



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 448 462 B1**

12

## FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

- 49 Date de publication de fascicule du brevet: **28.09.94** 51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **E02D 1/02, E21B 19/22**
- 21 Numéro de dépôt: **91400744.8**
- 22 Date de dépôt: **20.03.91**

54 **Appareil d'enfoncement dans le sol de tiges utilisées notamment pour essais de mécanique des sols.**

30 Priorité: **20.03.90 FR 9003562**

43 Date de publication de la demande:  
**25.09.91 Bulletin 91/39**

45 Mention de la délivrance du brevet:  
**28.09.94 Bulletin 94/39**

84 Etats contractants désignés:  
**BE DE DK ES GB GR IT LU NL SE**

56 Documents cités:  
**EP-A- 0 266 206**  
**NL-C- 98 343**  
**US-A- 3 401 749**  
**US-A- 4 589 796**  
**US-A- 4 726 239**

73 Titulaire: **ETAT FRANCAIS REPRESENTE PAR  
LE LABORATOIRE CENTRAL DES PONTS ET  
CHAUSSÉES**  
**58 Boulevard Lefevre**  
**F-75732 Paris Cédex 15 (FR)**

72 Inventeur: **Soulard, Paul J.**  
**7, rue René Thareau**  
**F-49320 Saint Melaine (FR)**

74 Mandataire: **Hasenrader, Hubert et al**  
**Cabinet Beau de Loménie**  
**158, rue de l'Université**  
**F-75340 Paris Cédex 07 (FR)**

**EP 0 448 462 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La présente invention concerne un appareil d'enfoncement dans le sol de tiges utilisées notamment pour essais de mécanique des sols, conforme au préambule de la revendication 1.

Des appareils connus utilisent des tiges droites, généralement tubulaires et fabriquées en métal, afin de résister aux efforts de compression et de traction, fragmentées en tronçons de longueur comprise entre un et quelques mètres.

Ces tronçons sont fixés bout à bout, en général par vissage, au fur et à mesure de leur enfoncement dans le sol. Afin de relier électriquement des capteurs fixés sur le tronçon de tige enfoncé en premier lieu et des instruments de mesure disposés à la surface du sol, il convient de prévoir des câbles électriques d'une longueur suffisante, sur lesquels les tronçons de tige sont enfilés les uns à la suite des autres.

Les tronçons de tige doivent être stockés sur un support adéquat, manutentionnés les uns après les autres, vissés bout à bout au cours de l'enfoncement, puis dévissés et restockés au cours de l'extraction.

Ces appareils présentent divers inconvénients :

- 1) l'enfillement préalable des tronçons sur le câble électrique est une opération longue et fastidieuse, qui risque d'entraîner des ruptures ou des endommagements du câble;
- 2) la liaison par vissage des tronçons de tube est relativement fragile, tout particulièrement en ce qui concerne les tronçons de tige enfoncés en dernier lieu, qui supportent l'effort d'extraction maximal;
- 3) l'automatisation des diverses manoeuvres : prise du stock, vissage, enfoncement, extraction, dévissage et restockage, ne peut pratiquement pas être envisagée, sauf à concevoir des appareils complexes et coûteux;
- 4) l'ensemble des manoeuvres nécessite plusieurs opérateurs et prend un temps considérable, augmenté de nombreux temps morts que l'on ne peut éliminer;
- 5) les opérations d'enfoncement, ou d'extraction, se déroulent obligatoirement de façon discontinue;
- 6) les amorces de rupture, généralement au niveau des liaisons vissées, ne peuvent pratiquement pas faire l'objet d'une détection précoce.

Pour pallier ces inconvénients il a déjà été proposé d'utiliser une tige d'un seul tenant susceptible d'être stockée sur un tambour.

Le document européen EP 0 266 206 (cf. préambule de la revendication 1) notamment propose un appareil pour enfoncer dans le sol une tige d'un seul tenant déroulée à partir d'un tambour

porté par un châssis.

L'appareil comporte un dispositif de dressage de la tige et un dispositif d'enfoncement disposé en amont du dispositif de dressage. La tige utilisée est une tige métallique enrobée de cuivre qui nécessite pour l'enfoncement une déformation permanente, donc une contrainte élevée. Il est fait mention dans ce document que le fonctionnement du dispositif d'enfoncement peut être inversé pour permettre une extraction de la tige. Mais ce document ne mentionne pas comment on réenroule la tige sur ce tambour, ce qui nécessiterait une déformation permanente inverse à contrainte également élevée. Ces déformations permanentes dans un sens ou dans l'autre sont incompatibles avec l'utilisation de la tige dans un nombre élevé de cycles.

Le but de la présente invention est de proposer un appareil d'enfoncement et d'extraction qui soit muni d'une tige permettant de réaliser un nombre élevé de cycles d'enfoncement et d'extraction.

A cet effet l'invention a pour objet un appareil d'enfoncement dans le sol de tiges utilisées notamment pour essais de mécanique des sols, ledit appareil comportant une tige d'un seul tenant résistant à la traction et à la compression, un tambour d'enroulement pour ladite tige, un dispositif d'enfoncement/extraction pour ladite tige et un châssis supportant ledit tambour d'enroulement et ledit dispositif d'enfoncement/extraction, ledit tambour se présentant sous la forme d'une gouttière annulaire ouverte vers l'extérieur dans laquelle la tige est enroulée, caractérisé en ce que ladite tige se présente sous la forme d'un tube abritant sur toute sa longueur des câbles électriques et/ou optiques, et/ou des conduits électriques et/ou pneumatiques, en ce que la tige est réalisée en un matériau composite comportant des fibres de haute résistance noyées dans un liant et est capable d'être courbée par déformation élastique réversible, et, en ce que ledit appareil comporte, de plus, un moteur d'enroulement porté par le châssis et exerçant sur le tambour un couple dirigé dans le sens d'enroulement de la tige, ledit moteur étant destiné à compenser l'effet ressort de la tige, en cours d'enfoncement et d'extraction de ladite tige.

Le diamètre de la tige ainsi que ses constituants sont choisis en fonction du diamètre maximum possible de tambour, de telle manière qu'il ne puisse pas se produire une déformation irréversible de la tige lors de son enroulement sur le tambour.

L'extrémité libre de la tige est naturellement adaptée pour recevoir une sonde ou tout autre instrument de mesure.

Grâce à cette structure de tige, celle-ci peut être utilisée un grand nombre de fois. Le manie- ment de l'appareil peut être fait par une seule

personne, le moteur d'enroulement permettant de défiler la tige au fur et à mesure de son enfoncement dans le sol, et de la réenrouler automatiquement lors de la phase d'extraction de tige.

Les câbles électriques ou autres moyens de transmission d'informations ou d'énergie motrice sont montés une fois pour toutes dans la tige, soit dans un passage central ménagé dans la tige, soit noyés dans le matériau constitutif de celle-ci.

En outre, un ou plusieurs éléments, tels que des conducteurs électriques peuvent être noyés dans la tige, afin de permettre une détection rapide des amorces de rupture de celle-ci.

Les autres détails et avantages de l'appareil selon l'invention apparaîtront clairement à la lecture de la description qui va suivre, en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

la figure 1 est une vue en perspective d'un appareil selon l'invention;

la figure 2 est une vue en coupe longitudinale;

la figure 3 est une vue arrière;

la figure 4 est une vue en coupe partielle agrandie du mécanisme d'enfoncement/extraction, prise suivant la ligne 4-4 à la figure 3.

L'appareil d'enfoncement de tige, désigné dans son ensemble par la référence 10 à la figure 1, est monté sur une remorque 12 équipée de roues 14, 16 pour son déplacement sur route ou autres sols, et d'un timon 18 pour son remorquage par un véhicule tracteur non représenté.

En variante, non représentée, l'appareil peut être monté sur un véhicule automoteur adapté qui comprend des moyens de déplacement au sol, comme des roues ou encore des chenilles.

Comme on le verra, la remorque porte tous les organes nécessaires au fonctionnement autonome de l'appareil d'enfoncement de tige.

La remorque 12 comprend un châssis de forme allongée constitué essentiellement de deux poutres 20, 22 longitudinales légèrement écartées, qui sont fixées à l'avant sur le timon 18 et à l'arrière sur une structure-support transversale 24. Les deux poutres reposent sur l'arbre de roues par tout moyen connu des hommes de métier.

Afin d'établir la remorque dans une position horizontale, et résister aux efforts d'écrasement, la remorque comprend trois pieds télescopiques actionnés par des vérins, ou en variante actionnés manuellement.

Un pied avant 26 est situé vers le milieu des poutres longitudinales du châssis, et deux pieds arrière 28, 30, droit et gauche respectivement, sont situés sous les prolongements latéraux de la structure-support transversale qui dépassent à droite et à gauche au-delà des poutres 20, 22.

De plus, pour s'opposer aux efforts de soulèvement de la remorque, celle-ci porte deux lests 32, 34 fixés à droite et à gauche sur les prolonge-

ments latéraux de la structure-support. Ces lests sont pourvus d'oeillets 36 qui permettent le levage soit des lests, soit de la remorque par tout appareil de levage approprié. A titre complémentaire, la remorque peut être retenue au sol par des hélices d'ancrage 38 vissées dans le sol et reliées au châssis par des haubans 40 ou des chaînes tendus (figure 3).

L'appareil d'enfoncement comprend essentiellement une tige 42 d'un seul tenant, un tambour 44 d'enroulement, et un dispositif d'enfoncement/extraction 46 pour la tige, qui seront successivement décrits en détail.

La tige 42 est réalisée en matériau composite à base de fibres de haute résistance, comme par exemple des fibres de verre, de carbone, de métal ou d'aramide, noyées dans un liant, par exemple une résine. Sa section peut être de forme quelconque, notamment tubulaire.

La tige est fabriquée d'un seul tenant, de la longueur nécessaire, par exemple 40 m.

Elle est réalisée de façon à présenter une excellente résistance à la traction et à la compression, sans allongement ou contraction notables, tout en permettant son enroulement par déformation élastique réversible, sur un rayon de courbure de 1,50 m à 2 m.

Son extrémité antérieure 48, destinée à être enfoncée verticalement dans le sol, est équipée d'une tête de pénétration dotée d'éléments de pénétration passifs ou actifs et de capteurs appropriés pour la mesure des paramètres du sol.

A l'intérieur du canal de la tige, et sur toute sa longueur, sont disposés des câbles électriques destinés au raccordement des capteurs sur des appareils de mesure non représentés. Ces appareils peuvent également être montés sur le châssis ou, si leur fragilité l'impose, ils peuvent être amenés sur le site par d'autres moyens.

Le tambour d'enroulement 44 de la tige 42 est un tambour étroit et de grand diamètre disposé généralement verticalement sur la remorque entre les deux poutres longitudinales 20, 22, de sorte que son axe XX soit disposé horizontalement et transversalement par rapport au châssis.

Le tambour comporte une jante cylindrique 50 flanquée de deux flasques radiaux 52, 54 et constitue ainsi une sorte de gouttière annulaire ouverte vers l'extérieur, dans laquelle la tige 42 est enroulée sur plusieurs tours juxtaposés et/ou superposés. La jante cylindrique porte intérieurement une crémaillère 56 destinée à son entraînement en rotation comme il sera vu ci-après.

Le châssis comporte aussi deux joues 58, 60 de maintien solidaires de la structure-support 24, dirigées sensiblement verticalement, et écartées l'une de l'autre d'une distance suffisante pour laisser passer entre elles le tambour tout en le guidant

latéralement.

Le poids du tambour 44 est soutenu par deux galets (figure 2) tenus entre les deux joues : un galet supérieur 62 placé sensiblement au même niveau que l'axe du tambour 44 et en contact avec l'intérieur de la jante, de telle manière que la gouttière soit, à ce niveau-là, généralement à l'aplomb de la structure-support transversale, et un galet inférieur 64 placé au-dessous du galet supérieur 62 et en contact avec les extrémités des flasques 52, 54 du tambour.

Le guidage latéral du tambour 44 est également assuré dans la région qui sépare les deux poutres longitudinales 20, 22.

Face au galet inférieur 64, du côté intérieur de la jante 50, les deux joues portent un moteur d'enroulement 66 terminé par une roue dentée 68 qui engrène avec la crémaillère 56 interne de la jante. Comme on le comprendra, ce moteur est simplement destiné à assurer l'enroulement de la tige 42 autour du tambour 44 en compensant le couple inverse exercé par la tige enroulée sur le tambour à la manière d'un ressort. Le moteur exerce donc sur le tambour un couple dirigé toujours dans le même sens, bien qu'il soit amené à tourner dans un sens ou l'autre, selon que l'on déroule la tige au cours de l'enfoncement, ou que l'on enroule celle-ci au cours de l'extraction. On choisira avantageusement un moteur hydraulique adapté à ces fonctions.

On remarquera également que la coopération entre la crémaillère 56 et la roue dentée 68 est exempte d'efforts radiaux, ce qui évite l'usure et l'apparition de jeux, et permet un juste dimensionnement de ces éléments uniquement dans le but de transmettre le couple d'enroulement.

Sensiblement face au galet supérieur 62, du côté extérieur au tambour, des joues portent un train de galets 70a, b, c, ..., q, disposés successivement le long d'une ligne définie comme "déformée" de la tige.

Plus précisément, ces galets définissent pour la tige 42 un chemin de roulement dont la courbure varie, depuis une courbure voisine de la courbure de la jante 50 du tambour au niveau du premier galet 70a situé le plus en haut, jusqu'à une courbure nulle au niveau du dernier galet 70q situé le plus en bas.

Ainsi, se trouve ménagée une zone de transition pour la tige 42 entre une configuration rectiligne verticale en dessous du dernier galet et une configuration de courbure donnée au-dessus du dernier galet.

La disposition exacte des galets pourra être déterminée par le calcul et/ou de façon expérimentale.

L'autre extrémité 72 de la tige est fixée fermement sur le tambour, par exemple sur l'un des

flasques 52 et à l'extérieur de celui-ci, et le câble électrique qui parcourt toute la tige se prolonge au-delà de cette extrémité pour aboutir à un connecteur fixe (non représenté) sur lequel on peut raccorder les instruments de mesure. Avantageusement, le prolongement du câble sera du type torsadé, afin de subir sans dommage des variations de longueur et des torsions, du fait de la rotation du tambour. En variante, on pourra prévoir que le connecteur fixe soit du type tournant.

Le dispositif 46 d'enfoncement/extraction de la tige 42 est monté dans la structure-support transversale 24, le long de la partie de tige rectiligne verticale qui sépare le dernier galet 70q et le sol.

Comme illustré à la figure 3, ce dispositif comprend deux parties symétriques qui coopèrent par friction de part et d'autre de la tige 42.

Chaque partie comprend un support-guide 74a, 74b de forme allongée disposé verticalement parallèlement à la tige. Autour du support-guide court une chaîne sans fin 76a, 76b renvoyée aux deux extrémités du support-guide par des roues dentées de renvoi 78a, 78b.

Chaque maillon 80 de la chaîne (figure 4) comporte sur sa face extérieure un logement 82 dans lequel est fixé un patin 84 réalisé en un matériau résistant à l'usure et présentant un coefficient de friction élevé vis-à-vis du matériau de la tige 42, ou du matériau de revêtement de celle-ci.

Le patin est évidé extérieurement pour former une surface de contact semi-cylindrique complémentaire de la section de la tige.

Sur chaque support-guide 74a, 74b, l'une des roues dentées 78a, 78b de renvoi de chaîne est entraînée en rotation dans un sens ou dans l'autre par un moteur 86a, 86b, également avantageusement un moteur hydraulique.

Pour permettre le dégagement de la tige 42, ainsi que pour permettre d'appliquer les deux chaînes 76a, 76b sans fin contre la tige sous un effort radial important, les deux supports-guides comportent des bras 88a, 88b qui pivotent autour d'un axe vertical Ya, Yb, de sorte que les supports-guides et les chaînes peuvent être écartés de la tige ou rapprochés de celle-ci à l'aide de vérins 90a, 90b qui prennent appui sur la structure-support 24.

Afin d'assurer que les deux supports-guides 74a, 74b se déplacent symétriquement et maintiennent la tige 42 sans la déporter latéralement, les bras 88a, 88b des deux supports-guides sont munis de secteurs dentés 92a, 92b en engrènement mutuel.

Le châssis porte une source motrice 94, avantageusement un moteur à combustion interne entraînant une pompe hydraulique qui fournit un débit de liquide sous pression pour alimenter les différents moteurs et vérins décrits ci-dessus. Naturellement, le circuit de distribution comprend les orga-

nes habituels tels que réservoir, soupapes de régulation et de sécurité, pressostats, valves de commande, comme il apparaîtra nécessaire à l'homme de métier.

Le châssis porte enfin une armoire de commande 96 comportant les circuits électriques, électroniques ou électromécaniques et les contacteurs associés nécessaires pour commander le fonctionnement des divers organes.

Ce fonctionnement se déroule de la manière suivante :

- la remorque est tractée jusqu'à l'emplacement désiré, puis dételée;
- on déploie les pieds stabilisateurs 26, 28, 30 afin de mettre la remorque en position horizontale;
- si nécessaire, on visse les hélices d'ancrage 38 dans le sol et on tend les haubans 40 entre les hélices et le châssis;
- on met en route la source motrice 94;
- on met les vérins 90a, 90b du dispositif d'enfoncement/extraction 46 sous pression, afin d'appliquer fermement les patins 84 des chaînes sans fin contre la tige 42;
- on alimente les moteurs d'entraînement 86a, 86b du dispositif d'enfoncement/extraction 46 dans le sens qui correspond à l'enfoncement de la tige 42;
- pendant ce temps, une régulation appropriée du moteur d'enroulement 66 permet le déroulement de la tige 42 par rapport au tambour 44;
- lorsque la longueur de tige 42 enfoncée dans le sol atteint une valeur désirée, on stoppe les moteurs d'entraînement du dispositif d'enfoncement/extraction, puis on peut relâcher la pression dans les vérins associés.

On peut procéder aux mesures nécessaires, de deux façons : soit en continu pendant l'enfoncement de la tige, soit en point fixe lorsque la tige est arrêtée à une position déterminée.

Si besoin est, on peut arrêter la source motrice 94. En effet, seul le moteur d'enroulement 66 consomme alors un peu d'énergie et il suffit de prévoir à cet effet un réservoir de liquide sous pression de capacité suffisante, de façon à maintenir le couple évitant la rotation du tambour sous l'effet "ressort" de la tige.

Lorsque les mesures sont terminées, on procède à l'extraction de la tige 42 :

- on remet en route la source motrice;
- on met les vérins du dispositif d'enfoncement/extraction sous pression;
- on alimente les moteurs d'entraînement de ce dispositif dans le sens correspondant à l'extraction;
- on stoppe ces mêmes moteurs lorsque la tige est complètement extraite;

- on relâche alors la pression dans les vérins du dispositif d'enfoncement/extraction;
- pendant tout le temps de l'extraction, la régulation associée au moteur d'enroulement alimente celui-ci dans la mesure nécessaire à un bon enroulement de la tige.

On peut alors retirer les haubans 40 et les hélices 38 d'ancrage, puis remonter les pieds stabilisateurs 26, 28, 30 et tracter la remorque sur un nouveau site.

Il ressort clairement de ce qui précède que l'appareil selon l'invention permet un enfoncement de la tige en continu, pratiquement sans intervention manuelle des opérateurs, en un temps considérablement plus faible que par les techniques antérieures.

Pendant les temps de remorquage et de non-utilisation, on prévoira un organe de blocage mécanique du tambour pour éviter le déroulement accidentel de la tige.

En outre, pour prévenir les dommages matériels et/ou corporels en cas de rupture de la tige et libération brutale de l'énergie élastique emmagasinée par son enroulement, on prévoira un carénage 98 en tôle de forte épaisseur, sinon sur tout le pourtour du tambour, tout au moins sur toute la zone inférieure au-dessous des deux poutres longitudinales (figure 2).

On comprendra que le canal intérieur de la tige 42 peut abriter non seulement des câbles électriques destinés à véhiculer des signaux de faible puissance provenant des capteurs, mais aussi des câbles électriques destinés à la distribution de puissance vers des organes actifs dans la tête de pénétration, des conduites hydrauliques ou pneumatiques aller/retour, ou encore des câbles optiques.

Enfin, l'invention prévoit avantageusement que la tige elle-même comporte des fils conducteurs témoins noyés sur la longueur de la tige dans le matériau qui la constitue, raccordés à un coffret de détection approprié.

Ainsi, lors de l'extraction de la tige, si la déformation subie localement par celle-ci dépasse une valeur admissible, entraînant un risque de rupture de la tige, un ou plusieurs de ces fils témoins se rompent et le coffret de détection détecte cette rupture et produit un signal d'alarme. En complément de cette alarme, le coffret de détection peut provoquer impérativement l'arrêt des moteurs d'entraînement du dispositif d'enfoncement/extraction et obliger une extraction et une remise en service manuelle par l'un des opérateurs.

Pour des raisons pratiques, on choisira pour la remorque et l'ensemble de l'appareil des dimensions compatibles avec les gabarits routiers usuels :  
moins de 4 m en hauteur

moins de 2,50 m en largeur.

### Revendications

1. Appareil d'enfoncement dans le sol de tiges utilisées notamment pour essais de mécanique des sols, ledit appareil comportant une tige (42) d'un seul tenant résistant à la traction et à la compression, un tambour (44) d'enroulement pour ladite tige (42), un dispositif d'enfoncement/extraction (46) pour ladite tige et un châssis (18, 20, 22, 24) supportant ledit tambour d'enroulement et ledit dispositif d'enfoncement/extraction, ledit tambour se présentant sous la forme d'une gouttière annulaire ouverte vers l'extérieur dans laquelle la tige (42) est enroulée, caractérisé en ce que ladite tige se présente sous la forme d'un tube abritant sur toute sa longueur des câbles électriques et/ou optiques, et/ou des conduits électriques et/ou pneumatiques, en ce que la tige est réalisée en un matériau composite comportant des fibres de haute résistance noyées dans un liant et est capable d'être courbée par déformation élastique réversible, et, en ce que ledit appareil comporte, de plus, un moteur d'enroulement (66) porté par le châssis (18, 20, 22, 24) et exerçant sur le tambour un couple dirigé dans le sens d'enroulement de la tige, ledit moteur étant destiné à compenser l'effet ressort de la tige en cours d'enfoncement et d'extraction de ladite tige. 5 10 15 20 25 30
2. Appareil selon la revendication 1, caractérisé en ce que la tige comporte des fils conducteurs témoins noyés sur toute sa longueur dans le matériau qui la constitue. 35
3. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le tambour d'enroulement (44) est supporté par ledit châssis (18, 20, 22, 24) de manière à ce que son axe (xx) soit disposé horizontalement et transversalement par rapport au châssis, que le tambour (44) est un tambour de grand diamètre et comporte une jante cylindrique (50) et deux flasques radiaux, et que ledit tambour est supporté sur le châssis par deux galets (62, 64), un galet supérieur (62) en contact avec l'intérieur de la jante (50), et un galet inférieur (64) en contact avec les extrémités des flasques (52, 54). 40 45 50
4. Appareil selon la revendication 3, caractérisé en ce que la jante (50) du tambour porte intérieurement une crémaillère (56) et en ce que le moteur d'enroulement entraîne le tambour par une roue dentée (68) en engrènement 55

avec ladite crémaillère (56).

5. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend un train de galets (70a, b, c ... 70q) disposés le long d'une ligne dite "déformée" de la tige (42), définissant pour celle-ci un chemin de roulement dont la courbure varie, depuis une courbure voisine de celle de la jante (50) jusqu'à une courbure nulle pour laquelle la tige prend une forme rectiligne d'orientation verticale. 10
6. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le dispositif d'enfoncement/extraction (46) comporte deux parties disposées de part et d'autre de la tige, chacune comprenant une chaîne sans fin (76a, 76b) entraînée par un moteur (86a, 86b) et coopérant à friction avec la tige (42). 15 20
7. Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que chaque partie du dispositif d'enfoncement/extraction (46) comporte un support guide (74a, 74b) de forme allongée, autour duquel court ladite chaîne sans fin (76a, 76b), monté pivotant autour d'un axe vertical (Ya, Yb) sous l'action de vérins (90a, 90b) prenant appui sur le châssis. 25 30
8. Appareil selon l'une ou l'autre des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que les maillons (80) de chaque chaîne sans fin portent des patins (84) réalisés en un matériau résistant à l'usure et présentant un coefficient de friction élevé vis-à-vis du matériau de la tige. 35
9. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il est monté sur une remorque (12) équipée de roues pour son déplacement au sol, et en ce que ladite remorque comporte une source motrice (94) et les organes de commande (96) nécessaires à son fonctionnement. 40 45
10. Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il est monté sur un véhicule automoteur équipé de ses propres moyens de déplacement au sol et comportant une source motrice et les organes de commande nécessaires à son fonctionnement. 50

### Claims

1. Device for driving rods used primarily for soil mechanics tests into the ground, said device comprising a one-piece rod (42), resistant to traction and compression, a drum (44) for 55

- winding said rod (42), a device for driving and extracting (46) said rod and a chassis (18, 20, 22, 24) supporting said winding drum and said driving and extracting device, said drum being presented in the form of an annular gutter open towards the exterior in which the rod (42) is wound,  
 characterized in that said rod is presented in the form of a tube housing along its full length electric and/or optical cables, and/or electric and/or pneumatic conduits,  
 in that the rod is made of a composite material comprising high resistance fibers embedded in a bonding material and is capable of being curved by reversible elastic deformation, and in that said device comprises, in addition, a winding motor (66) supported by the chassis (18, 20, 22, 24) and exerting on the drum a couple directed in the winding direction of the rod, said motor being designed to compensate the spring effect of the rod, while said rod is being driven in and extracted.
2. Apparatus according to claim 1, characterized in that the rod comprises conductive wire indicators embedded all along its length in the material which comprises it.
3. Apparatus according to any one of claims 1 and 2, characterized in that the winding drum (44) is supported by said chassis (18, 20, 22, 24) in such a way that its axis (xx) is arranged horizontally and transversely relative to the chassis, in that the drum (44) is a large diameter drum and comprises a cylindrical rim (50) and two radial end plates, and in that said drum is supported on the chassis by two rollers (62, 64), an upper roller (62) in contact with the inside of the rim (50), and a lower roller (64) in contact with the ends of the end plates (52, 54).
4. Apparatus according to claim 3, characterized in that the rim (50) of the drum supports internally a rack (56) and in that the winding motor drives the drum via a toothed wheel (68) engaging with said rack (56).
5. Apparatus according to any one of claims 1 to 4, characterized in that it comprises a roller train (70a, b, c ....., 70q) arranged along a line said to be "deformed" of the rod (42), defining therefore a winding path whose curvature varies, from a curvature close to the curvature of the rim (50) to zero curvature for which the rod takes a vertically oriented rectilinear shape.
6. Apparatus according to any one of claims 1 to 5, characterized in that the driving and extracting device (46) comprises two parts arranged on either side of the rod, each comprising an endless chain (76a, 76b) driven by a motor (86a, 86b) and cooperating by friction with the rod (42).
7. Apparatus according to claim 6, characterized in that each part of the driving and extracting device (46) comprises an elongated form guide support (74a, 74b), around which said endless chain (76a, 76b) runs, mounted so as to pivot about a vertical axis (Ya, Yb) under the action of jacks (90a, 90b) being supported on the chassis.
8. Apparatus according to either one of claims 6 and 7, characterized in that the links (80) of each endless chain support runners (84) made of wear-resistant material and having a high friction coefficient with regard to the rod material.
9. Apparatus according to any one of claims 1 to 8, characterized in that it is mounted on a trailer (12) provided with wheels for ground transport, and in that said trailer comprises a motor source (94) and control organs (96) necessary for its operation.
10. Apparatus according to any one of claims 1 to 9, characterized in that it is mounted on an automotive vehicle provided with its own ground transport means and comprising a motor source and the control elements necessary for its operation.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Eintreiben von Stangen in den Boden, insbesondere für Bodenmechanikuntersuchungen, mit einer einstückigen, zug- und druckfesten Stange (42), einer Wickeltrommel (44) für die Stange (42), einer Vorrichtung zum Eintreiben/Herausziehen (46) der Stange und einem Rahmen (18,20,22,24), der die Wickeltrommel und die Vorrichtung zum Eintreiben/Herausziehen trägt, wobei die Trommel eine nach außen offene ringförmige Rinne aufweist, in der die Stange (42) aufgerollt ist, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Stange als Röhre ausgebildet ist, die über ihre ganze Länge elektrische und/oder optische Kabel und/oder elektrische und/oder pneumatische Leitungen enthält, dadurch, daß die Stange aus Komposit-Material gebildet ist, das hochstabile in ein Bindemit-

- tel eingebettete Fasern aufweist und unter elastischer reversibler Deformation gebogen werden kann, und  
dadurch, daß die Vorrichtung weiterhin einen Wickelmotor (66) aufweist, der vom Rahmen (18,20,22,24) getragen wird und auf die Trommel ein in die Richtung des Aufrollens der Stange gerichtetes Moment ausübt, wobei der Motor bestimmt ist, während des Eintreibens und Herausziehens der Stange die Federwirkung der Stange auszugleichen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Stange Meßleitungen enthält, die in das Material, das die Stange bildet, über die ganze Länge der Stange eingebettet sind.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Wickeltrommel (44) vom Rahmen (18,20,22,24) so getragen wird, daß ihre Achse (xx) waagrecht und in bezug auf den Rahmen quer angeordnet ist, daß die Trommel (44) eine Trommel mit großem Durchmesser ist und eine zylindrische Felge (50) und zwei radiale Flansche aufweist, und daß die Trommel auf dem Rahmen von zwei Rädern (62, 64) gestützt wird, einem oberen Rad (62) in Kontakt mit der Innenseite der Felge (50) und einem unteren Rad (64) in Kontakt mit den Rändern der Flansche (52,54).
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Felge (50) der Trommel an der Innenseite eine Zahnstange (56) trägt, und dadurch, daß der Wickelmotor die Trommel durch ein Zahnrad (68) in Eingriff mit der Zahnstange (56) antreibt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß sie eine Reihe von Rädern (70a, b, c ... 70q) aufweist, die entlang einer festgelegten von der Stange (42) "verformten" Linie angeordnet sind, so daß sie für die Stange einen Laufweg unterschiedlicher Krümmung festlegen, von einer Krümmung, die der der Felge (50) ähnlich ist, bis zu einer Krümmung gleich Null, bei der die Stange eine geradlinige senkrecht ausgerichtete Gestalt einnimmt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung zum Eintreiben/Herausziehen (46) zwei an je
- einer Seite der Stange angeordnete Teile enthält, von denen jeder eine von einem Motor (86a, 86b) angetriebene und durch Reibung mit der Stange (42) zusammenwirkende endlose Kette (76a, 76b) enthält.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß jeder Teil der Vorrichtung zum Eintreiben/Herausziehen (46) eine langgestreckte Stützführung (74a, 74b) aufweist, um die die endlose Kette (76a, 76b) läuft und die unter der Einwirkung von Druckzylindern (90a, 90b), die sich auf dem Rahmen abstützen, schwenkbar um eine senkrechte Achse (Ya, Yb) angebracht ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Glieder (80) jeder endlosen Kette Segmente (84) tragen, die aus einem abnutzungsbeständigen und gegenüber dem Material der Stange einen höheren Reibungskoeffizienten aufweisenden Material gefertigt sind.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß sie auf einem mit Rädern für die Fahrt auf dem Erdboden ausgestatteten Anhänger (12) angebracht ist, und dadurch, daß der Anhänger eine Motor-Stromquelle (94) und die für seinen Betrieb notwendigen Steuerelemente (96) aufweist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß sie auf einem selbstfahrenden Fahrzeug angebracht ist, das zur Fahrt auf dem Erdboden geeignet ausgestattet ist und eine Motor-Stromversorgung und die für seinen Betrieb notwendigen Steuerelemente enthält.

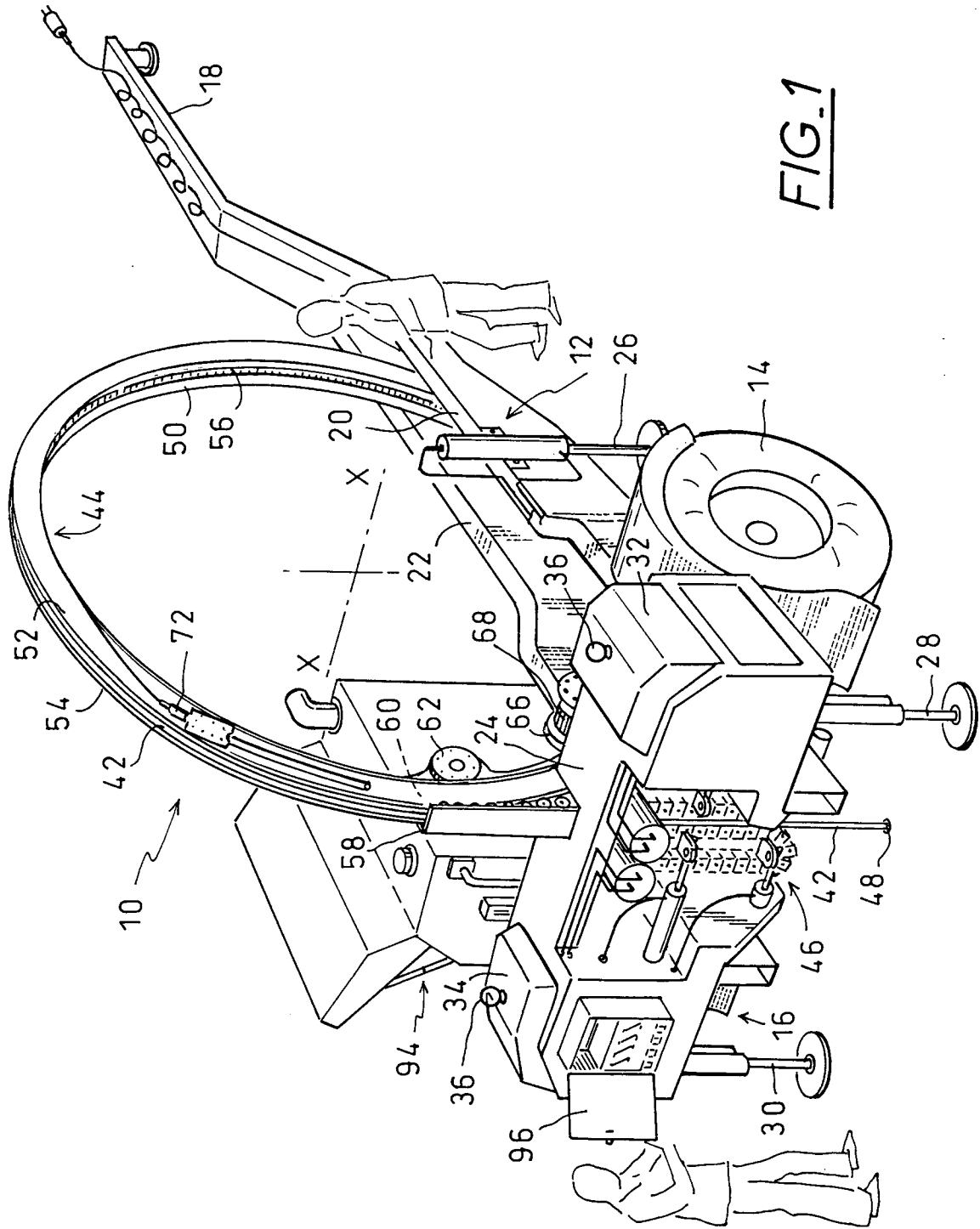


FIG. 2

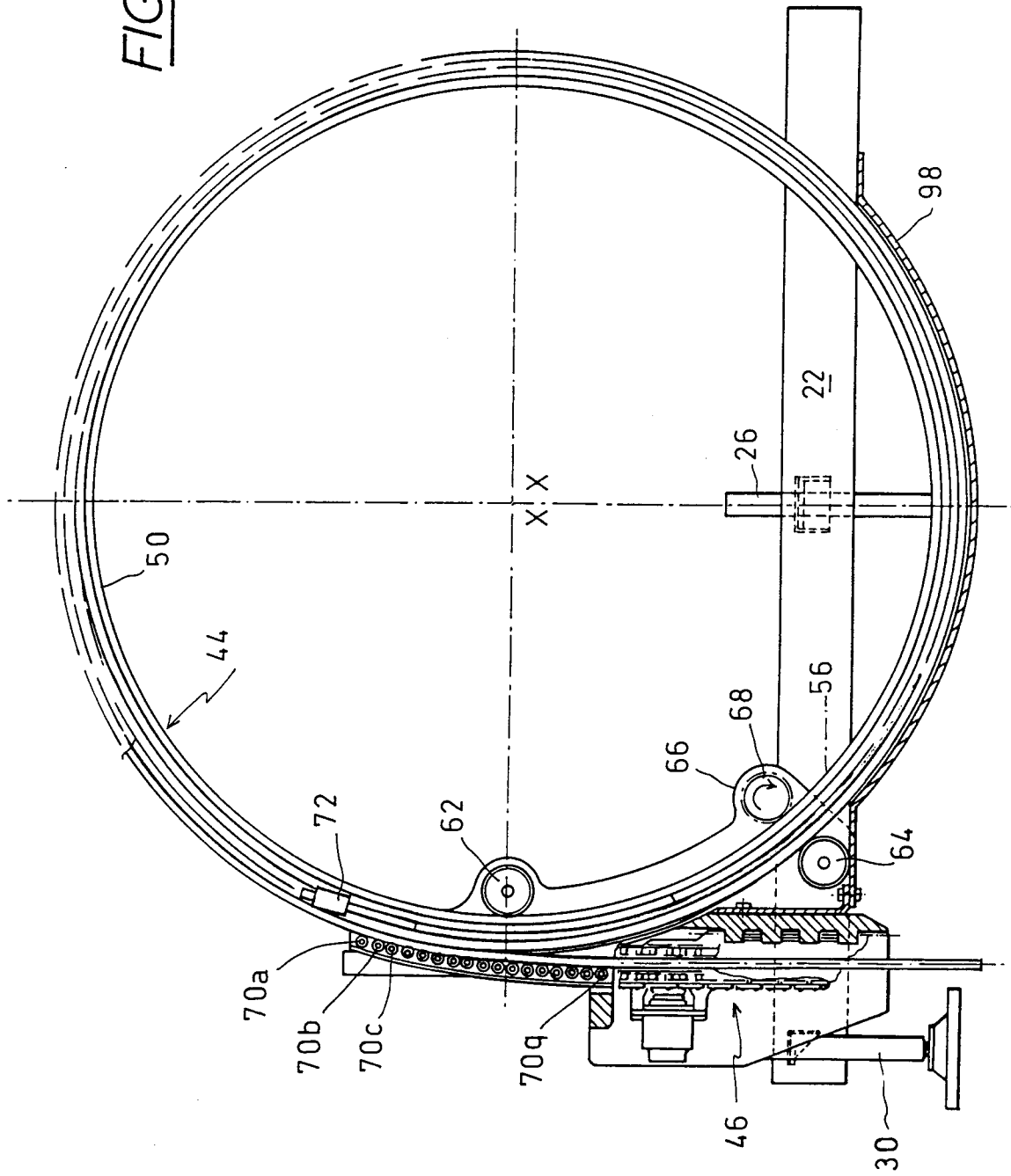


FIG. 3

