RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 476 168**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 80 03246**

(54) **Barrage flottant flexible comportant des raidisseurs transversaux à rigidité variable.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). E 02 B 7/20, 15/04.

(22) Date de dépôt ..... 14 février 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° 34 du 21-8-1981..

(71) Déposant : INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE et SOCIETE ANONYME ROLBA, résidant en France.

(72) Invention de : Maurice Cessou et Bernard Jaffrennou.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

La présente invention concerne un barrage flottant flexible comportant des raidisseurs transversaux à rigidité variable.

Ce barrage est notamment utilisable pour délimiter des zones de navigation, ou des plans d'eau destinés à des activités nautiques telles que, par exemple, la baignade, ou pour l'aquaculture.

Une application très importante de l'invention est la lutte contre la pollution aquatique par des déchets solides flottants, ou par des produits chimiques, plus particulièrement par des hydrocarbures.

Le barrage selon l'invention pourra être utilisé à poste fixe, tendu entre deux points d'amarrage, ou bien à la manière d'un filet ou chalut, être fixé à ses extrémités à un ou plusieurs navires remorqueurs afin de nettoyer un plan d'eau pollué.

On connaît déjà un premier type de barrage comportant un boudin flottant auquel est attaché une jupe lestée par une chaîne à sa partie inférieure. Les efforts de traction exercés sur un tel barrage sont appliqués à la chaîne de lestage et/ou à un câble fixé au barrage. Un inconvénient d'un tel barrage est que dans un fort courant la jupe se creuse et l'eau remonte sur le côté amont du barrage, ce qui entraîne une réduction de la hauteur émergente du barrage. Les produits polluants risquent alors de passer par dessus le boudin.

Lorsque le courant est très fort, le barrage peut être même entièrement noyé, l'eau passant alors par dessus.

Il existe un deuxième type de barrage, qui comporte une structure flexible formant barrière munie de raidisseurs transversaux auxquels sont fixés des flotteurs adaptés à soutenir dans l'eau cette structure flexible en position sensiblement verticale, de manière à créer un écran. Ces barrages présentent l'avantage de conserver une hauteur émergente constante, mais au fur et à mesure que l'intensité du courant augmente, ils se couchent et peuvent même pivoter d'un demi-tour autour d'un axe horizontal.

On peut améliorer la stabilité d'un tel barrage soit en le munissant d'un lest, ce qui a pour inconvénient d'augmenter son inertie et, par suite, de compromettre sa réponse aux vagues, soit en éloignant les flotteurs du plan de la barrière, de manière à augmenter le couple de redressement, ces flotteurs étant disposés d'un seul côté ou des deux côtés de la barrière.

On sait, d'autre part, qu'au dessus d'une certaine vitesse de courant (1 noeud environ), les barrages ne peuvent plus retenir les produits polluants qui passent par dessous le barrage, soit par entraînement, soit par effet de vortex (entraînement de la nappe sous le barrage sous forme de petites gouttelettes qui remontent en surface en aval du barrage).

Un premier objet de l'invention est de réaliser un barrage qui puisse conserver une hauteur émergente sensiblement constante lorsque la vitesse du courant s'accroît et ce, jusqu'à la valeur-limite de cette vitesse correspondant à l'apparition des phénomènes de fuite des produits polluants sous la barrière, ce barrage étant par ailleurs capable de conserver sa position verticale sans être détruit ou renversé pour des vitesses de courant supérieures à la valeur-limite ci-dessus indiquée, de façon à pouvoir recouvrer intégralement sa fonction de barrière vis-à-vis des produits polluants

dès que la vitesse du courant redevient inférieure à ladite valeur-limite.

Un second objet de l'invention est de réaliser un barrage qui puisse être facilement échoué de manière à pouvoir être utilisé dans les zones à marées.

Les barrages du type à boudin flottant mentionnés ci-dessus, sont faciles à échouer, leur jupe s'étalant sur le sol lorsque le boudin flottant vient reposer sur celui-ci. Cependant, dans cette position, la jupe souple est recouverte de sable , ou de galets, par le jeu des vagues et du ressac, ce qui, par l'action combinée du poids des matériaux recouvrant la jupe et de l'effet de ventouse de cette dernière sur le sol, entraîne, au moment de la remontée du niveau d'eau, des efforts importants à la liaison entre le boudin flottant et la jupe, ces efforts pouvant entraîner des ruptures ou arrachement.

Les objectifs mentionnés ci-dessus peuvent être atteints selon l'invention, avec un barrage flottant comportant une structure flexible formant barrière munie de raidisseurs verticaux auxquels sont fixés des flotteurs adaptés à soutenir cette structure flexible dans l'eau en position sensiblement verticale, caractérisé en ce que ces raidisseurs sont adaptés à s'incliner à leur partie inférieure en s'effaçant devant le courant pour une vitesse suffisante de celui-ci, sans entraîner une modification notable de l'inclinaison sur l'eau du reste du barrage.

Selon un mode particulier de réalisation, lesdits éléments raidisseurs sont cambrés à leur partie inférieure, en l'absence de force appliquée à ces éléments, dans une direction sensiblement perpendiculaire à la surface du barrage.

Le barrage comportera alors avantageusement des organes supportant la structure flexible formant barrière en position sensiblement verticale lorsque le barrage est hors de l'eau (au sec, ou échoué), dans une position telle que l'extrémité inférieure cambrée des éléments raidisseurs repose sur le sol.

Des exemples de réalisation selon l'invention sont illustrés par les figures annexées, où :

- la figure 1 est une vue perspective schématique de la structure flexible formant barrière et de raidisseurs à rigidité variable d'un barrage selon l'invention;

- les figures 2A, 2B, 2C et 2D représentent schématiquement ce barrage en coupe transversale au droit d'un raidisseur, pour des vitesses croissantes du courant,

- la figure 3 illustre schématiquement, en coupe transversale, un barrage selon l'invention facilement échouable,

- la figure 4 illustre un mode de fixation d'éléments de jupe aux raidisseurs.

La figure 1 montre, en vue partielle, un barrage selon l'invention comprenant une structure flexible formant barrière constituée d'une jupe souple 1 et d'une armature comportant des éléments longitudinaux à haute résistance à la traction, pouvant avantageusement être constitués par des rubans 2 en matière armée et des éléments transversaux résistants qui maintiennent un espacement prédéterminé entre les éléments longitudinaux, ces éléments transversaux pouvant être constitués par des rubans 3 de même nature que les rubans 2.

Ces rubans pourront , par exemple, être constitués d'une matrice en matière plastique, armée par un renfort constitué de filaments à haute résistance, tels que des fils métalliques, des fils de verre, des fibres de carbone, ou des fils en matière plastique tels que ceux utilisés dans l'industrie textile (polyamide, polyester, .. etc ...).

L'armature pourra être formée en soudant entre eux les éléments 2 et 3, ou par tissage de ces éléments.

Le barrage comprend également des raidisseurs transversaux dont chacun est formé de deux éléments profilés 4 et 5 placés de part et d'autre de l'armature qu'ils pressent entre eux ainsi qu'éventuellement la jupe 1, en étant réunis par des boulons ou rivets 6, ou par tout autre moyen de serrage.

La continuité de l'armature de résistance à la traction n'est ainsi pas interrompue au droit des raidisseurs qui sont ainsi soustraits aux efforts de traction appliqués au barrage, ces efforts étant supportés par la seule armature.

Des flotteurs 7 et 8 sont réunis aux éléments profilés 4 et 5 par des bras 9 et 10.

Selon l'invention, les raidisseurs sont constitués de façon que leur rigidité diminue progressivement à leur partie inférieure, au fur et à mesure que l'on se rapproche du bord inférieur 11 de la barrière, cette partie inférieure des raidisseurs étant par ailleurs élastique.

Les éléments profilés constituant les raidisseurs pourront, par exemple, comporter une partie supérieure rigide formée des éléments 4a et 5a à l'extrémité inférieure desquels viendront s'encastrer des éléments inférieurs flexibles et élastiques 4b et 5b dont la rigidité décroît progressive-

ment vers le bas. Les éléments 4b et 5b seront, par exemple, constitués en un matériau élastique tel que le polyuréthane, le polychloroprène, une matière plastique armée ... etc ... L'épaisseur ou la section de ces éléments 4b et 5b pourra,par exemple, décroître progressivement au fur et à mesure que l'on se rapproche du bord inférieur du barrage, pour réaliser la rigidité variable souhaitée.

D'une manière générale, on réalisera les éléments 4b et 5b en un matériau élastique résistant à l'eau et aux produits polluants qui doivent être arrêtés par le barrage.

Ces différents éléments profilés pressant entre eux l'armature et la jupe pourront, par exemple, être réunis par des rivets en nylon, en acier inoxydable, ou en acier galvanisé, pour éviter la corrosion dans l'eau.

On pourra également réunir ces éléments par collage ou par soudure.

Selon un mode préféré de réalisation, les éléments de raidisseurs 4b, 5b auront au repos une pré-cambrure en l'absence de force appliquée à ces éléments dans une direction sensiblement perpendiculaire à la surface de la structure flexible formant barrière. La figure 2A montre schématiquement cette cambrure de rayon R au repos.

L'utilisation de raidisseurs a rigidité variable permet une déformation progressive de la jupe, au fur et à mesure que les efforts dus au courant augmentent, ainsi que le montrent les figures 2A, 2B, 2C et 2D, les éléments de raidisseurs 4b et 5b se redressant progressivement sous l'effet du courant. Les caractéristiques de rigidité de ces éléments peuvent être calculées pour que la partie inférieure du raidisseur devienne sensiblement verticale pour la vitesse-limite du courant au-delà de laquelle le barrage ne peut plus assurer sa fonction de barrière vis-à-vis des

produits polluants et finisse par se courber dans le sens opposé à celui de la cambrure initiale de la figure 2A, lorsque la vitesse du courant devient supérieure à cette valeur-limite (Fig. 2D). Il se produit alors un effet de soupape permettant à l'eau de passer sous la jupe lorsque la vitesse du courant excède ladite vitesse-limite, et ce sans emdommager le barrage ni même l'incliner notablement sur la verticale.

Le barrage conserve ainsi sa fonction d'écran vis-à-vis des produits polluants jusqu'à la vitesse-limite du courant; il n'est pas emdommagé pour des vitesses d'écoulement supérieures pour lesquelles, de toute façon, la fonction de rétention des produits polluants ne peut plus être assurée et il recouvre cette fonction lorsque la vitesse du courant redevient inférieure à ladite valeur-limite, grâce à l'élasticité de la partie inférieure des raidisseurs qui se redresse alors en reprenant l'une des configurations représentées sur les figures 2A à 2C.

L'espace séparant les éléments flexibles 4b et 5b du raidisseur correspond à la "fibre neutre" de ce raidisseur, le long de laquelle ne s'exercent ni contraintes de traction, ni contraintes de compression lors des déformations de ce raidisseur par flexion (Figs. 2A à 2D). Par conséquent, il n'y aura aucun risque de déchirure de la jupe 1 lors de ces déformations si on la presse avec l'armature (2, 3) entre les éléments 4a, 4b et 5a, 5b.

Cependant, afin de faciliter les réparations de la jupe 1, il pourra être avantageux de constituer celle-ci d'éléments successifs dont chacun comporte à ses extrémités une baguette flexible 15 (Fig. 4) sur laquelle est reliée la jupe de façon à être soudée sur elle-même. Cette baguette est engagée dans des moyens de retenue portés par les raidis-

seurs, tels que, par exemple, le tube 16 soudé à l'élément 5 et comportant la fente longitudinale 17 pour le passage de la jupe 1.

En ce qui concerne le problème de l'échouage du barrage, l'utilisation de raidisseurs à rigidité variable peut apporter une solution intéressante. En effet, si on donne à la partie inférieure de ces raidisseurs une cambrure au repos (rayon de courbure R, Fig. 2A), cette cambrure sera accentuée au moment de l'échouage sous l'effet du poids propre du barrage. En réglant par des moyens appropriés la hauteur du barrage au-dessus du niveau du sol, le rayon de courbure r que prendra alors le raidisseur pourra rester dans des limites acceptables.

Dans ces conditions (Fig. 3), la jupe reposera sur le sol par son bord inférieur sans être complètement couchée et ce bord inférieur sera complètement maintenu en contact avec le sol par l'effet de ressort dû au raidisseur.

On supprimera ainsi le risque d'enfouissement complet de la jupe mentionné plus haut à propos des barrages antérieurs et grâce à cette disposition, le barrage restera étanche aux produits polluants pendant toute la période de la marée basse, ainsi qu'au début de la remontée du flot.

A titre d'exemple non limitatif, les raidisseurs pourront être calculés de manière à avoir un rayon de courbure au repos compris entre 0,5 et 1 mètre et de façon à être redressés jusqu'à une position verticale pour des vitesses de courant de l'ordre de 0,8 à 1 noeud, ce qui donnera au barrage son tirant d'eau maximum au voisinage de la vitesse-limite de rétention des hydrocarbures. Pour des vitesses du courant supérieures à 1 noeud environ, les raidisseurs se courberont progressivement du côté opposé à leur courbure initiale (Fig. 2D). Lorsque la vitesse du courant diminuera,

les raidisseurs, qui sont réalisés en un matériau élastique reprendront progressivement leur forme cambrée initiale illustrée par la figure 2A.

Dans le but de faciliter la stabilité et la tenue du barrage lors de son échouage, il est préférable, sans que cela soit limitatif, que les flotteurs 7 et 8 soient disposés de part et d'autre du barrage (barrage de type catamaran), ces flotteurs étant munis de moyens appropriés (patins, galets ou roues 12, 13, Fig. 3) pour reposer sur le sol en position échouée.

En outre, la face des raidisseurs qui vient en contact avec le sol lors de l'échouage sera avantageusement munie de dispositifs de protection 14 (plaquettes, patins ou corde) permettant de diminuer les risques d'usure par frottement de ces raidisseurs sur le sol.

Ces dispositifs faciliteront aussi le déploiement et la mise en oeuvre du barrage lorsqu'il est mis à l'eau.

Pour la mise en oeuvre du barrage, on pourra considérer deux cas :

a) si l'on veut barrer un cours d'eau tel qu'une rivière, le barrage sera avantageusement disposé de façon que les raidisseurs présentent leur face concave du côté amont de la rivière,

b) lorsque le barrage sera utilisé pour protéger une côte ou un estuaire soumis à la marée et dans lesquels le courant a une direction alternée, le barrage sera de préférence disposé de façon que les raidisseurs présentent leur partie concave vers le côté d'où vient la pollution (généralement le large).

REVENDICATIONS

1. - Barrage flottant comportant une structure flexible formant barrière munie de raidisseurs verticaux auxquels sont fixés des flotteurs adaptés à soutenir cette structure flexible dans l'eau en position sensiblement verticale, caractérisé en ce que ces raidisseurs sont adaptés à s'incliner à leur partie inférieure en s'effaçant devant le courant pour une vitesse suffisante de celui-ci sans entraîner une modification notable de l'inclinaison sur l'eau du reste du barrage.

2. - Barrage flottant selon la revendication 1, caractérisé en ce que, au moins à leur partie inférieure, ces raidisseurs sont élastiques avec une rigidité qui décroît progressivement au fur et à mesure que l'on se rapproche du bord inférieur du barrage.

3. - Barrage flottant selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'épaisseur ou la section de la partie inférieure des raidisseurs décroît progressivement au fur et à mesure que l'on se rapproche du bord inférieur du barrage.

4. - Barrage flottant selon la revendication 2, caractérisé en ce que les raidisseurs ont une partie supérieure rigide et une partie inférieure flexible et élastique.

5. - Barrage flottant selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite partie inférieure flexible et élastique est encastrée dans ladite partie supérieure rigide à l'extrémité inférieure de cette dernière.

6. - Barrage flottant selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que lesdits éléments raidisseurs sont cambrés au repos à leur partie inférieure, dans un plan transversal par rapport à la direction d'élongation du barrage.

7. - Barrage flottant selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que la partie inférieure des raidisseurs est en polyuréthane.

8. - Barrage flottant selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que la partie inférieure des raidisseurs est en polychloroprène.

9. - Barrage flottant selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que la partie inférieure des raidisseurs est en matière plastique armée.

10. - Barrage flottant selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite structure flexible comporte une armature souple résistante à la traction.

11. - Barrage flottant selon la revendication 10, caractérisé en ce que ladite armature est constituée par des rubans souples à haute résistance à la traction.

12. - Barrage flottant selon la revendication 10, caractérisé en ce que chacun desdits raidisseurs est formé de deux éléments placés de part et d'autre de l'armature qu'ils pressent entre eux.

13. - Barrage flottant selon la revendication 10, dans lequel la structure flexible formant barrière comporte une jupe souple, caractérisé en ce que cette jupe est pressée entre lesdits éléments formant les raidisseurs.

14. - Barrage flottant selon la revendication 1, dans lequel la structure flexible formant barrière comporte une jupe souple, caractérisé en ce que ladite jupe est formée d'éléments dont chacun comporte à ses extrémités une baguette à laquelle est fixée l'élément de jupe, cette baguette étant adaptée à s'engager dans des moyens de retenue portés par les raidisseurs.

15. - Barrage flottant selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour supporter la structure flexible formant barrière en position sensiblement verticale lorsque le barrage est hors de l'eau, dans une position telle que l'extrémité inférieure cambrée des raidisseurs repose sur le sol.

16. - Barrage selon la revendication 15, caractérisé en ce que lesdits moyens comprennent des galets, patins ou roues équipant les flotteurs.

17. - Barrage selon la revendication 6, caractérisé en ce que les raidisseurs comportent à leur partie inférieure des moyens de résistance à l'abrasion, du côté de ces raidisseurs destinés à venir en contact avec le sol lorsque le barrage est hors de l'eau.

FIG.1

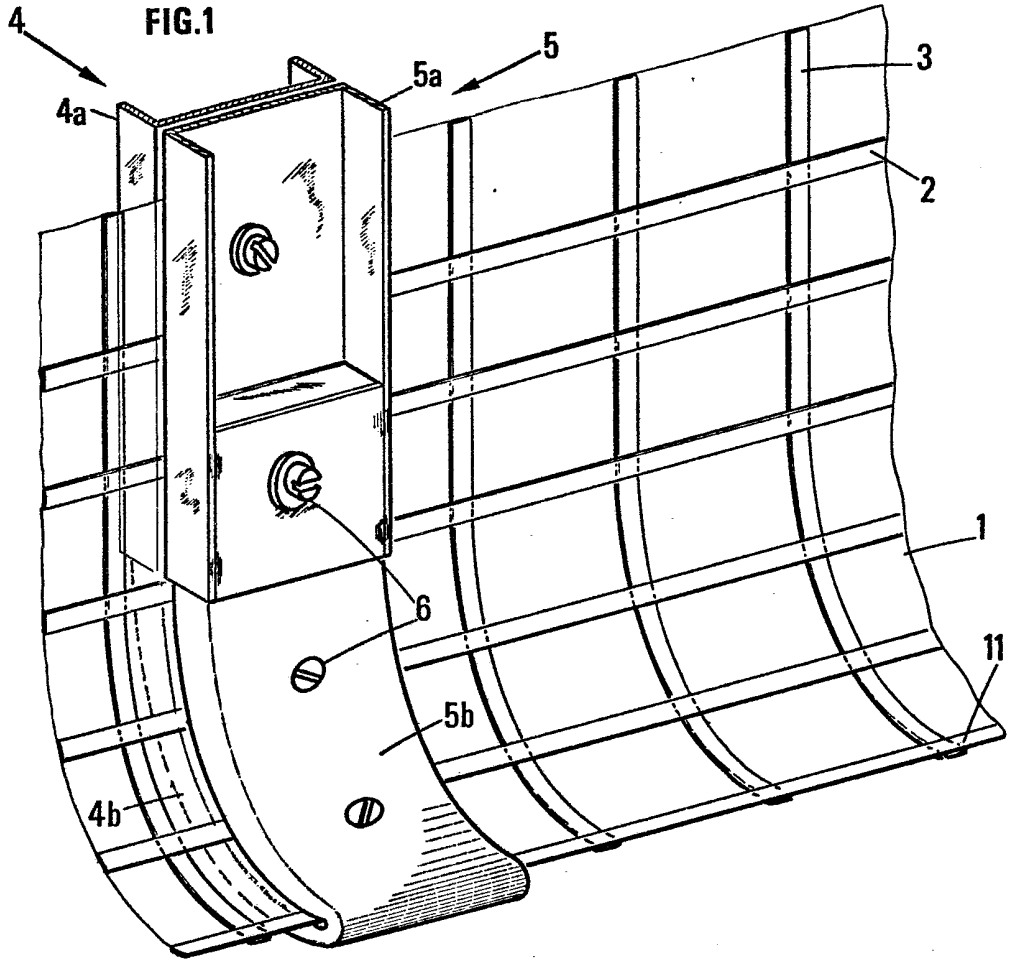
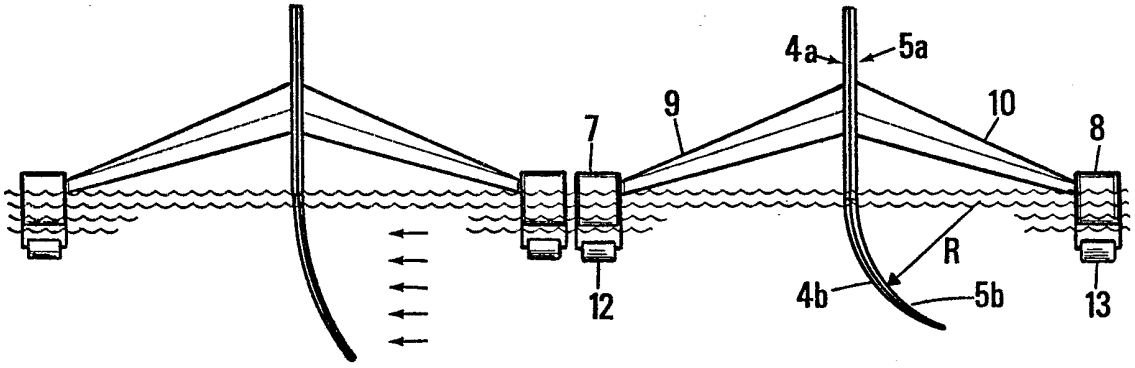


FIG.2B

FIG.2A



PL_II_2

FIG.2C

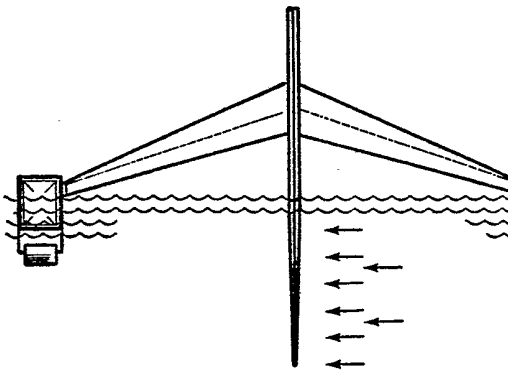


FIG.2D

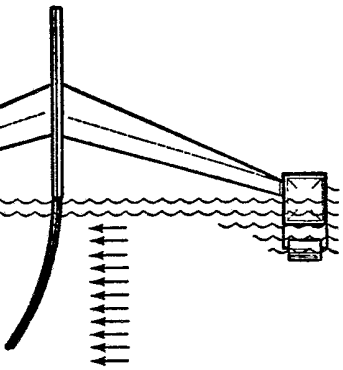


FIG.3

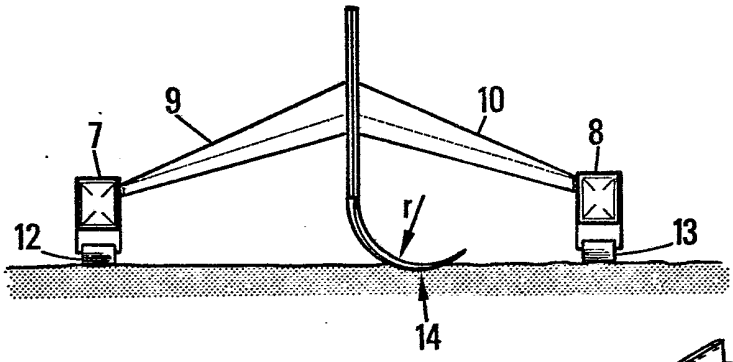


FIG.4

