

12 **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 85400905.7

51 Int. Cl.⁴: **E 02 D 5/80**
B 63 B 21/26

22 Date de dépôt: 09.05.85

30 Priorité: 11.05.84 FR 8407281

43 Date de publication de la demande:
13.11.85 Bulletin 85/46

64 Etats contractants désignés:
DE GB IT NL

71 Demandeur: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE**
4, Avenue de Bois-Préau
F-92502 Rueil-Malmaison(FR)

72 Inventeur: **Luong, Minh Phong**
4, rue Lamartine
F-91230 Montgeron(FR)

72 Inventeur: **Habib, Pierre**
34, rue Erlanger
F-75016 Paris(FR)

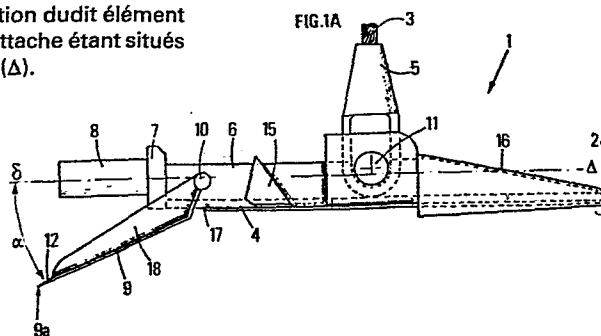
54 **Dispositif d'ancrage à élément articulé ayant une forme coudée.**

57 L'invention concerne un dispositif d'ancrage à haute performance pour tout sol et facile à mettre en oeuvre par des procédés connus de battage ou de propulsion.

Il comprend un corps principal rigide ayant au moins une extrémité d'attaque du sol au moins un élément articulé relié de façon pivotante audit corps principal au moins une ligne d'ancrage reliée audit corps principal par une liaison souple.

Il comprend en outre, la combinaison suivante :

- a) une forme coudée dudit élément articulé et
- b) une localisation du centre de gravité entre le point d'attache de la ligne d'ancrage et l'articulation dudit élément articulé, ladite articulation et ledit point d'attache étant situés de part et d'autre du plan d'enfoncement (Δ).



- 1 -

DISPOSITIF D'ANCRAGE A ELEMENT ARTICULE AYANT UNE FORME COUDEE.

La présente invention concerne un nouveau dispositif d'ancrage à élément articulé ayant une forme coudée pour tout sol, facile à mettre en oeuvre par des procédés connus de mise en place (battage, vibrofonçage, propulsion, lançage et succion dans le cas des sols meubles...).

Cette technique est applicable aussi bien pour l'ancrage à terre que pour réaliser des points d'ancrage fixes dans l'eau, en particulier dans des installations portuaires (ports de plaisance, pontons d'amarrage...).

Le brevet FR 2.424.846 définit un système d'ancrage avec rotation libre du point d'attache, ce dernier étant situé en avant du centre de gravité par rapport à l'extrémité d'attaque du sol, mais la mise en place du système s'effectue par traction sur le câble.

Le brevet US 3.282.002 présente un dispositif d'ancrage avec rotation libre du point d'attache muni d'une plaque plane susceptible de basculer, le débattement angulaire de cette plaque étant limité par une butée. Mais cette plaque ne pivote pas d'elle-même, il lui faut l'aide d'un ressort, voire d'un explosif, pour qu'elle bloque l'ancrage.

Le brevet US. 3.888.057 définit un dispositif où l'on doit exercer une traction sur l'oeil d'une pièce libre mobile située au milieu de la plaque d'ancrage de façon qu'un ergot perpendiculaire à la plaque et, situé dans la partie avant proche de l'extrémité d'attaque du sol, puisse se dresser et faire ensuite basculer la plaque d'ancrage. Dans ces conditions et particulièrement dans les sols durs, le couple sur la partie mobile peut être trop petit pour que le dispositif puisse s'ouvrir et la plaque dérapera en arrière sans basculer.

10 Les brevets GB-A-2.089.862 et FR-A-2.470.823, FR-A-1.453.190 et US-A-1.982.963 illustrent aussi l'art antérieur.

Le problème à résoudre est donc le suivant :

15 Il s'agit de réaliser des points d'ancrage de haute tenue à terre et en mer pouvant supporter avec fiabilité une force de traction horizontale, inclinée vers le haut et même verticale vers le haut, de la tonne à la centaine de tonnes. Tout en étant susceptible d'être positionné de manière précise, le système d'ancrage doit être acceptable pour tous les types de sols (argiles, sables, sols rocheux par exemple).

Les pieux d'ancrage ou d'une manière générale les groupes de pieux d'ancrage résolvent en général un tel problème, mais ils présentent 25 l'inconvénient de s'arracher lorsque la force verticale appliquée est trop grande.

Certaines ancrs spéciales basées sur le principe du pivotement dû à l'excentrement de la traction du câble sur la plaque offre une très 30 mauvaise fiabilité car la probabilité d'un fonctionnement correct est trop faible.

L'invention consiste en un nouveau système d'ancrage permettant de résoudre le problème posé.

Elle concerne un dispositif d'ancrage comprenant un élément d'ancrage adapté à pénétrer dans le sol sous l'action de forces d'enfoncement, notamment de percussion, cet élément d'ancrage comportant au moins un corps principal rigide ayant au moins une extrémité d'attaque du sol, lesdites forces d'enfoncement s'exerçant sensiblement suivant un plan d'enfoncement passant par ladite extrémité d'attaque du sol et un axe de battage ou de propulsion lié au corps principal, au moins un élément articulé relié de façon pivotante audit corps principal et ayant un débattement angulaire limité, au moins une ligne d'ancrage reliée audit corps principal par une liaison souple en au moins un point d'attache situé entre ladite extrémité d'attaque et le centre de gravité de la surface portante du corps principal, ledit point d'attache étant en avant du centre de gravité, ledit plan d'enfoncement passant par ledit centre de gravité, caractérisé par la combinaison suivante :

- a) une forme coudée dudit élément articulé (9),
- b) une localisation dudit centre de gravité (G) entre ledit point d'attache (11) de la ligne d'ancrage (3) et l'articulation (10) dudit élément articulé (9), et
- c) un excentrement par rapport au plan d'enfoncement (Δ) d'une part dudit point d'attache (11) qui est fixe et d'autre part de ladite articulation (10), celle-ci étant située suivant un axe perpendiculaire audit plan dans la partie opposée à l'extrémité d'attaque du sol, de telle façon que l'application d'une traction sur la ligne d'ancrage (3) amorce le basculement de l'élément articulé (9) et le pivotement de l'élément d'ancrage.

30

Les forces notamment de percussion communiquent à l'élément d'ancrage une énergie dite de battage.

La forme coudée de l'élément articulé (9) peut avantageusement

présenter une concavité tournée du côté opposé à ladite extrémité d'attaque (2).

5 La combinaison énoncée est susceptible de fournir lors de la traction T exercée par la ligne d'ancrage la meilleure position de blocage au dispositif d'ancrage. Elle est adaptée à le faire déplacer dans le sol lorsqu'il subit ces efforts et à l'orienter pour présenter un maître couple optimal en vue de mobiliser la butée maximale des terres.
10 Par maître-couple, on entend le contour des sections transversales à l'axe du mouvement, de l'élément d'ancrage.

Par liaison souple, on entend ici une liaison n'introduisant sensiblement aucun moment de rotation au point d'attache sur la plaque, telle qu'une liaison par fil, chaîne, rotule ou par une tige
15 filetée articulée.

L'enfouissement dans le sol est effectué par des forces d'enfoncement F_E mises en jeu grâce à des techniques par exemple de battage, de vibrofonçage, propulsion, lançage, voire succion dans le cas des sols
20 meubles, toutes connues de l'homme de l'art. Le choix sera fonction de la nature du sol.

Le débattement angulaire de l'élément articulé coudé pourra être compris de 30 à 60° et de préférence voisin de 45° par rapport au plan
25 d'enfoncement (Δ).

Des exemples de réalisation de l'invention sont illustrés par les dessins et schémas annexés ci-dessous où :

30 - les figures 1 et 1A représentent schématiquement un premier type d'élément d'ancrage selon l'invention, vu de dessus et de côté respectivement,

- les figures 2, 3, 4, 5, 6 et 7 illustrent la séquence de mise en

place et blocage du dispositif selon l'invention dans différents sols,

5 - les figures 8 et 9 montrent un autre mode de réalisation du dispositif selon l'invention et,

- la figure 10 présente un autre mode de réalisation de l'élément articulé.

10 Selon la figure 1, le dispositif d'ancrage, pour résister à une force de traction T à tous les angles de hauteur (horizontale, inclinée et verticale vers le haut) met en oeuvre au moins un élément d'ancrage désigné dans son ensemble par la référence 1, que l'on enfonce généralement dans le sol suivant la verticale par l'une de ses
15 extrémités constituant son extrémité d'attaque du sol 2. Une ligne d'ancrage 3 constituée notamment par un fil, une chaîne ou une tige filetée articulée, destinée à transmettre la force de traction T à supporter, par l'intermédiaire d'un axe de traction 11, est attachée audit élément en au moins un point par une liaison souple 5 telle que,
20 par exemple, une rotule n'introduisant sensiblement aucun moment de flexion ou de torsion, audit point d'attache sur l'axe de traction 11.

La position de ce dernier sur l'élément d'ancrage est choisie telle que le point d'application de la force de traction audit élément soit
25 situé en avant du barycentre, ou centre de gravité G, de la surface portante enfouie dans le sol, ou maître-couple dudit élément d'ancrage, vers ladite extrémité d'attaque 2. L'élément d'ancrage est caractérisé par un corps principal comportant une partie dorsale rigide 6, sur laquelle s'appuie une semelle 4 munie de déflecteurs 15
30 sur la face interne. Cette partie dorsale rigide supporte et transmet l'énergie de battage jusqu'à l'extrémité d'attaque 2.

Elle est transmise tout d'abord sur l'enclume 7 qui repose sur la partie rigide 6 et qui est surmontée d'un têtou de guidage 8 destiné à

recevoir l'élément de battage, ce téton ayant une longueur h de 2 à 6 fois sa dimension transversale d . Il est préférable d'avoir un téton mâle pour éviter tout risque de coincement de l'élément de battage résultant d'un phénomène de matage lors du choc sur l'enclume. Ce
5 téton peut avoir n'importe quelle forme (carrée, rectangulaire, ronde, ovale ou losange par exemple).

Dans sa partie opposée à l'extrémité d'attaque du sol 2, l'élément d'ancrage est équipée d'un élément articulé coudé 9 muni de
10 raidisseurs 18 dans sa partie interne en regard du téton 8, qui pivote sur un axe perpendiculaire 10 à l'axe de l'élément d'ancrage suivant le plan d'enfoncement Δ jusqu'à une position maximale fixée par une butée 17 définissant un débattement angulaire α de 30° à 60° par rapport à l'axe de l'élément d'ancrage qui se trouve dans le plan
15 d'enfoncement Δ et qui passe par le téton 8. L'élément articulé 9 présente une partie plane sur la partie du coude la plus éloignée de ladite articulation 10. Selon un autre mode de réalisation illustré par la figure 10, la partie de l'élément articulé 9 la plus éloignée dudit axe d'articulation 10 a une forme cintrée dont le rayon de
20 courbure r est au moins égal à la distance séparant ledit axe d'articulation 10 de l'extrémité d'attaque du sol 2.

La longueur de cet élément articulé qui sépare l'articulation 10 de l'extrémité libre 9a dudit élément est comprise entre la moitié et le
25 dixième de la longueur totale de l'élément d'ancrage et l'on a noté des résultats particulièrement intéressants avec une valeur sensiblement égale au tiers de la longueur totale de l'élément d'ancrage.

30 L'élément articulé est tel que le coude en position verticale au moment de l'enfoncement, c'est-à-dire aligné suivant la semelle 4 est dans l'ombre du maître-couple du dispositif, c'est-à-dire du contour des sections transversales à l'axe du mouvement dudit élément d'ancrage.

La distance de l'extrémité d'attaque du sol 2 à l'axe de traction 11 constituant le point d'attache de la ligne d'ancrage 3 est comprise entre le quart et la moitié de la longueur totale de l'élément d'ancrage. De bonnes performances ont été obtenues lorsque la distance
5 était de préférence égale au tiers.

Le rapport de la longueur de l'élément d'ancrage défini suivant le plan d'enfoncement (Δ) à la largeur dudit élément est compris entre 1/3 et 10 et de préférence entre 1 et 5.
10

On a noté que la distance de l'extrémité d'attaque du sol 2 à l'axe de traction 11 ou point d'attache est comprise entre le quart et la moitié de la longueur totale de l'élément d'ancrage et de préférence égal au tiers.
15

De bons résultats ont été enregistrés lorsque la longueur de l'élément articulé 9 prise de l'articulation 10 jusqu'à son extrémité libre 9a, la distance séparant l'articulation 10 dudit élément au point d'attache 11 de la ligne d'ancrage 3 et la distance séparant ledit
20 point d'attache 11 à l'extrémité d'attaque du sol 2 de l'élément d'ancrage 1 sont chacune sensiblement égales au tiers de la longueur totale de l'élément d'ancrage 1.

L'extrémité d'attaque du sol peut présenter une forme dissymétrique par rapport au plan d'enfoncement (Fig. 1A). Elle peut également présenter une forme symétrique par rapport au même plan d'enfoncement (Fig. 9).
25

Elle doit par ailleurs être symétrique par rapport à un plan perpendiculaire au plan d'enfoncement passant par l'axe de battage : sa forme peut alors être par exemple pointue, droite (Fig. 8), voire trapezoïdale telle que celle montrée sur la figure 1.
30

L'extrémité d'attaque du sol est prolongée par une voilure 16, pouvant

être par exemple en acier ou en matière plastique, qui met "dans l'ombre" les éléments sensibles du dispositif notamment l'élément articulé coudé, la ligne d'ancrage et la liaison souple. Cette voile débordé sur la semelle 4 afin de bien guider le déplacement de
5 l'élément d'ancrage.

Le dispositif d'ancrage selon l'invention est mis en oeuvre par la combinaison des étapes suivantes :

- 10 a) avant d'enfoncer l'élément d'ancrage 1, on attache audit élément la ligne d'ancrage 3 dont le diamètre est choisi inférieur à la dimension dudit élément en section par un plan perpendiculaire à la direction d'application de la force d'enfoncement, et on applique le long de l'élément, du côté opposé à son extrémité d'attaque, la
15 portion de cette ligne d'ancrage voisine du point d'attache, de manière à le faire pénétrer dans le sol en même temps que l'élément,
- 20 b) l'élément d'ancrage est conçu de façon telle que le maître-couple soit le plus faible possible pour profiter au mieux de l'énergie de battage. Il est préférable qu'il soit positionné en avant de tous les organes articulables (câble 3 et élément articulé 9) de sorte qu'ils soient protégés au cours du battage puisqu'ils sont dans "l'ombre" de ce maître-couple.
- 25 c) après avoir enfoncé ledit élément à la profondeur désirée, une traction sur la ligne d'ancrage 3 en surface, sous n'importe quelle hauteur vers le haut induit une composante verticale vers le haut qui fait immédiatement et spontanément basculer l'élément articulé
30 9 et pivoter l'élément d'ancrage 1.

Trois caractéristiques inhérentes du dispositif selon l'invention permettent de déclencher ce mécanisme de basculement lorsque ces caractéristiques sont utilisées en combinaison :

- l'élément articulé 9 présente une forme coudée, la concavité du coude est tournée du côté opposé à ladite extrémité d'attaque 2. L'extrémité 12 de l'élément articulé 9 présente à son extrémité libre 9a un chanfrein dont le tranchant est dirigé vers l'extérieur.
- 5
- les axes de traction 11 et de pivotement 10 de l'élément articulé 9 sont excentrés (Fig. 2) par rapport au plan d'enfoncement Δ passant par le centre de gravité G de l'élément d'ancrage. Cet excentrement favorise l'amorce du basculement de l'élément d'ancrage par rapport à un axe horizontal.
- 10
- la position du centre de gravité entre le point d'attache sur l'axe de traction 11 et l'axe de pivotement 10 favorise le couple moteur dû à la traction sur la ligne d'ancrage 3 et à la pression des terres P sur l'élément articulé 9. La figure 3 schématise l'amorce du pivotement de la partie basculante.
- 15
- Le basculement s'arrête (Fig. 4) lorsque la résultante barycentrique R des pressions des terres en butée sur le maître-couple de l'élément d'ancrage s'aligne avec la traction T sur le câble. Dans
- 20 ce cas, T est inférieur à R.
- Si l'élément d'ancrage a été mis en place à une profondeur supérieure à la profondeur critique (2 à 4 fois la plus grande dimension de l'élément d'ancrage), le mécanisme de butée des terres en souterrain
- 25 est parfaitement stable en ce sens qu'il y a écoulement de matière de sol, du côté comprimé M_C vers le côté décomprimé M_D . Dans une telle situation, la résistance statique d'ancrage ou tenue d'ancrage permanente F_{α} est parfaitement stable (Fig. 5).
- 30 Dans le cas d'un sol saturé (au fond de la mer) (Fig. 6), une traction rapide par rapport à l'écoulement de l'eau interstitielle dans les pores provoque un effet de succion F_D qui s'ajoute à la résistance statique F_{α} précédemment citée pour résister aux efforts dynamiques sur la ligne d'ancrage.

Cette force F_D s'écrit :

$$F_D = (P_1 - P_2) S$$

- 5 S étant l'aire de l'élément d'ancrage, P_1 et P_2 étant les pressions de l'eau interstitielle à l'avant et à l'arrière de l'élément d'ancrage, S son aire.

- 10 A faible profondeur d'enfouissement (Fig. 7), la résistance d'ancrage est limitée par la force d'entraînement F d'un volume de sol ayant la forme approximative d'un cône inversé incliné situé au-dessus du système d'ancrage (zone hachurée).

- 15 Le dispositif peut éventuellement être retiré du sol. A cet effet, il sera par exemple muni d'au moins un câble d'extraction ou de tout autre moyen d'extraction connu, fixé en au moins un point 13 sur l'élément articulé 9 et qui permet éventuellement d'extraire du sol l'élément d'ancrage grâce à une traction verticale ou en arrière exercée de la surface.

- 20 Un mode particulièrement avantageux de réalisation du dispositif d'ancrage selon l'invention est illustré par les figures 8 et 9. Sa forme plus compacte, son extrémité d'attaque du sol 2 symétrique par rapport au plan d'enfoncement et son corps principal 6 taillé dans un profilé IPN ou HPN sur lequel repose une plus grande enclume 7
25 permettent au dispositif d'ancrage, en raison d'un maître-couple plus petit, un bon enfouissement dans les sols durs aussi bien que dans les roches tendres et une bonne position de blocage.

- 30 Les types d'ancres selon l'invention, peuvent être disposés en série ou en parallèle tout en étant reliés entre eux par des lignes d'ancrage. Ce dispositif augmente alors la force d'ancrage.

Des essais en laboratoire ont été réalisés avec un dispositif

d'ancrage pesant 2,8 kg. L'ancre a été enfouie par battage dans du sable saturé d'eau à 1,35 mètre de profondeur. Les caractéristiques de l'ancre étaient les suivantes :

- 5 - longueur totale de l'ancre : 330 mm
- largeur totale de l'ancre : 160 mm
- longueur de l'élément articulé L : 100 mm
- largeur de l'élément articulé l : 160 mm
- angle du coude de l'élément articulé : 125°
- 10 - débattement angulaire : 55°
- dimension transversale du téton d : 20 mm
- longueur du téton h : 50 mm
- distance entre l'axe de traction et l'axe de pivotement : 95 mm
- distance entre l'axe de traction et l'extrémité d'attaque : 135 mm

15

Dans ces conditions, on a exercé une traction horizontale de 3 tonnes et une traction verticale de 1,5 tonnes sans que l'ancre ne ressorte du sol.

- 20 Le dispositif selon l'invention convient pour des travaux en mer et fournit une tenue d'ancrage très élevée pour des supports flottants ou semi-flottants quel que soit le sol rencontré. Il peut maintenir la structure rigoureusement en position et assurer aussi la longévité de l'ancrage.

REVENDICATIONS

1. - Dispositif d'ancrage comprenant un élément d'ancrage adapté à pénétrer dans le sol sous l'action de forces d'enfoncement, notamment de percussion, cet élément d'ancrage comportant au moins un corps principal rigide ayant au moins une extrémité d'attaque du sol, les-
5 dites forces d'enfoncement s'exerçant sensiblement suivant un plan d'enfoncement passant par ladite extrémité d'attaque du sol et un axe de battage ou de propulsion lié au corps principal, au moins un élément articulé relié de façon pivotante audit corps principal et ayant un débattement angulaire limité, au moins une ligne d'ancrage
10 reliée audit corps principal par une liaison souple en au moins un point d'attache situé entre ladite extrémité d'attaque et le centre de gravité de la surface portante du corps principal, ledit point d'attache étant en avant du centre de gravité, ledit plan d'enfoncement passant par ledit centre de gravité, caractérisé par la combinaison suivante :
- 15
- a) une forme coudée dudit élément articulé (9),
 - b) une localisation dudit centre de gravité (G) entre ledit point
20 d'attache (11) de la ligne d'ancrage (3) et l'articulation (10) dudit élément articulé (9), et
 - c) un excentrement par rapport au plan d'enfoncement (Δ) d'une part dudit point d'attache (11) qui est fixe et d'autre part de ladite
25 articulation (10), celle-ci étant située suivant un axe perpendiculaire audit plan dans la partie opposée à l'extrémité d'attaque du sol, de telle façon que l'application d'une traction sur la ligne d'ancrage (3) amorce le basculement de l'élément articulé (9) et le pivotement de l'élément d'ancrage.

2. - Dispositif d'ancrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la forme coudée dudit élément articulé (9) présente une concavité tournée du côté opposé à ladite extrémité d'attaque (2).
- 5 3. - Dispositif d'ancrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément (9) présente une partie articulée plane sur la partie du coude la plus éloignée de ladite articulation (10).
- 10 4. - Dispositif d'ancrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie de l'élément articulé (9) la plus éloignée dudit axe d'articulation (10) a une forme cintrée dont le rayon de courbure r est au moins égal à la distance séparant ledit axe d'articulation (10) de l'extrémité d'attaque du sol (2).
- 15 5. - Dispositif d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'élément articulé (9) présente à son extrémité libre un chanfrein (12) dont le tranchant est dirigé vers l'extérieur.
- 20 6. - Dispositif d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le débattement angulaire dudit élément articulé (9) par rapport au plan d'enfoncement (Δ) est compris entre 30° à 60° et est de préférence voisin de 45° .
- 25 7. - Dispositif d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que la longueur de l'élément articulé (9) séparant l'articulation (10) de l'extrémité libre (9a) dudit élément (9) est comprise entre la moitié et le dixième de la longueur totale de l'élément d'ancrage.
- 30 8. - Dispositif d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'élément d'ancrage (1) comporte un organe de guidage (8) des forces d'enfoncement, cet organe (8) ayant une longueur (h) comprise entre 2 et 6 fois sa dimension transversale (d).

9. - Dispositif d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'extrémité d'attaque du sol (2) de l'élément d'ancrage (1) présente une forme dissymétrique par rapport au plan d'enfoncement (Δ).

5

10. - Dispositif d'ancrage selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'extrémité d'attaque du sol (2) de l'élément d'ancrage (1) présente une forme symétrique par rapport au plan d'enfoncement (Δ).

10

11. - Dispositif d'ancrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la longueur de l'élément articulé (9) prise de l'articulation (10) jusqu'à son extrémité libre (9a), la distance séparant l'articulation (10) dudit élément au point d'attache (11) de la ligne d'ancrage (3) et la distance séparant ledit point d'attache (11) à l'extrémité d'attaque du sol (2) de l'élément d'ancrage (1) sont chacune sensiblement égales au tiers de la longueur totale de l'élément d'ancrage (1).

20 12. - Dispositif d'ancrage selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport de la longueur de l'élément d'ancrage mesurée suivant le plan d'enfoncement (Δ) à la largeur dudit élément est compris entre 1/3 et 10 et de préférence entre 1 et 5.

FIG.1

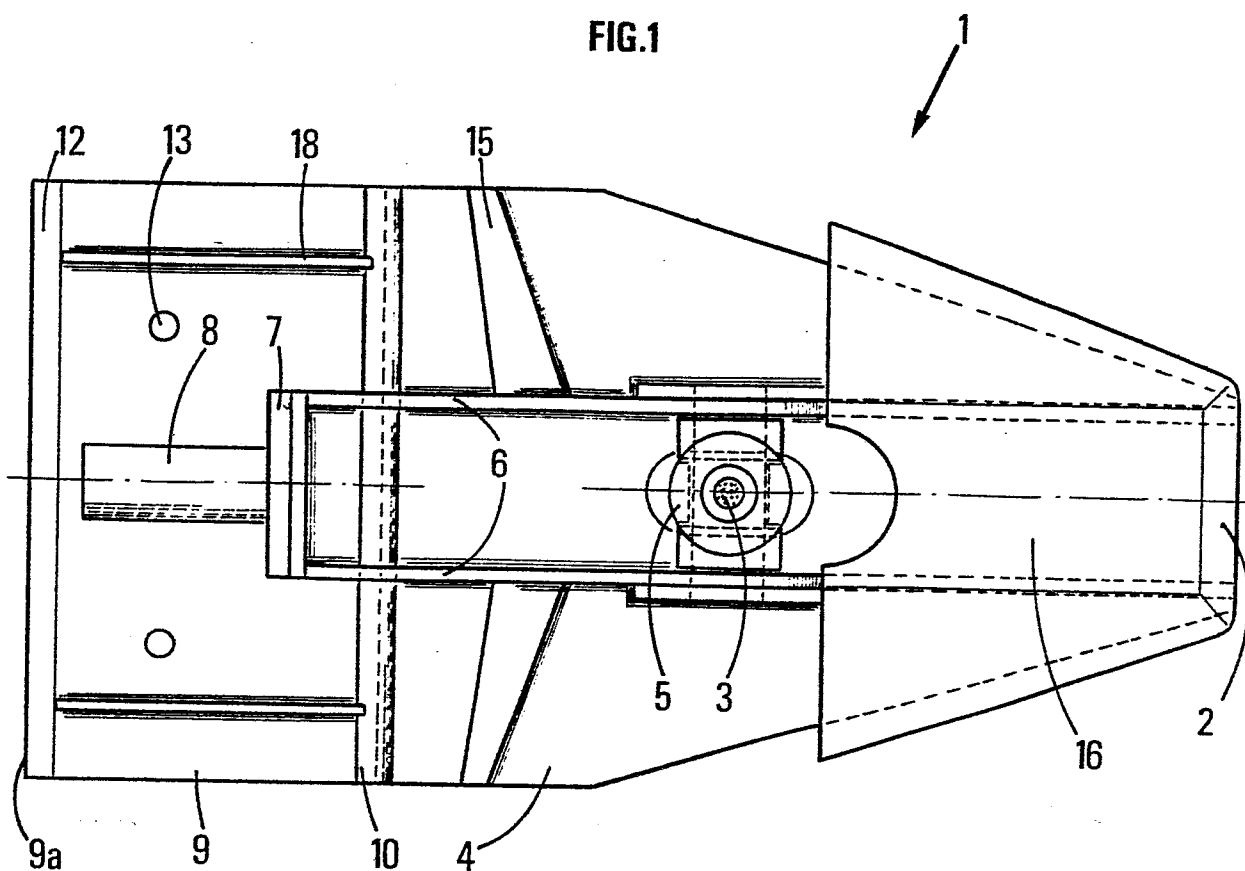


FIG.1A

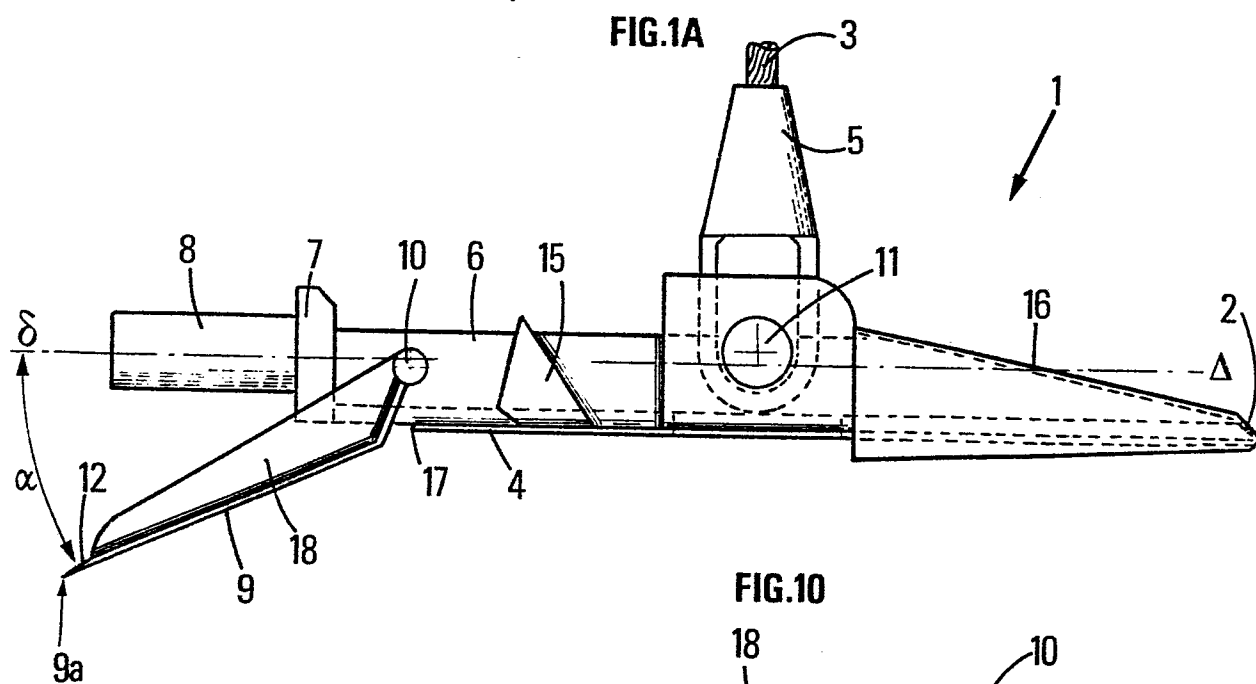


FIG.10

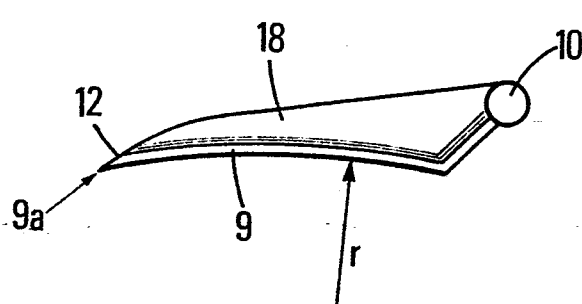


FIG.2

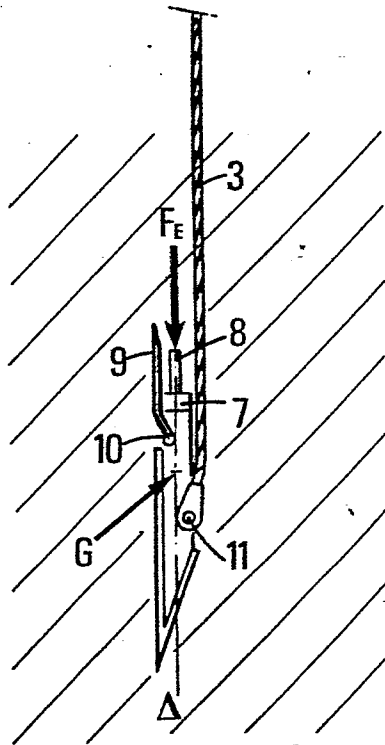


FIG.3

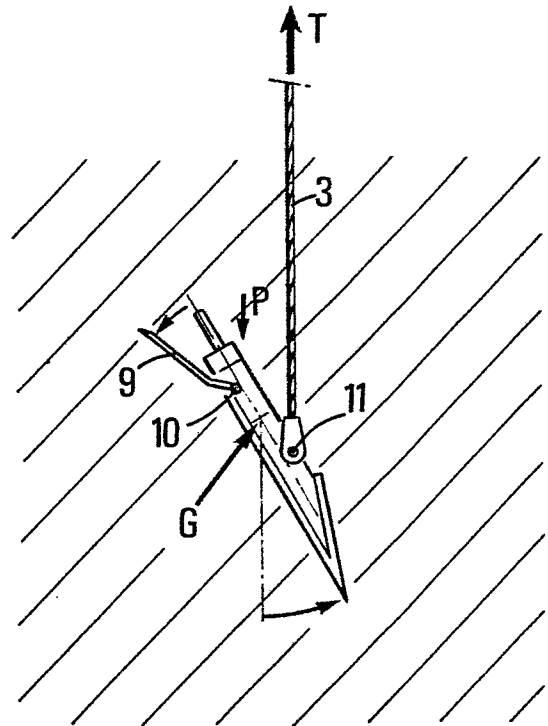


FIG.6

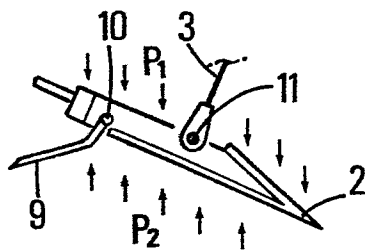


FIG.4

