



(11) **EP 2 925 935 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
11.01.2017 Bulletin 2017/02

(51) Int Cl.:
E02D 5/74 (2006.01) E02D 5/80 (2006.01)
E02D 7/18 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **13808085.8**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2013/052797

(22) Date de dépôt: **20.11.2013**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2014/083263 (05.06.2014 Gazette 2014/23)

(54) **PROCEDE DE MISE EN PLACE ET DE SCELLEMENT D'UN ELEMENT TUBULAIRE DANS UN SOL SOUS CHARGE D'EAU**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER OFFSHORE GRÜNDUNG AUS RÖHRENELEMENTEN
METHOD OF PLACING A TUBULAR OFFSHORE FOUNDATION

(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

(30) Priorité: **29.11.2012 FR 1261442**

(43) Date de publication de la demande:
07.10.2015 Bulletin 2015/41

(73) Titulaire: **Soletanche Freyssinet**
92500 Rueil Malmaison (FR)

(72) Inventeurs:
• **DUMAY, Jean-Michel**
F-92500 Rueil Malmaison (FR)
• **BENZ-COLLANGE, Nicole**
F-92500 Rueil Malmaison (FR)

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

(56) Documents cités:
EP-A2- 1 939 394 US-A- 4 036 026

EP 2 925 935 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Arrière-plan de l'invention

- 5 **[0001]** La présente invention concerne le domaine des techniques de forages dans le sol qui sont exécutés dans le but d'améliorer les caractéristiques du sol et de réaliser des fondations et des ouvrages de soutènement dans le sol, comme fait connu par EP 1 939 394 A.
- [0002]** L'invention concerne plus précisément un procédé de mise en place et de scellement d'un élément tubulaire dans un sol situé derrière un écran. Par écran, également appelé écran de soutènement, on entend notamment, mais
- 10 **[0003]** pas exclusivement, les parois en béton et en particulier les parois moulées.
- [0003]** Un tel élément tubulaire peut servir à injecter un fluide dans le sol afin d'en améliorer les caractéristiques physiques.
- [0004]** L'élément tubulaire peut également constituer un élément structurel permettant de fabriquer un tirant d'ancrage.
- 15 **[0005]** L'invention trouvera notamment son application dans le cas où le sol situé derrière l'écran est disposé en dessous d'une charge d'eau, telle qu'une nappe phréatique. Dans ce cas, le sol est gorgé d'eau présentant une pression très importante, pouvant aller dans certains cas jusqu'à 10 MPa. Il est connu que le forage et la mise en place d'un élément tubulaire, par exemple un tirant, sous une nappe sont des opérations difficiles à exécuter, notamment en raison de la valeur importante de la pression d'eau du sol.

20 Objet et résumé de l'invention

[0006] Un objet de la présente invention est tout d'abord de proposer un procédé de mise en place et de scellement d'un élément tubulaire dans un sol sous charge d'eau situé derrière un écran de soutènement.

[0007] L'invention atteint son but par le fait que le procédé selon l'invention comporte les étapes suivantes :

- 25 on fournit un dispositif d'étanchéité, et un dispositif de forage comprenant un tube de forage qui présente une extrémité distale portant un outil de coupe détachable du tube de forage ;
- on solidarise ledit dispositif d'étanchéité à l'écran de soutènement;
- on introduit le dispositif de forage dans le dispositif d'étanchéité solidarisé à l'écran de soutènement ;
- 30 on réalise un forage dans le sol à l'aide du dispositif de forage en faisant vibrer le tube de forage, le tube de forage étant amené à une profondeur déterminée ;
- on introduit un élément tubulaire dans le tube de forage après que le tube de forage a atteint la profondeur déterminée ;
- on détache l'outil de coupe du tube de forage et on remonte le tube de forage tout en maintenant l'élément tubulaire dans le forage ; et
- 35 on injecte un coulis de scellement dans le forage afin de sceller l'élément tubulaire dans le sol.

[0008] Par coulis de scellement, on entend tout produit de scellement à base de ciment, de laitier ou de tout autre liant.

[0009] Par extrémité « distale », on entend l'extrémité du tube de forage qui est destinée à se trouver au fond du forage, tandis que par extrémité « proximale », on entend l'extrémité du tube de forage qui est opposée à l'extrémité distale, et qui se trouve en surface hors du forage.

[0010] Le dispositif d'étanchéité utilisé dans la mise en oeuvre du procédé est bien connu par ailleurs. Il pourra notamment s'agir du dispositif commercialisé par la société française TEC SYSTEM sous le nom « SAS BOP ».

[0011] Le dispositif d'étanchéité permet d'assurer l'étanchéité vis-à-vis de l'eau contenue dans le sol situé derrière l'écran, dont la pression peut aller jusqu'à 10 MPa. Préférentiellement, le dispositif d'étanchéité permet d'assurer l'étanchéité soit en fonctionnant comme une vanne lorsqu'aucun organe ne traverse le dispositif d'étanchéité, soit en réalisant un contact étanche avec le tube de forage ou l'élément tubulaire traversant le dispositif d'étanchéité. On comprend donc que le dispositif d'étanchéité empêche l'eau du sol de jaillir dans la zone de travail dans laquelle se trouvent les opérateurs.

[0012] De préférence, le dispositif d'étanchéité est solidarisé à l'écran après avoir pré-foré l'écran selon tout ou partie de son épaisseur. Eventuellement, le préforage de l'écran sera finalisé après le positionnement du dispositif d'étanchéité.

50 **[0013]** De préférence, mais pas nécessairement, la solidarisation du dispositif d'étanchéité consiste à fixer par des moyens appropriés, par exemple des vis, le dispositif d'étanchéité à l'écran. Selon une autre variante, la solidarisation pourrait être réalisée en maintenant fermement le dispositif d'étanchéité contre l'écran.

[0014] Encore de préférence, l'écran s'étend verticalement et la direction de forage est inclinée par rapport à la verticale.

[0015] Ainsi, à l'issue de la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, on obtient un élément tubulaire noyé dans le coulis de scellement. On comprend également que l'outil de coupe, qui n'est pas remonté en surface, se retrouve noyé dans le coulis de scellement, de préférence tout en restant attaché à l'élément tubulaire.

[0016] De manière avantageuse, le coulis de scellement est injecté dans le tube de forage.

[0017] Ainsi, grâce à l'invention, le tube de forage est retiré tout en laissant l'élément tubulaire et l'outil de coupe dans

le forage, grâce au fait que le tube de forage est détaché de l'outil de coupe. Le dispositif de forage sert donc à la fois de moyen pour excaver le sol, mais aussi de moyen pour injecter le coulis de scellement dans le forage, en plus de maintenir le forage ouvert pendant l'insertion de l'élément tubulaire.

[0018] De manière avantageuse, la fréquence de vibration est choisie de manière à faire vibrer l'outil de coupe à sa fréquence de résonance ou à tout le moins à une fréquence proche de ladite fréquence de résonance. Un intérêt est d'améliorer l'efficacité du forage.

[0019] Avantageusement, lors du forage, la fréquence de vibration appliquée au tube de forage est comprise entre 50 Hz et 200 Hz.

[0020] Il s'ensuit que la rapidité de la mise en oeuvre du procédé selon l'invention résulte notamment du fait que le forage est réalisé en faisant vibrer le tube de forage. La vibration, qui fait entrer l'outil de coupe en résonance, ou à tout le moins à une fréquence proche de la fréquence de résonance, a pour effet de faciliter la pénétration du tube de forage dans le sol.

[0021] De préférence, mais non nécessairement, pendant le forage, on fait également tourner le tube de forage pour modifier la position des dents de l'outil de coupe.

[0022] Avantageusement, pendant la réalisation du forage, on injecte un fluide de forage dans le tube de forage, le fluide de forage s'écoulant via l'outil de coupe, et les déblais du forage étant évacués par l'intermédiaire du dispositif d'étanchéité.

[0023] Le dispositif d'étanchéité comporte à cet effet une conduite d'évacuation permettant le refoulement des déblais du forage.

[0024] L'outil de coupe est préférentiellement muni d'orifices permettant l'écoulement du fluide de forage.

[0025] Selon un aspect avantageux de l'invention, on détache l'outil de coupe du tube de forage en poussant l'outil de coupe à l'aide de l'élément tubulaire tout en maintenant le tube de forage.

[0026] Pour ce faire, le dispositif de forage comporte des moyens de connexion permettant de solidariser de manière détachable l'outil de coupe et le tube de forage.

[0027] Alternativement, et sans sortir du cadre de la présente invention, on pourrait détacher l'outil de coupe en tirant sur le tube de forage, et en maintenant ou poussant l'outil de coupe à l'aide de l'élément tubulaire.

[0028] Selon un mode de mise en oeuvre préféré, on solidarise l'élément tubulaire à l'outil de coupe détachable avant de pousser l'outil de coupe à l'aide de l'élément tubulaire.

[0029] Cette fixation est préférentiellement réalisée en vissant l'élément tubulaire à l'outil de coupe. Il pourrait toutefois s'agir d'une fixation par emboîtement. Un intérêt de la fixation par vissage est que l'opérateur peut sentir si la fixation a correctement eu lieu.

[0030] Selon un premier mode de mise en oeuvre, on injecte le coulis de scellement dans le forage tout en remontant le tube de forage. Pendant cette phase d'injection, on comprend que l'élément tubulaire et l'outil de coupe restent dans le forage. Le coulis de scellement, qui s'écoule dans le forage, enrobe l'élément tubulaire sur au moins une partie de sa hauteur, grâce à quoi on scelle l'élément tubulaire dans le sol.

[0031] De manière avantageuse, on fait vibrer le tube de forage pendant l'injection du coulis de scellement.

[0032] Un intérêt est d'améliorer l'écoulement et la répartition du coulis de scellement dans le forage.

[0033] Ainsi, grâce à la vibration du tube de forage pendant le forage, et pendant l'injection du coulis de scellement, on améliore la vitesse d'exécution du procédé.

[0034] Selon une variante de mise en oeuvre, on remonte le tube de forage tout en faisant vibrer ledit tube de forage. Cette remontée pourra être accompagnée ou pas de l'injection de coulis de scellement.

[0035] Un intérêt de la mise en vibration du tube de forage est de permettre le retrait du tube de forage sans rotation, ce qui a pour effet de réduire sensiblement le risque de circulation de coulis de scellement entre le tube de forage et le sol. Un autre intérêt de la mise en vibration du tube de forage est de resserrer le terrain autour du tube de forage, ce qui diminue encore le risque de circulation du coulis de scellement entre le tube de forage et le sol.

[0036] Avantageusement, le coulis de scellement est injecté dans l'élément tubulaire via son extrémité proximale, et s'écoule en pied de forage via l'outil de coupe. On comprend donc que l'élément tubulaire sert à amener le coulis de scellement en pied de forage, le coulis de scellement s'écoulant à travers les orifices ménagés dans l'outil de coupe. Dans ce cas, on comprend que le coulis de scellement s'écoule depuis l'extrémité distale du forage et remonte vers l'extrémité proximale dudit forage.

[0037] Selon une variante, le coulis de scellement est injecté entre l'élément tubulaire et le tube de forage.

[0038] Dans cette variante, le coulis de scellement s'écoule dans le forage par l'extrémité distale du tube de forage. Dans la mesure où le tube de forage est progressivement extrait, l'injection entre le tube de forage et l'élément tubulaire permet de réaliser une injection selon la hauteur du forage pendant la remontée du tube de forage, et non pas uniquement depuis l'extrémité distale du forage.

[0039] Selon un mode de mise en oeuvre préférentiel, on met le coulis de scellement sous pression, on remonte le tube de forage tout en injectant le coulis de scellement sous pression dans le forage, et tout en faisant vibrer le tube de forage.

[0040] Pour effectuer cette mise sous pression, on utilise préférentiellement une pompe permettant d'injecter le coulis de scellement à une pression comprise entre 0,1 et 5 MPa.

[0041] L'injection sous pression permet de créer un bulbe de coulis de scellement dont le diamètre est sensiblement supérieur au diamètre du forage, ce qui a pour effet d'améliorer encore le soutènement. Le bulbe pourra s'étendre sur tout ou partie de la hauteur du forage. De préférence, le bulbe s'étend depuis le fond du forage, jusqu'au milieu du forage.

[0042] Comme on l'a déjà mentionné plus haut, la mise en vibration permet avantageusement de resserrer le terrain autour du tube de forage. Ce resserrement a pour effet de consolider le sol et permet ainsi de réaliser une injection sous pression du coulis de scellement dans de nombreux types de sols. En outre, grâce à la présence du dispositif d'étanchéité en tête de forage, il est possible de réaliser l'injection sous forte pression, par exemple à une pression comprise entre 0,5 et 5 MPa.

[0043] De préférence, on injecte des quantités de coulis prédéfinies dans des tranches de sols prédéfinies, en fonction des caractéristiques initiales du sol et de l'objectif d'amélioration.

[0044] Selon une variante, la direction du forage est inclinée par rapport à une direction verticale. Un intérêt est de pouvoir réaliser des ancrages inclinés. Une application avantageuse réside dans la fabrication de tirants d'ancrage inclinés, par exemple pour assurer la stabilité d'une paroi moulée lors d'une opération de terrassement.

[0045] Selon un mode de réalisation avantageux, on calcule une fréquence cible de vibration, et on fait vibrer le tube de forage à ladite fréquence cible de vibration lors de la réalisation du forage.

[0046] Cette fréquence cible de vibration, qui est appliquée au tube de forage, est choisie de manière optimale afin de faciliter l'opération de forage, notamment dans des sols particulièrement durs. D'une façon générale, le calcul est effectué à partir d'une modélisation des phénomènes de perforation.

[0047] De manière avantageuse, le calcul utilise la longueur du tube de forage. De préférence, la fréquence cible de vibration est fonction de la longueur du tube de forage, tout en étant bornée par une valeur de fréquence maximale prédéterminée, notée F_{max} .

[0048] Cette valeur de fréquence maximale prédéterminée, qui correspond de préférence à la fréquence maximale que peuvent développer les moyens pour faire vibrer le tube de forage est comprise de préférence entre 100 et 160 Hz.

[0049] Encore de préférence, le calcul utilise une valeur constante correspondant à la vitesse de propagation des ondes de compression dans le tube de forage, cette vitesse dépendant du matériau constitutif du tube de forage.

[0050] De manière préférentielle mais non nécessairement, la fréquence cible de référence est égale à :

- F_{max} (la valeur de fréquence maximale prédéterminée) si $F_{max} < (V)/(2 \cdot L)$, où V est la vitesse de propagation des ondes de compression dans le tube de forage, et L la longueur du tube de forage, OU :
- $(n \cdot V)/(2 \cdot L)$ si $F_{max} > (V)/(2 \cdot L)$, où n est un nombre entier supérieur ou égal à 1 choisi de sorte que $(n \cdot V)/(2 \cdot L) \leq F_{max}$ et $((n+1) \cdot V)/(2 \cdot L) > F_{max}$.

[0051] Les inventeurs ont constaté que cette formule permet d'obtenir une fréquence cible de vibration optimale qui accroît sensiblement l'efficacité de l'opération de forage.

[0052] Ce calcul est effectué par un ordinateur comportant des moyens de calculs appropriés.

[0053] Pour réaliser des forages profonds, on augmente la longueur du tube de forage pendant la réalisation du forage. Pour ce faire, on utilise des portions de tube qui sont fixées bout à bout au cours du forage afin d'augmenter la longueur du forage.

[0054] Par conséquent, au sens de l'invention, on entend par tube de forage aussi bien un unique tube de forage, qu'une pluralité d'éléments tubulaires fixés bout à bout, par exemple par vissage.

[0055] De manière avantageuse, on recalcule la fréquence cible de vibration à chaque augmentation de la longueur du tube de forage.

[0056] Un intérêt est d'assurer un forage ayant une efficacité optimale sur toute la profondeur du forage.

[0057] L'invention porte en outre sur un procédé de réalisation d'un tirant d'ancrage dans lequel on met en oeuvre les étapes du procédé selon l'invention puis on scelle des câbles dans l'élément tubulaire mis en place dans le forage.

[0058] L'invention concerne en outre une installation pour la mise en oeuvre du procédé de mise en place et de scellement d'un élément tubulaire dans un sol situé derrière un écran selon l'invention, comportant :

- un élément tubulaire ;
- un dispositif de forage qui comprend un tube de forage ayant une extrémité distale portant un outil de coupe détachable du tube de forage,
- un dispositif d'étanchéité configuré pour être solidarisé à l'écran de soutènement et être traversé de manière étanche par l'élément tubulaire ou le tube de forage;
- des moyens pour faire vibrer le tube de forage ;
- des moyens pour réaliser un forage dans le sol à l'aide du dispositif de forage, le dispositif de forage traversant le dispositif d'étanchéité, et pour amener le tube de forage à une profondeur prédéterminée ;

des moyens pour introduire l'élément tubulaire dans le tube de forage après que le tube de forage a atteint la profondeur prédéterminée ;
 des moyens pour détacher l'outil de coupe du tube de forage ;
 des moyens pour remonter le tube de forage tout en maintenant l'élément tubulaire dans le forage ; et
 des moyens pour injecter un coulis de scellement dans le forage afin de sceller l'élément tubulaire dans le forage.

[0059] Les moyens pour détacher l'outil de coupe du tube de forage comportent notamment l'élément tubulaire.

[0060] De préférence, l'outil de coupe comporte un manchon de fixation ayant un diamètre inférieur au diamètre du tube de forage, ledit manchon étant configuré pour être fixé à une extrémité distale de l'élément tubulaire. De préférence, le manchon présente un taraudage ou un filetage configuré pour coopérer avec un filetage ou un taraudage complémentaire situé à l'extrémité distale de l'élément tubulaire.

[0061] Avantageusement, l'outil de coupe comporte un canal reliant le manchon à une extrémité de l'outil de coupe munie d'un taillant et d'orifices d'injection, ledit canal permettant d'alimenter les orifices d'injection en fluide, et l'outil de coupe comporte en outre un clapet anti-retour agencé pour obturer le canal lorsqu'aucun fluide ne s'écoule du manchon vers les orifices d'injection.

[0062] Ainsi, lors de l'injection du coulis de scellement (ou du fluide de forage) dans l'élément tubulaire, le clapet anti-retour s'ouvre pour laisser passer le coulis de scellement (ou le fluide de forage), ce dernier s'écoulant dans le forage au travers des orifices d'injection.

[0063] Le clapet anti-retour permet d'éviter les remontées de fluide vers l'extrémité proximale du forage.

[0064] Avantageusement, l'installation selon l'invention comprend des moyens de maintien libérables pour maintenir ensemble l'outil de coupe et le tube de forage pendant le forage.

[0065] De préférence, ces moyens de maintien libérables comportent une goupille fixée à l'outil de coupe et venant s'engager dans une rainure ou échancrure ménagée à l'extrémité distale du tube de forage ou d'un porte outil fixé à l'extrémité distale du tube de forage. La goupille est configurée pour dégager de la rainure lorsqu'une force axiale d'intensité prédéterminée est appliquée sur l'outil de coupe.

[0066] Selon un aspect avantageux de l'invention, l'installation comporte un organe d'étanchéité annulaire pour assurer une étanchéité entre le tube de forage et l'outil de coupe. De préférence, mais pas exclusivement, l'organe d'étanchéité est solidaire du tube de forage et vient porter contre le manchon ou le corps relié au manchon.

[0067] De préférence, l'organe d'étanchéité est configuré pour laisser passer un fluide uniquement dans le cas où ledit fluide s'écoule axialement vers l'extrémité distale du tube de forage. Ce fluide peut être de l'eau, du coulis de scellement, ou tout autre type de fluide. On comprend donc que l'organe d'étanchéité est configuré pour empêcher le fluide de remonter vers l'extrémité proximale du tube de forage en circulant entre le manchon et le tube de forage.

[0068] Avantageusement, l'organe d'étanchéité est également configuré pour réaliser l'étanchéité entre le tube de forage et l'élément tubulaire après fixation de l'élément tubulaire au manchon et détachement de l'outil de coupe.

[0069] On comprend que lors de la remontée du tube de forage, alors que l'élément tubulaire demeure au fond du forage, l'organe d'étanchéité vient porter contre la surface extérieure du corps ou du manchon puis celle de l'élément tubulaire, grâce à quoi on réalise l'étanchéité entre le tube de forage et l'élément tubulaire tout au long de la remontée du tube de forage. Un intérêt est d'empêcher une circulation remontante du coulis de scellement entre le tube de forage et l'élément tubulaire lors de l'injection du coulis de scellement qui a lieu pendant le retrait du tube de forage.

[0070] Selon un autre aspect avantageux de l'invention, l'installation de forage comporte en outre un amortisseur disposé entre le dispositif d'étanchéité et le tube de forage afin d'empêcher la transmission des vibrations du tube de forage vers le dispositif d'étanchéité. Un intérêt est d'éviter de mettre en vibration le dispositif d'étanchéité et l'écran.

Brève description des dessins

[0071] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de mise en oeuvre et de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 illustre la mise en place d'un dispositif d'étanchéité de l'installation selon l'invention dans une réservation réalisée dans un écran de soutènement ;
- la figure 2 illustre le montage de l'outil de coupe détachable à l'extrémité distale du tube de forage ;
- la figure 3 illustre l'étape de forage dans le sol après introduction du dispositif de forage dans le dispositif d'étanchéité ;
- la figure 4 illustre l'introduction de l'élément tubulaire dans le tube de forage et sa fixation à l'outil de coupe par vissage ;
- la figure 5 illustre l'étape au cours de laquelle on détache l'outil de coupe du tube de forage ;
- la figure 6 illustre l'étape d'injection de coulis de scellement tout en remontant le tube de forage ;
- la figure 7 illustre le démontage du tube de forage du dispositif d'étanchéité ;
- la figure 8 est une vue de détail de l'extrémité distale du dispositif de forage ;

- la figure 9 est une vue de face de l'outil de coupe ;
- la figure 10 est une vue en coupe longitudinale de l'extrémité distale du dispositif de forage montrant l'outil de coupe connecté au tube de forage ;
- la figure 11 est une vue en coupe longitudinale de l'extrémité distale du dispositif de forage montrant l'outil de coupe détaché du tube de forage ; et
- la figure 12 schématise le procédé d'optimisation de la fréquence de vibration appliquée au tube de forage.

Description détaillée de l'invention

[0072] A l'aide des figures 1 à 7, on va tout d'abord décrire un mode de mise en oeuvre du procédé de mise en place et de scellement d'un élément tubulaire dans un sol **S** sous charge d'eau qui est situé derrière un écran de soutènement **E**. Dans cet exemple, l'écran **E** est un écran de soutènement constitué d'une paroi moulée verticale. L'une des faces **E1** de l'écran **E** est dégagée tandis que la face opposée **E2** est située du côté de la couche de sol **S**.

[0073] La couche de sol **S** qui est soutenue par l'écran **E** est, dans cet exemple, disposée en-dessous d'une charge d'eau, telle une nappe phréatique. Le procédé de fabrication de l'écran **E** étant bien connu par ailleurs, il ne sera pas décrit en détail ici.

[0074] On mentionne juste qu'il pourra s'agir d'une paroi moulée réalisée à l'aide d'une benne ou d'une hydrofraise.

[0075] Le but du procédé selon l'invention est de mettre en place et de sceller un élément tubulaire **90** dans le sol **S** situé derrière l'écran **E**. Cet élément tubulaire peut être par exemple une armature ou bien un tube perforé destiné à réaliser des injections dans le sol **S**. En d'autres termes, de manière préférentielle, le procédé selon l'invention pourra être mis en oeuvre afin de fabriquer un tirant d'ancrage ou bien afin de réaliser des injections dans le sol **S**.

[0076] Selon l'invention, on fournit tout d'abord un dispositif d'étanchéité **10** que l'on solidarise à l'écran.

[0077] Pour ce faire, dans cet exemple non limitatif, on fore l'écran **E** selon une partie de son épaisseur afin de réaliser une réservation **R** dans l'écran **E**. Dans cet exemple, l'axe de forage **A** est incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale.

L'axe de forage **A** est également incliné par rapport à la verticale.

[0078] Le dispositif d'étanchéité **10** comprend une extrémité tubulaire avant **12** qui est introduite dans la réservation **R**. On constate que le diamètre de l'extrémité tubulaire **12** est sensiblement égal au diamètre de la réservation **R**. On achève ensuite de forer la réservation selon toute l'épaisseur de l'écran.

[0079] Selon une autre variante, plus traditionnelle, on met en place la réservation **R** au moment de l'exécution de l'écran **E**. Dans ce cas la réservation **R** se présente sous la forme d'un tube et d'une plaque permettant de solidariser le dispositif d'étanchéité **10**. La réservation **R** est solidaire d'une cage d'armature (non représentée ici) constituant le squelette de l'écran de soutènement **E**.

[0080] De manière connue par ailleurs, le dispositif d'étanchéité **10** comporte en outre une chambre cheminée **14** qui est connectée à l'extrémité tubulaire **12** ; cette chambre cheminée comporte une cheminée d'évacuation **16** permettant d'évacuer les déblais d'excavation. Dans cet exemple, le dispositif d'étanchéité **10** comporte en outre une vanne **18** connectée à la chambre cheminée **14** ainsi qu'une première demi-chambre **20** connectée à la vanne **18**. Dans cet exemple, la vanne **18** est une vanne à manchon à déformation élastique, bien connue par ailleurs. Elle a pour fonction d'assurer l'étanchéité grâce au fait que le manchon vient enserrer un organe tubulaire traversant la vanne **18**. Elle permet par ailleurs d'obturer le dispositif d'étanchéité lorsqu'aucun organe ne traverse le dispositif d'étanchéité.

[0081] Le dispositif d'étanchéité **10** fait partie d'une installation **100** conforme l'invention qui comporte en outre un dispositif de forage **30**. Ce dispositif de forage **30** comprend un tube de forage **32** ayant une extrémité distale **34** qui porte un outil de coupe **36**. Conformément à l'invention, cet outil de coupe **36** est détachable du tube de forage **32**.

[0082] De manière traditionnelle, le tube de forage **32** est constitué d'un train de tiges qui sont fixées bout à bout afin d'augmenter la longueur du tube de forage au cours du forage. Selon l'invention, on introduit le dispositif de forage **30** dans le dispositif d'étanchéité **10**. Pour ce faire, l'extrémité distale du dispositif du tube de forage est équipée dans cet exemple d'un presse-étoupe **38**, d'une seconde demi-chambre **40** qui entoure le tube de forage **32**. Comme on le comprend à l'aide des figures 2 et 3, la seconde demi-chambre **40** est assemblée avec la première demi-chambre **20** du dispositif d'étanchéité **10**.

[0083] Selon un aspect avantageux de l'invention, la première demi-chambre **20** et la seconde demi-chambre **40** sont fixées l'une à l'autre tout en enserrant un anneau épais en caoutchouc **42**, de sorte que l'ensemble constitué de la première demi-chambre **20**, de la seconde demi-chambre **40** et de l'anneau en caoutchouc **42** constitue un amortisseur de vibrations **44**.

[0084] Cet amortisseur **44**, qui est disposé entre le dispositif d'étanchéité **10** et le tube de forage **32**, a pour rôle d'empêcher la transmission des vibrations du tube de forage vers le dispositif d'étanchéité.

[0085] On comprend par ailleurs que le dispositif d'étanchéité, et notamment la vanne **18**, permet d'empêcher l'eau du sol de jaillir du côté de la zone de travail des opérateurs, cette zone étant séparée du sol **S** par l'écran **E**.

[0086] L'installation **100** comporte en outre des moyens **50** pour faire vibrer le tube de forage **32**. Les moyens **50** pour faire vibrer le tube de forage **32**, en l'espèce un générateur de vibrations **50**, permettent de générer des ondes de

compression qui se transmettent le long du tube de forage **32** vers son extrémité distale **34** et vers l'outil de coupe **36**. On appelle ici **L** la longueur du tube de forage **32** comprise entre son extrémité distale et le générateur de vibrations **50**. La longueur **L** du tube de forage **32** augmente donc au cours de la réalisation du forage.

[0087] Selon l'invention, on réalise un forage **F** dans le sol **S** à l'aide de l'installation **100** à l'aide du dispositif de forage **30** de l'installation **100** en faisant vibrer le tube de forage **32** grâce au générateur de vibrations **50**.

[0088] Dans cet exemple, mais pas nécessairement, au cours de l'étape de forage, on fait également tourner le tube de forage **32** autour de l'axe de forage **A** grâce à des moyens d'entraînement en rotation **52**.

[0089] Pendant la réalisation du forage, on injecte un fluide de forage **G** dans le tube de forage depuis l'extrémité proximale **37** du tube de forage **32**. Ce fluide de forage **G** s'écoule dans le tube de forage **32** jusqu'à l'outil de coupe **36**. L'outil de coupe **36** est muni d'orifices **35** permettant l'injection du fluide de forage **G** au fond du forage **F**. Le fluide de forage **G** remonte alors le long du forage en charriant les déblais, puis traverse l'écran **E** en s'écoulant entre le tube de forage **32** et l'extrémité tubulaire **12** du dispositif d'étanchéité, avant de rejoindre la chambre cheminée **14** et la cheminée d'évacuation **16**, cette dernière permettant donc d'évacuer le fluide de forage **G**.

[0090] Le forage est réalisé jusqu'à ce que le tube de forage, et plus précisément l'outil de coupe est amené à une profondeur déterminée **H** représentée sur la figure **4**. Dans cet exemple, par profondeur déterminée **H**, on entend la distance entre la face **E2** de l'écran **E** tournée vers le sol **S** et le fond **F1** du forage **F**.

[0091] Avant de décrire les autres étapes du procédé selon l'invention, on va s'intéresser maintenant plus en détail à l'outil de coupe **36** de l'installation **100**.

[0092] A l'aide des figures **8** à **11**, on constate que l'outil de coupe détachable **36** est initialement monté sur un porte-outil **37** qui est fixé à l'extrémité distale **34** du tube de forage **32**.

[0093] L'outil de coupe **36** comporte par ailleurs un manchon de fixation **60** qui a un diamètre inférieur au diamètre intérieur du tube de forage **32**. Le manchon **60** est solidaire d'un corps **64** dans lequel est ménagé un canal **62** qui s'étend selon la direction axiale **X** du tube de forage. Ce canal **62** relie le manchon **60** au taillant **66** de l'outil de coupe **36**. Par conséquent, le canal **62** permet d'alimenter les orifices à injection **35** en fluide, notamment, mais pas exclusivement, en fluide de forage pendant l'étape de forage.

[0094] Selon un aspect avantageux de l'invention, l'outil de coupe **36** comporte en outre un clapet anti-retour **68** qui est agencé à l'extrémité aval **62a** du canal **62** afin d'obturer ledit canal **62** lorsqu'aucun fluide ne s'écoule du manchon **60** vers les orifices d'injection **35**. Dans cet exemple, le clapet anti-retour **68** est constitué d'une pièce **70** montée sur un ressort **72** de telle manière que le clapet anti-retour permet de laisser passer un flux qui s'écoule vers les orifices **35** du taillant **66**, mais empêche un flux de s'écouler au travers du canal **62** vers le manchon **60**. On comprend donc que le corps **64** dans lequel est ménagé le canal **62** est disposé entre le clapet anti-retour **68** et le manchon de fixation **60**.

[0095] L'outil de coupe **36** est détachable du porte-outil **37** et donc du tube de forage **32**. Pour assurer le maintien de l'outil de coupe **36** du tube de forage **32** pendant l'opération de forage, l'outil de coupe **36** comprend une goupille **74** qui s'étend transversalement par rapport à l'axe de rotation **X** de l'outil de coupe de manière à venir se loger dans deux échancrures **76** ménagées dans le porte-outil **37**.

[0096] La goupille **74** est dimensionnée de manière à ce qu'elle soit montée serrée dans les échancrures **76** afin d'éviter un détachement intempestif de l'outil de coupe **36** par rapport au porte-outil **37**. Les échancrures **76** débouchent axialement vers l'extrémité distale **37a** du porte-outil **37** qui est dirigée vers le taillant **66**. On comprend donc qu'une poussée axiale sur le manchon **60** dirigé vers le taillant **66** ayant une intensité supérieure à un seuil prédéterminé permet de dégager la goupille **74** des échancrures **76** et donc de détacher l'outil de coupe **36** du tube de forage **32**.

[0097] On comprend donc que la goupille **74** et les échancrures **76** constituent des moyens de maintien libérables pour maintenir ensemble l'outil de coupe et le tube de forage pendant le forage.

[0098] En se référant à nouveau aux figures **10** et **11**, on constate que l'installation **100** comporte un organe d'étanchéité **80** pour assurer une étanchéité axiale entre le tube de forage **32** et le corps **64** manchon **60**. Dans cet exemple, l'organe d'étanchéité **80** est un joint annulaire qui est solidaire du tube de forage **32**. Sur l'exemple de la figure **10**, l'organe d'étanchéité **80** est également solidaire du porte-outil **37**. L'organe d'étanchéité **80** vient donc porter contre la surface extérieure du corps **64** afin d'assurer l'étanchéité entre le tube de forage **32** et l'outil de coupe **36**.

[0099] Plus précisément, dans cet exemple, l'organe d'étanchéité **80** est configuré pour laisser passer un fluide uniquement dans le cas où ledit fluide s'écoule axialement vers l'extrémité distale **34** du tube de forage **32**. En d'autres termes, l'organe d'étanchéité **80** laisse passer uniquement les écoulements dirigés vers le taillant **66**. Il permet donc d'empêcher une circulation remontante de fluide entre le manchon **60** et le tube de forage **32**.

[0100] Dans cet exemple, lorsque l'outil de coupe **36** est attaché au porte-outil **37**, l'organe d'étanchéité **80** porte contre le corps **64**. Dans la mesure où le manchon **60** présente un diamètre extérieur qui est sensiblement égal au diamètre extérieur du corps **64**, on comprend à l'aide de la figure **11** que lorsque l'outil de coupe **36** est détaché du porte-outil **37**, l'organe d'étanchéité **80** se déplace axialement et vient porter contre le manchon afin de maintenir l'étanchéité axiale entre le tube de forage **32** et le manchon **60**.

[0101] En se référant à nouveau à la figure **10**, on constate que l'extrémité du manchon **60a** qui est opposée au corps **64** présente un filetage **82**.

[0102] On va maintenant décrire les étapes suivantes du procédé selon l'invention en se référant à nouveau à la figure 4.

[0103] Après que le tube de forage 32 a atteint sa profondeur prédéterminée H, on introduit un élément tubulaire 90 dans le tube de forage 32. Cet élément tubulaire 90 est également constitué d'une pluralité de portions de tubes qui sont fixées bout à bout. L'élément tubulaire 90 est introduit dans le tube de forage 32 jusqu'à ce que l'extrémité distale 90a de l'élément tubulaire 90 vienne en contact avec l'extrémité 60a du manchon 60. L'élément tubulaire 90 subit ensuite une rotation afin de visser l'extrémité distale 90a de l'élément tubulaire 90 au filetage 82 du manchon 60. Une fois l'élément tubulaire fixé au manchon 60 de l'outil de coupe détachable 36, on exerce une poussée sur l'élément tubulaire 90 afin de pousser l'outil de coupe 36, ce qui provoque le détachement de l'outil de coupe 36 du tube de forage 32.

[0104] De préférence, on maintient le tube de forage 32 tout en poussant l'élément tubulaire 90 fixé à l'outil de coupe. La séparation de l'outil de coupe 36 du tube de forage 32 est illustrée à la figure 5. Dans cet exemple, après le détachement de l'outil de coupe 36, comme on l'a représenté sur la figure 6, on injecte un coulis de scellement C, par exemple un coulis de ciment, dans le forage afin de sceller l'élément tubulaire 90 dans le sol S. Pour ce faire, le coulis de scellement C est injecté dans l'élément tubulaire 90 par son extrémité proximale et s'écoule en pied de forage au travers des orifices 35 de l'outil de coupe 36.

[0105] Conformément à l'invention, dans l'exemple de la figure 6, l'injection du coulis de scellement C est réalisée en remontant le tube de forage 32 tout en faisant vibrer le tube de forage 32. Comme mentionné précédemment, les vibrations permettent de resserrer le sol S autour du tube de forage ce qui permet d'éviter une circulation remontante du coulis de scellement entre le tube de forage 32 et le sol S.

[0106] Dans cet exemple, la fréquence de vibration du tube de forage appliquée lors de la remontée du tube de forage 32 est de l'ordre de 50 Hz à 130 Hz selon la longueur du tube de forage.

[0107] Selon une variante, le coulis de scellement C est mis sous pression grâce à une pompe, non représentée ici, avant son injection dans l'élément tubulaire. Un intérêt est de pouvoir former un bulbe de coulis de scellement ayant un diamètre plus important. Le coulis de scellement mis sous pression pourra atteindre une pression de l'ordre de 0,5 à 5 MPa.

[0108] Selon une autre variante, non représentée ici, l'injection de coulis de scellement pourrait être réalisée par une injection entre l'élément tubulaire et le tube de forage dès lors que l'organe d'étanchéité 80 permet l'écoulement du coulis de scellement vers le taillant 66.

[0109] Grâce à l'amortisseur 44, les vibrations émises par le générateur de vibration 50 sont transmises au tube de forage 32 mais pas au dispositif d'étanchéité 10 ni à l'écran E.

[0110] Comme on l'a représenté sur la figure 7, le tube de forage 32 est remonté jusqu'à ce que l'extrémité distale du tube de forage 32 atteigne le dispositif d'étanchéité 10. Le tube de forage 32 est alors démonté du dispositif d'étanchéité 10.

[0111] Comme on le voit sur cette figure 7, l'élément tubulaire 90 est alors scellé dans un bulbe B de coulis de scellement.

[0112] Cet élément tubulaire 90 pourra alors être utilisé pour fabriquer un tirant d'ancrage en scellant des câbles (non représentés ici) dans l'élément tubulaire mis en place et scellé dans le forage.

[0113] Selon un aspect particulièrement avantageux de l'invention, lors de la réalisation du forage F décrit précédemment, on cherche à optimiser la fréquence de vibration afin de maximiser l'énergie de forage transmise par le tube de forage 32. Pour ce faire, on calcule une fréquence cible de vibrations que l'on applique grâce au générateur de vibrations au tube de forage 32.

[0114] On fait donc vibrer le tube de forage 32 à la fréquence cible de vibration lors de la réalisation du forage. On comprend donc que cette fréquence cible de vibration est une fréquence de vibration qui est appliquée au tube de forage. En l'espèce, ces vibrations sont des ondes de compression qui se transmettent le long du tube de forage définissant des ventres et des noeuds. Ces ondes de vibration font entrer le tube de forage 32 en résonance, ou à tout le moins à une fréquence proche de sa fréquence de résonance, ce qui produit une énergie maximale au niveau de l'outil de coupe 36, avec pour effet d'augmenter sensiblement l'efficacité du forage, et donc l'efficacité globale du procédé selon l'invention.

[0115] Comme on l'a représenté sur la figure 12, le calcul de la fréquence cible de vibration comporte tout d'abord une étape S100 au cours de laquelle on saisit manuellement ou on détermine de manière automatisée la longueur L du tube de forage 32. On suppose donc ici que le tube de forage est mis en vibration sur toute sa longueur.

[0116] Puis, à partir de cette longueur, on calcule la fréquence cible de vibration au cours d'une étape S102 à partir de la longueur L du tube de forage, de la vitesse de propagation de l'onde de compression dans le tube de forage 32. Dans cet exemple, le tube de forage 32 est réalisé en acier.

[0117] Encore de préférence, le calcul utilise une valeur constante correspondant à la vitesse de propagation des ondes de compression dans le tube de forage, cette vitesse dépendant du matériau constitutif du tube de forage.

[0118] Conformément à l'invention, dans la mesure où la longueur du tube de forage 32 augmente pendant la réalisation du forage en raison de l'ajout successif des éléments tubulaires, on recalcule la fréquence cible de vibrations à chaque augmentation de la longueur du tube de forage. Cela permet de conserver une fréquence de vibration optimale pendant toute la durée du forage.

EP 2 925 935 B1

[0119] La fréquence cible de vibration ainsi calculée est ensuite affichée en tant que suggestion à l'opérateur. Elle peut aussi dans un autre mode de réalisation être envoyée en tant que consigne au générateur de vibrations **50** au cours d'une étape **S104**.

[0120] De manière préférentielle, mais non nécessairement, la fréquence cible de référence est égale à :

- F_{max} (la valeur de fréquence maximale prédéterminée) si $F_{max} < (V)/(2 \cdot L)$, où V est la vitesse de propagation des ondes de compression dans le tube de forage, et L la longueur du tube de forage, OU :
- $(n \cdot V)/(2 \cdot L)$ si $F_{max} > (V)/(2 \cdot L)$, où n est un nombre entier supérieur ou égal à 1 choisi de sorte que $(n \cdot V)/(2 \cdot L) \leq F_{max}$ et $((n+1) \cdot V)/(2 \cdot L) > F_{max}$,

[0121] Dans l'exemple qui suit, V est égal 5000 m/s, F_{max} est égal à 130 Hz. L , correspond à la somme des longueurs des éléments tubulaires mis bout à bout.

[0122] Dans cet exemple, les éléments tubulaires ont la même longueur unitaire, à savoir une longueur de 3 mètres.

[0123] On obtient le tableau de résultats suivant :

Nbre de tubes	L(m)	2L	$V/(2 \cdot L)$	n	F cible (Hz)
5	15	30	167		130 (F_{max})
6	18	36	139		130 (F_{max})
7	21	42	119	1	119
8	24	48	104	1	104
9	27	54	93	1	93
10	30	60	83	1	83
11	33	66	76	1	76
12	36	72	69	1	69
13	39	78	64	2	128
14	42	84	60	2	120
15	45	90	56	2	112
16	48	96	52	2	104
17	51	102	49	2	98
18	54	108	46	2	93
19	57	114	44	2	88
20	60	120	42	3	126
21	63	126	40	3	120
22	66	132	38	3	114
23	69	138	36	3	108
24	72	144	35	3	105
25	75	150	33	3	99
26	78	156	32	4	128
27	81	162	31	4	124

Revendications

1. Procédé de mise en place et de scellement d'un élément tubulaire dans un sol (S) sous charge d'eau situé derrière un écran de soutènement (E), dans lequel :

on fournit un dispositif d'étanchéité (10), et un dispositif de forage (30) comprenant un tube de forage (32) qui

présente une extrémité distale (34) portant un outil de coupe (36) détachable du tube de forage ;
on solidarise ledit dispositif d'étanchéité (10) à l'écran de soutènement ;
on introduit le dispositif de forage (30) dans le dispositif d'étanchéité (10) solidarisé à l'écran de soutènement;
on réalise un forage dans le sol à l'aide du dispositif de forage (30) en faisant vibrer le tube de forage, le tube
de forage étant amené à une profondeur déterminée (H) ;
on introduit un élément tubulaire (90) dans le tube de forage (32) après que le tube de forage a atteint la
profondeur déterminée ;
on détache l'outil de coupe (36) du tube de forage (32) et on remonte le tube de forage tout en maintenant
l'élément tubulaire (90) dans le forage ; et
on injecte un coulis de scellement (C) dans le forage afin de sceller l'élément tubulaire (90) dans le sol (S).

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, pendant la réalisation du forage, on injecte un fluide de forage (G) dans le tube de forage, le fluide de forage s'écoulant via l'outil de coupe, et les déblais du forage étant évacués par l'intermédiaire du dispositif d'étanchéité (10).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel on détache l'outil de coupe (36) du tube de forage (32) en poussant l'outil de coupe à l'aide de l'élément tubulaire tout en maintenant le tube de forage (32).

4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel on injecte le coulis de scellement (C) dans le forage tout en remontant le tube de forage (32).

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel on fait vibrer le tube de forage (32) pendant l'injection du coulis de scellement.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel on met le coulis de scellement (C) sous pression, on remonte le tube de forage tout en injectant le coulis de scellement sous pression dans le forage, et tout en faisant vibrer le tube de forage.

7. Procédé de réalisation d'un tirant d'ancrage dans lequel on met en oeuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, puis on scelle des câbles dans l'élément tubulaire mis en place dans le forage.

8. Installation (100) pour la mise en oeuvre du procédé de mise en place et de scellement d'un élément tubulaire dans un sol (S) sous charge d'eau situé derrière un écran de soutènement (E) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, l'installation comportant :

un élément tubulaire ;
un dispositif de forage (30) qui comprend un tube de forage (32) ayant une extrémité distale (34) portant un outil de coupe (36) détachable du tube de forage ;
un dispositif d'étanchéité (10) configuré pour être solidarisé à l'écran de soutènement (E) et être traversé de manière étanche par l'élément tubulaire ou le tube de forage;
des moyens (50) pour faire vibrer le tube de forage (32) ;
des moyens pour réaliser un forage (P) dans le sol à l'aide du dispositif de forage, le dispositif de forage traversant le dispositif d'étanchéité, et pour amener le tube de forage à une profondeur prédéterminée ;
des moyens pour introduire l'élément tubulaire dans le tube de forage après que le tube de forage a atteint la profondeur prédéterminée ;
des moyens pour détacher l'outil de coupe du tube de forage ;
des moyens pour remonter le tube de forage tout en maintenant l'élément tubulaire dans le forage ; et
des moyens pour injecter un coulis de scellement dans le forage afin de sceller l'élément tubulaire dans le forage.

9. Installation selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** l'outil de coupe (36) comporte un manchon de fixation (60) ayant un diamètre inférieur au diamètre du tube de forage, ledit manchon étant configuré pour être fixé à une extrémité distale (90a) de l'élément tubulaire (90).

10. Installation selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** l'outil de coupe (36) comporte un canal (62) reliant le manchon (60) à une extrémité de l'outil de coupe munie d'un taillant (66) et d'orifices d'injection (35), ledit canal permettant d'alimenter les orifices d'injection en fluide, et **en ce que** l'outil de coupe (36) comporte en outre un clapet anti-retour (68) agencé pour obturer le canal (62) lorsqu'aucun fluide ne s'écoule du manchon (60) vers les orifices d'injection (35).

11. Installation selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, **caractérisée en ce qu'elle** comprend des moyens de maintien libérables (74,76) pour maintenir ensemble l'outil de coupe (36) et le tube de forage (32) pendant le forage.
12. Installation selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, **caractérisée en ce qu'elle** comporte un organe d'étanchéité (80) pour assurer une étanchéité entre le tube de forage (32) et l'outil de coupe (36).
13. Installation selon la revendication 12, **caractérisée en ce que** l'organe d'étanchéité (80) est configuré pour laisser passer un fluide uniquement dans le cas où ledit fluide s'écoule axialement vers l'extrémité distale (34) du tube de forage (32).
14. Installation selon la revendication 9 ou 10 en combinaison avec la revendication 12 ou 13, **caractérisée en ce que** l'organe d'étanchéité est également configuré pour réaliser l'étanchéité entre le tube de forage et l'élément tubulaire après fixation de l'élément tubulaire au manchon et détachement de l'outil de coupe.
15. Installation de forage selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre un amortisseur (44) disposé entre le dispositif d'étanchéité (10) et le tube de forage (32) afin d'empêcher la transmission des vibrations du tube de forage (32) vers le dispositif d'étanchéité (10).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anbringen und Vergießen eines rohrförmigen Elements in einem Boden (S) unter Wasserlast, der hinter einer Stützwand (E) gelegen ist, bei dem:
 - eine Dichtungsvorrichtung (10) und eine Bohrvorrichtung (30) mit einem Bohrrohr (32), das ein distales Ende (34), welches ein von dem Bohrrohr lösbares Schneidwerkzeug (36) trägt, aufweist, bereitgestellt wird, die Dichtungsvorrichtung (10) mit der Stützwand fest verbunden wird, die Bohrvorrichtung (30) in die mit der Stützwand fest verbundene Dichtungsvorrichtung (10) eingeführt wird,
 - eine Bohrung in dem Boden mit Hilfe der Bohrvorrichtung (30) dadurch hergestellt wird, dass das Bohrrohr in Schwingung versetzt wird, wobei das Bohrrohr in eine bestimmte Tiefe (H) geführt wird, ein rohrförmiges Element (90) in das Bohrrohr (32) eingeführt wird, nachdem das Bohrrohr die bestimmte Tiefe erreicht hat,
 - das Schneidwerkzeug (36) von dem Bohrrohr (32) gelöst wird und das Bohrrohr unter gleichzeitigem Halten des rohrförmigen Elements (90) in der Bohrung wieder heraufgefahren wird, und eine Vergussmasse (C) in die Bohrung eingespritzt wird, um das rohrförmige Element (90) in dem Boden (S) zu vergießen.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem während des Herstellens der Bohrung ein Bohrfluid (G) in das Bohrrohr eingespritzt wird, wobei das Bohrfluid über das Schneidwerkzeug fließt, und wobei der Aushub der Bohrung mittels der Dichtungsvorrichtung (10) abgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Schneidwerkzeug (36) von dem Bohrrohr (32) dadurch gelöst wird, dass das Schneidwerkzeug mit Hilfe des rohrförmigen Elements, unter gleichzeitigem Halten des Bohrrohrs (32) geschoben wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Vergussmasse (C) in die Bohrung unter gleichzeitigem Wiederhochfahren des Bohrrohrs (C) eingespritzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das Bohrrohr (32) während des Einspritzens der Vergussmasse in Schwingung versetzt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem die Vergussmasse (C) unter Druck gesetzt wird, das Bohrrohr unter gleichzeitigem Einspritzen der Vergussmasse unter Druck in die Bohrung und unter gleichzeitigem In-Schwingung-Versetzen des Bohrrohrs wieder heraufgefahren wird.
7. Verfahren zur Ausbildung eines Zugankers, bei dem das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchgeführt wird, anschließend Seile in dem in der Bohrung angebrachten rohrförmigen Element vergossen werden.

8. Anlage (100) für die Durchführung des Verfahrens zum Anbringen und Vergießen eines rohrförmigen Elements in einem Boden (S) unter Wasserlast, der hinter einer Stützwand (E) gelegen ist, nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Anlage umfasst:

ein rohrförmiges Element,
eine Bohrvorrichtung (30), die ein Bohrrohr (32) mit einem distalen Ende (34), welches ein von dem Bohrrohr lösbares Schneidwerkzeug (36) trägt, umfasst,
eine Dichtungsvorrichtung (10), die dazu ausgelegt ist, mit der Stützwand (E) fest verbunden zu werden und auf dichte Weise von dem rohrförmigen Element oder dem Bohrrohr durchgriffen zu werden,
Mittel (50), um das Bohrrohr (32) in Schwingung zu versetzen,
Mittel zum Herstellen einer Bohrung (P) in dem Boden mit Hilfe der Bohrvorrichtung, wobei die Bohrvorrichtung die Dichtungsvorrichtung durchgreift, und zum Führen des Bohrrohrs in eine vorbestimmte Tiefe,
Mittel zum Einführen des rohrförmigen Elements in das Bohrrohr, nachdem das Bohrrohr die vorbestimmte Tiefe erreicht hat,
Mittel zum Lösen des Schneidwerkzeugs von dem Bohrrohr,
Mittel zum Hinauffahren des Bohrrohrs unter gleichzeitigem Halten des rohrförmigen Elements in der Bohrung, und
Mittel zum Einspritzen einer Vergussmasse in die Bohrung, um das rohrförmige Element in der Bohrung zu vergießen.

9. Anlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schneidwerkzeug (36) eine Befestigungsmuffe (60) mit einem Durchmesser kleiner als der Durchmesser des Bohrrohrs umfasst, wobei die Muffe dazu ausgelegt ist, an einem distalen Ende (90a) des rohrförmigen Elements (90) befestigt zu werden.

10. Anlage nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schneidwerkzeug (36) einen Kanal (62) umfasst, der die Muffe (60) mit einem Ende des Schneidwerkzeugs, welches mit einer Schneide (66) und mit Einspritzöffnungen (35) versehen ist, verbindet, wobei der Kanal ermöglicht, die Einspritzöffnungen mit Fluid zu beaufschlagen, und dass das Schneidwerkzeug (36) ferner ein Rückschlagventil (68) umfasst, das dazu eingerichtet ist, den Kanal (62) zu verschließen, wenn kein Fluid von der Muffe (60) zu den Einspritzöffnungen (35) fließt.

11. Anlage nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie freigebbare Haltemittel (74, 76) umfasst, um das Schneidwerkzeug (36) und das Bohrrohr (32) während des Bohrens zusammenzuhalten.

12. Anlage nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ein Dichtungsorgan (80) umfasst, um zwischen dem Bohrrohr (32) und dem Schneidwerkzeug (36) eine Dichtigkeit sicherzustellen.

13. Anlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtungsorgan (80) dazu ausgelegt ist, ein Fluid lediglich in dem Fall passieren zu lassen, in dem das Fluid axial in Richtung des distalen Endes (34) des Bohrrohrs (32) strömt.

14. Anlage nach Anspruch 9 oder 10 in Kombination mit Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dichtungsorgan auch dazu ausgelegt ist, die Dichtigkeit zwischen dem Bohrrohr und dem rohrförmigen Element nach Befestigen des rohrförmigen Elements an der Muffe und Lösen des Schneidwerkzeugs herzustellen.

15. Bohrungsanlage nach einem der Ansprüche 8 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ferner einen Dämpfer (44) umfasst, der zwischen der Dichtungsvorrichtung (10) und dem Bohrrohr (32) angeordnet ist, um die Übertragung von Schwingungen von dem Bohrrohr (32) in Richtung der Dichtungsvorrichtung (10) zu verhindern.

Claims

1. A method for placing and sealing a tubular element in a ground (S) under a water head situated behind a retaining screen (E), comprising:

providing a sealing device (10), and a drilling device (30) comprising a drill pipe (32) that has a distal end (34) bearing a cutting tool (36) detachable from the drill pipe;
securing said sealing device (10) to the retaining screen;
inserting the drilling device (30) into the sealing device (10) secured to the retaining screen;

drilling a borehole in the ground using the drilling device (30) by vibrating the drill pipe, the drill pipe being brought to a determined depth (H);
 inserting a tubular element (90) in the drill pipe (32) after the drill pipe has reached the determined depth;
 5 detaching the cutting tool (36) from the drill pipe (32) and raising the drill pipe while keeping the tubular element (90) in the borehole; and
 injecting a sealing grout (C) into the borehole in order to seal the tubular element (90) in the ground (S).

2. The method according to claim 1, comprising, during the performance of the drilling, injecting a drilling fluid (G) into the drill pipe, the drilling fluid flowing via the cutting tool, and the debris from the drilling being discharged via the
 10 sealing device (10).

3. The method according to claim 1 or 2, comprising detaching the cutting tool (36) from the drill pipe (32) by pushing the cutting tool using the tubular element while maintaining the drill pipe (32).

4. The method according to any one of claims 1 to 3, comprising injecting the sealing grout (C) into the borehole while raising the drill pipe (32).

5. The method according to any one of claims 1 to 4, comprising vibrating the drill pipe (32) during the injection of the sealing grout.

6. The method according to any one of claims 1 to 5, comprising pressurizing the sealing grout (C), raising the drill pipe while injecting the sealing grout under pressure into the borehole, and all while vibrating the drill pipe.

7. A method for producing a ground anchor in which the method according to any one of claims 1 to 6 is implemented, then cables are sealed in the tubular element placed in the borehole.

8. An installation (100) for carrying out the method for placing and sealing a tubular element in a ground (S) under a water head situated behind a retaining screen (E) according to any one of claims 1 to 7, the installation including:

30 a tubular element;
 a drilling device (30) that comprises a drill pipe (32) having a distal end (34) bearing a cutting tool (36) detachable from the drill pipe;
 a sealing device (10) configured to be secured to the retaining screen (E) and to be traversed tightly by the tubular element or the drill pipe;
 35 means (50) for vibrating the drill pipe (32);
 means for producing a borehole (P) in the ground using the drilling device, the drilling device traversing the sealing device, and for bringing the drill pipe to a predetermined depth;
 means for inserting the tubular element into the drill pipe after the drill pipe has reached a predetermined depth;
 means for detaching the cutting tool from the drill pipe;
 40 means for raising the drill pipe while keeping the tubular element in the borehole; and
 means for injecting a sealing grout into the borehole in order to seal the tubular element in the borehole.

9. Installation according to claim 8, **characterized in that** the cutting tool (36) includes a fastening sleeve (60) having a diameter smaller than the diameter of the drill pipe, said sleeve being configured to be fastened to a distal end (90a) of the tubular element (90).

10. The installation according to claim 9, **characterized in that** the cutting tool (36) includes a channel (62) connecting the sleeve (60) to an end of the cutting tool provided with a bit (66) and injection orifices (35), said channel making it possible to supply the injection orifices with fluid, and **in that** the cutting tool (36) further includes a non-return valve (68) arranged to close off the channel (62) when no fluid is flowing from the sleeve (60) toward the injection orifices (35).

11. The installation according to any one of claims 8 to 10, **characterized in that** it comprises releasable maintaining means (74, 76) to keep the cutting tool (36) and the drill pipe (32) together during drilling.

12. The installation according to any one of claims 8 to 11, **characterized in that** it includes a sealing member (80) to provide sealing between the drill pipe (32) and the cutting tool (36).

13. The installation according to claim 12, **characterized in that** the sealing member (80) is configured to allow a fluid to pass only if said fluid flows axially toward the distal end (34) of the drill pipe (32).

5 14. The installation according to claim 9 or 10 combined with claim 12 or 13, **characterized in that** the sealing member is also configured to provide sealing between the drill pipe and the tubular element after the tubular element is fastened to the sleeve and the cutting tool is detached.

10 15. The drilling installation according to any one of claims 8 to 14, **characterized in that** it further includes a shock absorber (44) arranged between the sealing device (10) and the drill pipe (32) in order to prevent vibrations of the drill pipe (32) from being transmitted toward the sealing device (10).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

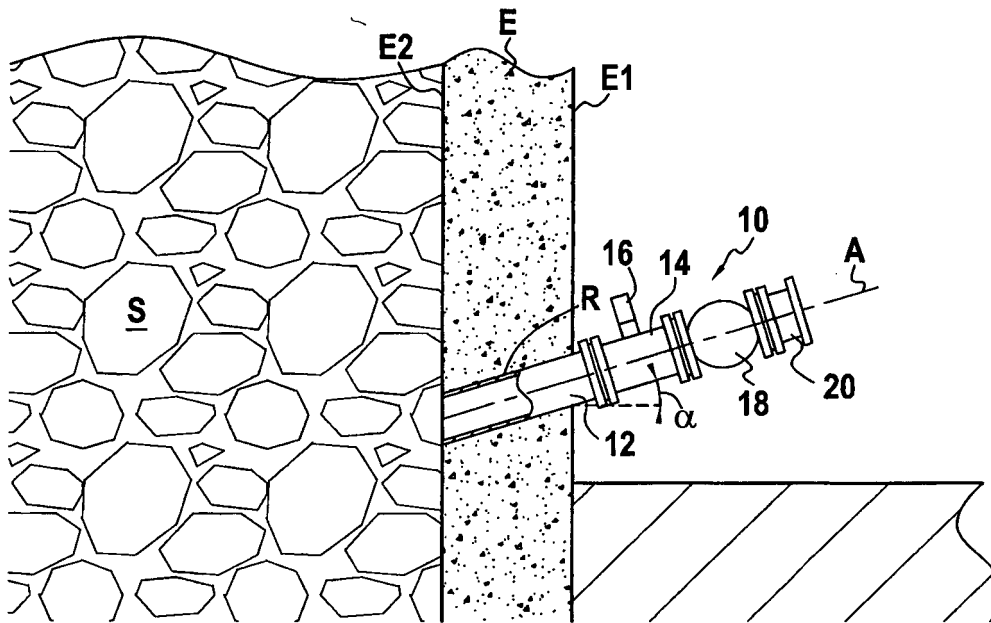


FIG.1

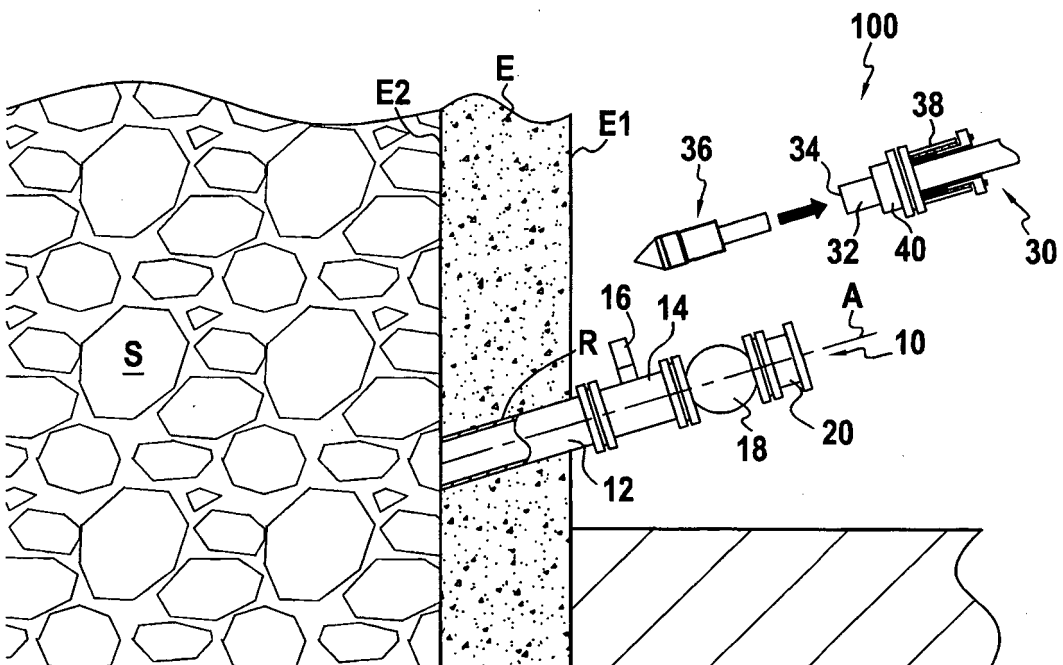


FIG.2

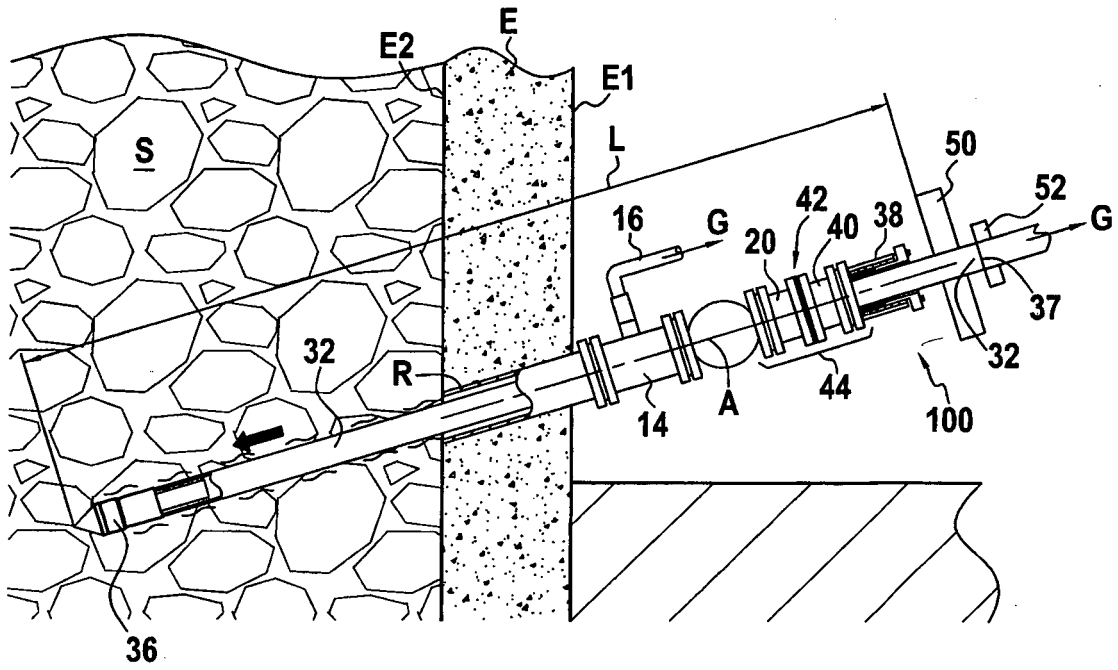


FIG.3

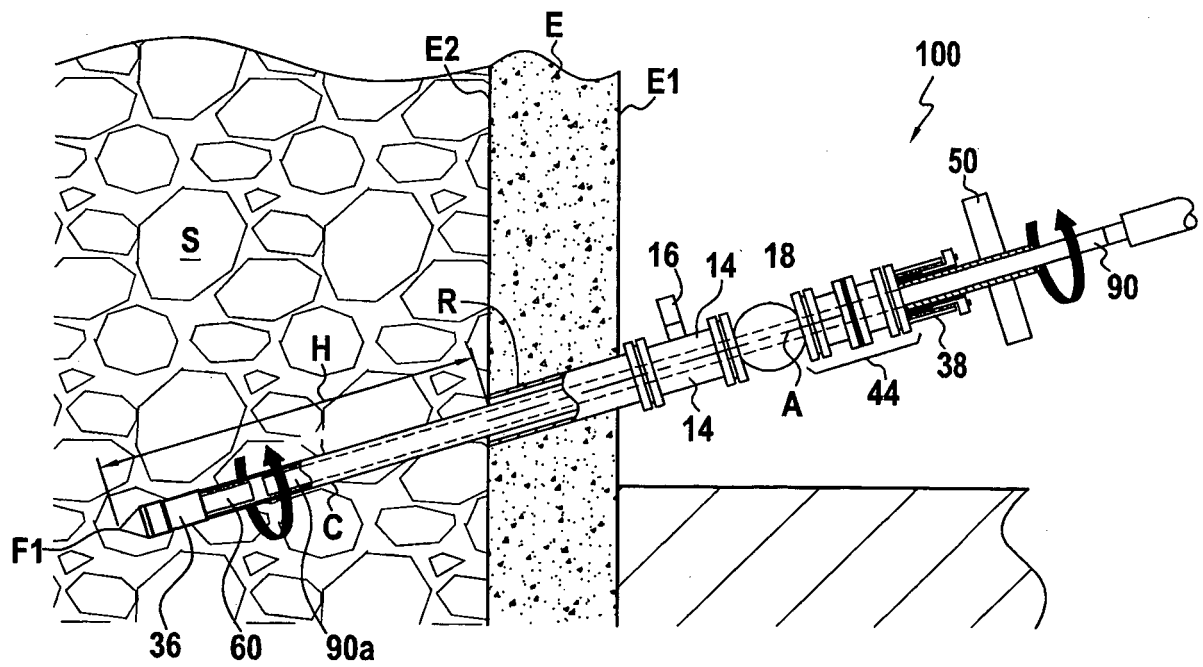


FIG.4

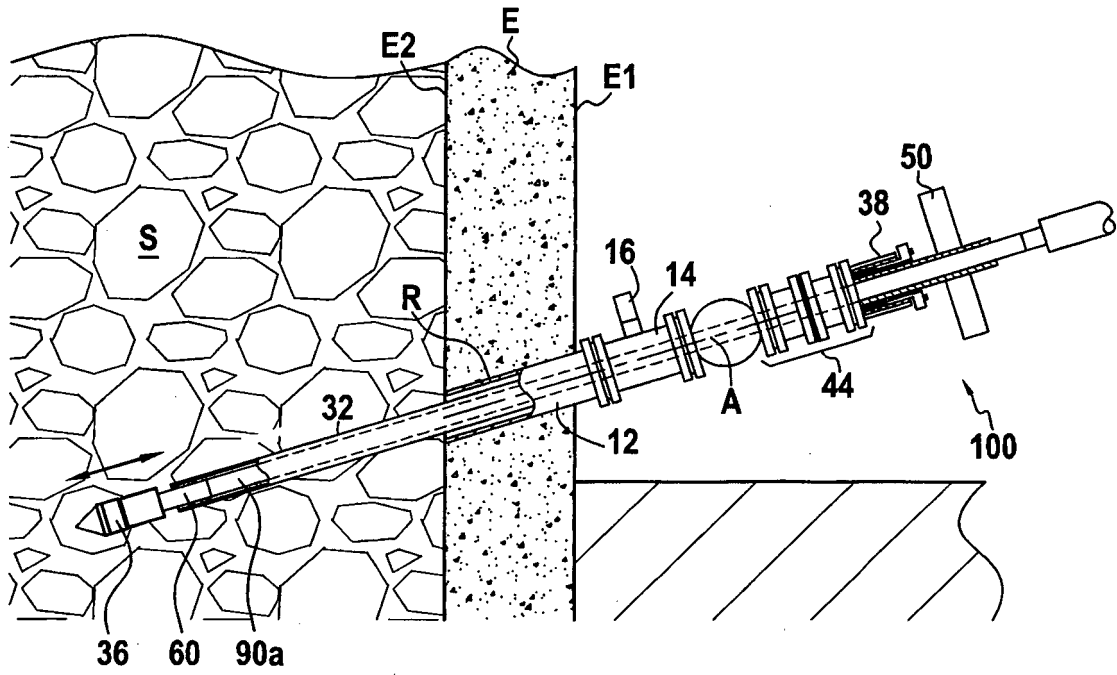


FIG. 5

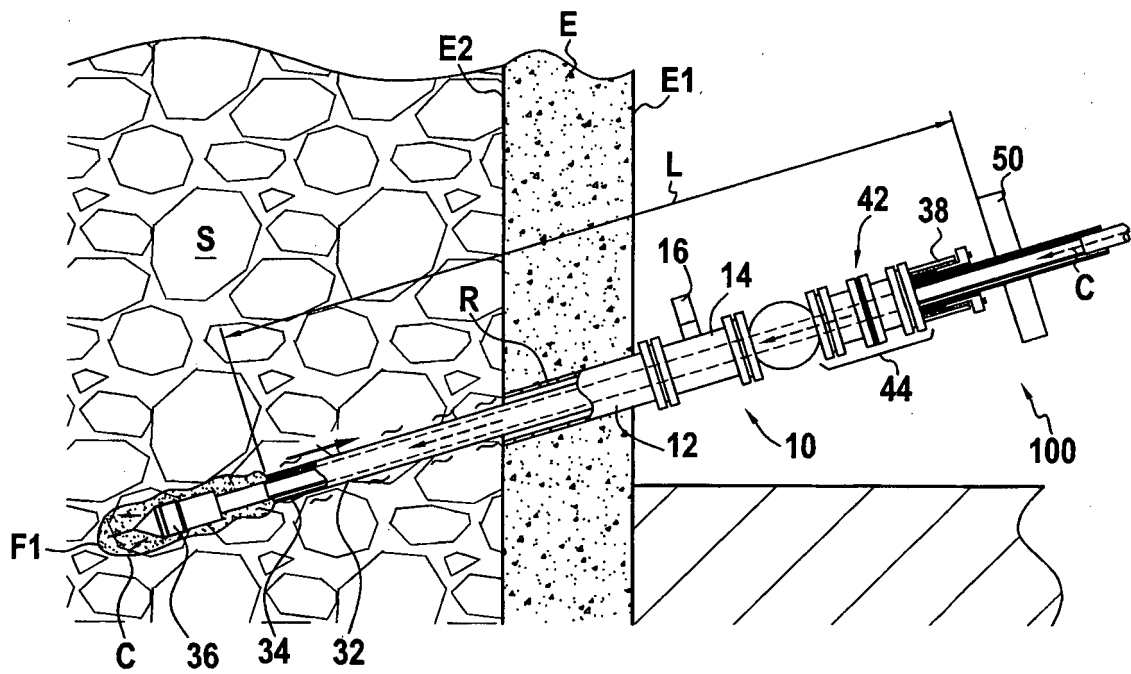


FIG. 6

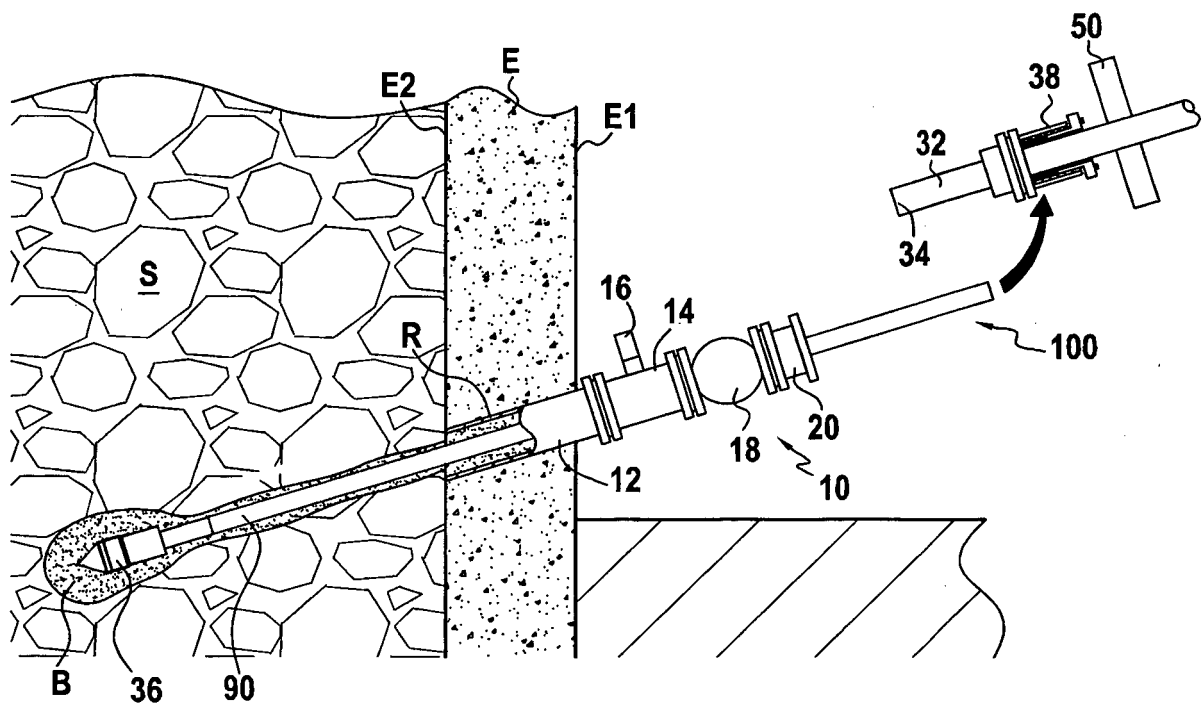


FIG.7

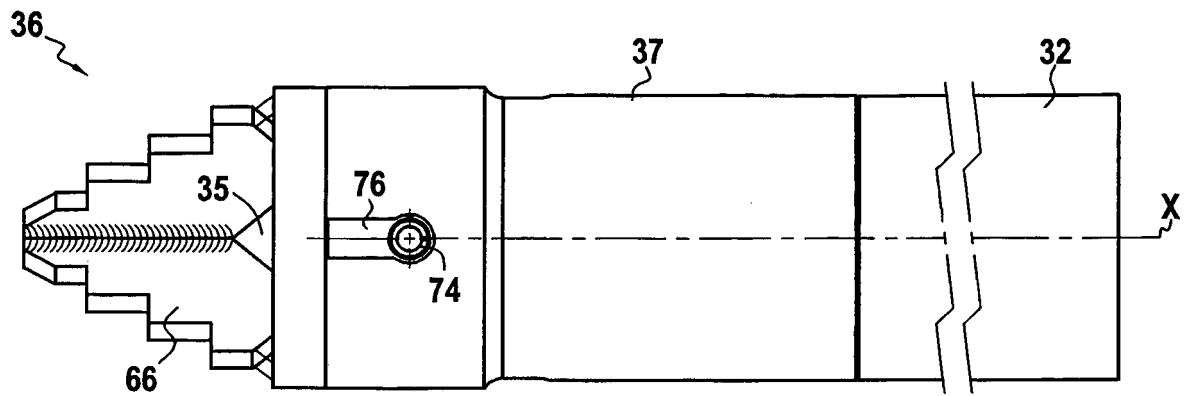


FIG. 8

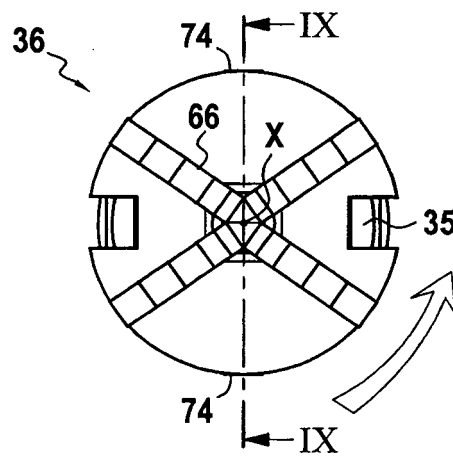


FIG. 9

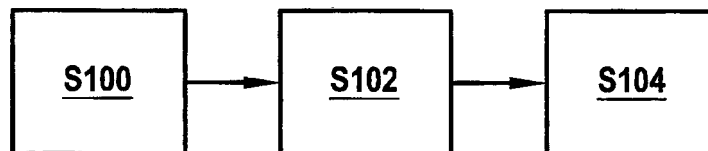


FIG. 12

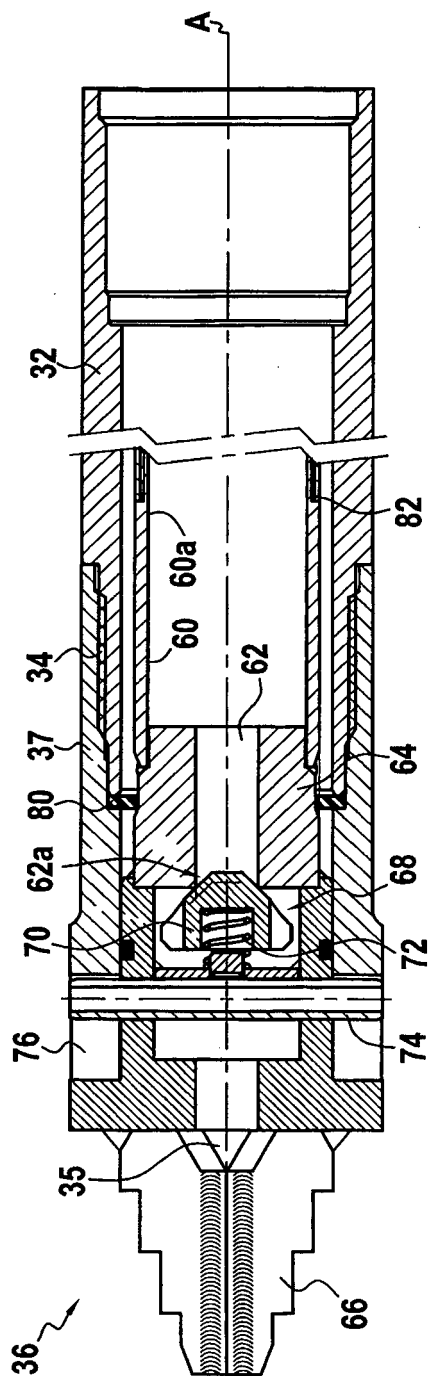


FIG. 10

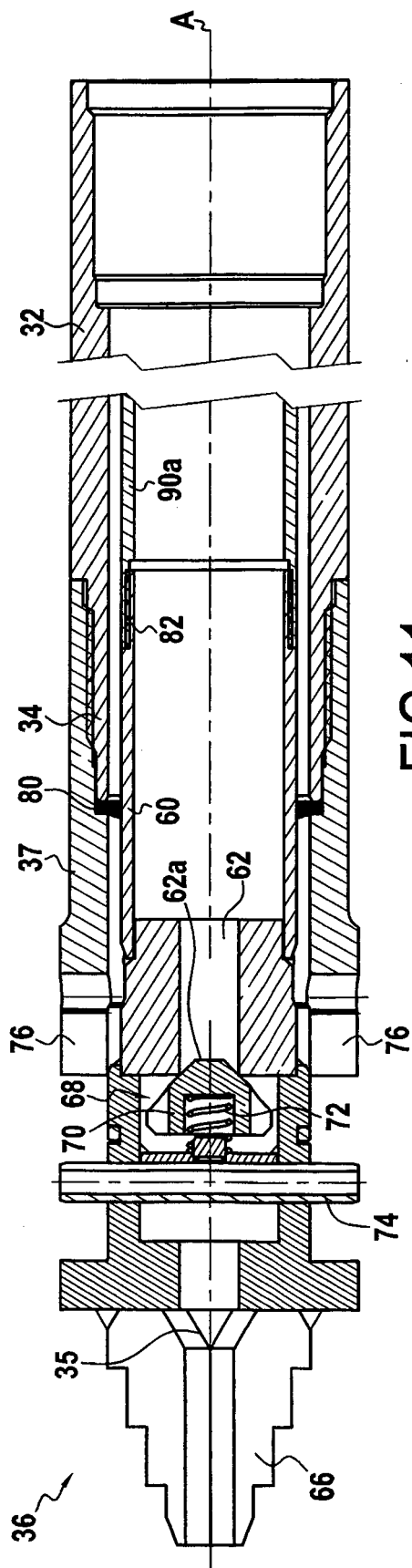


FIG. 11

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 1939394 A [0001]