère
l'outil dans la structure tubulaire, on déplace l'outil
dans la structure tubulaire jusqu'à l'introduction de
l'extrémité inférieure de l'outil dans la portion de sol,
on déploie le bras rétractable (20, 22, 120, 122) et
on opère la rotation de l'arbre (18, 118) tout en in-
jectant un fluide dans la portion de sol par l'extrémité
inférieure de l'arbre, par quoi la zone traitée est cir-
conscrite à ladite portion de sol.
 21. Procédé de traitement d'une portion de sol (16, 116)
dans lequel on fournit une structure tubulaire (12,
112), un outil mélangeur (10, 100) qui comprend un
arbre rotatif (18, 118) ayant une extrémité inférieure
munie de moyens mélangeurs déployables, procédé
dans lequel on introduit la structure tubulaire dans
le sol jusqu'à la portion de sol à traiter, on insère
l'outil mélangeur dans la structure tubulaire jusqu'à
ce que les moyens mélangeurs (20, 22, 120, 122)
soient disposés dans la portion de sol à traiter, on
déploie les moyens mélangeurs, on active les
moyens mélangeurs tout en injectant un fluide dans
la portion de sol à traiter, par quoi la couche de sol
s'étendant sur la hauteur de la structure tubulaire
(12, 112) n'est pas traitée.



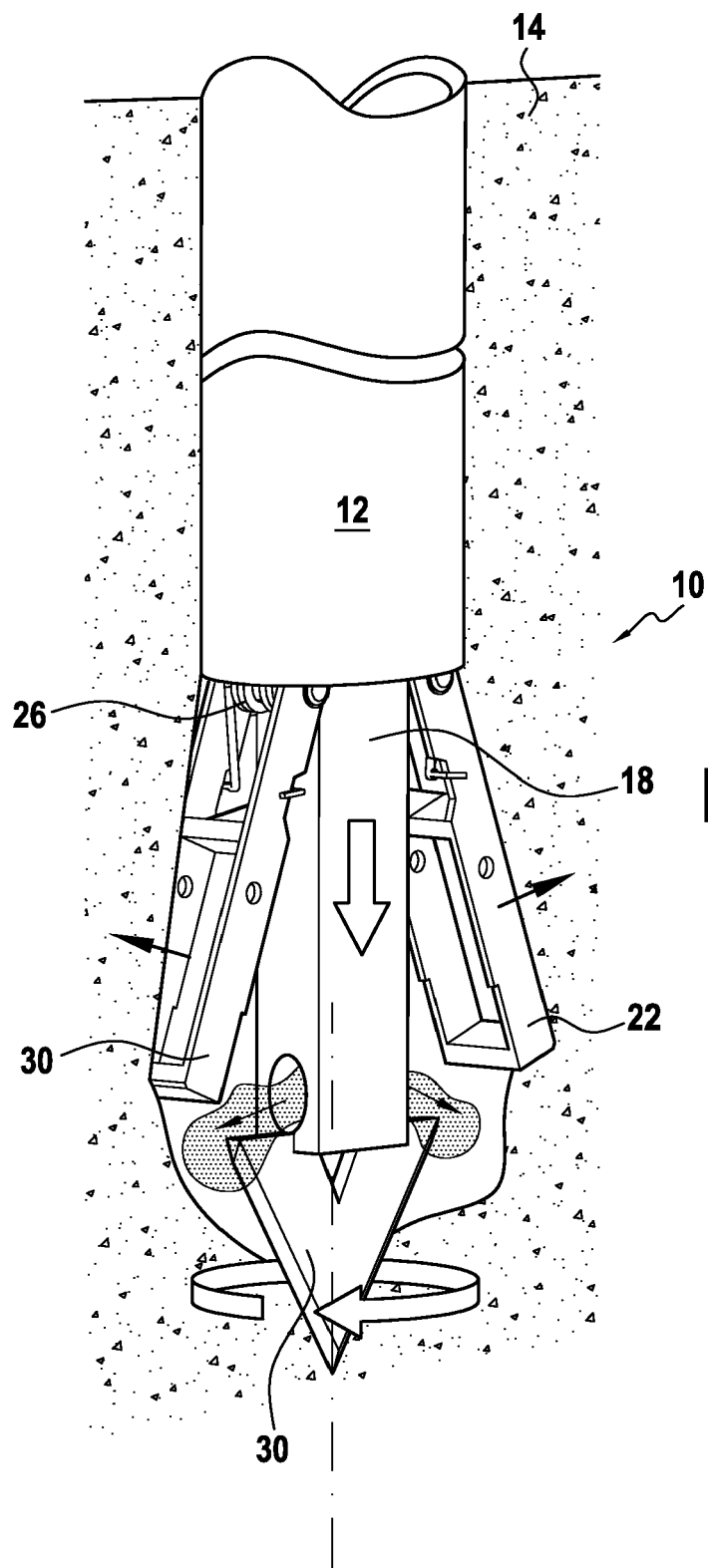
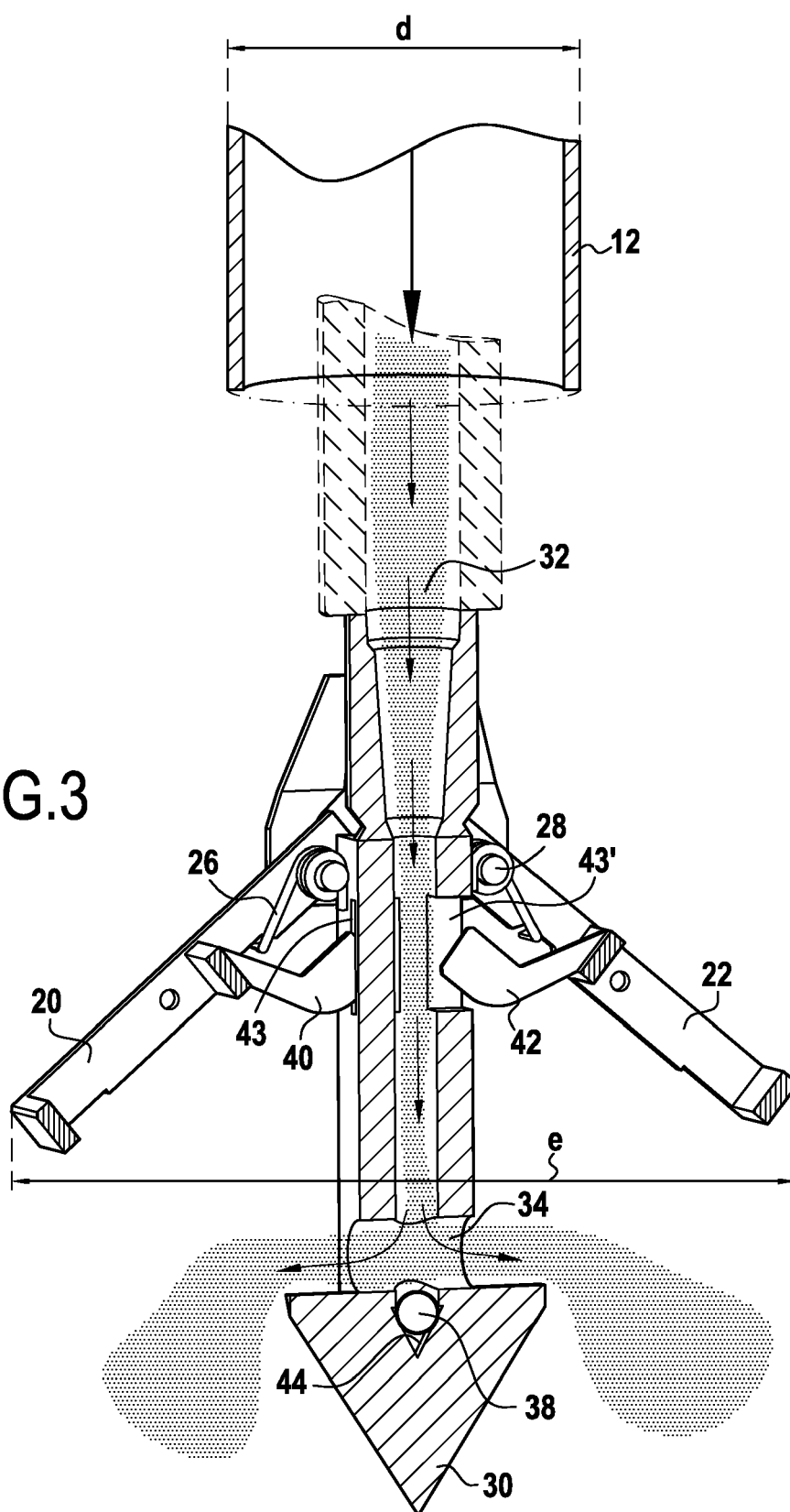
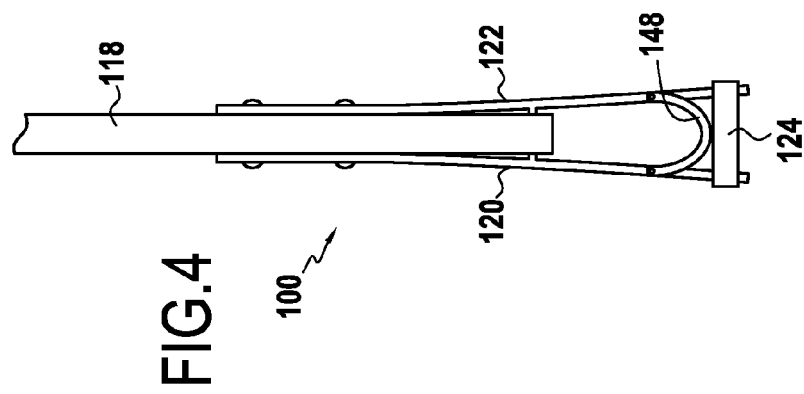
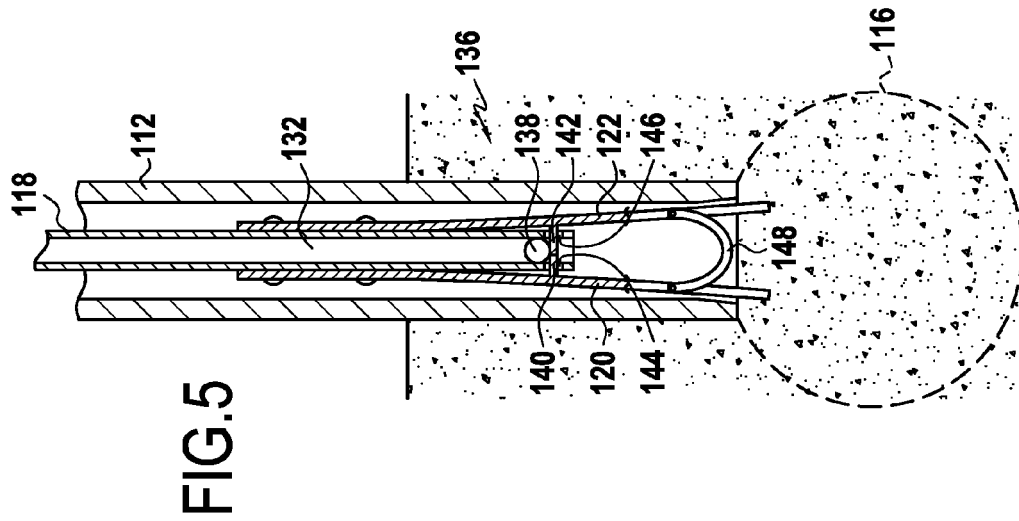
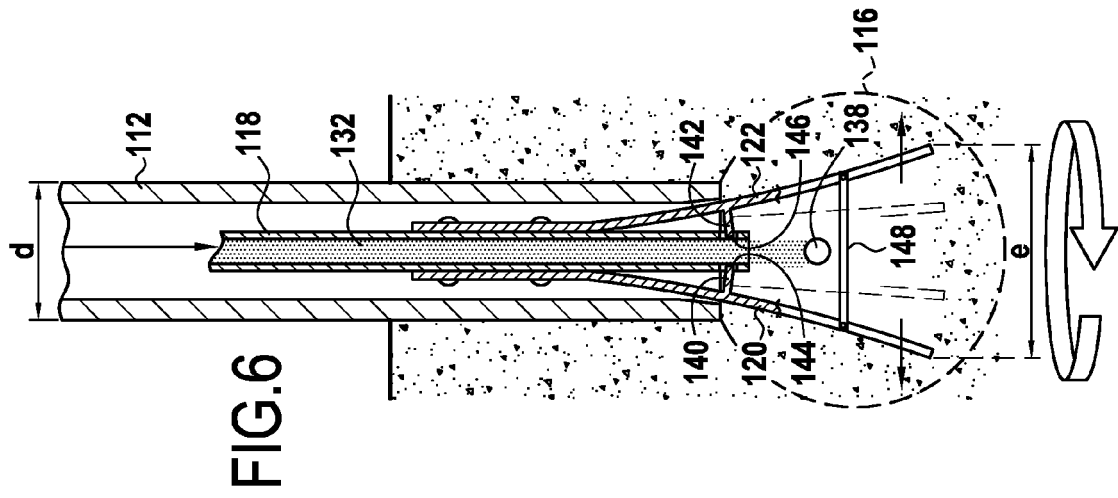


FIG.3







DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
Y	US 1 544 757 A (HUFFORD JOHN W ET AL) 7 juillet 1925 (1925-07-07) * le document en entier * -----	1-4, 10-12, 14,19-21	INV. E02D5/44
Y	EP 1 630 299 A (KELLER GRUNDBAU GMBH [DE]) 1 mars 2006 (2006-03-01) * abrégé; figure 2 * -----	1-4, 10-12, 14,19-21	
Y	US 2 012 775 A (ROE EMMETT J) 27 août 1935 (1935-08-27) * le document en entier * -----	1-4,14, 19-21	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E02D E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 16 novembre 2007	Examineur Nilsson, Lars
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			

3

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 07 11 1964

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.

16-11-2007

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 1544757	A	07-07-1925	AUCUN	
EP 1630299	A	01-03-2006	DE 102004038896 A1	23-02-2006
US 2012775	A	27-08-1935	AUCUN	

EPO FORM P0480

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

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 1630299 A [0004]