

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 829 614 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
18.03.1998 Bulletin 1998/12

(51) Int Cl.⁶: **E21B 7/20, E21B 7/04,
E21B 19/20, E21B 47/04,
E21B 19/15**

(21) Numéro de dépôt: **97402073.7**

(22) Date de dépôt: **05.09.1997**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV RO SI

(30) Priorité: **09.09.1996 FR 9610978**

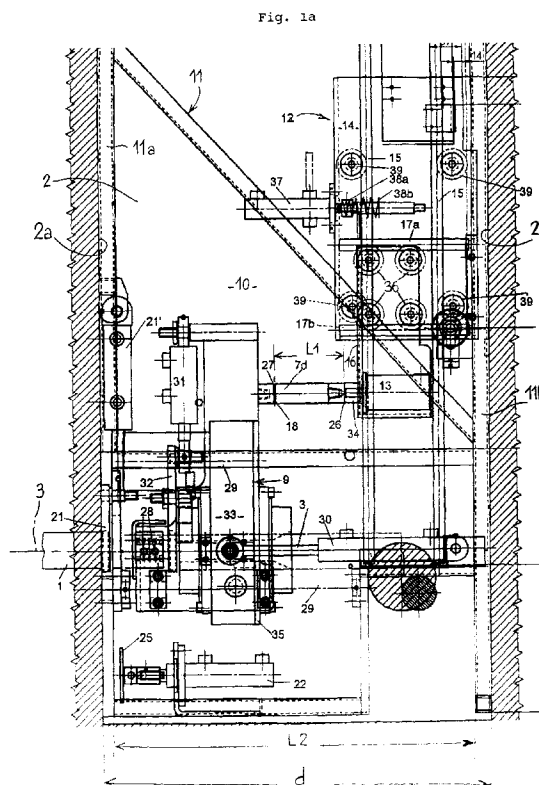
(71) Demandeurs:
• **GAZ DE FRANCE (SERVICE NATIONAL)**
F-75017 Paris (FR)
• **Powerdrill France**
67960 Entzheim (FR)

(72) Inventeurs:
• **Eckenfels, Josef**
77770 Durbach (DE)
• **Haas, Herbert**
77704 Oberkirch (DE)
• **Prinz, Norbert**
68000 Colmar (FR)
• **Wartel, Christian**
75020 Paris (FR)
• **Pfeiffer, Dominique**
60950 Ermenonville (FR)

(74) Mandataire: **Lerner, François et al**
5, rue Jules Lefèbre
75009 Paris (FR)

(54) Procédé et appareil de forage

(57) Il s'agit de réaliser un trou de forage (1) au moyen d'un train de tiges de forage comprenant une succession d'éléments de tiges (7d) à disposer bout à bout. Pour cela, on réalise un puits (2) vertical dans le sol, de section horizontale constante et de préférence insuffisante pour qu'un homme puisse travailler vers son fond, on y déplace horizontalement le train de tiges à partir d'une ouverture située dans une paroi avant du puits et on sélectionne les éléments (7d) du train de tiges pour qu'ils présentent une longueur axiale inférieure à la distance séparant ladite ouverture dans la paroi avant du puits, de la paroi arrière en regard.



EP 0 829 614 A1

Description

L'invention concerne un procédé et un appareillage pour réaliser des trous de forage.

Vis-à-vis de l'état actuel de l'art antérieur sur le sujet, l'invention vise à atteindre les buts suivants :

- pouvoir travailler dans des endroits d'intervention exigus, en particulier dans un environnement urbain où l'encombrement de l'appareil doit être le plus faible possible, en gênant le moins possible,
- obtenir un fonctionnement fiable de l'appareil, sans risque de rupture de l'appareil, pratiquement quelles que soient les conditions rencontrées sur le terrain,
- que cet appareil soit de construction et d'utilisation aussi fonctionnelles et simples que possible,
- permettre des coûts de fabrication et d'exploitations limités,
- autoriser un contrôle et un guidage du forage optimum, ceci de manière simple et fonctionnelle,
- limiter le plus possible les risques de perturbation du sous-sol au cours du forage du trou par l'appareil.

Jusqu'à présent, il a notamment été proposé, pour réaliser dans un sol un trou de forage essentiellement horizontal (comme nécessité en l'espèce) d'utiliser un train de tiges de forage comprenant une succession d'éléments de tiges de forage disposés bout à bout suivant un axe et propres à être poussés vers l'avant, dans le sol, par un dispositif d'entraînement de forage.

On a ainsi notamment déjà utilisé une foreuse pour enfoncer depuis la surface du sol jusque dans le sous-sol, selon un trajet oblique, un train de tiges constitué d'un grand nombre de barres ou tiges de forage, vissées les unes au bout des autres, et ayant chacune plusieurs mètres de longueur. La direction de la pénétration (c'est-à-dire de la tête de forage qui se trouve à l'extrémité avant du train de tiges) peut être relativement bien régulée, de façon que le forage s'effectue d'abord à plat et d'une manière oblique vers le bas, jusqu'à arriver à la profondeur prescrite, puis on poursuit le forage dans une direction essentiellement horizontale, toujours grâce au pilotage de la tête de forage.

Pour forer, le train de tiges est poussé vers l'avant, par le dispositif d'entraînement de forage, fixé au train de tiges sur le côté frontal. Ce train de tiges est souvent entraîné en rotation, et/ou, sous l'effet de l'eau qui s'échappe de la tête de forage sous haute pression. Les matériaux rencontrés lors du forage sont alors expulsés, le plus souvent par passage intérieur creux aménagé à travers le train de tiges.

Ce procédé est utilisé surtout pour poser des canalisations sur des tronçons de grande longueur, par exemple de 100 mètres ou plus.

Un appareil de forage de ce type, qui entre autres doit présenter un affût dirigé obliquement vers le bas

pour guider le train de tiges, est important et pèse au moins deux tonnes, car le poids de la foreuse sert en partie de butée à la force servant à la compression du train de tiges vers l'avant.

Il est considéré que les appareils de forage connus, dont un exemple typique vient d'être présenté, ne satisfont pas raisonnablement l'essentiel au moins des buts ici assignés.

Pour combler ce manque et tendre vers les buts fixés, l'invention propose tout d'abord, pour réaliser donc un trou de forage essentiellement horizontal, dans un sol, au moyen d'un train de tiges de forage comprenant une succession d'éléments de tiges de forage à disposer bout à bout suivant un axe et propres à être poussés vers l'avant, dans le sol, par un dispositif d'entraînement de forage,

- de réaliser ladite zone de départ comme un puits ouvert dans le sol suivant un axe sensiblement vertical avec une section horizontale sensiblement constante suivant la profondeur du puits, tout en étant de préférence insuffisante pour qu'un homme puisse travailler vers son fond avec ledit train de forage,
- pour creuser le trou, de déplacer le train de tiges, dans le trou, par éléments, suivant la direction du trou, à partir d'une ouverture située dans une paroi avant du puits,
- et de sélectionner les éléments du train de tiges pour qu'ils présentent une longueur axiale inférieure à la distance séparant ladite ouverture dans la paroi avant du puits, de la paroi arrière en regard.

Ceci offre la possibilité de réaliser le train de tiges à partir de tiges de forage très courtes (10 à 30 cm environ) qui seront avantageusement vissées les unes aux autres.

Les tiges de forage individuelles ne seront alors souples que dans leur zone centrale, c'est-à-dire pas dans leur zone extrême de vissage avec les deux tiges voisines. Le vissage par lui-même ne comportera de préférence aucun jeu, car il en résulterait une suppression des possibilités de réglage de l'orientation du train de tiges dans son ensemble. Comme un train de tiges constitué de tubes est, dans la zone du vissage sans jeu proprement dit, beaucoup plus rigide que dans la zone centrale des tiges individuelles, le train de tiges peut, dans les zones de vissage, être considéré comme ne pouvant pratiquement pas subir de déplacement latéral.

En conséquence, un train constitué de tiges dont les zones de vissage représentent environ 20 à 25 % de la longueur totale de chaque tige, doit globalement être considéré comme peu élastique dans une direction transversale.

Du fait que, pour la plupart des forages à réaliser dans le cadre de l'invention, seule une très petite déviation latérale du forage sera nécessaire, le train de tiges

constitué d'un très grand nombre de tiges individuelles très courtes est approprié. Il sera en effet ainsi possible, à partir d'un puits de départ dont la section au fond ne sera pas sensiblement supérieure à la petite section prédéfinie à la surface du sol, d'arriver à une avance horizontale avec un train de tiges dont les tiges individuelles sont, dans la direction de l'axe de forage, raccordées à l'extrémité arrière du train de tiges en place. La longueur des tiges individuelles sera alors nettement plus courte que la longueur, mesurée dans le plan horizontal, de la section transversale du puits de départ.

Et, pour déplacer le train de tiges dans le trou de forage, on appuiera avantageusement le dispositif d'entraînement contre la paroi du puits opposée à l'ouverture du trou et on fera exercer une poussée vers l'avant sur les éléments dans le trou, au moyen du dispositif d'entraînement.

D'ailleurs, l'appareil prévu dans l'invention, pour réaliser le trou de forage souhaité, comprend :

- un bâti propre à être descendu, au moins pour partie, dans le puits,
- des éléments de tiges de forage à disposer bout à bout, ayant individuellement une longueur déterminée,
- des moyens d'entraînement de forage déplaçables dans le bâti entre deux positions, avant et arrière, pour entraîner les éléments de tiges de forage et créer, en avançant, un train d'éléments de tiges relativement rigides suivant un axe sensiblement horizontal,
- ladite longueur des éléments constituant ledit train d'éléments de tiges créé étant inférieure à une largeur que présente ledit bâti, suivant l'axe du train de tiges.

Concernant les moyens d'entraînement de forage, ceux-ci comprendront avantageusement :

- des moyens de serrage pour serrer individuellement le(les) dernier(s) éléments de tiges constituant ledit train de tiges de forage,
- des moyens de poussée, pour faire avancer par compression ledit train de tiges, suivant son axe dans la direction de forage,
- et des moyens chargeurs/extracteurs mobiles dans ledit bâti entre une position haute et une position basse pour, dans un sens, apporter des éléments de tiges supplémentaires aux moyens d'entraînement de forage afin de rallonger le train de tiges et, en sens inverse, extraire des éléments du train de tiges, alors à raccourcir.

Grâce à l'utilisation d'un train de tiges très stable, en particulier grâce à des tiges en un matériau plein, ou du moins en tubes ayant une très grande épaisseur de paroi, il va ainsi être possible de réaliser le forage essentiellement (et si nécessaire, d'une manière exclusi-

ve), en faisant avancer le train de tiges par compression. Cette façon de faire est particulièrement bien adaptée aux travaux effectués à partir d'un puits de départ, car le dispositif d'entraînement destiné à faire avancer le train de tiges par compression peut facilement s'appuyer contre la paroi opposée du puits.

Le dispositif d'entraînement de forage peut en outre comporter un orifice de passage pour le train de tiges, de sorte que le dispositif d'entraînement de forage, au contraire de ce qui est par ailleurs usuel, n'agit pas côté frontal sur l'extrémité arrière du train de tiges, mais plutôt saisit le train de tiges sur sa périphérie extérieure, et le maintient en position autour de l'axe longitudinal, exclusivement par une liaison dynamique, tant dans le sens axial qu'en position angulaire, ce qui permet de pousser le train de tiges vers l'avant, de le tourner ou de le reculer.

Ainsi, pour déplacer le train de tiges de forage dans le trou, on conseille :

- de serrer par le dispositif d'entraînement la périphérie extérieure d'un élément arrière dudit train situé dans le puits,
- d'avancer cet élément vers le trou, suivant l'axe du train de tiges, d'une longueur correspondant sensiblement à la longueur de l'élément,
- et, tout en retenant le train de tiges déjà dans le trou de forage pour empêcher son recul, de venir saisir un autre élément arrière du train de tiges, et ainsi de suite, élément par élément.

Une rotation du train de tiges, pour racler ou "meuler" le matériau de sol en avant de la tête de forage, n'est alors intéressante que dans des cas particuliers. Il faut cependant pouvoir assurer une rotation du train de tiges sur un angle inférieur à 360°, car il est possible d'agir sur la direction d'avance du forage par l'intermédiaire d'un biseau asymétrique, présent à la pointe du train de tiges, et de sa position angulaire par rapport à l'axe de forage.

Grâce à la mise en place de la tige de forage dans la direction de l'axe de forage (qui est essentiellement horizontal), il est en outre possible d'introduire dans le puits de départ, ou de l'en éloigner, les nouvelles tiges à insérer ou à enlever, et ce dès cette position horizontale, à partir d'un magasin. Ainsi, on évite presque complètement les difficultés liées à une modification de la direction des tiges lors de leur amenée, comme par exemple un coincement, etc.

A l'aide d'un changeur de tiges de forage (que l'on appellera de préférence "chargeur/extracteur"), qui dispose d'un moteur qui lui est propre, les tiges à ajouter pourront être chacune vissées sur l'extrémité arrière du train de tiges. Avantageusement, on procédera au préalable, déjà à l'aide du moteur du changeur/extracteur et du manchon fileté qui y est fixé, au soutirage à partir du magasin des tiges, situé plus haut.

Le dispositif d'entraînement de forage peut subir

une translation longitudinale dans un sens et dans l'autre, dans le puits de départ, parallèlement à l'axe de forage, et ce, au moins sur la longueur d'une tige individuelle. De préférence, le dispositif d'entraînement de forage peut ainsi se déplacer dans un sens et dans l'autre entre une position avancée, qui se trouve immédiatement au début du trou de forage dans le puits de départ, et une position en retrait, qui se trouve au voisinage du dispositif chargeur/extracteur de tiges, lui-même disposé contre la paroi opposée.

Tant le chargeur/extracteur que le dispositif d'entraînement de forage sont de préférence installés dans une tour ou bâti de forage, qui est constitué(e) d'un treillis en tubes métalliques dont une partie peut être fixe et une autre mobile verticalement. Le bâti sera de préférence, sur ses parois périphériques, revêtu de plaques pour empêcher que de la terre ne tombe dans le puits de départ. Cette tour de forage (ou du moins sa partie mobile) est descendue par exemple à l'aide d'un treuil à main, à partir du haut du puits.

Le magasin des tiges de forage peut être constitué d'une goulotte verticale ou oblique, dans laquelle les tiges de forage sont disposées horizontalement les unes au-dessus des autres. Dans la position la plus basse, la goulotte est ouverte côté frontal, pour permettre le prélèvement de la tige la plus basse à partir du magasin. Dans cette position de prélèvement, la tige de forage est située dans la verticale d'un tronçon de l'axe de forage, et elle peut donc être prélevée par le chargeur/extracteur de tiges, qui peut se déplacer verticalement par rapport à la tour de forage.

Dans ce but, le chariot changeur sur lequel se trouve aussi le moteur du chargeur/extracteur est relevé jusqu'à hauteur de la position de prélèvement. Le manchon fileté se trouvant sur l'axe de ce moteur est alors introduit par vissage dans la tige de forage se trouvant dans la position de prélèvement du magasin des tiges. A noter que cette tige ne peut être entraînée en rotation, en raison des autres tiges qui appuient sur elles, voire d'une masse additionnelle. Après abaissement jusqu'à l'axe de forage, une rotation dans le sens inverse, et une poussée vers l'avant du moteur précité avec la tige de forage prélevée dans le magasin, vissent cette tige sur l'extrémité arrière du train de tiges se trouvant dans le forage. Le magasin des tiges se termine de préférence dans la tour de forage en dessous de la surface du sol, mais commence au-dessus de la surface du fond et peut alors dépasser en outre obliquement du train de tiges de la tour de forage, pour faciliter le chargement, à la main, de tiges supplémentaires.

La partie basse de la tour est avantageusement coincée à l'intérieur du puits de départ par des cylindres hydrauliques de serrage à action horizontale, pour un bon maintien non seulement dans le plan horizontal, mais aussi dans le plan vertical.

Un exemple de réalisation selon l'invention est présenté plus en détail ci-après à l'aide des figures, sur lesquelles :

- la figure 1 présente l'appareil de forage selon l'invention en vue de côté,
- la figure 2 présente l'appareil selon l'invention, à partir de l'avant quand on regarde sur l'axe de forage,
- la figure 3 présente l'appareil en vue de dessus agrandie,
- la figure 4 représente un synoptique de fonctionnement du procédé mettant en oeuvre le dispositif de l'invention pour une opération de forage, séparé en étapes 4a à 4g,
- la figure 5 représente un synoptique de fonctionnement du dispositif de la présente invention (séparé en étapes 5a, 5b et 5c) en détaillant en particulier les moyens de détection de la position axiale et du glissement éventuel du train de tige par rapport au dispositif d'entraînement de forage, et
- la figure 6 représente un synoptique de fonctionnement du procédé mettant en oeuvre le dispositif de l'invention pour une opération de retrait d'éléments de tiges de forage, séparé en étapes 6a à 6h.

Sur les figures 1 et 2, les figures respectivement 1a et 2a présentent chacune la partie inférieure de l'appareil de forage se trouvant dans le puits de départ 2, tandis que les figures respectivement 1b et 2b présentent sa partie supérieure qui dépasse en partie de la surface du sol 5.

Les éléments de l'appareil disposés à l'intérieur d'une tour ou bâti 11, réalisé(e) en profilés métalliques, dont les surfaces extérieures sont de préférence recouvertes, d'une manière non représentée sur le dessin, par des plaques métalliques.

La tour de forage 11 est descendue dans le puits de départ 2 par exemple à l'aide d'un treuil à main, non représenté sur les dessins, et peut, dans ce but, être guidé verticalement, par exemple dans un cadre auxiliaire disposé au-dessus du puits de départ, à l'aide de galets de guidage, de glissières, etc.

Dans la partie inférieure de la figure 1a, on peut voir, courant horizontalement, l'axe de forage 3, et le trou de forage 1 aménagé dans la paroi latérale gauche 2a (paroi avant).

La tour 11 comporte des évidements ouverts par le bas, aménagés dans ces parois latérales.

Les éléments principaux de l'appareil selon l'invention sont tous disposés contre ou dans la tour de forage 11 :

- le dispositif 9 d'entraînement de forage, qui presse vers l'avant le train 6 de tiges vers la gauche, dans la direction de l'axe de forage 3, ou qui, lors de l'extraction du train 6 de tiges de forage du trou foré 3, recule ce train 6,
- le chargeur/extracteur de tiges, 12, qui permet d'adapter, élément par élément, la longueur du train 6 de tiges se trouvant dans le trou 3, par adjonction ou retrait de tiges 7 supplémentaires à son extrémi-

- té arrière,
- le magasin de tiges 19, dans lequel sont logées les tiges 7 destinées à être raccordées au train de tiges 6,
- ainsi que la goulotte inclinée 24, dans laquelle tombent les tiges 7 prélevées du train 6 de tiges pour y être nettoyées par le personnel de manoeuvre, faire l'objet d'un contrôle des détériorations et être re-graissées pour une utilisation ultérieure.

Les figures 1 et 2 ne comportent aucun train 6 de tiges sur l'axe de forage 3, pour faciliter la compréhension des dessins, au contraire de la figure 3. On peut voir alors que le train 6 de tiges est constitué de tiges 7 (ou d'éléments) disposées les unes derrière les autres, vissées les unes aux autres à leurs extrémités. Chaque élément 7 présente une longueur axiale L1 (figures 1a et 3) inférieure à la distance d séparant les parois avant 2a et arrière 2b du puits où la machine de forage a été installée, ainsi qu'à la longueur L2 (mesurée parallèlement à l'axe des tiges 7) du bâti 11 (ou du moins de sa partie qui descend dans le puits), entre ses montants latéraux verticaux, avants et arrière, repérés 11a, 11b sur la figure 1a.

Sur la figure 1a, un exemplaire 7d de ces tiges est vissé au manchon fileté 34 du moteur 13 appartenant au dispositif 12 chargeur/extracteur.

Chaque tige filetée 7 comporte sur sa périphérie extérieure une gorge annulaire 18 faisant office de moyen de détection.

Comme on le voit sur la figure 1a, le chargeur/extracteur 12 se déplace d'une manière essentiellement verticale. La tige de forage 7d se déplace alors dans une trouée de transport essentiellement verticale 10. Le dispositif d'entraînement de forage 9 peut, sur l'axe de forage 3, coulisser le long de guides 29 à l'aide de pistons hydrauliques 30.

Pour presser le train de tiges 6, et donc pour pousser le forage vers l'avant, le dispositif d'entraînement du train de forage 9 saisit la tige 7 située le plus en arrière (c'est-à-dire se trouvant encore dans la zone de la tour de forage 11) et la totalité du dispositif d'entraînement de forage 9 est déplacée vers la gauche, en passant par la position représentée sur la figure 1a. Le dispositif d'entraînement de forage 9 se déplace ainsi alternativement entre la paroi avant 2a et le voisinage de la paroi arrière opposée 2b.

Le dispositif 9 peut, outre ce mouvement axial dans la direction de l'axe de forage 3, tourner en outre le train 6 de tiges, et ce tant pendant le mouvement linéaire que d'une manière séparée. Dans ce but, une mâchoire tournante 33, propre à serrer le train de tiges, peut tourner ou pivoter par rapport à son boîtier 35, d'une manière coaxiale à l'axe de forage 3. Cette façon de faire sert à ajuster l'orientation, en coopération avec un biseau de type connu en disposition asymétrique contre la pointe du train de tiges.

Le dispositif d'entraînement de forage comporte

une autre mâchoire 32, dite "de séparation" ou de "dé-blocage", disposée en avant de la mâchoire tournante 33, et qui peut maintenir le train de tiges fixe en rotation par rapport à l'enveloppe 35 du dispositif d'entraînement de forage.

Une mâchoire de serrage supplémentaire 21 est également disposée solidaire de la tour de forage 11, au voisinage immédiat du trou de forage 3 par rapport au train de tiges 6. Cette mâchoire de serrage 21 est elle aussi, comme on le voit mieux sur la figure 2a, constituée de deux mâchoires, dirigées transversalement contre le train de tiges. Ces mâchoires sont entraînées par un vérin hydraulique 21' qui, par l'une de ses extrémités, est maintenu en position fixe par rapport à la tour de forage 11.

A l'extrémité inférieure de la tour, encore en-dessous du dispositif d'entraînement de forage 9, des cylindres de serrage 22a, 22b, courant dans la direction de l'axe de forage 3, sont disposés à demeure contre la tour de forage 11. Les cylindres 22a et 22b comportent une plaque de compression 25 au niveau de l'extrémité libre de leur tige de piston. Comme la tour de forage 11, dans cette zone, ne comporte pas de recouvrement extérieur, la sortie des tiges de piston de ces cylindres de serrage 22 (qui, si nécessaire, sont entraînées par un dispositif hydraulique), compriment leurs plaques de compression 25 contre la paroi en regard du puits de départ 2, et ainsi la tour de forage 11 contre les parois latérales du puits 2. Ainsi, la totalité de la tour de forage 11 est fixée dans le puits de départ 2, ce qui est important pour l'alignement, par rapport au trou de forage commencé 1, de l'axe de forage 3 défini par le dispositif d'entraînement de forage 9 par rapport à la tour de forage 11.

Le chargeur/extracteur 12 est constitué, pour l'essentiel, du moteur 13 avec son manchon fileté 34, qui de préférence est directement disposé sur l'arbre de sortie du moteur. Ce manchon 34 est muni d'un filetage adapté pour être vissé sur le filetage arrière des tiges 7, de façon à permettre leur assemblage les unes au bout des autres. Comme on le voit sur la figure 1a, il s'agit alors de préférence d'un filetage extérieur, appliqué le long d'une surface conique, sur la tige de forage 9, auquel cas on utilise de préférence une forme de filets circulaire. Le manchon fileté 34 présente en conséquence un filetage intérieur de sens contraire, et le moteur 13 est, par son axe de rotation, orienté parallèlement à l'axe 3. Le moteur 13 peut alors se déplacer tant dans la direction de l'axe de forage 3 que perpendiculairement à cette direction (verticalement le long du bâti 11).

Dans ce but, le moteur 13 est fixé à un cadre de moteur 16. Le cadre 16 peut, à l'aide de roulettes 36 comportant sur leur périphérie extérieure une gorge annulaire, se déplacer suivant l'axe de forage 3, le long de deux barres de préférence espacées l'une de l'autre dans le sens vertical, servant de guides 17 pour le cadre du moteur. Les guides 17 sont fixés sur un chariot 14, qui, à l'aide de préférence de roulettes 39, peut se dé-

placer dans la direction verticale le long des guides de chariot 15 en forme de barres disposées, dans la direction de l'axe de forage 3, à une certaine distance dans la tour de forage 11, au voisinage du côté 2b.

Le moteur 13 peut, à l'aide du chariot élévateur chargeur/extracteur 14, être déplacé dans la direction verticale de façon à être aligné soit avec l'axe de forage 3, dans sa position la plus basse, soit, dans sa position la plus haute (figure 2b), avec un dispositif preneur 23, disposé dans la zone supérieure de la tour de forage 11. Ce dispositif preneur est actionné à l'aide d'un vérin hydraulique 23', de préférence à double effet. Entre ces deux positions extrêmes (de préférence situées toutes deux en dessous du niveau de la surface du sol 5), on trouve, sur la trajectoire du moteur 13, la position de prélèvement du magasin 19 où sont prêtes des tiges de forage 7a, 7b, 7c "nouvelles". Ce magasin est pour l'essentiel constitué d'une gaine 20 de type profilé disposée en position oblique, l'inclinaison augmentant au maximum jusqu'à une position verticale. Les tiges de forage 7 y sont installées par en haut.

A son extrémité inférieure, la gaine 20 comporte une butée pour la tige de forage 7a la plus basse et est ouverte sur le côté arrière de cette tige dirigé vers le moteur 13.

Le magasin 19 dépasse alors de préférence au-dessus du niveau du sol 5, et s'étend vers l'extérieur ou latéralement par rapport à la tour de forage 11, pour que le personnel de manoeuvre puisse le remplir plus facilement avec les tiges de forage 7.

Quand le moteur 13 se trouve en alignement avec la tige de forage 7a logée dans la position de prélèvement du magasin 19, le moteur 13 peut, par un déplacement longitudinal le long de son axe de rotation, accompagné d'une rotation du manchon fileté 34, être visé sur la tige de forage 7a. L'entraînement de cette dernière en rotation est empêché par le poids des tiges de forage disposées au-dessus et éventuellement par le poids d'une masse 42, disposée en outre dans le magasin 19. La descente vers le dispositif d'entraînement 9 du moteur 13, avec la tige de forage 7a, assure le transfert de cette tige jusqu'au train de tiges 6, pour raccordement.

Au-dessus de l'extrémité inférieure du magasin 19, dans la trajectoire verticale des tiges de forage ainsi transportées et en dessous du dispositif preneur 23, la goulotte oblique 24 est disposée de façon que son extrémité supérieure se trouve encore en dessous du dispositif preneur 23. Une tige de forage 7, entraînée dans le dispositif preneur 23 par en haut à l'aide du chargeur/extracteur 12, écarte alors la goulotte oblique 24, qui peut être rabattue vers l'extérieur autour d'un axe de pivotement, à partir de cette trajectoire. Puis la goulotte oblique 24 revient, en raison de la force de gravité, en rabattement jusqu'à la position fonctionnelle représentée sur la figure 2b. Dans cette position fonctionnelle, les tiges de forage 7k, d'abord maintenues par le dispositif preneur 23, tombent dans la goulotte oblique 24

après avoir été lâchées, et roulent le long en sortant latéralement de la tour de forage 11, où elles sont réceptionnées par le personnel de manoeuvre, pour vérification et rangement.

On va maintenant décrire le fonctionnement du dispositif selon l'invention, en particulier à l'aide des figures 4 à 6.

On part d'un forage déjà commencé, que l'on veut poursuivre.

Dans ce cas, le chariot 14 du dispositif 12 se déplace vers le haut (étape 4a), pour prélever une nouvelle tige de forage élémentaire 7a du magasin 19. Le cadre de moteur 16 se trouve alors avec le moteur 13, dans la position arrière ramenée horizontalement le plus loin du trou de forage, c'est-à-dire vers le bord droit 2b du puits de départ 2 sur la figure 1a.

Le chariot 14 est alors déplacé le long des guides 15 vers le haut, jusqu'à ce que le manchon fileté 34 arrive en alignement avec le filetage de la tige 7a alors la plus basse, se trouvant dans la position de prélèvement du magasin 19. Puis le manchon fileté 34 est déplacé sur son axe de rotation vers la gauche, c'est-à-dire vers l'avant, contre cette tige de forage 7a, et est entraîné en rotation par le moteur 13 (étape 4b), de façon à visser le manchon fileté 34 à la tige de forage 7a. Ce vissage est limité à une certaine durée, de quelques secondes, par une minuterie couplée au moteur de changeur 13.

Pour permettre une prise du filetage du manchon fileté 34 et de la tige de forage 7a, une pression doit être présente dans la direction axiale. Dans ce but, le manchon fileté 34 est déplacé horizontalement dans le sens axial à l'aide du moteur 13, par le fait que le cadre de moteur 16 est déplacé sensiblement horizontalement par rapport au chariot 14 le long des guides du cadre de moteur 17a, 17b. Le piston hydraulique 37 effectue cette opération.

Comme la sortie et la rétraction de ce piston hydraulique 37 ne peut être commandée avec la précision correspondant à l'avance axiale lors du vissage d'un filetage suivant une vitesse de rotation parfaitement définie, un ressort 38 est intercalé entre le piston hydraulique 37 et le cadre de moteur 16 qui se déplace sous l'effet de ce dernier, et l'on a de préférence un ressort 38a, 38b pour chacune des directions de déplacement. On garantit ainsi la compensation nécessaire de longueur dans la direction de l'axe de forage 3.

De plus, pour compenser les défauts d'alignement entre l'axe de rotation du manchon fileté 34 et la tige de forage 7a se trouvant dans le magasin, le manchon fileté 34 est de préférence disposé à demeure sur l'arbre de sortie du moteur 13. Mais ce moteur 13 n'est pas disposé à demeure contre le cadre de moteur 16. Il est mobile à l'aide de supports en caoutchouc, de sorte que son axe de rotation peut, par rapport au cadre de moteur 16, réaliser tant un léger décalage transversal qu'une variation angulaire.

Les fonctions de compensation qui viennent d'être décrites sont nécessaires non seulement pour le prélè-

vement d'une tige de forage à partir du magasin 19, mais aussi, et surtout, pour la mise en place et l'enlèvement d'une tige de forage vis-à-vis du train de tiges 6.

Puis le cadre de moteur est de nouveau ramené, par rapport au chariot 14, dans la direction de l'axe de forage 3, de sorte que la tige de forage 7a, qui maintenant s'appuie sur le manchon fileté 34, est prélevée du magasin 19. Cette tige de forage 7a (qui sur la figure la est représentée, dans cette position de transport, comme une tige 7d) est alors déplacée vers le bas jusqu'à l'axe de forage 3.

Par un déplacement du cadre de moteur 16 vers l'avant par rapport au chariot 14 (c'est-à-dire vers la gauche sur la figure la dans l'étape 4c), l'extrémité avant 27 de cette tige est mise en contact avec l'extrémité arrière de la dernière tige de forage du train 6 se trouvant déjà dans le trou de forage, comme on le voit sur la figure 3. Grâce à la rotation simultanée du moteur 13, cette nouvelle tige de forage est vissée par l'arrière sur le train de tiges, ce qui prolonge ce dernier.

Le vissage s'effectue jusqu'à ce qu'un capteur de couple, couplé au moteur 13, annonce un couple suffisamment grand. Pendant le vissage, la dernière tige du train 6 est serrée, fixée en rotation à l'aide de la mâchoire tournante 33 (étape 4c) qui se trouve alors dans une position poussée relativement loin vers la gauche, de préférence à l'extrémité arrière de l'élément précédent (7b sur l'étape 4c).

Après la fin de la rotation du moteur 13, la mâchoire tournante 33 est desserrée (étape 4d), et le dispositif d'entraînement de forage 9 (voir figure 1a et figure 3) est ramené vers la droite, le long de ses deux guides 29, jusqu'à ce que la mâchoire tournante 33 se trouve dans la zone de la dernière nouvelle tige 7 qui a été raccordée, et qu'elle puisse être serrée par la mâchoire tournante 33, pour détacher de la tige de forage 7 qui vient d'être raccordée au manchon fileté 34, par rotation vers l'arrière du moteur 13 (étape 4e).

Pendant ce desserrage de la mâchoire 33 et pendant le retour du dispositif d'entraînement de forage 9, le train de tiges 6 est maintenu dans la position dans laquelle il se trouvait jusqu'à maintenant, tant en position axiale qu'en rotation, par rapport au trou de forage 1, par le fait que la mâchoire 21, fixée au voisinage du trou de forage contre la tour de forage 11, serre le train de tiges 6 (étapes 4a à 4e). Lors du dévissage du manchon fileté 34, le cadre de moteur 16 est déplacé vers l'arrière, par rapport au chariot 14, une fois de plus d'une manière horizontale à l'aide du piston hydraulique 37.

Après desserrage de la mâchoire 21, un déplacement de la totalité du dispositif 9 vers l'avant permet de déplacer vers l'avant le train de tiges 6, de la longueur de la nouvelle tige de forage 7, par le fait que la totalité du dispositif d'entraînement de forage 9 est poussée vers l'avant, le long des guides 29, à l'aide des pistons hydrauliques 30, de préférence disposés des deux côtés latéraux de la tour de forage 11 (force d'environ 2 tonnes). Pour ajuster la direction, le train de tiges est,

avant ou pendant son avancement, éventuellement mis un peu en rotation autour de l'axe de forage 3, à l'aide de la mâchoire tournante 33 (étape 4f). Avant, pendant ou après ce déplacement du dispositif 9, la totalité du chargeur/extracteur de tiges 12 est de nouveau déplacée vers le haut, pour aller chercher la tige de forage suivante 7 dans le magasin 19 (étape 4g). Grâce à la répétition de cette opération, le train de tiges 6 se constitue à la longueur voulue, et ainsi le trou de forage 1 avance d'une manière pilotée jusqu'à son point final.

Dès lors que le train de tiges 6 est maintenu par le dispositif d'entraînement de forage 9 seulement à l'aide d'une liaison dynamique, tant pour le déplacement axial que pour le déplacement en rotation, il peut se produire que, d'une manière indésirable, le train de tiges 6 glisse par rapport aux mâchoires 33 ou 21.

Pour détecter puis permettre de rectifier la position, au moins un moyen de repérage 28a (capteurs 28), mais de préférence trois moyens de repérage (capteurs) 28a, 28b, 28c, sont disposés contre le dispositif d'entraînement de forage 9, de préférence contre son boîtier 35. Ces capteurs 28, qui de préférence sont conçus comme des capteurs inductifs, contrôlent la position relative axiale par rapport à la tige de forage 7 se trouvant dans la zone du dispositif d'entraînement de forage 9, par le fait que l'un des capteurs 28a réagit quand la gorge annulaire 18 de cette tige fileté 7 se trouve exactement devant lui. Si le train de tiges 6 glisse dans la direction de l'axe de forage 3 par rapport au dispositif d'entraînement de forage 9, la gorge annulaire 18 quitte la zone de ce capteur 28a, et ce dernier émet un signal d'erreur.

Ces différentes possibilités sont bien représentées sur la figure 5 où trois étapes 5a à 5c sont représentées.

Dans l'étape 5a, on voit que le train de tiges de forage est trop avancé dans le trou de forage car la gorge 18 de l'élément 7b a dépassé le moyen de détection 28a et a été repérée par le moyen de détection 28b.

Dans l'étape 5b, on voit que le train de tiges de forage est dans la bonne position car le moyen de détection 28a est situé en regard de la gorge 18 de l'élément 7b.

Enfin, dans l'étape 5c, on voit que le train de tiges de forage est trop reculé par rapport au dispositif d'entraînement de forage car la gorge 18 de l'élément 7b est situé en retrait par rapport au moyen de détection 28a, et a été repérée par le moyen de détection 28c.

A chaque fois dans les étapes 5a et 5c, pour remettre le train de tiges de forage dans la bonne position illustrée par l'étape 5b, il suffit de reculer ou d'avancer le dispositif 9 d'entraînement de forage le long de l'axe de forage afin de faire avancer ou reculer le train de tige de forage dans le trou de façon à placer le moyen de détection 28a en regard du moyen de repérage 18 (la gorge) de l'élément 7b.

Comme les deux autres capteurs 28b, 28c sont disposés au voisinage l'un de l'autre sur les deux côtés dans la direction de l'axe de forage 3, la gorge annulaire

18 doit avoir dépassé l'un des deux capteurs 28b, 28c, qui a produit un signal correspondant. De ce fait, on connaît la direction de déplacement du train de tiges 6 par rapport au dispositif d'entraînement de forage 9, et - de préférence après fixation du train de tiges 6 dans le trou de forage 1 à l'aide de la mâchoire de serrage 21 fixée à demeure contre la tour de forage - le dispositif d'entraînement de forage 9 se déplace de nouveau dans la direction de l'axe de forage 3, de façon que le capteur 28a soit en regard de la gorge annulaire 18, c'est-à-dire reprenne la position prescrite.

On procède comme suit pour enlever du trou de forage 1 le train de tiges 6, par rétraction comme cela est décrit dans les étapes 6a à 6h de la figure 6:

Tout d'abord, on prévoit dans le dispositif d'entraînement de forage 9 une racle non représentée, constituée le plus souvent d'une ou plusieurs lèvres en caoutchouc ou d'une douille de caoutchouc, pour nettoyer grossièrement le train de tiges 6 retiré du trou de forage 1.

Au début de l'opération de rappel, la mâchoire de serrage 33 du dispositif d'entraînement de forage 9 maintient la tige de forage située le plus en arrière du train de tiges 6 (l'élément 7c dans l'étape 6a), auquel cas le dispositif d'entraînement de forage 9 se trouve dans la position, avancée par rapport au trou de forage 1, sur le bord gauche du puits de départ 1 de la figure 1a.

A partir de cette position, le dispositif d'entraînement de forage 9 est ramené vers la droite (étape 6b), de la longueur d'une tige de forage 7, puis le train de tiges 6 est fixé dans le trou de forage 1 par le fait que la mâchoire de serrage 21 disposée contre la tour de forage 11 fixe la tige du train de tiges 6 qui est maintenant l'avant-dernière, ou encore une autre tige disposée plus en avant (étape 6c).

Puis l'avant-dernière tige du train de tiges 6 est serré par la mâchoire de séparation/débloccage 32 (étape 6c). Le manchon fileté 34 est alors mis en position d'alignement avec l'axe de forage 3 et est vissé sur l'extrémité arrière du train de tiges 6 (étape 6c), par le fait que le manchon fileté 34 est tourné vers l'avant, c'est-à-dire en règle générale dans le sens des aiguilles d'une montre, tout en étant déplacé contre l'extrémité arrière du train, jusqu'à ce que l'on arrive à un vissage suffisamment ferme entre le manchon et la dernière tige de forage 6. Ceci est contrôlé par une surveillance du couple.

Puis la mâchoire tournante 33 est soumise à une rotation autour de l'axe de forage 3 (étape 6c), sur approximativement un demi-tour vers la gauche (direction d'ouverture du filetage) de sorte que la dernière et l'avant-dernière tige du train de tiges 6 sont partiellement dévissées.

La mâchoire tournante 33 dégage alors cette dernière tige et se déplace contre le trou de forage 1, vers l'avant, pour saisir la tige du train 6 qui est maintenant la dernière, et de nouveau la retirer du trou de forage jusqu'à ce qu'elle puisse être éloignée du train de tiges 6, comme il a été dit ci-dessus. Simultanément, ou peu

après, le dévissage est poursuivi et terminé par le manchon fileté 34 et le moteur 13, avec la tige filetée qui s'y trouve (qui initialement était la dernière), et ce, par une rotation du filetage dans le sens inverse (rotation à gauche), et simultanément, lors du déplacement du changeur de tiges, vers l'arrière, en s'éloignant du train de tiges (étape 6d). Avant ou en même temps, la tige de forage se trouvant sur le manchon fileté 34 est portée dans la zone de saisie du dispositif preneur 23 située dans la zone supérieure de la tour de forage 11, par un relèvement du chariot 14 et éventuellement un déplacement simultané vers la gauche du cadre de moteur 16 par rapport au chariot 14 (étape 6e). Dans ce but, le magasin 19 doit être retiré de la trajectoire verticale de la tige de forage par relèvement ou rabattement. De toute façon, avant d'arriver au dispositif preneur 23, la tige de forage ainsi transportée appuie, sur la goulotte pivotante 24 pour l'éloigner de sa trajectoire.

Après fermeture du dispositif preneur 23 (étape 6f) à l'aide de son piston 23', la tige de forage 7k est, comme on le voit sur la figure 2b, maintenue par le dispositif preneur 23. Le manchon fileté 34 peut alors être desserré par une rotation en sens inverse du moteur 13 (étape 6g), et par un déplacement simultané, vers l'arrière, du cadre de moteur 16 par rapport au chariot 14.

Sous l'effet de l'ouverture du dispositif preneur 23, la tige de forage 7k tombe dans la goulotte oblique 24 qui, sous l'effet de la force de gravité, est restée en arrière sur la Figure 2b, et elle roule le long de cette goulotte, en s'écartant latéralement de la tour de forage 11, pour une manipulation ultérieure par le personnel de manoeuvre (étape 6h).

Simultanément, ou ensuite, le chargeur/extracteur 12 est déplacé vers le bas, pour prélever la tige suivante du train de tiges 6 (étape 6g).

Revendications

1. Procédé pour réaliser un trou de forage (1) essentiellement horizontal, dans un sol à partir d'une zone de départ, au moyen d'un train de tiges (6) de forage comprenant une succession d'éléments (7) de tiges de forage à disposer bout à bout suivant un axe de forage (3) et propres à être déplacés vers l'avant, dans le sol, par un dispositif d'entraînement de forage (9), comprenant les étapes suivantes :

- on réalise ladite zone de départ comme un puits (2) ouvert dans le sol suivant un axe sensiblement vertical et ayant une section horizontale, de préférence, sensiblement constante suivant la profondeur du puits et insuffisante pour qu'un homme puisse y travailler au fond,
- pour creuser le trou, on déplace le train de tiges (6) dans le trou, par éléments (7), suivant la direction du trou, à partir d'une ouverture située dans une paroi avant du puits (2),

- et on sélectionne les éléments (7) du train de tiges (6) pour qu'ils présentent une longueur axiale inférieure à la distance séparant ladite ouverture dans la paroi avant du puits, de la paroi arrière en regard (d).
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le déplacement du train (6) de tiges de forage dans le trou (1) de forage est réalisé par poussée d'au moins un des éléments (7) disposés dans le puits (2) à l'aide d'un moyen (33) de serrage de l'extérieur de ce(s) élément(s), lequel moyen (33) étant disposé latéralement par rapport au train (6) de tiges de forage.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le déplacement du train (6) de tiges de forage est réalisé par poussée de l'élément (7) de train de tiges situé le plus en retrait par rapport à l'entrée du trou (1) de forage à l'aide du moyen (33) de serrage venant serrer celui-ci sur son pourtour, à son extrémité arrière.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que, lors du déplacement axial du train de tiges (6) de forage, on détecte la position relative axiale de celui-ci par rapport au dispositif (9) d'entraînement de forage à l'aide d'un premier moyen (28a) de détection coopérant un moyen (18) de repérage dont chaque élément (7) est muni.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que, lors du déplacement axial du train (6) tiges de forage, on détermine la direction de glissement éventuel de celui-ci par rapport au dispositif (9) d'entraînement de forage à l'aide de moyens supplémentaires (28b, 28c) de détection coopérant avec le moyen de repérage (18) de chaque élément (7), et on corrige éventuellement ce glissement relatif en déplaçant le dispositif (9) d'entraînement de forage de façon à disposer le premier moyen (28a) de détection en face du moyen (18) de repérage.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que, pour déplacer le train (6) de tiges de forage dans le trou de forage (1), on appuie une partie du dispositif d'entraînement (9) contre ladite paroi arrière du puits (2), et on fait exercer sur les éléments (7) dans le trou une poussée vers l'avant, à l'aide dudit moyen (33) de serrage externe du dispositif (9) d'entraînement de forage.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que pour creuser en déplaçant le train de tiges de forage (6) dans le trou, vers l'avant :
- on fait saisir et serrer, par le dispositif (9) d'en-
- traînement de forage, la périphérie extérieure d'un élément arrière (7) dudit train situé dans le puits,
- on fait avancer cet élément vers le trou (1) de forage, suivant l'axe du train de tiges, d'une longueur correspondant sensiblement à la longueur de l'élément (7),
 - et, tout en retenant le train de tiges déjà introduit dans le trou de forage à l'aide d'un autre moyen (21) de serrage externe pour empêcher son recul, on fait saisir un autre élément (7) arrière du train de tiges, et ainsi de suite, élément par élément.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les éléments de tiges de forage (7) destinés à s'ajouter au train de tiges, ou à s'en séparer après forage du trou, sont déplacés dans le puits en position sensiblement horizontale, parallèle à l'axe de forage (3), et sont raccordés au, ou séparés du, train de tiges dans le puits de départ (2), sensiblement suivant l'axe de forage (3).
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que, pour désolidariser l'élément (7) de forage situé le plus en retrait par rapport au trou de forage, on vient serrer par l'extérieur l'élément (7) jouxtant immédiatement celui-ci à l'aide de moyens (32) supplémentaires de serrage/déblocage.
10. Appareil pour réaliser un trou de forage (1) à partir d'un puits (2) creusé dans un sol, comprenant:
- un bâti (11) propre à être descendu, au moins pour partie, dans le puits (2),
 - des éléments (7) de tiges de forage à disposer bout à bout, ayant individuellement une longueur déterminée (L1),
 - des moyens d'entraînement de forage (9) déplaçables dans le bâti entre deux positions, avant et arrière, pour entraîner les éléments de tiges de forage (7) et créer, en avançant, un train (6) d'éléments de tiges de forage relativement rigides suivant un axe de forage (3) sensiblement horizontal,
 - ladite longueur (L1) des éléments (7) constituant ledit train (6) d'éléments de tiges de forage créé étant inférieure à une dimension (L2) que présente ledit bâti (11), suivant l'axe du train de tiges.
11. Appareil selon la revendication 10, caractérisé en ce que le dispositif (9) d'entraînement de forage comprend un moyen (33) de serrage de l'extérieur d'au moins un des éléments (7) placés dans le puits, lequel moyen (33) étant disposé latéralement par

rapport au train (6) de tiges de forage.

permettre leur désolidarisation.

12. Appareil selon la revendication 11, caractérisé en ce que le moyen (33) de serrage vient serrer le pourtour de l'élément (7) de tige de forage situé le plus en retrait par rapport au trou de forage, à son extrémité arrière, pour le faire avancer selon l'axe de forage (3). 5
13. Appareil selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un premier moyen (28a) de détection coopérant avec un moyen (18) de repérage dont est muni chaque élément (7) afin de déterminer la position relative axiale du train (6) de tiges de forage par rapport au dispositif (9) d'entraînement de forage lors du déplacement axial dudit train (6) de tiges de forage. 10 15
14. Appareil selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens supplémentaires (28b, 28c) de détection coopérant avec le moyen de repérage (18) de chaque élément (7) afin de déterminer la direction de glissement éventuel du train (6) de tiges de forage par rapport au dispositif (9) d'entraînement de forage lors du déplacement axial du train (6) de tiges de forage. 20 25
15. Appareil selon l'une quelconque des revendications 10 à 14, caractérisé en ce que les moyens (9) d'entraînement de forage comprennent : 30
- des moyens de serrage (21, 33) pour serrer individuellement le(les) dernier(s) élément(s) de tiges constituant ledit train de tiges de forage,
 - des moyens de poussée (29, 30), pour faire avancer par compression ledit train de tiges, suivant son axe dans la direction de forage, 35
 - et des moyens chargeur/extracteur (12, 13, 14) mobile dans ledit bâti entre une position haute et une position basse pour, dans un sens, apporter des éléments de tiges supplémentaires aux moyens d'entraînement de forage pour rallonger le train de tiges et, en sens inverse, extraire des éléments du train de tiges, alors à raccourcir. 40 45
16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que dans une position, les moyens chargeur/extracteur (12, 13, 14) coopèrent avec un magasin (19) d'éléments de tiges dans lequel lesdits éléments de tiges sont disposés sensiblement horizontalement. 50
17. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 16, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens (32) de serrage/débloccage de l'élément de forage jouxtant l'élément (7) situé le plus en retrait par rapport au trou de forage afin de 55

Fig. 1a

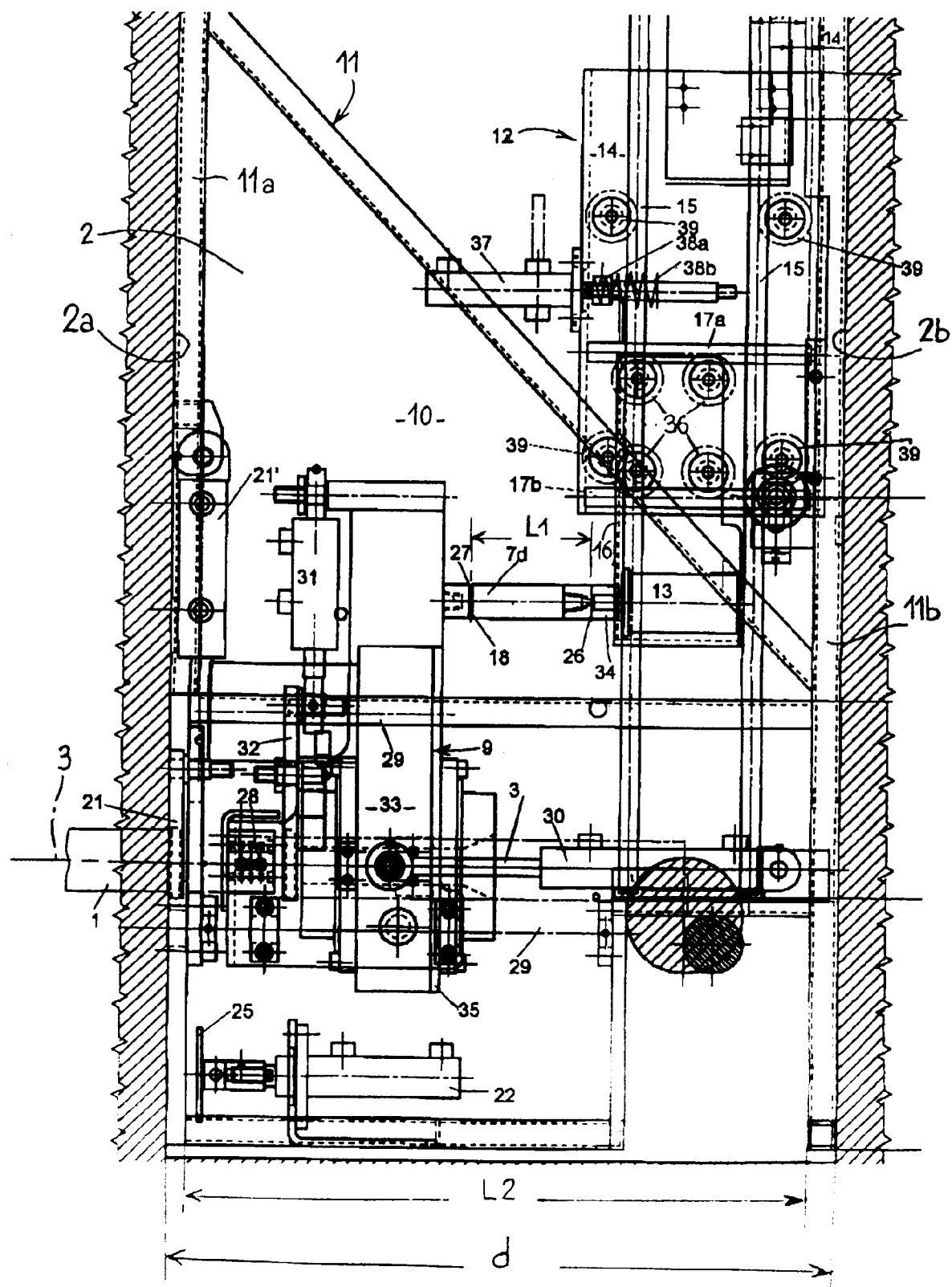
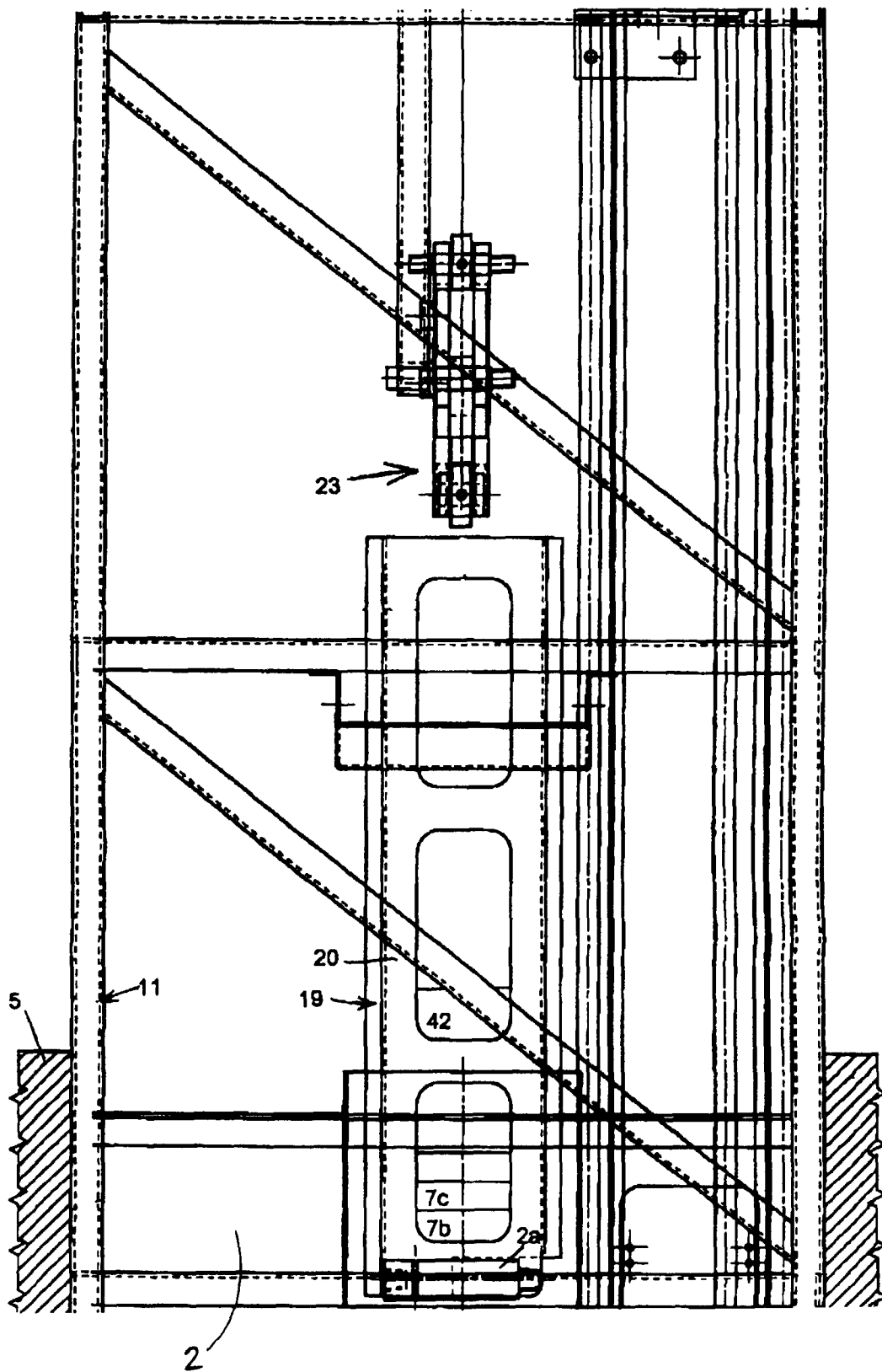


Fig. 1b



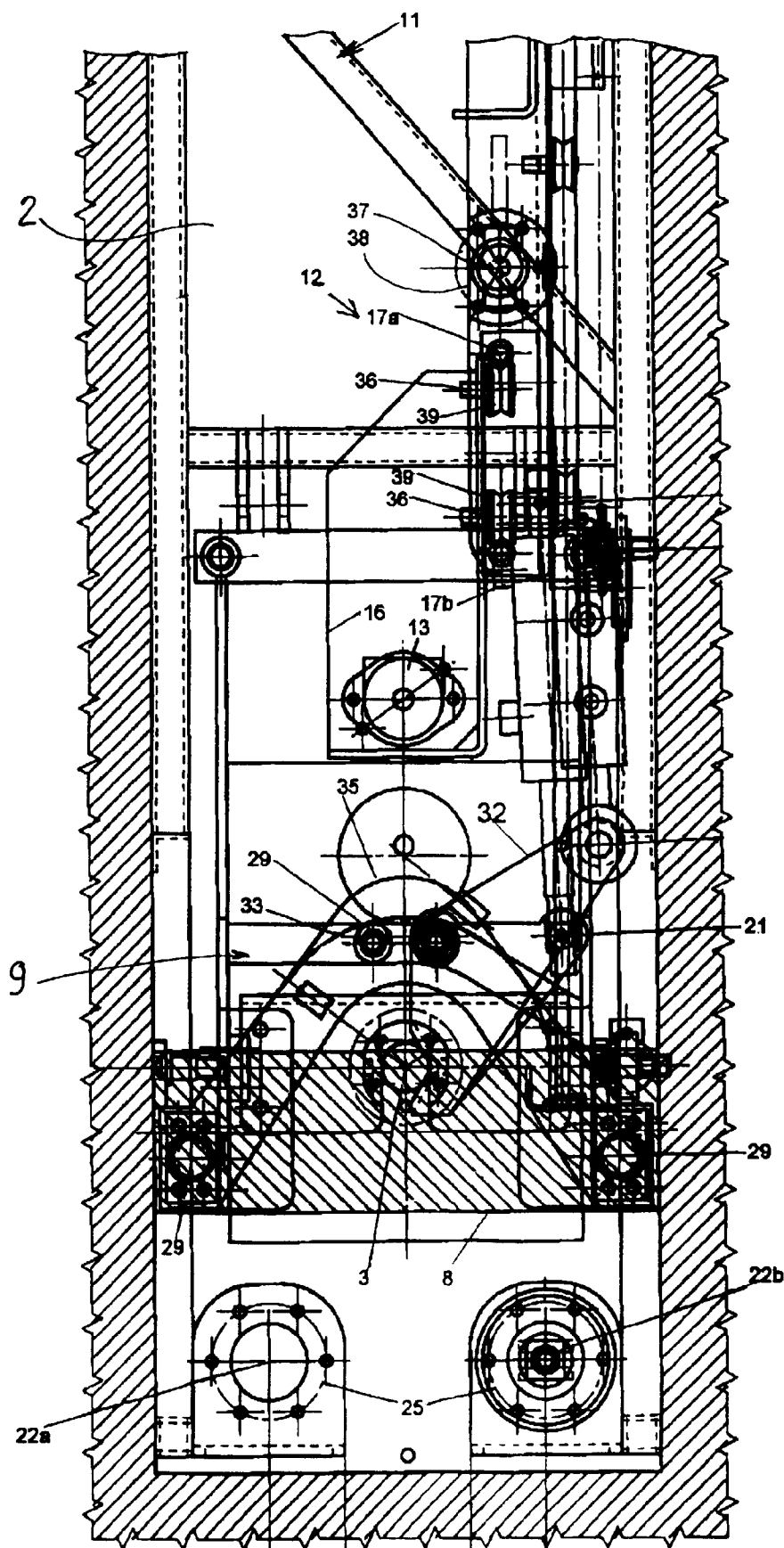
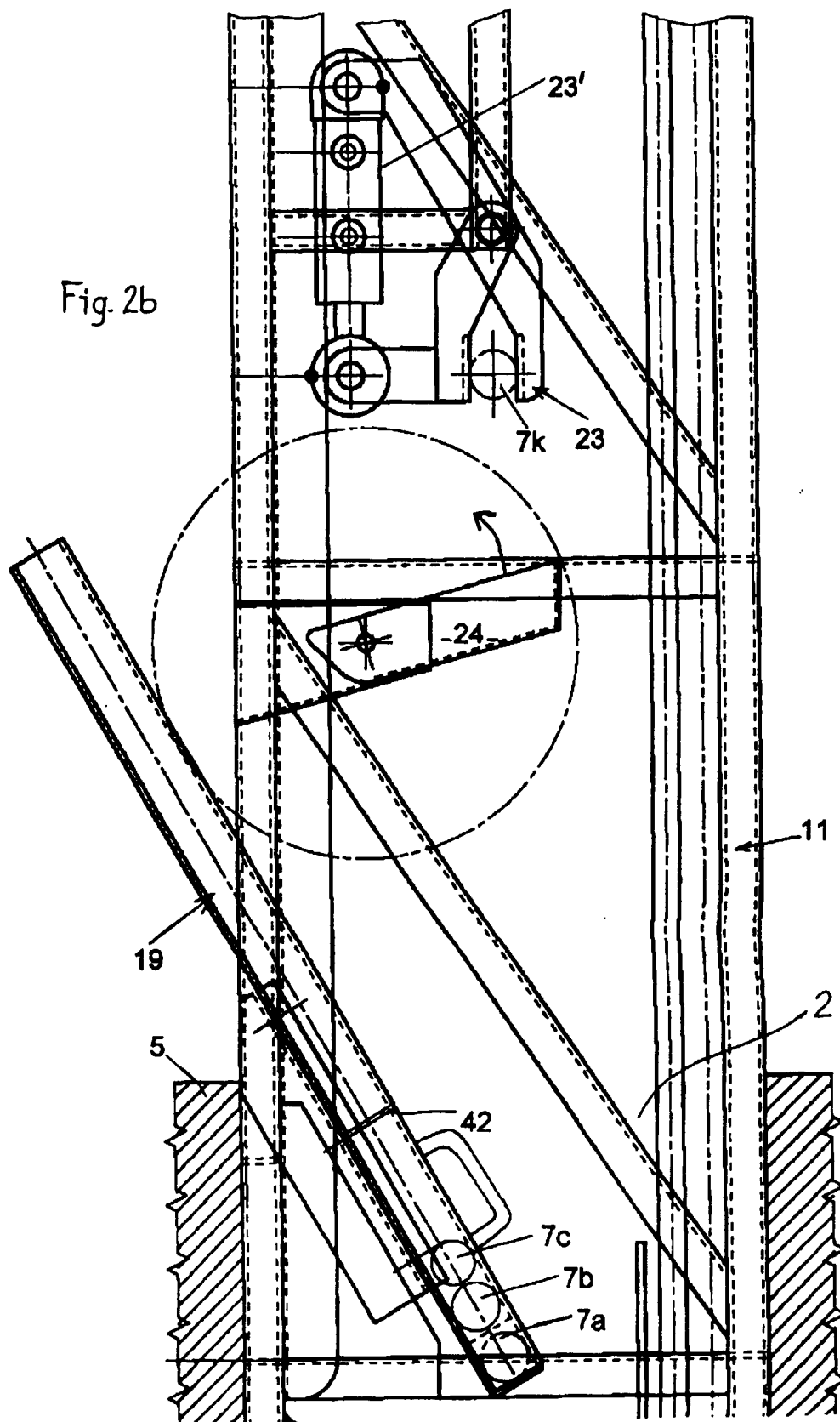
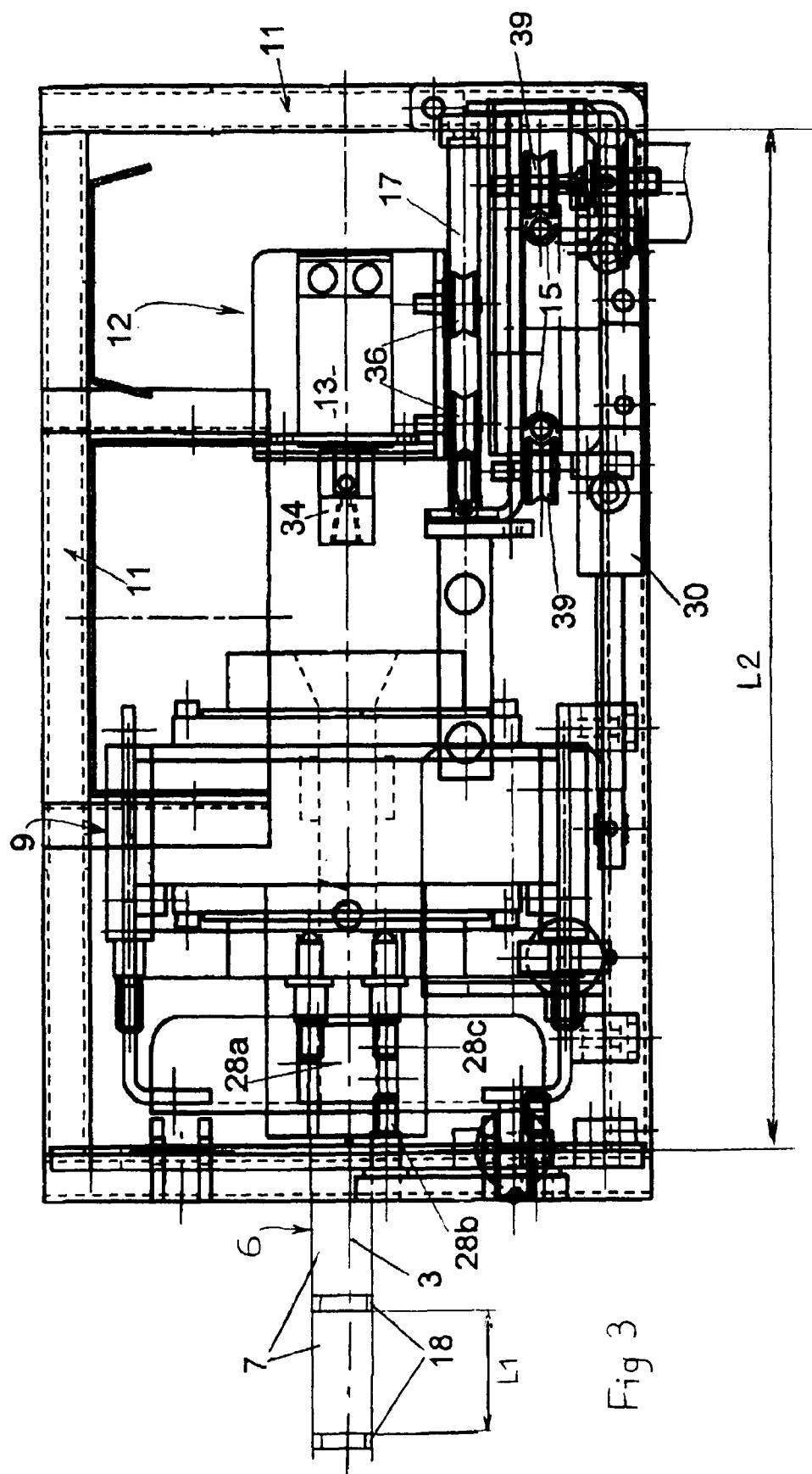


Fig. 2a





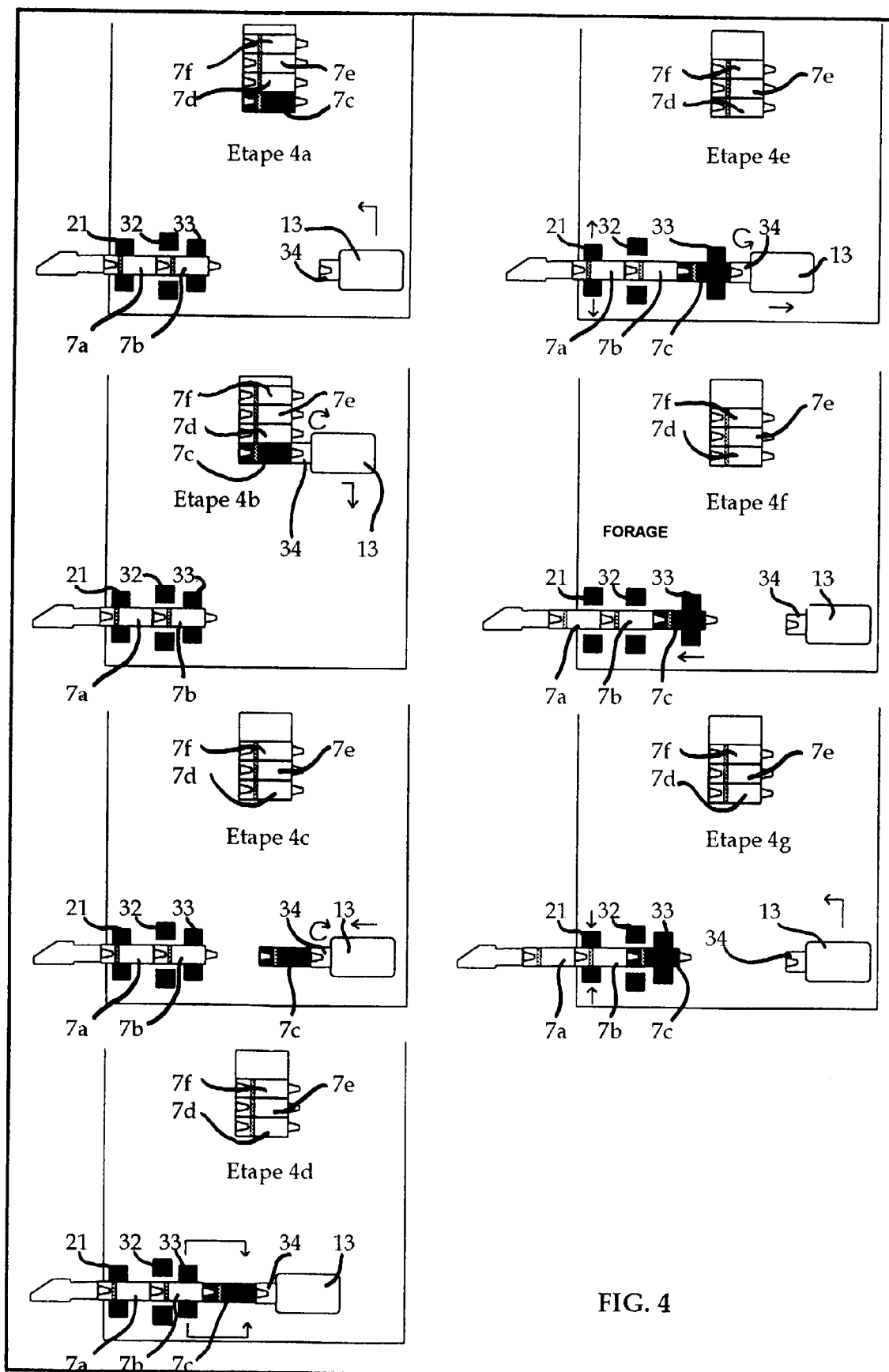
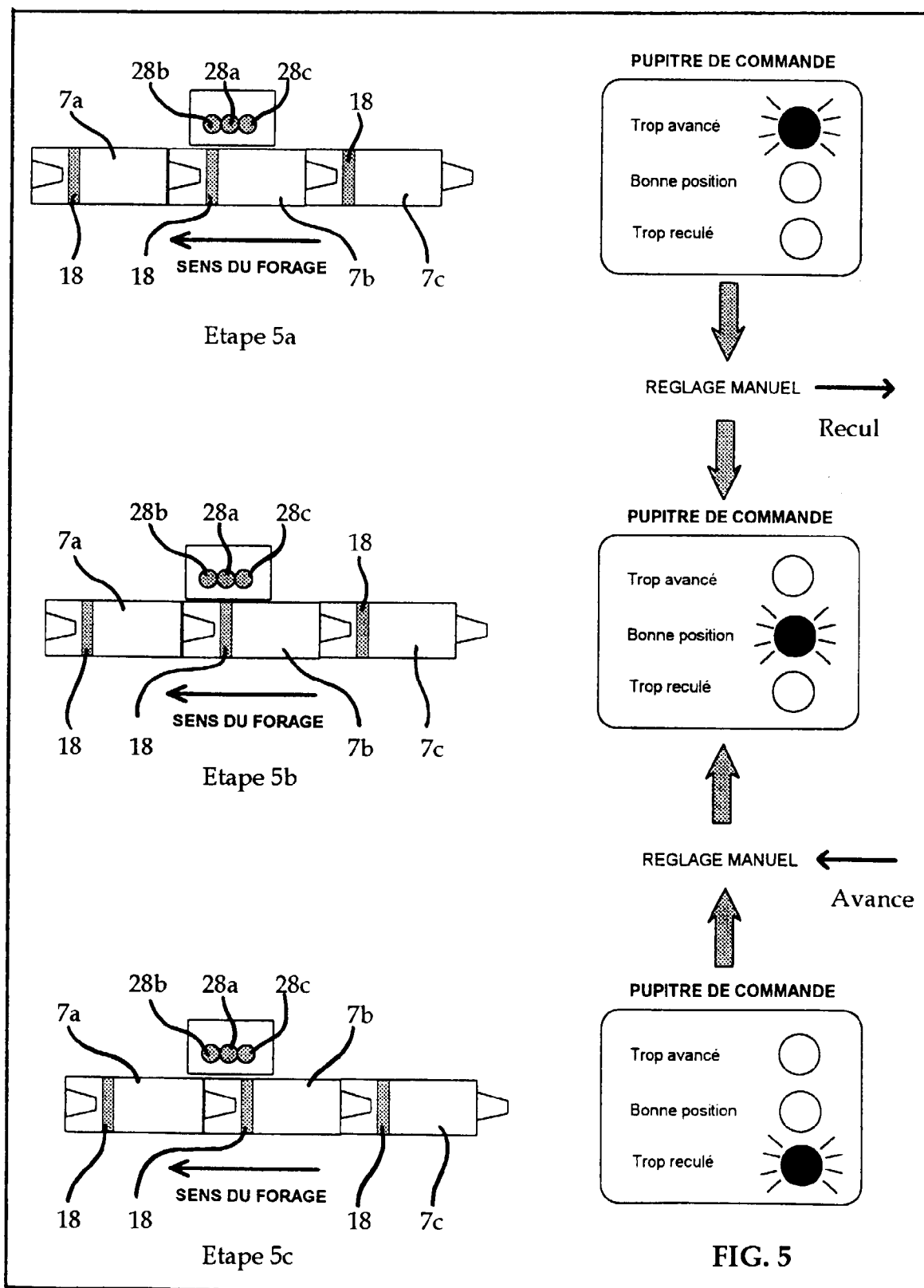
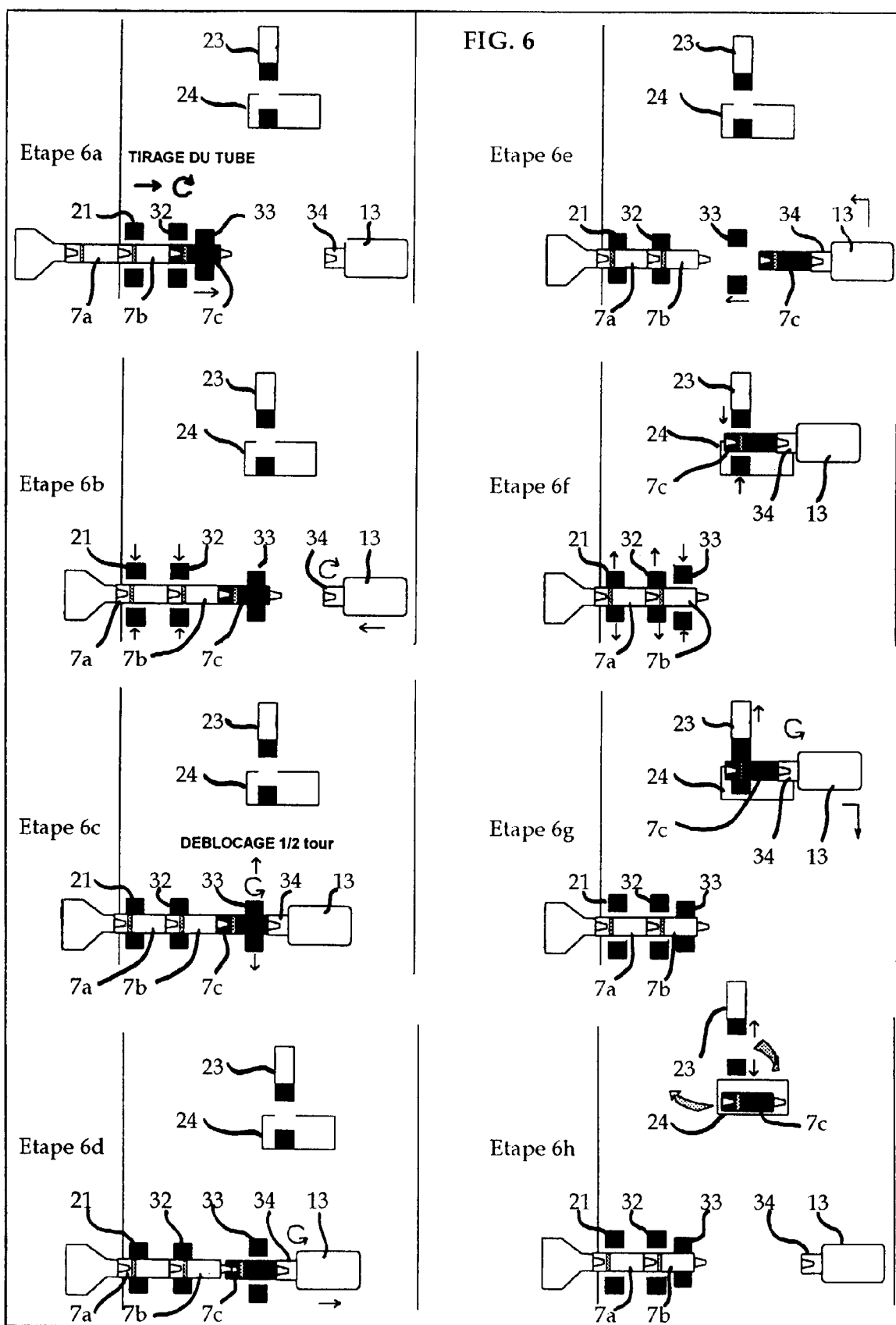


FIG. 4







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 97 40 2073

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	GB 2 276 895 A (NODIG PIPELINES LIMITED : AVON LIPPIATT HOBBS (GB)) 12 octobre 1994 * page 4, alinéa 5 - page 7, alinéa 4 * * figures 1,2 *	1,6, 8-10,17	E21B7/20 E21B7/04 E21B19/20 E21B47/04 E21B19/15
Y	---	2,3,7, 11,12, 15,16	
Y	US 3 834 668 A (CASEY J) 10 septembre 1974 * colonne 2, ligne 34-37 * * figure 2 *	2,3,7, 11,12, 15,16	
X	US 4 542 796 A (DELBARRE JEAN) 24 septembre 1985 * colonne 4, ligne 1 - colonne 5, ligne 4 * * colonne 6, ligne 6 - colonne 7, ligne 50 * * figures 1-7 *	1,6,10	
A	US 4 748 563 A (ANTHOINE GILLES G) 31 mai 1988 * le document en entier *	4,5,13, 14	E21B
A	US 5 014 781 A (SMITH MICHAEL L) 14 mai 1991 * le document en entier *	4,5,13, 14	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 23 décembre 1997	Examineur Schouten, A
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 (PatCo2)