

[19] Patents Registry  
The Hong Kong Special Administrative Region  
香港特別行政區  
專利註冊處

[11] 1237388 B  
EP 3167141 B1

[12] **STANDARD PATENT SPECIFICATION**  
**標準專利說明書**

[21] Application no. 申請編號 17111238.0  
[51] Int. Cl. E21B  
[22] Date of filing 提交日期 02.11.2017

---

[54] METHOD OF DRILLING A GROUND USING A ROBOTIC ARM  
利用機械臂進行地面鑽孔的方法

---

[30] Priority 優先權 09.07.2014 FR 1456602	[73] Proprietor 專利所有人 Soletanche Freyssinet 280 Avenue Napoleon Bonaparte 92500 Rueil Malmaison FRANCE
[43] Date of publication of application 申請發表日期 13.04.2018	[72] Inventor 發明人 Laredj BENCHIKH Daniel PERPEZAT Lotfi BEJI Sara CASCARINO
[45] Date of publication of grant of patent 批予專利的發表日期 27.09.2019	[74] Agent and / or address for service 代理人及/或送達地址 Lung Tin Patent Trademark Agent Limited Unit 11, 10/F Kowloon Plaza 485 Castle Peak Road Kowloon, Hong Kong
[86] International application no. 國際申請編號 PCT/FR2015/051884	
[87] International publication no. and date 國際申請發表編號及日期 WO2016/005701 14.01.2016	
EP Application no. & date 歐洲專利申請編號及日期 EP 15754263.0 08.07.2015	
EP Publication no. & date 歐洲專利申請發表編號及日期 EP 3167141 17.05.2017	
Date of grant in designated patent office 指定專利當局批予專利日期 12.09.2018	

---

(19)



(11)

**EP 3 167 141 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:  
**12.09.2018 Bulletin 2018/37**

(51) Int Cl.:  
**E21B 7/02 (2006.01) E21B 7/04 (2006.01)**  
**E21B 19/08 (2006.01) E21B 19/20 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **15754263.0**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2015/051884**

(22) Date de dépôt: **08.07.2015**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2016/005701 (14.01.2016 Gazette 2016/02)**

**(54) PROCEDURE DE FORAGE D'UN SOL A L'AIDE D'UN BRAS ROBOTISE**

VERFAHREN ZUM BOHREN EINES BODENS MIT EINEM ROBOTERARM

METHOD OF DRILLING A GROUND USING A ROBOTIC ARM

(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**

- **PERPEZAT, Daniel**  
F-92500 Rueil Malmaison (FR)
- **BEJI, Lotfi**  
F-91090 Lisse (FR)
- **CASCARINO, Sara**  
F-92500 Rueil Malmaison (FR)

(30) Priorité: **09.07.2014 FR 1456602**

(43) Date de publication de la demande:  
**17.05.2017 Bulletin 2017/20**

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

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

(72) Inventeurs:  
 • **BENCHIKH, Laredj**  
**F-77240 Vert Saint Denis (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A2- 2 351 903 WO-A1-02/16728**  
**WO-A1-02/103162 WO-A1-2014/011100**  
**US-A1- 2013 277 118**

**EP 3 167 141 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

**[0001]** La présente invention concerne le domaine des travaux géotechniques, et notamment les procédés de forage de sol, tel que divulgué par WO2014011100 et WO02103162, dans tous types de terrains, le forage pouvant être en particulier horizontal, vertical ou incliné

**[0002]** Traditionnellement, les machines de forage sont équipées de grandes glissières qui ont pour fonction de guider le déplacement des tubes de forage. Une telle glissière, dont un exemple est illustré en figure 12, forme à la fois un guide en translation et un support au tube de forage, étant souligné que l'organe de forage est le plus souvent constitué d'une pluralité de tubes de forage mis bout à bout. A cet effet, la glissière présente une longueur sensiblement supérieure à l'élément unitaire du tube de forage, c'est-à-dire généralement de l'ordre de cinq mètres.

**[0003]** L'utilisation d'une glissière présente plusieurs inconvénients.

**[0004]** Tout d'abord, comme la glissière forme un guide ayant une taille plus importante que chaque élément unitaire de tube de forage, elle présente un poids très important. En effet, la glissière doit supporter à la fois le poids de l'élément unitaire de tube de forage mais également son poids propre, ainsi que le poids de la tête de forage et les efforts liés au forage. Il s'ensuit que la glissière est très lourde et particulièrement encombrante.

**[0005]** En raison du poids et de l'encombrement important de la glissière, la machine de forage doit être équipée d'un mécanisme de déplacement et d'orientation de la glissière qui est complexe, lourd et encombrant.

**[0006]** Enfin, le porteur doit également être dimensionné pour pouvoir porter à la fois le mécanisme de déplacement et d'orientation, la glissière ainsi que le premier tube, ce qui impose d'utiliser un porteur puissant qui sera donc encombrant et onéreux.

### Objet et résumé de l'invention

**[0007]** Un but de la présente invention est de proposer un procédé de forage dans le sol dont la mise en oeuvre est plus aisée et moins encombrante.

**[0008]** A cet effet, l'invention concerne un procédé de forage d'un sol selon une direction de forage, dans lequel :

on fournit au moins un premier et un deuxième tubes de forage, chacun ayant une première extrémité et une seconde extrémité opposée à la première extrémité, la seconde extrémité du deuxième tube de forage étant solidarifiable avec la première extrémité du premier tube de forage ;  
on fournit un bras de manipulation articulé présentant au moins trois points d'articulation, le bras de manipulation étant motorisé et muni d'un organe de

préhension et étant dépourvu de glissière ;  
on saisit le premier tube de forage par sa première extrémité à l'aide de l'organe de préhension ;  
on aligne le premier tube de forage avec la direction de forage à l'aide du bras de manipulation ;  
on déplace l'organe de préhension, selon la direction de forage par actionnement du bras de manipulation, afin d'enfoncer le premier tube de forage dans le sol ;  
après avoir enfoncé le premier tube de forage dans le sol, l'organe de préhension libère le premier tube de forage ; puis  
on saisit le deuxième tube de forage par sa première extrémité à l'aide de l'organe de préhension ;  
on déplace l'organe de préhension afin d'amener la seconde extrémité du deuxième tube de forage au regard de la première extrémité du premier tube de forage ;  
on fixe la seconde extrémité du deuxième tube de forage avec la première extrémité du premier tube de forage ; et  
on déplace l'organe de préhension selon la direction de forage afin d'enfoncer dans le sol le deuxième tube de forage fixé au premier tube de forage.

**[0009]** Au sens de l'invention, par tube de forage, on entend également les tiges de forage qui peuvent avoir un diamètre inférieur aux tubes de forage.

**[0010]** On comprend donc que l'actionnement du bras de manipulation permet notamment de saisir les premier et deuxième tubes de forage, de les aligner avec la direction de forage, de les solidariser l'un à l'autre afin de former un ensemble tubulaire de forage de grande longueur et d'introduire dans le sol ledit ensemble.

**[0011]** Avantageusement, l'actionnement du bras de manipulation articulé, qui permet de déplacer l'organe de préhension, consiste en au moins une déformation du bras de manipulation. Autrement dit, on déplace l'organe de préhension, selon la direction de forage, par déformation du bras de manipulation.

**[0012]** On comprend par ailleurs que l'étape d'alignement consiste à aligner l'axe longitudinal du tube de forage avec la direction de forage.

**[0013]** La fixation du deuxième tube de forage au premier tube de forage est réalisée en agissant sur l'organe de préhension, par exemple par une translation de l'organe de préhension dans le cas d'un clamage, ou par une rotation dans le cas d'un vissage.

**[0014]** De préférence, le deuxième tube de forage est également aligné avec la direction de forage avant sa solidarisation au premier tube de forage.

**[0015]** De préférence, le bras de manipulation est un robot articulé, présentant un nombre de degré de liberté suffisants pour permettre de positionner et de déplacer l'organe de préhension, notamment selon une trajectoire rectiligne confondue avec la direction de forage. Ainsi, l'actionnement du bras de manipulation s'effectue par déformation et déplacement du bras.

**[0016]** Grâce à l'invention, l'introduction des tubes de

forage dans le sol ne nécessite pas la présence d'une glissière, dans la mesure où c'est le bras de manipulation qui assure l'alignement des tubes de forage avec la direction de forage.

**[0017]** La poussée selon la direction de forage est avantageusement obtenue par le déplacement de l'organe de préhension selon la direction de forage. Plus précisément, l'actionnement du bras de manipulation, par déformation, a pour effet de déplacer l'organe de préhension selon la direction de forage, et donc de pousser le premier tube de forage selon la direction de forage.

**[0018]** Pour enfoncer le premier tube de forage dans le sol, l'organe de préhension exerce une poussée sur le premier tube de forage selon la direction de forage.

**[0019]** Selon l'invention, le sol à forer peut être horizontal, vertical, ou bien encore, incliné. En particulier, le procédé selon l'invention pourra être mis en oeuvre dans le cas du forage d'une paroi sensiblement verticale.

**[0020]** Selon un mode de réalisation préférentiel, les premier et deuxième tubes de forage sont stockés dans au moins une zone de stockage disposée à proximité du bras de manipulation. On comprend que l'organe de préhension vient chercher successivement les premier et deuxième tubes de forage dans la zone de stockage. On comprend que grâce à l'invention, les tubes de forage peuvent être stockés de manière non nécessairement ordonnée, le bras de manipulation étant agencé pour venir prendre les tubes de forage par l'une de leurs extrémités, quelle que soit leur orientation, avant de les aligner.

**[0021]** Sans sortir du cadre de la présente invention, le procédé selon l'invention peut être répété afin d'introduire dans le sol un ensemble tubulaire de forage composé d'un nombre de tubes de forage supérieur à deux.

**[0022]** Préférentiellement, après l'opération de forage, l'organe de préhension est également utilisé pour extraire l'ensemble tubulaire de forage en désaccouplant les tubes de forage les uns des autres afin de les retirer successivement du sol, et enfin pour les déposer dans la zone de stockage.

**[0023]** Aussi, le procédé de forage selon l'invention est plus rapide et plus aisé à mettre en oeuvre que les procédés de l'art antérieur dans lesquels des outillages complémentaires et spécifiques sont généralement nécessaires pour aller chercher et placer les tubes de forage dans la glissière.

**[0024]** Avantageusement, on enfonce le premier tube de forage dans le sol en le mettant en rotation tout en le poussant selon la direction de forage.

**[0025]** Avantageusement, on enfonce le premier tube de forage dans le sol en le faisant vibrer tout en le poussant selon la direction de forage.

**[0026]** De préférence, mais pas nécessairement, la mise en vibration est combinée à une mise en rotation du premier tube de forage.

**[0027]** Selon un mode de mise en oeuvre avantageux, on fournit en outre un organe de retenue ayant un axe qui est sensiblement parallèle à la direction de forage,

on place l'organe de retenue en regard du sol à forer, et on enfonce le premier tube de forage dans le sol après avoir introduit la seconde extrémité du premier tube de forage au travers de l'organe de retenue.

**[0028]** L'organe de retenue a pour fonction de bloquer axialement le déplacement du premier tube de forage, par exemple pour maintenir le premier tube de forage dans le sol pendant sa fixation au deuxième tube de forage.

**[0029]** De manière préférentiel, l'organe de retenue est préalablement fixé au sol. Selon un exemple de mise en oeuvre, l'organe de retenue est fixé à la paroi à forer.

**[0030]** Préférentiellement, mais non nécessairement, l'organe de retenue comporte des moyens de guidage pour faciliter le guidage du premier tube de forage.

**[0031]** En variante, l'organe de retenue est disposé en regard de la paroi à forer, sans y être fixé.

**[0032]** Avantageusement, pendant l'enfoncement du premier tube de forage dans le sol, on maintient le premier tube de forage dans l'alignement de la direction de forage en ajustant le cas échéant la position et/ou l'orientation de l'organe de préhension.

**[0033]** On comprend que le contrôle de l'alignement du premier tube de forage permet de corriger la trajectoire du forage. L'ajustement de la position et/ou de l'orientation de l'organe de préhension est réalisé périodiquement, de préférence en temps réel, en conséquence de quoi la trajectoire de forage est corrigée périodiquement pendant le forage.

**[0034]** L'invention porte également sur une installation de forage d'un sol, selon une direction de forage, mettant en oeuvre le procédé de forage selon l'invention, qui comporte :

au moins un premier et un deuxième tubes de forage, chacun ayant une première extrémité et une seconde extrémité opposée à la première extrémité, la seconde extrémité du deuxième tube de forage étant solidariable avec la première extrémité du premier tube de forage ;

un bras de manipulation articulé présentant au moins trois points d'articulation, et le bras de manipulation étant dépourvu de glissière et comportant :

un organe de préhension configuré pour saisir l'un ou l'autre des premier et deuxième tubes de forage par leurs premières extrémités ;

des moyens d'alignement pour aligner le premier tube de forage avec la direction de forage ;

des moyens pour enfoncer le premier tube de forage dans le sol selon la direction de forage ;

des moyens pour fixer la seconde extrémité du premier tube de forage à la première extrémité du premier tube de forage ;

des moyens pour actionner le bras de manipulation de sorte à déplacer l'organe de préhension selon la direction de forage afin d'enfoncer dans le sol le deuxième tube de forage fixé au

premier tube de forage.

**[0035]** Comme mentionné précédemment, le bras de manipulation est déformable et présente plusieurs degrés de liberté permettant d'orienter et déplacer l'organe de préhension, notamment selon une direction rectiligne. L'actionnement du bras de manipulation s'effectue donc par déformation et/ou déplacement dudit bras, ce déplacement pouvant être une rotation.

**[0036]** Les moyens pour enfoncer l'un ou l'autre des premier et deuxième tubes de forage dans le sol sont agencés pour déplacer selon la direction de forage l'organe de préhension qui tient le tube de forage par sa première extrémité. Pour ce faire, l'organe de préhension exerce une poussée sur le tube de forage, orientée selon la direction de forage. De préférence, le bras de manipulation comporte un bras qui exerce une poussée sur l'organe de préhension, cette poussée étant dirigée selon la direction de forage.

**[0037]** Selon un aspect avantageux de l'invention, le bras de manipulation est dépourvu de glissière longiforme de guidage des tubes de forage. Autrement dit, le bras de manipulation ne comporte pas de glissière telle que celle de la figure 12 dont la longueur est sensiblement égale ou supérieure à celle du tube de forage.

**[0038]** De préférence, la poussée exercée par l'organe de préhension sur le premier tube de forage est déterminée, et préférentiellement corrigée, pendant la durée du forage.

**[0039]** Encore de préférence, la vitesse de pénétration du premier tube de forage est déterminée, et préférentiellement corrigée, pendant la durée du forage.

**[0040]** Pour ce faire, le bras de manipulation comporte des capteurs de déplacement et des capteurs d'efforts permettant de déterminer la vitesse de pénétration des tubes de forage, ainsi que les efforts appliqués sur lesdits tubes de forage. Ces valeurs peuvent être comparées périodiquement, de préférence en temps réel, à des valeurs cibles. L'opérateur peut alors modifier la force de poussée ou la vitesse de déplacement de l'organe de préhension afin de corriger ces valeurs. Selon une variante avantageuse, les corrections sont effectuées de manière automatique.

**[0041]** Les moyens d'alignement ont pour fonction d'aligner l'axe longitudinal des tubes de forage avec la direction de forage.

**[0042]** Avantageusement, l'installation comporte en outre des moyens de mesure pour déterminer la position et l'orientation spatiale de l'organe de préhension, et les moyens d'alignement utilisent les données de mesures fournies par les moyens de mesure.

**[0043]** Les moyens d'alignement permettent également de corriger la trajectoire du tube de forage pendant la durée de forage, afin de s'assurer que la trajectoire du forage reste rectiligne pendant le forage.

**[0044]** Les moyens de mesure permettent de déterminer périodiquement, de préférence en temps réel, la position et l'orientation de l'organe de préhension, et par

voie de conséquence la position et l'orientation du tube de forage maintenu par l'organe de préhension.

**[0045]** Aussi, de préférence, le bras de manipulation est asservi en trajectoire, en vitesse et en efforts.

**[0046]** Alternativement, les moyens d'alignement comportent avantageusement un capteur apte à suivre un rayon laser définissant la direction de forage.

**[0047]** Avantageusement, l'installation selon l'invention comporte en outre un organe de retenue ayant un axe qui est sensiblement parallèle à la direction de forage, l'organe de retenue étant agencé pour être traversé par l'un ou l'autre des premier et deuxième tubes de forage.

**[0048]** De préférence, l'organe de retenue comporte en outre un dispositif de blocage commandable pour bloquer la translation du premier tube de forage par rapport au sol selon la direction de forage.

**[0049]** Par exemple, le dispositif de blocage sera actionné de manière à bloquer le premier tube de forage dans le sol pendant que l'organe de préhension solidarise, par exemple par clampage ou vissage, le deuxième tube de forage au premier tube de forage.

**[0050]** Le dispositif de blocage pourra également être actionné pendant la phase de retrait des tubes de forage, afin de maintenir en place le premier tube de forage pendant que l'organe de préhension désolidarise le deuxième tube de forage du deuxième tube de forage.

**[0051]** Selon un mode de réalisation avantageux, l'organe de retenue comporte en outre une tête rotative permettant la mise en rotation d'au moins le premier tube de forage lorsque ledit premier tube de forage coopère avec l'organe de retenue.

**[0052]** Dans ce mode de réalisation, l'organe de préhension exerce seulement une poussée sur le tube de forage, orientée selon la direction de forage, pendant que la tête rotative de l'organe de retenue le met en rotation.

**[0053]** Avantageusement, le bras de manipulation comporte en outre une tête d'actionnement permettant la mise en rotation et/ou en vibration d'au moins le premier tube de forage.

**[0054]** Selon un mode réalisation, l'organe de préhension comporte ladite tête d'actionnement.

**[0055]** Selon un autre mode de réalisation, l'installation comporte en outre au moins une tige de forage, et l'organe de préhension est en outre configuré pour saisir la tige de forage et l'insérer dans le premier tube de forage introduit dans le sol.

**[0056]** Selon une variante, on insère tout d'abord le premier tube de forage dans le sol avant d'introduire la tige de forage dans le premier tube de forage. Selon une autre variante, on insère la tige de forage dans le premier tube de forage avant d'introduire l'ensemble dans le sol.

**[0057]** Enfin, selon un mode de réalisation préféré, le bras de manipulation est un robot articulé présentant au moins trois points d'articulation.

### Brève description des dessins

**[0058]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure **1** illustre l'installation selon l'invention avant le début des opérations de forage ;
- la figure **2** illustre l'étape de saisie du premier tube de forage par l'organe de préhension ;
- la figure **3** illustre l'étape d'alignement du premier tube de forage avec la direction de forage ;
- la figure **4** illustre l'étape d'enfoncement du premier tube de forage dans le sol ;
- la figure **5** illustre l'étape de déplacement du deuxième tube de forage après qu'il a été saisi par l'organe de préhension ;
- la figure **6** illustre l'étape de fixation du deuxième tube de forage au premier tube de forage ;
- la figure **7** illustre l'étape d'enfoncement du deuxième tube de forage, fixé au premier tube de forage, dans le sol ;
- la figure **8** illustre une variante de réalisation dans laquelle l'installation comporte un organe de retenue muni d'une tête d'actionnement rotative ;
- la figure **9** illustre une autre variante dans laquelle l'organe de retenue est posé devant la paroi à forer ;
- la figure **10** illustre un mode de réalisation de l'organe de retenue utilisé lorsque la direction de forage est horizontale ;
- la figure **11** illustre un mode de réalisation de l'organe de retenue utilisé lorsque la direction de forage est verticale ; et
- la figure **12** illustre un exemple d'une installation de forage selon l'art antérieur.

### Description détaillée de l'invention

**[0059]** Sur la figure **1**, on a illustré un exemple de réalisation d'une installation **10** de forage d'un sol **S** conforme à la présente invention. Comme il sera décrit plus en détail ci-dessous, cette installation permet notamment de réaliser des forages dans une paroi **P** verticale selon une direction de forage **D** horizontale.

**[0060]** Sans sortir du cadre de la présente invention, la paroi **P** pourra présenter une autre configuration, tandis que la direction de forage **D** pourra être inclinée par rapport à l'horizontale, ou bien être verticale.

**[0061]** L'installation **10** comporte un bras de manipulation **12** articulé et motorisé qui, dans cet exemple, est un robot présentant plusieurs axes d'articulation référencés **X1**, **X2**, **X3**, **X4**, **X5**. Le bras de manipulation présente trois points d'articulation.

**[0062]** Plus précisément, le bras de manipulation comporte une première portion **14** qui peut pivoter autour d'un axe de rotation vertical **X1**, une deuxième portion **16** qui peut pivoter par rapport à la première portion **14**

autour d'un axe de rotation **X2**, une troisième portion **18** qui peut pivoter par rapport à la deuxième portion **16** autour d'un axe de rotation **X3**, une quatrième portion **20** articulée par rapport à la troisième portion **18**.

**[0063]** Contrairement à l'art antérieur, le bras de manipulation est dépourvu de glissière.

**[0064]** Le bras de manipulation **12** comporte en outre un organe de préhension **30** qui est articulé par rapport à la quatrième portion **20**. Comme on le constate, l'organe de préhension est disposé à l'extrémité du bras de manipulation. Le bras de manipulation **12** comporte des moyens d'actionnement, non représentés ici, qui permettent de mettre en mouvement les différentes portions les unes par rapport aux autres de manière à déformer le bras de manipulation et ainsi orienter et déplacer dans l'espace l'organe de préhension **30**. Ce type de bras de manipulation est notamment fabriqué par les sociétés KUKA ou FANUC. En revanche, l'utilisation d'un tel bras de manipulation dans le cadre d'un forage d'un sol selon la présente invention n'est pas décrite dans l'art antérieur.

**[0065]** Dans cet exemple, les articulations et les différentes portions sont présentées de manière schématique. Il est entendu que le bras de manipulation est configuré pour permettre notamment un déplacement rectiligne de l'organe de préhension mobile, et notamment selon la direction de forage **D**.

**[0066]** Dans cet exemple, l'installation **10** comporte par ailleurs plusieurs tubes de forage, à savoir dans cet exemple, un premier tube de forage **40** ayant une longueur **L**, un deuxième tube de forage **42** et un troisième tube de forage **44**. Chacun des premier, deuxième et troisième tubes de forage comporte une première extrémité **40a**, **42a**, **44a** et une seconde extrémité **40b**, **42b**, **44b** opposée à la première extrémité. Chacun de ces tubes de forage présente un axe longitudinal. Ces tubes sont prévus pour être solidarisés les uns aux autres, bout à bout, afin de former un ensemble tubulaire de forage de grande longueur. Bien entendu, sans sortir du cadre de la présente invention, ces tubes pourraient se présenter sous la forme de tiges de forage.

**[0067]** Par ailleurs, le bras de manipulation est dépourvu de glissière longiforme de guidage des tubes de forage que l'on voit sur la figure 12 illustrant une installation de l'art antérieur.

**[0068]** Comme on le constate sur la figure **1**, la deuxième extrémité **40b** du premier tube de forage **40** porte un outil de forage **41**, dans cet exemple, un taillant.

**[0069]** En outre, la seconde extrémité **42b** du deuxième tube de forage **42** est solidarizable avec la première extrémité **40a** du premier tube de forage **40**. Dans cet exemple, la solidarisation du premier tube de forage avec le deuxième tube de forage est réalisée par vissage.

**[0070]** L'organe de préhension **30** est configuré pour saisir l'un ou l'autre des premier, deuxième et troisième tubes de forage par leurs premières extrémités.

**[0071]** Dans l'exemple de la figure **2**, l'organe de préhension **30** vient saisir le premier tube de forage **40** par

sa première extrémité **40a**. Pour ce faire, l'organe de préhension **30** comporte des moyens formant pince **31** qui viennent serrer la première extrémité **40a** du premier tube **40**. Le premier tube de forage **40** forme alors un prolongement de l'organe de préhension **30**.

[0072] On précise que l'organe de préhension **30** comporte en outre une tête d'actionnement **32** qui, dans cet exemple, permet la mise en rotation et en vibration du premier tube de forage **40**.

[0073] Dans cet exemple, l'installation **10** comporte en outre un organe de retenue **50** ayant un axe **A** qui est sensiblement parallèle à la direction de forage **D**.

[0074] Dans l'exemple de la figure **1**, l'organe de retenue **50** est fixé solidairement à la paroi **P** par l'intermédiaire de moyens de fixation **52, 54**.

[0075] L'organe de retenue **50** présente la forme d'un manchon de manière à pouvoir être traversé par l'un ou l'autre des premier, deuxième et troisième tubes de forage. Toujours dans l'exemple de la figure **1**, l'organe de retenue **50** comporte en outre un dispositif de blocage commandable **56**, qui sera décrit plus en détail ci-dessous, pour bloquer la translation du premier tube de forage par rapport au sol selon la direction de forage **D**.

[0076] Le bras de manipulation **12** comporte par ailleurs des moyens **60** pour enfoncer le premier tube de forage **40** dans le sol **S** selon la direction de forage **D**. Dans cet exemple, les moyens pour enfoncer le premier tube de forage comportent les différentes portions **14, 16, 18, 20** constitutives du bras de manipulation et les moyens d'actionnement permettant de bouger les différentes portions les unes par rapport aux autres, de manière à exercer une poussée rectiligne sur l'organe de préhension, cette poussée étant dirigée selon la direction de forage **D**.

[0077] Cette étape d'enfoncement du premier tube de forage **40** dans le sol **S** est illustrée en figures **3** et **4**.

[0078] Le bras de manipulation comporte par ailleurs des moyens d'alignement **70** pour aligner le premier tube de forage **40** avec la direction de forage **D**, les moyens d'alignement comportant dans cet exemple les différentes portions constitutives du bras de manipulation et les moyens d'actionnement, ces derniers permettant d'aligner l'axe longitudinal du premier tube de forage avec la direction de forage **D**.

[0079] On précise que l'installation comporte en outre des moyens de mesure **69**, illustrés en figure **4**, pour déterminer la position et l'orientation spatiale de l'organe de préhension **30**, ces moyens de mesure comprenant dans cet exemple un ou plusieurs gyroscopes, ou tout autre capteur de position et d'orientation spatiale.

[0080] Les moyens d'alignement utilisent les données de mesures fournies par les moyens de mesure **69** afin d'aligner l'axe longitudinal du premier tube de forage **40** avec la direction de forage **D**.

[0081] Comme illustré en figure **3**, après avoir saisi le premier tube de forage **40**, l'organe de préhension **30** est déplacé de manière à ce que l'outil de forage **41** soit engagé dans l'organe de retenue **50**. Le bras de mani-

pulation est ensuite actionné de manière à exercer une poussée rectiligne sur l'organe de préhension **30** dirigé selon la direction de forage **D** de manière à enfoncer le premier tube de forage dans le sol **S**.

5 [0082] Concomitamment à la poussée exercée sur le premier tube de forage **40** par l'organe de préhension **30**, la tête d'actionnement **32** est actionnée de manière à mettre en rotation le premier tube de forage **40**.

10 [0083] Dans cet exemple, la tête d'actionnement comporte également un générateur de vibrations pour faire vibrer le premier tube de forage **40**.

[0084] Dit autrement, on enfonce le premier tube de forage dans le sol en le mettant en rotation tout en le faisant vibrer et en le poussant selon la direction de forage **D**, comme représenté sur la figure **4**.

15 [0085] Après avoir enfoncé le premier tube de forage **40** dans le sol **S**, le dispositif de blocage **56** est actionné afin d'empêcher tout déplacement axial du premier tube de forage **40**. L'organe de préhension **30** libère la première extrémité **40a** du premier tube de forage **40**, et va chercher le deuxième tube de forage **42** en le saisissant par sa première extrémité **42a**.

20 [0086] Le bras de manipulation est ensuite actionné de manière à aligner l'axe longitudinal du deuxième tube de forage **42** avec la direction de forage **D**.

25 [0087] L'organe de préhension **30** est alors déplacé de manière à amener la seconde extrémité **42b** du deuxième tube de forage **42** en regard de la première extrémité **40a** du premier tube de forage **40**. On réalise alors la solidarisation du deuxième tube de forage **42** avec le premier tube de forage **40**, par vissage, en faisant tourner à l'aide de la tête d'actionnement **32** le deuxième tube de forage **42** afin de visser la deuxième extrémité du deuxième tube de forage à la pièce d'extrémité du premier tube de forage **40** bloqué dans le sol grâce au dispositif de blocage **56**.

30 [0088] On comprend donc que le bras de manipulation **12** comporte également des moyens pour fixer la seconde extrémité **42b** du deuxième tube **42** à la première extrémité **40a** du premier tube de forage **40**, dans cet exemple, lesdits moyens comprenant notamment la tête d'actionnement de l'organe de préhension **30**.

35 [0089] Après que le deuxième tube de forage **42** a été solidarisé au premier tube de forage **40**, et plus précisément après la fixation de la seconde extrémité du deuxième tube de forage avec la première extrémité du premier tube de forage, le dispositif de blocage **56** est relâché afin de permettre la libre translation du premier tube de forage **40** selon la direction de forage **D**. On déplace alors l'organe de préhension **30** selon la direction de forage **D** afin d'enfoncer dans le sol le deuxième tube de forage fixé au premier tube de forage. Ce mouvement de déplacement est donc une translation réalisée selon la direction du forage **D**.

40 [0090] De même, le deuxième tube de forage **42** sera mis en rotation lors du déplacement de l'organe de préhension **30**, de façon à entraîner en rotation l'outil de forage **41**. On fait également vibrer le deuxième tube de

forage. Cette étape est illustrée en figure 7.

**[0091]** Ainsi, dans l'exemple de mise en oeuvre du procédé de forage selon l'invention, illustré aux figures 1 à 7, on fournit un premier et un deuxième tubes de forage 40, 42, chacun ayant une première extrémité 40a, 42a et une seconde extrémité 40b, 42b opposée à la première extrémité, la seconde extrémité du deuxième tube de forage étant solidarizable avec la première extrémité du premier tube de forage ;

on fournit un bras de manipulation 12 muni d'un organe de préhension mobile 30 ;

on saisit le premier tube de forage 40 par sa première extrémité 40a à l'aide de l'organe de préhension 30 ;

on aligne le premier tube de forage avec la direction de forage D à l'aide du bras de manipulation 12, et plus spécifiquement grâce à un ajustement de la position de l'organe de préhension 30 ;

on déplace l'organe de préhension 30 selon la direction de forage afin d'enfoncer le premier tube de forage 40 dans le sol tout en mettant en rotation le premier tube de forage ;

après avoir enfoncé le premier tube de forage 40 dans le sol, l'organe de préhension 30 libère le premier tube de forage ; puis

on saisit le deuxième tube de forage 42 par sa première extrémité 42a à l'aide de l'organe de préhension 30 ;

on déplace l'organe de préhension 30 afin d'amener la seconde extrémité du deuxième tube de forage au regard de la première extrémité du premier tube de forage ;

on fixe par vissage la seconde extrémité 42b du deuxième tube de forage 42 avec la première extrémité 40a du premier tube de forage 40 en faisant tourner la tête d'actionnement 32 ; et

on déplace l'organe de préhension 30 selon la direction de forage D afin d'enfoncer dans le sol le deuxième tube de forage fixé au premier tube de forage.

**[0092]** Par ailleurs, pendant l'enfoncement du premier tube de forage 40 dans le sol et également pendant l'enfoncement du deuxième tube de forage dans le sol, on maintient les premier et deuxième tubes de forage dans l'alignement de la direction de forage en comparant périodiquement la trajectoire réelle du forage et la direction de forage désirée D et en ajustant, le cas échéant, la position et l'orientation spatiale de l'organe de préhension 30, afin de corriger la trajectoire.

**[0093]** Sur la figure 8, on a illustré un mode de réalisation dans lequel l'organe de retenue 50 comporte en outre une tête rotative 55 qui permet la mise en rotation du premier tube de forage 40 lorsque le premier tube de forage 40 coopère avec l'organe de retenue 50. Autrement dit, dans le mode de réalisation de la figure 13, la tête rotative est située dans l'organe de retenue 50 et non pas dans l'organe de préhension 30.

**[0094]** On comprend donc que la tête rotative 55 est agencée pour mettre en rotation le premier tube de forage 40 pendant que l'organe de préhension 30 se déplace de manière à enfoncer le premier tube de guidage 40 dans le sol.

**[0095]** Dans la variante de la figure 9, l'organe de retenue 50 est disposé en regard de la paroi P à forer, sans y être fixé. L'organe de retenue 50 est posé sur le sol par le biais d'un pied 57.

5 **[0096]** Sur la figure 10, on a illustré l'organe de retenue 50 lorsque le forage est horizontal. Dans cet exemple, l'organe de retenue 50 comporte des mors hydrauliques 56 montés sur une plaque 57.

10 **[0097]** Sur la figure 11, on a illustré une variante de l'organe de retenue 50 utilisé lorsque le forage est vertical. Dans cet exemple, l'organe de retenue 50 comporte un système de guillotine rabattable 59 avec retenue par frottement du premier tube de guidage 40.

## Revendications

1. Procédé de forage d'un sol selon une direction de forage, dans lequel :

on fournit au moins un premier et un deuxième tubes de forage (40,42), chacun ayant une première extrémité (40a,42a) et une seconde extrémité (40b,42b) opposée à la première extrémité, la seconde extrémité du deuxième tube de forage étant solidarizable avec la première extrémité du premier tube de forage ;

on fournit un bras de manipulation (12) qui est un bras articulé et motorisé présentant au moins trois points d'articulation, dépourvu de glissière et muni d'un organe de préhension (30) ;

on saisit le premier tube de forage (40) par sa première extrémité (40a) à l'aide de l'organe de préhension (30) ;

on aligne le premier tube de forage avec la direction de forage (D) à l'aide du bras de manipulation (12) ;

on déplace l'organe de préhension (30) selon la direction de forage par actionnement du bras de manipulation afin d'enfoncer le premier tube de forage dans le sol ;

après avoir enfoncé le premier tube de forage dans le sol, l'organe de préhension (30) libère le premier tube de forage ; puis

on saisit le deuxième tube de forage (42) par sa première extrémité (42a) à l'aide de l'organe de préhension (30) ;

on déplace l'organe de préhension (30) afin d'amener la seconde extrémité du deuxième tube de forage au regard de la première extrémité du premier tube de forage ;

on fixe la seconde extrémité (42b) du deuxième tube de forage (42) avec la première extrémité (40a) du premier tube de forage (40) ; et

on déplace l'organe de préhension (30) selon la direction de forage afin d'enfoncer dans le sol le deuxième tube de forage fixé au premier tube de forage.

2. Procédé de forage selon la revendication 1, dans lequel, on enfonce le premier tube de forage (40) dans le sol en le mettant en rotation tout en le poussant selon la direction de forage.
3. Procédé de forage selon la revendication 1 ou 2, dans lequel, on enfonce le premier tube de forage (40) dans le sol en le faisant vibrer tout en le poussant selon la direction de forage.
4. Procédé de forage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel on fournit en outre un organe de retenue(50) ayant un axe de guidage (A) sensiblement parallèle à la direction de forage, on place l'organe de retenue en regard du sol à forer, et dans lequel on enfonce le premier tube de forage dans le sol après avoir introduit la seconde extrémité du premier tube de forage au travers de l'organe de retenue.
5. Procédé de forage selon la revendication 4, dans lequel l'organe de retenue (50) est préalablement fixé au sol.
6. Procédé de forage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel, pendant l'enfoncement du premier tube de forage (40) dans le sol, on maintient le premier tube de forage (40) dans l'alignement de la direction de forage en ajustant le cas échéant la position et/ou l'orientation de l'organe de préhension (30).
7. Installation (10) de forage d'un sol (S) selon une direction de forage (D), mettant en oeuvre le procédé de forage selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte :
- au moins un premier et un deuxième tubes de forage (40,42), chacun ayant une première extrémité (40a,42a) et une seconde extrémité (40b,42b,44b) opposée à la première extrémité, la seconde extrémité (42b) du deuxième tube de forage (42) étant solidarizable avec la première extrémité (40a) du premier tube de forage (40) ;
- un bras de manipulation (12) articulé et motorisé, le bras de manipulation présentant au moins trois points d'articulation et étant dépourvu de glissière et comportant :
- un organe de préhension (30) configuré pour saisir l'un ou l'autre des premier et deuxième tubes de forage par leurs premières extrémités ;
- des moyens d'alignement (70) pour aligner le premier tube de forage (40) avec la direction de forage (D) ;
- des moyens (60) pour actionner le bras de manipulation pour déplacer l'organe de préhension selon la direction de forage (D) afin d'enfoncer le premier tube de forage (40) dans le sol (S) selon la direction de forage (D) ;
- des moyens pour fixer la seconde extrémité (40b) du deuxième tube de forage (42) à la première extrémité (40a) du premier tube de forage (40) ; et
- des moyens pour déplacer l'organe de préhension selon la direction de forage afin d'enfoncer dans le sol le deuxième tube de forage fixé au premier tube de forage.
8. Installation de forage selon la revendication 7, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre un organe de retenue (50) ayant un axe sensiblement parallèle à la direction de forage (D), l'organe de retenue étant agencé pour être traversé par l'un ou l'autre des premier et deuxième tubes de forage (40,42).
9. Installation de forage selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** l'organe de retenue (50) comporte en outre un dispositif de blocage commandable (56) pour bloquer la translation du premier tube de forage par rapport au sol selon la direction de forage.
10. Installation de forage selon la revendication 8 ou 9, **caractérisée en ce que** l'organe de retenue (50) comporte en outre une tête rotative (55) permettant la mise en rotation d'au moins le premier tube de forage (40) lorsque ledit premier tube de forage (40) coopère avec l'organe de retenue.
11. Installation (30) de forage selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisée en ce que** le bras de manipulation (12) comporte en outre une tête d'actionnement (32) permettant la mise en rotation et/ou en vibration d'au moins le premier tube de forage (40).
12. Installation de forage selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre des moyens de mesure (69) pour déterminer la position et l'orientation spatiale de l'organe de préhension (30), et **en ce que** les moyens d'alignement utilisent les données de mesures fournies par les moyens de mesure.
13. Installation de forage selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, **caractérisée en ce qu'elle** comporte en outre au moins une tige de forage, et **en ce que** l'organe de préhension est en outre configuré pour saisir la tige de forage et l'insérer dans le premier tube de forage introduit dans le sol.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Bohren eines Bodens in einer Bohr-  
richtung, wobei:

mindestens ein erstes und ein zweites Bohrrohr  
(40, 42) bereitgestellt werden, von denen jedes  
ein erstes Ende (40a, 42a) und ein zweites Ende  
(40b, 42b) aufweist, das dem ersten Ende ge-  
genüberliegt, wobei das zweite Ende des zwei-  
ten Bohrrohrs mit dem ersten Ende des ersten  
Bohrrohrs fest verbunden werden kann,  
ein Manipulatorarm (12) bereitgestellt wird, der  
ein angelenkter und ein motorgetriebener Arm  
ist, der mindestens drei Anlenkstellen aufweist,  
keinen Schlitten hat und der mit einem Greifor-  
gan (30) versehen ist,  
das erste Bohrrohr (40) an seinem ersten Ende  
(40a) mithilfe des Greiforgans (30) ergriffen  
wird,  
das erste Bohrrohr mit der Bohrrichtung (D) mit-  
hilfe des Manipulatorarms (12) ausgerichtet  
wird,  
das Greiforgan (30) in der Bohrrichtung durch  
Betätigen des Manipulatorarms bewegt wird,  
um das erste Bohrrohr in den Boden zu treiben,  
nach dem Eintreiben des ersten Bohrrohrs in  
den Boden, das Greiforgan (30) das erste Bohr-  
rohr freigibt, dann das zweite Bohrrohr (42) an  
seinem ersten Ende (42a) mithilfe des Greifor-  
gans (30) ergriffen wird,  
das Greiforgan (30) so bewegt wird, dass das  
zweite Ende des zweiten Bohrrohrs in eine dem  
ersten Ende des ersten Bohrrohrs zugewandte  
Position gebracht wird,  
das zweite Ende (42b) des zweiten Bohrrohrs  
(42) an dem ersten Ende (40a) des ersten Bohr-  
rohrs (40) befestigt wird und  
das Greiforgan (30) in Bohrrichtung bewegt  
wird, um das zweite Bohrrohr, das am ersten  
Bohrrohr befestigt ist, in den Boden zu treiben.

2. Bohrverfahren nach Anspruch 1, wobei das erste  
Bohrrohr (40) in den Boden getrieben wird, indem  
es in Drehung versetzt wird, während es in Bohr-  
richtung geschoben wird.
3. Bohrverfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei das  
erste Bohrrohr (40) in den Boden getrieben wird, in-  
dem es in Vibration versetzt wird, während es in  
Bohrrichtung geschoben wird.
4. Bohrverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
wobei ferner ein Halteorgan (50) bereitgestellt wird,  
das eine Führungsschse (A) aufweist, die im We-  
sentlichen parallel zur Bohrrichtung ist, wobei das  
Halteorgan dem zu bohrenden Boden zugewandt  
angeordnet wird, und wobei das erste Bohrrohr in

den Boden getrieben wird, nachdem das zweite En-  
de des ersten Bohrrohrs mittels des Halteorgans ein-  
geführt wurde.

5. Bohrverfahren nach Anspruch 4, wobei das Halte-  
organ (50) zuvor am Boden befestigt wird.
6. Bohrverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
wobei, während das erste Bohrrohr (40) in den Bo-  
den getrieben wird, das erste Bohrrohr (40) in Aus-  
richtung der Bohrrichtung gehalten wird, indem ge-  
gebenenfalls die Position und/oder die Ausrichtung  
des Greiforgans (30) angepasst wird.
7. Anlage (10) zum Bohren eines Bodens (S) in einer  
Bohrrichtung (D), mit der das Bohrverfahren nach  
einem der vorhergehenden Ansprüche durchgeführt  
wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie umfasst:

mindestens ein erstes und ein zweites Bohrrohr  
(40, 42), von denen jedes ein erstes Ende (40a,  
42a) und ein zweites Ende (40b, 42b, 44b) auf-  
weist, das dem ersten Ende gegenüberliegt, wo-  
bei das zweite Ende (42b) des zweiten Bohr-  
rohrs (42) mit dem ersten Ende (40a) des ersten  
Bohrrohrs (40) fest verbunden werden kann,  
einen angelenkten und motorgetriebenen Mani-  
pulatorarm (12), wobei der Manipulatorarm min-  
destens drei Anlenkpunkte aufweist und keinen  
Schlitten hat und umfasst:

ein Greiforgan (30), das ausgelegt ist, um  
das erste oder das zweite Bohrrohr an sei-  
nem ersten Ende zu ergreifen,  
Ausrichtungseinrichtungen (70) zum Aus-  
richten des ersten Bohrrohrs (40) mit der  
Bohrrichtung (D),  
Einrichtungen (60) zum Betätigen des Ma-  
nipulatorarms, um das Greiforgan in der  
Bohrrichtung (D) zu bewegen, um das erste  
Bohrrohr (40) in der Bohrrichtung (D) in den  
Boden (S) zu treiben,  
Einrichtungen zum Befestigen des zweiten  
Endes (40b) des zweiten Bohrrohrs (42) an  
dem ersten Ende (40a) des ersten Bohr-  
rohrs (40) und  
Einrichtungen zum Bewegen des Greifor-  
gans in Bohrrichtung, um das zweite Bohr-  
rohr, das am ersten Bohrrohr befestigt ist,  
in den Boden zu treiben.

8. Bohranlage nach Anspruch 7, **dadurch gekenn-  
zeichnet, dass** sie ferner ein Halteorgan (50) um-  
fasst, das eine Achse aufweist, die im Wesentlichen  
parallel zur Bohrrichtung (D) ist, wobei das Halteor-  
gan so angeordnet ist, dass das erste oder zweite  
Bohrrohr (40, 42) durch dieses verläuft.

9. Bohranlage nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Halteelement (50) ferner eine steuerbare Blockiervorrichtung (56) zum Blockieren der Translation des ersten Bohrrohrs in Bezug auf den Boden in Bohrrichtung umfasst.
10. Bohranlage nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Halteelement (50) ferner einen drehbaren Kopf (55) umfasst, der das in Drehung versetzen mindestens des ersten Bohrrohrs (40) ermöglicht, wenn das erste Bohrrohr (40) mit dem Halteorgan zusammenwirkt.
11. Anlage (30) zum Bohren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Manipulatorarm (12) ferner einen Betätigungskopf (32) umfasst, der es ermöglicht, dass mindestens das erste Bohrrohr (40) in Drehung und/oder in Vibration versetzt wird.
12. Bohranlage nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ferner Messeinrichtungen (69) umfasst, um die Position und die räumliche Ausrichtung des Greiforgans (30) zu bestimmen, und dadurch, dass die Ausrichteinrichtungen Messdaten verwenden, die von den Messeinrichtungen bereitgestellt werden.
13. Bohranlage nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie ferner mindestens ein Bohrgestänge umfasst, und dadurch, dass das Greiforgan ferner ausgelegt ist, um das Bohrgestänge zu ergreifen und es in das erste Bohrrohr einzusetzen, das in den Boden eingeführt ist.

## Claims

1. A method of drilling ground along a drilling direction, the method comprising
- providing at least first and second drill tubes (40, 42), each having a first end (40a, 42a) and a second end (40b, 42b) opposite from the first end, the second end of the second drill tube being suitable for securing to the first end of the first drill tube;
- providing a manipulator arm (12), which is an articulated and motorized arm presenting at least three articulation points, not having a slide, and provided with a gripper member (30);
- gripping the first drill tube (40) via its first end (40a) using the gripper member (30);
- aligning the first drill tube with the drilling direction (D) using the manipulator arm (12);
- moving the gripper member (30) along the drilling direction by actuating the manipulator so as to drive the first drill tube into the ground;

after driving the first drill tube into the ground, the gripper member (30) releases the first drill tube; then

gripping the second drill tube (42) via its first end (42a) using the gripper member (30);

moving the gripper member (30) so as to bring the second end of the second drill tube into a position facing the first end of the first drill tube; fastening the second end (42b) of the second drill tube (42) to the first end (40a) of the first drill tube (40); and

moving the gripper member (30) in the drilling direction in order to drive the second drill tube fastened to the first drill tube into the ground.

2. A drilling method according to claim 1, wherein the first drill tube (40) is driven into the ground by setting it into rotation while exerting thrust thereon in the drilling direction.
3. A drilling method according to claim 1 or claim 2, wherein the first drill tube (40) is driven into the ground by vibrating it while exerting thrust thereon in the drilling direction.
4. A drilling method according to any one of claims 1 to 3, wherein there is also provided a retainer member (50) having a guide axis (A) substantially parallel to the drilling direction, the retainer member is placed facing the ground to be drilled, and wherein the first drill tube is driven into the ground after inserting the second end of the first drill tube through the retainer member.
5. A drilling method according to claim 4, wherein the retainer member (50) is fastened to the ground beforehand.
6. A drilling method according to any one of claims 1 to 5, wherein, while driving the first drill tube (40) into the ground, the first drill tube (40) is maintained in alignment with the drilling direction, where necessary, by adjusting the position and/or the orientation of the retainer member (30).
7. An installation (10) for drilling ground (S) along a drilling direction (D), by performing the drilling method according to any preceding claim, wherein it comprises:
- at least first and second drill tubes (40, 42), each having a first end (40a, 42a) and a second end (40b, 42b, 44b) opposite from the first end, the second end (42b) of the second drill tube (42) being suitable for securing with the first end (40a) of the first drill tube (40); and
- an articulated and motorized manipulator arm (12), the manipulator arm presenting at least

three articulation points and not having a slide, and comprising:

a gripper member (30) configured to grip one or the other of the first and second drill tubes via its first end; alignment means (70) for aligning the first drill tube (40) with the drilling direction (D); actuator means (60) for actuating the manipulator arm to move the gripper member along the drilling direction (D) so as to drive the first drill tube (40) into the ground (S) along the drilling direction (D); fastener means for fastening the second end (40b) of the second drill tube (42) to the first end (40a) of the first drill tube (40); and drive means for moving the gripper member along the drilling direction so as to drive the second drill tube fastened to the first drill tube into the ground.

configured to take hold of the drillpipe and to insert it in the first drill tube inserted into the ground.

8. A drilling installation according to claim 7, wherein in that it further comprises a retainer member (50) having an axis substantially parallel to the drilling direction (D), the retainer member being arranged to have one or the other of the first and second drill tubes (40, 42) passed therethrough.
9. A drilling installation according to claim 8, wherein in that the retainer member (50) further comprises a controllable blocker device (56) for blocking movement in translation of the first drill tube relative to the ground along the drilling direction.
10. A drilling installation according to claim 8 or claim 9, wherein in that the retainer member (50) further comprises a rotary head (55) enabling at least the first drill tube (40) to be set into rotation when said first drill tube (40) is co-operating with the retainer member.
11. A drilling installation (30) according to any one of claims 7 to 10, wherein in that the manipulator arm (12) further comprises an actuator head (32) enabling at least the first drill tube (40) to be set into rotation and/or into vibration.
12. A drilling installation according to any one of claims 7 to 11, wherein in that it further comprises measurement means (69) for determining the position and the orientation in three-dimensional space of the gripper member (30), and in that the alignment means make use of measurement data supplied by the measurement means.
13. A drilling installation according to any one of claims 7 to 12, wherein in that it further comprises at least one drillpipe, and in that the gripper member is also

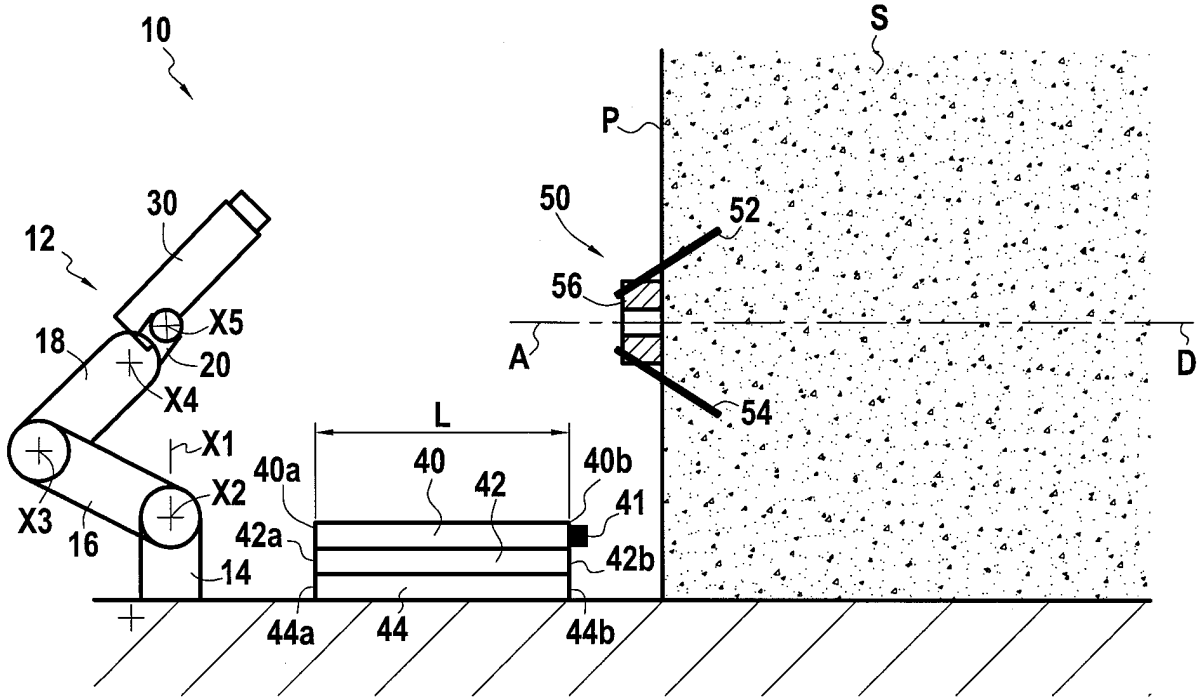


FIG.1

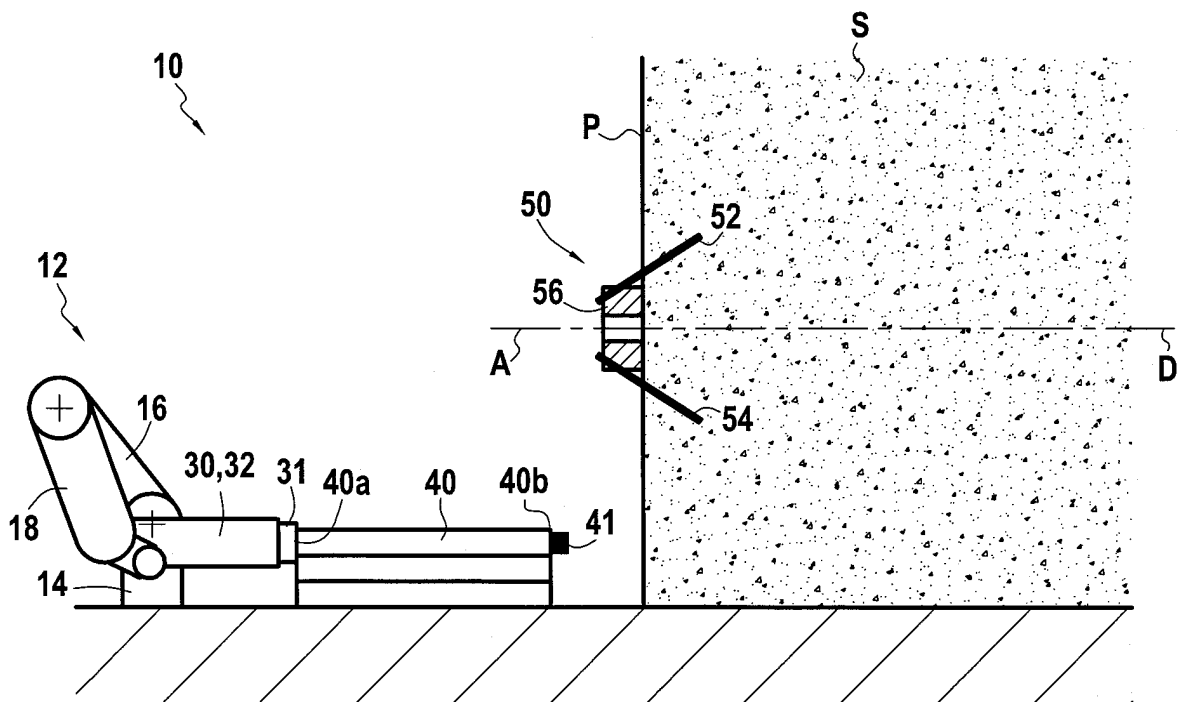


FIG.2

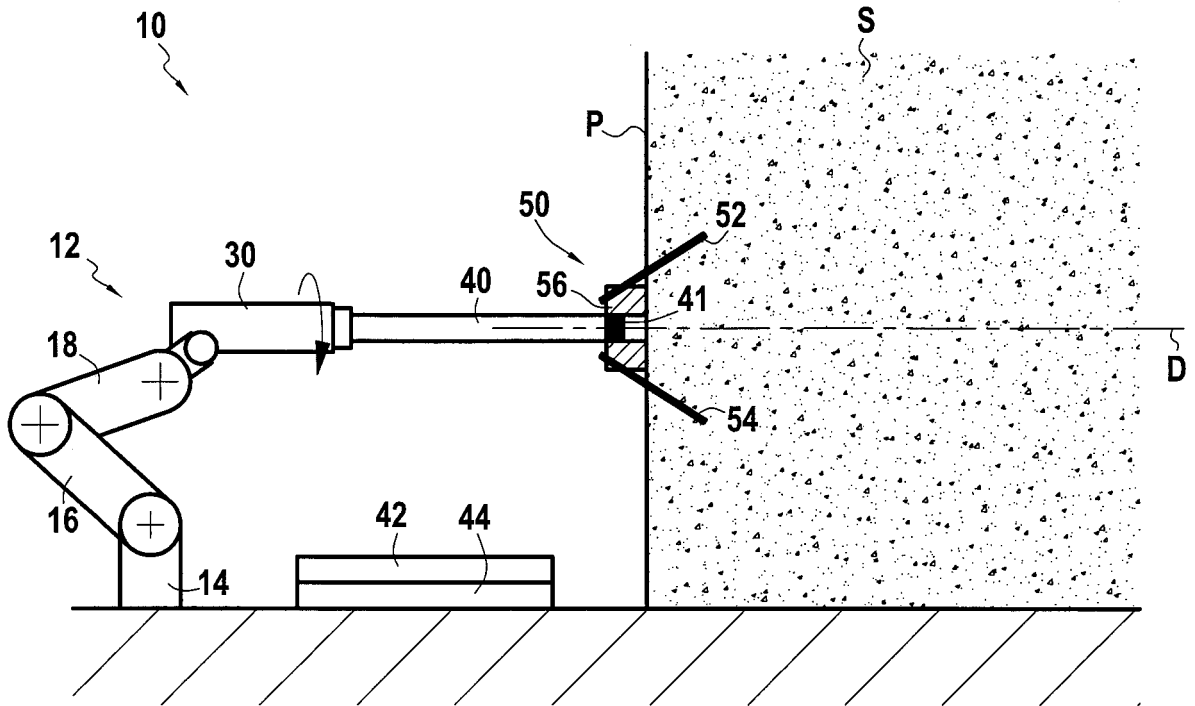


FIG.3

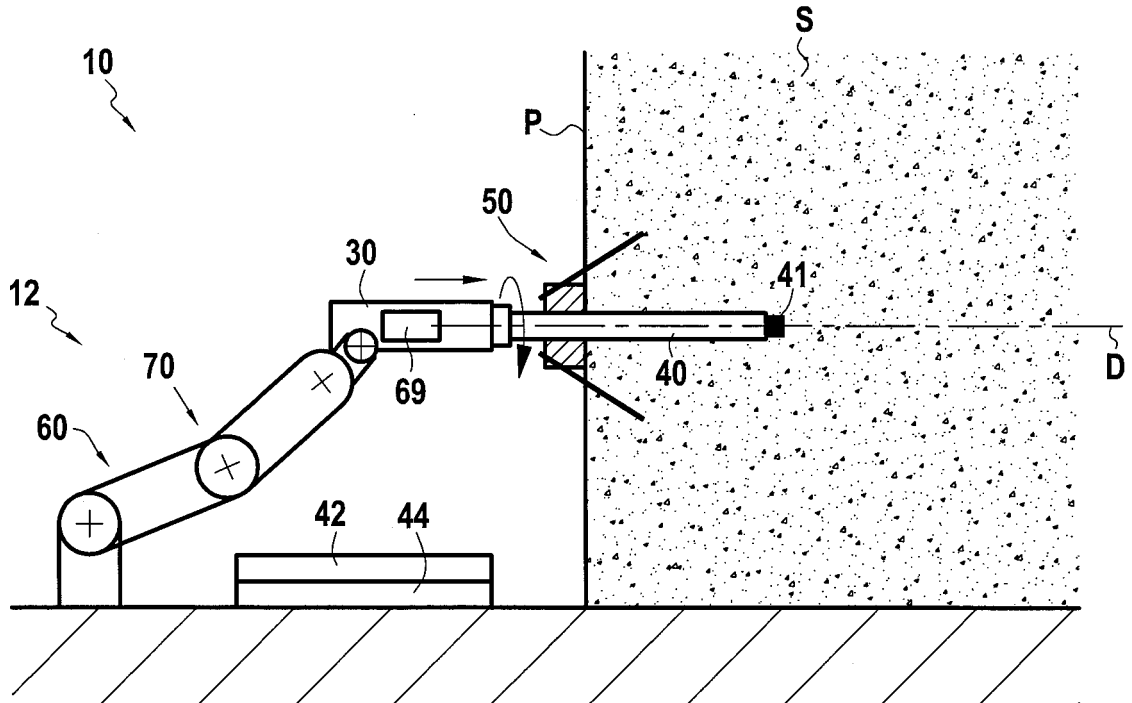


FIG.4

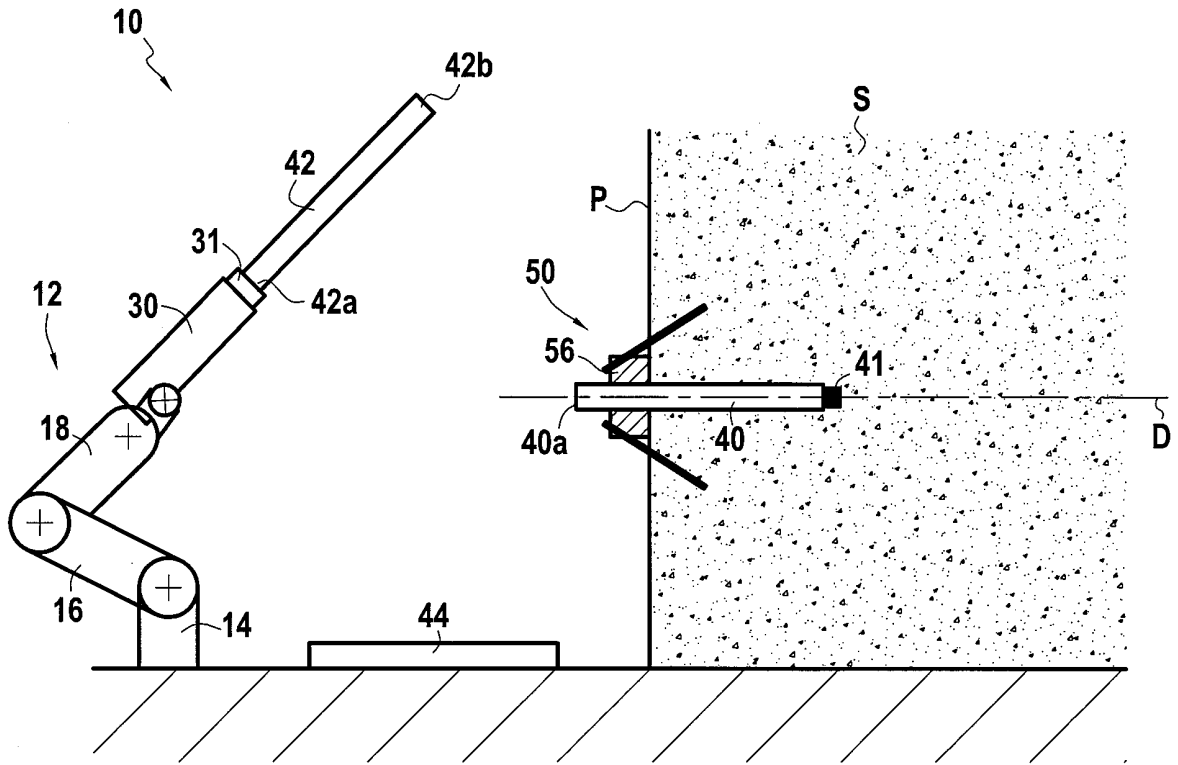


FIG.5

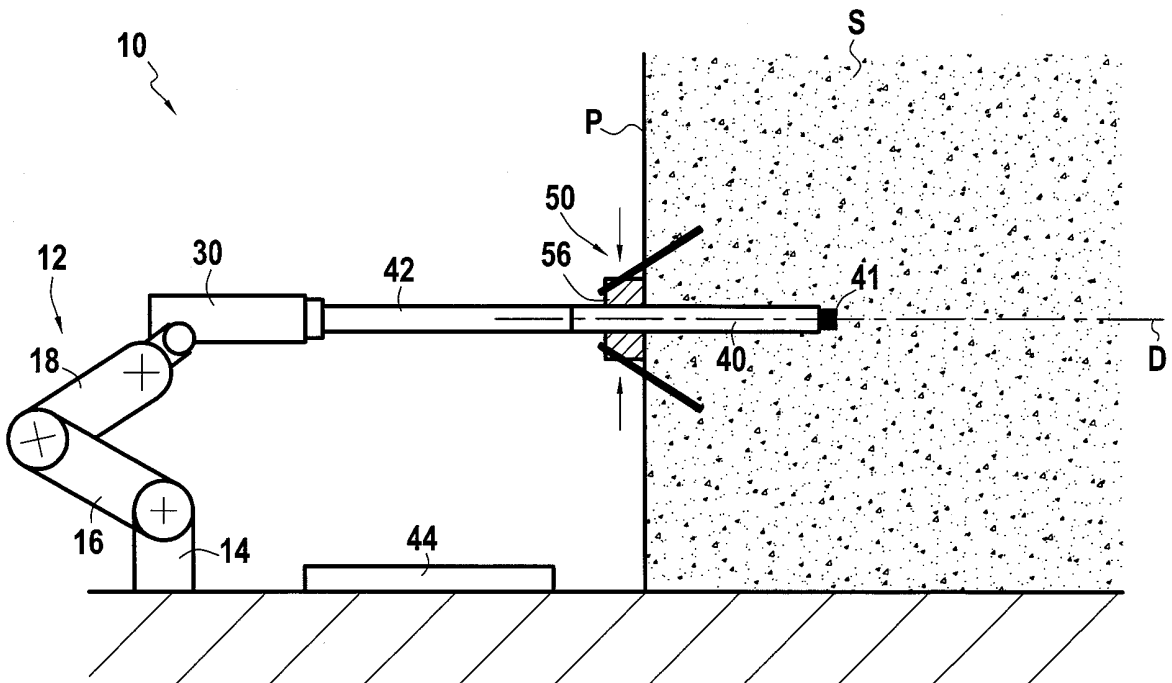


FIG.6

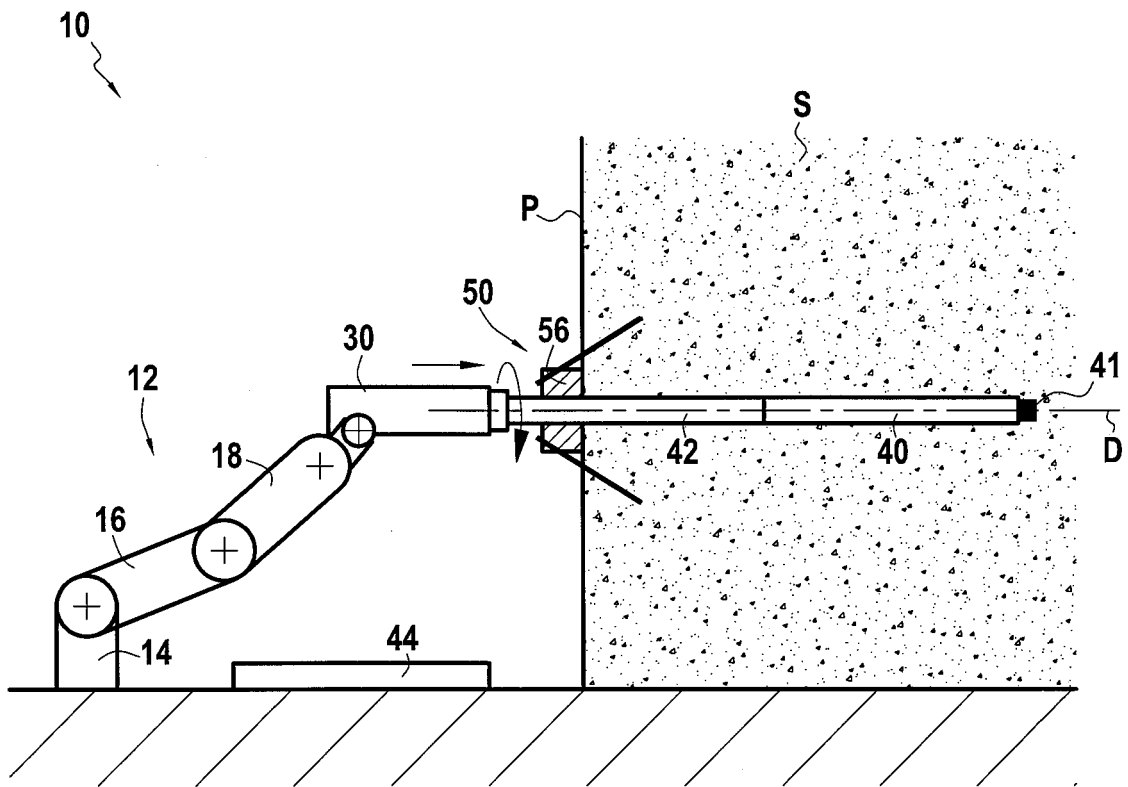


FIG.7



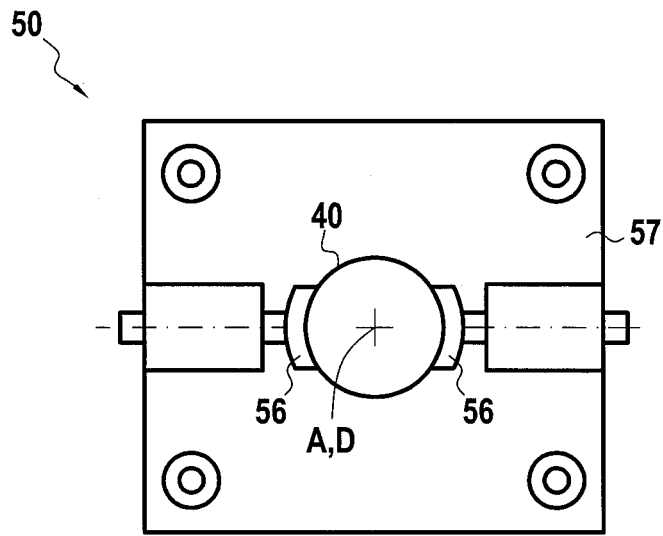


FIG.10

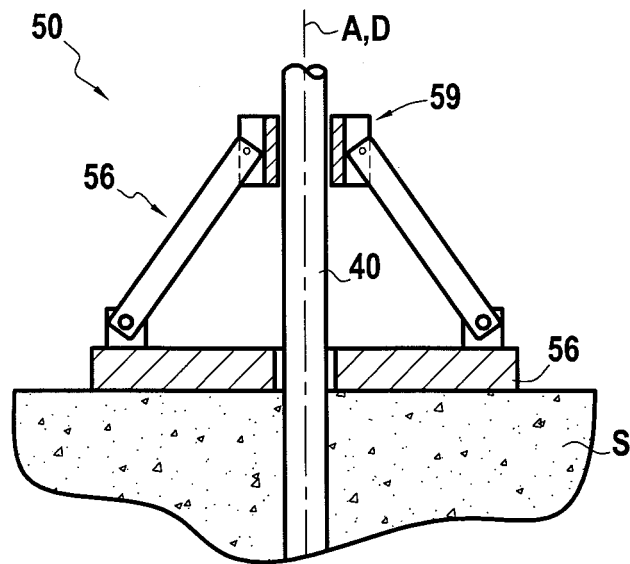
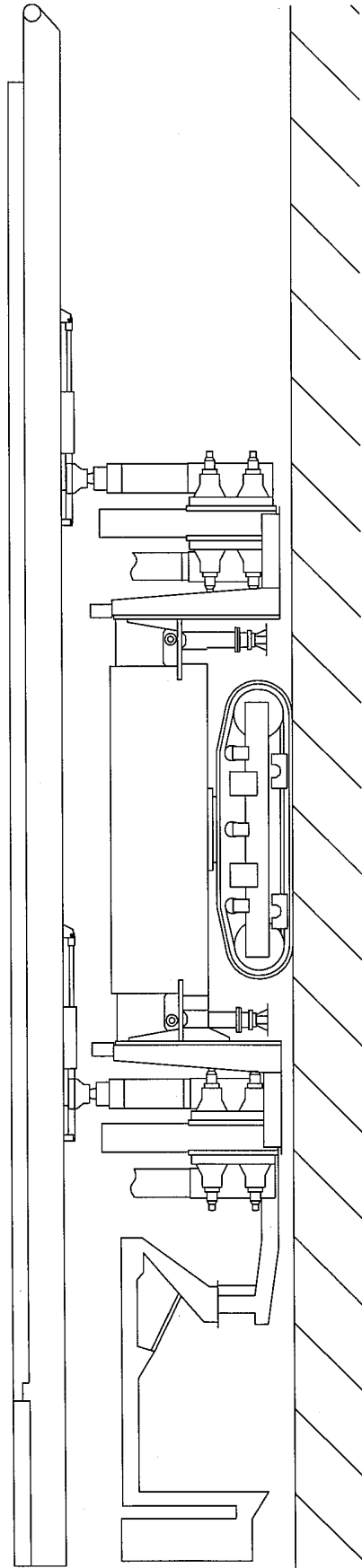


FIG.11



**FIG.12**  
ART ANTERIEUR

**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**

- WO 2014011100 A [0001]
- WO 02103162 A [0001]