

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 786 035 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

26.08.1998 Bulletin 1998/35

(21) Numéro de dépôt: **95934191.8**

(22) Date de dépôt: **09.10.1995**

(51) Int Cl.⁶: **E02D 5/80**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR95/01316

(87) Numéro de publication internationale:
WO 96/12068 (25.04.1996 Gazette 1996/18)

(54) **DISPOSITIF D'ANCRAGE DE FONDATION DE STRUCTURE DANS LE SOL**

VORRICHTUNG ZUM VERANKERN DES FUNDAMENTS EINES BAUWERKS IM BODEN

DEVICE FOR ANCHORING THE FOUNDATION OF A STRUCTURE IN THE GROUND

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL
PT SE**

(30) Priorité: **14.10.1994 FR 9412563**

(43) Date de publication de la demande:
30.07.1997 Bulletin 1997/31

(73) Titulaire: **Tecnivalor**
83400 Hyères les Palmiers (FR)

(72) Inventeurs:

- **CASTOLA, Charles-Alain**
F-13821 La Penne sur Huveaune (FR)

- **LAUGEOIS, René**
F-30560 Saint-Hilaire-de-Brethmas (FR)
- **PASQUALINI, Charles**
F-42110 Feurs (FR)

(74) Mandataire: **Somnier, Jean-Louis**
c/o Cabinet Beau de Loménie,
232, Avenue du Prado
13295 Marseille Cédex 08 (FR)

(56) Documents cités:
WO-A-85/03319 **FR-A- 2 678 010**
US-A- 2 841 256 **US-A- 3 139 163**
US-A- 4 611 446

EP 0 786 035 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 a pour objet un nouveau dispositif d'ancrage de fondation de structure dans le sol.

Le secteur technique de l'invention est le domaine de la réalisation d'ancres que l'on enfonce dans tout terrain, que ce soit à partir de la surface d'un sol ou d'une paroi de galerie souterraine ou autre, par battage, vibro-fonçage, lançage ou autre, jusqu'à une certaine profondeur ou distance de ladite surface, puis sur laquelle par un dispositif de tirant qui peut être un câble, une chaîne, une courroie ou autre tige déformable pourvu que la liaison avec l'ancre soit souple et/ou articulée, on applique une traction depuis cette surface de telle façon que ladite ancre s'incline dans une position transversale à la direction de traction et qu'elle permette alors de résister en opposant un maximum de surface de sa voilure à cette traction et d'immobiliser ainsi le tirant jusqu'à une certaine valeur d'effort de cette traction.

Les principales applications sont, comme dans tous les dispositifs connus du même type, l'ancrage de piquets de haubans, de câbles, de massifs, de plaques de soutien de structure, etc... et plus particulièrement quand on veut obtenir une résistance de fondation même en cas de mauvaise résistance à la traction du sol seul en créant alors un massif constitué par le sol lui-même qui est mis en précontrainte pour cela, tel qu'enseigné dans le brevet EP 317458 publié le 24 mai 1989 et déposé par la Société T.S.I. et qui décrit également l'ensemble de la technique de mise en oeuvre d'un ancrage d'une fondation, dont nous ne rappellerons pas ici les principes ainsi connus.

On relève par ailleurs de nombreux dispositifs permettant des ancrages dans le sol suivant la mise en oeuvre décrite ci-dessus pour définir le secteur technique de l'invention bien qu'il ne s'agisse pas bien sûr de réaliser alors un massif constitué par le sol lui-même mis en précontrainte, objet du brevet ci-dessus ; certains de ces dispositifs d'ancrage ont fait l'objet de demandes de brevets en particulier pour des dispositifs devant assurer le basculement ou l'inclinaison de l'ancre : on peut citer par exemple la demande FR 2470823 publiée le 12 juin 1981 de Monsieur CARGIOLLI Pierre qui décrit un dispositif pour terrain meuble qui permet le basculement de l'ancre en plaçant le point d'attache de la ligne d'ancrage en avant du centre surfacique pour que lors de la mise en tension, l'effort d'opposition des matériaux qui s'applique à la partie arrière de la voilure soit, grâce à la surface plus grande concernée, supérieur à celui opposé par la partie avant qui de ce fait remonte. Cependant cette méthode n'est pas fiable car l'ancre peut remonter beaucoup et même s'extraire du sol avant que l'arrière de la voilure puisse se placer en butée et que se déroule alors le processus prévu : ainsi la profondeur d'ancrage prévue n'est plus respectée.

Pour éviter l'incertitude ci-dessus, la demande de brevet EP 161190 publiée le 13 novembre 1985 de l'I.F.

P. dispose un volet articulé sur l'arrière de la voilure de l'ancre pour amorcer plus rapidement le blocage préalable au basculement. Un tel dispositif ne peut cependant pas empêcher une remontée non négligeable de l'ancre lors de la mise en tension surtout dans les cas où pour faciliter le fonçage, un avant trou a été réalisé avec une tarière : une partie du volet se trouve dans le vide et son action de butée se trouve réduite et retardée. De plus, compte tenu des efforts en jeu, les articulations du volet cassent. D'autre part, lors du fonçage de l'ancre, des matériaux peuvent se coincer entre le volet et sa butée et interdire son mouvement donc son office. Cela ramène au cas précédent.

On peut citer également le brevet GB 2089862 publié le 30 juin 1982 de WISE E.G. qui décrit un dispositif articulé pour provoquer après fonçage le basculement de la voilure par rotation autour d'un axe éclipseable sous l'effort de poussée de la tige de battage préalablement changée de position par une rotation de 180° : ce dispositif est compliqué et ne peut pas s'avérer fiable en situation.

Enfin, on connaît différents systèmes d'ancrage comportant des nervures et des ailettes sur la partie avant de l'ancre pour faciliter leur enfoncement dans la direction voulue, combinés avec des systèmes d'articulation du point de traction décalé par rapport à l'axe d'enfoncement de l'ancre, d'une part pour dégager le câble de la tige de fonçage afin de ne pas abîmer celui-ci et d'autre part pour faciliter le basculement de l'ancre après son enfoncement : un tel dispositif est décrit par exemple dans le brevet EP 313936 publié le 3 mai 1989 de la Société FORESIGHT INDUSTRIES INC. ; cependant, si effectivement le contrôle de la direction d'enfoncement dans le sol est ainsi mieux assuré, le pivotement de l'ancre elle-même dans le sol ne l'est pas, tout au moins à la profondeur voulue, et n'est pas réalisé d'une manière fiable.

Ainsi, il est observé que la plupart des ancrages actuelles, sauf à leur associer des dispositifs complexes, mécaniques et eux-mêmes donc peu fiables et/ou de mise en oeuvre compliquée, remontent en fait beaucoup, et même jusqu'à être hors sol, sans avoir donc basculé quand on applique un effort de traction sur la ligne d'ancrage qui doit les relier à la surface : le basculement et le blocage ne se font en fait d'une manière à peu près sûre que dans des terrains qui, à la fois doivent se refermer derrière les ancrs après leur passage et sont assez denses ; ceci limite les cas de figures et d'utilisation. Dans les terrains trop compacts de type argileux dont l'empreinte de l'ancre reste ouverte derrière elle, ou dans des sables trop mous de type vaseux, les ancrs connues ne basculent alors pas immédiatement ou même pas du tout quand on les soumet à une traction, ce qui les fait trop remonter et ne permet pas bien sûr de garantir une profondeur d'ancrage.

Or, quand on veut assurer une bonne tenue de celui-ci, surtout pour l'application à la précontrainte de sol tel que décrit dans le brevet cité précédemment EP

317458, il faut pouvoir être sûr de cette profondeur de basculement pour garantir l'existence du volume de terrain nécessaire à la constitution du massif de fondation, et cela quelle que soit la nature du sol, la profondeur d'ancrage étant fonction de celui-ci et de l'effort auquel on veut résister.

Le problème posé est donc de pouvoir réaliser un dispositif d'ancrage, comprenant une ancre et une ligne de traction, et dont la mise en oeuvre permette essentiellement le basculement de l'ancre dès la profondeur voulue atteinte pour assurer alors ledit ancrage à une profondeur donnée et cela dans tout type de terrain ; un autre objectif de l'invention est également de réaliser l'enfoncement de ladite ancre dans ledit sol en contrôlant la direction sans risque de grande déviation.

Une solution au problème posé est un dispositif d'ancrage de fondation de structure dans le sol comprenant une ancre et une ligne de traction suivant un axe ZZ' décalé de préférence par rapport à celui XX' de l'ancre, et dont le bout d'une extrémité est solidaire d'un point, ou d'une pièce d'attache, fixé au corps de l'ancre, lequel corps comprend une voilure avant profilée pour pénétrer dans le sol suivant son axe XX' et une voilure arrière pour s'opposer à l'effet de traction de ladite ligne en faisant butée dans le sol après que l'ancre y ait pénétré par enfoncement suivant son axe XX' et basculé ; suivant l'invention, le dispositif d'ancrage comporte une pièce de guidage et d'appui par rapport au corps de l'ancre, de ladite extrémité de la ligne entre ledit point d'attache et son axe de traction ZZ', laquelle pièce d'appui transmettant au corps de l'ancre un effet transversal à l'axe, créant un couple de basculement quand ladite extrémité est mise sous tension par la ligne de traction suivant cet axe (ZZ') et ledit corps de l'ancre comprend un aileron situé de l'autre côté du plan de voilure avant, par rapport à ladite pièce de guidage et comportant un talon qui s'appuie et se bloque dans le sol dès la mise sous tension de la ligne de traction suivant l'axe (ZZ') et tendant à faire remonter l'ancre.

Dans un mode de réalisation dans lequel la ligne de traction est déformable, telle qu'un câble, ledit point d'attache de la ligne de traction étant décalé par rapport à l'axe ZZ' de traction de celui-ci vers l'axe XX' du corps de l'ancre, ladite pièce de guidage assure ledit décalage et est une partie du corps de l'ancre sur laquelle s'appuie ladite extrémité de la ligne ou câble de traction, fixée audit point d'attache.

Suivant un autre mode de réalisation préférentiel, en particulier quand la profondeur d'ancrage est réduite, de l'ordre de moins d'un mètre, comme en milieu urbain et pour des efforts de traction limités, ladite pièce de guidage est constituée par une pièce rigide qui forme l'extrémité de la ligne de traction, qui est articulée autour dudit point d'attache et qui s'appuie sur le corps de l'ancre par un ressort logé dans celui-ci et qui est comprimé en position de battage, entre l'extrémité rigide de ladite ligne de traction et ledit corps de l'ancre. La ligne de traction peut être elle-même entièrement rigide, et donc

d'un seul tenant, articulée directement dans le corps de l'ancre, autour d'un point d'attache solidaire de son extrémité tel qu'un tourillon qui peut être, soit décalé par rapport à l'axe de traction XX', l'extrémité de la pièce rigide étant alors coudée, soit aligné avec celui-ci.

Dans un mode de réalisation qui peut être l'un de ceux cités précédemment, ladite ancre comprend également un autre aileron de protection en avant de ladite pièce de guidage perpendiculaire au plan de la voilure avant et d'une hauteur h par rapport à celle-ci supérieure à la distance de décalage de l'axe ZZ' dudit câble de traction par rapport à la voilure avant du corps de l'ancre ; de préférence, lesdits ailerons appelés respectivement de protection et de basculement, sont symétriques par rapport audit plan de voilure avant, identiques et situés tous deux en avant de ladite pièce de guidage.

Le résultat est de nouveaux dispositifs d'ancrage de fondation de structure dans le sol comprenant une ancre telle que définie précédemment qui permet de solutionner le problème posé et d'atteindre les objectifs de l'invention, ce que ne permettent pas les dispositifs connus à ce jour.

En effet, une des grandes nouveautés et originalités de la présente invention est de bien définir la liaison de l'extrémité de la ligne d'ancre avec l'ancre elle-même suivant une position bien déterminée alors que jusqu'à présent toutes les ancras connues au contraire comportaient des liaisons souples et libres sans guidage ni appui forcés car on recherchait toujours l'alignement de la ligne de traction et de son point d'attache sur l'ancre dès la mise sous tension : ceci ne permet absolument pas de créer une force d'appui volontaire R, transversalement à la direction de traction ZZ', tel que représenté en particulier sur les Figures 2 et 8 illustratives décrites ci-après, permettant ainsi suivant la présente invention un pré-basculement instantané de l'ancre, soit dès la mise sous tension de la ligne de traction, soit dès l'enlèvement de la tige de battage, quelle que soit la nature du terrain. De nombreux essais ont du reste prouvé qu'avec des ancras suivant l'invention, on obtient ledit basculement à la profondeur voulue, ce que ne permettent pas les dispositifs actuels ; ceux-ci en effet ne recherchaient pas une telle précision dans la profondeur puisque il s'agit essentiellement dans ces dispositifs connus d'obtenir un ancrage pour résister à un effort de traction sans considération de la participation du sol environnant, alors qu'ici, pour l'application à un ancrage tel que défini dans la demande de brevet N° EP 317458 évoquée en introduction, la profondeur d'ancrage est essentielle pour obtenir une participation suffisante du sol et résister alors à un effort donné.

Ainsi, suivant les exemples décrits ci-après, on remarquera que l'extrémité de la ligne d'ancrage est toujours intentionnellement mise en contact par une pièce de guidage et d'appui avec le corps de l'ancre, directement ou par un ressort intermédiaire, laquelle pièce est un des éléments essentiels de la présente invention,

alors que dans les lignes d'ancrage connues, même articulées et décalées par rapport à l'axe de l'ancre, il n'est transmis au corps de l'ancre que la force alignée dans la direction de tension appliquée sans provoquer une force transversale de réaction sur l'ancre.

De plus, la présence de l'aileron que l'on peut donc appeler de pré-basculement, comme indiqué précédemment, perpendiculaire au plan de voilure principal de l'ancre, et situé de l'autre côté par rapport à la ligne de traction, permet, outre un meilleur guidage lors de l'enfoncement de l'ancre dans une direction donnée, de constituer un talon de butée quasiment instantané dès le début de l'effort de traction ; ceci crée un véritable couple de pré-basculement immédiat de l'ancre, en combinaison avec la disposition spécifique de la ligne d'ancrage suivant l'invention, comme décrit dans l'un des modes de réalisation de la Figure 2 ou de la Figure 8, et représenté en mise en oeuvre dans les Figures 7 et 11 ci-après.

Dans les ancrages connus, le moment de basculement constitué uniquement par la traction appliquée au bras de levier formé par le décalage de la ligne de traction par rapport à l'axe de l'ancre n'est pas suffisant pour assurer ledit basculement suivant le terrain rencontré comme dit précédemment, sauf à attendre une certaine remontée de l'ancre dans son trou jusqu'à ce que les frottements permettent d'obtenir un couple de basculement, quand l'arrière de la voilure a la bonne fortune de se mettre en butée. En fait, ce décalage est dû à la nécessité de libérer l'axe de pénétration de l'ancre dans le sol pour laisser passer les tiges de battage, et diverses solutions ont été proposées, comme celles évoquées en introduction pour assurer vraiment le basculement, prouvant bien que le moment des forces ci-dessus est bien considéré insuffisant, mais ces solutions n'ont pas donné de résultats probants à ce jour.

Les résultats obtenus grâce aux éléments de la présente invention, permettent par contre un pré-basculement automatique immédiat et irréversible plaçant l'ancre en butée immédiate, ladite butée étant réalisée grâce à l'aileron complémentaire et à la partie arrière de voilure, avec peu ou pas de remontée et de façon systématique.

Par ailleurs, le rajout d'un autre aileron symétrique du premier de l'autre côté du plan de voilure, permet une protection de la ligne d'ancrage située en arrière, tout en aidant au guidage lors de l'enfoncement de l'ancre dans le sol.

Le mode de réalisation décrit dans la Figure 8 ci-après, avec une ligne de traction rigide et pouvant être d'un seul tenant entre le point d'attache et la surface, permet d'éviter d'avoir à culotter et fixer un câble ou une autre ligne déformable à une pièce d'ancrage et/ou de liaison sur l'ancre, ce qui en limite bien entendu le coût de fabrication.

Dans ce mode de réalisation, l'existence du ressort encastré dans le corps de l'ancre et prenant appui sur l'extrémité de la ligne d'ancrage, permet d'obtenir,

quand on le décide et immédiatement alors, le pré-basculement de ladite ancre et d'accompagner le basculement de celle-ci jusqu'à un angle de l'ordre de 30°, permettant d'obtenir d'une manière irréversible, l'accrochage de l'arrière de la voilure dans le sol à une hauteur déterminée et voulue, ce qui est d'autant plus nécessaire, quand on est à faible profondeur dans le sol, et qu'on veut obtenir une résistance optimum à la traction ; le mouvement est alors indépendant de la forme de l'ancre et permet de donner à celle-ci des formes d'autant plus favorables à la pénétration de l'ancre dans le sol.

On pourrait citer d'autres avantages à la présente invention mais ceux cités ci-dessus en montrent déjà suffisamment pour en prouver la nouveauté et l'intérêt. La description et les figures ci-après représentent des exemples de réalisation de l'invention mais n'ont aucun caractère limitatif : d'autres réalisations sont possibles dans le cadre de la portée et de l'étendue de cette invention, en particulier en changeant la forme du corps de l'ancre qui peut être réalisée, soit en pièces mécaniques rapportées en mécano soudé, soit en pièces moulées ou forgées, soit en d'autres matériaux, etc...

La Figure 1 est une vue perspective d'ensemble d'un exemple de réalisation d'un dispositif d'ancrage suivant l'invention.

La Figure 2 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif suivant la Figure 1.

La Figure 3 est une vue simplifiée du même dispositif que celui représenté sur la Figure 2.

La Figure 4 est une vue en coupe suivant CC' du dispositif de la Figure 3.

La Figure 5 est une vue en coupe longitudinale d'un dispositif suivant l'invention, suivant un autre mode de réalisation.

La Figure 6 est une vue en coupe transversale suivant DD' du dispositif de la Figure 5.

La Figure 7 est une représentation des différentes phases de basculement lors de la mise en oeuvre d'un dispositif suivant les figures 1 à 6.

Les Figures 8 à 10 représentent un autre mode de réalisation d'un dispositif suivant l'invention : la figure 8 est une vue en coupe longitudinale suivant VIII/VIII' de la vue de dessus suivant la figure 10 et la figure 9 est une vue en coupe suivant IX/IX' de la figure 8.

Les figures 11 et 12 sont des représentations de mise en oeuvre opérationnelle d'un dispositif suivant les figures 8 à 10.

Le dispositif d'ancrage de fondation de structure dans le sol comprend en effet d'une manière connue une ancre 1 et une ligne de traction 8, laquelle est appliquée suivant un axe ZZ'.

Le corps de l'ancre 1 est constitué de divers éléments tels qu'en particulier une voilure avant 2 profilée pour pénétrer dans le sol et qui peut être constituée de deux ailes taillées en biseau à leur extrémité et symétriques de part et d'autre du plan défini par les axes de la ligne de traction ZZ' et de la direction XX' de pénétration de l'ancre : ladite voilure avant 2 profilée permet ain-

si l'enfoncement de l'ancre dans le sol suivant ledit axe XX' grâce à la poussée transmise par un élément de battage 20 que l'on appuie depuis la surface du sol ou de la paroi du terrain dans lequel on veut faire pénétrer ladite ancre et qui vient se loger suivant l'axe XX' à l'arrière de l'ancre dans un logement 4 prévu pour cela.

Ledit corps de l'ancre 1 comprend également de part et d'autre de ce logement 4 une voilure arrière 3 dans le prolongement de la voilure avant 2 et d'une surface suffisante pour permettre de s'opposer à l'effet de traction de la ligne 8, dans la position d'ancrage, en faisant butée dans le sol et tel que représenté sur la Figure 7, après que l'ancre y ait pénétré et après une première étape de basculement, ladite butée étant représentée par la force F'2 sur cette Figure 7, alors que la voilure avant 2 assure également de l'autre côté de l'axe ZZ' une réaction par butée dans le sol suivant la force F'3 : c'est la combinaison de ces deux forces de réaction dans le sol qui permettent d'assurer l'équilibre de l'ancre et la retenue de la ligne de traction 8 soumis à la force de traction T4 voulue après la mise en place de l'ancre à la profondeur donnée.

Le bout de l'une des extrémités 18 de la ligne de traction 8 est solidaire d'un point ou pièce d'attache 9 situé vers le milieu du corps de l'ancre 1, lequel point d'attache 9 étant obligatoirement décalé par rapport à l'axe ZZ' de traction de celui-ci vers l'axe XX' du corps de l'ancre 1 pour les modes de réalisation des Figures 1 à 7, et même de préférence situé suivant ledit axe pour obtenir un couple de basculement le plus élevé possible, alors que dans les modes de réalisation des Figures 8 à 12, ce décalage peut être inexistant ou tout au moins moins important puisque le couple de basculement voulu et nécessaire est alors assuré par la puissance du ressort 24 mis en compression.

Dans les Figures 1 à 7, ladite pièce de guidage et d'appui 7 fait partie dudit corps de l'ancre 1 et sur laquelle s'appuie ladite extrémité 18 de la ligne de traction, qui est alors nécessairement déformable, telle qu'un câble, et que l'on citera du reste comme référence dans la suite de la description des Figures 1 à 7, laquelle extrémité 18 est fixée audit point d'attache 9 : cette pièce de guidage et d'appui 7 permet à l'extrémité 18 de la ligne de traction 8 d'être guidée entre ledit point d'attache 9 et l'axe de traction ZZ' proprement dit, assurant ledit décalage et de forme telle que ladite extrémité 18 du câble de traction 8 forme un angle β de plus de 10° et moins de 90° avec l'axe XX' de l'ancre, et de préférence entre 60 et 90°.

Suivant le mode de réalisation des Figures 2 ou 3 ou 4, ledit point ou pièce d'attache 9 est constitué d'un embout d'articulation de forme dans ce cas cylindrique de révolution au moins suivant un axe perpendiculaire auxdits axes XX' et ZZ', fixé et solidaire du bout 19 de l'extrémité 18 du câble 8 sur lequel il est culotté : ledit embout 9 peut être ainsi une pièce cylindrique ou une pièce sphérique : il peut être également une attache dans le corps de l'ancre ; la pièce constituant l'embout

9 peut comporter un appendice creux dans lequel passe l'extrémité 18 du câble 8 : c'est cet appendice qui vient alors en appui contre la pièce de guidage 7 du corps de l'ancre. Ledit embout 9 est logé et articulé dans un logement 10 du corps de l'ancre dans lequel il peut tourner au moins suivant l'axe perpendiculaire auxdits axes XX' et ZZ' et communique avec un orifice 20 en forme de trompe à travers lequel passe ladite extrémité 18 du câble. De préférence, cedit logement est situé en avant du centre surfacique de l'ensemble de la voilure 2, 3 de ladite ancre.

Comme on peut le voir sur la représentation de la Figure 2, quand on tire alors suivant l'axe ZZ' par un effort T sur la ligne de traction et d'ancrage 8, ledit effort est transmis à l'extrémité 18 dudit câble de traction 8 jusqu'à l'embout ou point d'attache 9 suivant l'axe YY' formant avec l'axe ZZ' un angle α qui, dans la position d'origine du pré-bascullement de l'ancre, quand celle-ci est en fond de trou par exemple, est égal à l'angle β défini précédemment.

La combinaison de la force de traction T et de l'effort R1 de réaction générée par l'embout 9 pour s'opposer à la transmission de cette traction sur l'extrémité 18 du câble, crée une force résultante R transversalement auxdits axes XX' et ZZ', créant un couple de basculement immédiat grâce audit appui de l'extrémité 18 de la ligne de traction 8 sur la pièce d'appui 7 : l'inclinaison de cette force de réaction R dépend bien sûr de l'angle β initial ; on prend de préférence un angle de 60 à 90° mais un angle très faible de l'ordre de 10° permettrait d'avoir toujours une force de réaction ; on limite l'angle à 90° au maximum car au-delà, un angle supérieur créerait un effort de basculement inutile lors de l'ancrage proprement dit de l'ancre en position définitive dans le sol dans lequel elle doit se maintenir, ce qui même serait éventuellement défavorable pour un effet de précontrainte du sol dans lequel on veut une répartition symétrique sur la voilure sans effort supplémentaire de basculement.

Ledit corps de l'ancre 1 peut également comporter un aileron 5 de protection en avant de ladite pièce d'appui 5 pour protéger celle-ci et le câble lors du fonçage dans le sol, perpendiculairement au plan de la voilure avant 2 et d'une hauteur h par rapport à celle-ci, supérieure à la distance d de décalage de l'axe ZZ' dudit câble de traction 8, ainsi qu'un aileron 6 situé de l'autre côté du plan de voilure avant 2 par rapport à ce premier aileron 5.

Les deux dits ailerons 5 et 6 sont de préférence symétriques par rapport au plan de voilure 2 et identiques afin d'équilibrer les forces lors du battage de l'ancre et ainsi et grâce à leur combinaison avec la voilure avant 2, permettre de garantir la direction de battage.

Comme illustré sur la Figure 7, ledit aileron 5 ou nervure supérieure qui est profilé sur l'avant pour permettre la pénétration dans le sol coupe celui-ci et protège le câble 8, alors que la nervure inférieure ou aileron 6, également profilée sur l'avant de la même façon, coupe le

sol comme la nervure supérieure, et de plus, par son effet de talon 16, fait butée de basculement comme illustré sur la Figure 7.

La Figure 3 est donc une représentation du dispositif suivant la Figure 2, en coupe AA' suivant la Figure 4, alors que celle-ci est une coupe suivant CC' du même dispositif de la Figure 3 : le logement 10 de l'embout 9 et celui-ci y sont de forme cylindrique.

Suivant la représentation des exemples des Figures 5 et 6, le bout 19 de l'extrémité 18 du câble 8 peut être directement culottée dans un logement 17 du corps de l'ancre 1 et ladite pièce d'appui 7 se prolonge au-delà de la zone d'appui de l'extrémité du câble 8 à 90° avec l'axe XX' jusqu'au dit logement 17 pour constituer avec celui-ci ledit point d'attache 9.

Suivant la Figure 7, il est représenté trois positions de l'ancre après sa mise en place par exemple par battage en laissant derrière elle un puits 15 d'axe PP' dans le sol 11 dans lequel elle a été enfoncée à la profondeur voulue à partir de laquelle elle basculera, la course de basculement étant connue ; selon les types de terrain, elle représente la moitié de la longueur de l'ancre. Il y a un léger glissement du fait du tassement de terrain autour de l'ancre. L'axe PP' du puits 15 est confondu pendant toute la phase d'enfoncement de l'ancre avec l'axe XX' de celle-ci.

La première étape est celle du pré-basculement, immédiat et irréversible, lors de la mise en tension du câble ou de la ligne d'ancrage 8 soumis à la force T2, grâce à la composition du parallélogramme des forces d'action et de réaction tel que décrit suivant la Figure 2. A titre d'exemple, on peut donner des valeurs de la force résultante R de pré-basculement puis de basculement suivant l'angle de l'ancre pour une force de mise en tension T2 par exemple constante de une tonne : au départ, si l'angle α ou β est de 90°, $R = 1,4$ tonnes ; puis quand l'angle diminue avec le basculement, tel que dans la position 13 de la Figure 7 par exemple, à 60° mais qui pourrait être le cas également d'une position α et β de 60° initiale, $R = 10\ 000$ Newtons ou tonne environ ; puis en troisième étape de basculement ou en position initiale telle que dans la position 14 par exemple où α serait de 40°, $R = 6\ 840$ Newtons ; puis même au-delà, quand α diminue à 20°, la force résultante R diminue aussi à 3 480 Newtons mais cela n'a plus tellement d'importance puisqu'alors, l'engagement des voilures, en particulier la voilure arrière, est suffisant pour finir la rotation de la position 14 en position définitive d'ancrage.

Cette force R est donc bien sûr la plus importante au départ de la rotation lors de cette étape de pré-basculement dans laquelle cette force, si on prend un angle α suffisamment important, provoque un couple de basculement, du fait de la distance de cette résultante R au point de rotation G, suffisamment important pour assurer le basculement dans le terrain, quel que soit la nature de celui-ci.

Dans la position 12 de la Figure 7 juste après le pré-basculement, l'effort transmis T2 dans la ligne d'ancra-

ge continue de provoquer une force et donc un couple de basculement sur la pièce d'appui 7 comme indiqué ci-dessus, qui va donc diminuer progressivement au fur et à mesure du basculement de l'ancre et donc de la diminution de l'angle α , sachant que l'angle β restera bien sûr constant jusqu'à la fin du basculement. A partir d'un angle α suffisant, c'est l'aileron inférieur 6 qui entre en jeu en formant un point d'appui et de blocage dans le sol par son talon 16, et créant une force de réaction F1 qui s'oppose à la remontée de l'ancre : dès la position 12 ainsi indiquée, il s'établit alors un couple de basculement supplémentaire entre cette force de réaction du sol F1 et la traction T2.

Dans la phase de basculement suivante 13, alors que le talon 16 de l'aileron inférieur 6 va s'effacer et donc diminuer la force de réaction F1 dans le sol, c'est alors la voilure arrière 3 de l'ancre qui s'engage complètement dans celui-ci, alors qu'au début, seul son talon 22 s'accroche et crée une force de réaction F2 importante qui prend, si on veut, la relève de la force F1, F1, alors que la force de réaction du sol par rapport à la voilure avant F3 commence à prendre aussi de l'importance, mais d'une valeur plus faible que la force F2 arrière du fait que la voilure avant a une surface apparente dans le sol, inférieure, permettant ainsi à l'ancre de continuer à basculer.

La fin du basculement illustrée par exemple en position 14 se poursuit par équilibre des forces de réaction du sol F'3 et F'2, qui compensent également la force de tension T4 appliquée sur le câble 8, par rapport à la position du point de traction de celui-ci, qui est de préférence en avant du centre de gravité surfacique, jusqu'à avoir une stabilité de cet équilibre : les deux couples générés par ces deux forces de réaction dans le sol devant se compenser et donc s'annuler pour obtenir cet équilibre à l'angle voulu final de l'axe XX' par rapport à l'axe de battage initial PP' ou de traction ZZ' du câble 8.

Comme indiqué en introduction, il est bien évident que le câble de traction 8 utilisé dans la présente description peut être remplacé par toute ligne déformable et/ou souple permettant de transmettre les forces de traction, telles qu'une chaîne, une courroie ou toute autre dispositif tel qu'une tige déformable.

Les Figures 8 à 12 représentent un autre mode de réalisation de l'invention, dont l'application principale est l'ancrage à faible profondeur jusqu'à un mètre environ, et dans lequel ladite pièce de guidage et d'appui 7 ne fait pas partie du corps de l'ancre comme précédemment, mais de la ligne de traction 8 : elle est constituée par une pièce rigide formant l'extrémité 18 de la ligne de traction 8, s'appuie par un ressort 24 sur le corps 1 de l'ancre et s'articule autour du point 9. En ce cas, la ligne de traction proprement dite 8, peut être d'un seul tenant jusqu'à la surface du sol, comprendre l'extrémité 18 et être composée d'une seule pièce jusqu'à et y compris l'articulation et point d'attache 9 ; la ligne de traction jusqu'en surface peut être constituée également d'une ligne déformable comme dans les Figures 1 à 7, et être

fixée à proximité de l'ancre 1 sur l'autre extrémité, par rapport au point d'attache 9, de ladite pièce d'extrémité 18 qui est alors seule rigide.

On retrouve bien entendu dans ce mode de réalisation, les éléments déjà décrits précédemment, tels que le corps principal 1 de l'ancre, comprenant un aileron faisant renflement, dans lequel est située l'articulation et point d'ancrage 9, et un aileron formant éperon-butée 6 sur l'autre face ; la partie arrière du corps 1 de l'ancre comporte un alésage 4 pour le guidage de l'extrémité de la tige de battage 20, l'arrière 22 du corps 1 servant entre autres d'enclume à ladite tige de battage telle que représentée figure 11. La voilure de l'ancre est dans sa partie arrière 3 de section constante, et dans sa partie avant 2 de section effilée, pour la pénétration dans le sol 11 avec deux talons 23 latéraux, favorisant l'accrochage dans le sol lors de la traction T sur la ligne d'ancrage 8 ; le mode de mise en oeuvre représenté sur les figures 11 et 12, correspond aux mêmes phases décrites que sur la représentation des figures 7 auxquelles on se référera, en particulier pour les positions de pré-basculement 12 et 13 des figures 7a et 7b.

Une telle ancre est de forme étudiée pour offrir une moindre résistance à la pénétration dans le sol, bien que des avant-trous puissent être réalisés préalablement, ces formes étant effilées en pointes de flèches, et tous les éléments de voilure se raccordant sur le corps proprement dit de l'ancre par de grands rayons de courbure de forme.

Dans le corps principal 1 de l'ancre, est pratiqué un logement 10 dans lequel s'encastre le point d'attache d'extrémité 9 de la ligne d'ancrage 8, telle que par une articulation à tenon ou suivant un axe ou un tourillon cylindrique faisant partie de ladite ligne d'ancrage ; lequel logement 10 s'ouvre par une lumière 20 sur la face que l'on peut appeler dorsale de l'ancre, pour le passage et la rotation relative par rapport à l'ancre, sur 90° environ, par exemple, de la pièce rigide 7 d'extrémité 18 de la ligne d'ancrage 8 entre la position de battage et celle d'ancrage final ; cette ligne d'ancrage peut y être enfilée lors de son montage par la face ventrale de l'ancre où débouche ledit logement 10.

L'articulation 9 se situe légèrement en avant du centre surfacique de l'ancre 1, et un autre alésage 25 situé sur l'arrière de cette articulation 9, contient le ressort 24 et peut communiquer avec celui 4 de la tige de battage : ce ressort 24 donne une impulsion de pré-basculement et donc d'accrochage de l'ancre lors de sa mise en place quand on retire la tige de battage 20. Dans la mesure où l'ensemble de la ligne de traction 8 est rigide jusqu'à la surface, on peut maintenir cette compression de redressement depuis la surface pendant la durée du battage, sinon, si la ligne de traction est au moins en partie déformable, un ergot ou tout moyen de maintien peut être solidaire de la tige de battage 20 pour garder l'extrémité 18 contre celle-ci jusqu'à son retrait. Le ressort 24 est de type à boudin et travaille à la compression : il est bien protégé du milieu environnant 11 pendant le

battage, car pouvant être entièrement logé dans l'alésage 25, lequel est fermé alors par la pièce rigide 7, empêchant toute pénétration de graviers ou autres particules du sol qui pourraient ensuite gêner son expansion.

Le cintrage en forme coudée de la partie d'extrémité 18 de la ligne d'ancrage, permet de rattraper le décalage de traction ZZ' par rapport à l'axe d'articulation 9 : ce décalage peut être utile pour encastrer le tourillon 9 dans le corps de l'ancre sans avoir à trop grossir celui-ci, mais pourrait ne pas exister, du fait de l'existence du ressort 24 qui donne le couple de basculement par sa force de réaction R. On pourrait même envisager une ligne de traction 8 rigide, disposée et articulée suivant l'axe de battage XX' : soit alors c'est la ligne de traction 8 elle-même qui permet d'assurer le battage, soit la tige de battage 20 est creuse et entoure la ligne de traction 8 ; le ressort 24 serait situé dans un alésage décalé par rapport à l'axe XX'.

Lors d'essais réalisés avec une ancre de 200 millimètres de long pour 70 millimètres de large, avec une surface de voilure de 105 cm², réalisée en acier mécano-soudé, et pesant de l'ordre de 1,2 kilogrammes, avec une résistance de la ligne d'ancrage rigide de 14 000 Newtons environ, et une résistance d'ancre de 30 000 Newtons, on obtient le basculement immédiat avec une force du ressort d'au moins 150 Newtons, à la profondeur voulue et une capacité d'ancrage nominale en sol dur de l'ordre de 7 000 Newtons.

Revendications

1. Dispositif d'ancrage de fondation de structure dans le sol comprenant une ancre (1) et une ligne de traction (8) suivant un axe (ZZ'), dont le bout (19) d'une extrémité (18) est solidaire d'un point (9) ou d'une pièce d'attache, fixé sur le corps de l'ancre (1), lequel corps comprend une voilure avant (2) profilée pour pénétrer dans le sol suivant son axe (XX') et une voilure arrière (3) pour s'opposer à l'effet de traction de ladite ligne (8) en faisant butée dans le sol après que l'ancre y ait pénétré et basculé, caractérisé en ce qu'il comporte une pièce de guidage et d'appui (7) de ladite extrémité (18) de ladite ligne (8) de traction, laquelle pièce d'appui (7), disposée entre ledit point d'attache (9) et l'axe de traction (ZZ'), transmet au corps de l'ancre (1) un effort transversal à l'axe (ZZ'), créant un couple de basculement quand ladite extrémité (18) est mise sous tension par la ligne de traction (8) suivant cet axe (ZZ') et ledit corps de l'ancre (1) comprend un aileron (6) situé de l'autre côté du plan de voilure avant (2) par rapport à la pièce de guidage (7) et comportant un talon (16) qui s'appuie et se bloque dans le sol dès la mise sous tension de la ligne de traction (8) suivant l'axe (ZZ') et tendant à faire remonter l'ancre.

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ladite pièce de guidage (7) est constituée par une pièce rigide, qui forme l'extrémité (18) de la ligne de traction (8), qui s'articule autour du point (9), et qui s'appuie sur le corps (1) de l'ancre par un ressort (24).
3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que ladite pièce rigide (7) est coudée et son extrémité (18) se termine par un tourillon constituant ledit point d'attache (9) de la ligne de traction (8).
4. Dispositif d'ancrage suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit point d'attache (9) de la ligne de traction est décalé par rapport à l'axe (ZZ') de traction de celle-ci vers l'axe (XX') du corps de l'ancre (1), ladite pièce de guidage (7) assure ledit décalage et est une partie du corps (1) de l'ancre, sur laquelle s'appuie ladite extrémité (18), fixée audit point (9), de la ligne de traction (8) qui est déformable.
5. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit point d'attache (9) est constitué d'un embout de forme cylindrique de révolution au moins suivant un axe perpendiculaire auxdits axes (XX') et (ZZ'), fixé et solidaire du bout (19) de ladite extrémité (18) de la ligne de traction (8) et articulé dans un logement (10) réalisé dans le corps de l'ancre dans lequel il peut tourner.
6. Dispositif suivant la revendication 4, caractérisé en ce que le bout (19) de ladite extrémité de la ligne (8) est directement culotté dans un logement (17) du corps de l'ancre (1) et ladite pièce de guidage et d'appui (7) se prolonge au-delà de la zone d'appui de l'extrémité (18) de la ligne (8) à 90° avec l'axe (XX') jusqu'au dit logement (17) pour constituer avec celui-ci ledit point d'attache (9).
7. Dispositif d'ancrage suivant l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que ledit point d'attache (9) est situé suivant l'axe (XX') du corps de l'ancre.
8. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que l'angle (β) entre l'extrémité (18) de la ligne de traction (8) et l'axe (XX') de l'ancre (1), est compris entre 10 et 90°.
9. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ladite ancre (1) comprend un aileron (5) de protection en avant de ladite pièce de guidage (7) perpendiculaire au plan de la voile avant (2) et d'une hauteur h par rapport à celle-ci supérieure à la distance de décalage de l'axe (ZZ') de ladite ligne de traction (8).

10. Dispositif suivant la revendication 9, caractérisé en ce que les deux ailerons (5, 6) sont symétriques par rapport audit plan de voile avant (2), identiques et situés tous deux en avant de ladite pièce de guidage (7).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verankern des Fundaments eines Bauwerks im Boden, mit einem Anker (1) und einer Zugleine (8) mit einer Achse (ZZ'), bei der das Endstück (19) des einen Endes (18) fest mit einem Angriffspunkt (9) oder Angriffsteil verbunden ist, der bzw. das auf dem Körper des Ankers (1) befestigt ist, wobei dieser Körper eine vordere, profilierte Ausbuchtung (2) aufweist, um längs seiner Achse (XX') in den Boden einzudringen, und eine hintere Ausbuchtung (3), um sich der Zugwirkung der genannten Leine (8) dadurch zu widersetzen, daß sie im Boden ein Widerlager bildet, nachdem der Anker dort eingedrungen ist und verschwenkt wurde, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein Führungs- und Anlageteil (7) für das genannte Ende (18) der genannten Zugleine (8) aufweist, wobei das Anlageteil (7), das zwischen dem Angriffspunkt (9) und der Zugachse (ZZ') angeordnet ist, auf den Körper des Ankers (1) eine Kraft quer zur Achse (ZZ') überträgt, die ein Schwenkmoment erzeugt, wenn das genannte Ende (18) durch die Zugleine (8) in dieser Achse (ZZ') unter Zugspannung gesetzt wird, und daß der Körper des Ankers (1) eine Flosse (6) aufweist, die auf der anderen Seite der Ebene der vorderen Ausbuchtung (2) in Bezug auf das Führungsteil (7) gelegen ist und ein hinteres Ende (16) aufweist, das sich im Boden anlegt und sperrt, sobald die Zugleine (8) in der Achse (ZZ') unter Zugspannung gesetzt ist und danach trachtet, den Anker wieder heraustreten zu lassen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Führungsteil (7) von einem steifen Teil gebildet ist, das das Ende (18) der Zugleine (8) bildet, das um den Punkt (9) gelenkig angeordnet ist und sich auf dem Körper (1) des Ankers durch eine Feder (24) abstützt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte steife Teil (7) gebogen ist und daß sein Ende (18) durch einen Drehzapfen endet, der den genannten Angriffspunkt (9) der Zugleine (8) bildet.
4. Verankerungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Angriffspunkt (9) der Zugleine in Bezug auf die Achse (ZZ') ihrer Zugspannung zur Achse (XX') des Körpers des Ankers (1) hin versetzt ist, und daß das Führungsteil (7) die

genannte Versetzung sicherstellt und ein Abschnitt des Körpers (1) des Ankers ist, auf dem sich das genannte Ende (18) der Zugleine (8), das am genannten Punkt (9) befestigt ist, abstützt, die verformbar ist.

5. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Angriffspunkt (9) von einem Ansatz gebildet ist, der zylindrisch ist, mindestens entsprechend einer Achse senkrecht zu den genannten Achsen (XX') und (ZZ') einen Rotationskörper bildet, festgelegt ist, fest mit dem Endstück (19) des genannten Endes (18) der Zugleine (8) verbunden ist und in einem Sitz (10) schwenkbar gelagert ist, der im Körper des Ankers ausgebildet ist, in dem er sich drehen kann.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Endstück (19) des genannten Endes der Leine (8) unmittelbar in einem Sitz (17) des Körpers des Ankers (1) eingesetzt ist und das genannte Führungs- und Anlagestück (7) über die Zone der Anlage des Endes (18) der Leine (8) hinaus unter 90° zur Achse (XX') bis zum genannten Sitz (17) verlängert ist, um zusammen mit diesem den genannten Angriffspunkt (9) zu bilden.

7. Ankervorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Angriffspunkt (9) in der Achse (XX') des Körpers des Ankers gelegen ist.

8. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel (β) zwischen dem Ende (18) der Zugleine (8) und der Achse (XX') des Ankers (1) zwischen 10 und 90° beträgt.

9. Vorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Anker (1) eine Schutzflosse (5) vor dem genannten Führungsteil (7) senkrecht zur Ebene der vorderen Ausbuchtung (2) und mit einer Höhe h in Bezug auf diese aufweist, die größer ist als die Strecke der Versetzung der Achse (ZZ') der genannten Zugleine (8).

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Flossen (5, 6) in Bezug auf die genannte Ebene der vorderen Ausbuchtung (2) symmetrisch sind, identisch sind und alle beide vor dem genannten Führungsteil (7) gelegen sind.

Claims

1. Device for anchoring the foundation of a structure in the ground, comprising an anchor (1) and a trac-

tion line (8) for traction along an axis (ZZ'), the tip (19) of one end (18) of the line being secured to a point (9) or attachment piece that is fixed on the body of the anchor (1), which body includes a front wing unit (2) shaped to penetrate into the ground along its own axis (XX'), and a rear wing unit (3) for opposing the effect of traction on said line (8) by coming into abutment with the ground after the anchor has penetrated therein and has tilted, characterized in that it includes a piece (7) for guiding and supporting said end (18) of said traction line (8), which bearing piece (7) disposed between said attachment point (9) and the traction axis (ZZ') transmits to the body of the anchor (1) a force transversal to the axis (ZZ'), thereby creating tilting torque when said end (18) is put under tension by the traction line (8) along said axis (ZZ'), and said body of the anchor (1) includes a fin (6) situated on the other side of the plane of the front wing unit (2) relative to the guide piece (7) and including a heel (16) which bears against and jams in the ground once the traction line (8) is put under tension along the axis (ZZ') and tends to cause the anchor to be raised.

2. Device according to Claim 1, characterized in that said guide piece (7) is constituted by a rigid piece forming the end (18) of the traction line (8) hinged about the point (9), and bearing against the body (1) of the anchor via a spring (24).

3. Device according to Claim 2, characterized in that said rigid piece (7) is angled and its end (18) terminates in a journal constituting said attachment point (9) of the traction line (8).

4. Anchor device according to Claim 1, characterized in that said attachment point (9) of the traction line is offset from the traction axis (ZZ') thereof towards the axis (XX') of the body of the anchor (1), said guide piece (7) ensuring said offset and being a portion of the body (1) of the anchor on which said end (18), fixed to said point (9) of the traction line (8), which is deformable, bears.

5. Device according to any one of Claims 1 to 4, characterized in that said attachment point (9) is constituted by an endpiece of cylindrical form of revolution at least about an axis perpendicular to said axes (XX') and (ZZ'), which endpiece is stationary and secured to the tip (19) of said end (18) of the traction line (8) and is hinged in a housing (10) formed in the body of the anchor, in which housing it can rotate.

6. Device according to Claim 4, characterized in that the tip (19) of said end of the line (8) is directly socketed in a housing (17) of the body of the anchor (1) and said bearing and guide piece (7) extends be-

yond the bearing zone for the end (18) of the line (8) at 90° to the axis (XX') as far as said housing (17) to constitute therewith said attachment point (9).

5

7. Anchor device according to any one of Claims 3 to 6, characterized in that said attachment point (9) is situated on the axis (XX') of the body of the anchor.

8. Device according to any one of Claims 3 to 7, characterized in that the angle β between the end (18) of the traction line (8) and the axis (XX') of the anchor (1) is included between 10 to 90°.

10

9. Device according to any one of Claims 1 to 8, characterized in that said anchor (1) includes a protective fin (5) in front of said guide piece (7) and extending perpendicularly to the plane of the front wing unit (2) over a height h therefrom that is greater than the offset distance of the axis (ZZ') of said traction line (8).

15

20

10. Device according to Claim 9, characterized in that the two fins (5, 6) are symmetrical about said plane of the front wing unit (2), are identical, and are both situated in front of said guide piece (7).

25

30

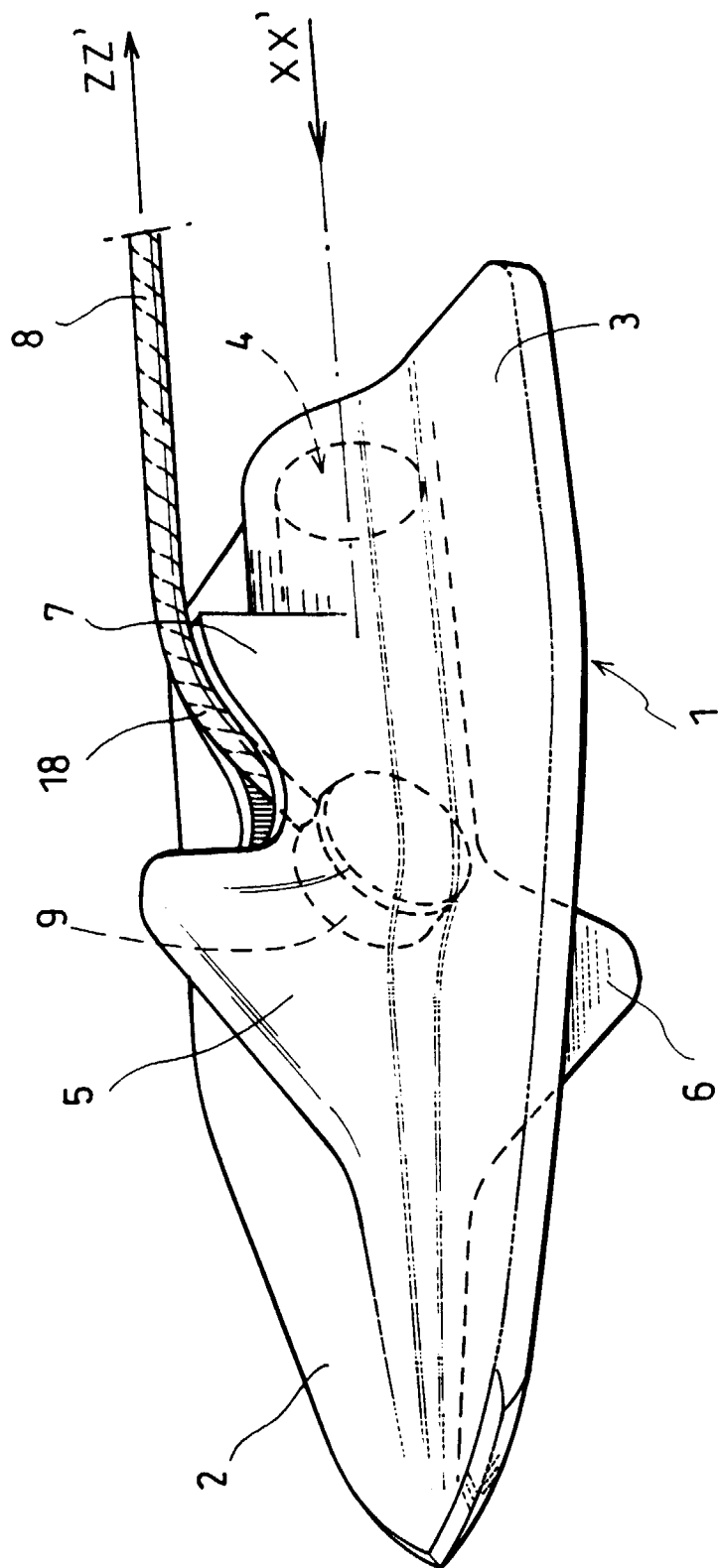
35

40

45

50

55



FIG_1

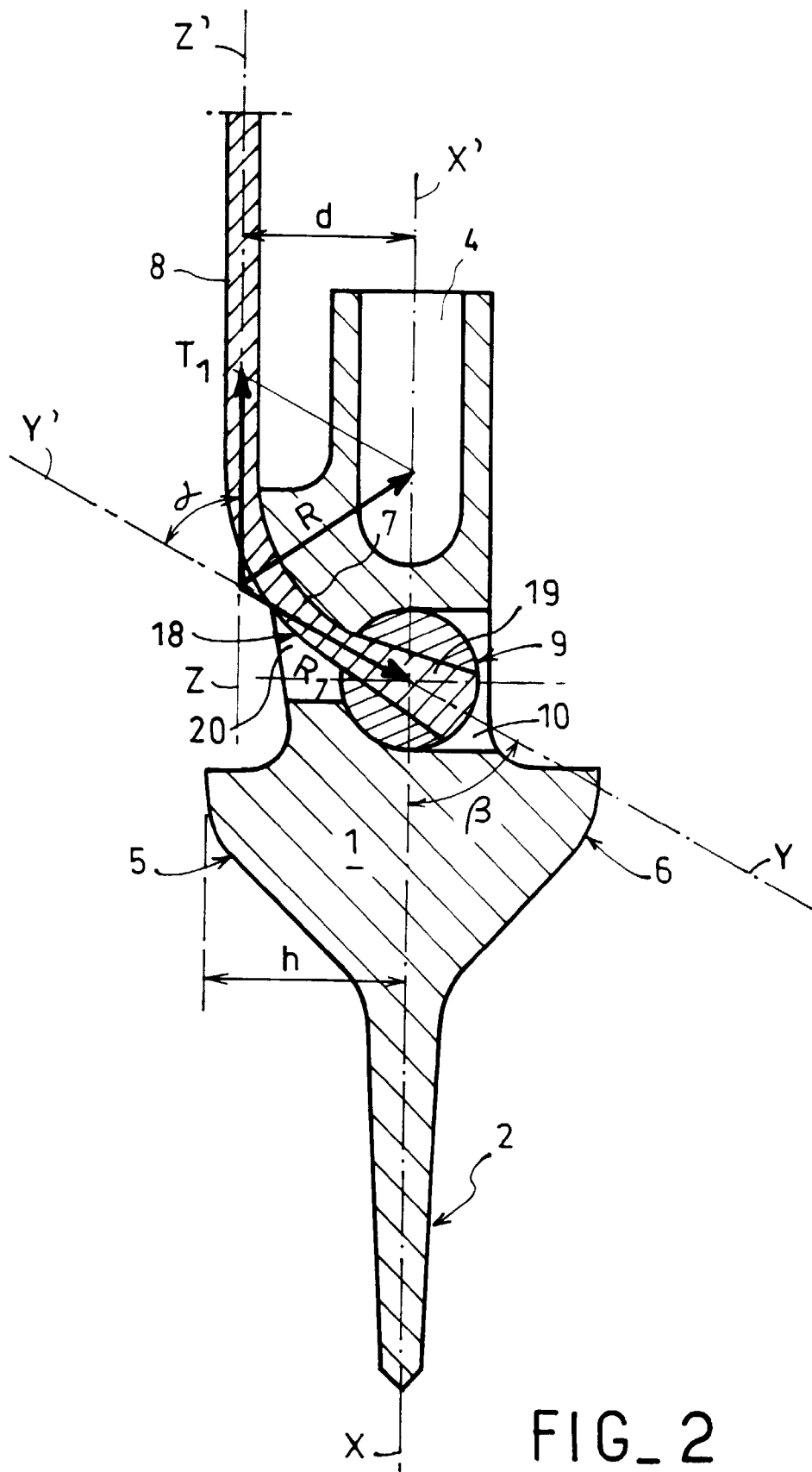
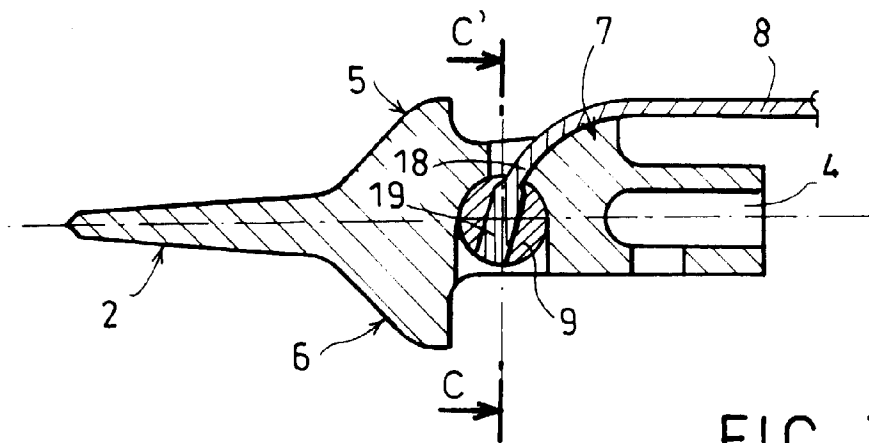
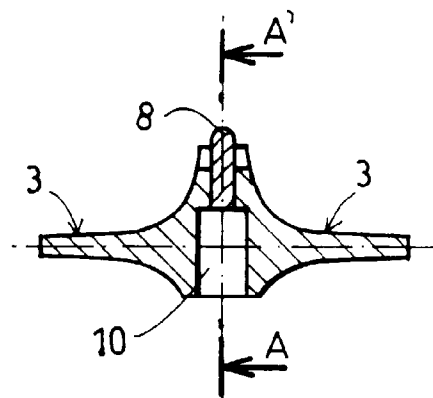


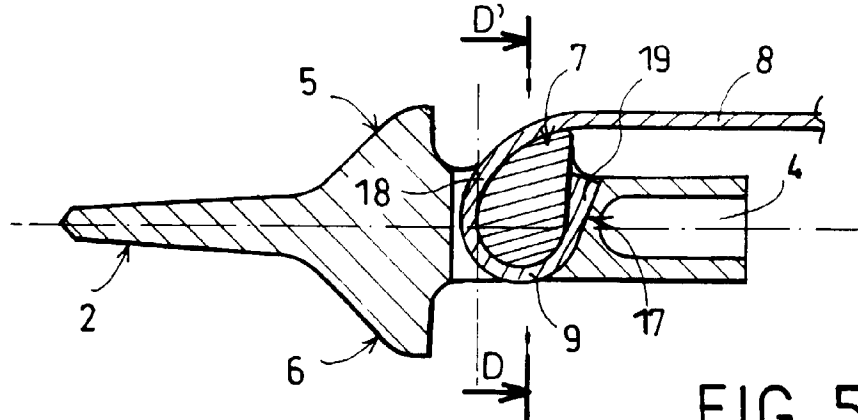
FIG. 2



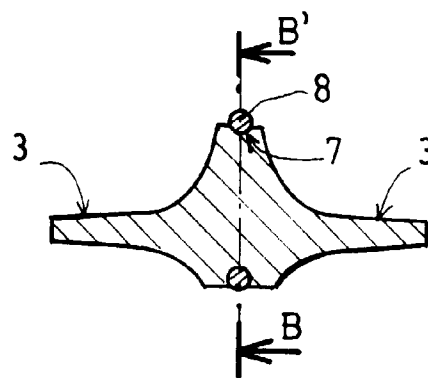
FIG_3



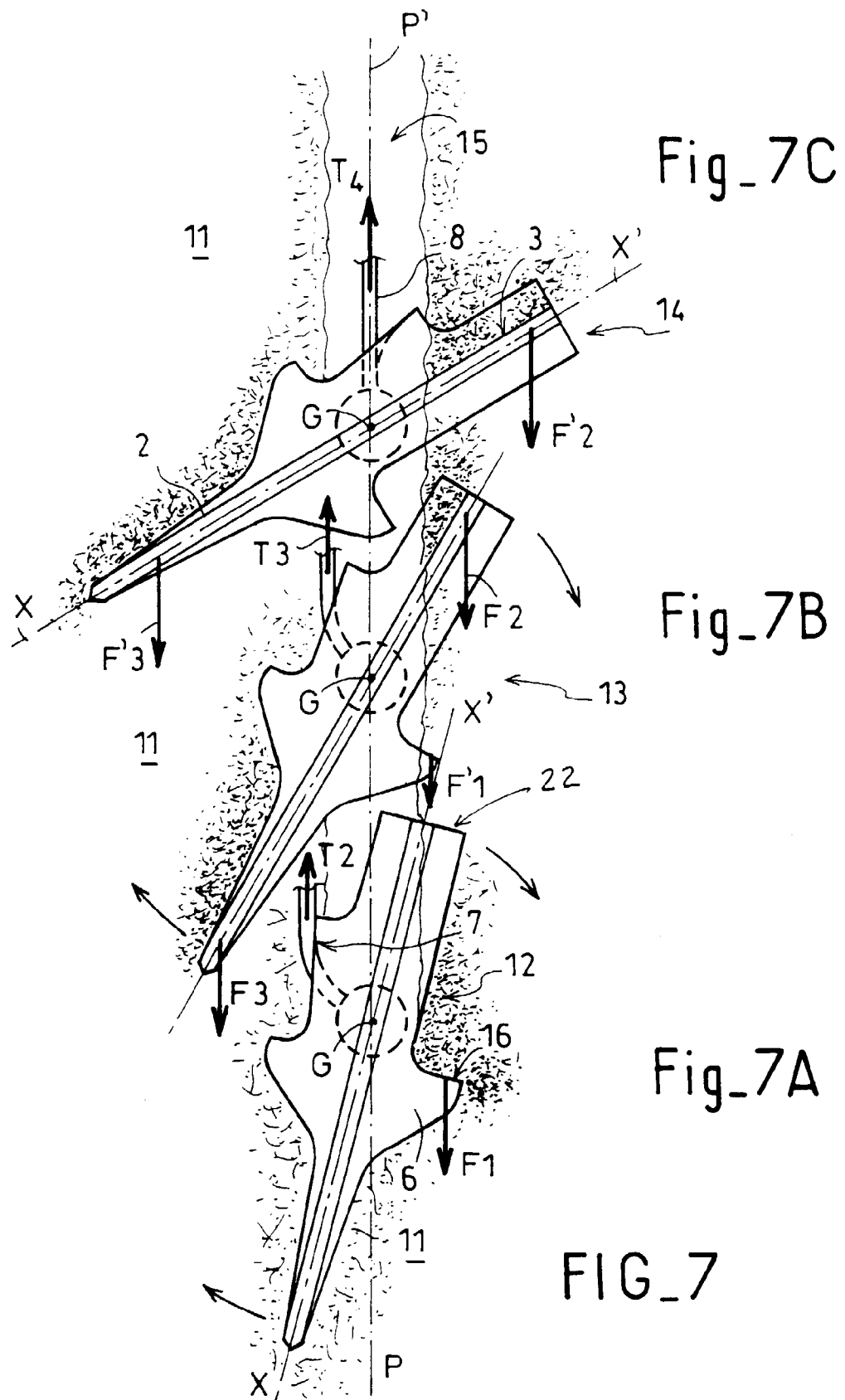
FIG_4



FIG_5



FIG_6



Fig_7C

Fig_7B

Fig_7A

FIG_7

