



⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑬ Numéro de dépôt : **92401536.5**

⑭ Date de dépôt : **04.06.92**

⑮ Int. Cl.⁵ : **E21B 43/00, E21B 43/38,
E21B 43/28, E21B 43/12**

⑯ Priorité : **05.06.91 FR 9106806**

⑰ Date de publication de la demande :
09.12.92 Bulletin 92/50

⑲ Etats contractants désignés :
DE DK FR GB NL

⑳ Demandeur : **Société Française de Stockage
Géologique "GEOSTOCK" (Société à
responsabilité limitée)
7, rue E. et A. Peugeot
F-92563 Rueil-Malmaison Cédex (FR)**

㉑ Inventeur : **Collin, Robert
417, Boulevard du Cami Salie
F-64000 Pau (FR)**

㉒ Mandataire : **Pinguet, André
CAPRI sàrl, 19, rue Erlanger
F-75016 Paris (FR)**

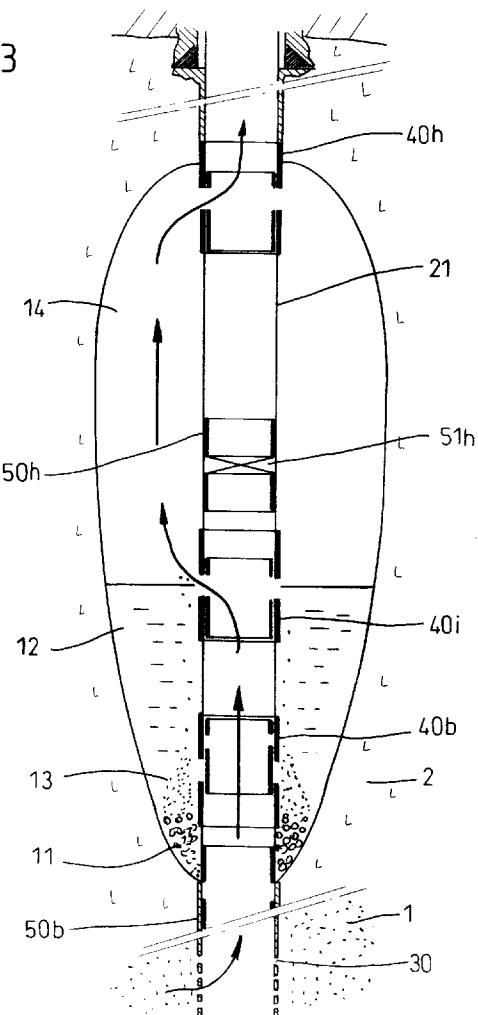
㉓ Procédé de production d'hydrocarbures, cavité souterraine pour le mettre en oeuvre et utilisation annexe de cette cavité.

㉔ Afin d'éviter la réduction de la productivité d'un puits communiquant avec un gisement d'hydrocarbures en sables non consolidés par suite du colmatage de ses filtres, le présent procédé de production prévoit de laisser venir le sable dans le puits, puis d'assurer sa décantation au sein d'une cavité (10) souterraine disposée non loin du fond du puits.

Ce procédé peut notamment être mis en oeuvre lorsque le gisement se trouve sous un banc de sel gemme (2), la cavité (10) étant alors lessivée à partir du puits lui-même.

D'une manière générale, il convient pour cela que le volume de la cavité (10) soit suffisamment grand pour que les hydrocarbures passant dans la cavité (10) soient animés d'une vitesse inférieure à la vitesse de sédimentation des sables dans les hydrocarbures selon leur viscosité à la température au sein de la cavité (10). L'invention se rapporte à de telles cavités ainsi qu'à une utilisation annexe de ces dernières en tant que stockage-tampon pour mettre en réserve provisoirement les hydrocarbures produits.

FIG.3



La présente invention a trait à un procédé de production d'hydrocarbures qui s'affranchit des problèmes liés aux venues de sable. Elle se rapporte également à une cavité souterraine pour mettre en oeuvre ce procédé ainsi qu'à une utilisation annexe de cette cavité.

Certains gisements d'hydrocarbures contiennent des sables qui, selon la terminologie de la Mécanique des Sols, s'ont non consolidés et donc susceptibles d'être entraînés avec le flux d'huile au sein du puits de production. Cela est particulièrement gênant, car les grains qui parviennent à remonter avec l'huile érodent peu à peu les différentes installations, tant de fond que de surface. Cela peut conduire à l'endommagement des vannes de sécurité du puits dont le fonctionnement en cas d'incident n'est dès lors plus assuré.

Jusqu'ici on a cherché à empêcher les venues de sable. Dans ce but, des filtres artificiels sont créés autour du tube de production au droit des perforations. Ce sont la plupart du temps des couches de sables et de graviers dont la granulométrie est choisie pour arrêter les sables du gisement sans pour autant aboutir à un colmatage vis-à-vis des hydrocarbures (voir les techniques connues dans la profession sous les désignations "gravel-pack" et "crépine pré-pack"). En pratique cependant ces filtres ne tardent pas à s'en-crasser, entraînant d'importantes pertes de charge. Et la production d'hydrocarbures s'en trouve très vite réduite, voire même annulée.

La présente invention a pour but un procédé de production d'hydrocarbures à partir d'un gisement comportant des sables libres, qui évite une telle réduction de la productivité du puits.

Contrairement aux techniques connues, elle y parvient en substance tandis qu'on laisse venir le sable dans le puits, puis qu'on assure sa décantation au sein d'une cavité souterraine disposée non loin du fond du puits.

Lorsque le gisement se trouve sous un massif de sel gemme, la cavité est avantageusement réalisée par lessivage. Le puits de production comporte alors généralement un tube de production qui traverse le massif de sel. Dans ce cas, le tube de production est de préférence muni au niveau du massif de sel de trois niveaux de communications ainsi que de deux sièges de bouchon, un siège inférieur se trouvant sous les niveaux de communications et un siège supérieur se trouvant entre le niveau de communications intermédiaire et le niveau de communications supérieur.

Avantageusement, dans la phase préliminaire de réalisation de la cavité, le niveau de communications intermédiaire est obturé tandis que les deux autres niveaux sont dégagés, un tube concentrique étant disposé dans le tube de production de façon que son extrémité libre soit en regard du niveau de communications inférieur, le siège de bouchon inférieur recevant un bouchon pour obturer totalement le tube de pro-

duction tandis que le siège de bouchon supérieur reçoit un bouchon annulaire pour obturer seulement l'annulaire entre le tube de production et le tube concentrique, de l'eau douce étant amenée par le tube concentrique pour entrer en contact avec le sel au droit du niveau de communications inférieur, dissoudre le sel autour du tube de production et être récupérée sous forme de saumure passant par le niveau de communications supérieur au sein de l'annulaire.

Avantageusement, dans la phase de production, le niveau de communications inférieur est obturé tandis que les deux autres niveaux de communications sont dégagés, le siège de bouchon inférieur ne reçoit pas de bouchon tandis que le siège de bouchon supérieur reçoit un bouchon pour obturer totalement le tube de production, les hydrocarbures remontant dans le tube étant ainsi déviés par le niveau de communications intermédiaire dans la cavité pour retourner dans le tube par le niveau de communications supérieur.

Avantageusement, les trois niveaux de communications du tube de production comportent chacun une chemise coulissante pour les obturer ou les dégager selon le cas.

L'invention concerne également la cavité souterraine servant à la décantation. Son volume doit en effet être suffisamment grand pour que les hydrocarbures passent dans la cavité à une vitesse inférieure à la vitesse de sédimentation du sable compte tenu de la viscosité de l'huile à la température de la cavité. Typiquement, son volume est de l'ordre de quelques dizaines de milliers de mètres cubes.

En général, la cavité est traversée par le puits de production. Dès lors, le puits de production est de préférence muni de moyens pour faire entrer les hydrocarbures dans la cavité à une hauteur au-dessus de son fond telle que le sable produit durant la vie du puits puisse être reçu sur cette hauteur de la cavité. Il est recommandé qu'elle soit disposée le plus près possible du fond du puits de production compte tenu des propriétés géophysiques du gisement de sorte que sa température soit la plus élevée possible.

Lorsque le gisement se trouve sous un massif de sel, la cavité est avantageusement réalisée dans le sel par lessivage à partir du puits de production, sa profondeur étant choisie d'après des reconnaissances préliminaires pour éviter les blocs d'insolubles susceptibles, en se détachant par suite du lessivage, de perturber les conditions de production du puits.

Enfin, l'invention divulgue une utilisation annexe de ce type de cavité consistant à y stocker provisoirement l'huile produite par le gisement, puis à récupérer l'huile stockée, les opérations de remplissage et de récupération étant effectuées en jouant sur la pression des gaz surmontant l'huile (méthane, azote, etc.).

Avantageusement, le puits de production accueille

le un tube de production intérieur concentrique d'un tube de production extérieur, un annulaire étant donc ménagé entre les tubes, un manchon de sécurité constitué par un cylindre à paroi épaisse obturé intérieurement par un bouchon étant disposé dans le prolongement des deux tubes, des conduits axiaux pratiqués dans la paroi du cylindre reliant l'annulaire au-dessus du bouchon avec le tube de production intérieur sous le bouchon tandis que d'autres conduits axiaux pratiqués dans la paroi du cylindre reliant l'annulaire en dessous du bouchon avec le tube de production intérieur au-dessus du bouchon, le tube de production extérieur communiquant avec le sommet de la cavité tandis que le tube de production intérieur communique avec les hydrocarbures au sein de la cavité, la pression des gaz étant contrôlée dans le tube de production intérieur à l'aide de compresseurs et les hydrocarbures étant refoulés dans l'opération de récupération par l'annulaire alors que leur remontée dans le tube de production intérieur est empêchée dans l'opération de remplissage.

Lorsque le gisement se trouve sous un massif de sel gemme dans lequel est réalisée la cavité, le tube de production intérieur est de préférence muni au niveau de la cavité de trois niveaux de communications ainsi que de deux sièges de bouchon, un siège inférieur se trouvant sous les niveaux de communications et un siège supérieur se trouvant entre le niveau de communications intermédiaire et le niveau de communications supérieur, seul le niveau de communications intermédiaire demeurant dégagé lors des opérations de remplissage et de récupération, un bouchon étant disposé dans le siège de bouchon supérieur lors de l'opération de remplissage pour empêcher la remontée des hydrocarbures dans le tube de production intérieur.

Avantageusement, un bouchon est alors disposé dans le siège de bouchon inférieur lors de l'opération de récupération de sorte que les hydrocarbures récupérés sont exclusivement les hydrocarbures stockés au préalable lors de l'opération de remplissage.

Les hydrocarbures peuvent être produits avec un faible débit, l'opération de récupération ayant lieu de loin en loin lorsque la cavité a été suffisamment remplie au cours de l'opération de remplissage précédente. Mais on peut aussi, au cours de l'opération de remplissage, activer la production d'hydrocarbures en maintenant les gaz à une pression la plus faible possible compatible avec la stabilité de la cavité.

Si enfin le puits n'est accessible qu'au cours de périodes déterminées, l'opération de récupération peut être menée pendant ces périodes tandis que l'opération de remplissage intervient entre-temps.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui suit et à l'examen des dessins annexés qui représentent, à titre d'exemple non limitatif, des modes de réalisation du présent procédé et de la présente utilisation. Sur ces dessins :

- la figure 1 est une coupe schématique d'un massif comportant un gisement d'hydrocarbures ainsi qu'une couche de sel gemme où des modes de réalisation avantageux du présent procédé et de la présente utilisation peuvent être mis en oeuvre ;

- les figures suivantes sont des coupes d'une cavité réalisée dans la couche de sel de la figure 1. Elles illustrent différentes phases du présent procédé :

- . le lessivage de la cavité sur la figure 2,
- . la production d'huile avec décantation du sable dans la cavité de la figure 3, ainsi que deux opérations de la présente utilisation :
- . le remplissage en huile de la cavité à des fins de stockage sur la figure 4,
- . la récupération de l'huile stockée dans la cavité sur la figure 5.

Seule la première figure respecte une échelle réaliste.

Les autres au contraire sont distordues pour des raisons de lisibilité. Elles font apparaître notamment un puits de diamètre notablement exagéré par rapport à celui de la cavité. Des paires de droites légèrement inclinées sur l'horizontale permettent par ailleurs d'éviter de représenter les hauteurs de massif comprises entre ces droites (coupes imaginaires).

Le type de gisement représenté schématiquement sur la figure 1 se prête particulièrement à une mise en oeuvre économique du présent procédé. Il correspond à une structure géologique qu'il n'est pas rare de rencontrer. La couche 1 y est productrice d'hydrocarbures supposés se présenter sous forme d'une huile liquide. Dans le cadre de la présente invention, ils pourraient cependant être tout aussi bien sous forme gazeuse. La couche 1 se trouve par ailleurs non loin d'un banc de sel gemme 2, lui-même le plus souvent surmonté de roches sédimentaires 3. Dans cet exemple, elle est plutôt sous le banc. L'échelle graduée en mètres indiquant les profondeurs H à gauche de la figure 1 est donnée cependant à titre purement indicatif, des variations substantielles de cotes pouvant être relevées d'un gisement à l'autre.

Selon le présent procédé, une cavité 10 est alors réalisée dans le sel gemme 2 de façon à communiquer avec un puits 20 de production. Ce puits 20 est traditionnellement revêtu sur toute la hauteur des roches sédimentaires 3 d'un cuvelage 24. Ce dernier présente un sabot 26 un peu sous le toit du sel 2. Il est par ailleurs rendu solidaire d'un tube 21 de production qui s'étend dans le sel 2 et est généralement cimenté au massif (cf. la cimentation 25). A priori, la localisation de la cavité par rapport à ce système est indifférente. Cependant il est préférable qu'elle soit disposée tel que représenté sur la figure 1. Elle est alors notamment traversée par le tube 21 de production du puits 20, ce qui permet de créer simplement la cavité grâce à la technique connue du lessivage.

La figure 2 montre comment cette dernière

pourrait être mise en oeuvre dans le cadre du présent procédé. Pour cela, le tube 21 de production est muni d'au moins deux niveaux de communications avec le sel 2. Ils correspondent avantageusement à des chemises coulissantes 40. Celles-ci portent les numéros de référence 40h et 40b et se trouvent respectivement en haut et en bas de la cavité. Leur distance règle en fait la hauteur finale de l'excavation. En effet, à l'aide d'un tube 22 concentrique du tube 21 de production, de l'eau douce est par exemple amenée jusqu'au droit de la chemise 40b qui est laissée ouverte. L'eau se répand alors autour du tube 21 et dissout le sel alentour. Et c'est de la saumure 12 qui pénètre par la chemise 40h (également ouverte) au sein de l'annulaire entre les tubes 21 et 22 pour être récupérée en surface. Un bouchon 52 assure dans ce cas l'isolation de l'annulaire par rapport à l'extrémité inférieure du tube 22 concentrique d'aménée de l'eau, elle-même séparée de la couche 1 productrice par un autre bouchon 51b qui protège ainsi le gisement d'hydrocarbures.

La dissolution aboutit à l'élargissement progressif de la cavité 10 tandis que les éléments du massif insolubles 11 s'accumulent au fond de la cavité 10. Comme on le verra plus loin, il faut compter avec des volumes totaux à excaver de l'ordre de quelques dizaines de milliers de mètres cube. Ainsi pour une hauteur de cavité de 80 m par exemple, son diamètre est de l'ordre des 20 m. Dès lors, il y a peu de risque pour que des blocs d'insolubles soient dégagés par le lessivage de taille telle qu'ils puissent, en tombant au fond de la cavité, provoquer la rupture du tube 21 de production. Ce type d'aléas doit cependant être présent à l'esprit du spécialiste chargé de choisir à quelle profondeur disposer la cavité. Des reconnaissances préliminaires lui permettront d'écartier les zones inadaptées de ce point de vue.

Ce spécialiste aura par ailleurs intérêt à disposer la cavité le plus profondément possible. En effet, les températures étant plus élevées, la viscosité de l'huile est plus faible. Cela améliore la décantation du sable au sein de la cavité en phase de production qui se déroule alors selon le schéma de la figure 3. Cette dernière fait entre autres apparaître l'intérêt d'un troisième niveau de perforations comportant lui aussi avantageusement une chemise coulissante 40i. Celle-ci est disposée entre les deux chemises 40h et 40b précédentes tandis qu'un siège 50h de bouchon est placé immédiatement au-dessus de cette nouvelle chemise 40i. Ce siège peut par exemple avoir servi dans la phase d'excavation précédente à accueillir le bouchon 52 annulaire. Mais à présent que le tube 22 concentrique d'aménée d'eau a été retiré, le siège 50h est plutôt pourvu d'un bouchon 51h complet.

C'est ainsi que moyennant le retrait du bouchon 51b d'isolation inférieur, la fermeture de la chemise 40b inférieure et l'ouverture de la chemise 40i intermédiaire, le flux d'huile s'établit depuis la couche 1 productrice jusqu'en surface selon les flèches de la fi-

gure 3. L'huile pénètre donc tout d'abord dans le puits de production en passant par exemple au travers de perforations 30 ménagées dans le tube 21 de production. La taille de ces perforations 30 est dans ce cas choisie sans souci particulier du sable libre que l'huile entraîne. Et que ce dernier vienne dans le puits, est parfaitement admis.

Il remonte alors avec l'huile jusqu'au bouchon 51h qui dévie le courant d'huile au travers des ouvertures de la chemise coulissante 40i et le mène jusque dans la cavité. Dès cet instant, et bien que cela n'apparaisse pas vraiment sur la figure 3 en raison de son échelle distordue, la section de passage offerte à l'huile est notablement accrue. En d'autres termes, la vitesse d'entraînement sur les grains de sable est très diminuée. Pour peu que le diamètre de la cavité ait été choisi suffisamment grand, la vitesse de l'huile peut ainsi chuter à une valeur inférieure à la vitesse de sédimentation du sable. Pour les volumes de cavité cités ci-dessus, la vitesse de 0,13 m/s par exemple dans un tube 21 de production de 6 pouces de diamètre pourrait être ramenée en deçà d'une vitesse de 2 m/jour dans la cavité. Compte tenu de la faible viscosité de l'huile aux températures régnant à grande profondeur et de surcroît dans les couches de sel toujours plus chaudes que leurs roches voisines, une telle vitesse est tout à fait compatible avec une décantation efficace du sable.

Comme le suggèrent les petits points 13 représentant les grains de sable sur la figure 3, ceux-ci tombent alors dans la saumure 12 que l'huile 14 débitée au niveau de la chemise coulissante 40i intermédiaire n'a pas permis d'entraîner hors de la cavité. Ils s'accumulent petit à petit au-dessus des insolubles 11. C'est ainsi que la distance séparant la chemise 40i intermédiaire du fond de la cavité (fond lui-même réglé, comme on l'a vu, par la cote de la chemise 40b inférieure) gouverne la capacité de récupération du sable. Le spécialiste déterminera donc cette distance en fonction de la quantité totale de sable susceptible de venir tout au long de la vie du puits de production (en général de l'ordre de 10 ans).

C'est ainsi que l'huile 14 qui retourne finalement dans le tube 21 de production en passant par la chemise coulissante 40h supérieure est débarrassée de la quasi-totalité des grains de sable venus avec l'huile au niveau de la couche 1 productrice. Il est à noter que ce résultat est obtenu en maintenant le potentiel de production d'hydrocarbures intact. Les perforations 30 du puits au droit de la couche 1 productrice ne comportent pas a priori de filtre particulier. Leur encrassement avec l'effet de colmatage que cela occasionne n'est donc pas à redouter.

C'est ainsi que le présent procédé se révèle fort intéressant pour la rentabilité des puits. En effet l'arrêt de leur production en vue notamment de changer les systèmes de filtre se solde la plupart du temps par des pertes financières considérables. Cela est encore

plus marqué dans le domaine offshore, notamment lorsque la profondeur d'eau (typiquement au-delà de 300 m) oblige à disposer la tête de puits au fond de la mer, ce qui rend difficile de produire économiquement.

Mais en dehors de ce résultat, la création d'une telle cavité souterraine communiquant avec un puits de production s'accompagne de différents avantages. Ceux-ci résident notamment dans une utilisation de la cavité autre que la décantation proprement dite du sable. Bien que son intérêt pourrait déjà justifier la création d'une cavité, le coût d'excavation est toutefois généralement trop élevé par rapport aux bénéfices escomptés en dehors de l'élimination du sable. C'est pourquoi les éléments de description qui suivent font partie de l'invention uniquement à titre d'utilisation annexe d'une cavité pour la mise en oeuvre du présent procédé de production d'hydrocarbures.

Les figures 4 et 5 illustrent deux opérations typiques de cette utilisation annexe qui revient globalement à employer la cavité comme stockage-tampon. La première de ces opérations consiste en effet à laisser l'huile remonter depuis la couche 1 productrice jusque dans la cavité 10. De façon identique à ce qui se passe lors de la phase d'exploitation décrite ci-dessus en regard de la figure 3, l'huile pénètre par les perforations 30 du tube 21 de production et ressort par exemple au travers de la chemise coulissante 40i intermédiaire. Cela détermine comme précédemment le piégeage de la saumure 12 se trouvant sous l'ouverture de cette chemise 40i. Les grains de sable 13 éventuellement entraînés par l'huile s'y décantent. De même, le siège de bouchon 50b inférieur demeure dépourvu de bouchon tandis que le siège 50h supérieur accueille un 51h qui obture tout le tube 21 de production.

En ce qui concerne les chemises coulissantes qui ont servi au lessivage de la cavité, si celle 40b inférieure est encore fermée, la chemise coulissante 40h supérieure est en pratique laissée ouverte. On prend alors soin de maintenir le niveau d'huile 15 dans la cavité au-dessus de cette chemise 40h. Le puits 20 est par ailleurs muni des différents tubages qu'on trouve généralement dans les stockages souterrains d'hydrocarbures en sel gemme. Un cuvelage 24 métallique s'étend dans le sel 2 au-delà de son interface avec les roches sédimentaires 3 et se termine par un sabot 26 cimenté. Une cimentation 25 assure la liaison de ce cuvelage 24 avec le terrain. A l'intérieur du cuvelage 24, sont disposés selon une méthode connue deux tubes de production concentriques. Le tube 23 extérieur est alors avantageusement séparé du cuvelage 24 par un liquide 27 retenu à l'aide d'un bouchon 53 annulaire afin de participer au soutènement du puits 20. Il s'étend jusqu'au sommet de la cavité 10. Quant au tube intérieur, c'est par exemple le tube 21 de production traversant la cavité 10 et qui se poursuit jusqu'en surface.

Toujours selon la méthode connue propre aux stockages souterrains d'hydrocarbures, on a enfin recours à un manchon 60 adapté à prendre place dans le prolongement des tubes 21 et 23 de production concentriques. Cette configuration fait en particulier l'objet de la demande de brevet français 90-05931 déposée par la Société GEOSTOCK. Le manchon 60 n'est autre qu'un cylindre à paroi épaisse. Il reçoit intérieurement un bouchon 54 tandis que des conduits axiaux sont évidés dans sa paroi. La moitié 61 d'entre eux est adaptée à mettre en communication la partie du tube 21 intérieur située sous le bouchon 54 avec l'annulaire 28 défini entre les tubes 21 et 23 de production et se trouvant au-dessus du bouchon 54. L'autre moitié 62 des conduits est adaptée à relier cet annulaire 28 sous le bouchon 54 à la partie du tube 21 intérieur située au-dessus du bouchon 54. En d'autres termes, le manchon 60 permet le croisement des flux établis respectivement dans le tube 21 de production intérieur et l'annulaire 28 entre les tubes 21 et 23 de production. Cela présente en particulier l'avantage de permettre l'emploi de vannes de sécurité disposées uniquement sur le tube 21 intérieur. Il suffit en effet qu'une de ces vannes se trouve sous le bouchon 54 et l'autre au-dessus pour permettre de couper tout passage vers la surface.

C'est ainsi que la première opération de l'utilisation annexe envisagée ici à l'aide de la figure 4 aboutit au remplissage de la cavité 10 avec l'huile 14 produite. Elle consiste alors à autoriser l'évacuation concomitante des gaz 15 surmontant l'huile, l'annulaire 28 étant isolé de la surface (par un bouchon non représenté) tandis que les gaz sont soutirés en surface par le tube 21 de production intérieur. La vitesse de remplissage est alors conditionnée par notamment la différence de pression entre celle de l'huile dans la couche 1 productrice et celle des gaz au sommet de la cavité 10. Pour une pression donnée dans le gisement, le remplissage sera en particulier d'autant plus rapide que les gaz seront maintenus à une pression faible, cette dernière devant cependant rester suffisante pour notamment assurer la stabilité de la cavité et, plus généralement, prendre en compte les caractéristiques du réservoir. On compte la plupart du temps avec des durées de remplissage de un à plusieurs mois.

La seconde opération de cette utilisation annexe permet de récupérer l'huile 14 stockée dans la cavité 10. Sur la figure 5 qui l'illustre plus particulièrement, un bouchon 51b est représenté dans le siège 50b inférieur. En pratique, la présence de ce bouchon n'est pas indispensable surtout si le débit de production de l'huile aux pressions en cause est faible. Le bouchon 51b est reporté essentiellement pour rappeler qu'au cours de cette seconde opération, ce n'est pas le gisement d'hydrocarbures qui produit l'huile.

Celle-ci est en fait refoulée grâce à des gaz 15 introduits sous pression. Cela peut avantageusement

être réalisé à l'aide de compresseurs disposés dans le tube 21 de production intérieur selon une méthode connue propre aux stockages d'hydrocarbures. L'huile 14 passe alors par la chemise coulissante 40i laissée ouverte et remonte par le tube 21 de production. Au niveau du manchon 60, elle est finalement déviée vers l'annulaire 28 entre les deux tubes de production concentriques pour être récupérée en surface.

Une telle utilisation de la cavité en tant que stockage-tampon est particulièrement avantageuse lorsque la production d'huile doit être interrompue en surface. C'est par exemple le cas lorsque les pipelines 5 (cf. figure 1) doivent subir des réparations à la suite de sabotages notamment. La cavité permet alors de recueillir provisoirement l'huile si bien que la production au niveau du puits peut de son côté se poursuivre. C'est là une possibilité fort intéressante quand on connaît les difficultés posées par la réactivation de certains puits momentanément arrêtés.

D'autres situations rendent cette sorte de stockage-tampon très intéressante. Pour n'en citer que quelques unes :

- les puits dont le débit de production est très faible. Il suffit alors de laisser la cavité se remplir. En réduisant au minimum la pression des gaz au sommet de la cavité, on accélère d'ailleurs ce remplissage par rapport à une colonne d'huile allant jusqu'à la surface. L'huile peut ensuite être récupérée à fort débit à intervalles de temps réguliers ;
- les puits en zone arctique où les pétroliers ne peuvent pas accéder lorsque la mer est gelée. La cavité est alors à même de stocker toute la production d'huile de la période hivernale qui sera récupérée au printemps.

Revendications

1.- Procédé de production d'hydrocarbures à partir d'un gisement comportant des sables libres, un puits (20) de production communiquant avec le gisement, caractérisé en ce que, dans une phase de production, il consiste à laisser venir les sables avec les hydrocarbures dans le puits (20), puis à faire passer les hydrocarbures au sein d'une cavité souterraine (20) de façon que les sables s'y décentrent et enfin à récupérer les hydrocarbures débarrassés des sables.

2.- Procédé selon la revendication 1, le gisement se trouvant sous un massif de sel gemme (2), caractérisé en ce que, dans une phase préliminaire de réalisation de la cavité (10), la cavité (10) est réalisée par lessivage dans le massif de sel (2).

3.- Procédé selon la revendication 2, le puits (20) de production comportant un tube (21) de production qui traverse le massif de sel (2), caractérisé en ce que le tube de production (21) est muni au niveau du massif de sel (2) de trois niveaux de communications

(40b, 40i, 40h) ainsi que de deux sièges (50b, 50h) de bouchon, un siège (50b) inférieur se trouvant sous les niveaux de communications (40b, 40i, 40h) et un siège (50h) supérieur se trouvant entre le niveau de communications (40i) intermédiaire et le niveau de communications (40h) supérieur.

4.- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que dans la phase préliminaire de réalisation de la cavité (10), le niveau de communications (40i) intermédiaire est obturé tandis que les deux autres niveaux (40b, 40h) sont dégagés, un tube (22) concentrique étant disposé dans le tube (21) de production de façon que son extrémité libre soit en regard du niveau de communications (40b) inférieur, le siège (50b) de bouchon inférieur recevant un bouchon (51b) pour obturer totalement le tube (21) de production tandis que le siège (50h) de bouchon supérieur reçoit un bouchon (52) annulaire pour obturer seulement l'annulaire entre le tube (21) de production et le tube (22) concentrique, de l'eau douce étant amenée par le tube concentrique (22) pour entrer en contact avec le sel (2) au droit du niveau de communications (40b) inférieur, dissoudre le sel (2) autour du tube (21) de production et être récupérée sous forme de saumure (12) passant par le niveau de communications (40h) supérieur au sein de l'annulaire.

5.- Procédé selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisé en ce que dans la phase de production, le niveau de communications (40b) inférieur est obturé tandis que les deux autres niveaux de communications (40i, 40h) sont dégagés, le siège de bouchon (50b) inférieur ne reçoit pas de bouchon tandis que le siège de bouchon (50h) supérieur reçoit un bouchon (51h) pour obturer totalement le tube (21) de production, les hydrocarbures remontant dans le tube (21) étant ainsi déviés par le niveau de communications (40i) intermédiaire dans la cavité (10) pour retourner dans le tube (21) par le niveau de communications (40h) supérieur.

6.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que les trois niveaux de communications (40b, 40i, 40h) du tube (21) de production comportent chacun une chemise coulissante pour les obturer ou les dégager selon le cas.

7.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que, dans une opération de remplissage, on laisse les hydrocarbures du gisement pénétrer dans la cavité en abaissant la pression des gaz (15) les surmontant et en ce que, dans une opération de récupération des hydrocarbures (14) ainsi stockés provisoirement, on les refoule en augmentant la pression desdits gaz (15).

8.- Procédé selon la revendication 7, caractérisée en ce que le puits (20) de production accueille un tube (21) de production intérieur concentrique d'un tube (23) de production extérieur, un annulaire (28) étant donc ménagé entre les tubes (21, 23), un manchon (60) de sécurité constitué par un cylindre à paroi

épaisse obturé intérieurement par un bouchon (54) étant disposé dans le prolongement des deux tubes (21, 23), des conduits axiaux (61) pratiqués dans la paroi du cylindre reliant l'annulaire (28) au-dessus du bouchon (54) avec le tube (21) de production intérieur sous le bouchon (54) tandis que d'autres conduits axiaux (62) pratiqués dans la paroi du cylindre relient l'annulaire (28) en dessous du bouchon (54) avec le tube (21) de production intérieur au-dessus du bouchon (54), le tube (23) de production extérieur communiquant avec le sommet de la cavité (10) tandis que le tube (21) de production intérieur communique avec les hydrocarbures (14) au sein de la cavité (10), la pression des gaz (15) étant contrôlée dans le tube (21) de production intérieur à l'aide de compresseurs et les hydrocarbures (14) étant refoulés dans l'opération de récupération par l'annulaire (28) alors que leur remontée dans le tube (21) de production intérieur est empêchée dans l'opération de remplissage.

9.- Procédé selon la revendication 7 ou la revendication 8, le gisement se trouvant sous un massif de sel gemme (2) dans lequel est réalisée la cavité (10), caractérisée en ce que le tube (21) de production intérieur est muni au niveau de la cavité (10) de trois niveaux de communications (40b, 40i, 40h) ainsi que de deux sièges (50b, 50h) de bouchon, un siège (50b) inférieur se trouvant sous les niveaux de communications (40b, 40i, 40h) et un siège (50h) supérieur se trouvant entre le niveau de communications (40i) intermédiaire et le niveau de communications (40h) supérieur, seul le niveau de communications (40i) intermédiaire demeurant dégagé lors des opérations de remplissage et de récupération, un bouchon (51h) étant disposé dans le siège (50h) de bouchon supérieur lors de l'opération de remplissage pour empêcher la remontée des hydrocarbures (14) dans le tube (21) de production intérieur.

10.- Procédé selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'un bouchon (51b) est disposé dans le siège (50b) de bouchon inférieur lors de l'opération de récupération de sorte que les hydrocarbures récupérés sont exclusivement les hydrocarbures (14) stockés au préalable lors de l'opération de remplissage.

11.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisée en ce que les hydrocarbures sont produits avec un faible débit, l'opération de récupération ayant lieu de loin en loin lorsque la cavité a été suffisamment remplie au cours de l'opération de remplissage précédente.

12.- Procédé selon la revendication 11, caractérisée en ce qu'au cours de l'opération de remplissage, la production d'hydrocarbures est activée en maintenant les gaz (15) à une pression la plus faible possible compatible avec la stabilité de la cavité (10).

13.- Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisée en ce que le puits (20)

n'est accessible qu'au cours de périodes déterminées, l'opération de récupération étant menée pendant ces périodes tandis que l'opération de remplissage intervient entre-temps.

5 14.- Cavité souterraine pour mettre en oeuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que son volume est suffisamment grand pour que les hydrocarbures passant dans la cavité (10) soient animés d'une vitesse inférieure à la vitesse de sédimentation des sables dans les hydrocarbures selon leur viscosité à la température au sein de la cavité (10).

15 15.- Cavité selon la revendication 14, caractérisée en ce que son volume est de l'ordre de quelques dizaines de milliers de mètres cubes.

16.- Cavité selon la revendication 14 ou la revendication 15, caractérisée en ce qu'elle est traversée par le puits (20) de production.

20 17.- Cavité selon la revendication 16, caractérisée en ce que le puits (20) de production est muni de moyens (40i) pour faire entrer les hydrocarbures dans la cavité (10) à une hauteur au-dessus de son fond telle que le sables produit durant la vie du puits (20) puisse être reçu sur cette hauteur de la cavité (10).

25 18.- Cavité selon l'une quelconque des revendications 14 à 17, caractérisée en ce qu'elle est disposée le plus près possible du fond du puits (20) de production compte tenu des propriétés géophysiques du gisement de sorte que sa température soit la plus élevée possible.

30 19.- Cavité selon l'une quelconque des revendications 14 à 18, le gisement se trouvant sous un massif de sel (2), caractérisée en ce qu'elle est réalisée dans le sel (2) par lessivage à partir du puits (20) de production, sa profondeur étant choisie d'après des reconnaissances préliminaires pour éviter les blocs d'insolubles (11) susceptibles, en se détachant par suite du lessivage, de perturber les conditions de production du puits (20).

40

45

50

55

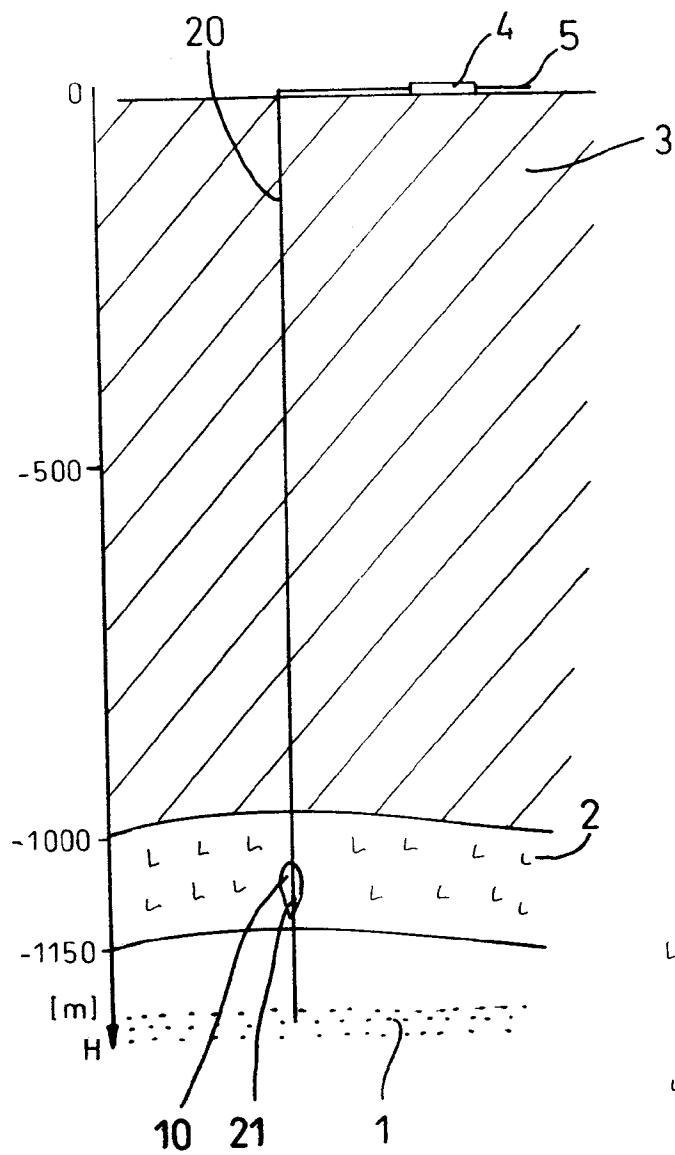


FIG. 2

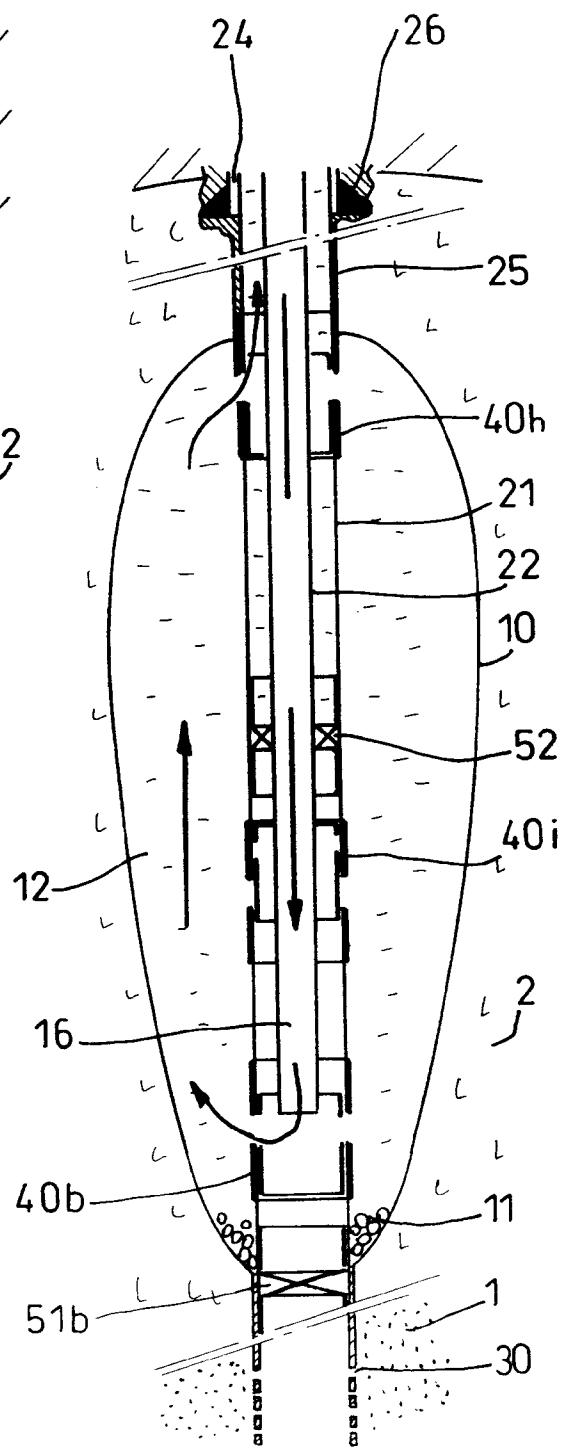


FIG.3

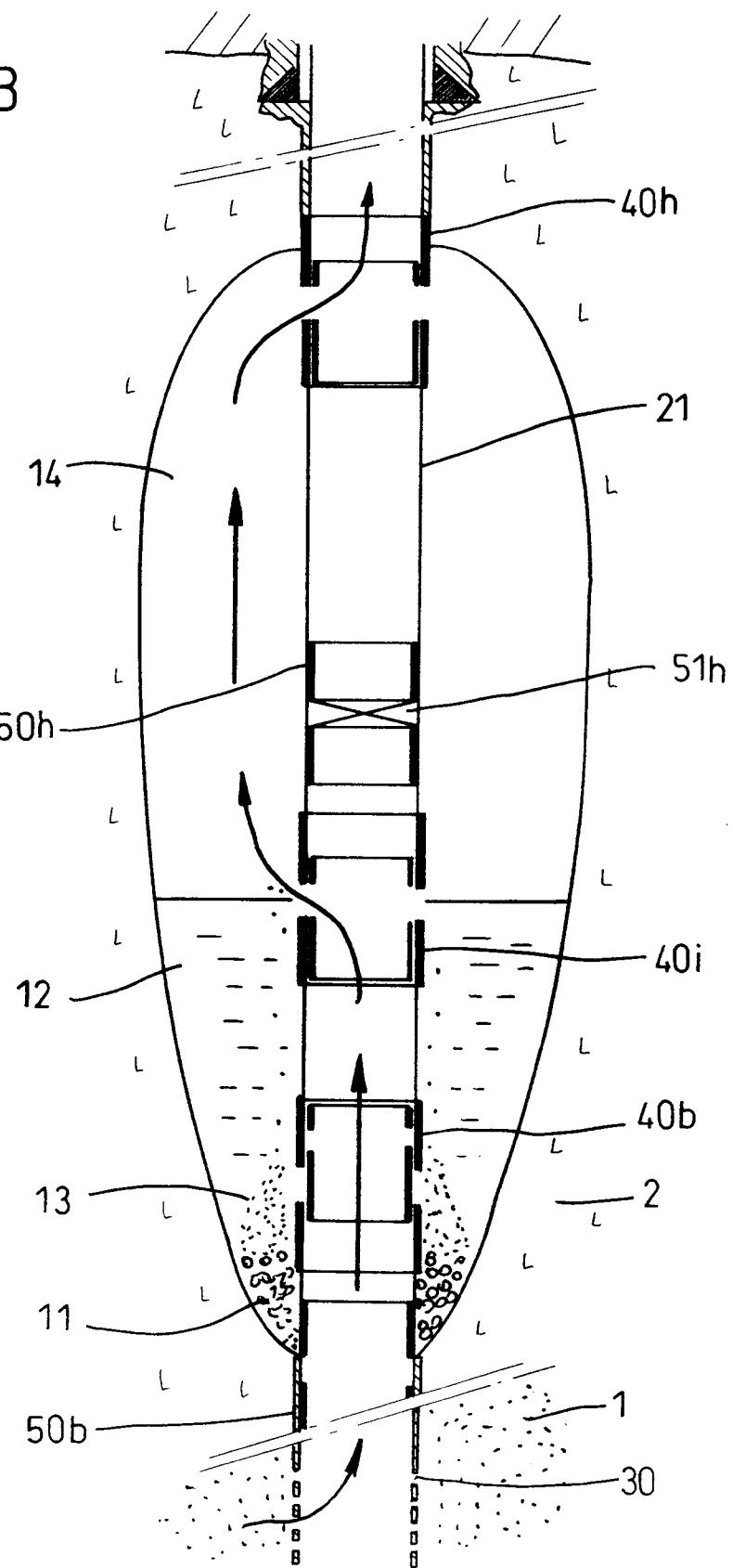


FIG. 4

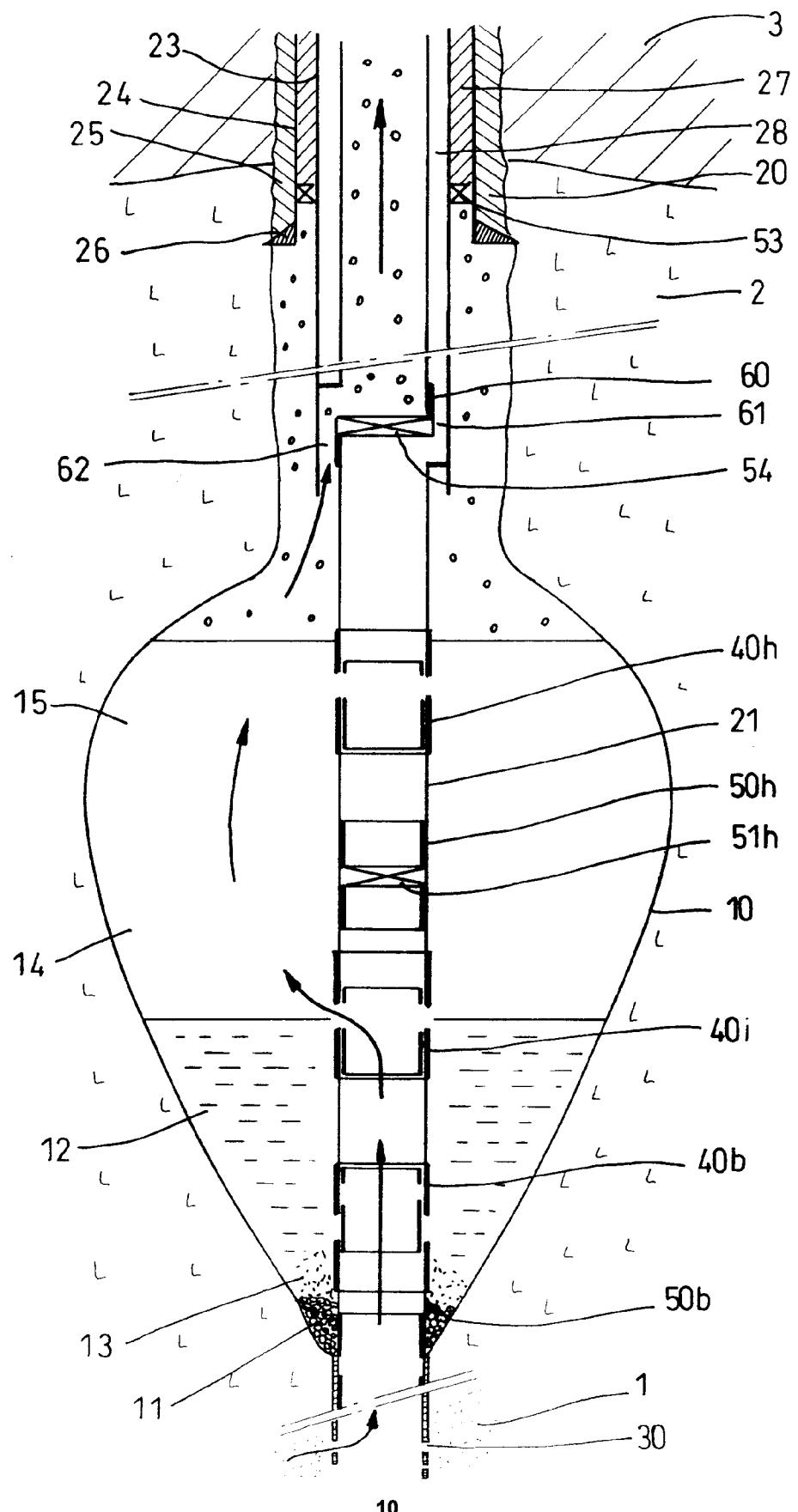
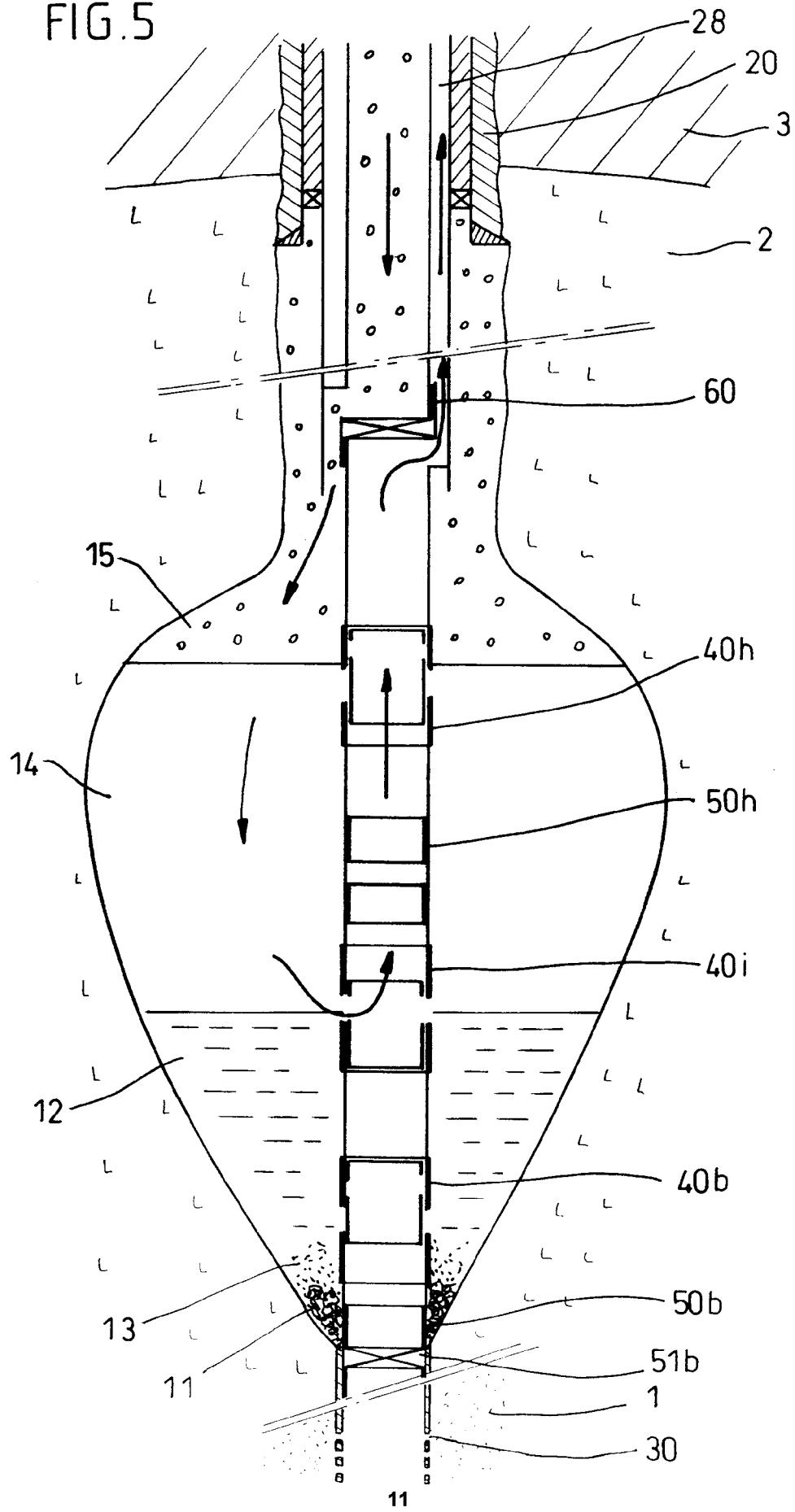


FIG.5





Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 1536

| 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.5) | | |
| A | US-A-3 807 501 (KURTIS ET AL.) * le document en entier * --- | 1, 2, 14, 19 | E21B43/00 E21B43/38 E21B43/28 E21B43/12 | | |
| A | US-A-1 499 589 (NAVIN) * page 1, ligne 13 - ligne 19 * * page 1, ligne 97 - page 2, ligne 20; figure * | 1, 7, 14 ----- | | | |
| | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5) | | |
| | | | E21B | | |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications | | | | | |
| Lieu de la recherche | Date d'achèvement de la recherche | Examinateur | | | |
| LA HAYE | 07 SEPTEMBRE 1992 | LINGUA D.G. | | | |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES | | | | | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul | T : théorie ou principe à la base de l'invention | | | | |
| Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie | E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date | | | | |
| A : arrière-plan technologique | D : cité dans la demande | | | | |
| O : divulgation non-écrite | L : cité pour d'autres raisons | | | | |
| P : document intercalaire | A : membre de la même famille, document correspondant | | | | |