



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
23.09.1998 Bulletin 1998/39

(51) Int Cl.⁶: E21B 17/22, E21B 17/10

(21) Numéro de dépôt: 98400538.9

(22) Date de dépôt: 06.03.1998

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: Boulet, Jean Gilbert
75015 Paris (FR)

(74) Mandataire: Bouget, Lucien et al
Cabinet Lavoix
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)

(30) Priorité: 17.03.1997 FR 9703207

(71) Demandeur: S.M.F. INTERNATIONAL
F-58200 Cosne-sur-Loire (FR)

(54) Elément d'un train de tiges de forage rotatif

(57) L'élément de train de tiges de forage rotatif (1) comporte au moins un tronçon (2a) de forme tubulaire dont la surface externe présente au moins une rainure (8a, 8b, 8c, 8d, 8e) disposée suivant une hélice ayant pour axe l'axe (O) du tronçon (2a). La rainure (8a, 8b, 8c, 8d, 8e) présente une section transversale par un

plan perpendiculaire à l'axe (O) du tronçon ayant une partie (10) en contre-dépouille, située à l'arrière d'un rayon (OA) de la section transversale du tronçon (2a) passant par l'extrémité externe (A) de la section de la rainure (8c) située à l'arrière de la rainure (8c), en considérant le sens de rotation (Ω) du train de tiges.

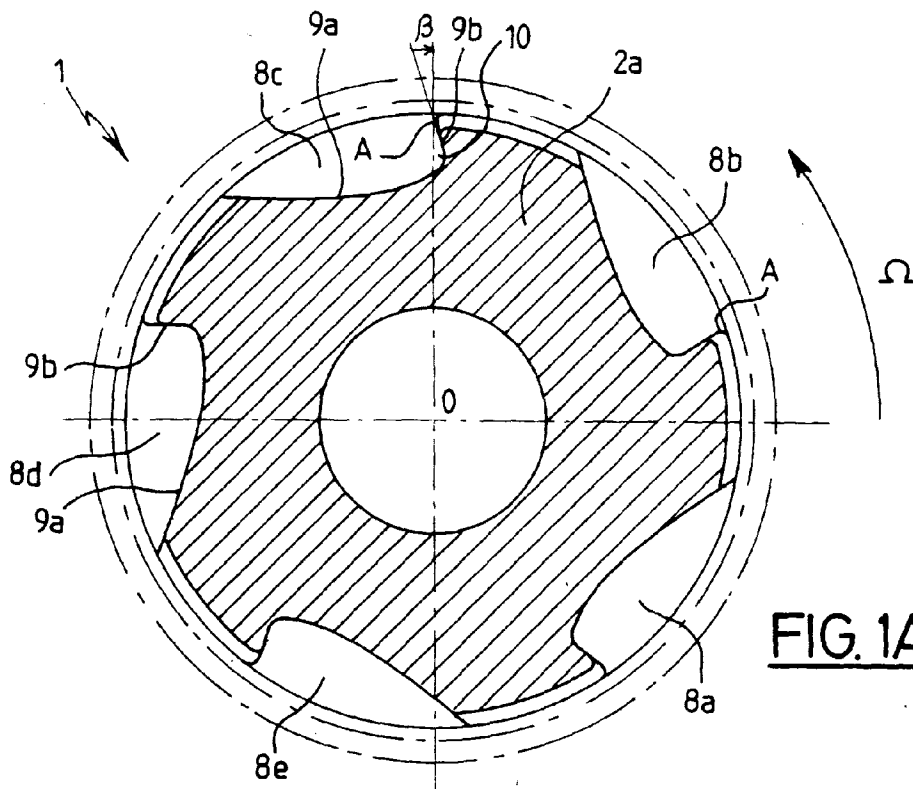


FIG. 1A

Description

La présente invention est relative à un élément d'un train de tige de forage rotatif.

Dans le domaine de la recherche et de l'exploitation de gisements pétroliers, on utilise des trains de tiges de forage rotatifs constitués de tiges et d'autres éléments tubulaires qui sont assemblés bout à bout, selon les besoins du forage.

De tels trains de tiges peuvent permettre en particulier de réaliser des forages déviés, c'est-à-dire des forages dont on peut faire varier l'inclinaison par rapport à la verticale ou la direction en azimut, pendant le forage.

Dans le cas de forages déviés à grand déport comportant des tronçons horizontaux ou pratiquement horizontaux, les couples de frottement dus à la rotation de la garniture de forage peuvent atteindre des valeurs très élevées, au cours du forage. Les couples de frottement peuvent remettre en cause les équipements utilisés et ou les objectifs du forage. En outre, la remontée des déblais produits par le forage est souvent très difficile, compte tenu de la sédimentation des débris produits dans le trou de forage, dans la partie basse du trou de forage, au voisinage de l'outil de forage. Il s'ensuit un mauvais nettoyage du trou et une augmentation à la fois des coefficients de frottement des tiges du train de tiges à l'intérieur du trou de forage et des surfaces de contact entre les tiges et les parois du trou.

Afin de diminuer le coefficient de frottement et la surface de contact entre le train de tiges et les parois du trou, on a proposé d'utiliser des dispositifs comportant une manchette qui peut être montée sur le train de tiges de manière que le train de tiges soit rotatif à l'intérieur de la manchette qui vient elle-même en contact avec la paroi du trou de forage et qui est ainsi immobilisée en rotation. La manchette constitue un palier à l'intérieur duquel le train de tiges est monté rotatif.

La surface de contact entre le train de tiges et la paroi du trou est limitée aux zones de contact des manchettes immobilisées en rotation avec la paroi du trou de forage, les manchettes ayant un diamètre extérieur hors tout supérieur au diamètre des tiges du train de forage. Généralement, sur la surface extérieure des manchettes immobilisées en rotation sont prévues des rainures qui peuvent être de forme hélicoïdale et qui permettent la circulation de la boue de forage dans l'annulaire compris entre la paroi du trou de forage et le train de tiges. Du fait qu'elles sont immobilisées en rotation, les manchettes ne permettent pas d'activer la circulation du fluide de forage entraînant les débris produits par l'outil de forage. Le rôle des dispositifs connus se limite donc à une réduction du frottement entre les tiges et le trou de forage.

On connaît d'autre part des tiges ou des garnitures de forage qui comportent sur leur surface externe des rainures de forme hélicoïdale, ces tiges ou garnitures étant entraînées en rotation avec le train de tiges. Ce-

pendant, ces parties des tiges de forage en forme de vis d'Archimède ne sont pas conçues pour favoriser l'entraînement du fluide de forage et des débris en suspension dans ce fluide, mais pour remédier aux risques de collage par pression différentielle dans le trou de forage.

Le but de l'invention est donc de proposer un élément d'un train de tiges de forage rotatif comportant au moins un tronçon de forme tubulaire dont la surface externe présente au moins une rainure disposée suivant une hélice ayant pour axe l'axe du tronçon, cet élément de train de tige permettant d'activer la circulation du fluide et des débris de forage, d'améliorer le nettoyage de l'annulaire du trou de forage et de réduire les frottements entre le train de tiges et le trou de forage.

Dans ce but, la rainure présente une section transversale par un plan perpendiculaire à l'axe de la tige ayant une partie en contre-dépouille située à l'arrière d'un rayon de la section transversale du tronçon passant par l'extrémité externe de la section de la rainure située à l'arrière de la rainure, en considérant le sens de rotation du train de tige, la section transversale de la rainure étant délimitée à l'arrière de la rainure par une ligne sensiblement droite faisant un angle de contre-dépouille négatif avec le rayon de la section transversale du tronçon.

L'invention est relative en particulier à un élément d'un train de tige de forage constituant un raccord intermédiaire entre deux tiges et comportant un tronçon rotatif muni de moyens de raccordement aux tiges de forage dont la surface externe comporte une rainure ayant une section transversale présentant une partie en contre-dépouille.

L'invention est également relative à un élément d'un train de tige de forage constitué par une tige de forage présentant au moins deux tronçons suivant sa longueur ayant une surface externe présentant une rainure dont la section transversale comporte une partie en contre-dépouille.

Afin de bien faire comprendre l'invention, on va maintenant décrire, à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux figures jointes en annexe, deux modes de réalisation d'un élément d'un train de tige de forage suivant l'invention.

La figure 1 est une vue en élévation d'un élément d'un train de tige de forage suivant l'invention et suivant un premier mode de réalisation.

La figure 1A est une vue en coupe suivant A-A de la figure 1.

La figure 1B est une vue en coupe transversale suivant B-B de la figure 1.

La figure 2 est une vue en élévation d'un élément d'un train de tige de forage suivant l'invention et suivant un second mode de réalisation.

La figure 2A est une vue en coupe transversale suivant A-A- de la figure 2.

La figure 2B est une vue en coupe transversale suivant B-B de la figure 2.

La figure 3 est une vue partielle en élévation d'une

variante de réalisation de l'élément de train de tige représenté sur la figure 2.

La figure 3A est une vue en coupe transversale suivant A-A de la figure 3.

L'élément de train de tiges de forage selon le premier mode de réalisation représenté sur les figures 1, 1A et 1B est réalisé sous la forme d'un raccord intermédiaire entre deux tiges d'un train de tiges de forage.

Le raccord intermédiaire, désigné de manière générale par le repère 1, comporte un corps tubulaire 2 constitué de deux parties 2a, 2b fixées dans le prolongement axial l'une de l'autre par vissage et une manchette 3 montée sur le corps 2 du raccord 1 avec un certain jeu radial et immobilisée en translation entre les parties 2a et 2b du corps 2.

La partie 2a du corps 2 constitue la partie inférieure du raccord et comporte une partie filetée de forme tronconique 4a permettant de raccorder la partie 2a du raccord 1 à une tige du train de tiges située vers le bas par rapport au raccord intermédiaire 1, c'est-à-dire dans la direction de l'outil de forage fixé à l'extrémité du train de tiges.

La partie 2b du corps 2 constitue la partie supérieure du raccord et comporte une ouverture taraudée de forme tronconique 4b permettant de relier le raccord intermédiaire 1 à une tige du train de tiges de forage disposée au-dessus du raccord intermédiaire 1, c'est-à-dire en direction de la surface depuis laquelle on réalise le forage. La partie 2a du corps 2 comporte de plus, à son extrémité opposée à la partie filetée 4a, une seconde partie filetée et la seconde partie 2b du corps 2 du raccord 1 comporte une seconde ouverture taraudée à son extrémité opposée à l'extrémité comportant l'ouverture taraudée 4b. Les deux parties 2a et 2b du corps 2 du raccord 1 peuvent être assemblées entre elles en réalisant le vissage de la seconde extrémité filetée de la partie 2a à l'intérieur de la seconde ouverture taraudée de la partie supérieure 2b du corps 2.

Préalablement à l'assemblage des deux parties du corps 2, par vissage, la manchette 3 est engagée sur une partie cylindrique lisse du corps 2 située en-dessous de la seconde extrémité filetée de la partie inférieure 2a du corps 2.

Le diamètre intérieur de la manchette 3 est légèrement supérieur au diamètre extérieur de la partie cylindrique lisse du tronçon inférieur 2a du corps 2. De cette manière, le corps 2 du raccord intermédiaire 1 est monté librement rotatif à l'intérieur de la manchette 3.

De plus, la manchette 3 est immobilisée en translation axiale entre les deux tronçons 2a et 2b du corps 2 du fait que le tronçon inférieur 2a comporte, en-dessous de la zone cylindrique lisse, une partie 5 en saillie radiale par rapport à la partie cylindrique lisse en vis-à-vis de l'extrémité inférieure de la manchette 3 et que le tronçon supérieur 2b du corps 2 comporte à son extrémité inférieure, une partie 5' en saillie radiale en vis-à-vis de l'extrémité supérieure de la manchette 3. Après assemblage par vissage des deux tronçons 2a et 2b du

corps 2 du raccord 1, la distance axiale entre l'extrémité supérieure de la partie 5 du tronçon 2a et l'extrémité inférieure du tronçon 2b est légèrement supérieure à la longueur dans la direction axiale de la manchette 3. Le corps 2 est alors monté libre en rotation à l'intérieur de la manchette 3 qui est elle-même maintenue autour de la partie cylindrique lisse du tronçon 2a par la partie inférieure 5' du tronçon 2b.

Lorsque le raccord intermédiaire 1 est fixé entre deux tiges du train de tiges par l'intermédiaire de la partie filetée 4a du tronçon inférieur 2a et, par l'intermédiaire de l'ouverture taraudée 4b du tronçon 2b du corps 2, respectivement, les deux parties du train de tiges de part et d'autre du raccord intermédiaire 1 sont disposées de manière coaxiale et ont pour axe, l'axe 7 commun aux deux tronçons 2a et 2b assemblés dans une disposition coaxiale.

La manchette 3 comporte, sur sa surface externe, des lames 6 en saillie radiale ayant une direction légèrement inclinée par rapport à l'axe 7 du raccord intermédiaire 1.

Le diamètre externe hors tout de la manchette 3 est sensiblement supérieur au diamètre des parties d'extrémité des tronçons 2a et 2b du corps 2 du raccord 1 et au diamètre des tiges du train de tiges. L'outil de forage disposé à l'extrémité de la partie inférieure du train de tiges réalise un trou de forage dont le diamètre est sensiblement supérieur au diamètre des tiges du train de tiges et un peu supérieur au diamètre extérieur hors tout de la manchette 3. Lorsque le train de tiges est à l'intérieur du trou de forage, la manchette 3 vient se bloquer contre la paroi du trou de forage par l'intermédiaire des lames 6. De ce fait, le train de tiges est rotatif à l'intérieur de la manchette 3 constituant un palier pour le train de tiges rotatif.

De préférence, la manchette 3 est réalisée sous forme composite et comporte une partie métallique cylindrique tubulaire recouverte d'une enveloppe externe qui peut être en matériau d'usure ou en caoutchouc et qui comporte sur sa surface externe les lames 6 inclinées et en saillie radiale.

L'utilisation de la manchette 3 permet de réduire le frottement du train de tiges à l'intérieur du trou de forage, du fait que les surfaces de frottement sont limitées aux surfaces externes des lames d'appui 6 à l'intérieur du trou de forage. Bien entendu, on utilise une pluralité de raccords intermédiaires qui sont fixés chacun entre deux tiges du train de tiges ou entre deux éléments tubulaires de garnitures.

De tels dispositifs permettent effectivement de réduire le frottement du train de tiges mais ne permettent pas de faciliter la circulation du fluide de forage et le décollement des débris arrachés par l'outil de forage dans l'espace annulaire, c'est-à-dire dans l'espace compris entre la surface du trou de forage et le train de tiges.

Selon l'invention, au moins une partie du corps 2 des raccords intermédiaires du train de tiges et de pré-

férence le tronçon inférieur 2a des raccords intermédiaires comporte des rainures profilées 8 disposées suivant une hélice ayant pour axe l'axe 7 du raccord intermédiaire.

Comme il est visible sur la figure 1A, le tronçon inférieur 2a du corps 2 du raccord 1 comporte, suivant sa périphérie, cinq rainures 8a, 8b, 8c, 8d et 8e dont les sections transversales sont identiques et se déduisent l'une de l'autre par une rotation de 72° autour de l'axe 7 du tronçon 2a matérialisé par le centre O de la section du tronçon 2a sur la figure 1A.

Les sections transversales des rainures visibles sur la figure 1A sont dissymétriques et sont délimitées à l'intérieur du tronçon 2a, par une ligne courbe 9a et par une ligne 9b sensiblement droite faisant un angle aigu β avec un rayon OA du tronçon 2a, le point A situé sur la surface externe du tronçon 2a constituant l'une des extrémités de la section transversale de la rainure 8.

Sur la figure 1A, on a également représenté par une flèche le sens de rotation Ω du tronçon 2a du raccord intermédiaire fixé de manière rigide au train de tiges, lorsque le train de tiges est mis en rotation à l'intérieur du trou de forage.

La partie 9b du contour interne des rainures est dirigée vers l'arrière par rapport au rayon OA, en considérant le sens de rotation Ω .

L'angle β ou angle de contre-dépouille défini par la partie arrière rectiligne 9b de la section de la rainure et le rayon OA est considéré comme négatif, le sens de rotation Ω étant pris comme sens positif.

Chacune des rainures 8 comporte une partie 10 située à l'arrière du rayon OA, lorsqu'on considère le sens de rotation Ω , le point A étant constitué par l'extrémité externe de la section de la rainure située à l'arrière de la section en considérant le sens de rotation Ω .

La partie des rainures 8 ayant pour section transversale la partie de section 10 située à l'arrière du rayon OA constitue une partie en contre-dépouille des rainures, c'est-à-dire une partie usinée en creux à l'arrière des rayons des sections du tronçon 2a joignant chacun le centre d'une section à une extrémité externe de la rainure située à l'arrière de cette rainure.

Comme il est visible sur la figure 1, les rainures présentent un angle d'inclinaison moyenne α par rapport à l'axe 7, qui est l'angle d'inclinaison de l'hélice suivie par la rainure 8.

En outre, les rainures 8 ont une profondeur croissante entre leurs parties d'extrémité inférieure et supérieure et leur partie centrale.

La forme hélicoïdale des rainures et l'inclinaison de ces rainures par rapport à l'axe du corps 2 du raccord intermédiaire 1 vers la droite dans le sens de bas en haut permet d'obtenir un effet de vis d'Archimède pendant la rotation du train de tiges. Cependant, comme expliqué plus haut, cet effet de vis d'Archimède ne produit, à lui seul, qu'une très faible activation du fluide de forage entraînant les débris, vers le haut, dans l'annulaire, lors du forage, lorsque la tige de forage tourne

dans le sens indiqué sur la figure 1A.

En revanche, le fait que les rainures 8 comportent une partie en contre-dépouille permet d'activer fortement la circulation du fluide de forage et des débris. La partie 10 en contre-dépouille des rainures 8 a un effet d'écope pendant la rotation du train de tiges. Le fluide de forage et les débris en suspension dans le fluide de forage sont retenus et entraînés en rotation par les parties en contre-dépouille des rainures, de sorte que le fluide et les débris en coopération avec les rainures hélicoïdales inclinées d'un angle α par rapport à l'axe du raccord intermédiaire sont entraînés vers le haut. L'activation de la circulation vers le haut du fluide de forage et des débris ainsi que l'agitation produite lors de la rotation de la partie profilée du corps du raccord tubulaire comportant les rainures 8 permettent d'éviter les risques d'accumulation de débris dans l'annulaire et en particulier au voisinage du fond du trou.

La partie des rainures en contre-dépouille permet de nettoyer le trou de forage en décollant les débris de la paroi du trou, alors que l'inclinaison des rainures par rapport à l'axe permet de favoriser l'entraînement axial du fluide de forage et des débris.

On peut fixer les angles α et β , par exemple à une valeur comprise entre 10° et 80° , les valeurs des angles α et β pouvant être choisies pour optimiser la circulation des débris.

La forme et la profondeur de la partie en contre-dépouille des rainures 8 sont également choisies pour optimiser le décollement et l'entraînement vers le haut des débris dans l'annulaire du trou de forage.

Dans le cas de l'élément de train de tiges de forage constitué par un raccord intermédiaire tel qu'il vient d'être décrit, on diminue les frottements du train de tiges à l'intérieur du trou de forage à la fois grâce à l'utilisation d'une manchette qui permet de limiter la surface de contact et le frottement entre le train de tiges et le trou de forage et grâce à la présence des rainures permettant d'évacuer les débris et d'éviter une accumulation de ces débris entre le train de tiges et le trou de forage.

Pour limiter l'usure de la surface externe 11 du corps 2 du raccord intermédiaire, entre les rainures 8, la surface externe 11 peut être revêtue d'une couche de rechargement en un matériau résistant à l'usure.

La chemise 3 montée rotative sur le corps 2 peut être réalisée en une seule partie, engagée axialement sur la partie cylindrique lisse du corps 2, puis immobilisée en translation axiale lors de l'assemblage des deux parties du corps 2, comme il vient d'être décrit.

La chemise en une seule partie peut également être immobilisée axialement entre une portée en saillie radiale usinée sur une partie du corps et une bague sertie sur une seconde partie du corps du raccord intermédiaire.

La chemise peut être également réalisée en plusieurs parties et de préférence en deux parties qui peuvent être engagées latéralement sur la surface du corps du raccord intermédiaire puis assemblées entre elles,

par exemple en utilisant des goupilles d'assemblage. On peut également utiliser une chemise comportant deux parties assemblées par des charnières qui peuvent être placées en position d'ouverture pour leur engagement sur le corps du raccord intermédiaire puis placées en position de fermeture autour du corps et assemblées entre elles, par des goupilles ou des vis.

Il est également possible de remplacer la chemise montée rotative sur le corps du raccord intermédiaire par une portée cylindrique usinée sur le corps. La portée cylindrique peut comporter des rainures permettant la circulation du fluide dans l'annulaire, au niveau de la portée cylindrique.

Dans le cas où l'on utilise une chemise rapportée qui est montée rotative sur le corps du raccord intermédiaire et qui peut être bloquée à l'intérieur du trou de forage, cette chemise peut être constituée par une simple pièce en acier usinée sur sa surface latérale externe pour présenter des rainures ou des cannelures permettant la circulation du fluide de refroidissement et une réduction de la surface d'appui sur la paroi du trou de forage. La chemise montée rotative sur le corps du raccord intermédiaire peut être également constituée sous forme composite, comme il a été décrit plus haut. Dans ce cas, la chemise peut comporter de préférence une âme tubulaire métallique qui est recouverte par un matériau d'usure ou qui est noyée dans une chemise en élastomère présentant sur sa surface extérieure des nervures ou lames d'appui sur la paroi du trou de forage.

La chemise peut être montée rotative sur une partie lisse du corps du raccord intermédiaire, de manière à constituer un palier lisse, ou encore montée rotative sur une partie du corps, par l'intermédiaire d'un palier à billes ou d'un palier à rouleaux.

Dans tous les cas, la chemise ou la portée fixe d'appui sur la paroi du trou de forage présente un diamètre extérieur égal ou un peu supérieur au diamètre maximal du tronçon du corps du raccord intermédiaire, dans la zone d'extrémité supérieure des rainures.

On peut utiliser, pour réduire les frottements du train de tiges de forage à l'intérieur du trou de forage et pour activer la circulation du fluide de forage et des débris, une pluralité de raccords intermédiaires identiques au raccord qui vient d'être décrit, chacun de ces raccords intermédiaires étant fixé entre deux tiges de forage du train de tiges.

Il est également possible, pour réduire les frottements et pour activer la circulation du fluide de forage d'utiliser un ou plusieurs éléments de train de tiges de forage selon l'invention constitués chacun par une tige de forage présentant une structure particulière qui sera décrite ci-après en regard des figures 2, 2A, 2B et 2C.

Sur la figure 2, on a représenté une tige de forage désignée de manière générale par le repère 12 et conçue de manière à constituer un élément de train de tige de forage suivant l'invention permettant de réduire les frottements et d'activer la circulation du fluide de forage et des débris à l'intérieur du trou de forage, lorsque la

tige de forage 12 est intercalée sur un train de tiges utilisé pour le forage du trou.

L'élément de train de tiges selon l'invention peut être constitué soit par une tige de forage courante du train de tiges, soit par une tige lourde, une tige intermédiaire ou encore une tige de compression.

Dans tous les cas, la structure générale de la tige est analogue à la structure de la tige 12 représentée sur la figure 2.

La tige de forage 12 comporte un corps tubulaire allongé comportant, à l'une de ses extrémités ou extrémité supérieure, une ouverture taraudée tronconique 14a permettant de relier la tige 12 à une tige du train de tiges de forage située au-dessus de la tige 12, c'est-à-dire en direction de la surface depuis laquelle on réalise le forage.

La tige 12 comporte, à son extrémité opposée à l'ouverture taraudée 14a, une partie fileté tronconique 14b permettant d'assembler bout à bout la tige 12 à une tige du train de tiges située en-dessous de la tige 12, c'est-à-dire en direction de l'outil de forage.

La tige 12 constituant un élément de train de tige de forage suivant l'invention comporte, suivant sa longueur, dans des positions sensiblement équidistantes par rapport aux extrémités et à la partie centrale de la tige, deux ensembles d'appui identiques 13a et 13b permettant de réduire les frottements et d'activer la circulation du fluide de forage dans l'annulaire du trou de forage.

Chacun des ensembles d'appui 13a et 13b comporte une zone centrale d'appui sur la paroi du trou de forage et deux parties d'extrémité disposées de part et d'autre de la zone centrale dans lesquelles la tige de forage est usinée de manière à présenter des rainures hélicoïdales.

On décrira ci-dessous uniquement l'ensemble d'appui supérieur 13a, l'ensemble 13b étant identique à l'ensemble 13a.

L'ensemble d'appui 13a comporte une zone centrale constituée par une portée d'appui 15a dont la surface externe cylindrique est usinée de manière à présenter des rainures hélicoïdales 16.

La portée d'appui 15a est réalisée de manière monobloc avec la tige de forage, par usinage de la surface externe de la tige de forage dans la zone centrale.

Les rainures 16 usinées dans la zone centrale présentent une profondeur sensiblement constante, comme il est visible sur la figure 2A et permettent d'assurer la circulation du fluide de forage au niveau de la portée d'appui 15a.

De part et d'autre de la portée d'appui 15a, la tige de forage est usinée de manière à constituer deux parties d'extrémité 17a et 17'a de l'ensemble d'appui 13a permettant d'activer la circulation du fluide de forage et des débris dans l'annulaire.

Les parties 17a et 17'a constituent des profils hydrauliques d'activation de la circulation du fluide qui sont de manière générale analogues à la zone du raccord

intermédiaire représenté sur la figure 1, présentant des rainures 8.

Comme il est visible sur les figures 2 et 2B, la partie 17'a de l'ensemble d'appui 13a comporte une pluralité de rainures 18'a dont la forme de la section transversale est analogue à la forme de la section des rainures 8 du raccord intermédiaire 1 représenté sur la figure 1A.

Il n'est donc pas nécessaire de décrire la section de la partie 17'a de la zone d'appui 13a représentée sur la figure 2B, cette section étant sensiblement analogue à la section de la partie 2a du raccord intermédiaire représenté sur la figure 1A, dans la zone comportant les rainures 8.

En particulier, la partie 17'a de la zone d'appui 13a comporte cinq rainures 18'a de forme hélicoïdale dont la direction générale fait un angle α avec l'axe 19 de la tige 12 et dont la section transversale présente une partie 20 en contre-dépouille, selon la définition donnée à ce terme dans le cas du raccord intermédiaire 1 représenté sur les figures 1, 1A et 1B.

La section des rainures 18'a est limitée vers l'arrière par une ligne sensiblement droite faisant un angle aigu β , ou angle de contre-dépouille avec le rayon de la section de la tige passant par l'extrémité externe de la section de la rainure située à l'arrière de la rainure, cette extrémité externe de la rainure se trouvant sur la surface externe de la tige.

La section de la partie 17a de la zone d'appui 13a est identique à la section de la partie 17'a et comporte des rainures hélicoïdales 18a dont la section est identique à la section des rainures 18'a.

La surface externe de la tige 12, dans les zones d'extrémité 17a et 17'a de la zone d'appui 13a est une surface de révolution autour de l'axe 19 de la tige dont une partie au moins présente une courbe génératrice ayant la forme d'un arc de cercle. La partie d'extrémité 17a de la tige comporte ainsi une surface externe de révolution dont les courbes génératrices, au moins dans la zone de raccordement de la partie 17a avec la partie courante de la tige 12 de forme cylindrique, sont constituées par des arcs de cercle de rayon R1. De même, la partie 17'a de la tige 12 présente une surface externe ayant une forme de révolution autour de l'axe 19 de la tige dont les génératrices, au moins dans la zone de raccordement de la partie 17'a avec la partie centrale de la tige de forme cylindrique, sont constituées par des arcs de cercle de rayon R2.

Les rayons R1 et R2 qui peuvent être égaux ont une longueur au moins égale à un mètre.

La partie centrale de la zone d'appui 13a constituant la portée d'appui 15a présente une forme cylindrique et un diamètre légèrement supérieur au diamètre des extrémités des parties 17a et 17'a de la tige se raccordant à la partie centrale 15a. Ce diamètre pourrait être également sensiblement égal au diamètre des extrémités de raccordement des parties 17a et 17'a.

Il est également possible d'usiner la portée d'appui 15a de manière que sa surface externe présente une

forme de révolution et des génératrices constituées par des arcs de cercle ayant un rayon R3 qui peut être égal aux rayons R1 et R2 des arcs de cercle constituant les génératrices de la surface externe des parties d'extrémités 17a et 17'a.

De préférence, les rayons R1 et R2 sont égaux. Le rayon R3 des génératrices de la surface extérieure de la portée d'appui centrale 15a peut être égal au rayon R1 ou R2 ou encore, comme dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2, la surface externe peut présenter des génératrices droites, c'est-à-dire un rayon R3 infini.

De manière générale, le diamètre extérieur de la portée d'appui 15a est au moins égal ou supérieur au diamètre maximal des parties 17a et 17'a et constitue le diamètre maximal de la tige de forage. Le diamètre de la portée d'appui 15a est lui-même légèrement inférieur au diamètre du trou de forage.

Lorsque le train de tiges comportant la tige 12 est mis en rotation à l'intérieur du trou de forage, la portée d'appui 15a des ensembles d'appui 13a permet de réduire le frottement entre la tige de forage et la paroi du trou de forage et les profils hydrauliques des parties 17a et 17'a qui viennent d'être décrits permettent d'activer la circulation du fluide de forage et de décoller les débris, ce qui permet de réaliser un nettoyage amélioré dans l'annulaire du trou de forage.

Le second ensemble d'appui 13b de la tige de forage 12 remplit des fonctions identiques au premier ensemble d'appui 13a. En particulier, ce second ensemble d'appui comporte des parties d'extrémité 17b et 17'b constituées sous la forme de profils hydrauliques qui sont identiques, respectivement, aux parties 17a et 17'a, du premier ensemble d'appui 13a.

Les sections de ces profils hydrauliques 17b et 17'b sont identiques à la section représentée sur la figure 2B.

Sur la figure 3, on a représenté une partie d'une tige de forage 22 réalisée suivant une variante du mode de réalisation représenté sur la figure 2. La tige de forage 22 comporte deux ensembles d'appui identiques dont un seul a été représenté sur la figure 3.

L'ensemble d'appui 23 comporte une partie centrale constituée par une manchette 25 rapportée sur la tige 22 qui est montée rotative à l'intérieur de la manchette 25. De part et d'autre de la manchette 25, l'ensemble d'appui 23 comporte deux parties 27 et 27' identiques aux parties 17a et 17'a ou 17b et 17'b de la tige 12 représentée sur la figure 2.

Comme il est visible sur la figure 3A, la manchette 25 est réalisée en deux parties ayant la forme de deux pièces tubulaires semi-cylindriques 21 et 21' qui peuvent être engagés latéralement sur une partie de la tige 22 dont le diamètre est inférieur au diamètre des parties 27 et 27' et assemblés entre eux au niveau de zones de jonction, par des goupilles ou clavettes 26. La manchette 25 est ainsi immobilisée en translation axiale sur la tige 22.

Lorsque le train de tiges comportant la tige 22 est

mis en rotation à l'intérieur du trou de forage, la manchette 25 dont le diamètre est supérieur au diamètre maximal de la tige de forage vient en appui sur la paroi du trou de forage et se trouve immobilisée en rotation.

La tige 22 tourne à l'intérieur de la manchette 25 jouant le rôle d'un palier lisse. On réduit ainsi le frottement du train de tiges.

Bien entendu, la manchette 25 peut comporter sur sa surface externe des rainures ou cannelures facilitant la circulation du fluide de forage et réduisant la surface de contact entre le train de tiges et la paroi du trou.

La manchette 25 peut être réalisée de manière monobloc ou de manière composite comme il a été décrit plus haut en ce qui concerne la manchette 3 du raccord intermédiaire 1 selon le premier mode de réalisation de l'invention.

Lorsqu'on réalise le dispositif selon l'invention sous la forme d'une tige de forage, cette tige de forage peut comporter un seul ensemble d'appui à la partie centrale de la tige ou encore plusieurs ensembles d'appui répartis suivant la longueur de la tige de forage.

Généralement, on utilise deux ensembles d'appui disposés de manière symétrique par rapport au centre de la tige ou encore trois ensembles d'appui dont l'un est situé à la partie centrale de la tige et les deux autres ont des dispositions équidistantes par rapport aux extrémités de la tige.

Chacun des ensembles d'appui peut comporter une manchette dans laquelle la tige de forage est montée rotative ou encore une portée d'appui réalisée de manière monobloc avec la tige de forage.

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation qui ont été décrits.

Les rainures usinées dans le ou les tronçons tubulaires constituant des profils hydrauliques pour l'activation de la circulation du fluide et le décollement des débris peuvent avoir une forme différente de celle qui a été décrite. Ces rainures peuvent avoir une profondeur variable ou sensiblement constante suivant leur longueur. La profondeur maximale des rainures peut être adaptée à l'effet d'activation recherché.

Dans tous les cas, bien entendu, les rainures présentent une partie en contre-dépouille, cette partie en contre-dépouille occupant une fraction plus ou moins importante de la section transversale de la rainure, de manière à régler l'effet de décollement des débris par le profil hydraulique. L'angle négatif de contre-dépouille de la section des rainures peut être choisi de manière à optimiser l'effet d'entraînement du fluide de forage et de décollement des débris, en tenant compte de l'angle α d'inclinaison des rainures de forme hélicoïdale.

Les tronçons de tige constituant des profils hydrauliques peuvent comporter un nombre de rainures différent de cinq, par exemple quatre rainures à 90° l'une de l'autre ou encore trois rainures à 120° autour de l'axe de la tige.

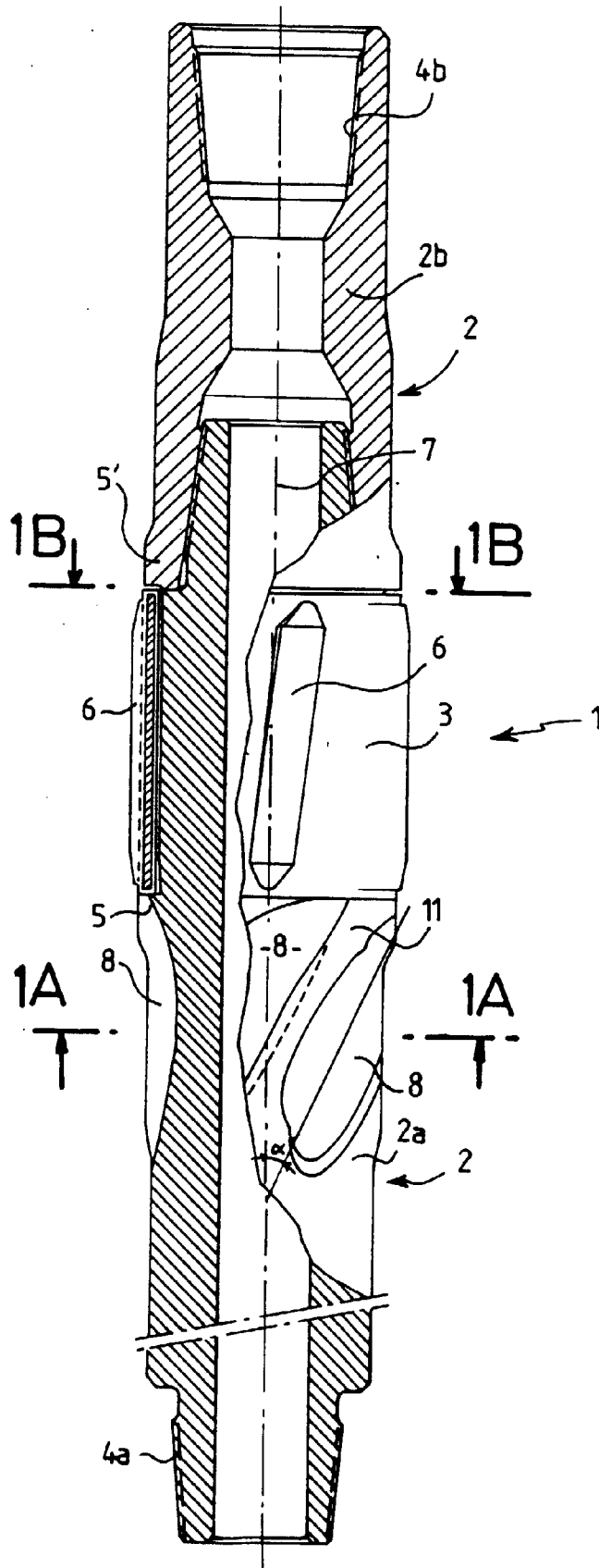
De manière générale, l'élément de train de tiges de forage selon l'invention comportant des profils hydrauliques

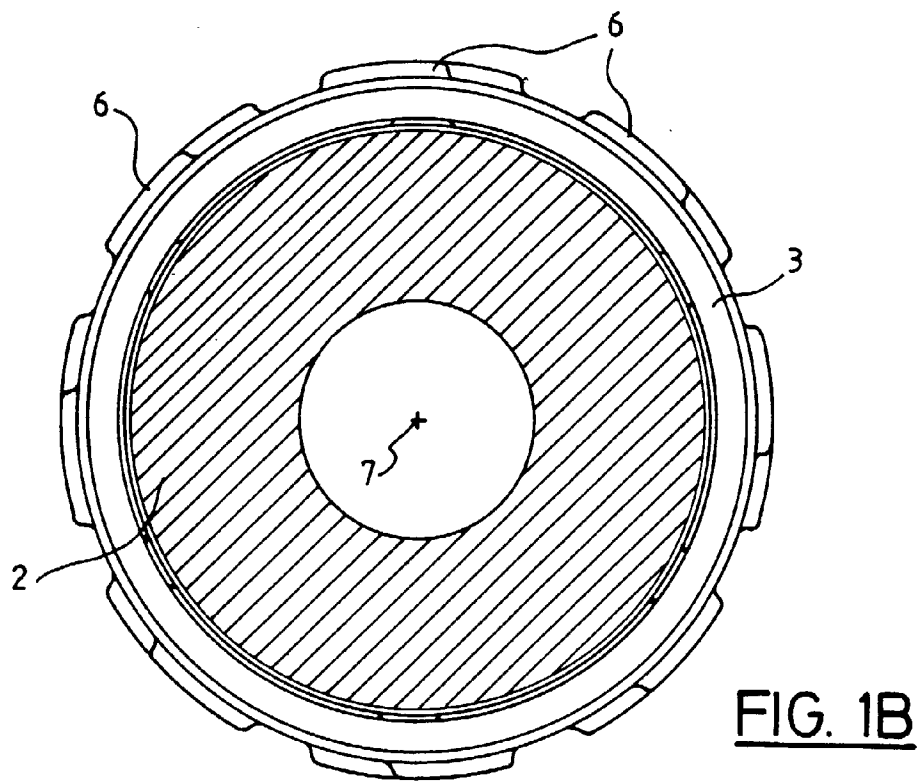
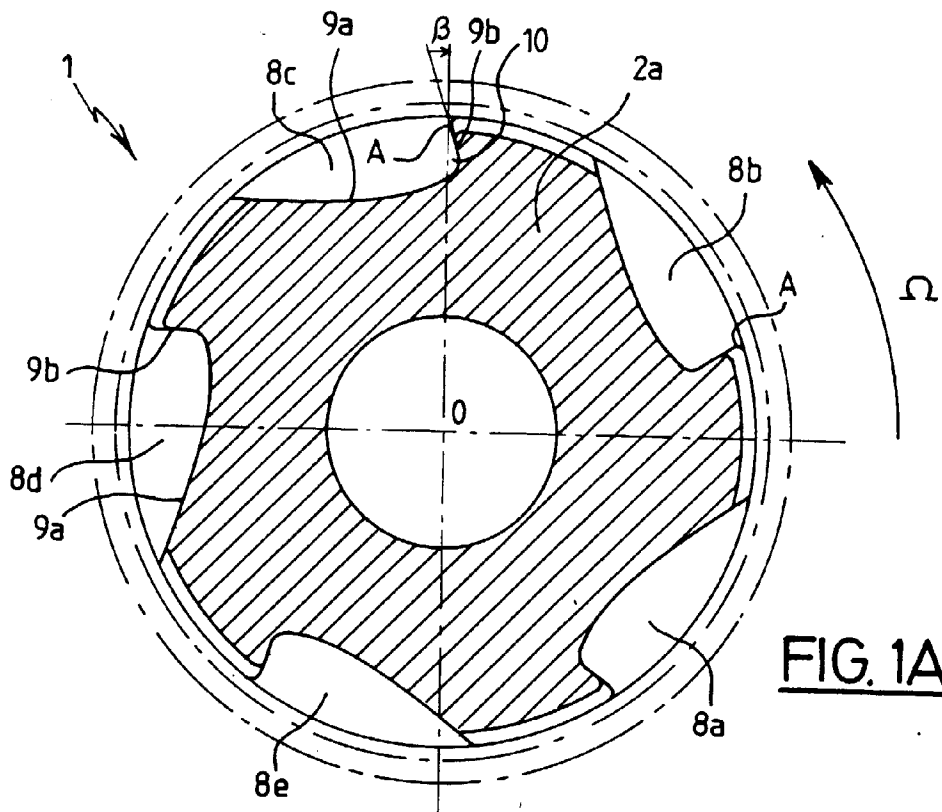
d'entraînement du fluide de forage et des débris peut être constitué par un élément différent d'un raccord intermédiaire ou d'une tige de forage, comme décrit à titre d'exemples.

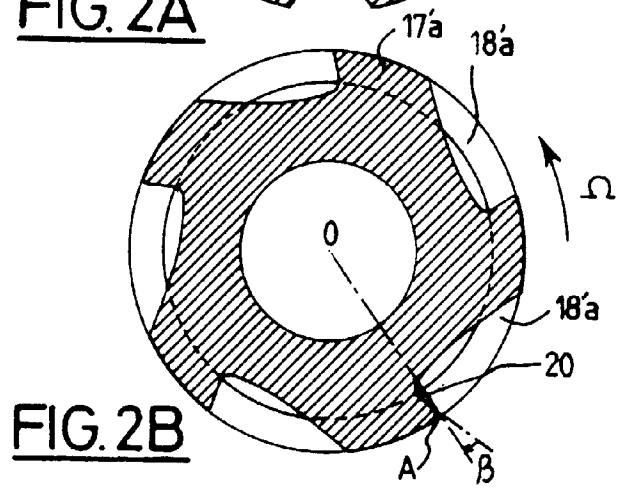
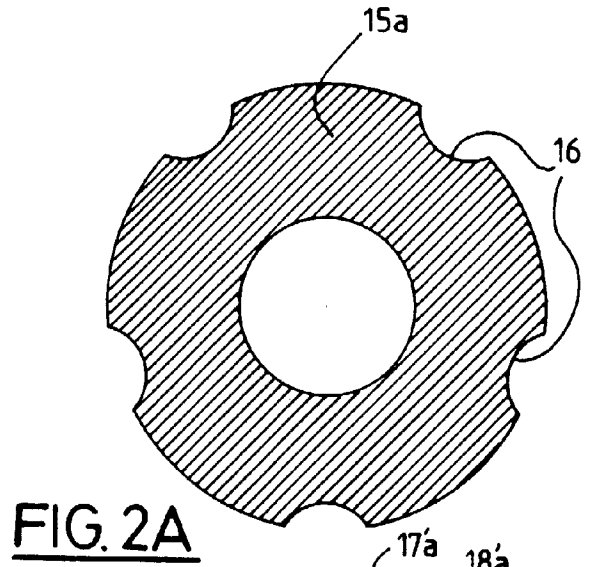
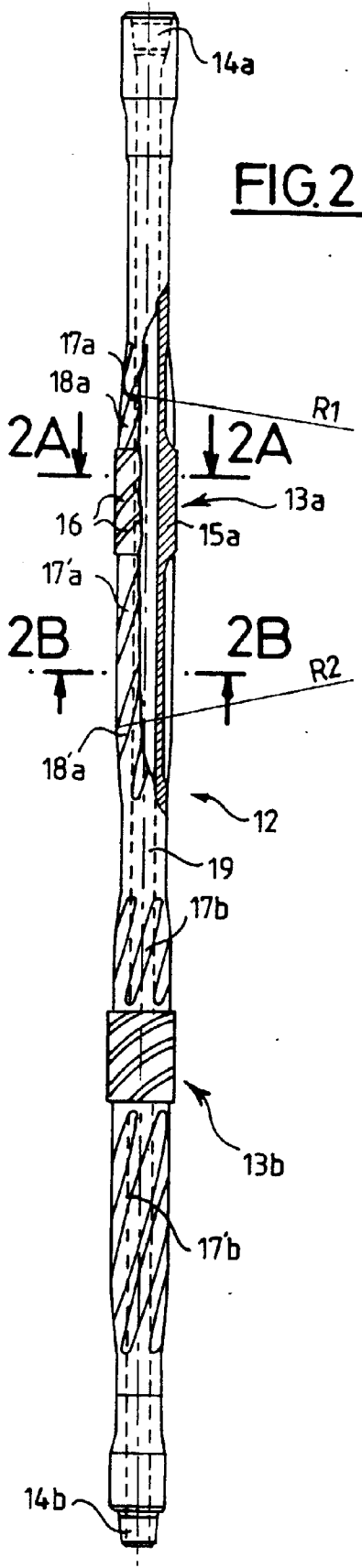
Revendications

1. Élément d'un train de tiges de forage rotatif comportant au moins un tronçon de forme tubulaire (2a, 17a, 17'a, 17b, 17'b, 27, 27') dont la surface externe présente au moins une rainure (8, 8a, 8b, 8c, 8d, 8e, 18a, 18'a) disposée suivant une hélice ayant pour axe l'axe (7, 19) du tronçon, caractérisé par le fait que la rainure (8, 18a, 18'a) présente une section transversale par un plan perpendiculaire à l'axe (7, 19) du tronçon (2a, 17a, 17'a, 17b, 17'b, 27, 27') ayant une partie (10, 20) en contre-dépouille, située à l'arrière d'un rayon (OA) de la section transversale du tronçon (2a, 17a, 17'a, 17b, 17'b, 27, 27') passant par l'extrémité externe (A) de la section de la rainure située à l'arrière de la rainure, en considérant le sens de rotation (Ω) du train de tiges, la section transversale de la rainure (8, 18a, 18'a) étant délimitée à l'arrière de la rainure par une ligne (9b) sensiblement droite faisant un angle de contre-dépouille négatif (β) avec le rayon (OA) de la section transversale du tronçon.
2. Élément de train de tiges de forage suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que la rainure (8, 18a, 18'a) est inclinée d'un angle (α) par rapport à l'axe (7, 9) du tronçon (2a, 17a, 17'a, 17b, 17'b, 27, 27').
3. Élément de train de tiges de forage suivant la revendication 2, caractérisé par le fait que l'angle de contre-dépouille (β) est compris entre 10° et 80°.
4. Élément de train de tiges de forage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que le tronçon (2a, 17a, 17'a, 17b, 17'b) comporte cinq rainures (8, 18a, 18'a) dont les positions suivant la circonférence du tronçon se déduisent l'une de l'autre par une rotation de 72° autour de l'axe (7, 9) du tronçon.
5. Élément de train de tiges de forage suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il est constitué par un raccord intermédiaire (1) entre deux tiges de forage du train de tiges, comportant :
 - un corps tubulaire (2) dont au moins un tronçon (2a) comporte au moins une rainure (8) dont la section transversale présente une partie (10) en contre-dépouille, le corps tubulaire (2) ayant, à ses extrémités longitudinales, des

- moyens (4a, 4b) de jonction du corps (2) du raccord intermédiaire (1) à une première et à une seconde tiges, respectivement, du train de tiges, et
- une manchette (3) montée rotative sur une partie du corps (2) du raccord intermédiaire (1) adjacente au tronçon tubulaire (2a) comportant la rainure (8) ayant une partie (10) en contre-dépouille, le diamètre extérieur de la manchette (3) étant au moins égal au diamètre du tronçon (2a) du corps (2) du raccord intermédiaire (1), dans sa partie adjacente à la manchette (3).
6. Élément de train de tiges suivant la revendication 5, caractérisé par le fait que la manchette (3) est immobilisée en translation axiale entre deux tronçons (2a, 2b) du corps (2) assemblés entre eux par vissage.
 7. Élément de train de tiges de forage suivant l'une quelconque des revendications 5 et 6, caractérisé par le fait que le tronçon (2a) du corps (2) du raccord intermédiaire (1) est revêtu d'un matériau résistant à l'usure sur une partie (11) de sa surface externe non occupée par la rainure (8).
 8. Élément de train de tiges suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il est constitué par une tige de forage (12, 22) du train de tiges comportant au moins une zone d'appui (13a, 13b, 23) ayant une partie centrale d'appui (15a, 15b, 25) et deux tronçons d'extrémité (17a, 17'a, 17b, 17'b, 27, 27') de part et d'autre de la zone centrale d'appui (15a, 15b, 25) comportant, sur leurs surfaces externes, au moins une rainure (18a, 18'a) disposée suivant une hélice et ayant une partie (20) en contre-dépouille.
 9. Élément de train de tiges de forage suivant la revendication 8, caractérisé par le fait que la zone centrale d'appui (15a, 15b) de l'ensemble d'appui (13a, 13b) de la tige de forage (12) est constituée par une portée d'appui réalisée de manière monobloc avec la tige de forage (12) et présentant un diamètre extérieur constituant le diamètre maximal de la tige de forage (12).
 10. Élément de train de tiges de forage suivant la revendication 8, caractérisé par le fait que la zone d'appui centrale (25) de l'ensemble d'appui (23) de la tige de forage (22) est constituée par une manchette tubulaire (25) rapportée et fixée contre la tige de forage (22), de manière que la tige de forage (22) soit rotative à l'intérieur de la manchette (25) et que la manchette (25) soit immobilisée en translation axiale par rapport à la tige (22).
 11. Élément de train de tiges de forage suivant l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé par le fait les zones d'extrémité (17a, 17'a, 17b, 17'b, 27, 27') des ensembles d'appui (13a, 13b, 23) de la tige de forage (12, 22) comportant au moins une rainure (18a, 18b) dont la section présente une contre-dépouille, constituent des tronçons de la tige (12, 22) dont la surface extérieure ayant une forme de révolution présente des génératrices dont une partie au moins a la forme d'un arc de cercle dont le rayon est au moins égal à un mètre.
 12. Élément de train de tiges de forage suivant l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé par le fait que la zone centrale d'appui (15a, 15b, 25) des ensembles d'appui (13a, 13b, 23) de la tige de forage (22) présente une surface externe ayant une forme de révolution dont les génératrices ont la forme d'arcs de cercle dont le rayon est au moins égal à un mètre.
 13. Élément de train de tiges de forage suivant l'une quelconque des revendications 8 à 12, caractérisé par le fait que la tige de forage (12, 22) comporte deux ensembles d'appui (13a, 13b, 23) placés dans des dispositions équidistantes par rapport à la partie centrale de la tige (12, 22).
 14. Élément de train de tige de forage suivant l'une quelconque des revendications 8 à 12, caractérisé par le fait que la tige de forage (12, 22) comporte trois ensembles d'appui dont l'un est situé à la partie centrale de la tige de forage (22) et les deux autres dans des dispositions équidistantes par rapport aux extrémités de la tige de forage (22).







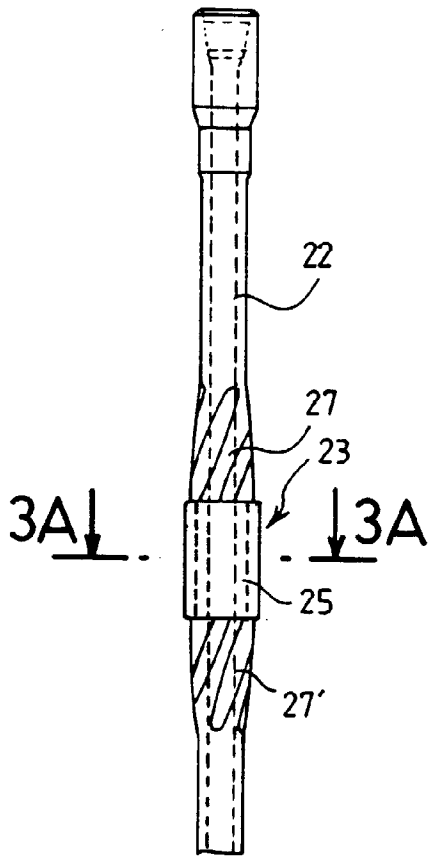


FIG. 3

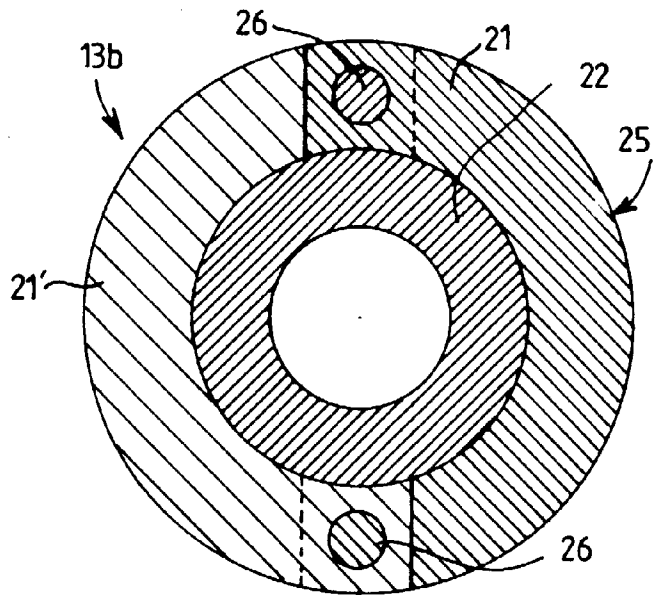


FIG. 3A



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 98 40 0538

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|--|---|--|-------------------------------------|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6) |
| X | US 5 040 620 A (D.S. NUNLEY) 20 août 1991 * colonne 5, ligne 38 - colonne 8, ligne 30; figures 1,3,6 * | 1-4 | E21B17/22 E21B17/10 |
| Y | --- | 5,6,8,9 | |
| Y | US 4 995 466 A (R.W. SNOW) 26 février 1991 * abrégé; figures 1,2 * | 5,6 | |
| A | --- | 10 | |
| Y | FR 2 517 357 A (SMF INTERNATIONAL) 3 juin 1983 * page 2, ligne 36 - page 3, ligne 16 * * figures * | 8,9 | |
| Y | US 3 338 069 A (J.E. ORTLOFF) 29 août 1967 * colonne 2, ligne 21 - colonne 3, ligne 30; figures * | 1-4,8 | |
| A | --- | 7 | |
| Y | US 4 949 797 A (J.R. ISOM) 21 août 1990 * colonne 4, ligne 25 - ligne 47 * * figure 4 * | 1-4,8 | |
| A | --- | 11 | |
| A | US 3 085 639 A (E.L. FITCH) 16 avril 1963 * colonne 2, ligne 1 - ligne 58 * * figures * | 1 | |
| A | US 4 285 407 A (T.L. SAMFORD) 25 août 1981 * figures 1,4 * | 1 | |
| A | US 4 874 045 A (C.H. CLAYTON) 17 octobre 1989 ----- | | |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications | | | |
| Lieu de la recherche LA HAYE | | Date d'achèvement de la recherche 28 mai 1998 | Examineur Leitner, J |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire | | T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant | |

EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)