



MINISTRE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1011414A3

NUMERO DE DEPOT : 09500786

Classif. Internat. : E21B

Date de délivrance le : 07 Septembre 1999

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 25 Septembre 1995 à 15H15 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : BAKER HUGHES INCORPORATED, société organisée sous les lois de l'Etat de Delaware
3900 Essex Lane, HOUSTON TEXAS 77027(ETATS-UNIS D'AMERIQUE)

représenté(e)(s) par : PLUCKER Guy, OFFICE KIRKPATRICK S.A., Avenue Wolfers 32 - B
1310 LA HULPE.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : SYSTEME COMBINE DE CAROTTAGE ET DE FORAGE A TREPAN STABILISE.

PRIORITE(S) 23.09.94 US USA 311118

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 07 Septembre 1999
PAR DELEGATION SPECIALE :

PETIT M.
Conseiller adjoint

Système combiné de carottage et de forage à
trépan stabilisé.

La présente invention concerne de manière générale le carottage au câble de formations souterraines, et plus spécifiquement, un système combiné de carottage et de forage à trépan stabilisé qui permette la mise en place interchangeable et la récupération d'ensembles de tubes intérieurs de carottage et d'ensembles de bouchons de forage pour forer plus profondément, ces derniers ensembles étant également éventuellement dotés de moyens de diagraphe.

Le carottage au câble est connu depuis de nombreuses années. Le concept de base du carottage au câble implique l'utilisation d'un tube carottier comprenant un ensemble de tube carottier extérieur disposé à l'extrémité d'un train de tiges et possédant un trépan carottier ou couronne à son extrémité inférieure. Un ensemble de tubes intérieur destiné à recevoir une carotte découpée par le trépan carottier est verrouillé de manière libérable dans l'ensemble de tube carottier extérieur. Cet arrangement permet la mise en place de l'ensemble de tube intérieur dans l'ensemble de tube carottier extérieur par câble, par gravité, ou par reflux hydraulique, et sa récupération hors de l'ensemble de tube carottier extérieur par câble. Des exemples de tels systèmes de carottage au câble de la technique antérieure sont décrits dans les brevets U.S. n° 3 127 943 et 5 020 612, incorporés à la présente demande par voie de référence.

Une difficulté avec nombre de ces systèmes de la technique antérieure et la nécessité d'utiliser un train de tiges spécial de plus grand diamètre pour admettre la descente et la récupération d'un ensemble de tube intérieur utilisé pour découper des carottes relativement grosses, d'un diamètre supérieur à 5,1 cm (2 pouces).

Bien que des systèmes de carottage découpant des carottes de petit calibre ou "en diamètre réduit" de 4,44 cm

(1 3/4 pouce) ou moins soient connus, on comprendra, que de telles carottes sont extrêmement fragiles et que les systèmes de carottage classiques sont limités quant à la longueur jusqu'à laquelle de telles carottes peuvent être
5 raisonnablement découpées sans se fracturer. Cette restriction semble être principalement due à l'instabilité du tube carottier entier amorcée par le mouvement latéral et le mouvement vertical du trépan dans le trou de forage, qui produit des vibrations. Un phénomène majeur résultant
10 de ce mouvement du trépan et de ses vibrations est qualifié de "tournoiement" du trépan, bien que des vibrations sans tournoiement soient toujours préjudiciables. Le phénomène de "tournoiement" du trépan se manifeste dans des trépan
15 qui sont soumis à des forces latérales déséquilibrées dues aux éléments de coupe qui font tourner ou "tournoyer" le trépan dans le trou de forage autour d'un point central décalé du centre géométrique du trépan, de sorte que le trépan tend à tournoyer en arrière autour du trou de forage. On a observé que le phénomène de tournoiement est aggravé
20 par la présence d'éléments de coupe de calibrage ou de dressage à certains endroits sur la surface extérieure de calibrage du trépan, de tels éléments de coupe engendrant également des forces de frottement pendant le forage. Le tournoiement est un phénomène dynamique et autoentretenu,
25 et dans de nombreux cas, il est hautement destructeur pour les éléments de coupe du trépan de forage. Le phénomène de tournoiement engendre également une spiralisation du trou de forage pendant le forage, qui donne dans des trépan
30 carottiers, une carotte spiralée non cylindrique qui est davantage susceptible de se fracturer, et un coincement dans le tube intérieur du tube carottier.

Etant donné le jeu relativement faible entre la carotte et le sabot pilote, entre l'arrache-carotte et les composants tubulaires intérieurs du tube carottier
35 intérieur, de légers mouvements latéraux et verticaux du tube carottier provoquent facilement la fracture de carottes

de petit calibre, ce qui entraîne un coincement de la carotte et une dégradation de l'échantillon carotté. Par conséquent, les tubes carottiers de petit diamètre ont été traditionnellement limités en longueur en raison des échantillons carottés courts (par exemple, 3,05 à 3,96 m (10 à 13 pieds) qui peuvent être découpés sans subir les fractures, coincements et dégradations de carottes mentionnés plus haut. Des tentatives ont été faites pour découper des carottes plus longues, allant jusqu'à 7,92 m (26 pieds), mais l'appareil utilisé n'a jamais été jugé efficace à cause, à nouveau, des problèmes mentionnés plus haut.

Il est reconnu que certains perfectionnements récents dans la conception du trépan, qui incluent, sans y être limités, les trépans dits "antitournoisement" à éléments de coupe en diamant polycristallin (DPC) créés par Amoco et perfectionnés par la Demanderesse, pourraient être appliqués aux trépans carottiers pour améliorer la fiabilité d'une opération de carottage et la qualité des carottes. Les brevets décrivant des trépans antitournoisement comprennent, sans restriction, les brevets U.S. n° 4 982 802; 5 010 789; 5 042 596; 5 099 934; 5 109 935; 5 111 892; 5 119 892; 5 131 478; 5 165 494; et 5 178 222, dont les descriptions sont incorporées à la présente demande par voie de référence. Le document de la SPE (society of Petroleum Engineers) n° 24587 par L.A. Sinor et al of Amoco Production Co., intitulé "Development of an Anti-Whirl Core Bit", décrit des perfectionnements et des perfectionnements potentiels de la capacité de carottage que l'on pense être offerte par l'utilisation de trépans carottiers antitournoisement.

D'autres approches de stabilisation de trépans ont été suivies par Amoco aussi bien que par d'autres. Une première approche consiste à tenter d'équilibrer parfaitement un trépan, comme décrit dans le brevet U.S. n° 4 815 342 pris en référence dans ce document. Une

autre approche consiste à "bloquer" mécaniquement les saillies sur la face de trépan dans des gorges circulaires taillées par les éléments de coupe sur la face, comme décrit dans le brevet U.S. n° 5 090 492, pris en référence dans ce document.

Tous les développements précédents dans la stabilisation de trépans ont été focalisés sur des éléments discrets de l'opération de forage, soit dans le forage d'un trou de plein diamètre, soit dans le carottage.

Il y a quelques années, Eastman Christensen Company, un prédécesseur de la Demanderesse, a développé un système combiné de forage et de carottage ayant une option "système de forage-carottage", qui permettait des opérations alternantes de carottage et de forage sans manoeuvres du train de tiges. Dans le système de forage-carottage, l'ensemble de tube carottier intérieur pour le carottage et un ensemble de bouchon central de substitution avec une caracole et des éléments de coupe pour convertir le trépan carottier en un trépan de forage, pouvaient être déployés et récupérés via un câble. Le système de forage-carottage utilisait des trépans carottiers à diamants naturels, et n'étaient que peu efficaces pour plusieurs raisons. D'abord, la longueur de carotte maximale qui pouvait être découpée n'était que de 3,96 m (13 pieds), donnant un intervalle extrêmement bref pour l'analyse sans de multiples manoeuvres de l'ensemble de tube intérieur, et exigeant pour le forage, la combinaison avec du matériel tubulaire de longueur spéciale de la tige d'entraînement jusqu'à la table de rotation, comme un joint de tube. De plus, l'apparition de diagraphies électriques et de techniques d'analyse des données de diagraphie plus précises a réduit la demande d'analyse des carottes. Finalement, l'industrie n'acceptait pas les carottes de calibre relativement petit 5,1 cm (2 pouces) prélevées par le système qui était nécessaire pour déployer et récupérer l'ensemble de tube carottier intérieur et l'ensemble de bouchon central à travers du matériel

tubulaire standard.

Au cours des dernières années, toutefois, le développement et l'acceptation par l'industrie des techniques de poinçonnage et de carottage latéral rotatif qui donnent des carottes de 2,5 cm (1 pouce) de diamètre de la paroi latérale du trou de forage que l'on fore, tout comme l'utilisation accrue de forages "en diamètre réduit" pour des puits d'exploration a éliminé l'hésitation antérieure à accepter des carottes de petit calibre et à tabler sur celles-ci. Ces changements dans les habitudes de l'industrie ont abouti à un intérêt renouvelé pour le carottage, mais à ce jour, l'état de la technique des systèmes de carottage n'a pas offert de système de carottage et de forage en diamètre réduit acceptable, qui puisse découper des carottes nettes, intactes, d'une longueur souhaitable (par exemple, 9,14 m (30 pieds), éviter sensiblement le coincement de la carotte, et également fournir une possibilité de poursuivre le forage entre des intervalles de carotte sans manoeuvrer le train de tiges. De plus, aucun système de carottage de la technique connue n'offre des performances et des caractéristiques de fonctionnement semblables à celles des trépan de forage DPC.

La présente invention offre la possibilité de carotter et de forer en alternance sans manoeuvrer le train de tiges et de prélever des carottes de petit calibre de longueur supérieure.

Le tube carottier de l'invention comprend un ensemble de tube carottier extérieur possédant un trépan carottier DPC disposé à son extrémité inférieure et un palier d'extrémité de trépan juste au-dessus du trépan carottier, dans le tube carottier, pour recevoir en alternance l'extrémité d'un ensemble de tube intérieur ou d'un ensemble de bouchon central. Un accouplement de verrouillage est placé dans la partie intérieure supérieure de l'ensemble de tube carottier extérieur. L'ensemble de

tube intérieur comprend un organe d'accouplement de cloche de repêchage à coins à l'extrémité supérieure, un dispositif de verrouillage en dessous pour venir en prise avec l'accouplement de verrouillage du tube carottier extérieur, et un palier en dessous du dispositif de verrouillage pour permettre une rotation entre l'ensemble de tube carottier extérieur et le tube intérieur. L'extrémité inférieure de l'ensemble de tube intérieur, qui engage le palier de trépan, comprend un arrache-carotte classique.

Le trépan carottier DPC utilisé dans l'invention est de préférence d'une conception antitournoient, bien que d'autres conceptions de trépans stabilisés telles que celles décrites plus haut puissent également être appropriées. L'utilisation d'un trépan carottier antitournoient dans l'invention aboutit à la possibilité démontrée de découper et de prélever des carottes d'au moins 9,14 m (30 pieds) de qualité supérieure et à un taux de récupération fortement augmenté. De plus, l'utilisation d'un trépan carottier DPC avec un bouchon central optionnel donne une vitesse d'avancement (ROP) semblable à celle des trépans de forage DPC, et un poids sur l'outil (WOB), une vitesse de rotation et des débits hydrauliques semblables à ceux des trépans de forage DPC. Ainsi, des carottes de qualité supérieure peuvent être obtenues en grandes quantités et de manière rentable et la vitesse d'avancement ROP globale pendant l'opération de forage n'est pas réduite sensiblement par rapport au forage sans carottage, l'opérateur bénéficiant des économies de temps et d'argent tout comme de l'information fournie par les carottes de qualité supérieure.

L'utilisation du palier d'extrémité de trépan aboutit à un alignement précis du tube intérieur pour recevoir la carotte découpée ainsi qu'à un arrangement de logement pour l'extrémité inférieure de l'ensemble de bouchon central qui contient une pluralité d'éléments de coupe DPC et de sorties de fluide pour le fluide de forage.

Une particularité éventuelle mais importante de l'invention est la disposition d'un outil de diagraphie approprié, tel qu'un outil de diagraphie à rayons gamma ou dirigé, dans l'ensemble de bouchon central afin de permettre la conduite d'une opération de diagraphie en cours de forage. Les informations peuvent être stockées dans l'outil de diagraphie pendant le forage et être récupérées périodiquement par la transmission dans le câble ou lorsque l'ensemble de bouchon central est ramené à la surface, ou un système de transmission d'impulsions par la boue ou un autre système de transmission approprié peut être intégré à l'ensemble de bouchon central pour permettre la transmission en temps réel des informations. Un ou plusieurs moyens de détection peuvent être inclus dans l'outil, ces moyens incluant, sans restriction, la mesure de la pression et de la température en plus des autres paramètres mentionnés ci-dessus.

Brève description des dessins.

La Fig. 1 est une vue en élévation de côté en coupe schématique du tube carottier de l'invention;

la Fig. 2 est une vue en élévation de côté en coupe à plus grande échelle de l'extrémité inférieure du tube carottier de l'invention, l'ensemble de tube intérieur étant en place pour le carottage;

la Fig. 3 est une vue en élévation de côté en coupe à plus grande échelle de l'extrémité inférieure du tube carottier de l'invention, l'ensemble de bouchon central étant en place pour le forage;

la Fig. 4 est une vue en élévation schématique représentant la disposition des éléments de coupe et regardant vers la bas à travers la face d'un trépan carottier antitournoisement utilisé avec l'invention, et

la Fig. 5 des dessins est une vue en élévation verticale en coupe de côté à plus grande échelle d'un exemple d'élément de coupe de calibrage intérieur de trépan

carottier faiblement invasif et d'un agencement de sabot carottier coopérant propres à être utilisés avec l'invention.

Description détaillée de la forme de réalisation préférée.

5 Comme le montre à présent la Fig. 1 des dessins, le tube carottier 10 de l'invention est représenté suspendu dans le trou de forage 12 à la masse-tige 14 au bas d'un train de tiges s'étendant jusqu'à la surface.

 Le tube carottier 10 inclut un ensemble de tube
10 carottier extérieur 16 comprenant un tube carottier extérieur tubulaire 18. Au sommet du tube carottier extérieur 18 se trouve une partie de raccordement femelle taraudée 20 pour fixer le tube carottier 10 à la partie de raccordement mâle filetée 22 de la masse-tige 14. Fixé au
15 bas du tube 18 se trouve un trépan carottier DPC 24 d'une conception antitournoiement ou d'une autre conception stabilisée, comme décrit plus haut. Les éléments de coupe DPC 26 sur le trépan carottier 24 taillent la formation à mesure que le train de tiges tourne et découpent également
20 une carotte 28 de la formation en cours de forage, la carotte 28 s'étendant vers le haut dans la gorge 30 du trépan carottier 24 à mesure que le trépan fore dans la formation. Si on le souhaite, le trépan carottier 24 peut être du type faiblement invasif, comme décrit et revendiqué
25 dans le brevet U.S. n° 4 981 183 cédé à la Demanderesse de la présente invention et pris en référence dans ce document. A l'intérieur du tube 18 se trouve un accouplement de verrouillage 32, en dessous duquel sont prévus plusieurs groupes de nervures d'appui espacés axialement 34, les
30 groupes de nervures s'étendant sur la circonférence intérieure du tube 18. A l'intérieur du trépan carottier 24, se trouve un palier de rotation d'extrémité de trépan 36. Des passages de fluide 38 s'étendent depuis l'intérieur du trépan jusqu'à la face du trépan.

35 L'ensemble de tube intérieur 40 est représenté

disposé dans le tube carottier 10 comme il le serait au cours d'une opération de carottage. L'ensemble de tube intérieur 40 comprend un tube intérieur 42 à son extrémité inférieure, qui est reçu dans le palier de rotation d'extrémité de trépan 36. Le tube intérieur 42 s'étend vers le haut dans le tube carottier extérieur 18 à travers les groupes de nervures d'appui 34, qui fournissent un support s'opposant au fléchissement et à la flexion du tube intérieur 42. Au sommet du tube intérieur 42, se trouve un palier de tube intérieur 44, qui permet aux parties supérieure et inférieure de l'ensemble de tube intérieur 40 de tourner l'une par rapport à l'autre, et ainsi, conjointement avec le palier d'extrémité 36, permet à l'ensemble de tube carottier extérieur 16 de tourner, tandis que l'ensemble de tube intérieur reste stationnaire. Au-dessus du palier 44, un dispositif de verrouillage 46 est en prise de manière libérable avec un accouplement de verrouillage 32 à l'intérieur du tube carottier extérieur 18. Au sommet de l'ensemble de tube intérieur 40, est disposé un organe d'accouplement de cloche de repêchage à coins 50, pour l'engagement et la libération sélectifs de l'ensemble de tube intérieur 40 par l'intermédiaire d'une cloche de repêchage au câble.

Si l'on se reporte aux Fig. 2 et 3 des dessins, les composants qui ont été identifiés précédemment avec référence à la Fig. 1, seront désignés par les mêmes numéros de référence pour éviter la confusion.

Comme le montre la Fig. 2, le palier d'extrémité de trépan 36 comprend un corps extérieur 60, des roulements 62, et un corps intérieur 64 qui tourne librement par rapport au corps extérieur 60 grâce aux roulements 62. Des nervures 66 présentant des épaulements chanfreinés 68 à leurs extrémités inférieures s'étendent radialement vers l'intérieur depuis le corps intérieur 64, les nervures 66 et les épaulements 68 supportant latéralement et axialement l'extrémité inférieure de l'ensemble de tube intérieur 40.

L'espace entre les nervures 66 permet au fluide de forage de s'écouler dans la gorge 30 du trépan carottier et autour de la carotte 28 pendant le forage. Si cet écoulement n'est pas souhaité, une conception de trépan carottier faiblement
5 invasif et de sabot coopérant du type décrit dans le brevet '981 pris en référence ci-dessus et illustré à la Fig. 5 des dessins, peut être utilisée pour minimiser le contact du fluide de forage avec la carotte. A l'extrémité inférieure du tube intérieur 42, on peut utiliser un arrache-carotte
10 à coins 70 comme représenté à gauche du dessin ou à panier 72 comme représenté à droite du dessin (les deux types étant connus dans la technique). Les éléments de coupe DPC 26 ont été omis à la Fig. 2, mais, comme représenté à la Fig. 1, ils sont disposés sur le trépan carottier 24, de manière à
15 découper une carotte dimensionnée pour monter dans la gorge 30 du trépan carottier 24 et dans l'alésage 74 du tube intérieur 42.

Si l'on se reporte à présent à la Fig. 3 des dessins, au lieu de l'ensemble de tube intérieur 40, c'est
20 l'ensemble de bouchon central 80 qui est représenté en place dans l'ensemble de tube carottier extérieur 16. L'ensemble de bouchon central 80 comprend à son extrémité supérieure un dispositif de verrouillage (non représenté) semblable à celui de l'ensemble de tube intérieur 40, pour venir en
25 prise avec l'accouplement de verrouillage 32 du tube carottier extérieur 18, ainsi qu'un accouplement de cloche de repêchage 50, pour la mise en place et la récupération de l'ensemble de bouchon central 80. Aucun palier de rotation n'est inclus dans l'ensemble de bouchon 80, puisque
30 sa rotation par rapport à l'ensemble de tube carottier extérieur 16 n'est pas nécessaire ou souhaitée. Le bouchon de trépan 82 est disposé au bas de l'ensemble de bouchon 80, et est supporté par le palier d'extrémité de trépan 36, de la même manière que l'ensemble de tube intérieur 40. Le
35 bouchon de trépan 82 comprend un corps de bouchon 84 traversé par des passages 86 pour conduire le fluide de

forage jusqu'à la face de bouchon 88, où sont disposés les éléments de coupe DPC 90. Le corps de bouchon 84 est dimensionné pour être reçu et supporté latéralement et axialement par les nervures 66 et les épaulements 88 du corps intérieur 64 du palier d'extrémité de trépan 36. Les
5 espaces entre les nervures 66 permettent au fluide de forage de s'écouler dans les passages 86, comme représenté.

Lorsqu'il est souhaitable de carotter avec l'appareil de la présente invention, l'ensemble de tube intérieur 40 est descendu dans le train de tiges au bout d'un câble et est verrouillé dans l'ensemble de tube
5 carottier extérieur 16. Le fluide de forage est alors mis en circulation vers le bas dans le train de tiges et dans le passage annulaire 100 entre l'ensemble de tube intérieur et l'ensemble de tube carottier extérieur 16, où il sort de la face du trépan carottier 24 par des passages de fluide
10 et des ajutages (non représentés) pour nettoyer et refroidir les éléments de coupe et pour nettoyer la face de trépan lorsque le train de tiges tourne et que la formation et la carotte sont découpées. Lorsque la longueur de carotte maximale est atteinte, l'ensemble de tube intérieur est
15 retiré du trou de forage par l'intermédiaire d'un câble possédant une cloche de repêchage à coins à son extrémité venant en prise avec l'organe d'accouplement 50, et un autre ensemble de tube intérieur est introduit dans le train de tiges si un carottage supplémentaire est souhaité.

20 Si l'on souhaite forer au lieu de carotter, l'ensemble de bouchon central 80 est descendu dans le trou de forage au bout d'un câble, via une cloche de repêchage à coins, qui vient en prise avec un organe d'accouplement 50 au sommet de l'ensemble. L'ensemble 80 se verrouille
25 alors dans le tube carottier extérieur 18, après quoi le fluide de forage est pompé vers le bas dans le train de tiges, dans le passage annulaire 100 entre l'ensemble de bouchon 80 et le tube carottier extérieur 18 et à travers les passages 86 dans le corps de bouchon 84 jusqu'à la face

de trépan 88 pour refroidir et nettoyer les éléments de coupe DPC 90 et évacuer les déblais de formation à mesure que le tube carottier 10 tourne et que le forage progresse.

Si on le souhaite, l'ensemble de bouchon 80 peut
5 être équipé d'un tube ou corps à pression 110 dans lequel se trouve un outil de diagraphie 112 tel qu'un outil à rayons gamma ou un outil dirigé servant à détecter le chemin du trou de forage, pour la prise d'une diagraphie au cours du forage. Si on le souhaite également, un ensemble de
10 transmission d'informations 114 peut être disposé dans le corps à pression 110, cet ensemble comprenant un ensemble de transmission électronique ou un ensemble du type à impulsions par la boue (auquel cas, une partie de l'ensemble de transmission serait naturellement extérieur au corps à
15 pression 110) pour une transmission en temps réel des informations de diagraphie à la surface, par câble ou par impulsions par la boue. En variante, les informations pourraient être récupérées périodiquement par câble, ou lorsque l'ensemble 80 est retiré du trou.

20 Il est clair également que des capteurs de pression et de température peuvent être placés dans le tube à pression 110. Ces derniers sont particulièrement souhaitables pour mesurer la chute de pression dynamique et donc le débit afin de constater les débits appropriés pour
25 le carottage lorsque l'ensemble de bouchon central 80 est remplacé par l'ensemble de tube intérieur 40. En calculant ou en mesurant la pression hydrostatique dans le passage annulaire du trou de forage et en mesurant la pression totale à proximité du trépan dans le tube 110, on peut
30 constater la chute de pression dynamique et donc, le débit, de manière à réduire ou de préférence, à éliminer l'érosion et le lessivage de la carotte.

La mesure de la température est particulièrement souhaitable et utile dans le cas d'une opération de
35 carottage au gel, avec un gel non invasif pour l'encapsulation de l'échantillon carotté placé au préalable

dans le tube intérieur 42 avant de rentrer dans le train de tiges. La nature sensible à la température de tels gels et leur aptitude à devenir plus visqueux et même à se solidifier en substance dans un domaine de température
5 relativement étroit rendent l'aptitude à mesurer la température à la profondeur du tube carottier, une possibilité extrêmement souhaitable, afin de permettre la formulation ou la sélection d'un gel qui deviendra plus visqueux à la profondeur souhaitée et non prématurément. Une
10 explication plus complète de la formulation et de l'utilisation de gels non invasifs pour l'encapsulation d'échantillons carottés est contenue dans la demande de brevet U.S. n° 08/051 093, déposée le 21 avril 1993, et
cédée à la Demanderesse. La description de la demande de
15 brevet '093 est prise en référence dans ce document.

Si l'on se reporte à présent à la Fig. 4 des dessins, un exemple de trépan carottier antitournoisement 24 est représenté, vu vers le bas à travers la face de trépan 200, comme il serait orienté dans le trou de forage. Les
20 emplacements des éléments de coupe DPC 26 sont représentés schématiquement sur la face de trépan 200, certains éléments de coupe 26 s'étendant radialement vers l'intérieur depuis la gorge 30 définissant le calibre intérieur du trépan 24, de sorte qu'une carotte d'un diamètre inférieur à celui de
25 la gorge 30 peut être découpée. Des canaux 204 sont placés autour du calibre intérieur 202 pour permettre au fluide de forage de s'écouler, si on le souhaite, sur la surface extérieure de la carotte. D'autres passages de fluide 220 traversent la face de trépan 200. Bien que des trépan
30 antitournoisement soient bien connus dans la technique, il faut constater que les lames 206 et 208 du trépan carottier 24 sont dépourvues d'éléments de coupe au niveau du calibre extérieur 210, et que les patins de calibre 212 et 214 sur les lames 206 et 208 sont utilisés comme les surfaces
35 d'appui pour le trépan carottier, portant contre la paroi du trou de forage. Par un choix de la taille, de

l'emplacement et de l'orientation des éléments de coupe 26 sur les faces de trépan 200, on aboutit à un vecteur de force latérale ou de côté dirigé cumulatif orienté dans une direction perpendiculaire à l'axe de trépan et entre les lames 206 et 208, ce qui pousse les patins de calibre 212 et 214 à porter sensiblement constamment contre la paroi du trou de forage et élimine les vibrations et la tendance au tournoiement du trépan.

Si l'on se reporte à présent à la Fig. 5 des dessins, elle représente un arrangement d'éléments de coupe de calibrage intérieur faiblement invasif sur un trépan carottier faiblement invasif 248 avec un sabot carottier coopérant 246, comme illustré dans le brevet U.S. n° 4 981 183. Le trépan carottier 248 peut avoir une variété de formes, mais de préférence, il a un profil globalement parabolique, comme indiqué de manière générale en 251. En variante, d'autres profils peuvent être utilisés avantageusement. Par exemple, on peut utiliser des côtés globalement plats qui donnent au trépan une forme globalement conique. Le corps 256 du trépan carottier 248 comprend une pluralité de passages 252 qui permettent au fluide de circuler entre le passage annulaire 100 dans le tube carottier 10 et les ouvertures de sortie 240 dans la face de trépan 248. Une pluralité d'éléments de coupe 26, de préférence des éléments de coupe DPC, sont distribués de préférence le long du profil du trépan 248.

Le corps 256 comprend de préférence un alésage inférieur 257. Au moins un, et de préférence deux ou trois éléments de coupe de calibrage intérieurs 226 espacés sur la périphérie, s'étendent vers l'intérieur de la surface définissant l'alésage 257 du trépan carottier 248 afin de découper un calibre intérieur, c'est-à-dire le diamètre extérieur d'une carotte 28. Chaque élément de coupe de calibrage individuel 226 présente, de préférence un méplat 264, au niveau de cette dimension de calibrage, qui est inférieur à l'alésage 257. Ainsi, la lèvre annulaire ou

section pilote 262 du sabot carottier 246 peut s'étendre vers le bas jusqu'à un endroit tel que son extrémité 266 soit directement adjacente au bord supérieur 268 des éléments de coupe 226, dans l'espace annulaire créé par les
5 éléments de coupe 226, entre les diamètres différents définis par les méplats 264 et la surface de l'alésage 257. Le trépan carottier 248 comprend un ressaut 258 sur sa surface intérieure au-dessus de l'alésage 257, qui est en contact avec la surface d'appui 260 et forme, par
10 conséquent, un étranglement, et idéalement en substance un joint d'étanchéité, entre le trépan tournant et le tube carottier stationnaire. Avec l'arrangement qui précède, l'extérieur de la carotte est découpé de manière précise et la carotte 28 entre dans le sabot carottier 246 directement
15 en quittant les bords supérieurs des méplats d'éléments de coupe 264. Le profil préféré 251 conjointement avec l'orientation et l'emplacement des sorties des passages 252 à l'écart de la surface de calibrage intérieure du trépan carottier 248 favorise un rinçage amélioré des déblais de
20 formation ainsi qu'une exposition minimisée de la carotte au fluide de forage, ce qui accroît l'intégrité tant mécanique que chimique de l'échantillon carotté. Il sera évident à un expert en la technique que l'arrangement de la Fig. 2 peut être modifié en une structure faiblement
25 invasive par une configuration différente du calibre intérieur de trépan carottier 24 et l'utilisation d'un sabot allongé avec une partie pilote, comme montré à la Fig. 5. Le corps intérieur 64 du palier d'extrémité de trépan peut être configuré avec des passages placés et orientés afin de
30 diriger le fluide vers des passages dirigeant le fluide vers la face de trépan, plutôt que vers la gorge ou calibre intérieur. Evidemment, des canaux 204 sur le calibre intérieur, comme représenté à la Fig. 4, seront éliminés.

Comme les câbles, cloches de repêchage à coins,
35 organes d'accouplement de cloche de repêchage à coins, accouplement de verrouillage et dispositifs de verrouillage,

arrache-carotte, paliers et autres éléments de tubes carottiers, de conception très variée, sont bien connus dans la technique, ces éléments n'ont pas été décrits en détail. De même, divers ensembles de valves de bipasse de conceptions variées peuvent être utilisés avec le tube 5 carottier 10 pour, en alternance, diriger le fluide de forage à travers ou autour de l'ensemble de tube intérieur 40 et pour permettre le déplacement de fluide par la carotte, mais de tels dispositifs sont totalement classiques 10 et très connus des experts en la technique et donc ne seront ni illustrés ni décrits.

Bien que l'invention ait été décrite en termes d'une forme de réalisation préférée, elle ne s'y limite pas et de nombreux apports, suppressions et modifications à la 15 forme de réalisation illustrée et décrite dans ce document peuvent être faits sans sortir du domaine de l'invention, tel que revendiqué ci-après.

R E V E N D I C A T I O N S

1.- Appareil pour en alternance, carotter et forer une formation souterraine sans manoeuvrer un train de tiges auquel l'appareil est fixé, caractérisé en ce qu'il comprend :

un ensemble de tube carottier extérieur (16) comprenant un tube carottier extérieur tubulaire (18) comportant des moyens (20) à son sommet pour fixer l'appareil à l'extrémité d'un train de tiges, un accouplement de verrouillage (32) dans sa partie intérieure supérieure, et un trépan carottier DPC (24) comportant une gorge (30) et fixé à son extrémité inférieure;

un ensemble de tube intérieur (40) configuré de manière à être placé à l'intérieur dudit ensemble de tube carottier extérieur (16) comprenant un organe d'accouplement (50) à son sommet pour l'engagement libérable d'un ensemble de récupération au câble, un dispositif de verrouillage (46) pour l'engagement libérable dudit accouplement de verrouillage (32), un palier de rotation (36) en dessous dudit dispositif de verrouillage (46) pour permettre la rotation réciproque entre les segments de l'ensemble de tube intérieur (40) situé au-dessus et en dessous du dispositif de verrouillage (46), et un tube intérieur (42) destiné à recevoir une carotte découpée par ledit trépan carottier (24), et

un ensemble de bouchon central (80) configuré de manière à être placé à l'intérieur dudit ensemble de tube carottier extérieur (16), comprenant un organe d'accouplement à son sommet pour l'engagement libérable d'un ensemble de récupération au câble, un dispositif de verrouillage (46) pour l'engagement libérable dudit accouplement de verrouillage (32), un bouchon de trépan central (80) à son extrémité inférieure destiné à être disposé dans la gorge de trépan carottier (30), ledit bouchon de trépan présentant une face de bouchon (88)

comprenant des éléments de coupe DPC (90) disposés sur cette face et des passages intérieurs (86) pour recevoir le fluide de forage de l'intérieur dudit tube carottier extérieur (16) et diriger ledit fluide de forage jusqu'à ladite face de bouchon (88);

ledit ensemble de tube intérieur (40) et ledit ensemble de bouchon central (80) étant interchangeables dans ledit ensemble de tube carottier extérieur (16) pour permettre, respectivement, en alternance, le carottage et le forage de ladite formation souterraine.

2.- Appareil suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ledit trépan carottier DPC comprend un trépan carottier stabilisé.

3.- Appareil suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le tube carottier extérieur comprend un palier de rotation d'extrémité de trépan dans sa partie intérieure inférieure, l'extrémité inférieure du tube intérieur est à même d'engager le palier de rotation d'extrémité de trépan, l'extérieur dudit bouchon central de trépan est dimensionné pour engager ledit palier de rotation d'extrémité de trépan et configuré de telle sorte que ladite face de bouchon (88) dépasse vers le bas dans ladite gorge (30) dudit trépan carottier (24) pour définir, avec ledit trépan carottier (24), un trépan de forage DPC.

4.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que le trépan carottier stabilisé comprend un trépan carottier antitournoisement.

5.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit ensemble de tube carottier extérieur inclut en plus un palier de rotation d'extrémité de trépan à l'intérieur au-dessus dudit trépan carottier pour recevoir en alternance l'extrémité inférieure dudit ensemble de tube intérieur et ledit ensemble de bouchon central.

6.- Appareil suivant l'une quelconque des

revendications précédentes, caractérisé en ce que l'ensemble de bouchon central comprend en plus un outil de diagraphie (112).

7.- Appareil suivant la revendication 6, caractérisé en ce que ledit outil de diagraphie comprend au moins un dispositif de détection comportant des capacités choisies dans le groupe comprenant : diagraphie à rayons gamma, dirigée, pression et température.

8.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que ledit outil de diagraphie comprend un moyen de transmission des informations (114) pour transmettre les informations de diagraphie à la surface.

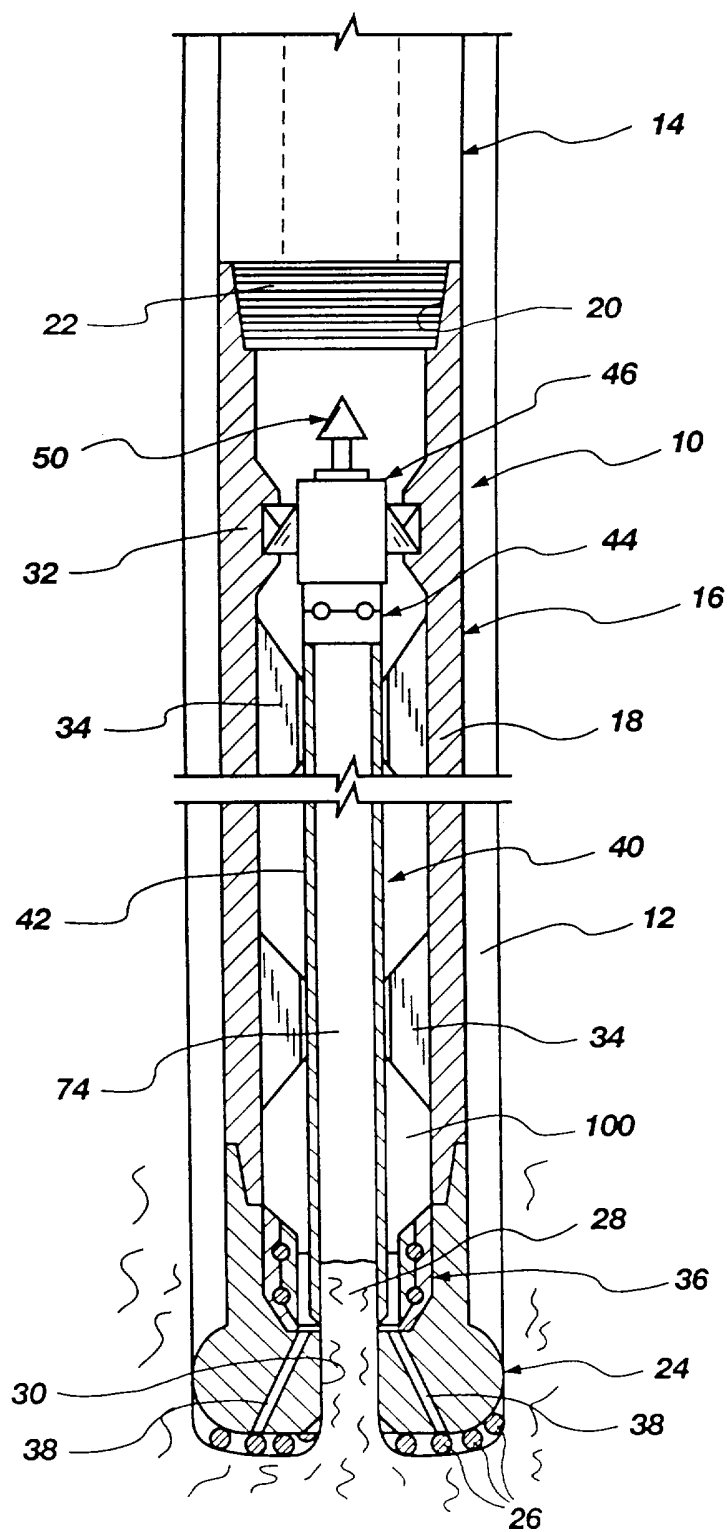
9.- Appareil suivant la revendication 8, caractérisé en ce que ledit moyen de transmission d'informations (114) comprend des moyens pour engager mécaniquement et électriquement un ensemble de tête à câble pour la transmission desdites informations à la surface.

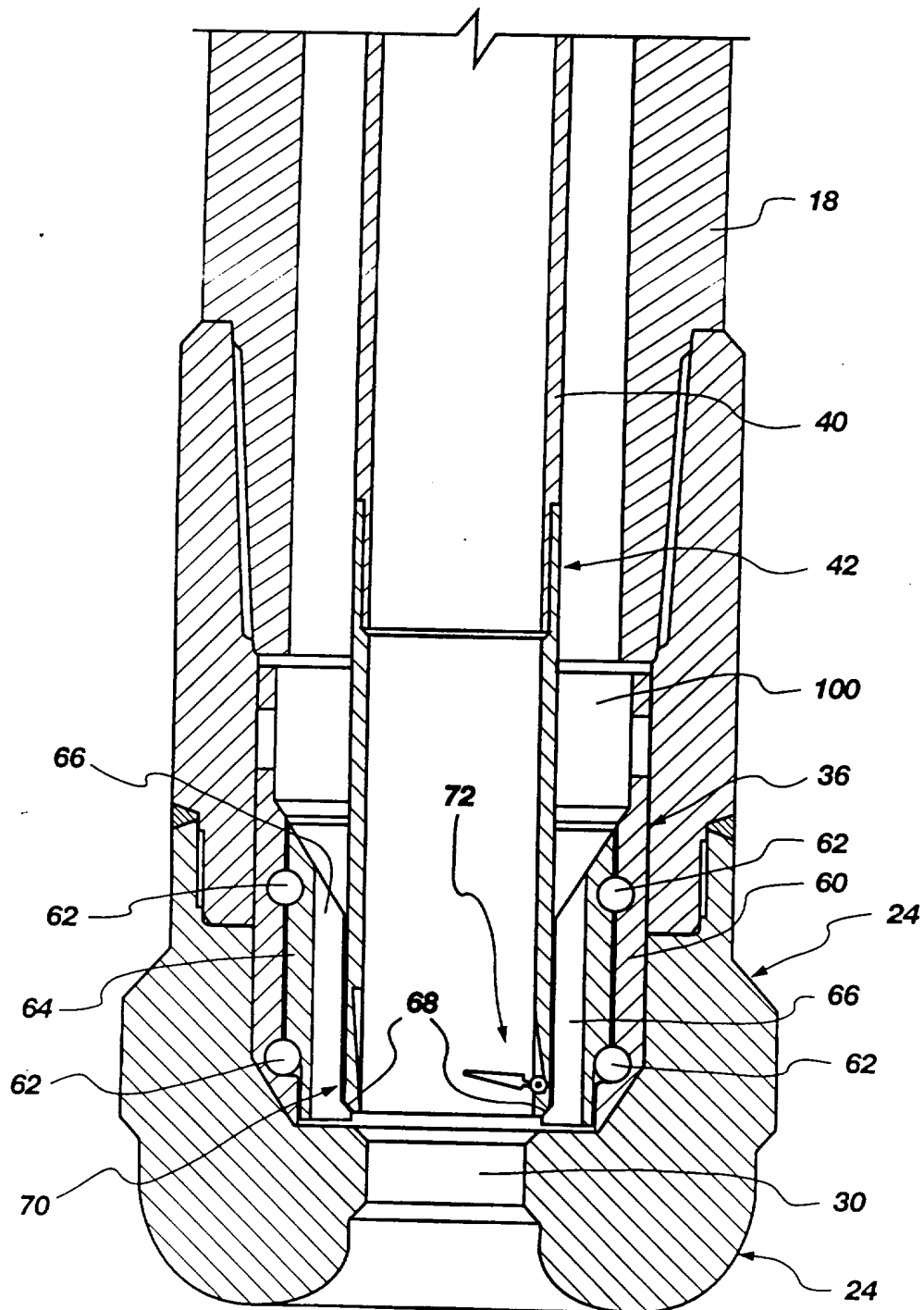
10.- Appareil suivant la revendication 8, caractérisé en ce que ledit moyen de transmission d'informations (114) comprend un ensemble de transmission d'informations par impulsions dans la boue.

11.- Appareil suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit trépan carottier DPC est un trépan carottier faiblement invasif possédant des éléments de coupe de calibrage intérieur placés tout près de l'extrémité inférieure dudit tube intérieur lorsque ledit ensemble de tube intérieur est disposé dans ledit tube carottier extérieur, et ledit tube intérieur inclut un sabot de carottage comprenant une partie inférieure se terminant juste à côté desdits éléments de coupe de calibrage intérieur et dans lequel ledit trépan carottier et ledit sabot de carottage sont agencés et configurés pour minimiser l'exposition d'une carotte en cours de découpage au fluide de forage.

12.- Appareil suivant l'une quelconque des

revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit tube intérieur (42) contient une quantité de gel non invasif pour l'encapsulation d'un échantillon carotté (28) entrant dans ledit tube intérieur (42) après avoir été découpé par ledit
5 trépan carottier (24).

**Fig. 1**

**Fig. 2**

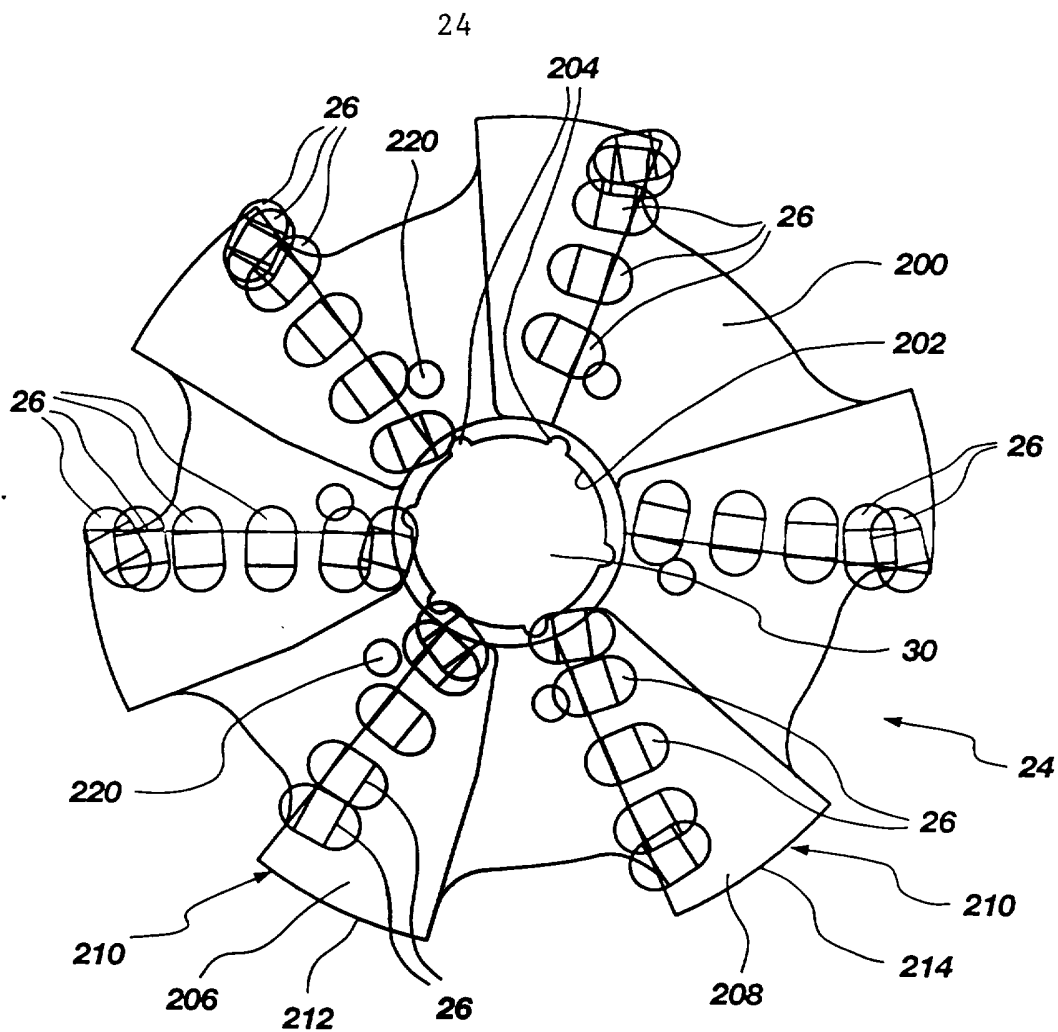


Fig. 4

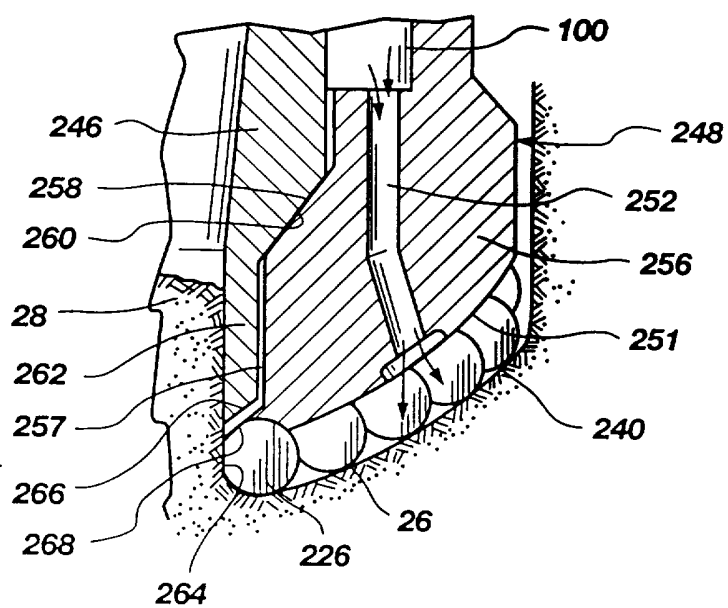


Fig. 5



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 5742
BE 9500786

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)
Y	US 2 708 103 A (E B WILLIAMS, JR) 10 mai 1955 * colonne 1, ligne 15 - ligne 47 * * colonne 2, ligne 8 - colonne 3, ligne 50; figures 1-5 * ---	1,2,4, 6-12	E21B25/02 E21B10/64
Y	US 3 951 219 A (CORTES ABEL C) 20 avril 1976 * colonne 1, ligne 45 - colonne 2, ligne 13 * * colonne 3, ligne 23 - ligne 53 * * colonne 4, ligne 65 - colonne 5, ligne 10 * * abrégé; figures 1-6 * ---	1,2,4, 6-12	
D,Y	US 4 982 802 A (WARREN TOMMY M ET AL) 8 janvier 1991 * colonne 1, ligne 38 - ligne 48 * * colonne 2, ligne 61 - ligne 65 * * colonne 4, ligne 61 - ligne 67 * * abrégé; figure 1 * ---	1,2,4	
Y	US 4 955 438 A (JUERGENS RAINER ET AL) 11 septembre 1990 * colonne 1, ligne 16 - ligne 44 * * abrégé; revendications 1-6; figure 2 * ---	6-11	
Y	GB 2 188 352 A (BRITISH PETROLEUM CO PLC) 30 septembre 1987 * page 1, ligne 103 - page 2, ligne 10 * ---	10	
D,Y	EP 0 621 396 A (BAKER HUGHES INC) 26 octobre 1994 * page 4, ligne 26 - ligne 51 * * abrégé * ---	12	
A	US 2 181 394 A (C A DEAN) 28 novembre 1939 * le document en entier * -----	1	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
10 novembre 1998		Garrido Garcia, M	
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	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 5742
BE 9500786

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

10-11-1998

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2708103 A	10-05-1955	AUCUN	
US 3951219 A	20-04-1976	FR 2226544 A AU 6800574 A DE 2418392 A GB 1453531 A JP 50009502 A NL 7405173 A	15-11-1974 23-10-1975 07-11-1974 27-10-1976 31-01-1975 21-10-1974
US 4982802 A	08-01-1991	AUCUN	
US 4955438 A	11-09-1990	DE 3813508 C CA 1327035 A EP 0338367 A	12-10-1989 15-02-1994 25-10-1989
GB 2188352 A	30-09-1987	AUCUN	
EP 0621396 A	26-10-1994	US 5360074 A AU 6061494 A CA 2121768 A DE 69411070 D NO 941435 A US 5560438 A US 5482123 A	01-11-1994 27-10-1994 22-10-1994 23-07-1998 24-10-1994 01-10-1996 09-01-1996
US 2181394 A	28-11-1939	AUCUN	