

(19)



(11)

**EP 3 726 000 A1**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
**21.10.2020 Bulletin 2020/43**

(51) Int Cl.:  
**E21B 7/02 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **20168896.7**

(22) Date de dépôt: **09.04.2020**

(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**  
Etats d'extension désignés:  
**BA ME**  
Etats de validation désignés:  
**KH MA MD TN**

(71) Demandeur: **Terramo**  
**91070 Bondoufle (FR)**

(72) Inventeur: **HASSANI, Mohamed**  
**91070 BONDOUFLE (FR)**

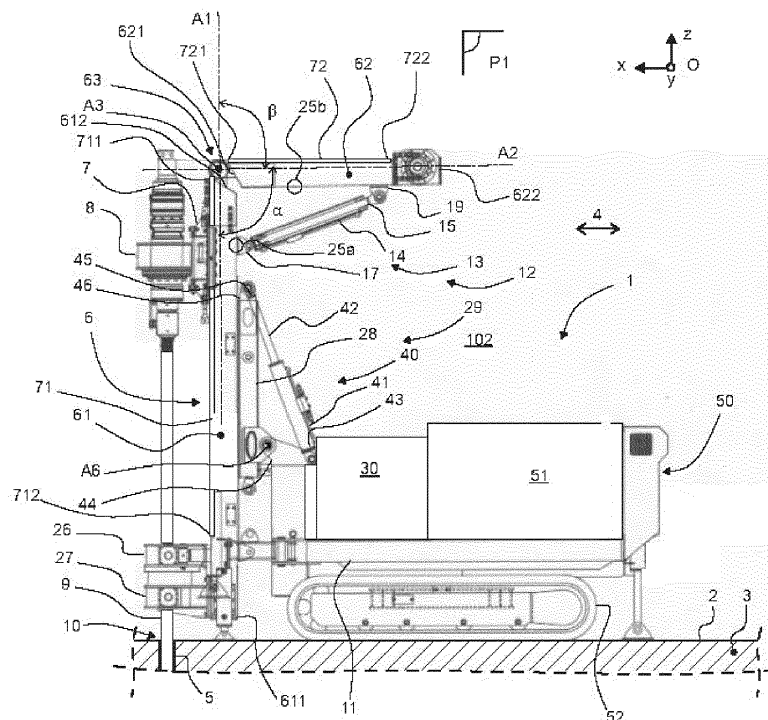
(74) Mandataire: **Ex Materia**  
**2 Rue Hélène Boucher**  
**78280 Guyancourt (FR)**

(30) Priorité: **10.04.2019 FR 1903852**

**(54) MACHINE DE FORAGE**

(57) La présente invention a pour objet une machine de forage (1) équipée d'un moyen de déplacement (50) de la machine de forage (1) et d'un mât de forage (6) qui est porteur d'un socle (7) pourvu d'un organe d'entraînement (8) en rotation d'un outil de forage (9). Le mât de forage (6) comprend au moins une première portion (61)

et une deuxième portion (62) le long desquelles le socle (7) est apte à se déplacer. La première portion (61) et la deuxième portion (62) sont reliées l'une à l'autre par l'intermédiaire d'une liaison pivot (63) pour permettre un basculement de la deuxième portion (62) par rapport à la première portion (61).

**[Fig. 2]****EP 3 726 000 A1**

## Description

**[0001]** La présente invention concerne une machine de forage équipée d'un moyen de déplacement de la machine de forage et d'un mât de forage qui est porteur d'un socle pourvu d'un organe d'entraînement en rotation d'un outil de forage, le mât de forage comprenant au moins une première portion et une deuxième portion le long desquelles le socle est apte à se déplacer. La présente invention a aussi pour objet un procédé d'utilisation d'une telle machine de forage.

**[0002]** Dans le domaine de la géotechnique, il est courant d'avoir à réaliser un carottage en vue d'analyser un sol extérieur et/ou un sous-sol sur une profondeur pouvant atteindre une centaine de mètres. Le carottage est constitué d'un puits de forage longiligne et sensiblement orthogonal par rapport à une surface du sol. On comprend que le puits de forage est réalisé selon une direction sensiblement parallèle à l'axe de la gravité terrestre. Un tel puits de forage est réalisé au moyen d'une machine de forage qui comprend un moyen de déplacement et un mât de forage rectiligne porteur d'un outil de forage. Le moyen de déplacement est prévu pour assurer une mobilité de la machine de forage qui est apte à se déplacer d'un point à un autre sur la surface du sol jusqu'à un point de forage déterminé. Le moyen de déplacement comprend un organe moteur, tel qu'un moteur thermique ou analogue, apte à entraîner au moins un organe de déplacement, tel que des chenilles, des roues ou analogues. Le mât de forage est porté par la machine de forage sur laquelle le mât de forage est mobile entre une position de transport, dans laquelle le mât de forage est placé en une position horizontale, sensiblement parallèle à la surface du sol, et une position d'utilisation, dans laquelle le mât de forage est placé en position verticale, sensiblement orthogonale à la surface du sol. Le mât de forage est porteur d'un socle solidaire d'un organe d'entraînement en rotation de l'outil de forage. Le socle est mobile en translation le long du mât de forage, notamment au fur et à mesure d'une pénétration de l'outil de forage à l'intérieur du sol. L'outil de forage est disposé sensiblement parallèlement au mât de forage en position d'utilisation de ce dernier.

**[0003]** Dans certaines conditions d'utilisation, un espace situé au-dessus du mât de forage, lorsque la machine de forage est disposée sur le point de forage, est encombré par une construction, telle qu'un préau, ou bien par des branches d'arbre ou d'autres obstacles analogues. Il est alors impossible de positionner le mât de forage en position d'utilisation.

**[0004]** Pour remédier à cet inconvénient, il est connu d'utiliser un mât de forage comprenant une pluralité de portions assemblées deux à deux par aboutement de deux de leurs extrémités respectives. Un tel assemblage des portions avant le forage et un désassemblage des portions après le forage, sont longs, pénibles et fastidieux, et induisent des périodes d'inactivité de la machine de forage qui s'avèrent onéreuses pour un utilisateur de

la machine de forage.

**[0005]** Un but de la présente invention est de proposer une machine de forage qui est apte à intervenir rapidement et efficacement dans un environnement quelconque.

**[0006]** La présente invention vient améliorer la situation, en proposant une machine de forage équipée d'un moyen de déplacement de la machine de forage et d'un mât de forage qui est porteur d'un socle pourvu d'un organe d'entraînement en rotation d'un outil de forage, le mât de forage comprenant au moins une première portion et une deuxième portion le long desquelles le socle est apte à se déplacer.

**[0007]** Selon la présente invention, la première portion et la deuxième portion du mât de forage sont reliées l'une à l'autre par l'intermédiaire d'une liaison pivot pour permettre un basculement de la deuxième portion par rapport à la première portion.

**[0008]** La machine de forage comprend avantageusement au moins l'une quelconque des caractéristiques techniques suivantes, prises seules ou en combinaison:

- le moyen de déplacement permet un déplacement de la machine de forage d'un point à un autre point sur un sol. Plus particulièrement, le moyen de déplacement permet un déplacement de la machine de forage vers un point de forage choisi par un utilisateur de la machine de forage,
- le moyen de déplacement comprend un organe moteur, tel qu'un moteur thermique, moteur essence ou moteur Diesel, qui est apte à entraîner un organe de déplacement, tel que des chenilles, des roues ou analogues,
- la liaison pivot permet un basculement de la deuxième portion par rapport à la première portion pour réduire une hauteur du mât de forage lorsque la machine de forage est disposée en un lieu de forage encombré par un obstacle qui surplombe la machine de forage,
- la deuxième portion est mobile entre une première position d'utilisation de la machine de forage, dans laquelle un premier axe d'allongement de la première portion et un deuxième axe d'allongement de la deuxième portion sont confondus, et une deuxième position d'utilisation de la machine de forage, dans laquelle le premier axe d'allongement et le deuxième axe d'allongement forment un premier angle non nul, avantageusement le premier angle est compris entre 80° et 120°; par exemple, le premier angle est égal à 90°,
- le premier axe d'allongement de la première portion dans la première position d'utilisation est vertical et le premier axe d'allongement de la première portion dans la deuxième position d'utilisation est également vertical, ce qui permet de réaliser un forage, que la machine de forage soit dans la première position d'utilisation ou dans la deuxième position d'utilisation,

- la machine de forage est configurée pour opérer un forage dans la première position d'utilisation et dans la deuxième position d'utilisation,
- la première portion du mât de forage s'étend entre une première extrémité longitudinale de la première portion et une deuxième extrémité longitudinale de la première portion et la deuxième portion du mât de forage s'étend entre une première extrémité longitudinale de la deuxième portion et une deuxième extrémité longitudinale de la deuxième portion, la liaison pivot reliant la deuxième extrémité longitudinale de la première portion et la première extrémité longitudinale de la deuxième portion,
- la première portion du mât de forage et la deuxième portion du mât de forage comprennent, respectivement, un premier rail et un deuxième rail le long desquels le socle est apte à se déplacer, une première extrémité longitudinale du premier rail faisant face à une première extrémité longitudinale du deuxième rail, la première extrémité longitudinale du premier rail comporte un premier biseau et la première extrémité longitudinale du deuxième rail comporte un deuxième biseau, un deuxième angle formé entre le premier biseau et le premier axe d'allongement de la première portion du mât de forage et un troisième angle formé entre le deuxième biseau du deuxième rail et le deuxième axe d'allongement de la deuxième portion du mât de forage étant tous deux inférieurs ou égaux à 45°,
- le mât de forage est pourvu d'une première poulie dentée équipant la première portion du mât de forage, d'une deuxième poulie dentée équipant la deuxième portion du mât de forage et d'une chaîne circulant sur les poulies dentées, le socle étant cranté sur la chaîne,
- le socle cranté sur la chaîne est configuré pour circuler sur le premier rail et sur le deuxième rail le long du mât de forage, entre un point de fixation de la première poulie dentée sur la première portion du mât de forage et la deuxième extrémité de la deuxième portion, dans la première position d'utilisation, ou entre le point de fixation de la première poulie dentée et la deuxième extrémité longitudinale de la première portion, dans la deuxième position d'utilisation,
- le socle entraîné par la chaîne subit un mouvement en translation le long du mât de forage, ce socle étant porteur de l'organe d'entraînement de l'outil de forage et de l'outil de forage, cette translation permet de creuser un puits de forage au fur et à mesure d'une descente de l'outil de forage le long du mât de forage,
- la machine de forage comprenant au moins un premier tendeur de la chaîne porté par la première portion du mât de forage, au moins un deuxième tendeur de la chaîne porté par la deuxième portion du mât de forage. Selon l'invention le premier tendeur et le deuxième tendeur sont fixes et ils permettent un

maintien en configuration tendue de la chaîne quelle que soit la position de la deuxième portion par rapport à la première portion, entre la première position et la deuxième position d'utilisation de la machine de forage,

- optionnellement, le premier tendeur peut être configuré pour se déplacer parallèlement au premier axe d'allongement de la première portion du mât de forage et/ou le deuxième tendeur peut être configuré pour se déplacer parallèlement au deuxième axe d'allongement de la deuxième portion du mât de forage,
- chaque tendeur est configuré pour maintenir la chaîne tendue dans la première position d'utilisation et dans la deuxième position d'utilisation, permettant ainsi le mouvement en translation du socle entraîné par la chaîne, le long du mât de forage, et donc la réalisation d'un forage, que la machine de forage soit dans la première position d'utilisation ou dans la deuxième position d'utilisation,
- le mât de forage est équipé d'un moyen de pivotement configuré pour faire basculer la deuxième portion du mât de forage de la première position d'utilisation de la machine de forage à la deuxième position d'utilisation de la machine de forage et de la deuxième position d'utilisation de la machine de forage à la première position d'utilisation de la machine de forage,
- le moyen de pivotement comprend un premier vérin qui comporte un premier corps relié à la première portion du mât de forage et une première tige, coulissante à l'intérieur du premier corps et reliée à la deuxième portion du mât de forage,
- le premier corps comprend une première tête qui est montée en bascule sur la première portion du mât de forage par l'intermédiaire d'une première chape solidaire de cette première portion,
- la première tige comprend une extrémité de première tige qui est montée en bascule sur la deuxième portion du mât de forage par l'intermédiaire d'une deuxième chape solidaire de cette deuxième portion,
- la machine de forage est équipée d'un moyen de déploiement du mât de forage par rapport à un châssis de la machine de forage.

**[0009]** La présente invention a aussi pour objet un procédé d'utilisation d'une telle machine de forage, dans lequel le premier axe d'allongement de la première portion du mât de forage et le deuxième axe d'allongement de la deuxième portion du mât de forage sont sécants lorsque la machine de forage est positionnée sur un point de forage surplombé d'au moins un obstacle.

**[0010]** Le procédé d'utilisation comprend avantageusement l'une quelconque au moins des caractéristiques techniques suivantes, prises seules ou en combinaison :

- le procédé d'utilisation comprend une première éta-

pe de mise en œuvre du moyen de déploiement du mât de forage par rapport à un châssis de la machine de forage, une deuxième étape de mise en œuvre du moyen de pivotement au cours de laquelle la deuxième portion du mât de forage bascule par rapport à la première portion de ce mât de forage autour de la liaison pivot,

- préférentiellement la première étape et la deuxième étape sont simultanées,
- le procédé d'utilisation peut comprendre une troisième étape de réalisation d'un forage lorsque la machine de forage est positionnée sur le point de forage surplombé de l'au moins un obstacle.

**[0011]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description non limitative qui suit, rédigée au regard des dessins annexés, dans lesquels :

[Fig. 1] représente une machine de forage de la présente invention en une première position d'utilisation de la machine de forage,

[Fig. 2] représente la machine de forage illustrée sur la figure 1 en une deuxième position d'utilisation de la machine de forage,

[Fig. 3] est une vue de détail de la figure 1 illustrant un mât de forage de la machine de forage représentée dans la première position d'utilisation,

[Fig. 4] est une vue de détail de la figure 2 illustrant le mât de forage, la machine de forage étant représentée dans la deuxième position d'utilisation,

[Fig. 5] est une vue partielle de face du mât de forage illustré sur la figure 3,

[Fig. 6] est une vue partielle de profil du mât de forage illustré sur la figure 3,

[Fig. 7] représente la machine de forage illustrée sur les figures 1 et 2 en une position de transport de la machine de forage.

**[0012]** Sur les figures 1 et 2, une machine de forage 1 est représentée dans un repère orthonormé Oxyz lié à la machine de forage 1 et comprenant un plan Oxy parallèle à une surface 2 d'un sol 3. La machine de forage 1 est apte à se mouvoir selon un sens de déplacement 4 parallèle à un axe Ox qui représente une direction horizontale. Un axe Oy représente une direction latérale de la machine de forage 1 et un axe Oz représente une direction verticale de la machine de forage 1.

**[0013]** La machine de forage 1 est destinée à réaliser des puits de forage 5 dans le sol 3, notamment pour analyser une composition de ce dernier. Le puits de forage 5 est, selon les exemples illustrés, réalisé selon une direction sensiblement parallèle à l'axe Oz, c'est-à-dire sensiblement orthogonalement à la surface 2 du sol 3.

**[0014]** La machine de forage 1 comprend un mât de forage 6 qui est prévu pour porter un socle 7 pourvu d'un organe d'entraînement 8 en rotation d'un outil de forage 9. Selon une forme de réalisation, l'organe d'entraînement 8 comprend par exemple un moteur apte à faire

tourner sur lui-même l'outil de forage 9. En position d'utilisation de la machine de forage 1, c'est-à-dire lorsque la machine de forage 1 est placée sur un point de forage 10, le mât de forage 6 est érigé de telle sorte que l'outil de forage 9 est placé sensiblement parallèlement à l'axe Oz. Pour permettre une telle mise en place de l'outil de forage 9 dans un environnement quelconque, y compris lorsque la machine de forage 1 est placée sous un préau, sous des branches d'arbres ou sous un obstacle analogue quelconque qui surplombe la machine de forage 1, il est avantageusement proposé par la présente invention que le mât de forage 6 comprennent au moins deux portions 61, 62 articulées l'un à l'autre par l'intermédiaire d'une liaison pivot 63. Plus particulièrement, le mât de forage 6 comprend une première portion 61 qui est solidaire d'un châssis 11 de la machine de forage 1, et une deuxième portion 62 qui est solidaire de la première portion 61 par l'intermédiaire de la liaison pivot 63.

**[0015]** La première portion 61 s'étend principalement selon un premier axe d'allongement A1 entre une première extrémité longitudinale de la première portion 611 et une deuxième extrémité longitudinale de la première portion 612. La deuxième portion 62 s'étend quant elle principalement selon un deuxième axe d'allongement A2 entre une première extrémité longitudinale de la deuxième portion 621 et une deuxième extrémité longitudinale de la deuxième portion 622. Il est entendu que les termes « première portion » et « première portion du mât de forage » sont utilisés sans distinction, de même que les termes « deuxième portion » et « deuxième portion du mât de forage ». La liaison pivot 63 permet un basculement de la deuxième portion 62 du mât de forage 6 par rapport à la première portion 61 du mât de forage 6 dans un plan de basculement P1 qui est parallèle au plan Oxz, entre une première position d'utilisation 101 du mât de forage 6 illustrée sur la figure 1 et une deuxième position d'utilisation 102 du mât de forage 6 illustrée sur la figure 2. Autrement dit, la deuxième portion 62 est montée en bascule sur la première portion 61 autour d'un premier axe de rotation A3 parallèle à l'axe Oy. Plus particulièrement, la première portion 61 s'étend principalement entre la première extrémité longitudinale de la première portion 611 et la deuxième extrémité longitudinale de la première portion 612, la deuxième portion 62 s'étend principalement entre la première extrémité longitudinale de la deuxième portion 621 et la deuxième extrémité longitudinale de la deuxième portion 622, et la liaison pivot 63 est quant à elle interposée entre la deuxième extrémité longitudinale de la première portion 612 et la première extrémité longitudinale de la deuxième portion 621.

**[0016]** Sur la figure 1, la première portion 61 et la deuxième portion 62 sont alignées selon une direction parallèle à l'axe Oz, lorsque la première portion 61 et la deuxième portion 62 sont placées dans la première position d'utilisation 101 de la machine de forage 1. Autrement dit, dans la première position d'utilisation 101, le premier axe d'allongement A1 et le deuxième axe d'allongement A2 sont confondus.

**[0017]** Sur la figure 2, la première portion 61 est alignée selon une direction parallèle à l'axe Oz et la deuxième portion 62 est alignée selon une direction parallèle à l'axe Ox. Autrement dit, le premier axe d'allongement A1 et le deuxième axe d'allongement A2 sont sécants lorsque la première portion 61 et la deuxième portion 62 du mât de forage 6 sont dans la deuxième position d'utilisation de la machine de forage 1. La figure 2 illustre plus particulièrement un exemple de réalisation de la présente invention dans lequel le premier axe d'allongement A1 et le deuxième axe d'allongement A2 sont orthogonaux, ou sensiblement orthogonaux, lorsque la première portion 61 et la deuxième portion 62 sont placées dans la deuxième position d'utilisation 102. On comprend en cela que, selon l'exemple illustré sur la figure 2, lorsque la première portion 61 et la deuxième portion 62 sont placées dans la deuxième position d'utilisation 102 de la machine de forage 1, la première portion 61 et la deuxième portion 62 forment un premier angle  $\alpha$  qui est égal, ou sensiblement égal, à  $90^\circ$ . On comprend également que la deuxième portion 62 est mobile, entre la première position d'utilisation 101 et la deuxième position d'utilisation 102, autour du premier axe de rotation A3 d'un deuxième angle  $\beta$  qui est aussi égal, ou sensiblement égal, à  $90^\circ$ .

**[0018]** On entend ici par « position d'utilisation », une position qui permet d'opérer un forage du sol 3. Autrement dit, la machine de forage 1 selon l'invention est configurée pour réaliser un forage lorsqu'elle est dans sa première position d'utilisation 101 et également lorsqu'elle est dans sa deuxième position d'utilisation 102.

**[0019]** Ces dispositions sont telles que, lorsque la machine de forage 1 n'est surplombée par aucun obstacle, le mât de forage 6 est agencé selon la première position d'utilisation 101 illustrée sur la figure 1. Ces dispositions sont aussi telles que, lorsque la machine de forage 1 est surplombée par un obstacle, le mât de forage 6 est agencé selon la deuxième position d'utilisation 102 illustrée sur la figure 2. Il en résulte qu'une telle machine de forage 1 est rapidement et efficacement utilisable dans un environnement quelconque, y compris pour effectuer un puits de forage 5 sur un point de forage 10 qui est surplombé par un préau ou un obstacle analogue.

**[0020]** La première portion 61 du mât de forage 6 comprend également un premier rail 71 qui s'étend principalement entre une première extrémité longitudinale du premier rail 711 et une deuxième extrémité longitudinale du premier rail 712. La deuxième portion 62 du mât de forage 6 comprend quant à elle un deuxième rail 72 qui s'étend principalement entre une première extrémité longitudinale du deuxième rail 721 et une deuxième extrémité longitudinale du deuxième rail 722. Le socle 7 est apte à se déplacer le long du premier rail 71 et du deuxième rail 72. Pour ce faire, dans la première position d'utilisation 101 de la machine de forage 1 illustrée sur la figure 1, la première extrémité longitudinale du premier rail 711 fait face à la première extrémité longitudinale du deuxième rail 721, de manière à ce que le socle 7 circule entre le premier rail 71 et le deuxième rail 72. On com-

prend en cela que, dans la première position d'utilisation 101 de la machine de forage 1, la première extrémité longitudinale du premier rail 711 et la première extrémité longitudinale du deuxième rail 721 sont aboutées.

**[0021]** Sur les figures 3 et 4, le mât de forage 6 comprend un moyen de pivotement 12 de la deuxième portion 62 par rapport à la première portion 61 autour du premier axe de rotation A3, c'est-à-dire que ce moyen de pivotement 12 est configuré pour déplacer la deuxième portion 62 du mât de forage 6 de la première position d'utilisation 101 à la deuxième position d'utilisation 102 et de la deuxième position d'utilisation 102 à la première position d'utilisation 101. Le moyen de pivotement 12 comprend notamment un premier vérin 13, indifféremment hydraulique, électrique ou pneumatique. Le premier vérin 13 comprend un premier corps 14 qui est relié à la première portion 61 et une première tige 15, coulissante à l'intérieur du premier corps 14, qui est reliée à la deuxième portion 62. Plus particulièrement, le premier corps 14 comprend une première tête 16 qui est montée en bascule sur la première portion 61 par l'intermédiaire d'une première chape 17 solidaire de la première portion 61. La première tige 15 comprend une extrémité de première tige 18 qui est montée en bascule sur la deuxième portion 62 par l'intermédiaire d'une deuxième chape 19 solidaire de la deuxième portion 62. Le moyen de pivotement 12 est actionné par un dispositif de commande 30, visible sur les figures 1 et 2, qui est apte à provoquer une manœuvre en translation de la première tige 15 à l'intérieur du premier corps 14, pour positionner la deuxième portion 62 entre la première position d'utilisation 101 et la deuxième position d'utilisation 102. Selon une variante de réalisation, la première chape 17 est placée à proximité de la deuxième extrémité longitudinale de la première portion 612 tandis que la deuxième chape 19 est disposée à proximité de la deuxième extrémité longitudinale de la deuxième portion 622.

**[0022]** Le mât de forage 6 est équipé d'un dispositif à crémaillère 20 pour faire circuler le socle 7 le long d'un bord 21 du mât de forage 6, qui est pourvu du premier rail 71 et du deuxième rail 72. En position d'utilisation de la première portion 61, le bord 21 est un bord vertical, parallèle à l'axe Oz. Le dispositif à crémaillère 20 comprend une chaîne 22 qui est tendue entre deux poulies dentées 31, 32, dont une première poulie dentée 31 équipant la première portion 61 et une deuxième poulie dentée 32 équipant la deuxième portion 62. Plus particulièrement, la deuxième poulie dentée 32 équipe la deuxième extrémité de la deuxième portion 622 tandis que la première poulie dentée 31 équipe un point de fixation 23 qui est compris à l'intérieur d'une demi-portion inférieure 24 de la première portion 61. On comprend que la demi-portion inférieure 24 de la première portion 61 est la moitié de la première portion 61 qui est à une plus courte distance du sol 3. La première poulie dentée 31 est mobile en rotation sur elle-même autour d'un deuxième axe de rotation A4 et la deuxième poulie dentée 32 est mobile en rotation sur elle-même autour d'un troisième axe de

rotation A5, le deuxième axe de rotation A4 et le troisième axe de rotation A5 étant parallèles à l'axe Oy.

**[0023]** Le socle 7 est cranté sur la chaîne 22 pour circuler sur le premier rail 71 et sur le deuxième rail 72 le long du mât de forage 6, entre le point de fixation 23 et la deuxième extrémité de la deuxième portion 622, dans la première position d'utilisation 101 ou bien entre le point de fixation 23 et la deuxième extrémité longitudinale de la première portion 612, dans la deuxième position d'utilisation 102. Le dispositif à crémaillère 20 est actionné par le dispositif de commande 30 qui est apte à provoquer un entraînement en rotation de la première poulie dentée 31 et/ou de la deuxième poulie dentée 32 pour faire circuler la chaîne 22 sur ces dernières. Ces dispositions sont telles que le socle 7 porteur de l'organe d'entraînement 8 de l'outil de forage 9 et de l'outil de forage 9 subit un mouvement en translation le long du mât de forage 6, qui permet de creuser le puits de forage 5 au fur et à mesure d'une descente de l'outil de forage 9 le long du mât de forage 6. On note que selon une variante de réalisation, le dispositif de commande 30 est susceptible d'être un dispositif télécommandé dissocié du châssis 11 de la machine de forage 1

**[0024]** Sur la figure 3, la chaîne 22 est tendue entre la première poulie dentée 31 et la deuxième poulie dentée 32 qui sont alignées selon le premier axe d'allongement A1 et le deuxième axe d'allongement A2.

**[0025]** Sur les figures 4 et 5, la chaîne 22 est tendue entre la première poulie dentée 31 et la deuxième poulie dentée 32 par l'intermédiaire d'au moins un tendeur 25a, 25b, dont un premier tendeur 25a qui est rapporté sur la première portion 61 et un deuxième tendeur 25b qui est rapporté sur la deuxième portion 62. Chaque tendeur 25a, 25b est par exemple agencé en une poulie contre laquelle la chaîne 22 circule. Chaque tendeur 25a, 25b permet de maintenir tendue la chaîne 22, y compris après un basculement de la deuxième portion 62 qui modifie une distance entre la première poulie dentée 31 et la deuxième poulie dentée 32. Autrement dit, malgré une telle modification de distance et grâce à la présence des tendeurs 25a 25b, la chaîne 22 reste tendue. Préférentiellement, le premier tendeur 25a est rapporté sur la première chape 17. Ces dispositions visent à maintenir constamment tendue la chaîne 22 lors d'un basculement de la deuxième portion 62 par rapport à la première portion 61, de manière à permettre une circulation de la chaîne 22 sur les poulies dentées 31, 32 et ainsi autoriser un mouvement en translation du socle 7 le long du premier rail 71 au moins.

**[0026]** Optionnellement, le premier tendeur 25a peut être configuré pour se déplacer le long de la première portion 61 parallèlement au premier axe d'allongement A1 de la première portion 61 du mât de forage 6 et/ou le deuxième tendeur 25b peut être configuré pour se déplacer le long de la deuxième portion 62 parallèlement au deuxième axe d'allongement A2 de la deuxième portion 62 du mât de forage 6.

**[0027]** Sur la figure 5, les tendeurs 25a, 25b sont logés

à l'intérieur d'une gorge 61a, 62a que comprennent respectivement la première portion 61 et la deuxième portion 62, ces gorges 61a, 62a étant conformées en U. Ainsi, le premier tendeur 25a est logé à l'intérieur d'une première gorge 61a que comporte la première portion 61 et le deuxième tendeur 25b est logé à l'intérieur d'une deuxième gorge 62a que comporte la deuxième portion 62.

**[0028]** La liaison pivot 63 comprend un premier bras 631 solidaire de la première portion 61 et un deuxième bras 632 solidaire de la deuxième portion 62 qui sont articulés l'un à l'autre par l'intermédiaire d'un axe de pivot 633. L'axe de pivot 633 est ménagé selon le premier axe de rotation A3 parallèle à l'axe Oy pour permettre une bascule du deuxième bras 632 par rapport au premier bras 631. L'axe de pivot 633 est pourvu d'un galet 634 mobile en rotation autour du premier axe de rotation A3, le galet 634 étant configuré de manière à ce que la chaîne 22 circule le long de sa périphérie circulaire externe.

**[0029]** Il résulte de ces dispositions que le dispositif à crémaillère 20 est apte à manoeuvrer en translation le socle 7 entre une position basse du socle 7, illustrée sur la figure 1 et une position haute du socle 7, illustrée sur la figure 3, y compris lorsque la machine de forage 1 est surplombée par un obstacle. Il en découle finalement une aptitude à une telle machine de forage 1 d'effectuer un puits de forage 5 en toutes circonstances.

**[0030]** Sur la figure 6, on note que la première extrémité longitudinale du premier rail 711 comporte un premier biseau 713 et que la première extrémité longitudinale du deuxième rail 721 comporte un deuxième biseau 723. Le premier biseau 713 et le premier axe d'allongement A1 de la première portion 61 du mât de forage 6 forment un deuxième angle qui est inférieur ou égal à 45°. Le deuxième biseau 723 du deuxième rail 72 et le deuxième axe d'allongement A2 de la deuxième portion 62 du mât de forage 6 forment un troisième angle qui également inférieur ou égal à 45°. Ces dispositions visent à conforter un alignement du premier rail 71 et du deuxième rail 72 en première position d'utilisation 101 de la machine de forage 1 afin de permettre au socle 7 de se déplacer de façon continue le long du premier rail 71 et du deuxième rail 72.

**[0031]** En se reportant à nouveau sur les figures 1 et 2, on note que la première extrémité longitudinale de la première portion 611 du mât de forage 1 est pourvue d'une mâchoire 26 qui est apte à saisir l'outil de forage 9 et d'un guide 27 qui est prévu pour diriger l'outil de forage 9 lors de sa translation le long du bord 21 sur le premier rail 71 au moins du mât de forage 6.

**[0032]** La première portion 61 est pourvue d'un longeron 28 qui est rapporté sur la première portion 61 parallèlement au premier axe d'allongement A1. Le longeron 28 est équipé d'un moyen de déploiement 29 du mât de forage 6 par rapport au châssis 11 autour d'un axe de pivotement A6. Le moyen de déploiement 29 comprend notamment un deuxième vérin 40, indifféremment hydraulique, électrique ou pneumatique. Le deuxième vérin

40 comprend un deuxième corps 41 qui est relié au châssis 11 et une deuxième tige 42, coulissante à l'intérieur du deuxième corps 41, qui est reliée à la première portion 61. Plus particulièrement, le deuxième corps 41 comprend une deuxième tête 43 qui est montée en bascule sur le châssis 11 par l'intermédiaire d'une troisième chape 44 solidaire du châssis 11. La deuxième tige 42 comprend une extrémité de deuxième tige 45 qui est montée en bascule sur la première portion 61 par l'intermédiaire d'une quatrième chape 46 solidaire de la première portion 61. Le moyen de déploiement 29 est actionné par le dispositif de commande 30 qui est apte à provoquer une manœuvre en translation de la deuxième tige 42 à l'intérieur du deuxième corps 41, pour positionner le mât de forage 6 entre la première position d'utilisation 101 ou la deuxième position d'utilisation 102 et une position de transport 103, illustrée sur la figure 7.

[0033] Ces dispositions sont telles que le mât de forage 6 est mobile entre la position de transport 103 dans laquelle le mât de forage 6 est placé en une position horizontale, sensiblement parallèle à la surface 2 du sol 3, et une des positions d'utilisation 101, 102, dans laquelle la première portion 61 au moins est placée en position verticale, sensiblement orthogonale à la surface 2 du sol 3.

[0034] La machine de forage 1 comprend un moyen de déplacement 50 qui est prévu pour assurer une mobilité de la machine de forage 1. La machine de forage 1 est ainsi apte à se déplacer de manière autonome d'un point à un autre sur la surface 2 du sol 3 jusqu'au point de forage 5 choisi par un utilisateur. Le moyen de déplacement 50 comprend un organe moteur 51, tel qu'un moteur thermique ou analogue, apte à entraîner au moins un organe de déplacement 52, tel que des chenilles, des roues ou analogues. On comprend en cela que l'organe moteur 51 est porté par le châssis 11 et procure l'énergie nécessaire à la machine de forage 1 pour se mouvoir d'un point à un autre point. L'ensemble de ces dispositions est tel que la machine de forage 1 de la présente invention est apte à être mise en œuvre depuis la position de transport 103 en un quelconque point de forage 10.

[0035] Si le point de forage 10 n'est pas surplombé par un obstacle, le moyen de déploiement 29 est mis en œuvre pour ériger le mât de forage 6 depuis la position de transport 103 de la machine de forage 1 vers la première position d'utilisation 101 de la machine de forage 1.

[0036] Si le point de forage 10 est surplombé par un obstacle et lorsque la machine de forage 1 est positionnée sur le point de forage 10, le moyen de déploiement 29 est mis en œuvre pour ériger le mât de forage 6 depuis la position de transport 103 de la machine de forage 1 vers la deuxième position d'utilisation 102 de la machine de forage 1, une telle mise en œuvre étant simultanée avec une mise en œuvre du moyen de pivotement 12 au cours de laquelle la deuxième portion 62 bascule par rapport à la première portion 61 autour de la liaison pivot 63.

[0037] Alternativement, si le point de forage 10 est sur-

plombé par un obstacle, et lorsque la machine de forage 1 est positionnée hors du point de forage 10, le moyen de déploiement 29 est mis en œuvre pour ériger le mât de forage 6 depuis la position de transport 103 de la machine de forage 1 vers la première position d'utilisation 101 de la machine de forage 1, puis le moyen de pivotement 12 est mis en œuvre pour que la deuxième portion 62 bascule par rapport à la première portion 61 autour de la liaison pivot 63. Une fois la machine de forage dans sa deuxième position d'utilisation 102, cette dernière peut être déplacée jusqu'au point de forage 10 surplombé par l'obstacle.

[0038] Il est entendu que selon l'une quelconque de ces alternatives, les étapes peuvent être répétées dans un ordre inversé une fois que le forage est réalisé, c'est-à-dire que le mât de forage peut ainsi passer dans sa première position d'utilisation, puis dans sa position de transport ou bien le mât de forage peut être directement positionné dans sa position de transport, selon qu'il y ait d'autres puits de forage à creuser ou non.

[0039] La présente invention propose ainsi un moyen simple et efficace qui permet de réduire les coûts de réalisation de puits de forage dans des espaces encombrés.

[0040] La présente invention ne saurait toutefois se limiter aux moyens et configurations décrits et illustrés ici et elle s'étend également à tout moyen ou toute configuration équivalents ainsi qu'à toute combinaison techniquement opérante de tels moyens. En particulier, la forme, et la disposition des tendeurs et de la liaison pivot peuvent être modifiées sans nuire à l'invention dans la mesure où elles remplissent les mêmes fonctionnalités.

## Revendications

1. Machine de forage (1) équipée d'un moyen de déplacement (50) de la machine de forage (1) et d'un mât de forage (6) qui est porteur d'un socle (7) pourvu d'un organe d'entraînement (8) en rotation d'un outil de forage (9), le mât de forage (6) comprenant au moins une première portion (61) et une deuxième portion (62) le long desquelles le socle (7) est apte à se déplacer, **caractérisée en ce que** la première portion (61) et la deuxième portion (62) sont reliées l'une à l'autre par l'intermédiaire d'une liaison pivot (63) pour permettre un basculement de la deuxième portion (62) par rapport à la première portion (61).
2. Machine de forage (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la deuxième portion (62) est mobile entre une première position d'utilisation (101) de la machine de forage (1), dans laquelle un premier axe d'allongement (A1) de la première portion (61) et un deuxième axe d'allongement (A2) de la deuxième portion (62) sont confondus, et une deuxième position d'utilisation (102) de la machine de forage (1), dans laquelle le premier axe d'allongement (A1) et le deuxième axe d'allongement (A2) forment un

premier angle ( $\alpha$ ) non nul.

3. Machine de forage (1) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** le premier axe d'allongement (A1) de la première portion (61) dans la première position d'utilisation (101) est vertical et **en ce que** le premier axe d'allongement (A1) de la première portion (61) dans la deuxième position d'utilisation (102) est également vertical. 5
4. Machine de forage (1) selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisée en ce qu'elle** est configurée pour opérer un forage dans la première position d'utilisation (101) et dans la deuxième position d'utilisation (102). 10
5. Machine de forage (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisée en ce que** le mât de forage (6) est équipé d'un moyen de pivotement (12) configuré pour faire basculer la deuxième portion (62) du mât de forage (6) de la première position d'utilisation (101) de la machine de forage (1) à la deuxième position d'utilisation (102) de la machine de forage (1) et de la deuxième position d'utilisation (101) de la machine de forage (1) à la première position d'utilisation (101) de la machine de forage (1). 15
6. Machine de forage (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, dans laquelle la première portion (61) du mât de forage (6) et la deuxième portion (62) du mât de forage (6) comprennent, respectivement, un premier rail (71) et un deuxième rail (72) le long desquels le socle (7) est apte à se déplacer, dans laquelle une première extrémité longitudinale du premier rail (71) fait face à une première extrémité longitudinale du deuxième rail (72), **caractérisée en ce que** la première extrémité longitudinale du premier rail (71) comporte un premier biseau (713) et la première extrémité longitudinale du deuxième rail (72) comporte un deuxième biseau (723), un deuxième angle ( $\beta$ ) formé entre le premier biseau (713) et le premier axe d'allongement (A1) de la première portion (61) du mât de forage (6) et un troisième angle ( $\gamma$ ) formé entre le deuxième biseau (723) du deuxième rail (72) et le deuxième axe d'allongement (A2) de la deuxième portion (62) du mât de forage (6) étant tous deux inférieurs ou égaux à 45°. 20
7. Machine de forage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la première portion (61) s'étendant entre une première extrémité longitudinale de la première portion (611) et une deuxième extrémité longitudinale de la première portion (612) et la deuxième portion (62) s'étendant entre une première extrémité longitudinale de la deuxième portion (621) et une deuxième extrémité longitudinale de la deuxième portion (622), la liaison pivot (63) relie la deuxième extrémité longitudinale de la première portion (612) et la première extrémité longitudinale de la deuxième portion (621). 25
8. Machine de forage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le mât de forage (6) est pourvu d'une première poulie dentée (31) équipant la première portion (61) du mât de forage (6), d'une deuxième poulie dentée (32) équipant la deuxième portion (62) du mât de forage (6) et d'une chaîne (22) circulant sur les poulies dentées (31, 32), le socle (7) étant cranté sur la chaîne (22). 30
9. Machine de forage (1) selon les revendications 6, 7 et 8, dans laquelle le socle (7) cranté sur la chaîne (22) est configuré pour circuler sur le premier rail (71) et sur le deuxième rail (72) le long du mât de forage (6), entre un point de fixation (23) de la première poulie dentée (31) sur la première portion (61) du mât de forage (6) et la deuxième extrémité de la deuxième portion (622), dans la première position d'utilisation (101), et entre le point de fixation (23) de la première poulie dentée (31) et la deuxième extrémité longitudinale de la première portion (612), dans la deuxième position d'utilisation (102). 35
10. Machine de forage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes en combinaison avec la revendication 8, comprenant au moins un premier tendeur (25a) de la chaîne (22) porté par la première portion (61) du mât de forage (6), au moins un deuxième tendeur (25b) de la chaîne (22) porté par la deuxième portion (62) du mât de forage (6). 40
11. Machine de forage (1) selon l'une quelconque des revendications 2 à 6 en combinaison avec la revendication 10, dans laquelle chaque tendeur (25a, 25b) est configuré pour maintenir la chaîne (22) tendue dans la première position d'utilisation (101) et dans la deuxième position d'utilisation (102). 45
12. Machine de forage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la machine de forage (1) est équipée d'un moyen de déploiement (29) du mât de forage (6) par rapport à un châssis (11) de la machine de forage (1). 50
13. Procédé d'utilisation d'une machine de forage (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes en combinaison avec la revendication 2, dans lequel le premier axe d'allongement (A1) et le deuxième axe d'allongement (A2) sont sécants lorsque la machine de forage (1) est positionnée sur un point de forage (10) surplombé d'au moins un obstacle. 55



14. Procédé d'utilisation selon la revendication précédente d'une machine de forage selon les revendications 5 et 12, comprenant une première étape de mise en œuvre du moyen de déploiement (29) du mât de forage (6) par rapport au châssis (11) de la machine de forage (1), une deuxième étape de mise en œuvre du moyen de pivotement (12) au cours de laquelle la deuxième portion (62) bascule par rapport à la première portion (61) autour de la liaison pivot (63). 5 10
15. Procédé d'utilisation selon la revendication précédente, comprenant au moins une troisième étape de réalisation d'un forage lorsque la machine de forage (1) est positionnée sur le point de forage (10) surplombé de l'au moins un obstacle. 15

20

25

30

35

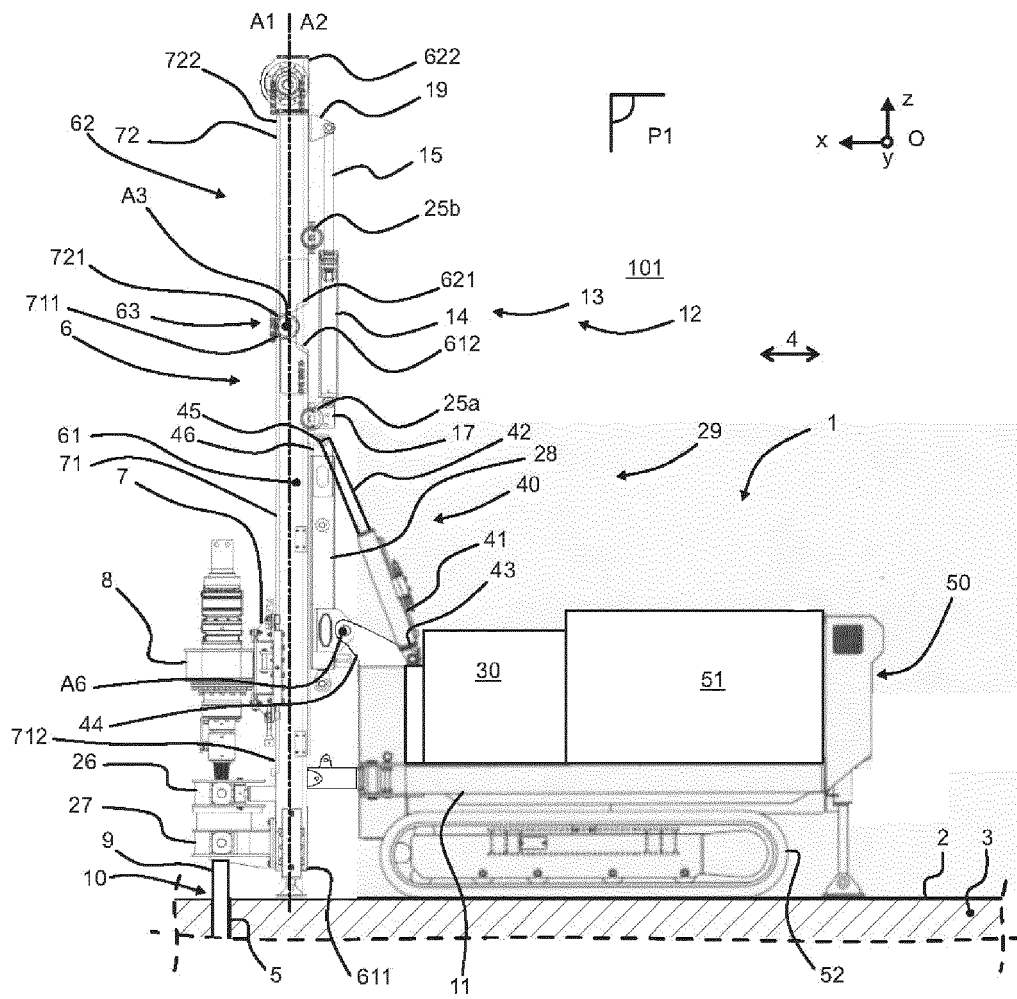
40

45

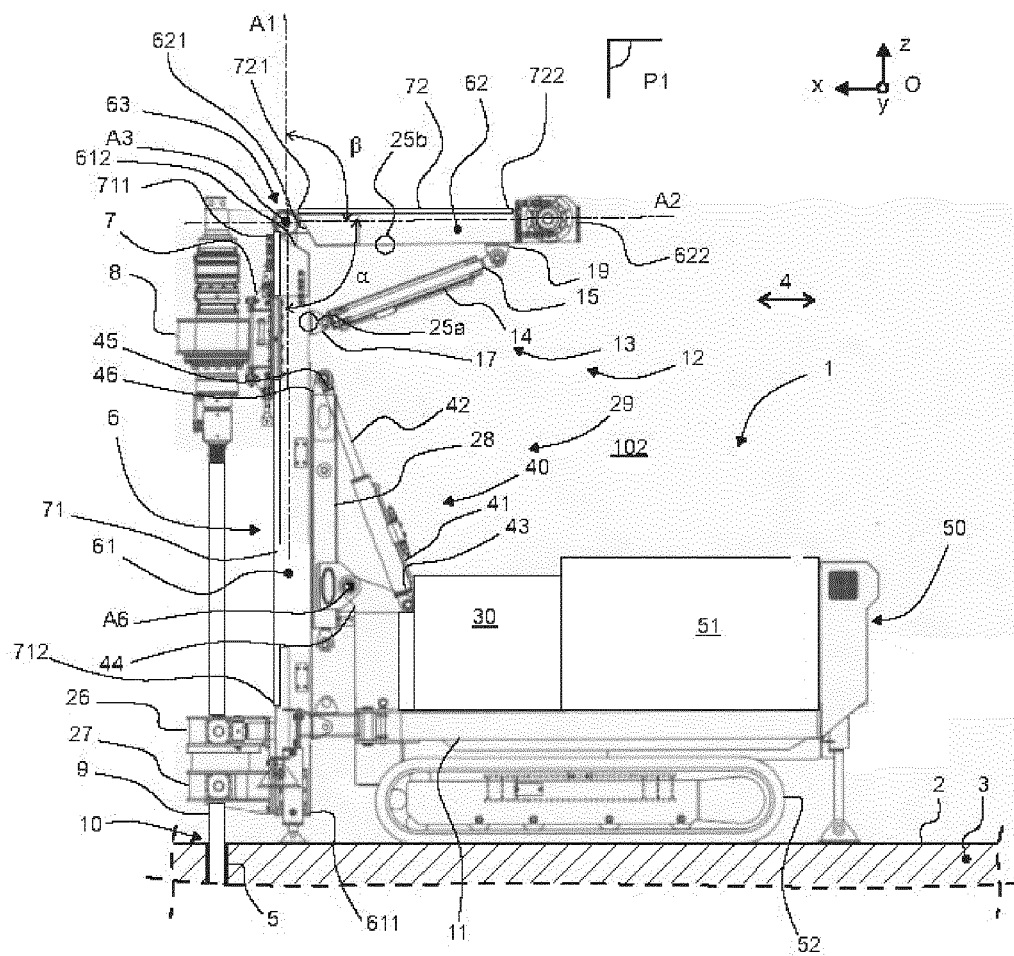
50

55

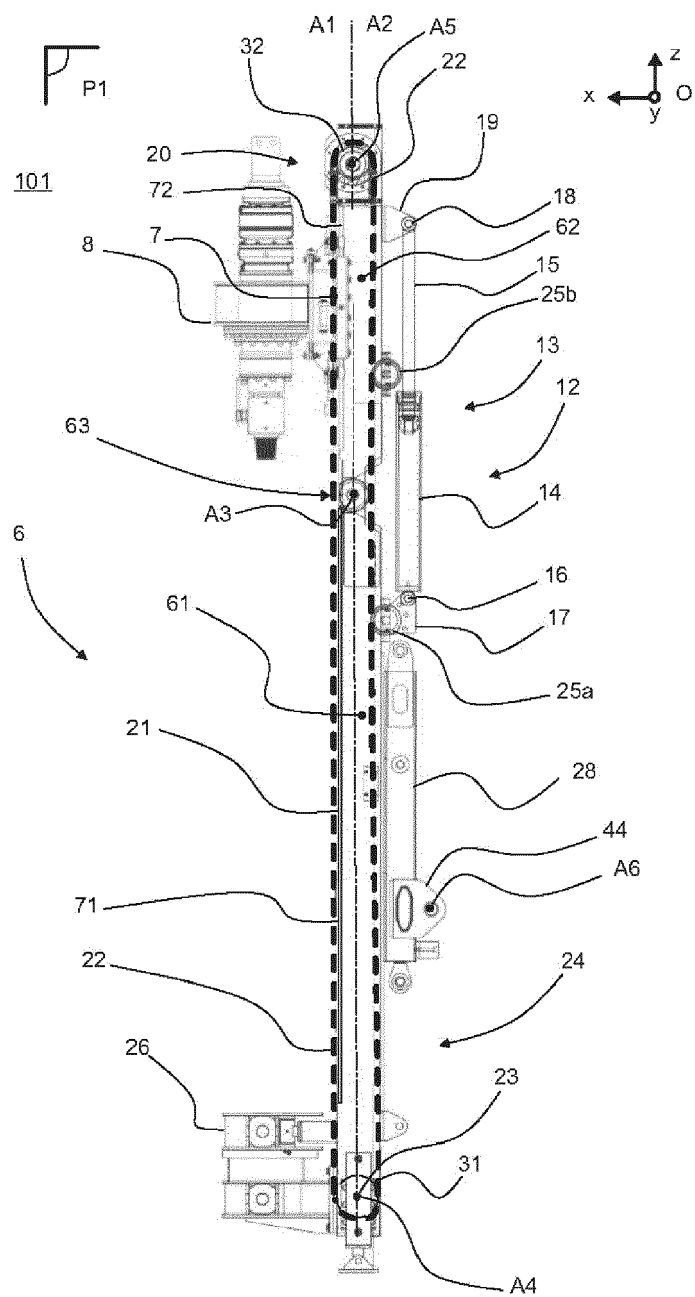
[Fig. 1]



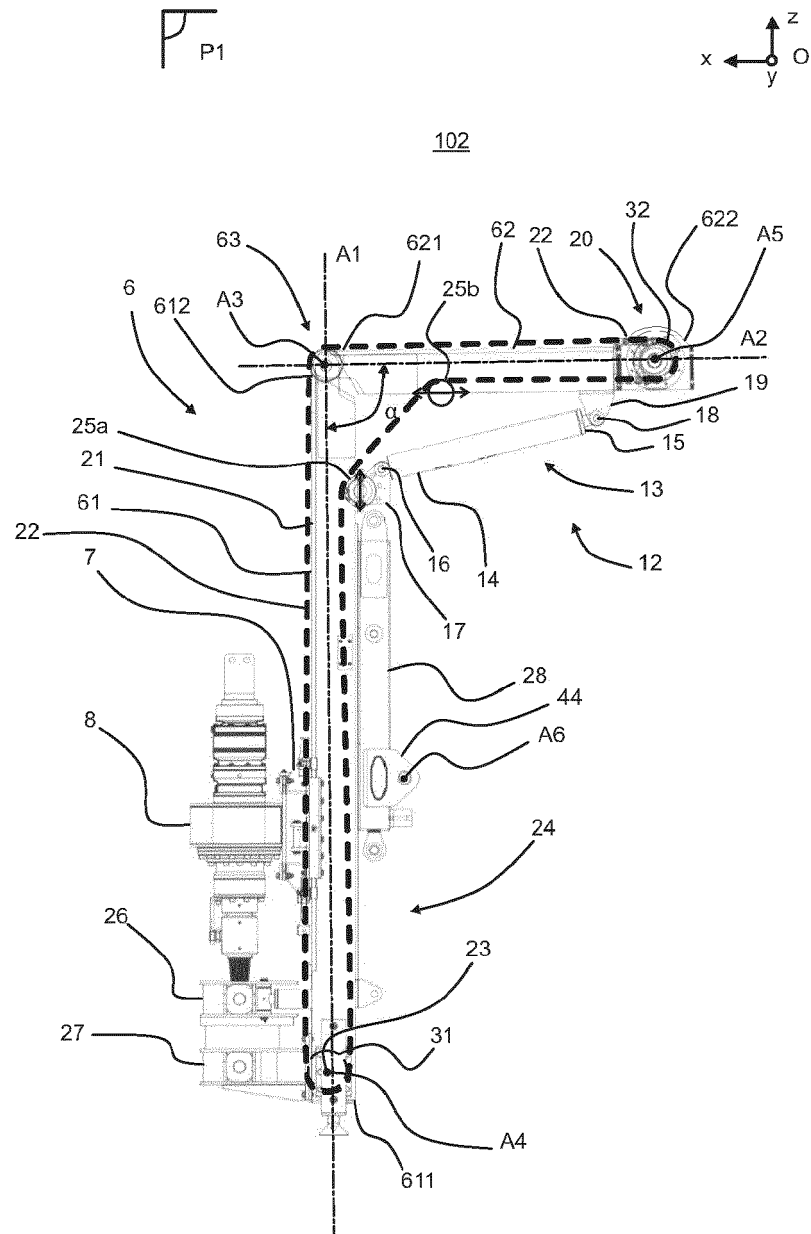
**[Fig. 2]**



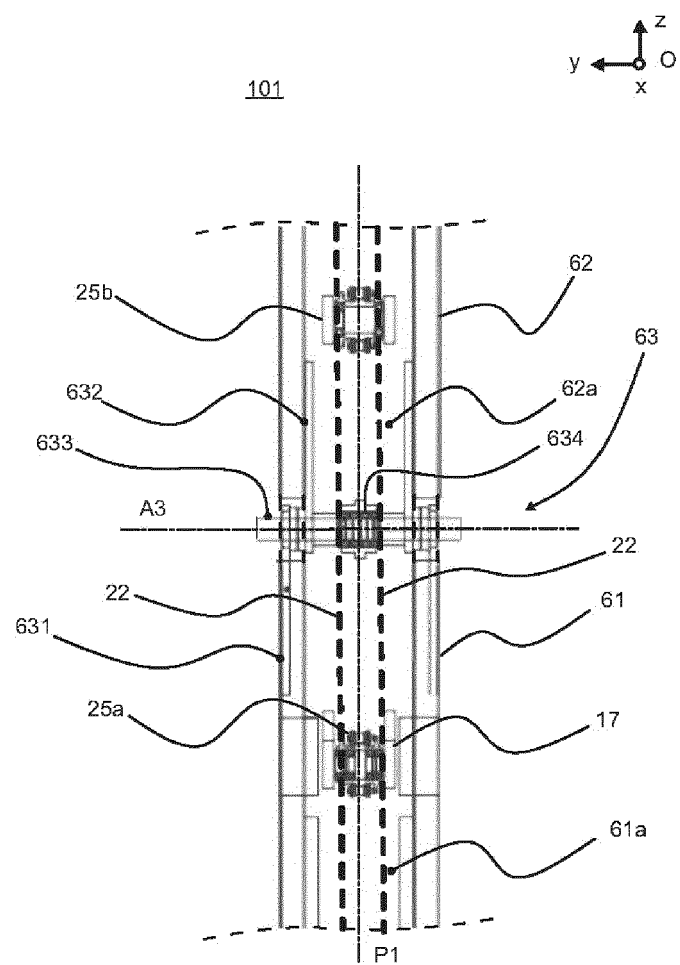
**[Fig. 3]**



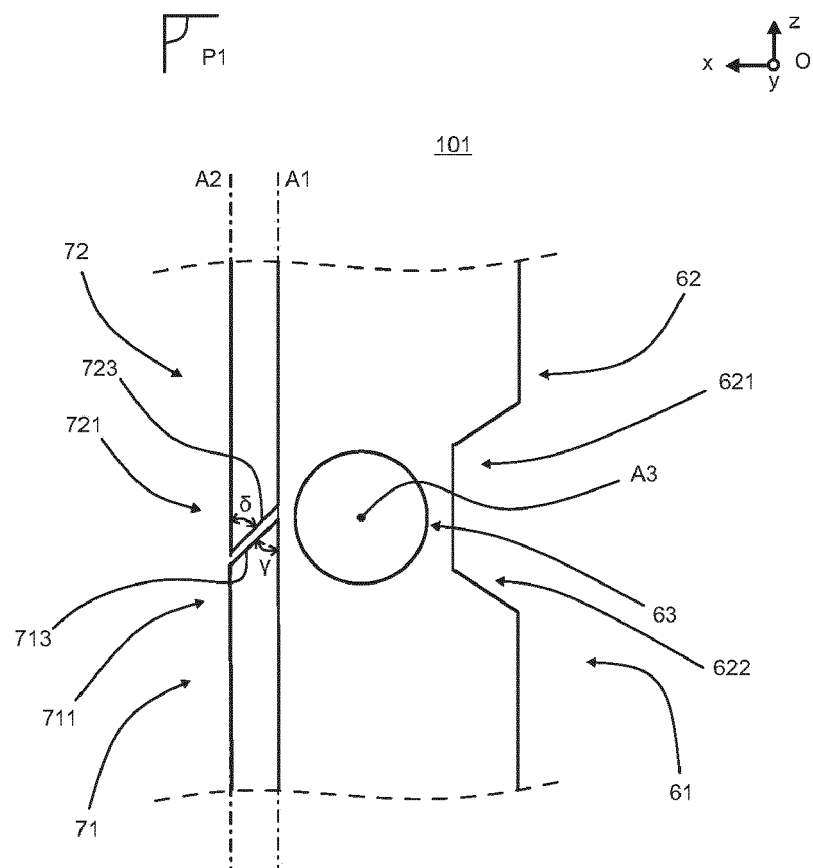
[Fig. 4]



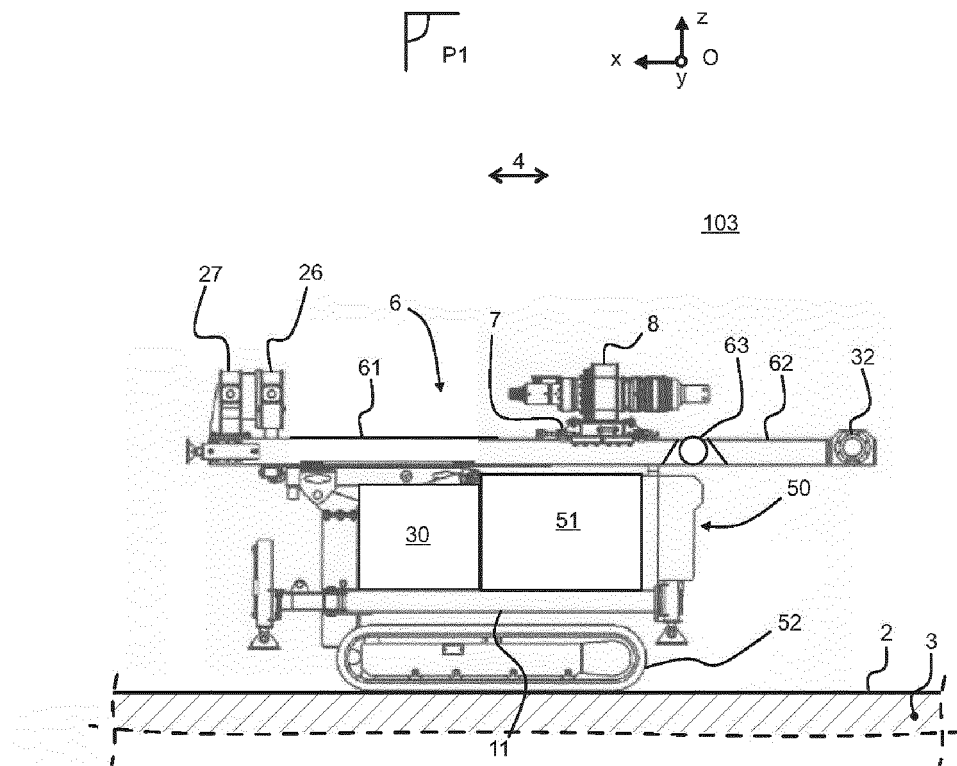
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]







## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 20 16 8896

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	DE 20 2007 010562 U1 (BAUER MASCHINEN GMBH [DE]) 18 octobre 2007 (2007-10-18)	1-12	INV. E21B7/02
A	* le document en entier *	13-15	
X	JP 2003 041584 A (NIPPON SHARYO SEIZO KK) 13 février 2003 (2003-02-13) * figure 10 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
Munich		19 août 2020	Pieper, Fabian
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 20 16 8896

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

19-08-2020

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 202007010562 U1	18-10-2007	DE 202007010562 U1	18-10-2007
		IT 1390828 B1	19-10-2011
		JP 4945404 B2	06-06-2012
		JP 2009030423 A	12-02-2009
-----			
JP 2003041584 A	13-02-2003	JP 3738235 B2	25-01-2006
		JP 2003041584 A	13-02-2003
-----			

EPO FORM P0460

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