

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 06356

(54) Procédé et équipement de forage d'une couche souterraine contenant des hydrocarbures, sans utilisation de boue de forage.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). E 21 B 7/00; B 01 D 21/24; E 21 B 21/00, 34/00, 43/34.

(22) Date de dépôt..... 24 mars 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 39 du 1-10-1982.

(71) Déposant : ETUDES ET FABRICATIONS FLOPETROL, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : André R. Bousigues et André M. Miens.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Henri Dupont, Flopetrol, service des brevets,
228, rue Einstein, 77000 Vaux-le-Pénil.

La présente invention se rapporte à un procédé et à un appareillage de forage d'une couche souterraine contenant des hydrocarbures.

Dans les forages rotatifs des puits de pétrole, on utilise un trépan suspendu à l'extrémité inférieure d'un train de tiges de forage que l'on fait tourner depuis la surface. Un liquide, appelé habituellement boue de forage, est injecté depuis la surface dans le train de tiges, descend jusqu'au trépan en le traversant et remonte à la surface par l'espace annulaire compris entre les tiges de forage et la paroi du puits foré. La circulation de boue assure le refroidissement du trépan et la remontée en surface des déblais de forage. Quant à la boue elle-même, le réglage de sa densité permet de maintenir constamment une pression hydrostatique (due au poids de la colonne de boue) supérieure à la pression des hydrocarbures de la couche, de façon à éviter l'éruption du puits.

Cependant, lorsqu'on fore à très grande profondeur, donc lorsque la pression hydrostatique due à la colonne de boue est importante, ou lorsque la porosité et la perméabilité de la couche sont suffisamment élevées, la boue de forage pénètre dans la formation souterraine et l'envahit. Il en résulte une perte de boue de forage, mais aussi des dommages à la formation qui se traduisent par une diminution de productivité du puits. Une façon de palier cet inconvénient consiste à utiliser pour boue de forage un fluide léger, tel que l'eau. Cependant, la pression hydrostatique exercée sur la couche peut encore être trop forte et le risque de perte de la boue dans la formation subsiste.

Dans certains cas, on peut injecter un gaz (généralement de l'air) avec la boue de circulation pour obtenir une boue aérée de façon à diminuer la pression hydrostatique sur la formation. Un autre procédé consiste à utiliser un fluide à base de mousse, c'est-à-dire une structure de bulles de gaz entourée d'un film liquide formant un essaim élastique capable de véhiculer les débris de forage dans l'espace annulaire. Toutefois, lorsque l'on fore une formation perméable à très grande porosité, l'équilibre entre la pression de formation et la pression hydrostatique du fluide de forage est difficile à réaliser et, alternativement, on passera d'une situation de perte du fluide de forage dans la formation à l'éruption du fluide de la formation dans le puits, ce qui peut conduire à de graves incidents, tel que l'éruption du puits.

Une autre solution consiste à placer des bouchons de ciment et à forer au travers de ces bouchons. Cependant, après avoir foré une profondeur de 25 à 50m, on assiste à nouveau à des pertes de boue dans la formation et il est alors nécessaire d'installer un nouveau bouchon
5 de ciment. Il en résulte des pertes de temps et d'argent importantes. De plus, il y a un risque de réouverture des brèches colmatées.

Une autre méthode est décrite dans le brevet français n° 2 407 337. Elle consiste à équilibrer la pression hydrostatique du fluide de forage avec la pression de la formation par double circulation : la circulation
10 d'un fluide de densité déterminée à la partie inférieure du puits et la circulation d'un fluide d'entraînement de plus faible densité à la partie supérieure du puits, ce dernier fluide entraînant la circulation du fluide se trouvant à la partie inférieure. L'espace d'entraînement de la circulation inférieure au moyen de la circulation supérieure est
15 utilisé comme lieu de séparation des déblais entraînés par la circulation inférieure, les déblais étant accumulés dans des paniers en forme de couronnes entourant le train de tiges de forage. Cette méthode est difficile à mettre en oeuvre et on constate qu'elle ne résout que
20 à la surface.

L'objet de la présente invention est de palier les inconvénients de ces méthodes antérieures en proposant une solution suivant laquelle la formation ne subit aucun dommage, les déblais de forage sont remontés à la surface et la sécurité est suffisante pour éviter toute
25 éruption du puits.

A cette fin, l'invention propose un procédé de forage rotatif d'une couche souterraine communiquant avec un puits et contenant des hydrocarbures à une pression suffisante pour que le puits soit naturellement éruptif, ledit forage étant effectué à l'aide d'un
30 trépan fixé à l'extrémité d'un train de tiges de forage, caractérisé en ce qu'il consiste à forer ladite couche sans l'aide de boue de forage et à laisser circuler lesdits hydrocarbures de ladite couche jusqu'à la surface par l'intérieur dudit train de tiges de façon à refroidir et à lubrifier le trépan et à transporter les déblais de
35 forage jusqu'à la surface.

Selon une caractéristique de l'invention, on utilise un ensemble de manipulation de tiges sous pression, au moins tant que le poids du train de tiges n'est pas suffisant pour contrebalancer la pression exercée sur le train de tiges par les hydrocarbures.

5 L'invention a également pour objet un équipement de forage rotatif utilisé pour forer une couche souterraine productrice d'hydrocarbures du type comportant un trépan fixé à l'extrémité d'un train de tiges, caractérisé en ce qu'il comporte une vanne
10 située au-dessus du trépan de façon à pouvoir fermer l'extrémité inférieure du train de tiges, un ensemble de vannes placées chacune entre deux tiges de forage successives, lesdites tiges ayant été ajoutées au train de tiges peu avant et pendant le forage de ladite couche productrice, et un séparateur situé en surface et connecté à l'extrémité supérieure de la tige carrée d'entraînement par l'inter-
15 médiaire d'un conduit et d'une tête de rotation, ledit séparateur ayant au moins une sortie à sa partie inférieure pour l'évacuation des déblais de forage.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un mode d'exécution de l'invention donné à titre d'exemple
20 explicatif mais non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent dans lesquels :

- la figure 1A représente la partie supérieure de l'équipement de forage permettant de mettre en oeuvre le procédé de l'invention, la figure 1B montrant schématiquement le dispositif de manipulation
25 de tiges sous pression utilisé pendant la descente et la remontée du train de tiges dans le puits,
- la figure 2 représente la partie inférieure de l'équipement de forage,
- la figure 3 illustre une phase du procédé de l'invention au cours
30 de laquelle on ajoute des tiges au train de forage lorsque l'on fore la couche productrice, et

- la figure 4 représente le séparateur utilisé pour séparer les déblais de forage des hydrocarbures remontés à la surface.

Selon la présente invention, le fluide produit par la couche souterraine qu'on est en train de forer est utilisé pour remonter
5 les déblais de forage à la surface et pour refroidir le trépan. Le fluide produit passe directement de la couche productrice à travers le trépan dans les tiges de forage pour remonter à la surface où ses différents constituants gazeux, liquides et solides sont séparés. Pour le forage de la couche productrice, on n'utilise donc pas de
10 boue de forage.

L'appareillage nécessaire à la mise en oeuvre du procédé est illustré sur les figures 1, 2 et 4. Cet appareillage est utilisé à titre d'exemple, à partir d'une plate-forme de forage en mer. Cependant, l'invention s'applique aussi aux forages à terre. Sur la figure 1A, la
15 tour de forage 10 est représentée, très schématiquement, montée sur le plancher de forage 12 de la plate-forme. A la partie supérieure de la plate-forme est suspendu le mouflage comprenant un moufle fixe, non représenté, relié par un câble 14 au moufle mobile 16. Un crochet 18 fixé au moufle mobile tient en suspension le train de tiges de forage
20 par une anse 20. La partie supérieure du train de tiges de forage comporte une tête d'injection 22 reliée à un flexible 24 par un col de cygne 26. En forage rotatif conventionnel, la boue de forage circule dans le train de tige du haut en bas et remonte dans l'espace annulaire compris entre le train de tiges et la paroi du puits foré. La boue de
25 forage est normalement injectée à travers la tête d'injection 22 par le flexible 24 relié à un bac à boue par l'intermédiaire d'une pompe. Selon une caractéristique de la présente invention, on n'utilise pas de boue de forage mais on laisse le fluide produit par la couche souterraine remonter en surface par sa propre pression à l'intérieur du train de
30 tige de forage, le fluide entraînant jusqu'à la surface les déblais de forage. Un mélange constitué du fluide produit par la couche et de déblais passe donc à travers la tête d'injection et le flexible 24. Ce mélange est acheminé par le flexible jusqu'à l'entrée 28 d'une unité de séparation spéciale représentée sur la figure 4. Cette unité a

pour fonction de séparer les différents constituants du mélange, à savoir, le gaz éventuellement produit par la couche, ou libéré par les hydrocarbures liquides les liquides formés des hydrocarbures et de l'eau éventuellement mélangée aux hydrocarbures et les solides composés des déblais de forage.

Le train de tiges de forage est du type généralement utilisé pour le forage rotatif conventionnel, à l'exception de quelques éléments qui permettent de mettre en oeuvre l'invention. Le train de tiges comporte tout d'abord une tige carrée 30 comportant à sa partie supérieure une vanne de tige carrée 32. Comme il sera indiqué par la suite, le procédé selon la présente invention nécessite pour sa mise en oeuvre plusieurs vannes de tiges carrées, lesquelles peuvent être des vannes à opercule à quart de tour pour passer des positions d'ouverture à fermeture, et inversement. La tige carrée traverse le plancher de forage 12 au travers de la table de rotation laquelle comporte d'une façon classique un corps 34 et une partie tournante 36. La rotation de cette dernière permet de faire tourner la tige carrée et donc le trépan par l'intermédiaire du train de tiges. Des coins de retenue 38 sont fixés sous la table de rotation. Ils empêchent, si nécessaire, l'éjection du train de tiges du puits sous l'effet de la pression du fluide produit par la couche. Les coins 38 sont alors prévus pour se fermer automatiquement si la partie tournante de la table de rotation s'arrête et si on constate une perte de poids suspendu au crochet 18 (due par exemple à la cassure du train de tiges). La partie inférieure de la tige carrée comporte également une vanne de tige carrée 40. Le train de tiges comporte plusieurs vannes de tiges carrées, pour des raisons expliquées par la suite, représentées par 42 et 44 dans le train de tiges. Le train de forage comporte de multiples tiges de forage 46 vissées bout à bout.

Sur la figure 2 qui représente la partie inférieure du train de forage, les diamètres des outils et du cuvelage ont été agrandis pour plus de clarté. La dernière tige de forage 48 est vissée à une massetige 50 à l'extrémité de laquelle est vissé un centreur 52. Le train de tiges comporte plusieurs centreurs qui n'ont pas été représentés par souci de simplification. Il comporte ensuite plusieurs massetiges 54 ainsi qu'un raccord amagnétique 56 destiné à recevoir un instrument de mesure pour déterminer la déviation (inclinaison et azimuth) du puits. Selon l'une des caractéristiques de l'invention,

le train de forage comporte un raccord à portée intérieure 58 dans lequel peut être fixée de façon amovible une vanne à clapet anti-retour 60. Cette vanne peut être installée ou repêchée depuis la surface à l'intérieur du train de tiges à l'aide d'un câble enroulé sur le
5 tambour d'un treuil. Pour descendre le train de tiges, la vanne 60 est au préalable installée dans son raccord 58. Elle est remontée à la surface juste avant de forer la couche productrice et elle est remplacée dans son logement lorsqu'on désire remonter le train de tiges (pour changer de trépan par exemple). Le raccord 58 est fixé au trépan
10 62 par l'intermédiaire du raccord de trépan 64.

La formation souterraine productrice d'hydrocarbures est représentée par 66 sur la figure 2. La partie du puits située au-dessus de la zone 66 comporte un cuvelage 68 s'étendant jusqu'à la surface au niveau du plancher bas 70 de la plate-forme. Ce plancher bas est situé
15 au-dessus de la surface de l'eau 72. La partie supérieure du cuvelage 68 est fixée à la partie inférieure à l'aide d'un dispositif anti-éruption 74 lequel comporte de façon classique un obturateur 76 à fermeture totale, un obturateur de sécurité 78 à cisaillement (permettant éventuellement de fermer le puits en cisillant le train de tiges),
20 et deux obturateurs de sécurité à mâchoires 80 et 82 pour des tiges respectivement de gros et de petit diamètre. Le dispositif anti-éruption comporte enfin un obturateur de sécurité annulaire 84 situé à hauteur du plancher intermédiaire 86 de la plate-forme. Au-dessus du dispositif anti-éruption 74, se trouvent un organe 90 de suspension du train de
25 tiges, un obturateur de sécurité annulaire 92 et un obturateur annulaire rotatif 93. La sortie latérale 94 est munie d'une vanne 96 de contrôle de pression permettant de maintenir dans l'espace annulaire une pression de valeur pré-réglée par la vanne 96. Lorsque la pression dépasse cette valeur, la vanne s'ouvre et laisse s'échapper un mélange de gaz et de
30 pétrole brut, lesquels sont séparés dans un séparateur 98 à la sortie duquel le gaz est brûlé par une torchère 100. Le pétrole brut est brûlé à l'aide d'un brûleur 102, tel que décrit par exemple dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3,894,831. Le pétrole brut dégazé peut aussi être stocké dans un bac.

La pression du puits a tendance à éjecter le train de tiges du puits. Lorsque le poids du train de tiges est insuffisant pour contrebalancer cette force d'éjection, il est nécessaire de manipuler le train de tiges de forage à l'aide d'un appareil de manipulation de tiges sous pression ("snubber" en anglais), tel que celui représenté schématiquement sur la figure 1B. Cet appareil est donc utilisé pour descendre le train de tiges dans le puits depuis le début des opérations jusqu'au moment où le poids du train de tiges devient supérieur à la force d'éjection des tiges due à la pression du puits. Ensuite, cet ensemble de manipulation de tiges sous pression est démonté et mis de côté, le train de tiges étant alors manipulé et supporté uniquement à l'aide du mouflage 18 décrit précédemment. L'appareil est à nouveau utilisé à la remontée du train de tiges. L'appareil représenté schématiquement sur la figure 1B comporte une structure inférieure 104 montée sur le plancher de forage 12 de la plate-forme. Cette structure inférieure supporte au moins deux cylindres 106 dans lesquels se déplacent deux pistons 108. Un ensemble de coins de retenue 110 est fixé au piston 108, de façon à effectuer un mouvement de bas en haut et de haut en bas. Une enceinte de travail 112 est fixée immobile à la hauteur des cylindres 106. Un ensemble de coins de retenue 114 est fixé immobile à la structure inférieure 104, dans l'axe de l'ensemble supérieur de coins de retenue 110. La partie tournante 36 de la table de rotation a été enlevée car elle n'est pas utilisée simultanément avec l'appareil de manipulation de tiges sous pression. Il existe de nombreux types d'appareils de manipulation de tiges sous pression et l'appareil montré sur la figure 1B n'est qu'un exemple. Ce type d'appareil est par exemple décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique 3,096,075.

Pour décrire le procédé selon l'invention, on suppose que le puits a déjà été foré jusqu'à atteindre la couche productrice 66 et que le train de forage a été remonté en surface. Il est donc tout d'abord nécessaire d'introduire dans le puits sous pression le train de tiges de forage représenté sur les figures 1A et 2.

Tout d'abord, on ferme l'obturateur à fermeture totale 76. Puis l'obturateur rotatif 93 est démonté de façon à laisser un diamètre de passage suffisant pour les outils. L'extrémité inférieure du train de tiges, c'est-à-dire le trépan 62 avec son raccord 64, le

5 raccord à porté intérieure 58 avec la vanne 60, le raccord amagnétique 56 et les masses-tiges 54 jusqu'au centreur 52, est introduit dans le sas constitué par les divers équipements de sécurité compris entre l'obturateur annulaire 92 et l'obturateur à fermeture totale 76. Pour ces opérations, l'appareil de manipulation de tiges sous pression

10 représenté sur la figure 1B est utilisé. L'obturateur annulaire 92 est fermé autour des masses-tiges et la pression en amont et en aval de l'obturateur à fermeture totale 76 est équilibrée, ce qui permet d'ouvrir cet obturateur. Les masses-tiges peuvent alors être descendues dans le puits.

15 Lorsqu'un centreur 52 doit être ajouté en surface entre deux tiges du train de tiges, on procède de la façon suivante. Le centreur que l'on veut ajouter est vissé entre deux tiges successives du train de tiges. L'obturateur de sécurité annulaire 84 est fermé et la partie du puits située au-dessus de cette vanne est mise à la pression

20 atmosphérique. Le train de tiges de forage est alors descendu jusqu'à ce que l'obturateur soit situé entre les deux obturateurs annulaires 84 et 92. Ce dernier est ensuite fermé. L'espace compris entre les deux obturateurs annulaires 84 et 92 est remplacé à la pression du puits de façon à permettre l'ouverture de l'obturateur 84. La descente du train

25 de tiges de forage peut alors être continuée contre la pression du puits. Pour ce faire, les coins de retenue 114 (figure 1B) maintiennent le train de tiges alors que les coins de retenue 110 sont relâchés. Les pistons 108 sont alors actionnés vers le haut de façon à monter les coins de retenue 110, donc le train de tiges, d'une hauteur correspon-

30 dant à la course des pistons. Les coins 114 sont ensuite manoeuvrés pour enserrer le train de tiges. Les coins 114 sont relâchés et les pistons 108 sont actionnés vers le bas pour faire descendre les coins 110, donc le train de tiges, d'une hauteur correspondant à la course des pistons. Les coins 114 sont alors manoeuvrés pour maintenir le train de

35 tiges immobile et ainsi de suite. Lorsque le poids du train de tiges descendu dans le puits est suffisant pour contrebalancer la force ascendante exercée par la pression du puits sur les tiges, l'obturateur rotatif 93 est remis en place, l'obturateur annulaire 92 est ouvert

après équilibrage des pressions en amont et en aval et l'appareil de manipulation de train de tiges sous pression de la figure 1 est démonté. La descente du train de tiges s'effectue alors de façon classique à l'aide du moufle mobile 16 et du crochet 18, en ajoutant
5 des tiges de forage jusqu'à ce que le trépan atteigne le fonds du puits. Pendant toute cette opération, la partie interne inférieure du train de tiges est obturée par la vanne 60.

Pendant la descente du train de tiges, ce dernier est constamment rempli de gas-oil de façon que le puits ne se mette pas en éruption
10 lorsque la vanne 60 est enlevée.

Les étapes suivantes qui consistent à forer dans la couche productrice sont illustrées sur la figure 3. L'étape A représente schématiquement le repêchage de la vanne 60 située au-dessus du trépan. Pour ce faire, une vanne à opercule 118 est installée à
15 l'extrémité supérieure du train de tiges en position ouverte et un équipement classique de travail au câble est installé sur le plancher de forage 12. Cet équipement comporte un treuil 120, un câble 122 au bout duquel est attaché un outil approprié pour le repêchage de la vanne, une poulie 124 et un sas avec graissage sous
20 pression 126. Cette opération est classique dans l'industrie pétrolière. Lorsque la vanne repêchée arrive au-dessus de la vanne de tige carrée 118, cette dernière est fermée et le sas de travail au câble 126 est placé à la pression atmosphérique puis démonté. Ensuite, la tige carrée 30 avec sa vanne 32, la tête d'injection 22 avec le col
25 de cygne 26 et le flexible 24 sont installés au-dessus de la vanne à opercule 118. Cette dernière est alors ouverte et les fluides présents dans le puits et produits par la couche productrice s'écoulent alors jusqu'à la surface au travers du train de tiges de forage, de la tête d'injection 22 et du flexible 24.

Lorsqu'on a fini de forer une profondeur correspondant à la longueur d'une tige de forage, il est nécessaire de rajouter une autre tige. On procède alors de la façon indiquée par les étapes B, C, D et E sur la figure 3. La vanne 118 située à l'extrémité supérieure du train de tiges de forage est fermée (étape B). A l'aide
35 du mouflage de la tour de forage, on vient chercher la tige suivante 130 au sommet de laquelle est installée une vanne de tige carrée 132 en position ouverte. L'extrémité inférieure de la tige 130 est vissée à la vanne 118, laquelle est ensuite ouverte.

On est alors prêt à forer à des profondeurs correspondant à la longueur de la tige 130 (étape C). Les hydrocarbures produits par la couche remontent jusqu'à la surface au travers du train de tiges, de la tête d'injection 22 et du flexible 24, entraînant
 5 avec eux les déblais de forage.

Lorsque la couche productrice a été forée sur une profondeur correspondant à la longueur de la tige 130, il est alors nécessaire d'ajouter une nouvelle tige (étape D). Pour ce faire, on ferme la vanne 132, on dévisse la tige carrée 30 et on vient visser l'extrémité
 10 de la tige carrée à une vanne à opercule 136 placée en position d'ouverture et vissée à l'extrémité supérieure de la tige suivante 134. Cette dernière est alors vissée à la vanne 132, laquelle est ensuite ouverte. On est ainsi prêt à forer à nouveau (étape E). On procède ensuite de la même façon à chaque fois que l'on veut rajouter une tige
 15 de forage. On remarque que deux tiges consécutives sont séparées par une vanne à opercule. Ainsi, pour ajouter une tige de forage T_{n+1} de rang $(n+1)$, on ferme la vanne V_n de rang n compris entre la tige carrée d'entraînement et la dernière tige du train de forage T_n de rang n . Puis on dévisse la tige carrée d'entraînement et on visse la
 20 tige T_{n+1} et la vanne V_{n+1} de rang $n+1$ en position d'ouverture, à l'extrémité inférieure de la tige carrée. Enfin, on visse l'extrémité inférieure de la tige T_{n+1} avec la vanne V_n de rang n et on ouvre cette vanne.

En arrivant à la surface, les hydrocarbures produits par la couche
 25 et les déblais remontés à la surface par ces hydrocarbures sont envoyés par le flexible 28 à une unité de séparation représentée sur la figure 4. La fonction de cette unité est de séparer les diverses phases entre elles : la phase gazeuse, les phases liquides (eau et hydrocarbures) et la phase solide (les déblais de forage). Le flexible 28 est relié
 30 à l'entrée 140 d'un séparateur quatre phases 142 par l'intermédiaire d'une duse ajustable 144 (ou d'un ensemble de duses). C'est à l'intérieur de ce séparateur que sont séparés les gaz 146, les hydrocarbures liquides 148 et l'eau 150. Le séparateur comporte un couvercle de sécurité 152 qui se déchire si la pression à l'inté-
 35 rieur du séparateur dépasse une valeur prédéterminée. Le séparateur

comporte une sortie 154 pour les gaz, lesquels sont acheminés vers une torchère 156 à travers une vanne 158, une sortie 160 pour les hydrocarbures liquides à travers une vanne 162 vers une citerne de stockage, et une sortie 164 située au fond du séparateur et par laquelle tombent les déblais de forage.

Le séparateur quatre phases comporte également une colonne à indication de niveaux 166 munie de détecteurs de niveaux d'hydrocarbures liquides 168 et d'eau 170. Le détecteur de niveau d'hydrocarbures liquides 168 contrôle par la ligne 172 l'ouverture et la fermeture de la vanne 162 de façon à garder constant le niveau d'hydrocarbures liquides 148. Le séparateur comporte également un manomètre 174 piloté par la ligne 176 l'ouverture ou la fermeture de la vanne 158 de façon à maintenir constante la pression des gaz 146 à l'intérieur du séparateur.

Deux récipients 178 et 180, destinés à recevoir les déblais de forage, sont situés sous le séparateur quatre phases 142 et reliés à la sortie 164 par des canalisations 181 et 182 comportant des vannes respectivement 184 et 186. Les sorties 188 et 190 des récipients respectivement 178 et 180 sont connectés à une canalisation d'amenée d'eau 192 par l'intermédiaire de vannes 194 et 196. Les sorties d'évacuation des déblais 198 et 200 sont reliées aux sorties 188 et 190 respectivement par les vannes 194 et 202 et par les vannes 196 et 204. Les récipients 178 et 180 sont munis de détecteurs de niveaux respectivement 206 et 208 qui déclenchent l'évacuation des déblais lorsqu'ils atteignent un certain niveau dans le récipient. Chacun des deux récipients comporte une sortie d'eau commandée par une vanne 210 pour le récipient 178 et 212 pour le récipient 180. Une canalisation 214 permet soit d'injecter de l'eau dans les récipients, soit de faire sortir l'eau des récipients.

L'unité de séparation quatre phases de la figure 4 fonctionne de la façon suivante. Le volume d'hydrocarbures liquides 148 présent dans le séparateur 142 est maintenu suffisant pour assurer le maintien du liquide pendant une durée d'au moins une minute de façon que les gaz contenus dans les liquides puissent être séparés du liquide.

Au départ, de l'eau est injectée par la conduite 192 dans les récipients 178 et 180 ainsi que dans le séparateur 142 jusqu'au niveau du détecteur 170. Le niveau est maintenu constant quelle que soit la quantité de solides recueillie dans les récipients 178 et 180, à l'aide du détecteur 170 pilotant les vannes 210 et 212 pour la sortie de l'eau. Les récipients 178 et 180 sont utilisés alternativement mais pas simultanément. Pour ce faire, l'une des deux vannes 184 et 186 est maintenue ouverte pendant que l'autre est fermée. En supposant que la vanne 184 soit fermée et la vanne 186 ouverte, les solides remontés à la surface vont se déposer au fonds du récipient 178. Lorsque le niveau atteint par les solides sera parvenu à une certaine hauteur détectée par le détecteur 206, ce dernier va commander la fermeture de la vanne 186 et l'ouverture de la vanne 184. Les déblais remontés à la surface vont alors s'accumuler au fond du récipient 180. La vanne 220 est ouverte de façon à relacher la pression à l'intérieur du récipient 198, puis les deux vannes 194 et 202 sont ouvertes de façon à vider le récipient 178. Le nettoyage du récipient s'effectue soit en injectant de l'eau sous pression par la canalisation 214 au travers de la vanne 220, avec évacuation par la sortie 198, soit par le chemin inverse en injectant de l'eau par la sortie 198. Les vannes 194 et 202 sont fermées et le récipient 178 est à nouveau rempli d'eau de façon à être prêt à fonctionner lorsque la quantité de déblais accumulés dans le récipient 180 dépasse un certain seuil détecté par le détecteur de niveau 208. On procèdera alors au vidage du récipient 180.

Les avantages de la présente invention sont nombreux. La circulation des fluides produits par la couche peut être ajustée à une valeur appropriée, par la duse 144, de façon à ne pas dépasser la capacité de séparation de l'unité montrée sur la figure 4 mais avec une circulation suffisante pour remonter les déblais de forage en surface. Le trépan est constamment refroidi et lubrifié par la circulation du fluide produit par la couche. On remarquera aussi que la formation ne subit ni dommage, ni pollution. De plus, il n'y a aucune perte puisque les hydrocarbures sont récupérés à la surface.

Il va sans dire que la présente invention ne se limite pas au seul mode de réalisation qui a été décrit à titre d'exemple mais d'autres formes de réalisations sont possibles sans sortir du cadre de l'invention telle que définie aux revendications annexées.

REVENDICATIONS

1. Procédé de forage rotatif d'une couche souterraine (66) communiquant avec un puits (68) et contenant des hydrocarbures à une pression suffisante pour que le puits soit naturellement éruptif, ledit forage étant effectué à l'aide d'un trépan (62)
 - 5 fixé à l'extrémité d'un train de tiges de forage (46,48,50,52,54), caractérisé en ce qu'il consiste à forer ladite couche sans l'aide de boue de forage et à laisser circuler lesdits hydrocarbures de ladite couche jusqu'à la surface par l'intérieur dudit train de tiges de façon à refroidir et à lubrifier le trépan et à transporter les
 - 10 déblais de forage jusqu'à la surface.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise un ensemble de manipulation de tiges sous pression (104-114), au moins tant que le poids du train de tiges n'est pas suffisant pour contrebalancer la pression ascendante exercée sur le train de tiges
 - 15 par lesdits hydrocarbures.
3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on obture la partie interne inférieure du train de tiges par une vanne (60) et en ce que l'on ouvre ladite vanne avant de forer ladite couche.
- 20 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que, peu avant et pendant l'opération de forage de ladite couche et à chaque fois que l'on ajoute une nouvelle tige au train de tiges de forage, on fixe au préalable une vanne (118) à l'extrémité supérieure de la tige à ajouter avant de visser ladite tige à la tige carrée (126)
 - 25 d'entraînement de forage de sorte que deux tiges consécutives ajoutées peu avant et pendant l'opération de forage de ladite couche soient séparées par une vanne.
5. Procédé selon la revendication 4 caractérisé en ce que, pour ajouter une tige de forage (134) T_{n+1} de rang $(n+1)$, on ferme la
 - 30 vanne (132) V_n de rang n comprise entre la tige carrée d'entraînement (30) et la dernière tige du train de forage (130) T_n de rang n , on dévisse ladite tige d'entraînement (30) ; on visse un ensemble comprenant ladite tige (134) T_{n+1} et une vanne (136) V_{n+1} en position

d'ouverture, à l'extrémité inférieure de ladite tige carrée (30), on visse l'extrémité inférieure de ladite tige (134) T_{n+1} avec ladite vanne V_n (132) de rang n et on ouvre ladite vanne (132) V_n .

6. Equipement de forage rotatif utilisé pour forer une couche
- 5 souterraine productrice d'hydrocarbures du type comportant un trépan (62) fixé à l'extrémité d'un train de tiges (46, 48, 50, 52, 54), caractérisé en ce qu'il comporte une vanne (58-60) située au-dessus du trépan de façon à pouvoir fermer l'extrémité inférieure du train de tiges, un ensemble de vannes (32-40-42) placées chacune entre
- 10 deux tiges de forage successives, lesdites tiges ayant été ajoutées au train de tiges peu avant et pendant le forage de ladite couche productrice et un séparateur (142-178-180) situé en surface et connecté à l'extrémité supérieure de la tige carrée d'entraînement (30) par l'intermédiaire d'un conduit (24) et d'une tête de rotation
- 15 (22), ledit séparateur ayant au moins une sortie (198-200) à sa partie inférieure pour l'évacuation des déblais de forage (188).

7. Appareillage de forage selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble de manipulation de tiges sous pression (104-114).

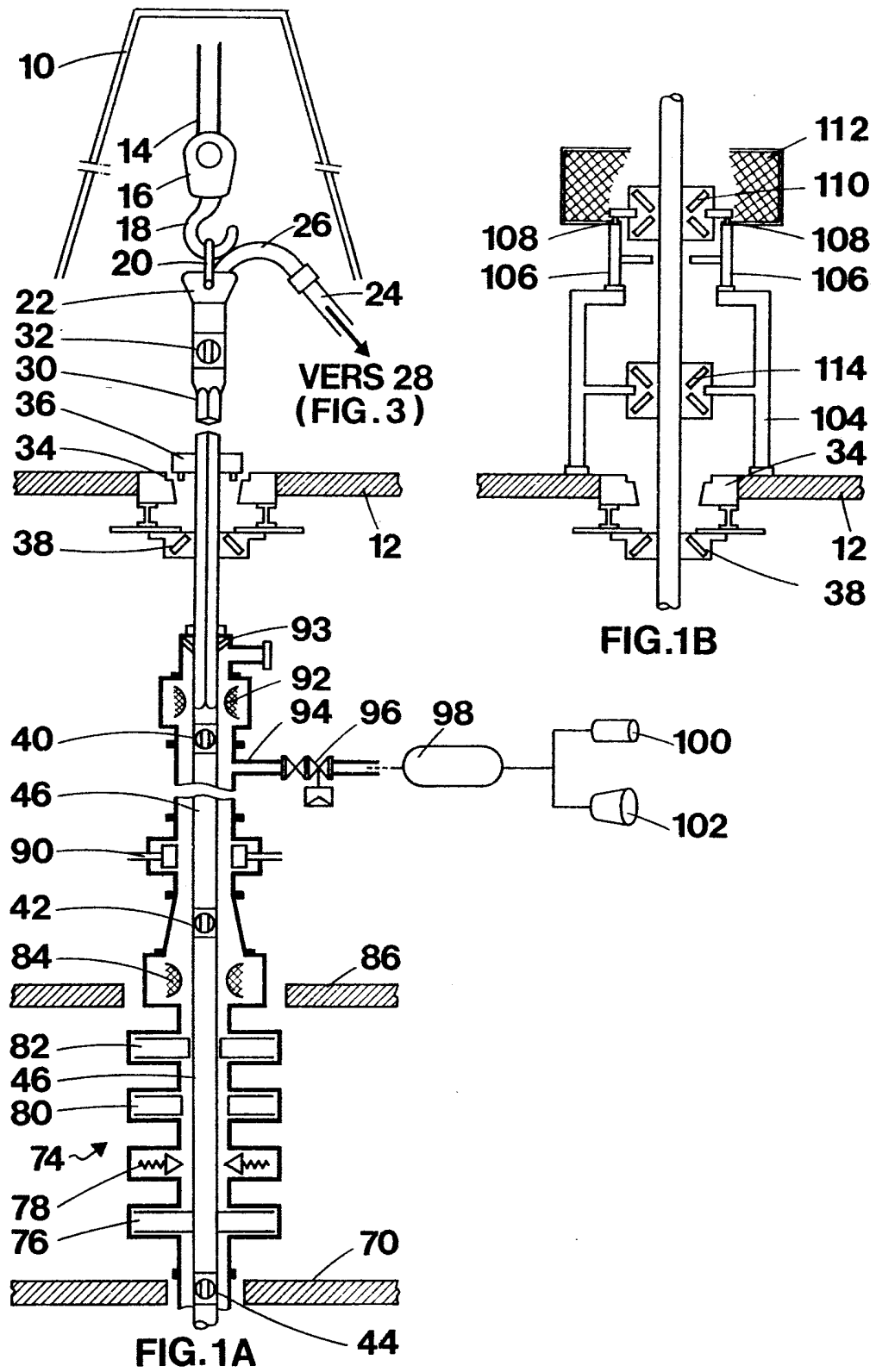


PLANCHE 2/4

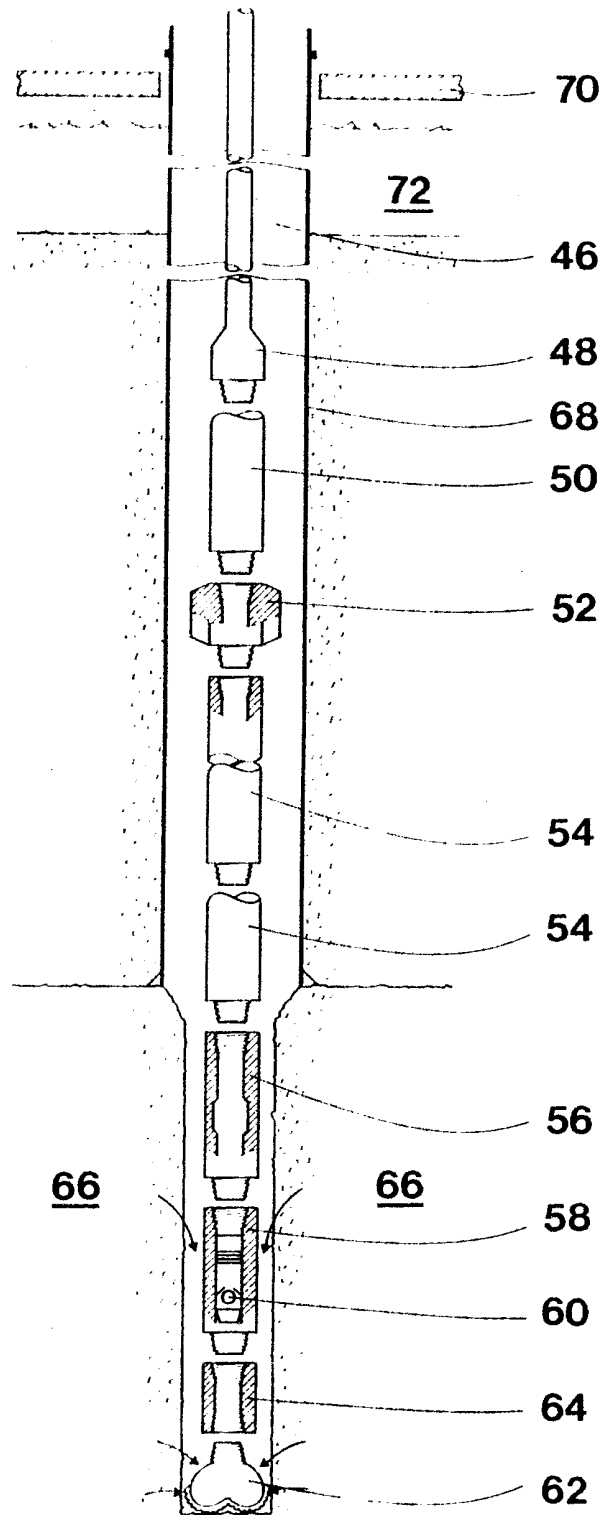


FIG. 2

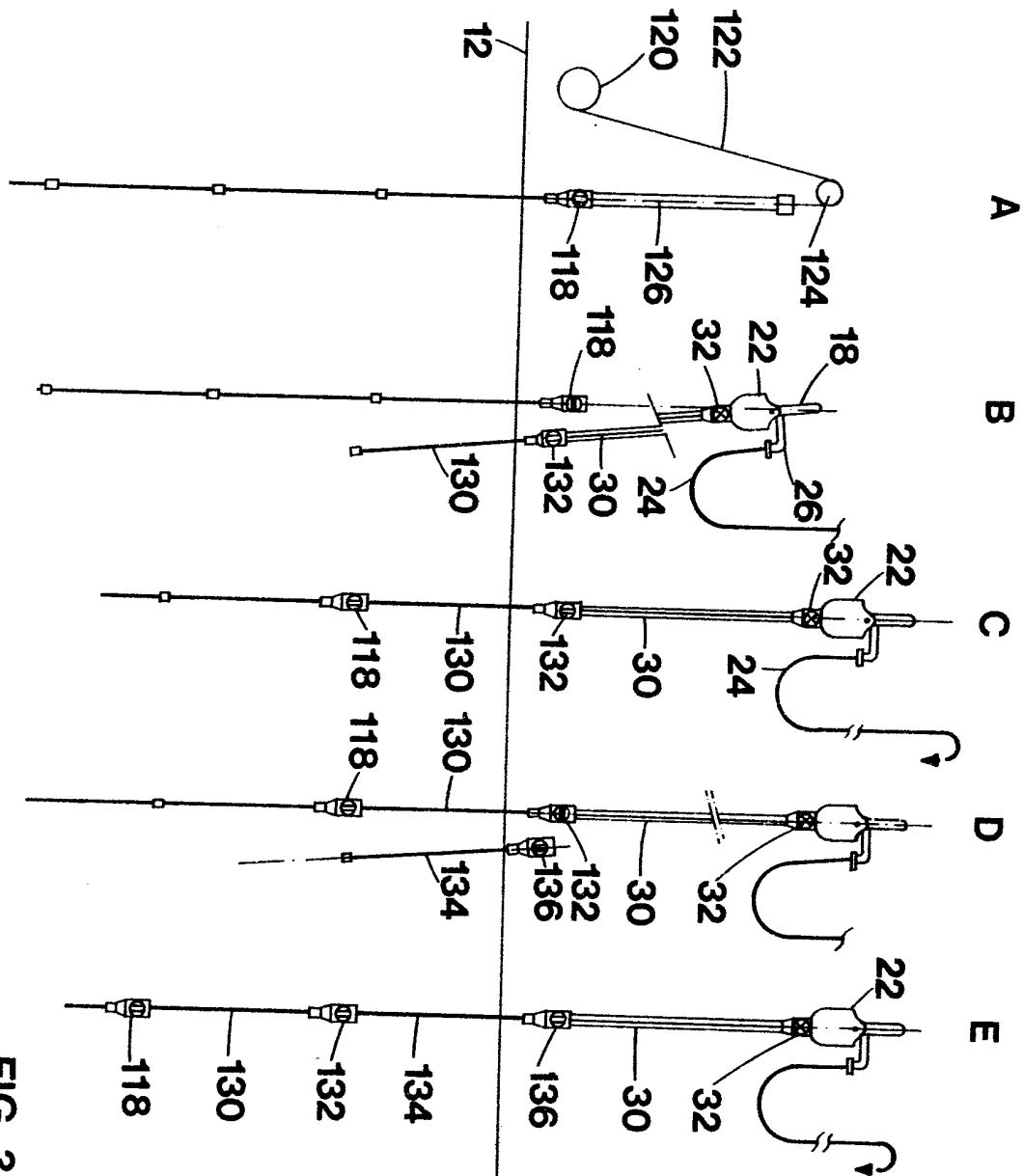


FIG. 3

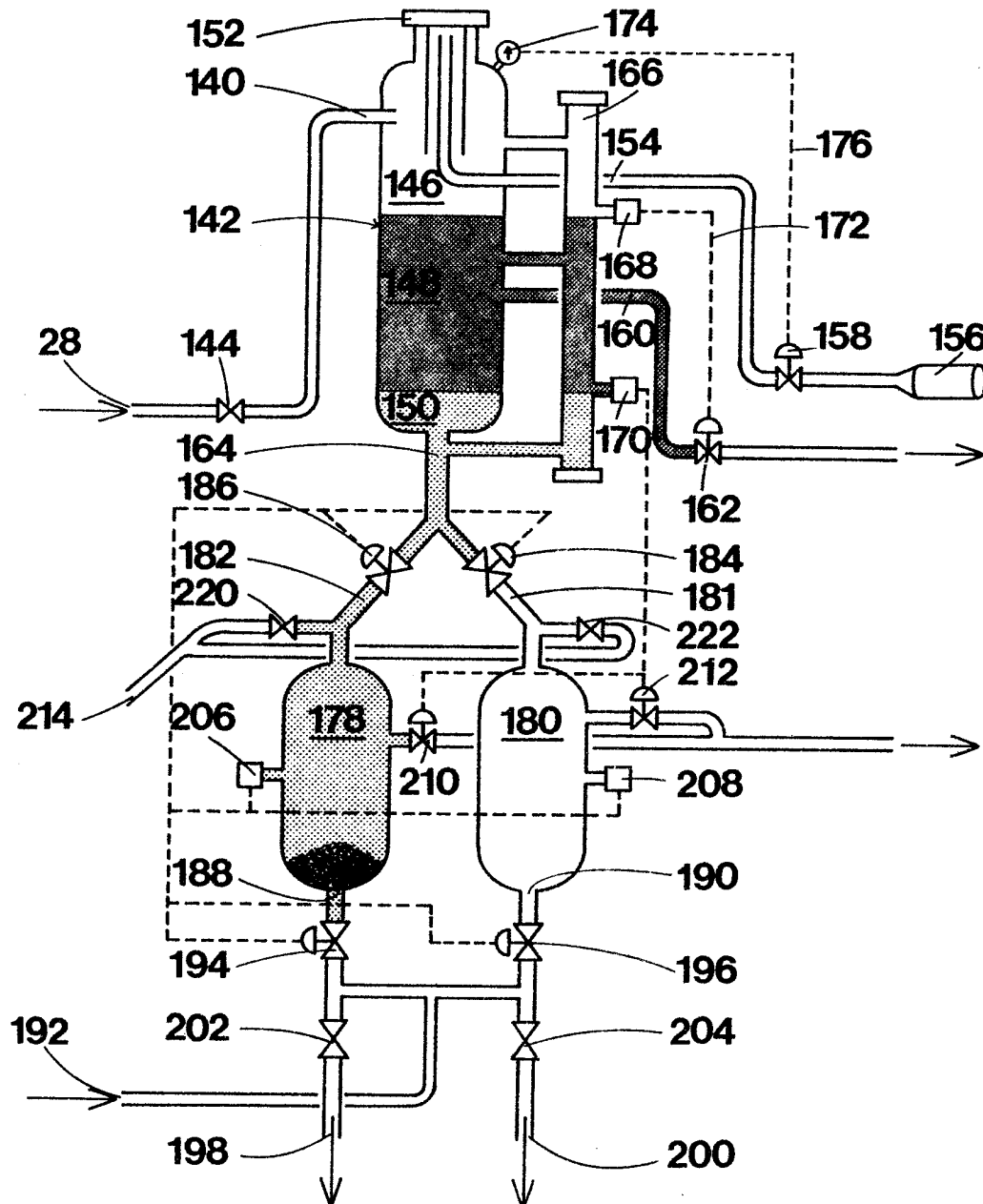


FIG. 4