



(11)

EP 3 414 399 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
01.04.2020 Bulletin 2020/14

(51) Int Cl.:
E02D 3/12 (2006.01) E02D 5/44 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **17709135.2**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2017/050297

(22) Date de dépôt: **09.02.2017**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2017/137702 (17.08.2017 Gazette 2017/33)

(54) **PROCEDE DE FABRICATION D'UN TIRANT D'ANCRAGE ET TIRANT D'ANCRAGE.**

VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER VERANKERUNGSZUGSTANGE UND
VERANKERUNGSZUGSTANGE

METHOD FOR PRODUCING AN ANCHORING TIE ROD AND ANCHORING TIE ROD

(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: **10.02.2016 FR 1651052**

(43) Date de publication de la demande:
19.12.2018 Bulletin 2018/51

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

(72) Inventeurs:
• **BOREL, Serge
92500 Rueil Malmaison (FR)**

- **LEBRETON, Marie
92500 Rueil Malmaison (FR)**
- **URIBE, Juan Fernando
92500 Rueil Malmaison (FR)**
- **GRUBER, Felipe
92500 Rueil Malmaison (FR)**
- **CUBILLOS, Ivan
92500 Rueil Malmaison (FR)**

(74) Mandataire: **Cabinet Beau de Loménie
Immeuble Eurocentre
179 Boulevard de Turin
59777 Lille (FR)**

(56) Documents cités:
**WO-A1-2016/009143 CH-A- 146 798
US-A- 4 015 433**

EP 3 414 399 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] L'invention a trait au domaine de la construction d'ancrages dans le sol, et notamment celui de la construction de tirants d'ancrage. 5

[0002] L'invention trouvera notamment son application dans la fabrication de tirants d'ancrage de capacité moyenne, plus particulièrement réalisés dans des sols meubles. 10

[0003] Classiquement, un tirant d'ancrage est un dispositif capable de transmettre les forces de traction qui lui sont appliquées à une couche de sol en prenant appui sur un massif de réaction constituant la structure à ancrer. 15

[0004] Un tirant d'ancrage se compose généralement :

- d'une tête d'ancrage qui transmet les forces de traction de l'armature à la structure à ancrer par l'intermédiaire d'un système d'appui ; 20
- d'une armature ;
- d'une partie scellée par l'intermédiaire de laquelle la force de traction est transmise au terrain environnant ; 25
- d'une partie libre, disposée entre la partie scellée et la structure à ancrer.

[0005] Dans les sols ayant des capacités mécaniques médiocres, tels les sols meubles, les scellements classiques des tirants d'ancrage ne permettent pas de mobiliser les efforts suffisants pour ancrer correctement la structure à ancrer. 30

[0006] On connaît par ailleurs les documents CH 146798 et US 4015433 qui décrivent des ancrages. 35

[0007] On connaît également le document WO 2016/009143 qui décrit un procédé de construction d'un ancrage et un ancrage selon le préambule des revendications 1 et 14. 40

Objet et résumé de l'invention

[0008] Un but de la présente invention est de résoudre les inconvénients précités en proposant un procédé de fabrication d'un ancrage offrant un meilleur scellement de l'armature dans le sol. 45

[0009] Pour ce faire, l'invention porte sur un procédé de construction d'un ancrage dans un sol, dans lequel :

on fournit une armature et une machine de forage qui comporte : 50

un outil de forage qui est rotatif autour d'un axe longitudinal, l'outil de forage étant muni d'un dispositif mélangeur déployable qui présente une position rétractée et une position déployée, le dispositif mélangeur présentant en position déployée une envergure diamétrale qui est supé- 55

rieure à son envergure diamétrale en position rétractée ;
un dispositif pour injecter au moins un fluide dans le sol ;

procédé dans lequel :

on réalise une étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol selon une direction de forage parallèle à l'axe longitudinal afin de former une portion supérieure ayant un premier diamètre, une première hauteur et s'étendant jusqu'à une première profondeur, le dispositif mélangeur étant en position rétractée pendant l'étape d'introduction ; puis

on réalise une étape de mélange au cours de laquelle on amène le dispositif mélangeur en position déployée et on entraîne en rotation l'outil de forage avec le dispositif mélangeur en position déployée, tout en déplaçant axialement l'outil de forage selon la direction de forage, et tout en injectant le fluide de façon à réaliser un mélange mécanique in situ du sol en place avec le fluide, de manière à former dans le sol, en-dessous de la portion supérieure, un bulbe ayant un deuxième diamètre qui est supérieur au premier diamètre;

on réalise une étape d'insertion au cours de laquelle on insère l'armature dans le bulbe, par quoi on obtient un ancrage dans le sol.

[0010] La mise en œuvre du procédé selon l'invention permet donc d'obtenir un ancrage dans le sol qui comporte une portion supérieure ayant un premier diamètre, et un bulbe de forme sensiblement cylindrique ayant un deuxième diamètre supérieur au premier diamètre. 35

[0011] Grâce à cette différence de diamètre entre la portion supérieure et le bulbe, on améliore sensiblement la capacité de scellement de l'ancrage dans le sol.

[0012] En outre, l'utilisation d'un dispositif mélangeur déployable permet de garantir le diamètre du bulbe. Comme machine de forage, on pourra par exemple utiliser l'outil décrit dans les documents EP 1878833, EP 2931979, ES 2402975 ou JP 11222846. 40

[0013] On précise que l'étape de mélange du sol en place avec le fluide peut être réalisée en déplaçant l'outil de forage selon la direction de forage selon un premier sens, selon un second sens opposé au premier sens, ou bien encore selon les deux sens. Lorsque la direction de forage est verticale, l'étape de mélange est réalisée lors d'une phase de descente et/ou une phase de remontée de l'outil de forage. 45

[0014] De préférence, mais non exclusivement, le fluide est un liant, de sorte que le bulbe comporte un premier matériau formant une mixture constituée du mélange du sol en place avec le liant.

[0015] Encore de préférence, l'étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol s'accompagne de l'injection

d'un fluide de forage, par exemple de l'eau.

[0016] Lorsque l'ancrage est un tirant d'ancrage, on comprend que la portion supérieure constitue la partie libre du tirant, tandis que le bulbe constitue la partie scellée du tirant. L'armature est alors fixée à une tête d'ancrage. La différence de diamètre entre la partie libre et la partie scellée améliore sensiblement la capacité de scellement du tirant. En outre, l'épaulement formé entre le bulbe et la portion supérieure participe de manière avantageuse au scellement du bulbe dans le sol.

[0017] De préférence, mais non exclusivement, on insère l'armature dans le bulbe après retrait de l'outil de forage.

[0018] De préférence, le deuxième diamètre est au moins égal au double du premier diamètre. Encore de préférence, le deuxième diamètre est au moins égal au triple du premier diamètre. Encore de préférence, le deuxième diamètre est au moins égal à quatre fois le premier diamètre.

[0019] De préférence, le deuxième diamètre du bulbe, est au moins égal à 400 mm, tandis que le premier diamètre de la portion supérieure, est compris entre 100 et 300 mm.

[0020] De préférence, mais non nécessairement, le bulbe présente une portion cylindrique terminée par une portion tronconique reliant la portion cylindrique à la portion supérieure.

[0021] La longueur du bulbe dépend notamment de l'effort à reprendre par l'ancrage et des caractéristiques du terrain, notamment du frottement latéral.

[0022] Selon l'invention, après l'étape de mélange, on retire l'outil de forage hors du sol puis, lors de l'étape d'insertion :

on réalise un forage dans le bulbe selon la direction de forage et selon un troisième diamètre inférieur au deuxième diamètre;
on remplit le forage avec du coulis de scellement ;
on insère l'armature dans le forage, avant ou après avoir rempli le forage avec du coulis de scellement.

[0023] On comprend donc que l'armature est enrobée avec du coulis de scellement. Autrement dit, l'armature est noyée dans un volume de coulis qui s'étend au moins dans le bulbe. De préférence, le volume de coulis s'étend également dans la portion supérieure.

[0024] De préférence, le bulbe est foré alors que le premier matériau est encore frais.

[0025] Selon un mode de mise en œuvre, l'armature est une armature autoforée qui est constituée par le dispositif de forage qui sert à réaliser le forage dans le bulbe.

[0026] Selon une première variante, le troisième diamètre est inférieur au premier diamètre.

[0027] Selon une deuxième variante avantageuse, le troisième diamètre est au moins égal au premier diamètre de la portion supérieure. De cette façon, le premier matériau constitutif de la portion supérieure à l'issue de l'étape de mélange est substitué par le coulis de scelle-

ment à l'issue de l'étape de remplissage. On obtient donc un ancrage ayant une portion supérieure (éventuellement plus large que la portion supérieure initiale) constituée de coulis de scellement, cette portion supérieure se prolongeant longitudinalement dans le bulbe.

[0028] Dans cette deuxième variante avantageuse et lorsque l'ancrage est un tirant d'ancrage, le coulis de scellement est choisi de façon que le frottement entre le coulis et le premier matériau est plus important que le frottement entre le coulis et le sol, ce qui permet notamment de pouvoir réduire la longueur de la partie scellée par rapport à un tirant classique.

[0029] Par ailleurs, l'invention permet de garantir un frottement important entre l'armature et le coulis.

[0030] De préférence, le coulis est un coulis de ciment présentant un ratio massique ciment sur eau (C/E) de l'ordre de 2. Il peut s'agir également d'une résine ou de tout autre produit durcissant. Le frottement latéral obtenu est préférentiellement de l'ordre de 1MPa.

[0031] Selon un mode de mise en œuvre avantageux, la machine de forage comporte en outre un élément tubulaire ayant un diamètre et une extrémité inférieure, le dispositif mélangeur étant conformé pour pouvoir être logé dans l'élément tubulaire lorsque ledit dispositif mélangeur est en position rétractée, l'envergure diamétrale du dispositif mélangeur en position déployée étant supérieure au diamètre de l'élément tubulaire, procédé dans lequel, au cours de l'étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol :

on introduit l'élément tubulaire dans le sol jusqu'à la première profondeur selon la direction de forage;
on introduit l'outil de forage en position rétractée dans l'élément tubulaire ; puis, après l'étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol :
on déplace axialement l'outil de forage selon la direction de forage par rapport à l'élément tubulaire de façon à déplacer le dispositif mélangeur sous l'extrémité inférieure de l'élément tubulaire puis on réalise ladite étape de mélange.

[0032] L'élément tubulaire permet notamment de faciliter l'insertion du dispositif mélangeur dans le sol lorsqu'il est en position rétractée. Il permet également de soutenir le terrain et de garantir le premier diamètre de la portion supérieure.

[0033] Avantageusement, après l'étape de mélange, on amène le dispositif mélangeur, en position rétractée, dans l'élément tubulaire puis, lors de l'étape d'introduction :

on solidarise l'outil de forage avec l'élément tubulaire ;
on entraîne en rotation l'ensemble constitué de l'outil de forage et de l'élément tubulaire, et on déplace ledit ensemble vers l'extrémité inférieure du bulbe selon la direction de forage de façon à réaliser un forage dans le bulbe;

on désolidarise l'outil de forage et l'élément tubulaire ;
 on retire l'outil de forage en laissant l'élément tubulaire dans le bulbe ;
 on insère l'armature dans l'élément tubulaire ;
 on remplit le forage avec du coulis de scellement.

[0034] On comprend que l'élément tubulaire sert à la fois de guide pour faciliter l'insertion de l'armature dans le sol, et aussi de conduit d'amenée du coulis dans le forage. L'élément tubulaire permet de remplir le forage avec du coulis de scellement depuis sa partie inférieure, ce qui facilite le remplissage. De préférence, l'armature est un tube ouvert à son extrémité inférieure pour faciliter le remplissage. Il peut également s'agir d'une barre attachée à un flexible ou à un tube à manchettes.

[0035] Avantageusement, lors de l'étape d'introduction, on introduit tout d'abord l'élément tubulaire dans le sol, puis on introduit l'outil de forage dans l'élément tubulaire préalablement introduit dans le sol.

[0036] Ou bien, alternativement, lors de l'étape d'introduction, on introduit simultanément dans le sol l'élément tubulaire avec l'outil de forage, le dispositif mélangeur étant préalablement amené en position rétractée et solidarisé avec l'élément tubulaire.

[0037] De préférence, on retire l'élément tubulaire à l'issue ou pendant l'étape d'insertion.

[0038] Selon une variante, l'étape de remplissage avec du coulis de scellement peut être réalisée pendant le retrait de l'outil de forage.

[0039] Selon un mode de mise en œuvre préférentiel, l'outil de forage comporte un corps tubulaire s'étendant selon l'axe longitudinal, le dispositif mélangeur comporte deux ailes déployables qui sont montées pivotantes par rapport au corps tubulaire, et des organes ressorts disposés entre le corps tubulaire et chacune des ailes déployables, les organes ressort tendant à amener le dispositif mélangeur en position déployée par pivotement des ailes déployables.

[0040] Comme outil de forage, on pourra utiliser ceux décrits dans les documents EP 1878833, EP 2931979, ES 2402975, ou bien encore celui décrit dans JP 11222846.

[0041] Avantageusement, le fluide est injecté sous pression pendant l'étape de mélange. Un intérêt est d'aider à la déstructuration du sol et au mélange du coulis avec le sol. La pression appliquée peut aller de quelques kPa jusqu'aux hautes pressions utilisées en jet-grouting, de l'ordre de 60 MPa ou plus.

[0042] Selon un autre mode de mise en œuvre de l'invention, à l'issue de l'étape de mélange et avant l'étape d'insertion, on substitue le matériau initial du bulbe constitué du mélange du sol en place avec le fluide par un matériau de scellement. De préférence, le fluide est un fluide de forage, par exemple de l'eau, et le matériau de scellement est un mortier. Cette variante pourra être mise en œuvre de façon avantageuse en présence de sols argileux. De préférence, l'étape de substitution consiste

à injecter le matériau de scellement dans le bulbe tout en évacuant le matériau initial du bulbe. Encore de préférence, à l'issue de l'étape de mélange, on poursuit l'injection de fluide pour évacuer le matériau initial, après quoi on injecte le mortier.

[0043] L'invention porte également sur un procédé de construction d'un tirant d'ancrage précontraint dans un sol bordé par un massif de réaction, mettant en œuvre le procédé de construction d'un ancrage selon l'invention et dans lequel l'étape d'introduction comprend une étape préliminaire de forage du massif de réaction, dans lequel, après obtention de l'ancrage, on dispose une tête de tirant entre le massif de réaction et l'armature, puis on met en tension l'armature.

[0044] Le massif de réaction peut être une paroi, un radier, ou toute autre structure à ancrer.

[0045] L'invention porte également sur un ancrage dans un sol dans lequel, considéré depuis la surface dudit sol, ledit ancrage s'étend selon une direction longitudinale et comporte successivement une portion supérieure présentant un diamètre, puis au moins un bulbe présentant un diamètre supérieur au diamètre de la portion supérieure, la portion supérieure et le bulbe comportant au moins un premier matériau, et l'ancrage comporte en outre une armature s'étendant selon la direction longitudinale dans la portion supérieure et dans le bulbe.

[0046] Avantageusement, le premier matériau est constitué d'un mélange du sol excavé avec un liant. Les proportions de sol et de liant au sein du premier matériau seront choisies en fonction du type de terrain et de l'objectif de résistance de l'ancrage. Selon une variante, la proportion de sol est inférieure à 10 %.

[0047] Selon l'invention, l'armature est enrobée d'un deuxième matériau selon un diamètre d'enrobage qui est inférieur au diamètre du bulbe. De préférence, le diamètre d'enrobage est au moins égal au diamètre de la portion supérieure. Le deuxième matériau est avantagéusement différent du premier matériau.

[0048] Encore de préférence, le deuxième matériau forme un enrobage cylindrique s'étendant longitudinalement dans le bulbe et dans la portion supérieure.

[0049] De façon avantageuse, le deuxième matériau est un coulis de scellement.

[0050] L'armature de l'ancrage comporte préférentiellement une barre métallique, un tube ou bien au moins un toron.

[0051] L'invention porte enfin sur un tirant d'ancrage comportant un ancrage selon l'invention.

Brève description des dessins

[0052] L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 illustre l'étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol selon un premier mode de mise

- en œuvre du procédé conforme à l'invention ;
- les figures 2 et 3 illustrent l'étape mélange au cours de laquelle on forme le bulbe ;
- la figure 4 est une vue en coupe longitudinale du sol après retrait de l'outil de forage ;
- la figure 5 illustre l'étape d'insertion de l'armature dans le bulbe ;
- la figure 6 illustre l'étape de forage du bulbe d'un deuxième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention ;
- la figure 7 illustre l'étape de remplissage du forage de la figure 6 avec du coulis ;
- la figure 8 illustre l'étape d'insertion de l'armature dans le forage rempli avec du coulis de scellement ;
- la figure 9 illustre l'ancrage obtenu par la mise en œuvre du procédé selon le deuxième mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 10 illustre l'étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol selon un troisième mode de mise en œuvre du procédé conforme à l'invention, l'outil de forage solidarisé avec un élément tubulaire étant introduits ensemble dans le sol ;
- la figure 11 illustre l'étape au cours de laquelle l'outil de forage est désolidarisé de l'élément tubulaire ;
- les figures 12 et 13 illustrent la formation du bulbe par mélange in situ du sol excavé avec un fluide ;
- la figure 14 est une vue en coupe longitudinale du sol après retrait de l'outil de forage ;
- les figures 15 et 16 illustrent l'insertion de l'armature dans le bulbe et le retrait de l'élément tubulaire ;
- la figure 17 illustre l'étape de forage du bulbe d'un quatrième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention ;
- les figures 18 à 21 illustrent les étapes de remplissage du forage réalisé dans le bulbe avec un coulis, l'étape d'insertion de l'armature dans le forage rempli, et le retrait de l'élément tubulaire ;
- la figure 22 illustre un cinquième mode de mise en œuvre de l'invention dans lequel l'élément tubulaire est solidarisé avec l'outil de forage pour être déplacé dans le bulbe pendant le forage du bulbe ;
- la figure 23 illustre le retrait de l'outil de forage, l'élément tubulaire restant dans le bulbe ;
- la figure 24 illustre l'étape d'insertion d'une armature en forme de tube dans l'élément tubulaire ;
- la figure 25 illustre le remplissage du forage réalisé dans le bulbe en injectant un coulis dans le tube ;
- la figure 26 illustre le retrait de l'élément tubulaire.
- la figure 27 illustre un tirant d'ancrage selon la présente invention ; et
- les figures 28 et 29 sont des vues en coupe transversale de la portion supérieure et du bulbe du tirant de la figure 27.

Description détaillée de l'invention

[0053] A l'aide des figures 1 à 5, on va décrire un premier mode de mise en œuvre du procédé de construction

d'un ancrage 100 dans un sol S.

[0054] Pour mettre en œuvre ce procédé, on fournit une machine de forage 10, telle que celle décrite dans EP 1878833 ou EP 2931979. Cette machine de forage 10, qui n'est pas décrite en détail ici, comporte un outil de forage 12 qui est rotatif autour d'un axe longitudinal A. Les moyens pour entraîner l'outil de forage 12 en rotation sont connus par ailleurs, et ne seront pas décrits ici. L'outil de forage 12 est par ailleurs muni d'un dispositif mélangeur déployable 14 qui présente une position rétractée illustrée en figure 1, et une position déployée illustrée en figure 2.

[0055] L'outil de forage 12 comporte un corps tubulaire 16 s'étendant selon l'axe longitudinal A ; le dispositif mélangeur 14 comporte quant à lui deux ailes déployables 18, 20 qui sont montées pivotantes par rapport au corps tubulaire 16 autour d'un axe de rotation X qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal A. Le dispositif mélangeur comporte en outre des organes ressorts non représentés ici, qui sont disposés entre le corps tubulaire 16 et chacune des ailes déployables 18, 20. De façon connue, les organes ressorts tendent à mener le dispositif mélangeur en position déployée par pivotement des ailes déployables autour de l'axe X.

[0056] En se référant aux figures 1 et 2, on constate que le dispositif mélangeur 14 présente, dans sa position déployée illustrée en figure 2, une envergure diamétrale T1 qui est supérieure à son envergure diamétrale T2 en position rétractée.

[0057] La machine de forage 10 comporte en outre un dispositif 22 pour injecter un fluide sous pression dans le sol. Dans cet exemple, le fluide est un liant.

[0058] Dans cet exemple, l'injection de fluide dans le sol S se fait par l'intermédiaire de buses disposées dans le corps tubulaire 16 de l'outil de forage à proximité des ailes 18, 21.

[0059] Conformément au premier mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention, on réalise une étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol selon une direction de forage F qui est parallèle à l'axe longitudinal A afin de former une portion supérieure C ayant une hauteur H1, un premier diamètre D1. Comme représenté en figure 2, la portion supérieure C s'étend depuis la surface du sol jusqu'à une première profondeur P1.

[0060] Dans cet exemple, la portion supérieure C présente une forme sensiblement cylindrique ayant pour diamètre D1. En se référant à la figure 1, on comprend que le dispositif mélangeur est en position rétractée pendant l'étape d'introduction. On précise que l'envergure diamétrale T2 du dispositif mélangeur en position rétractée est sensiblement égale ou légèrement inférieure au diamètre D1.

[0061] L'outil de forage 12 comporte par ailleurs un organe de coupe 13 qui est disposé à l'extrémité distale du corps tubulaire 16 en-dessous du dispositif mélangeur. Cet organe de coupe 13 est configuré pour effectuer le forage dans le sol S selon la direction de forage. Après que le dispositif mélangeur a atteint une profon-

leur supérieure à la hauteur **H1** de la portion supérieure, on réalise une étape de mélange au cours de laquelle on amène le dispositif mélangeur en position déployée, en déployant les ailes **18, 20**. Puis, on entraîne en rotation l'outil de forage avec le dispositif mélangeur **14**, en position déployée tout en injectant le liant de façon à réaliser un mélange mécanique in-situ du sol en place avec le liant. Au cours de cette étape de mélange, on déplace axialement l'outil de forage selon la direction de forage **F** de manière à former un bulbe **B** dans le sol, en-dessous de la portion supérieure **C**.

[0062] Comme on le comprend à l'aide des figures **2** et **3**, le bulbe **B** présente un deuxième diamètre **D2** qui est supérieur au premier diamètre **D1** de la portion supérieure. Dans l'exemple illustré aux figures **2** et **3**, le bulbe **B** est réalisé de haut en bas, en effectuant le déploiement des ailes immédiatement en-dessous de la cavité supérieure.

[0063] Alternativement, et sans sortir du cadre de la présente invention, les ailes pourraient être déployées alors que l'outil de forage a atteint la profondeur correspondant à la profondeur de la partie inférieure du bulbe **B**. Dans ce cas, le bulbe serait formé de bas en haut en remontant l'outil de forage **12**.

[0064] De façon préférentielle, le déploiement des ailes est réalisé de manière automatique, de sorte que le bulbe **B** est réalisé de haut en bas par déplacement longitudinal du dispositif mélangeur en position déployée et injection de fluide.

[0065] Sur la figure **4**, on a illustré le sol, en coupe verticale, après retrait de l'outil de forage. On constate que le bulbe **B** présente une forme cylindrique s'étendant sur une hauteur **H2**. On comprend que le deuxième diamètre **D2** correspond au diamètre maximum du bulbe **B**. Compte-tenu de la géométrie particulière de l'outil de forage **12**, le bulbe **B** présente, en son extrémité inférieure **B1**, une extension d'un diamètre inférieur au deuxième diamètre **D2**. Le bulbe comporte par ailleurs en son extrémité supérieure **B2** une forme tronconique réalisant la jonction entre la portion cylindrique de diamètre **D2** et la portion supérieure **C** de diamètre **D1**. Cette forme tronconique favorise le scellement du bulbe dans le sol.

[0066] Sans sortir du cadre de la présente invention, d'autres formes de bulbe **B** pourraient être obtenues selon le type d'outil de forage utilisé.

[0067] Conformément à l'invention, on réalise ensuite une étape d'insertion au cours de laquelle on insère une armature **30** dans le bulbe **B** après avoir retiré l'outil de forage **12** du sol. Dans cet exemple, l'armature **30** est constituée d'une barre métallique qui est insérée selon la direction de forage. Après durcissement mélange sol-liant, on obtient l'ancrage **100** dans le sol s'étendant selon une direction longitudinale **Z** qui correspond à la direction de forage **F**.

[0068] A l'aide des figures **6** à **9**, on va maintenant décrire un deuxième mode de mise en œuvre de l'invention.

[0069] Dans ce deuxième mode de mise en œuvre, l'étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol, et

l'étape de mélange sont similaires à celles du premier mode de mise en œuvre.

[0070] Aussi, le deuxième mode de mise en œuvre se distingue du premier mode de mise en œuvre, par le fait que, après l'étape de mélange, on retire l'outil de forage hors du sol puis, lors de l'étape d'insertion : on réalise un forage **K** dans le bulbe **B** selon la direction de forage **F** avant durcissement du mélange sol-liant.

[0071] Le forage **K** présente un troisième diamètre **D3** qui est inférieur au deuxième diamètre **D2** du bulbe **B**. Le forage **K** est réalisé à l'aide d'un dispositif de forage **40** de forme tubulaire dont l'extrémité inférieure est ouverte et porte un moyen de coupe **42**. Comme illustré en figure **7**, après avoir réalisé le forage **K**, ce dernier est rempli avec du coulis de scellement. Dans cet exemple, le remplissage avec du coulis se fait par injection à travers le dispositif de forage **40**, tout en remontant le dispositif de forage.

[0072] Puis, après le remplissage, on insère l'armature **30** dans le forage **K**, tel qu'illustré en figure **8**. Alternativement, et sans sortir du cadre de la présente invention, l'armature **30** pourrait être insérée dans le forage **K** avant l'étape de remplissage avec du coulis. Dans cet exemple, le coulis de scellement est du coulis de ciment présentant un ratio ciment sur eau C/E de l'ordre de 2.

[0073] Sur la figure **9**, on a illustré l'ancrage **110** obtenu par la mise en œuvre du procédé selon le deuxième mode de mise en œuvre de l'invention.

[0074] Le coulis est choisi de façon que le frottement entre l'armature et le coulis est important, de l'ordre de 1 MPa. Il est également choisi de façon que le frottement entre le coulis et la mixture résultant du mélange du sol avec le liant est plus important que le frottement entre ladite mixture et le sol entourant l'ancrage.

[0075] Dans l'exemple illustré aux figures **6** à **9**, le troisième diamètre **D3** est également inférieur au premier diamètre **D1**. Sans sortir du cadre de la présente invention, le troisième diamètre **D3** pourrait être égal ou légèrement supérieur au premier diamètre **D1** de la portion supérieure, de façon à remplacer le matériau constitutif de la portion supérieure, à savoir la mixture précitée, par du coulis de scellement. Cette variante est notamment illustrée en figure **22** qui sera décrite plus en détail ci-après.

[0076] Sur les figures **10** à **15**, on a illustré un troisième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention. Le troisième mode de mise en œuvre du procédé se distingue du premier mode de mise en œuvre décrit ci-dessus par le fait que la machine de forage comporte en outre un élément tubulaire **50** qui présente un diamètre **D** et une extrémité inférieure **50a**, ainsi qu'une longueur **L**. Comme on le comprend à l'aide de la figure **10**, le dispositif mélangeur est conformé pour être logé dans l'élément tubulaire **50** lorsque le dispositif mélangeur est en position rétractée. En référence aux figures **10** et **12**, on comprend que l'envergure diamétrale **T1** du dispositif mélangeur en position déployée est supérieure au diamètre **D** de l'élément tubulaire **50**. On comprend égale-

ment que l'envergure diamétrale **T2** du dispositif mélangeur en position rétractée est inférieure au diamètre **D** de l'élément tubulaire **50**.

[0077] Dans le troisième mode de mise en œuvre, on introduit l'élément tubulaire **50** dans le sol selon la direction de forage **F** en ayant préalablement disposé l'outil de forage en position rétractée dans l'élément tubulaire **50**. Pour ce faire, on solidarise l'outil de forage **12** avec l'élément tubulaire **50** et on introduit l'ensemble constitué de l'élément tubulaire solidarisé avec l'outil de forage dans le sol selon la direction de forage, comme illustré en figure 10.

[0078] Comme illustré aux figures 11 à 13, après introduction dudit ensemble, on désolidarise l'outil de forage de l'élément tubulaire et on descend ensuite axialement l'outil de forage **12** selon la direction de forage **F** par rapport à l'élément tubulaire **50**. De cette façon, on déplace le dispositif mélangeur **16** sous l'extrémité inférieure **50a** de l'élément tubulaire **50**, après quoi on réalise l'étape de mélange in-situ du sol excavé avec le liant.

[0079] En se référant à la figure 14, on constate que l'élément tubulaire **50** entoure et délimite la portion supérieure **C** qui est disposée au-dessus du bulbe **B**. Après retrait de l'outil de forage **12**, on introduit l'armature **30** dans le bulbe selon la direction de forage **F**, après quoi on retire l'élément tubulaire **50**.

[0080] Sur les figures 17 à 21, on a illustré un quatrième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention, qui diffère du troisième mode de mise en œuvre par le fait que, après retrait de l'outil de forage **12** hors du sol **S**, puis, lors de l'étape d'insertion : on réalise un forage **K** dans la portion supérieure **C** et dans le bulbe **B** selon la direction de forage **F** et selon un troisième diamètre **D3** inférieur au deuxième diamètre **D2**. On remplit ensuite le forage avec le coulis de scellement avant d'insérer l'armature **30** dans le forage **K**. Puis, on retire l'élément tubulaire hors du sol.

[0081] A l'aide des figures 22 à 26, on va maintenant décrire un cinquième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention. Ce mode de mise en œuvre diffère du troisième mode de mise en œuvre par le fait que, après l'étape de mélange, on amène le dispositif mélangeur, en position rétractée, dans l'élément tubulaire **50** puis, lors de l'étape d'introduction, on solidarise l'outil de forage **12** avec l'élément tubulaire **50**, et on entraîne en rotation l'ensemble constitué de l'outil de forage **12** et de l'élément tubulaire **50**, et on déplace ledit ensemble vers l'extrémité inférieure **B1** du bulbe **B**. Ce déplacement est opéré selon la direction de forage **F** de façon à réaliser un forage **K'** dans le bulbe **B**, étant rappelé que le bulbe **B** est à ce moment constitué d'une mixture fraîche résultant du mélange du sol excavé avec le liant.

[0082] Après réalisation du forage **K'**, on désolidarise l'outil de forage **12** et l'élément tubulaire **50**, après quoi on retire l'outil de forage hors du sol tout en laissant l'élément tubulaire **50** dans le bulbe **B**, comme cela est illustré en figure 23.

[0083] Ensuite, on insère l'armature **30'** dans l'élément

tubulaire **50**. Dans cet exemple, l'armature **30'** est constituée d'un tube ouvert en son extrémité inférieure **30'a** et en son extrémité supérieure **30'b**.

[0084] Après introduction de l'armature **30'** dans l'élément tubulaire **50**, on remplit l'élément tubulaire **50** avec du coulis de scellement de façon à remplir le forage **K'**. Ce remplissage est effectué en injectant le coulis de scellement par l'extrémité supérieure **30'b** de l'armature **30'** de façon à refouler le coulis depuis l'extrémité inférieure de l'armature. Après remplissage du forage **K'** avec le coulis de scellement, on retire l'élément tubulaire **50** du sol de façon à obtenir l'ancrage.

[0085] L'armature **30'** pourrait également être une barre ou un toron associée à un dispositif d'injection tel qu'un tube à manchette ou plus simplement un flexible. Sans sortir du cadre de la présente invention, le remplissage pourrait également être réalisé au cours de l'étape illustrée en figure 23.

[0086] Sur la figure 27, on a illustré un tirant d'ancrage **300** comportant un ancrage **200** réalisé à l'aide du deuxième, quatrième ou cinquième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention.

[0087] Ce tirant d'ancrage **300** est solidarisé à un massif de réaction **310** et qui borde le sol. Dans cet exemple non limitatif, le massif de réaction **310** est une paroi verticale en béton.

[0088] Pour réaliser le tirant d'ancrage **300**, l'étape d'introduction précitée comprend une étape préliminaire de forage du massif de réaction **310**. Ce forage est réalisé selon une direction de forage qui est inclinée par rapport à la direction verticale de sorte que l'axe longitudinal **Z** du tirant d'ancrage est incliné par rapport à la verticale.

[0089] On réalise ensuite l'ancrage **200** en mettant en œuvre le procédé selon l'invention. L'ancrage **200**, considéré depuis la surface, comporte successivement une portion supérieure **G** puis au moins un bulbe **B** qui présente un diamètre **D2** supérieur au diamètre **D3** de la portion supérieure **P**. La portion supérieure **G** s'étend selon une hauteur **H1** tandis que le bulbe s'étend sur une hauteur **H2**. On précise que la portion supérieure **G** est destinée à former la partie libre du tirant d'ancrage, tandis que le bulbe **B** forme la partie scellée du tirant d'ancrage **300**. Dans la partie libre, on réduit sensiblement le frottement par un dispositif **203**, telle qu'une gaine graissée, ou une armature enduite d'un revêtement non adhérent.

[0090] En référence aux figures 27 à 29, on constate par ailleurs que la portion supérieure **G** forme la partie supérieure d'un noyau cylindrique constitué de coulis de scellement qui s'étend longitudinalement dans le bulbe **B**. A l'aide de la figure 29, on comprend que le bulbe **B** est constitué d'une couche annulaire de mixture constituée d'un mélange sol-liant entourant le noyau cylindrique de coulis.

[0091] L'ancrage **200** comporte par ailleurs une armature **30**, en l'espèce une barre métallique de diamètre **D4**, qui s'étend selon la direction longitudinale **Z** dans la portion supérieure **G** et dans le bulbe **B**.

[0092] Par ailleurs, on comprend que le noyau cylin-

drique de coulis enrobe l'armature **30** sur plus des deux-tiers de sa longueur. On comprend donc que le bulbe **B** est constitué d'un premier matériau résultant du mélange du sol excavé avec le liant et d'un deuxième matériau, en l'espèce le coulis de scellement, qui entoure l'armature **30**, le premier matériau enrobant le deuxième matériau.

[0093] A titre d'exemple, le diamètre **D2** du bulbe **B** est égal à 600 mm, tandis que le coefficient de frottement entre le premier matériau et le sol est de 80 kPa.

[0094] Le diamètre du noyau cylindrique s'étendant à l'intérieur du bulbe **B** qui est constitué du deuxième matériau présente un diamètre **D3** égal à 150 mm, et un coefficient de frottement entre le premier et le deuxième matériau de l'ordre de 320 kPa.

[0095] Enfin, le diamètre de l'armature **30** est de 50 mm, et le coefficient de frottement entre l'armature et le deuxième matériau est de l'ordre de 960 kPa.

[0096] Après construction de l'ancrage **200**, on monte une tête de tirant **320** à l'extrémité supérieure de la portion supérieure **G**, cette tête de tirant étant fixée au massif de réaction et à l'armature **30**. Après avoir placé la tête de tirant **320**, on met en tension l'armature **30** de façon à pré-contraindre le tirant d'ancrage **300**.

Revendications

1. Procédé de construction d'un ancrage dans un sol, dans lequel :

on fournit une armature et une machine de forage (10) qui comporte :

un outil de forage (12) qui est rotatif autour d'un axe longitudinal (A), l'outil de forage étant muni d'un dispositif mélangeur déployable qui présente une position rétractée et une position déployée, le dispositif mélangeur (14) présentant en position déployée une envergure diamétrale (T1) qui est supérieure à son envergure diamétrale (T2) en position rétractée ;

un dispositif (22) pour injecter au moins un fluide dans le sol ;

procédé dans lequel :

on réalise une étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol selon une direction de forage (F) parallèle à l'axe longitudinal (A) afin de former une portion supérieure (C1) ayant un premier diamètre (D1), une première hauteur (H1) et s'étendant jusqu'à une première profondeur (P1), le dispositif mélangeur étant en position rétractée pendant l'étape d'introduction ; puis on réalise une étape de mélange au cours

de laquelle on amène le dispositif mélangeur en position déployée et on entraîne en rotation l'outil de forage avec le dispositif mélangeur (14), en position déployée, tout en déplaçant axialement l'outil de forage selon la direction de forage, et tout en injectant le fluide de façon à réaliser un mélange mécanique in situ du sol en place avec le fluide, de manière à former dans le sol, en-dessous de la portion supérieure (C1), un bulbe (B) ayant un deuxième diamètre (D2) qui est supérieur au premier diamètre (D1) ; **caractérisé en ce que :**

on réalise un forage (K,K') dans le bulbe (B) selon la direction de forage (F) et selon un troisième diamètre (D3) inférieur au deuxième diamètre (D2) ;

on remplit le forage avec du coulis de scellement ;

on réalise une étape d'insertion au cours de laquelle on insère l'armature dans le bulbe, l'armature étant insérée dans le forage (K,K') avant ou après avoir rempli le forage avec du coulis de scellement, par quoi on obtient un ancrage (E1) dans le sol.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite armature (30) est constituée par un dispositif de forage utilisé pour réaliser le forage (K) dans le bulbe.

3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la machine de forage comporte en outre un élément tubulaire ayant un diamètre (D) et une extrémité inférieure (50a), le dispositif mélangeur étant conformé pour être logé dans l'élément tubulaire (50) lorsque ledit dispositif mélangeur est en position rétractée, l'envergure diamétrale (H) du dispositif mélangeur en position déployée étant supérieure au diamètre (D) de l'élément tubulaire (50), procédé dans lequel, au cours de l'étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol :

on introduit l'élément tubulaire (50) dans le sol jusqu'à la première profondeur selon la direction de forage (F) ;

on introduit l'outil de forage en position rétractée dans l'élément tubulaire ;

puis, après l'étape d'introduction de l'outil de forage dans le sol, on déplace axialement l'outil de forage selon la direction de forage par rapport à l'élément tubulaire (50) de façon à déplacer le dispositif mélangeur (16) sous l'extrémité inférieure (50a) de l'élément tubulaire (50) puis on réalise ladite étape de mélange.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel, après l'étape de mélange, on amène le dispositif mélangeur, en position rétractée, dans l'élément tubulaire

(50) puis, lors de l'étape d'introduction :

- on solidarise l'outil de forage (12) avec l'élément tubulaire (50) ;
 - on entraîne en rotation l'ensemble constitué de l'outil de forage (12) et de l'élément tubulaire (50), et on déplace ledit ensemble vers l'extrémité inférieure (B1) du bulbe (B) selon la direction de forage (F) de façon à réaliser un forage (K') dans le bulbe ;
 - on désolidarise l'outil de forage (4) et l'élément tubulaire (50) ;
 - on retire l'outil de forage en laissant l'élément tubulaire (50) dans le bulbe (B) ;
 - on insère l'armature (301) dans l'élément tubulaire (50) ;
 - on remplit le forage avec du coulis de scellement.
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel, lors de l'étape d'introduction, on introduit tout d'abord l'élément tubulaire (50) dans le sol, puis on introduit l'outil de forage (12) dans l'élément tubulaire préalablement introduit dans le sol. 20
 6. Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel, lors de l'étape d'introduction, on introduit simultanément dans le sol l'élément tubulaire (50) avec l'outil de forage, le dispositif mélangeur étant préalablement amené en position rétractée et solidarisé avec l'élément tubulaire. 25
 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, dans lequel on retire l'élément tubulaire à l'issue ou pendant l'étape d'insertion. 30
 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le fluide est un liant. 35
 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'outil de forage comporte un corps tubulaire (16) s'étendant selon l'axe longitudinal (A), dans lequel le dispositif mélangeur comporte deux ailes déployables (18,20) qui sont montées pivotantes par rapport au corps tubulaire. 40
 10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel le dispositif mélangeur comporte en outre des organes ressorts disposés entre le corps tubulaire et chacune des ailes déployables, les organes ressort tendant à amener le dispositif mélangeur en position déployée par pivotement des ailes déployables. 45
 11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le fluide est injecté sous pression pendant l'étape de mélange. 50
 12. Procédé selon l'une quelconque des revendications

précédentes, dans lequel, à l'issue de l'étape de mélange et avant l'étape d'insertion, on substitue le matériau initial du bulbe constitué du mélange du sol en place avec le fluide par un matériau de scellement.

13. Procédé de construction d'un tirant d'ancrage précontraint (300) dans un sol (S) bordé par un massif de réaction (310), dans lequel on met en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, dans lequel l'étape d'introduction comprend une étape préliminaire de forage du massif de réaction (310), dans lequel, après obtention de l'ancrage (200), on dispose une tête de tirant (320) entre le massif de réaction (310) et l'armature (30), puis on met en tension l'armature (30).
14. Ancrage (200) dans un sol dans lequel, considéré depuis la surface dudit sol, ledit ancrage s'étend selon une direction longitudinale (Z) et comporte successivement une portion supérieure (P), puis au moins un bulbe (B) présentant un diamètre supérieur au diamètre de la portion supérieure (P), la portion supérieure et le bulbe comportant au moins un premier matériau, dans lequel l'ancrage comporte en outre une armature (30) s'étendant selon la direction longitudinale (Z) dans la portion supérieure (P) et dans le bulbe (B), l'ancrage étant **caractérisé en ce que** l'armature est enrobée d'un deuxième matériau selon un diamètre d'enrobage (D3) qui est inférieur au diamètre (D2) du bulbe (3).
15. Ancrage dans un sol selon la revendication 14, dans lequel le premier matériau est constitué d'un mélange du sol excavé avec un liant.
16. Ancrage selon la revendication 14 ou 15, dans lequel le deuxième matériau forme un enrobage cylindrique s'étendant longitudinalement dans le bulbe (3) et dans la portion supérieure (P).
17. Ancrage selon l'une quelconque des revendications 14 à 16, dans lequel le deuxième matériau est un coulis de scellement.
18. Ancrage selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, dans lequel l'armature (30) comprend une barre métallique, un tube ou bien au moins un toron.
19. Tirant d'ancrage (300) comportant un ancrage (200) selon l'une quelconque des revendications 14 à 18.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Verankerung in einem Boden, wobei:

ein Anker und eine Bohrmaschine (10) bereitgestellt werden, die umfasst:

ein Bohrwerkzeug (12), das um eine Längsachse (A) drehbar ist, wobei das Bohrwerkzeug mit einer ausfahrbaren Mischervorrichtung versehen ist, die eine zurückgezogene Position und eine ausgefahrene Position aufweist, wobei die Mischervorrichtung (14) in der ausgefahrenen Position eine diametrale Spannweite (T1) aufweist, die größer ist als ihre diametrale Spannweite (T2) in der zurückgezogenen Position, eine Vorrichtung (22) zum Injizieren mindestens eines Fluids in den Boden,

wobei in dem Verfahren:

ein Schritt des Einführens des Bohrwerkzeugs in den Boden in einer Bohrrichtung (F) parallel zu der Längsachse (A) durchgeführt wird, um einen oberen Abschnitt (C1) mit einem ersten Durchmesser (D1) und einer ersten Höhe (H1) zu bilden, und der sich in eine erste Tiefe (P1) erstreckt, wobei sich die Mischervorrichtung während des Einführschritts in der zurückgezogenen Position befindet, anschließend ein Schritt des Mischens durchgeführt wird, bei dem die Mischervorrichtung in die ausgefahrene Position geführt wird und das Bohrwerkzeug mit der Mischervorrichtung (14) in der ausgefahrenen Position in Drehung angetrieben wird, wobei gleichzeitig axial das Bohrwerkzeug in der Bohrrichtung verschoben wird, und wobei gleichzeitig das Fluid injiziert wird, um eine mechanische Mischung in situ des Bodens gemeinsam mit dem Fluid durchzuführen, um in dem Boden, unter dem oberen Abschnitt (C1), eine Zwiebelform (B) mit einem zweiten Durchmesser (D2) zu bilden, der größer ist als der erste Durchmesser (D1),

dadurch gekennzeichnet, dass:

eine Bohrung (K, K') in der Zwiebelform (B) in der Bohrrichtung (F) und mit einem dritten Durchmesser (D3) durchgeführt wird, der kleiner ist als der zweite Durchmesser (D2), die Bohrung mit Versiegelungsmörtel gefüllt wird, ein Schritt des Einsetzens durchgeführt wird, bei dem der Anker in die Zwiebelform eingesetzt wird, wobei der Anker in die Bohrung (K, K') eingesetzt wird, bevor oder nachdem die Bohrung mit dem Versiegelungsmörtel gefüllt worden ist, wodurch eine

Verankerung (E1) in dem Boden erhalten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Anker (30) aus einer Bohrvorrichtung besteht, die verwendet wird, um die Bohrung (K) in der Zwiebelform durchzuführen.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bohrmaschine außerdem ein rohrförmiges Element mit einem Durchmesser (D) und ein unteres Ende (50a) umfasst, wobei die Mischervorrichtung dafür geeignet ist, um in dem rohrförmigen Element (50) aufgenommen zu werden, wenn sich die Mischervorrichtung in der zurückgezogenen Position befindet, wobei die diametrale Spannweite (H) der Mischervorrichtung in der ausgefahrenen Position größer ist als der Durchmesser (D) des rohrförmigen Elements (50), wobei in dem Verfahren während des Schritts des Einführens des Bohrwerkzeugs in den Boden:

das rohrförmige Element (50) in den Boden in eine erste Tiefe in der Bohrrichtung (F) eingeführt wird, das Bohrwerkzeug in der zurückgezogenen Position in das rohrförmige Element eingeführt wird, anschließend, nach dem Einführen des Bohrwerkzeugs in den Boden, axial das Bohrwerkzeug in der Bohrrichtung in Bezug auf das rohrförmige Element (50) verschoben wird, um die Mischervorrichtung (16) unter dem unteren Ende (50a) des rohrförmigen Elements (50) zu verschieben, wobei dann der Schritt des Mischens durchgeführt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei, nach dem Schritt des Mischens, die Mischervorrichtung in der zurückgezogenen Position in das rohrförmige Element (50) geführt wird, anschließend während des Schritts des Einführens:

das Bohrwerkzeug (12) mit dem rohrförmigen Element (50) fest verbunden wird, die Einheit, die aus dem Bohrwerkzeug (12) und dem rohrförmigen Element (50) besteht, in Drehung angetrieben wird, und die Einheit zu dem unteren Ende (B1) der Zwiebelform (B) in der Bohrrichtung (F) verschoben wird, um eine Bohrung (K') in der Zwiebelform durchzuführen, das Bohrwerkzeug (4) und das rohrförmige Element (50) voneinander gelöst werden, das Bohrwerkzeug herausgezogen wird, wobei das rohrförmige Element (50) in der Zwiebelform (B) belassen wird, der Anker (301) in das rohrförmige Element (50) eingesetzt wird,

die Bohrung mit Versiegelungsmörtel gefüllt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei, während des Einführschritts zuerst das rohrförmige Element (50) in den Boden eingeführt wird, anschließend das Bohrwerkzeug (12) in das rohrförmige Element eingeführt wird, das zuvor in den Boden eingeführt wurde.
6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, wobei, während des Einführschritts gleichzeitig das rohrförmige Element (50) mit dem Bohrwerkzeug in den Boden eingeführt wird, wobei die Mischervorrichtung zuvor in die zurückgezogene Position geführt wird und mit dem rohrförmigen Element fest verbunden wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei das rohrförmige Element am Ende oder während des Einführschritts herausgezogen wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Fluid ein Bindemittel ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Bohrwerkzeug einen rohrförmigen Körper (16) umfasst, der sich in der Längsachse (A) erstreckt, wobei die Mischervorrichtung zwei ausfahrbare Flügel (18, 20) umfasst, die schwenkbar in Bezug auf den rohrförmigen Körper montiert sind.
10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Mischervorrichtung außerdem Federelemente umfasst, die zwischen dem rohrförmigen Körper und jedem der ausfahrbaren Flügel angeordnet sind, wobei die Federelemente dazu tendieren, die Mischervorrichtung durch Verschwenken der ausfahrbaren Flügel in die ausgefahrene Position zu führen.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Fluid unter Druck während des Mischschritts injiziert wird.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei am Ende des Mischschritts und vor dem Einführschritt das anfängliche Material der Zwiebelform, das aus der Mischung des Bodens gemeinsam mit dem Fluid besteht, durch ein Versiegelungsmaterial ersetzt wird.
13. Verfahren zur Herstellung einer vorgespannten Verankerungszugstange (300) in einem Boden (S), der von einem Reaktionsmassiv (310) begrenzt wird, wobei das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9 angewendet wird, bei dem der Einführschritt einen vorausgehenden Schritt des Bohrens des Reaktionsmassivs (310) umfasst, bei dem, nach dem Erhalten der Verankerung (200), ein Zugstangen-

kopf (320) zwischen dem Reaktionsmassiv (310) und dem Anker (30) angeordnet wird, und anschließend der Anker (30) unter Spannung gesetzt wird.

14. Verankerung (200) in einem Boden, wobei, gesehen von der Oberfläche des Bodens, sich die Verankerung in einer Längsrichtung (Z) erstreckt und aufeinanderfolgend einen oberen Abschnitt (P), anschließend mindestens eine Zwiebelform (B) umfasst, die einen Durchmesser aufweist, der größer ist als der Durchmesser des oberen Abschnitts (P), wobei der obere Abschnitt und die Zwiebelform mindestens ein erstes Material umfassen, wobei die Verankerung außerdem einen Anker (30) umfasst, der sich in der Längsrichtung (Z) in dem oberen Abschnitt (P) und in der Zwiebelform (B) erstreckt, wobei die Verankerung **dadurch gekennzeichnet ist, dass** der Anker mit einem zweiten Material mit einem Umhüllungsdurchmesser (D3) umhüllt ist, der kleiner ist als der Durchmesser (D2) der Zwiebelform (3).
15. Verankerung in einem Boden nach Anspruch 14, wobei das erste Material aus einer Mischung des ausgehobenen Bodens mit einem Bindemittel besteht.
16. Verankerung nach Anspruch 14 oder 15, wobei das zweite Material eine zylindrische Umhüllung bildet, die sich in Längsrichtung in der Zwiebelform (3) und in dem oberen Abschnitt (P) erstreckt.
17. Verankerung nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei das zweite Material ein Versiegelungsmörtel ist.
18. Verankerung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei der Anker (30) einen Metallstab, ein Rohr oder auch mindestens einen Strang umfasst.
19. Verankerungszugstange (300), umfassend eine Verankerung (200) nach einem der Ansprüche 14 bis 18.

Claims

1. A method of constructing a ground anchor, wherein:
 - there are provided tendon and a boring machine (10) that comprises:
 - a boring tool (12) that is rotatable about a longitudinal axis (A), the boring tool being provided with a deployable mixer device that presents a retracted position and a deployed position, the mixer device (14) in the deployed positioned presenting a diametral span (T1) that is greater than its diametral span (T2) in a retracted position; and

- a device (22) for injecting at least one fluid into the ground;

the method comprising:

- performing an introduction step for introducing the boring tool into the ground along a boring axis (F) parallel to the longitudinal axis (A) so as to form a top portion (C1) having a first diameter (D1), a first height (H1), and extending to a first depth (PI), the mixer device being in the retracted position during the introduction step; then
 - performing a mixing step during which the mixer device is taken to the deployed position and the boring tool is driven in rotation with the mixer device (14) in the deployed position while moving the boring tool axially along the boring axis and while injecting the fluid so as to perform mechanical in-situ mixing of the ground in place with the fluid, thereby forming a bulb (B) in the ground under the top portion (C1), which bulb has a second diameter (D2) that is greater than the first diameter (D1); **characterized in that:**
 - making a borehole (K, K') in the bulb (B) along the boring axis (F) and having a third diameter (D3) less than the second diameter (D2); **characterized in that:**
 - filling the borehole with a bonding grout; and
 - performing an insertion step during which the tendon is inserted in the bulb, the tendon being inserted into the borehole (K, K') before or after filling the borehole with the bonding grout, whereby a ground anchor (E1) is obtained.

2. A method according to claim 1, wherein said tendon (30) is constituted by a boring device used for making the borehole (K) in the bulb.

3. A method according to any one of preceding claims, wherein the boring machine further comprises a tubular element having a diameter (D) and a bottom end (50a), the mixer device being shaped to be received inside the tubular element (50) when the mixer device is in the retracted position, the diametral span (H) of the mixer device in the deployed position being greater than the diameter (D) of the tubular element (50), the method comprising, during the step of introducing the boring tool into the ground:

- introducing the tubular element (50) into the ground to the first depth along the boring axis (F);
 - introducing the boring tool in the retracted position into the tubular element; then
 - after the step of introducing the boring tool into the ground, moving the boring tool axially along the boring axis relative to the tubular element (50) so as to move the mixer device (16) under the bottom end (50a) of the tubular element (50)

and then performing said mixing step.

4. A method according to claim 3, wherein, after the mixing step, the mixer device in the retracted position is put into the tubular element (50), and then during the introduction step:

- the boring tool (12) is secured to the tubular element (50);
 - the assembly constituted by the boring tool (12) and the tubular element (50) is driven in rotation and said assembly is moved towards the bottom end (B1) of the bulb (B) along the boring axis (F) so as to make a borehole (K') in the bulb;
 - the boring tool (4) is separated from the tubular element (50);
 - the boring tool is withdrawn while leaving the tubular element (50) in the bulb (B);
 - the tendon (301) is inserted into the tubular element (50); and
 - the borehole is filled with the bonding grout.

5. A method according to claim 3 or claim 4, wherein, during the introduction step, the tubular element (50) is introduced initially into the ground, and then the boring tool (12) is introduced into the tubular element that has previously been introduced into the ground.

6. A method according to claim 3 or claim 4, wherein, during the introduction step, the tubular element (50) together with the boring tool are introduced simultaneously into the ground, the mixer device being previously put in its retracted position and secured to the tubular element.

7. A method according to any one of claims 3 to 6, wherein the tubular element is withdrawn at the end of or during the insertion step.

8. A method according to any one of preceding claims, wherein the fluid is a binder.

9. A method according to any one of preceding claims, wherein the boring tool has a tubular body (16) extending along the longitudinal axis (A), and wherein the mixer device has two deployable wings (18, 20) that are mounted to pivot relative to the tubular body.

10. A method according to claim 9, wherein the mixer device further comprises spring members arranged between the tubular body and each of the deployable wings, the spring members tending to bring the mixer device into the deployed position by pivoting the deployable wings.

11. A method according to any one of preceding claims, wherein the fluid is injected under pressure during the mixing step.

12. A method according to any one of preceding claims, wherein, at the end of the mixing step and before the insertion step, the initial material of the bulb constituted by the mixture of the ground in place with the fluid is replaced by a bonding material. 5
13. A method of constructing a prestressed anchoring tie-rod (300) in ground (S) beside a reaction mass (310), including performing the method according to any one of claims 1 to 9, wherein the introduction step includes a preliminary step of making a borehole in the reaction mass (310) in which, after obtaining the anchor (300), a tie-rod head (320) is placed between the reaction mass (310) and the tendon (30), and then the tendon (30) is put under tension. 10 15
14. A ground anchor (200), wherein, when considered from the surface of said ground, said anchor extends along a longitudinal axis (Z) and comprises in succession a top portion (P), followed by at least one bulb (B) presenting a diameter greater than the diameter of the top portion (P), the top portion and the bulb comprising at least a first material, wherein the anchor also comprises a tendon (30) extending along the longitudinal axis (Z) in the top portion (P) and in the bulb (B), **characterized in that** the tendon is covered in a second material over a covering diameter (D3) that is less than the diameter (D2) of the bulb (3). 20 25 30
15. A ground anchor according to claim 14, wherein the first material is constituted by a mixture of the excavated ground with a binder.
16. An anchor according to claim 14 or claim 15, wherein the second material forms a cylindrical covering extending longitudinally in the bulb (3) and in the top portion (P). 35
17. An anchor according to any one of claims 14 to 16, wherein the second material is a bonding grout. 40
18. An anchor according to any one of claims 14 to 17, wherein the tendon (30) comprises a metal bar, a tube, or at least one strand. 45
19. An anchoring tie-rod (300) comprising an anchor (200) according to any one of claims 14 to 18. 50

55

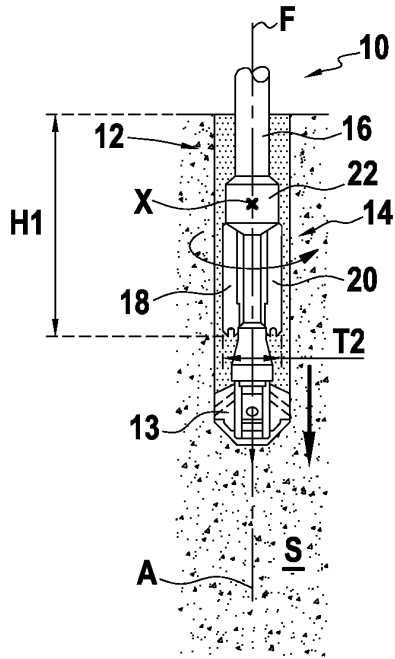


FIG.1

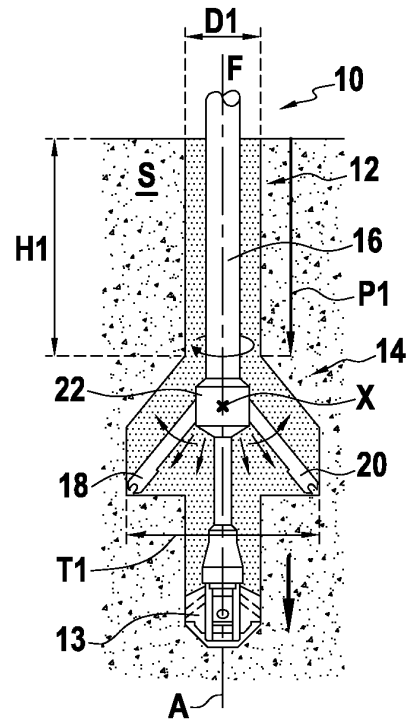


FIG.2

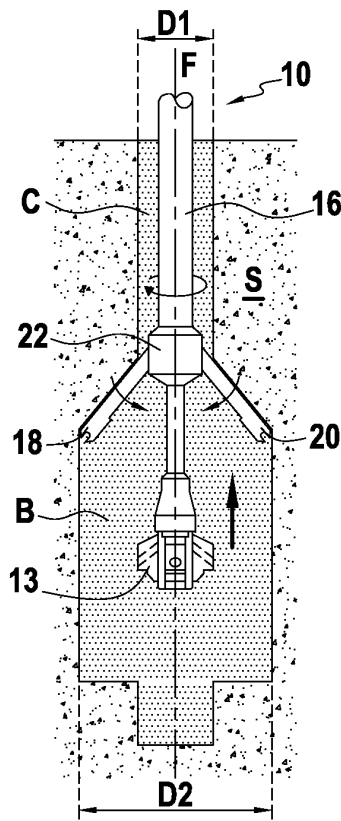


FIG.3

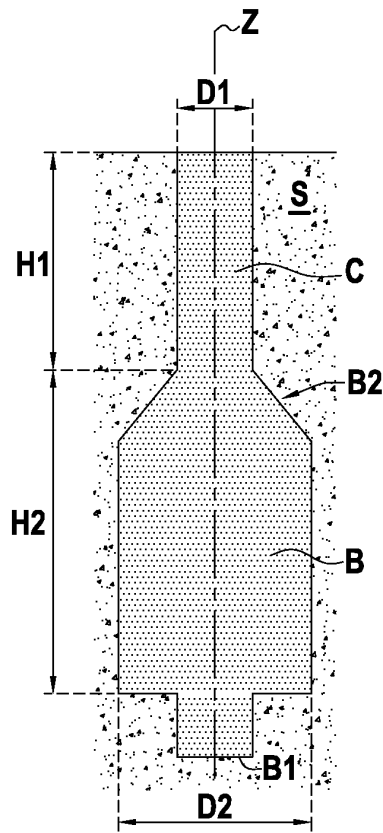


FIG.4

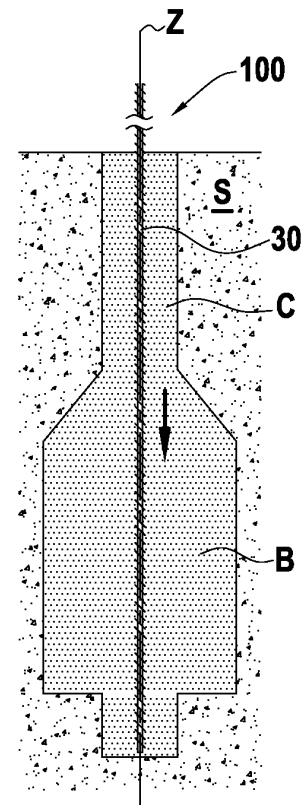


FIG.5

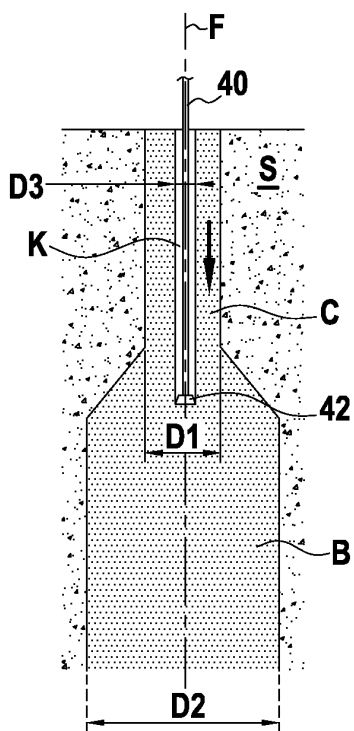


FIG. 6

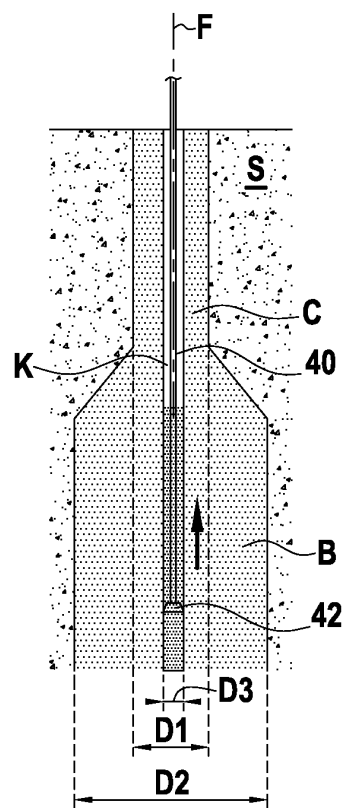


FIG. 7

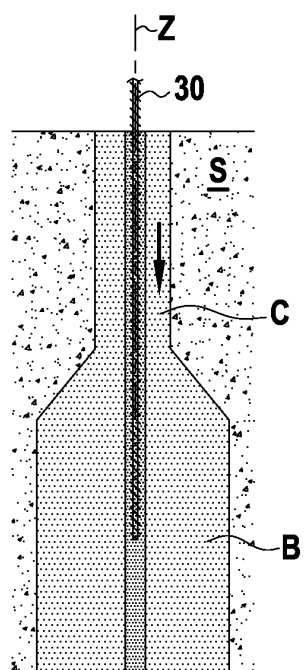


FIG. 8

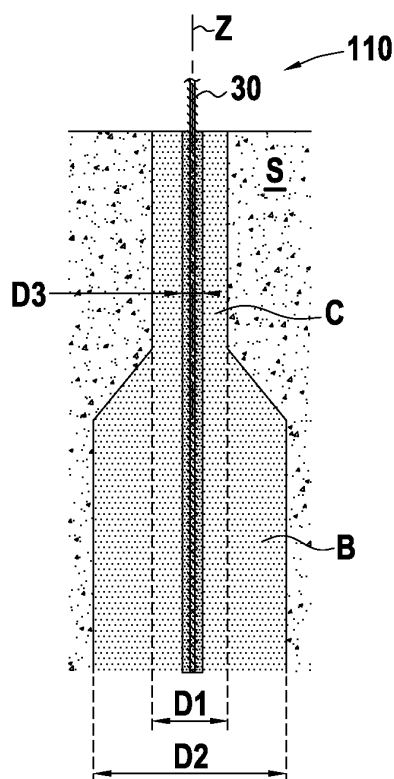


FIG. 9

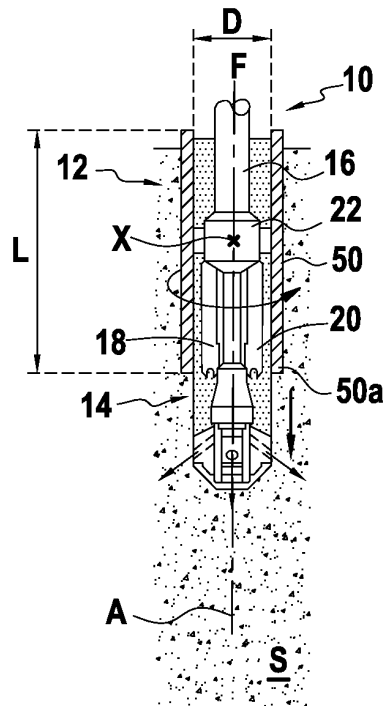


FIG.10

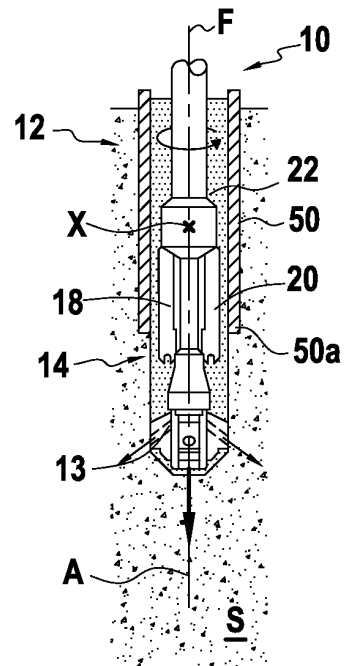


FIG.11

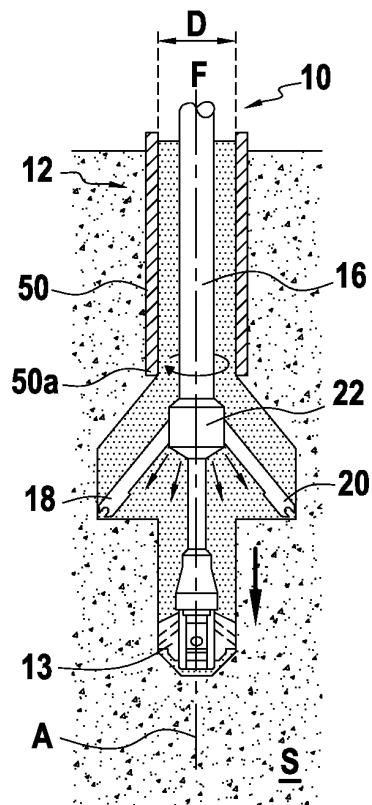


FIG.12

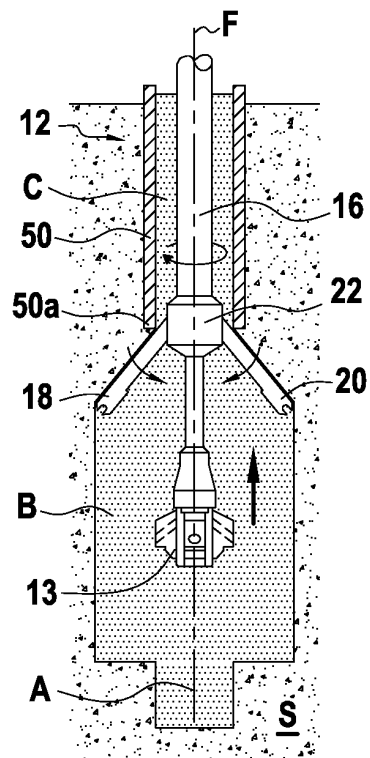


FIG.13

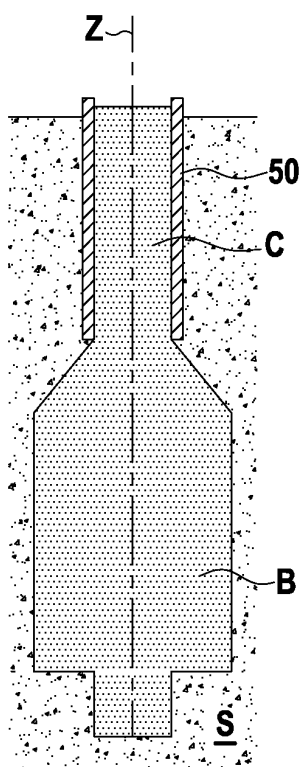


FIG. 14

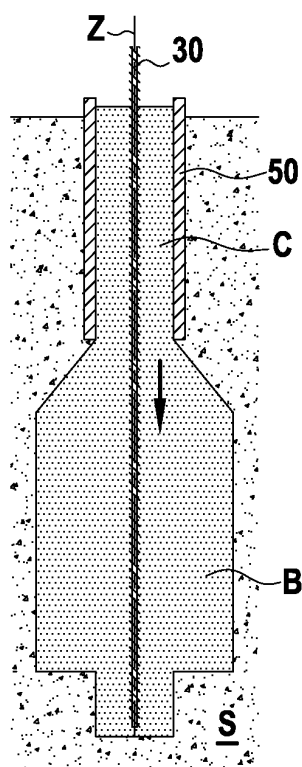


FIG. 15

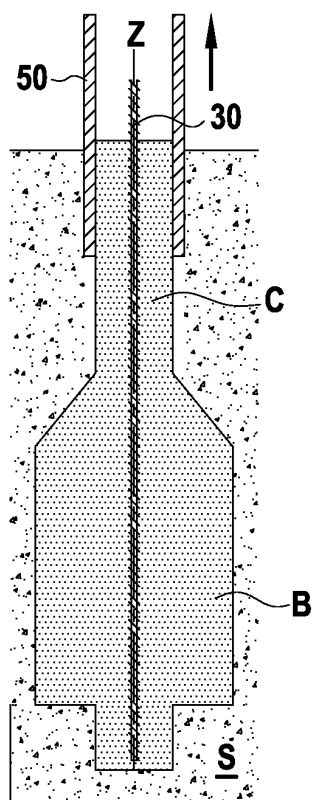


FIG. 16

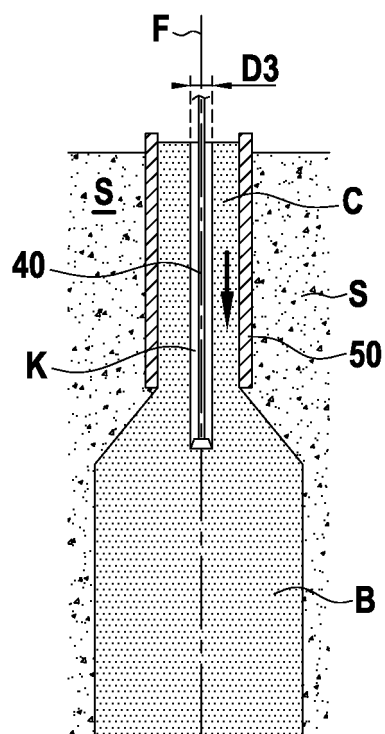


FIG. 17

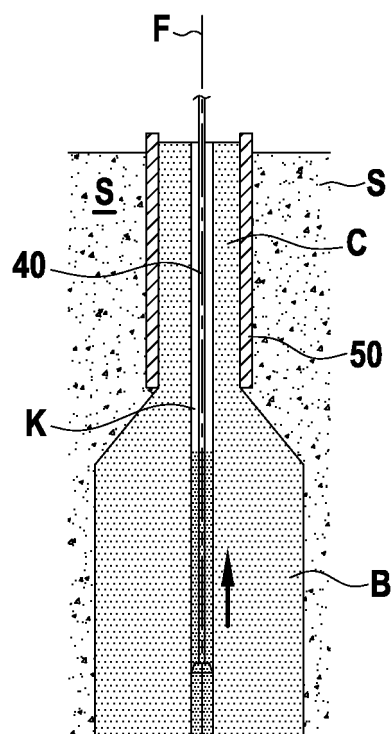


FIG. 18

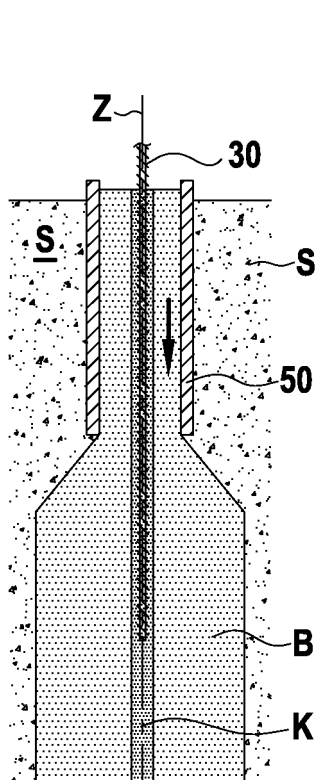


FIG. 19

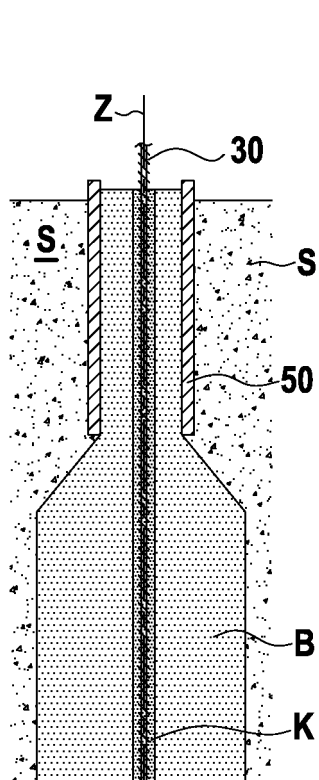


FIG. 20

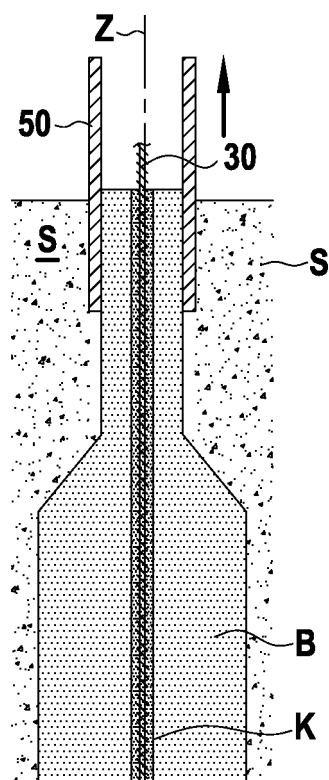


FIG. 21

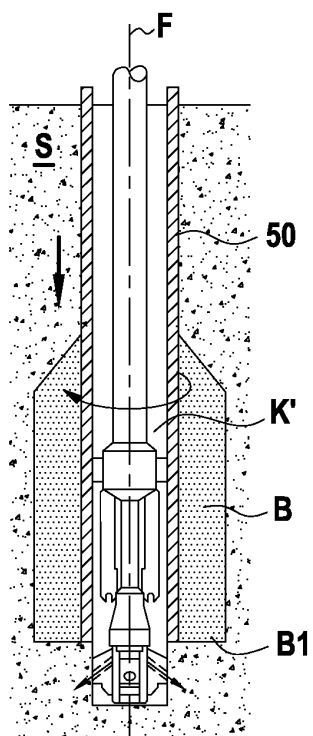


FIG. 22

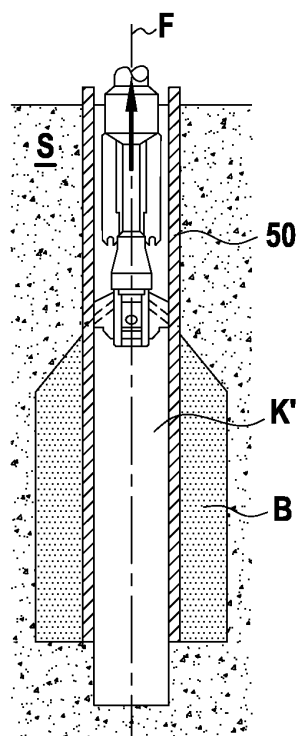


FIG. 23

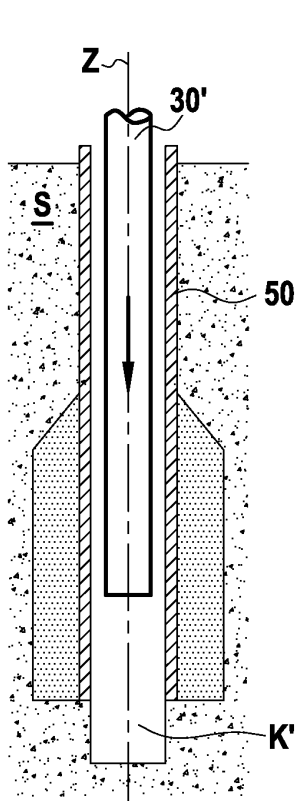


FIG. 24

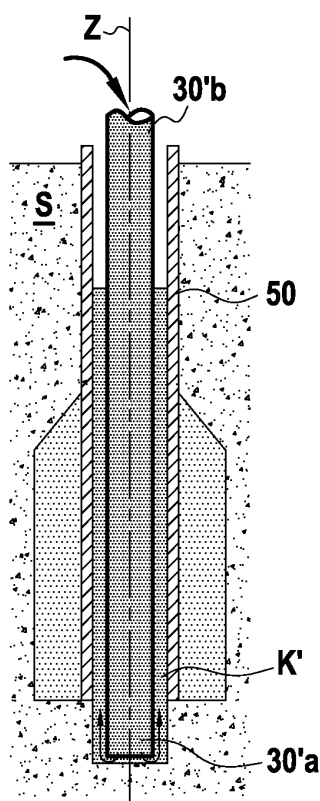


FIG. 25

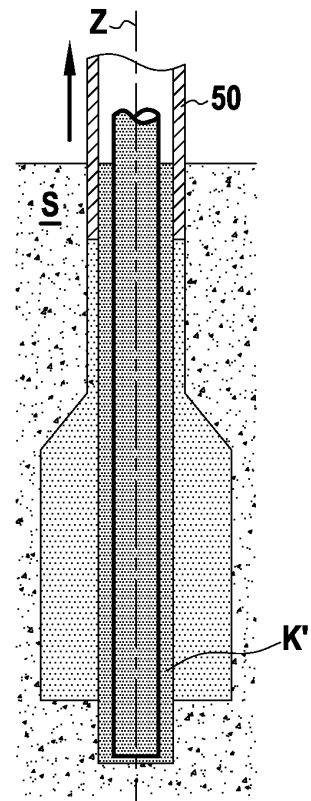
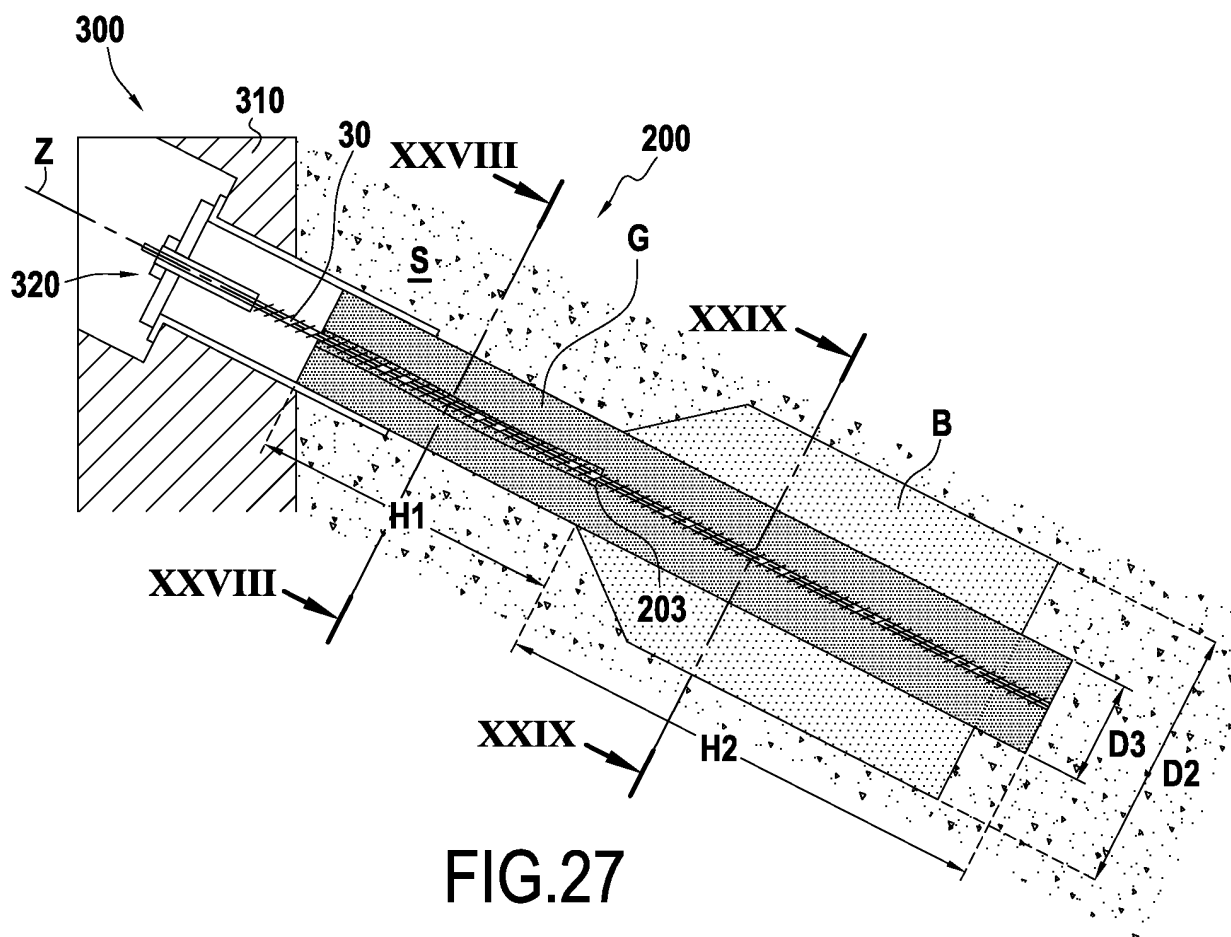
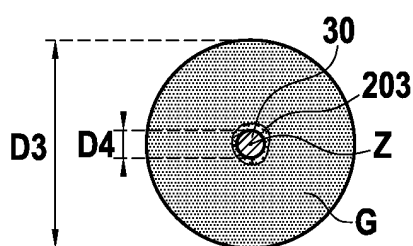
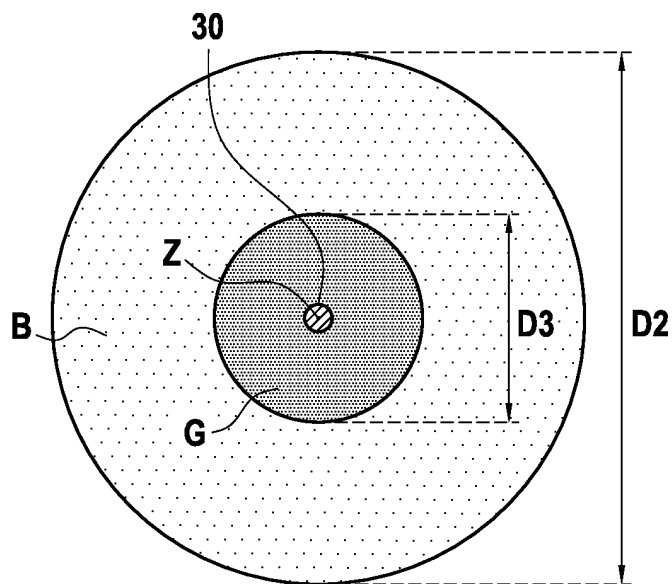


FIG. 26



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

- CH 146798 [0006]
- US 4015433 A [0006]
- WO 2016009143 A [0007]
- EP 1878833 A [0012] [0040] [0054]
- EP 2931979 A [0012] [0040] [0054]
- ES 2402975 [0012] [0040]
- JP 11222846 B [0012] [0040]