

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

**2 502 208**

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 81 05538**

(54) Procédé, dispositif et élément d'ancrage ou de renforcement des sols.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). E 02 D 3/12, 7/30.

(22) Date de dépôt ..... 19 mars 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 24-9-1982.

(71) Déposant : LOUIS Claude, résidant en France.

(72) Invention de : Claude Louis.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,  
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Procédé, dispositif et élément d'ancrage ou de renforcement des sols.

L'invention est relative à un procédé d'ancrage ou de renforcement des sols, selon lequel on injecte un coulis de scellement dans le sol pour ancrer, dans le sol, un organe de renforcement ou armature, faisant éventuellement saillie à la surface du sol.

Un tel procédé d'ancrage ou de renforcement peut être mis en oeuvre, notamment, pour la fixation d'éléments de soutènement destinés à être placés contre la surface d'une excavation pratiquée dans le sol, par exemple en vue d'une construction ou de travaux de génie civil ou analogues, afin de stabiliser le sol et prévenir tout glissement de terrain ou rupture.

Les procédés de ce genre utilisés jusqu'à ce jour sont d'une mise en oeuvre relativement longue, et nécessitant une pluralité d'opérations.

L'invention a pour but, surtout, de fournir un procédé du genre en question qui réponde mieux que jusqu'à présent aux diverses exigences de la pratique et qui soit d'une mise en oeuvre rapide, tout en permettant un ancrage ou une mise en place d'armatures scellées efficace.

Selon l'invention, le procédé du genre défini précédemment est caractérisé par le fait que l'on enfonce, dans le sol, des armatures agencées pour permettre d'injecter le coulis de scellement depuis l'extérieur vers l'intérieur du sol, et que l'on injecte, après enfoncement de ladite armature dans le sol, le susdit coulis de scellement de manière à ancrer ou fixer ladite armature dans le sol.

L'extrémité de cette armature dépasse, si nécessaire, du sol et est agencée de manière à former un organe de fixation, notamment pour élément de soutènement.

De préférence, on enfonce l'armature dans le sol à l'aide d'un marteau vibro-percutant monté sur une glissière support orientée parallèlement à la direction

d'enfoncement souhaitée pour l'armature.

L'invention concerne également un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé défini précédemment, ce dispositif étant caractérisé par le fait qu'il comprend un marteau vibro-percutant monté sur une glissière support, orientée parallèlement à la direction souhaitée d'enfoncement de l'armature dans le sol, le marteau vibro-percutant agissant sur l'extrémité supérieure de l'armature de manière à exercer un effort de poussée et, surtout, des percussions de fréquence et amplitude adaptées, sur cette armature pour assurer son enfoncement, le marteau étant propre à coulisser le long de la glissière au fur et à mesure de l'enfoncement de l'armature, des moyens de guidage étant, en outre, prévus sur la glissière pour ladite armature.

L'invention concerne également un élément d'ancrage ou de scellement pour le procédé défini précédemment, cet élément étant caractérisé par le fait qu'il est constitué par une armature comportant au moins un canal, s'étendant suivant la direction longitudinale, et débouchant vers l'extrémité extérieure de l'armature, et des ouvertures transversales mettant en communication le canal longitudinal avec l'extérieur, de manière à permettre au coulis de scellement injecté par le canal longitudinal de se répandre dans le sol, lorsque l'armature a été enfoncée.

L'armature est généralement rectiligne.

On conçoit que de nombreuses variantes de réalisation sont possibles.

L'extrémité extérieure de l'armature peut être formée par une tête munie de moyens de liaison, tels qu'un filetage ou butée clavetée ou soudée, etc. destinée à constituer l'organe de fixation notamment pour un élément de soutènement. Cette tête peut servir, également, à établir la liaison avec le marteau vibro-percutant pour l'enfoncement de l'armature dans le sol.

Les ouvertures transversales de l'armature, pour permettre au coulis de scellement de se répandre dans

le sol, sont prévues dans une zone partant de l'extrémité intérieure de l'armature et s'arrêtant à une certaine distance de l'extrémité extérieure. La zone de l'armature comprise entre l'extrémité extérieure et le début de la zone d'injection ne comporte pas, en général, d'ouverture transversale.

5 L'extrémité intérieure de l'armature, qui est la première à pénétrer dans le sol, est équipée d'une pointe de pénétration adaptée.

10 L'invention consiste, mises à part les dispositions exposées ci-dessus, en certaines autres dispositions dont il sera plus explicitement question ci-après à propos de modes de réalisation particuliers décrits avec référence aux dessins ci-annexés, mais qui ne sont nullement limitatifs.

15 La figure 1, de ces dessins, est une vue en élévation illustrant schématiquement le procédé de l'invention, l'orientation du dispositif et du sol étant arbitraire.

20 La figure 2 est une vue en plan d'un élément d'ancrage dans le sol, ou d'une armature pour sol.

Les figures 3 à 8, enfin, représentent diverses sections transversales possibles pour des éléments d'ancrage de l'invention.

25 En se reportant aux dessins, notamment à la figure 1, on voit que, selon le procédé d'ancrage ou de renforcement de l'invention, on enfonce dans le sol S, dans une direction quelconque, une armature 1 agencée pour permettre d'injecter un coulis de scellement depuis l'extérieur vers l'intérieur du sol.

30 Un dispositif D pour la mise en oeuvre du procédé comprend un marteau vibro-percutant 2 monté sur une glissière support 3 orientée parallèlement à la direction souhaitée E d'enfoncement de l'armature 1 dans le sol.

35 Le marteau vibro-percutant 2 est du type de ceux utilisés pour les appareils à briser le béton ou à briser les roches et est propre à exercer un effort de poussée permanent sur l'armature 1 et des percussions répétées, à

fréquence élevée, sur cette armature.

Le marteau 2 est monté coulissant sur la glissière 3. Des moyens de blocage automatiques (non représentés) et des moyens d'avance automatiques (non représentés) du marteau 2 par rapport à la glissière 3 sont prévus de telle sorte que le marteau 2 puisse être rapproché du sol S et bloqué, au fur et à mesure de l'enfoncement de l'armature 1. Le marteau 2 est actionné par un fluide sous pression, notamment par de l'huile sous pression ou par de l'air comprimé ; les canalisations 4 représentent les conduits d'arrivée et d'évacuation des fluides moteurs.

Des moyens de guidage sont en outre prévus, sur la glissière, pour l'armature 1. Ces moyens de guidage comprennent un guide mobile 5 propre à se déplacer avec une vitesse d'avance égale à la moitié de la vitesse d'avance du marteau 2 ; ce guide mobile, disposé à mi-longueur de l'armature 1 au début de l'opération d'enfoncement, restera ainsi à mi-longueur de la partie extérieure de cette armature. Un guide fixe 6 est prévu à l'extrémité de la glissière 3 voisine du sol.

Les moyens de support de la glissière par rapport au sol n'ont pas été représentés ; tout moyen de support approprié peut convenir, par exemple le bras articulé d'une pelle hydraulique ou analogue.

L'armature 1, qui constitue l'élément d'ancrage ou de renforcement est représentée plus en détail à la figure 2.

Cette armature est rectiligne et comporte un canal 7 intérieur ou extérieur s'étendant suivant sa direction longitudinale. Ce canal débouche en 7a vers l'extrémité extérieure 1a de l'armature. Par "extrémité extérieure 1a" on désigne l'extrémité de l'armature 1 qui reste à l'extérieur du sol S lorsque l'armature est enfoncée. Par opposition, l'autre extrémité 1b sera appelée extrémité intérieure.

Des ouvertures transversales 8, très schématiquement représentées sur la figure 2, sont prévues sur l'armature 1 pour mettre en communication le canal lon-

gitudinal 7 avec l'extérieur, de manière à permettre à un coulis de scellement injecté par le canal 7 de traverser ces ouvertures 8 et de se répandre dans le sol S, lorsque l'armature 1 a été enfoncée.

5 Les ouvertures transversales 8 sont prévues dans une zone C partant de l'extrémité intérieure 1b et s'arrêtant à une certaine distance L de l'extrémité extérieure 1a. La zone M comprise entre l'extrémité extérieure 1a et le début de la zone C d'injection ne comporte pas d'ouverture transversale.

10 L'extrémité intérieure 1b de l'armature est équipée d'une pointe de pénétration 9, par exemple de forme conique, appropriée pour faciliter la pénétration.

15 L'extrémité extérieure 1a est formée par une tête 10 munie de moyene de liaison 11, et destinée à constituer un organe de fixation pour des éléments de soutènement, qui viennent s'appliquer contre la surface extérieure 12 du sol.

20 Les éléments de soutènement utilisés en combinaison avec les éléments d'ancrage de l'invention sont, avantageusement, conformes à la demande de brevet FR. N° 78 01686 déposée le 20 janvier 1978 au nom du même demandeur et publiée sous le N° 2 415 193.

25 De préférence, la tête 10 a la forme d'une tige cylindrique munie d'un filetage formant les moyens de liaison 11. Dans ce même but de fixation, des butées clavetées ou soudées peuvent être utilisées.

30 Cette tête 10, filetée, peut être vissée dans un manchon 13 (fig. 1) du marteau 2, ce manchon 13 transmettant l'effort de poussée permanente et les percussions.

De nombreux modes de réalisation sont possibles pour l'armature 1 ; les figures 3 à 8 illustrent diverses sections transversales possibles pour cette armature.

35 Sur la figure 3, l'armature 1 a une section transversale 14 cruciforme à trois branches. Une telle section peut être obtenue à l'aide de profilés 15 en tôle pliée suivant un angle obtus ; trois profilés 15 sont disposés

à 120° et sont reliés par des cordons de soudure discontinus, ou autres liaisons, 16 le long de leurs arêtes. Les faces intérieures des profilés 15 tournées les unes vers les autres sont légèrement écartées de manière à déterminer 5 le canal longitudinal 7 qui présente une partie centrale, constituant essentiellement la partie utile de ce canal, et des parties radiales. Des ouvertures transversales 8 sont prévues dans les profilés 15 le long de la pliure, de forme arrondie, de chaque profilé. Ces ouvertures 10 sont réparties, selon les besoins, suivant la direction longitudinale du profilé. Ces ouvertures 8 sont complétées par les "jours" ou "espaces" laissés au soudage entre les cordons discontinus 16.

Cette section cruciforme se raccorde à la tête 15 extérieure 10 cylindrique dans laquelle se prolonge la partie centrale du canal 7.

La figure 4 montre une section transversale cruciforme à quatre branches, formée par quatre profilés 17 obtenus à l'aide de tôles pliées sensiblement à angle droit. On retrouve le canal 7 et les ouvertures transversales 8, ainsi que les cordons de soudure discontinus 16.

La figure 5 montre une section transversale de forme annulaire pour l'armature 1. L'armature peut alors être constituée par un fer rond creux à béton. La partie creuse centrale de cette armature constitue le canal 7 ; les ouvertures transversales 8 sont formées par des trous orientés radialement débouchant dans le canal 7 et à l'extérieur. Les axes de ces trous sont situés dans des plans décalés suivant l'axe du canal 7. Dans l'exemple de 25 réalisation représenté sur la figure 5, deux trous 8 diamétralement opposés sont prévus dans un plan orthogonal à l'axe du canal 7 ; la position angulaire des trous 8 est modifiée d'un plan à l'autre comme visible sur la 30 figure 5 de telle sorte que le coulis de scellement puisse 35 se répartir de façon homogène sur toute la périphérie circulaire de l'armature 1.

Selon une variante, les ouvertures transversales 8 au lieu d'être formées par des trous cylindriques

peuvent être formées par des traits de scie auquel cas lesdites ouvertures 8 présentent, suivant la direction de la longueur de l'armature 1, une dimension supérieure à leur largeur suivant la direction périphérique. Cela 5 peut faciliter la répartition uniforme du coulis.

La figure 6 montre une section transversale réalisée d'une manière semblable à celle de la figure 5, mais avec un fer creux rond à béton comportant des nervures hélicoïdales 18 sur sa surface extérieure.

10 La figure 7 illustre une autre variante de réalisation possible pour la section transversale de l'armature. L'armature 1 est formée par un rond 19 à béton, à section pleine comportant sur sa périphérie des nervures hélicoïdales 18. Une enveloppe tubulaire 20 entoure le rond 19 15 et détermine plusieurs canaux 7a, 7b, 7c, 7d s'enroulant en hélice autour du rond 19 suivant la longueur de ce rond. Ces canaux sont séparés par les nervures 18. L'enveloppe 20 comporte des ouvertures 8 réparties suivant la longueur de l'armature et occupant des positions angulaires variables de telle sorte que tous les canaux élémentaires 7a ... 7d constituent le canal longitudinal 7 dont 20 il a été question précédemment.

Il est à noter qu'au lieu du rond 19, on peut également utiliser un fer ayant une autre forme de 25 section, par exemple un fer à section carrée inscrite dans l'enveloppe 20.

La figure 8, illustre une autre variante de réalisation de l'armature 1 ; l'armature est alors réalisée à l'aide de trois tiges rondes en acier (ou "fers 30 à béton") 21 dont les centres sont disposés aux sommets d'un triangle équilatéral et dont les parois extérieures ne sont pas tout-à-fait tangentes mais laissent un espace ε entre leurs zones les plus proches l'une de l'autre. Ces ronds 21 sont réunis les uns aux autres 35 par des soudures discontinues 22. La discontinuité entre les soudures forme des fentes longitudinales 23 constituant les susdites ouvertures transversales 8. Le canal longitudinal 7 est formé par l'espace compris entre

les ronds 21.

Il est clair que d'autres réalisations sont possibles. On pourrait, par exemple, utiliser un profilé plein à section carrée et souder, sur chacune des faces 5 de ce profilé, des coquilles demi-cylindriques ou cylindriques munies d'ouvertures. L'espace délimité entre chaque coquille demi-cylindrique et la face du profilé carré constituerait un canal longitudinal élémentaire. Selon une autre possibilité, on pourrait utiliser un profilé à section circulaire pleine, dans lequel des rainures 10 longitudinales seraient aménagées.

On pourrait, également, enrouler une bande de tôle suivant une hélice à spires non jointives autour d'un rond tel que le rond 19 montré sur la fig. 7 ; les ouvertures 8 seraient alors formées par une fente hélicoïdale 15 continue, délimitée par les bords de la bande de tôle et s'enroulant autour du rond 19.

Le déroulement d'une opération d'ancrage ou de renforcement dans le sol S résulte immédiatement des 20 explications précédentes.

Après avoir mis en place la glissière 3 et le marteau vibro-percutant 2, on dispose une armature 1 sur la glissière en lui faisant traverser les guides 5 et 6, l'extrémité supérieure 1a de cette armature étant 25 liée, notamment par vissage, au manchon 13 du marteau. L'extrémité inférieure 1b est placée contre le sol S, par sa pointe 9.

Le marteau 2 est alors mis en action de telle sorte que l'armature 1 soit totalement enfoncée dans 30 le sol S ; en fin d'opération, le manchon 13 est séparé de l'armature 1 dont seule la tête 10 et son filetage 11 dépasse éventuellement du sol S.

Des moyens d'injection d'un coulis de scellement (ce coulis de scellement pouvant être un coulis de ciment, un coulis de résine ou autre) sont alors branchés 35 sur la tête 10. Le coulis de scellement est ensuite injecté sous pression par le canal 7. Ce coulis de

scellement passe par les ouvertures transversales 8 et se répand dans le sol S de manière à rendre l'armature 1 solidaire du sol. La tête 10 peut alors être utilisée pour la fixation d'éléments de soutènement appliqués 5 contre la surface 12 du sol S.

Le procédé et le dispositif d'ancrage ou de renforcement de l'invention sont d'une mise en oeuvre particulièrement rapide et efficace.

Il est clair que la direction d'enfoncement E 10 peut être quelconque.

L'armature est généralement en acier, mais peut être en tout autre matériau résistant tel que fibre de verre, résine stratifiée, etc.

Lorsque l'armature est utilisée comme élément de 15 renforcement ou d'armement d'un sol, elle est complètement enfoncée dans le sol, aucune partie ne dépassant.

Il est à noter qu'une armature avec canal longitudinal 7 extérieur peut être obtenue simplement avec une tige de section pleine, contre laquelle est 20 fixée, dans le sens de la longueur à l'extérieur, un tube muni d'ouvertures transversales ; le tube forme le canal extérieur 7 tandis que la tige forme l'élément résistant sur le plan mécanique. Le diamètre du tube est nettement inférieur à celui de la tige, et la section transversale du tube est tangente extérieurement à 25 celle de la tige.

Dans le cas d'un sol avec obstacles (tels que galets ou zones dures) le passage préalable d'un fleuret facilite la pénétration ultérieure de l'armature.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'ancre ou de renforcement des sols, selon lequel on injecte un coulis de scellement dans le sol pour ancrer, dans le sol, un organe de renforcement ou armature, faisant éventuellement saillie à la surface du sol, caractérisé par le fait que l'on enfonce, dans le sol (S), une armature (1) agencée pour permettre d'injecter le coulis de scellement depuis l'extérieur vers l'intérieur du sol, et que l'on injecte, après enfouissement de ladite armature dans le sol, le susdit coulis de scellement de manière à ancrer ou fixer ladite armature dans le sol.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on enfonce l'armature (1) dans le sol à l'aide d'un marteau vibro-percutant (2) monté sur une glissière support (3) orientée parallèlement à la direction d'enfoncement (E) souhaitée pour l'armature.

3. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il comprend un marteau vibro-percutant (2) monté sur une glissière support (3), orientée parallèlement à la direction (E) souhaitée d'enfoncement de l'armature dans le sol (S), le marteau vibro-percutant agissant sur l'extrémité supérieure (1a) de l'armature de manière à exercer un effort de poussée et des percussions sur cette armature pour assurer son enfouissement, le marteau étant propre à coulisser le long de la glissière au fur et à mesure de l'enfoncement de l'armature, des moyens de guidage (5, 6) étant, en outre, prévus sur la glissière pour ladite armature.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les moyens de guidage (5, 6) de l'armature comprennent un guide mobile (5) propre à se déplacer avec une vitesse d'avance égale à la moitié de la vitesse d'avance du marteau (2), ce guide mobile étant disposé à mi-longueur de l'armature au début de l'opération d'avancement et un guide fixe (6) prévu à l'extrémité de la glissière (3) voisine du sol.

5. Elément d'ancrage ou de renforcement pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il est constitué par une armature (1) comportant au moins un canal (7), s'étendant suivant la direction longitudinale et débouchant vers l'extrémité extérieure (1a) de l'armature, et des ouvertures transversales (8) mettant en communication le canal longitudinal avec l'extérieur, de manière à permettre au coulis de scellement injecté par le canal longitudinal de se répandre dans le sol, lorsque l'armature a été enfoncée.

10 6. Elément d'ancrage ou de renforcement selon la revendication 5, caractérisé par le fait qu'il est rectiligne.

15 7. Elément d'ancrage ou de renforcement selon la revendication 5 ou 6, caractérisé par le fait que l'extrémité extérieure (1a) de l'armature est formée par une tête (10) munie de moyens de liaison (11) tels qu'un filetage, clavette ou butée, destinée à constituer 20 un organe de fixation, notamment pour des éléments de soutènement, l'élément d'ancrage étant, notamment, enfoncé de telle sorte que cette tête (10) reste en saillie par rapport au sol.

25 8. Elément d'ancrage ou de renforcement selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, caractérisé par le fait que les ouvertures transversales (8) de l'armature pour permettre au coulis de scellement de se répandre dans le sol (S) sont prévues dans une zone (C) partant de l'extrémité intérieure (1b) de l'armature et 30 s'arrêtant à une certaine distance (L) de l'extrémité extérieure (1a), la zone de l'armature comprise entre cette extrémité extérieure et le début de la zone d'injection ne comportant pas d'ouvertures transversales.

35 9. Elément d'ancrage ou de renforcement selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé par le fait que l'armature a une section transversale cruciforme (14), notamment obtenue à l'aide de profilés en tôle pliée réunis par des cordons de soudure, le canal

longitudinal (7) étant compris entre les faces intérieures des profilés tournés les unes vers les autres.

10. Elément d'ancrage ou de renforcement selon l'une quelconque des revendications 5 à 8, caractérisé 5 par le fait que l'armature est constituée par une tige d'acier à section ronde (fer à béton) dont la partie centrale peut être creuse et constituer le canal (7) auquel cas la section transversale a une forme annulaire ou dont la section peut être pleine (rond 19), 10 une enveloppe tubulaire (20) entourant ce rond (19) à section pleine.

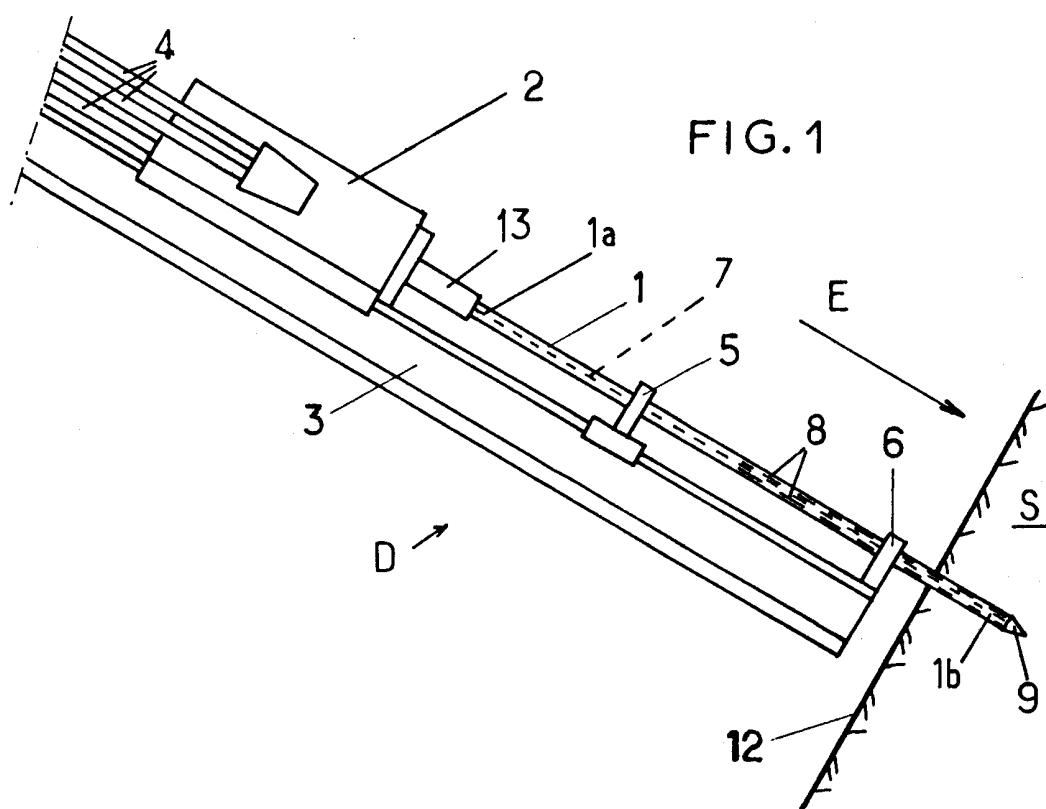


FIG. 2

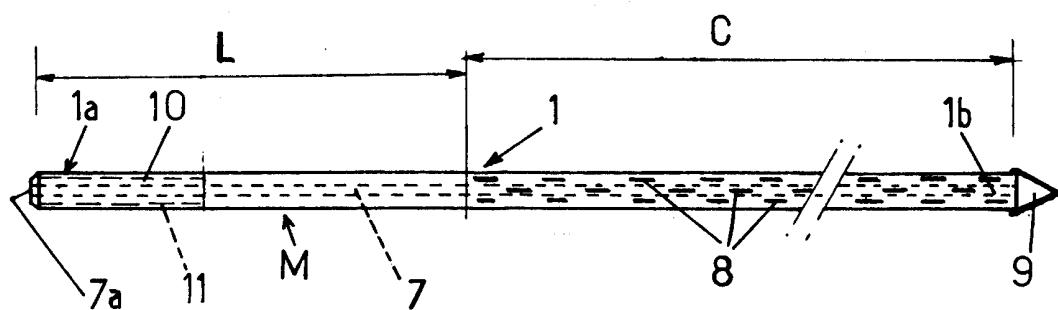


FIG. 3

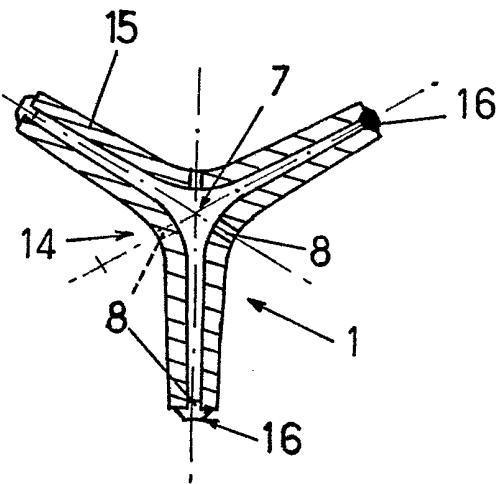


FIG. 4

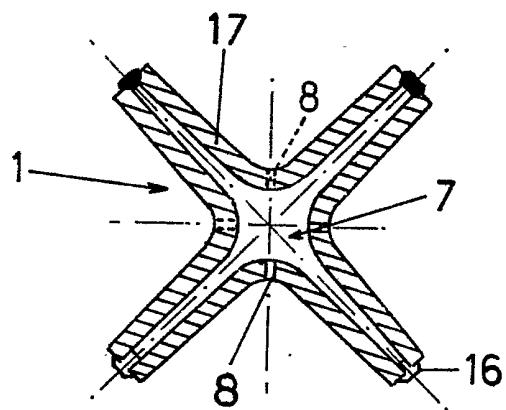


FIG.5

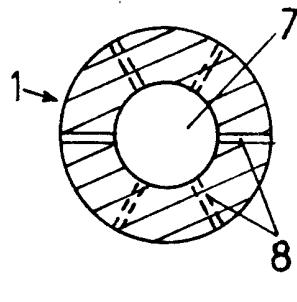


FIG. 6

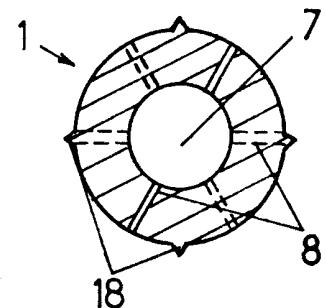


FIG. 7

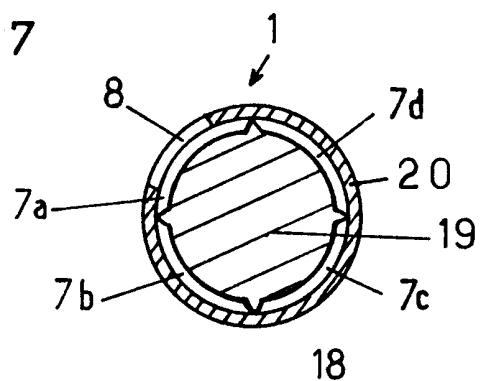


FIG. 8

