

(19)



(11)

EP 3 735 507 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
14.02.2024 Bulletin 2024/07

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
E21B 7/18 (2006.01) E04G 23/08 (2006.01)
B26F 3/00 (2006.01) E21B 10/60 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **19700057.3**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E21B 7/18; E21B 10/60

(22) Date de dépôt: **04.01.2019**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2019/050139

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2019/134956 (11.07.2019 Gazette 2019/28)

(54) **ENSEMBLE DE FORAGE ET PROCÉDÉ DE FORAGE ASSOCIÉ**

BOHRANORDNUNG UND ZUGEHÖRIGES BOHRVERFAHREN

BORING ASSEMBLY AND ASSOCIATED BORING METHOD

(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

(72) Inventeur: **LACROIX, Marc**
69450 SAINT CYR AU MONT D'OR (FR)

(30) Priorité: **05.01.2018 FR 1850103**

(74) Mandataire: **Lavoix**
2, place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cedex 09 (FR)

(43) Date de publication de la demande:
11.11.2020 Bulletin 2020/46

(56) Documents cités:
EP-A1- 0 481 545 WO-A1-2018/121815
JP-A- S 642 899 US-A- 2 868 509
US-A- 4 850 440

(73) Titulaire: **Framatome**
92400 Courbevoie (FR)

EP 3 735 507 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

[0001] La présente invention concerne un ensemble de forage s'étendant le long d'un axe central. L'invention concerne également un procédé de forage.

[0002] En particulier, l'invention concerne le forage dans une structure de génie civil, notamment lors du démantèlement de centrales nucléaires.

[0003] On connaît la technique de forage par carottage au moyen d'une couronne de forage de même diamètre que le trou à réaliser dans la structure.

[0004] On connaît notamment de US 4 850 440 un tel système de forage.

[0005] Toutefois, cette technique ne permet pas de réaliser des forages inclinés de façon satisfaisante. En effet, en fin de forage, une partie de la couronne de forage perce encore la structure tandis que le reste de la couronne fait saillie hors de la structure et peut endommager un équipement situé à proximité de la structure.

[0006] On connaît de US2868509 un appareil de forage pour le forage de trous dans le sol, en particulier pour le forage de puits de pétrole.

[0007] On connaît également de US20120067184, un système de forage pour effectuer de l'hydrodémolition de béton. Le système comprend une tête de forage configurée pour fournir un jet d'eau à haute pression et une autre tête de forage configurée pour fournir un jet abrasif.

[0008] Toutefois, la manutention d'un tel système est compliquée.

[0009] Le but de l'invention est alors de proposer un ensemble de forage permettant de simplifier sa manutention.

[0010] A cet effet, l'invention a pour objet un ensemble de forage selon la revendication 1.

[0011] La manutention de l'ensemble de forage selon l'invention est plus simple. En effet, le forage au moyen de l'ensemble de forage selon l'invention ne nécessite pas l'introduction alternée de plusieurs têtes de forage, comme c'est le cas pour les systèmes de forage de l'état de la technique, qui entraîne des pertes de temps et des imprécisions de forage.

[0012] Suivants d'autres aspects avantageux de l'invention, l'ensemble de forage comprend une ou plusieurs des caractéristiques des revendications 2 à 8.

[0013] L'invention concerne également un procédé de forage au moyen d'un ensemble de forage tel que décrit ci-dessus selon la revendication 9.

[0014] Suivant un autre aspect avantageux de l'invention, le procédé de forage est selon la revendication 10.

[0015] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description détaillée qui en est donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées parmi lesquelles :

- la figure 1 est une représentation schématique, partiellement en coupe, d'un ensemble de forage selon l'invention et d'une coupe d'une paroi dans laquelle est introduit l'ensemble de forage ;

- la figure 2 est une vue en perspective de la tête de forage de l'ensemble de forage de la figure 1 ;
- la figure 3 est une vue en perspective de la tête de forage de l'ensemble de forage de la figure 1 lors d'une étape de fourniture d'un jet d'eau sans abrasif ;
- la figure 4 est une vue en perspective de la tête de forage de l'ensemble de forage de la figure 1 lors d'une étape de fourniture d'un jet abrasif ;
- la figure 5 est une vue en perspective de la tête de forage de l'ensemble de forage de la figure 1 lors d'une étape de fourniture d'un jet abrasif orienté différemment que sur la figure 4.

[0016] Un ensemble de forage 10 est représenté sur la figure 1.

[0017] L'ensemble de forage 10 est configuré pour forer une paroi 12, notamment une paroi 12 comportant des éléments minéraux et métalliques. En particulier, la paroi 12 est en béton armé composé de béton 14 et d'éléments métalliques 16. Les éléments métalliques 16 sont, par exemple, des barres de fer ou d'acier.

[0018] L'ensemble de forage 10 s'étend le long d'un axe principal A-A'.

[0019] L'ensemble de forage 10 comprend une tête de forage 18 comportant au moins une première buse 20 et au moins une deuxième buse 22, la ou chaque deuxième buse 22 étant différente de la ou chaque première buse 20.

[0020] Comme visible sur la figure 1, l'ensemble de forage 10 comprend dans l'exemple illustré sur les figures, une seule première buse 20 et une seule deuxième buse 22.

[0021] Comme visible sur la figure 2, la tête de forage 18 est de forme cylindrique. La tête de forage 18 présente un axe central de tête B-B' s'étendant selon l'axe principal A-A'.

[0022] Avantageusement, la tête de forage 18 possède un diamètre supérieur à 200 mm. En théorie, le diamètre n'a pas de limite supérieure. Pour les applications dans une structure de génie civil, la tête de forage 18 possède un diamètre notamment compris entre 200 mm et 1000 mm, par exemple 280 mm.

[0023] La tête de forage 18 présente une face avant 24, la face avant 24 étant configurée pour être disposée en regard de la zone de la paroi 12 à forer. La face avant 24 est sensiblement orthogonale à l'axe central de tête B-B'.

[0024] La ou chaque première buse 20 est configurée pour fournir un jet de fluide, notamment un jet d'eau sans abrasif.

[0025] Par abrasif, on entend un matériau très dur utilisé pour user d'autres matériaux plus tendres. En particulier, le matériau abrasif a une dureté supérieure à 6 mohs. Un matériau abrasif est également caractérisé par sa granulométrie, avantageusement, comprise entre 30 et 80 mesh.

[0026] La ou chaque deuxième buse 22 est configurée pour fournir un jet de fluide, notamment un jet comportant

au moins un matériau abrasif. Le matériau abrasif est, par exemple, composé de grenat ou d'amandine. Avantagusement, le fluide est de l'eau dans lequel est ajouté le matériau abrasif.

[0027] L'ensemble de forage 10 comprend en outre un premier dispositif de fourniture 26 et un deuxième dispositif de fourniture 28.

[0028] Le premier dispositif de fourniture 26 est configuré pour fournir le jet d'eau sans abrasif à l'au moins une première buse 20.

[0029] En particulier, le premier dispositif de fourniture 26 est configuré pour fournir le jet d'eau à très haute pression afin de permettre le forage par démolition par éclatement du béton 14. La très haute pression du jet d'eau est comprise entre 2000 bar et 3000 bar. Le débit associé du jet d'eau est compris entre 10 l.min⁻¹ et 20 l.min⁻¹.

[0030] L'ensemble de forage 10 comprend avantagusement au moins une troisième buse, non représentée sur les figures.

[0031] Le premier dispositif de fourniture 26 est, en outre, configuré pour fournir un jet d'eau sans abrasif à basse pression à l'au moins une troisième buse afin de permettre l'évacuation des gravats de la zone de la paroi 12 à forer. En particulier, la basse pression du jet d'eau est comprise entre 2 bar et 10 bar. Le débit associé du jet d'eau est alors compris entre 20 l.min⁻¹ et 100 l.min⁻¹.

[0032] Le premier dispositif de fourniture 26 comporte avantagusement un réservoir comprenant de l'eau, une pompe et un conduit du réservoir à la ou chaque première buse 20, non représentés.

[0033] Le deuxième dispositif de fourniture 28 est configuré pour fournir le jet comportant au moins un matériau abrasif à l'au moins une deuxième buse 22. La pression du jet abrasif est comprise entre 2000 et 3000 bars. Le débit associé du jet abrasif est alors compris entre 200 et 500 g.min⁻¹.

[0034] Le deuxième dispositif de fourniture 28 comporte avantagusement un réservoir comprenant un matériau abrasif, une pompe et un conduit du réservoir à la ou chaque deuxième buse 22, non représentés.

[0035] Selon l'invention, l'ensemble de forage 10 comprend en outre un châssis 30 et un premier entraînement 32.

[0036] Le châssis 30 est un support situé à l'écart de la paroi 12. Le châssis 30 est fixe par rapport à la paroi 12.

[0037] Le premier entraînement 32 est configuré pour entraîner en rotation la tête de forage 18 par rapport au châssis 30 autour de l'axe central de tête B-B'. Avantagusement, l'amplitude de la rotation permise par le premier entraînement 26 est de 360°.

[0038] Le premier entraînement 32 est de tout type approprié pour permettre ladite rotation. Par exemple, le premier entraînement 32 est un motoréducteur.

[0039] L'ensemble de forage 10 comprend également un corps 34, un premier support 36 et un deuxième entraînement 38.

[0040] Le corps 34 est de forme cylindrique, ayant l'axe

de tête B-B' comme axe central et de même diamètre que la tête de forage 18. La face avant du corps 34 est parallèle et sensiblement au même niveau que la face avant 24 de la tête de forage 18.

[0041] Le premier support 36 est de forme cylindrique, ayant un axe central de premier support C-C' différent de l'axe central de tête B-B'. L'axe central de premier support C-C' est par exemple sensiblement parallèle à l'axe central de tête B-B'. En variante, l'axe central de premier support C-C' fait un angle non nul, en particulier compris entre 0° et 45° avec l'axe central de tête B-B'.

[0042] Comme visible sur les figures 4 et 5, la ou chaque deuxième buse 22 est configurée pour fournir un jet orientable faisant un angle entre 0° et 80° par rapport à un axe F-F' passant par ladite deuxième buse 22 et parallèle à l'axe de premier support C-C'.

[0043] Comme visible sur la figure 2, le premier support 36 est inséré dans le corps 34.

[0044] Selon l'invention, le premier support 36 est lié en rotation au corps 34 autour de l'axe central de premier support C-C'. Le premier support 36 débouche sur la face avant 24. La face avant du premier support 36 est par exemple parallèle et sensiblement au même niveau que la face avant 24 de la tête de forage 18.

[0045] La ou chaque deuxième buse 22 est disposée sur le premier support 36 et, en particulier, sur la face avant du premier support 36.

[0046] Le deuxième entraînement 38 est configuré pour entraîner en rotation le premier support 36 par rapport au corps 34 autour de l'axe central de premier support C-C'. Avantagusement, l'amplitude de la rotation permise par le deuxième entraînement 28 est de 180°.

[0047] Le deuxième entraînement 38 est de tout type approprié pour permettre ladite rotation. Par exemple, le deuxième entraînement 38 est un motoréducteur.

[0048] Par combinaison entre la rotation permise par le premier entraînement 32 et la rotation permise par le deuxième entraînement 38, les buses 20, 22 sont aptes à suivre une trajectoire quelconque souhaitée sur la face avant 24.

[0049] Dans un mode de réalisation avantageux, l'ensemble de forage 10 comprend en outre un deuxième support 40 et un troisième entraînement 42.

[0050] Le deuxième support 40 est de forme cylindrique, présentant un axe central de deuxième support D-D' différent de l'axe central de premier support C-C'. L'axe central de deuxième support D-D' est avantagusement sensiblement parallèle à l'axe central de premier support C-C'. En variante, l'axe central de deuxième support D-D' fait un angle non nul avec l'axe de premier support C-C'.

[0051] Comme visible sur la figure 3, la ou chaque première buse 20 est configurée pour fournir un jet faisant un angle compris entre 0° et 45° par rapport à un axe E-E' passant par ladite première buse 20 et parallèle à l'axe central de deuxième support D-D'. Comme visible sur la figure 2, le deuxième support 40 est inséré dans le premier support 36. Avantagusement, le deuxième support

40 est lié en rotation au premier support 36 autour de l'axe central de deuxième support D-D'. Le deuxième support 40 débouche sur la face avant 24. La face avant du deuxième support 40 est parallèle et sensiblement au même niveau que la face avant 24 de la tête de forage 18.

[0052] La ou chaque première buse 20 est disposée avantageusement sur le deuxième support 40. En particulier, la ou chaque première buse 20 est située sur la face avant du deuxième support 40.

[0053] Le troisième entraînement 42 est configuré pour entraîner en rotation le deuxième support 40 par rapport au premier support 36 autour de l'axe central de deuxième support D-D'. Avantageusement, l'amplitude de la rotation permise par le troisième entraînement 42 est de 360°. En particulier, le troisième entraînement 42 est configuré pour permettre une rotation continue du deuxième support 40, notamment à une vitesse de rotation comprise entre 100 et 600 tours.min⁻¹, par exemple 500 tours.min⁻¹.

[0054] Le troisième entraînement 42 est de tout type approprié pour permettre ladite rotation. Par exemple, le troisième entraînement 42 est un motoréducteur.

[0055] En variante, le troisième entraînement 42 est configuré pour permettre la rotation du deuxième support 40 au moyen du débit d'eau circulant à travers la ou chaque première buse 20.

[0056] Avantageusement, l'ensemble de forage 10 comprend une bouche d'aspiration 44.

[0057] La bouche d'aspiration 44 est ménagée dans le corps 34 et l'ouverture de la bouche d'aspiration 44 débouche sur la face avant 24. La bouche d'aspiration 44 s'étend le long de l'axe central de tête B-B'.

[0058] La bouche d'aspiration 44 est configurée pour aspirer à travers l'ouverture des gravats issus du forage de la paroi 12 ainsi que les fluides injectés par les buses 20, 22 et pour transporter les gravats et les fluides de la face avant 24 vers l'extérieur de la paroi 12.

[0059] La bouche d'aspiration 44 est raccordée avantageusement à une pompe, non représentée, configurée pour créer une dépression entraînant l'aspiration et le transport des gravats et des fluides.

[0060] L'ensemble de forage 10 comprend avantageusement un dispositif d'éclairage 46 et une caméra 48.

[0061] Le dispositif d'éclairage 46 est porté par le premier support 36, en particulier sur la face avant du premier support 36. Le dispositif d'éclairage 46 est configuré pour éclairer la zone de la paroi 12 à forer. Le dispositif d'éclairage 46 est avantageusement composé d'une pluralité de lampes disposées régulièrement le long d'un cercle autour de la caméra 48.

[0062] La caméra 48 est portée par le premier support 36, en particulier sur la face avant du premier support 36. La caméra 48 est configurée pour enregistrer et transmettre à un écran, non représenté et situé à l'extérieur de la paroi 12, des photographies ou des vidéos de la zone de la paroi 12 à forer. Avantageusement, la caméra 48 est configurée pour transmettre instantanément les images prises à l'écran afin de permettre un meilleur con-

trôle du forage.

[0063] Avantageusement, le dispositif d'éclairage 46 et la caméra 48 sont configurés pour passer d'une configuration masquée dans laquelle le dispositif d'éclairage 46 et la caméra 48 sont protégés pendant le forage, à une configuration active dans laquelle le dispositif d'éclairage 46 et la caméra 48 sont aptes à éclairer et filmer la zone de la paroi 12 à forer.

[0064] Avantageusement, l'ensemble de forage 10 comprend au moins une quatrième buse, non représentée sur les figures, configurée pour fournir un jet d'air comprimé sur le dispositif d'éclairage 46 et la caméra 48 afin de les nettoyer et/ou protéger des égouttures lors des étapes de visionnage après les étapes de perçage.

[0065] L'ensemble de forage 10 comprend également un quatrième entraînement 50.

[0066] Le quatrième entraînement 50 est configuré pour entraîner la tête de forage 18 en translation le long de l'axe central de tête B-B' par rapport au châssis 30 et ainsi permet d'avancer le forage de la paroi 12 au fur et à mesure que le béton armé est percé.

[0067] Le quatrième entraînement 50 est de tout type approprié pour permettre ladite translation. Par exemple, le quatrième entraînement 50 est un système vis-écrou ou une crémaillère.

[0068] Un procédé de forage au moyen de l'ensemble de forage 10 va maintenant être décrit.

[0069] Initialement, l'ensemble de forage 10 est à l'écart de la paroi 12.

[0070] La face avant 24 de la tête de forage 18 est placée en regard de la paroi 12 au moyen du quatrième entraînement 50 qui déplace la tête de forage 18 en translation le long de l'axe central de tête B-B' par rapport au châssis 30.

[0071] Le premier entraînement 32 et le deuxième entraînement 38 placent la tête de forage 18 et le premier support 36 dans la position souhaitée en regard de la zone de la paroi 12 à forer.

[0072] Si la zone de la paroi 12 à forer est constituée de béton 14, le procédé de forage comprend alors une étape de première fourniture par le premier dispositif de fourniture 26 d'un jet d'eau sans abrasif à très haute pression à la ou chaque première buse 20. Le corps en béton 14 est alors démoli par le jet d'eau sans abrasif à très haute pression, comme visible sur la figure 3. Avantageusement, une épaisseur de béton 14 comprise entre 40 mm et 60 mm est démolie lors de l'étape de première fourniture.

[0073] En particulier, le troisième entraînement 42 entraîne en rotation la ou chaque première buse 20 autour de l'axe central de deuxième support D-D' par rapport au premier support 36. Le jet d'eau sans abrasif décrit alors un cône autour de l'axe central de deuxième support D-D', comme représenté sur la figure 3 permettant ainsi une démolition facilitée d'une épaisseur de béton 14.

[0074] Par combinaison entre la rotation effectuée par le premier entraînement 32 et la rotation effectuée par le

deuxième entrainement 38, la ou chaque première buse 20 décrit la trajectoire souhaitée et permet de retirer une couche de la paroi 12 en béton 14 suivant le diamètre du forage.

[0075] De plus, le quatrième entrainement 50 entraîne la tête de forage 18 en translation par paliers au fur et à mesure que la zone en béton 14 de la paroi 12 est démolie.

[0076] Entre chaque palier de démolition du béton 14, le dispositif d'éclairage 46 et la caméra 48 passent de la configuration masquée à la configuration active.. Le dispositif d'éclairage 46 éclaire la zone à forer et la caméra 48 filme et transmet les images de la zone de la paroi 12 à forer afin de contrôler le forage et de repérer les éléments métalliques 16 éventuellement déchaussés, notamment les barres d'aciers ou de fer.

[0077] Lorsque la face avant 24 est en regard d'un élément métallique 16, l'étape de première fourniture du jet d'eau sans abrasif à très haute pression s'arrête.

[0078] Lorsque la zone en béton 14 à forer a été démolie, le premier dispositif de fourniture 26 fournit un jet d'eau sans abrasif à basse pression à la ou chaque troisième buse afin de retirer les gravats présents en regard de la face avant 24. La bouche d'aspiration 44 aspire l'eau injectée par le jet et les gravats et les transporte à l'extérieur de la paroi 12.

[0079] Le dispositif d'éclairage 46 et la caméra 48 permettent de repérer la position et la forme de l'élément métallique 16.

[0080] Le premier entrainement 32 et le deuxième entrainement 38 placent la tête de forage 18 et le premier support 36 dans la position souhaitée en regard de l'élément métallique 16 à détruire.

[0081] Le procédé de forage comprend alors une étape de deuxième fourniture par le deuxième dispositif de fourniture 28 d'un jet comportant au moins un matériau abrasif à la ou chaque deuxième buse 22.

[0082] L'élément métallique 16 est alors coupé par le jet abrasif, comme visible sur les figures 4 et 5.

[0083] La ou chaque deuxième buse 22 oriente le jet abrasif en fonction de la forme et de l'orientation de l'élément métallique 16.

[0084] En particulier, la ou chaque deuxième buse 22 permet de couper un élément métallique 16 orienté sensiblement dans la même direction que la face avant 24, comme visible sur la figure 4.

[0085] La ou chaque deuxième buse 22 permet également de couper un élément métallique 16 orienté sensiblement selon l'axe central de tête B-B', comme visible sur la figure 5, avec une orientation du jet abrasif différente.

[0086] Par combinaison entre la rotation effectuée par le premier entrainement 32 et la rotation effectuée par le deuxième entrainement 38, la ou chaque deuxième buse 22 décrit la trajectoire souhaitée et permet de détruire de manière précise l'élément métallique 16.

[0087] Lorsque l'élément métallique 16 a été démoli, le premier dispositif de fourniture 26 fournit un jet d'eau

sans abrasif à basse pression à la ou chaque troisième buse afin de retirer les gravats présents en regard de la face avant 24. La bouche d'aspiration 44 aspire l'eau injectée par le jet et les morceaux de fer et les transporte à l'extérieur de la paroi 12.

[0088] En variante, l'aspiration est effectuée pendant les étapes de démolition de la paroi 12, afin de retirer les gravats de béton 14 et les éléments métalliques 16 découpés de façon continue.

[0089] Les termes « première fourniture » et « deuxième fourniture » sont utilisés comme simple terminologie mais n'impliquent aucune relation de corrélation temporelle entre les étapes du procédé de forage. La première fourniture peut être ainsi réalisée avant, pendant ou après la deuxième fourniture.

[0090] De manière similaire à ce qui a été décrit ci-dessus, le procédé de forage comprend par la suite alternativement des étapes de première fourniture pour démolir les zones en béton 14 de la paroi 12 et des étapes de deuxième fourniture pour détruire les éléments métalliques 16 présents dans la paroi 12.

[0091] Le procédé de forage permet donc un forage dans une paroi 12 de béton armé ne nécessitant pas l'introduction alternée de plusieurs têtes de forage et permettant ainsi une manutention de l'ensemble de forage 10 plus aisée. En plus du gain de temps permis par le maintien en place de la machine, l'absence d'aller-retour est favorable à la réduction de la dispersion des gravats et des effluents, ce qui constitue un point sensible lorsque l'on travaille en milieu contaminé.

[0092] De plus, les différents entrainements 32, 38, 42, 50 et l'orientation des jets à la sortie des buses 20, 22 permettent de fractionner les différents éléments 14 de la paroi 12 en gravats résiduels suffisamment petits pour être extraits et transportés par la bouche d'aspiration 44 au moyen du flux d'eau injecté par la ou chaque troisième buse. En particulier, l'hydrodémolition permise par la ou chaque première buse 20 et le premier dispositif de fourniture 26 permet de fractionner le béton 14 en morceaux dont la taille est donnée par les éléments minéraux, tels des cailloux, entrant dans la composition du béton 14. La découpe précise des éléments métalliques 16 au moyen de la trajectoire contrôlée de la ou chaque deuxième buse 22 permet de fractionner les éléments métalliques 16, tels des barres d'acier ou de fer, en petits tronçons transportables facilement par la bouche d'aspiration 44.

[0093] L'ensemble de forage 10 permet également d'effectuer un forage incliné sans endommager les équipements situés à proximité de la paroi 12.

[0094] Par forage incliné, on entend un forage mis en oeuvre, selon une direction faisant un angle non nul avec l'axe normal à la face de sortie, en particulier un angle supérieur à 20° comme visible selon la figure 1. Le forage incliné est notamment avantageusement réalisé selon une direction allant de haut en bas.

[0095] En effet, les éléments métalliques 16 se trouvent usuellement dans une structure de génie civil à au

moins 50 mm à l'intérieur de la paroi 12. L'utilisation alternée des buses 20, 22 et les coupes abrasives pouvant être faites de façon ciblée sur les sections métalliques, la fin du forage peut déboucher hors de la paroi 12 sans utiliser le jet abrasif de découpe. La seule utilisation du jet sans abrasif permet de ne pas couper d'éventuels éléments métalliques au-delà du forage et notamment percer une éventuelle paroi métallique à préserver.

[0096] De plus, l'utilisation alternée des deux dispositifs de fourniture 22, 24 permet d'optimiser la quantité d'abrasifs utilisée ce qui permet une réduction de coûts ainsi que de l'impact écologique du forage.

[0097] Enfin, l'ensemble de forage 10 permet de réduire les efforts de réactions des jets, typiquement inférieurs à 10 daN, ce qui allège la structure et le poids nécessaire de l'ensemble de forage 10, au contraire d'un perçage effectué avec un marteau-piqueur par exemple qui conduit à des fissures dans la structure.

[0098] L'ensemble de forage 10 est en particulier avantageusement utilisé pour le démantèlement de centrales nucléaires accidentées telle la centrale de Fukushima par exemple.

[0099] L'ensemble de forage 10 est également utilisé pour pratiquer des ouvertures dans des structures de génie civil lorsqu'il est important de préserver le ferrailage en bordure d'ouverture pour pouvoir remailler ensuite la structure suivant un nouveau besoin.

Revendications

1. Ensemble de forage (10) s'étendant le long d'un axe principal (A-A') et comprenant :

- une tête de forage (18) comportant :

+ au moins une première buse (20) ;
+ au moins une deuxième buse (22), la ou chaque deuxième buse (22) étant différente de la ou chaque première buse (20) ;

- un premier dispositif de fourniture (26) configuré pour fournir un jet d'eau sans abrasif à une pression comprise entre 2000 bar et 4000 bar à l'au moins une première buse (20) ;

- un deuxième dispositif de fourniture (28) configuré pour fournir un jet comportant au moins un matériau abrasif à une pression comprise entre 2000 bar et 6000 bar à l'au moins une deuxième buse (22),

dans lequel la tête de forage (18) est de forme cylindrique, et présente un axe central de tête (B-B') s'étendant selon l'axe principal (A-A'), l'ensemble de forage (10) comprenant

- un châssis (30),
- un premier entraînement (32) en rotation de la tête de forage (18) par rapport au châssis (30) autour de l'axe central de tête (B-B'),

- un corps (34),

- un premier support (36) de forme cylindrique ayant un axe central de premier support (C-C') différent de l'axe central de tête (B-B'),

- un deuxième entraînement (38) en rotation du premier support (36) par rapport au corps (34) autour de l'axe central de premier support (C-C'), l'au moins une deuxième buse (22) étant disposée sur le premier support (36), et le premier support (36) étant lié en rotation au corps (34) autour de l'axe central de premier support (C-C') ;

dans lequel :

* l'au moins une première buse (20) est disposée sur le premier support (36) ; ou

* l'ensemble de forage (10) comprend un deuxième support (40) de forme cylindrique présentant un axe central de deuxième support (D-D') différent de l'axe central de premier support (C-C'), le deuxième support (40) étant inséré dans le premier support (36), l'au moins une première buse (20) étant disposée sur le deuxième support (40).

2. Ensemble de forage (10) selon la revendication 1, dans lequel la tête de forage (18) possède un diamètre compris entre 200 mm et 1000 mm.

3. Ensemble de forage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un troisième entraînement (42) en rotation du deuxième support (40) par rapport au premier support (36) autour de l'axe central de deuxième support (D-D'), le deuxième support (40) étant lié en rotation au premier support (36) autour de l'axe central de deuxième support (D-D').

4. Ensemble de forage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'au moins une deuxième buse (22) est configurée pour fournir un jet orientable faisant un angle entre 0° et 45° par rapport à un axe (F-F') passant par la deuxième buse (22) et parallèle à l'axe principal (A-A').

5. Ensemble de forage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant une bouche d'aspiration (44) de gravats, de préférence ménagée dans le corps (34) et s'étendant le long de l'axe principal (A-A').

6. Ensemble de forage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la tête de forage (18) comprend un dispositif d'éclairage (46) et une caméra (48), de préférence portées par le premier support (36).

7. Ensemble de forage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes combinée à la revendication 3, comprenant un quatrième entraînement (50) de la tête de forage en translation le long de l'axe principal (A-A') par rapport au châssis (30). 5
8. Ensemble de forage (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la tête de forage (18) présente une face avant (24) sensiblement orthogonale à l'axe principal (A-A'), la première buse (20) et la deuxième buse (22) débouchant sur la face avant (24). 10
9. Procédé de forage au moyen d'un ensemble de forage (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant les étapes suivantes : 15
- première fourniture par le premier dispositif de fourniture (26) d'un jet d'eau sans abrasif à une pression comprise entre 2000 bar et 4000 bar à l'au moins une première buse (20) ; 20
 - deuxième fourniture par le deuxième dispositif de fourniture (28) d'un jet comportant au moins un matériau abrasif à une pression comprise entre 2000 bar et 6000 bar à l'au moins une deuxième buse (22) ; 25
- la première fourniture ayant lieu avant, pendant et/ou après la deuxième fourniture.
10. Procédé de forage selon la revendication 9, comprenant les étapes suivantes : 30
- démolition d'un corps en béton (14) par le jet d'eau sans abrasif fourni lors de la première fourniture, 35
 - découpe d'un élément métallique (16) par le jet comportant au moins un matériau abrasif fourni lors de la deuxième fourniture. 40

Patentansprüche

1. Bohranordnung (10), die sich entlang einer Hauptachse (A-A') erstreckt und Folgendes umfasst: 45
- einen Bohrkopf (18), umfassend:
 - + mindestens eine erste Düse (20);
 - + mindestens eine zweite Düse (22), wobei die oder jede zweite Düse (22) von der oder jeder ersten Düse (20) verschieden ist; 50
 - eine erste Zufuhrvorrichtung (26), die konfiguriert ist, um der mindestens einen ersten Düse (20) einen Wasserstrahl ohne Schleifmittel mit einem Druck zwischen 2000 bar und 4000 bar zuzuführen; 55
 - eine zweite Zufuhrvorrichtung (28), die konfi-

guriert ist, um der mindestens einen zweiten Düse (22) einen Strahl mit mindestens einem abrasiven Material bei einem Druck zwischen 2000 bar und 6000 bar zuzuführen, wobei der Bohrkopf (18) zylindrisch geformt ist und eine Kopfmittelachse (B-B') aufweist, die sich entlang der Hauptachse (A-A') erstreckt, die Bohranordnung (10) umfassend

- einen Rahmen (30),
- einen ersten Drehantrieb (32) des Bohrkopfs (18) in Bezug auf den Rahmen (30) um die Kopfmittelachse (B-B'),
- einen Körper (34);
- eine erste Halterung (36) in zylindrischer Form, die eine Mittelachse der ersten Halterung (C-C') aufweist, die sich von der Mittelachse des Kopfs (B-B') unterscheidet,
- einen zweiten Drehantrieb (38) der ersten Halterung (36) in Bezug auf den Körper (34) um die Mittelachse der ersten Halterung (C-C'), wobei die mindestens eine zweite Düse (22) auf der ersten Halterung (36) angeordnet ist und die erste Halterung (36) um die Mittelachse der ersten Halterung (C-C') drehbar mit dem Körper (34) verbunden ist;

wobei:

- * die mindestens eine erste Düse (20) auf der ersten Halterung (36) angeordnet ist; oder
- * die Bohranordnung (10) eine zweite Halterung (40) mit zylindrischer Form umfasst, die eine von der Mittelachse der ersten Halterung (C-C') verschiedene Mittelachse der zweiten Halterung (D-D') aufweist, wobei die zweite Halterung (40) in die erste Halterung (36) eingefügt ist und die mindestens eine erste Düse (20) an der zweiten Halterung (40) angeordnet ist.

2. Bohranordnung (10) nach Anspruch 1, wobei der Bohrkopf (18) einen Durchmesser zwischen 200 mm und 1000 mm aufweist.
3. Bohranordnung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend - einen dritten Antrieb (42) zum Drehen der zweiten Halterung (40) in Bezug auf die erste Halterung (36) um die Mittelachse der zweiten Halterung (D-D'), wobei die zweite Halterung (40) mit der ersten Halterung (36) um die Mittelachse der zweiten Halterung (D-D') drehbar verbunden ist.
4. Bohranordnung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die mindestens eine zweite Düse (22) konfiguriert ist, um einen steuerbaren Strahl zuzuführen, der einen Winkel zwischen 0° und 45° in Bezug auf eine Achse (F-F') bildet, die durch die zweite Düse (22) verläuft und parallel zu der Haupt-

achse (A-A') ist.

5. Bohranordnung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, umfassend eine Saugöffnung (44) für Schutt, die vorzugsweise in dem Körper (34) ausgebildet ist und sich entlang der Hauptachse (A-A') erstreckt. 5
6. Bohranordnung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Bohrkopf (18) eine Beleuchtungseinrichtung (46) und eine Kamera (48) umfasst, die vorzugsweise von der ersten Halterung (36) getragen werden. 10
7. Bohranordnung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche in Kombination mit Anspruch 3, umfassend einen vierten Antrieb (50) für den Bohrkopf zur Translation entlang der Hauptachse (A-A') in Bezug auf den Rahmen (30). 15
8. Bohranordnung (10) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der Bohrkopf (18) eine Vorderseite (24) aufweist, die im Wesentlichen orthogonal zu der Hauptachse (A-A') ist, wobei die erste Düse (20) und die zweite Düse (22) in die Vorderseite (24) münden. 20
9. Bohrverfahren mittels einer Bohranordnung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend die folgenden Schritte: 25
- erste Zufuhr, durch die erste Zufuhrvorrichtung (26), eines Wasserstrahls ohne Schleifmittel mit einem Druck zwischen 2000 bar und 4000 bar zu der mindestens einen ersten Düse (20);
 - zweite Zufuhr, durch die zweite Zufuhrvorrichtung (28), eines Strahls umfassend mindestens ein Schleifmaterial bei einem Druck zwischen 2000 bar und 6000 bar an die mindestens eine zweite Düse (22);
- wobei die erste Zufuhr vor, während und/oder nach der zweiten Zufuhr erfolgt. 30
10. Bohrverfahren nach Anspruch 9, umfassend die folgenden Schritte: 35
- Abreißen eines Betonkörpers (14) durch den Wasserstrahl ohne Schleifmittel, der bei der ersten Zufuhr zugeführt wird,
 - Schneiden eines Metallelements (16) durch den Strahl, umfassend mindestens ein Schleifmaterial, das bei der zweiten Zufuhr zugeführt wird. 40

Claims

1. A boring assembly (10) extending along a main axis (A-A') and comprising:

- a boring head (18) including:
 - + at least one first nozzle (20);
 - + at least one second nozzle (22), the or each second nozzle (22) being different from the or each first nozzle (20);
 - a first delivery device (26) configured to deliver a jet of abrasive-free water at a pressure of between 2000 bar and 4000 bar to the at least one first nozzle (20);
 - a second delivery device (28) configured to deliver a jet containing at least one abrasive material at a pressure of between 2000 bar and 6000 bar to the at least one second nozzle (22), wherein the boring head (18) is cylindrical, and has a central head axis (B-B') extending along the main axis (A-A'), the boring assembly (10) comprising:
 - a frame (30),
 - a first rotational drive (32) of the boring head (18) relative to the frame (30) around the central head axis (B-B'),
 - a body (34),
 - a first cylindrical support (36) having a first support central axis (C-C') different from the central head axis (B-B'),
 - a second rotational drive (38) of the first support (36) relative to the body (34) around the first support central axis (C-C'),
 - the at least one second nozzle (22) being arranged on the first support (36), and the first support (36) being connected to the body (34) in rotation around the first support central axis (C-C');
 - wherein:
 - * the at least one first nozzle (20) is arranged on the first support (36); or
 - * the boring assembly (10) comprises a second cylindrical support (40) having a second support central axis (D-D') different from the first support central axis (C-C'), the second support (40) being inserted into the first support (36), the at least one first nozzle (20) being arranged on the second support (40).
2. The boring assembly (10) according to claim 1, wherein the boring head (18) has a diameter of between 200 mm and 1000 mm.
3. The boring assembly (10) according to any one of the preceding claims, comprising:
- a third rotational drive (42) of the second support (40) relative to the first support (36) around

the second support central axis (D-D'),
the second support (40) being connected to the
first support (36) in rotation around the second
support central axis (D-D').

- 5
4. The boring assembly (10) according to any one of the preceding claims, wherein the at least one second nozzle (22) is configured to deliver an adjustable jet forming an angle between 0° and 45° relative to an axis (F-F) passing through the second nozzle (22) and parallel to the main axis (A-A'). 10
5. The boring assembly (10) according to any one of the preceding claims, comprising a rubble suction port (44), preferably arranged in the body (34) and extending along the main axis (A-A'). 15
6. The boring assembly (10) according to any one of the preceding claims, wherein the boring head (18) comprises a lighting device (46) and a camera (48), preferably supported by the first support (36). 20
7. The boring assembly (10) according to any one of the preceding claims, combined with claim 3, comprising a fourth drive (50) of the boring head in translation along the main axis (A-A') relative to the frame (30). 25
8. The boring assembly (10) according to any one of the preceding claims, wherein the boring head (18) has a front face (24) substantially orthogonal to the main axis (A-A'), the first nozzle (20) and the second nozzle (22) emerging on the front face (24). 30
9. A boring method using a boring assembly (10) according to any one of claims 1 to 8, comprising the following steps: 35
- first delivery by the first delivery device (26) of a jet of abrasive-free water at a pressure of between 2000 bar and 4000 bar to the at least one first nozzle (20); 40
 - second delivery by the second delivery device (28) of a jet containing at least one abrasive material at a pressure of between 2000 bar and 6000 bar to the at least one second nozzle (22); 45
- the first delivery having taken place before, during and/or after the second delivery.
10. The boring method according to claim 9, comprising the following steps: 50
- demolition of the concrete body (14) by the jet of abrasive-free water delivered during the first delivery, 55
 - cutting of a metallic element (16) by the jet including at least one abrasive material delivered during the second delivery.

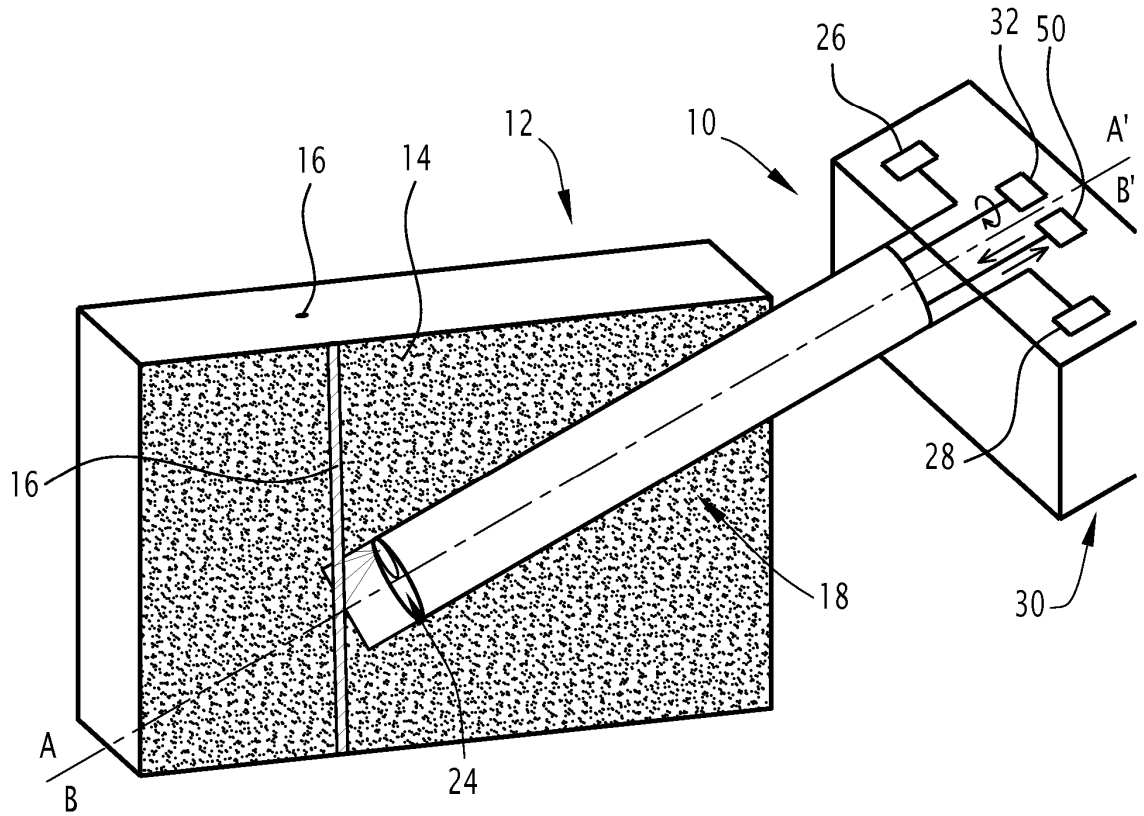


FIG.1

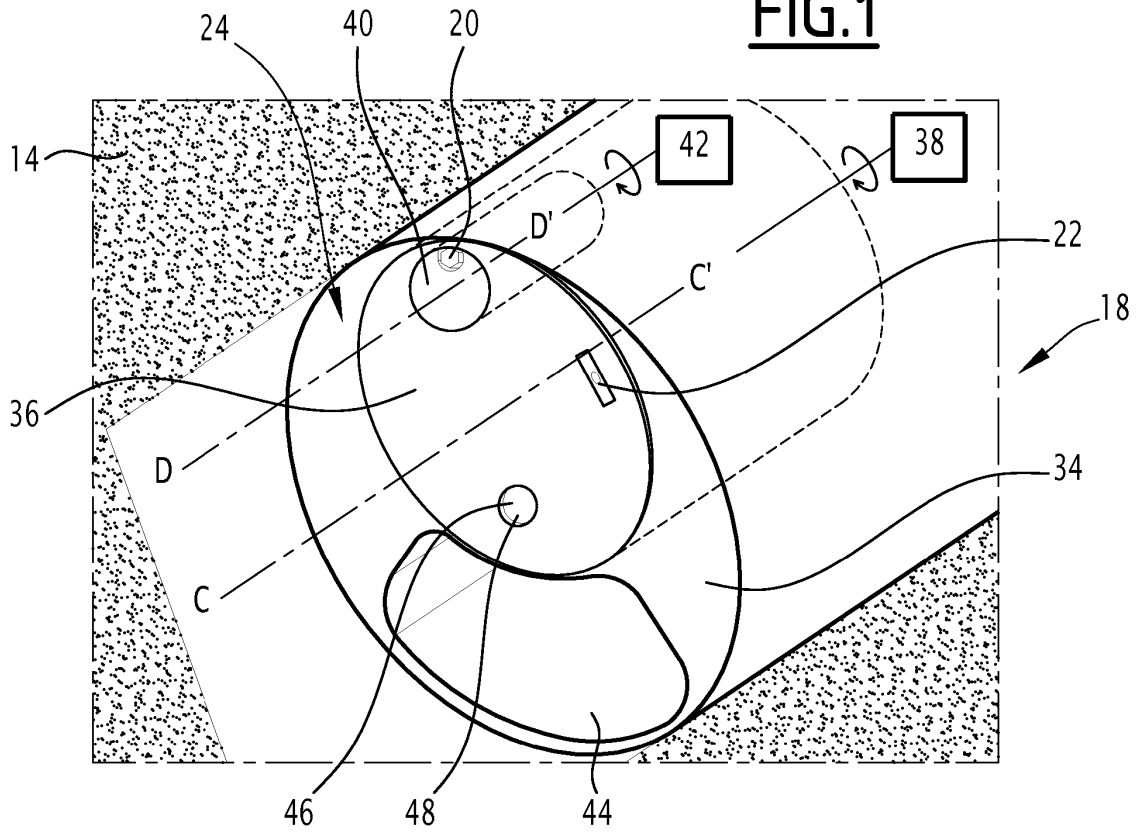


FIG.2

FIG.3

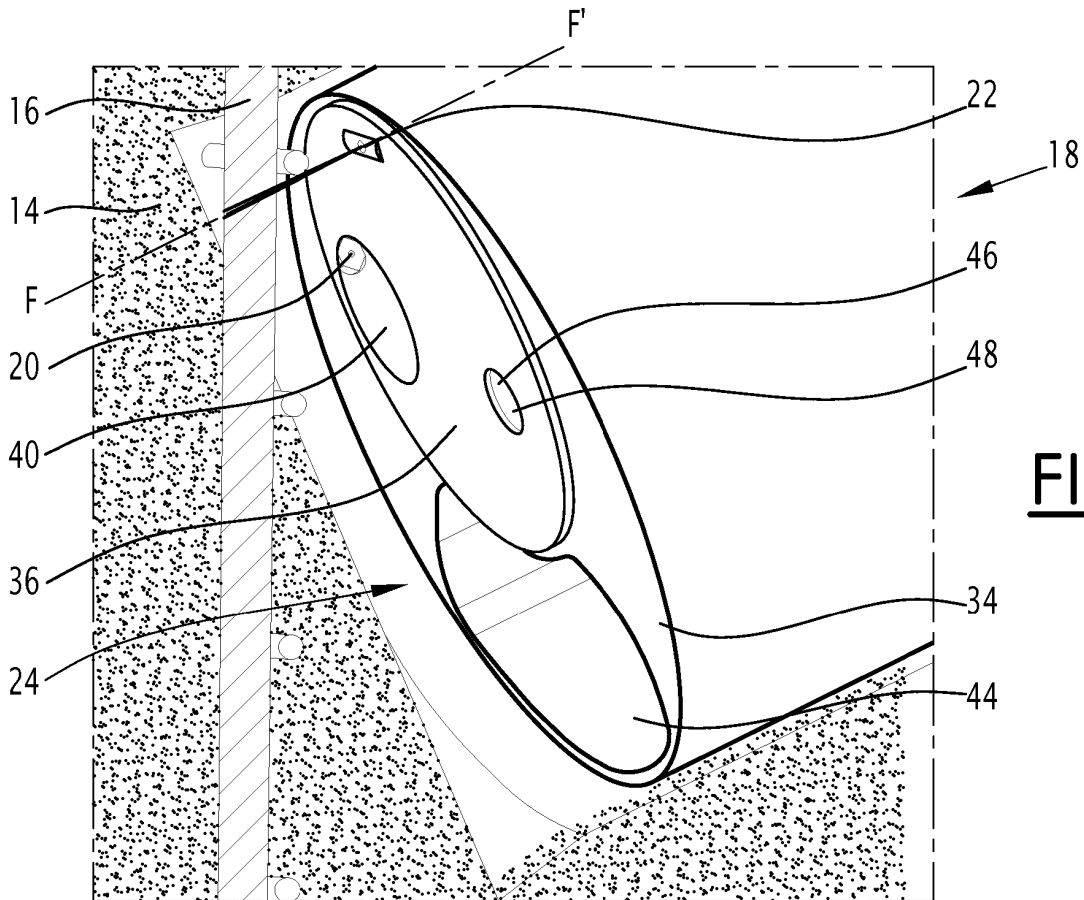
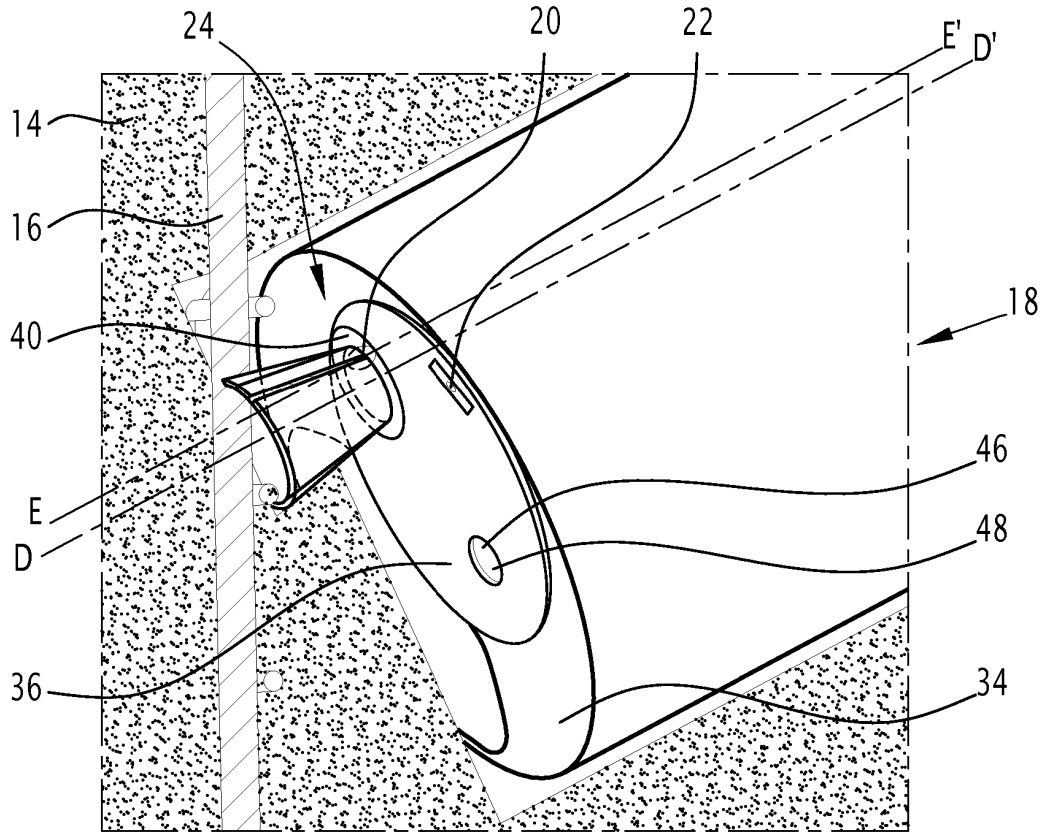


FIG.4

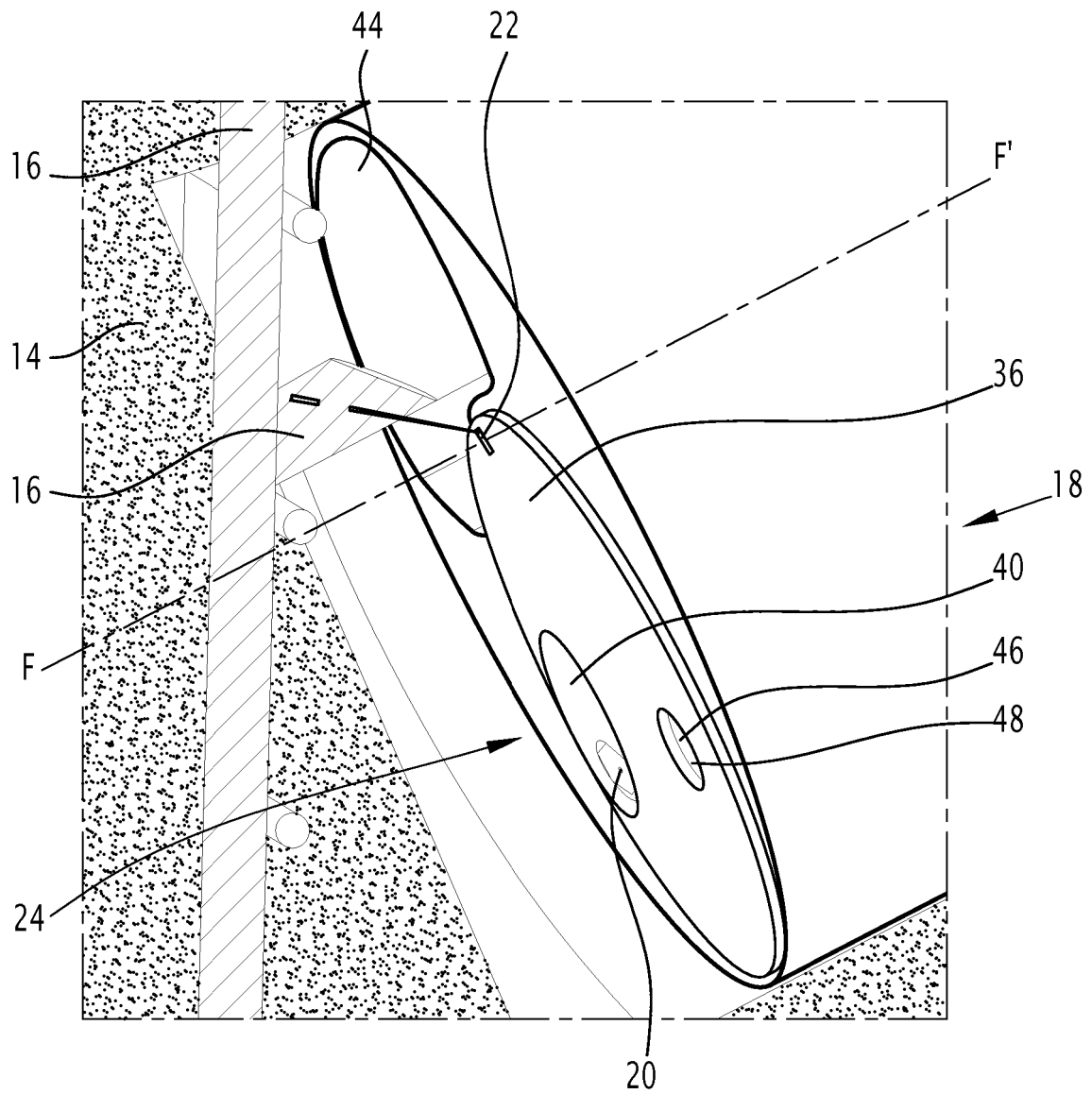


FIG.5

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

- US 4850440 A [0004]
- US 2868509 A [0006]
- US 20120067184 A [0007]