



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : **0 457 653 A1**

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **91401193.7**

(22) Date de dépôt : **07.05.91**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **E21B 34/10, E21B 17/18,  
E21B 33/122, E21B 43/12,  
E21B 43/14, B65G 5/00**

(30) Priorité : **11.05.90 FR 9005931  
04.01.91 FR 9100059**

(43) Date de publication de la demande :  
**21.11.91 Bulletin 91/47**

(84) Etats contractants désignés :  
**DE FR GB IT NL**

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

(72) Inventeur : **Chaix, Jean  
11 bis, avenue de Villepreux  
F-92420 Vaucresson (FR)**

(74) Mandataire : **Pinguet, André  
Cabinet de Propriété Industrielle CAPRI 28  
bis, avenue Mozart  
F-75016 Paris (FR)**

(54) **Manchon de sécurité pour puits communiquant notamment avec une réserve souterraine de fluide sous pression, ensemble de sécurité et procédé d'exploitation de puits associés.**

(57) Afin d'assurer la sécurité de puits communiquant notamment avec une cavité lessivée dans le sel gemme et contenant du gaz sous pression, l'art antérieur propose des dispositifs ayant l'inconvénient de réduire les sections de passage au travers des tubes du puits.

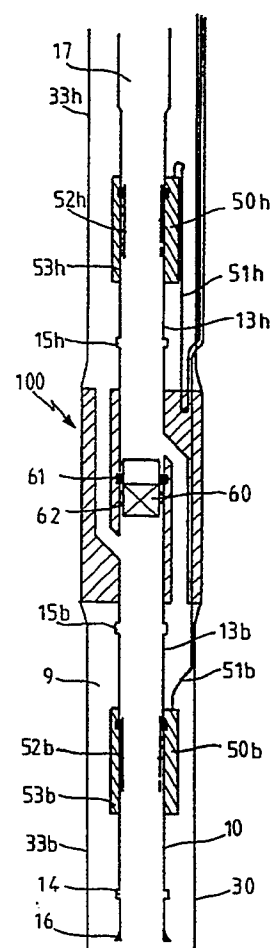
La présente invention minimise cette réduction grâce à un manchon 100 cylindrique creux obturé intérieurement par un bouchon 60 et comportant des conduits 131 percés dans sa paroi de façon à réaliser un croisement des écoulements fluides ayant lieu d'une part dans le tube 10 central du puits 2 et d'autre part dans l'annulaire 9 entre ce tube 10 central et un tube 30 périphérique.

Ce manchon 100 est, dans une forme de réalisation de la présente invention, pris en sandwich entre des morceaux de tube 10 central et de tube 30 périphérique, tandis que des vannes 50 de sécurité sont avantageusement montées autour des morceaux de tube 10 central au-dessus et en dessous du manchon 100. Il en résulte un ensemble de sécurité qui, dans le cadre du procédé d'exploitation du puits selon l'invention, est raccordé aux tubes 10 central et 30 périphérique.

Dès lors, les écoulements établis tant dans le tube 10 central que dans l'annulaire 9 peuvent être arrêtés en cas d'incident par les vannes 50 sans que leur présence en particulier n'entrave de façon notable le passage dans le tube 10 central.

Dans le cadre d'une exploitation en "double complétion", cette structure garantit par ailleurs des sections d'écoulement notablement accrues par rapport aux systèmes de tubes de l'art antérieur.

FIG. 7



EP 0 457 653 A1

La présente invention se rapporte aux systèmes de tubes qui sont disposés au sein des puits notamment d'exploitation de réserves souterraines de fluide sous pression, que ces dernières soient naturelles (gisements pétrolifères) ou artificielles (cavités de stockage en massif suffisamment imperméable). Elle développe en particulier un dispositif de sécurité facilitant la fermeture de tout passage entre ces tubes et l'extérieur du puits. Ce dispositif est plutôt appelé par la suite "manchon" en raison de sa structure même. Un ensemble de sécurité comportant ce manchon, mais aussi une partie des tubes ainsi que des vannes de sécurité de type connu, fait également partie de l'invention. Il autorise en effet la mise en oeuvre d'un procédé d'exploitation du puits où il est disposé, qui est particulièrement avantageux économiquement et fiable au plan de la sécurité.

Afin de mieux faire comprendre en quels termes techniques se pose le problème de la sécurité des puits communiquant avec des réserves souterraines de fluide, nous nous référons d'emblée à un exemple relativement précis et l'illustrons par les quatre premières figures jointes en annexe. Celles-ci s'appliquent en effet à un cas particulier de réserve qui utilise une cavité excavée par lessivage dans un massif de sel gemme. Conformément à la figure 1, qui donne une idée des dimensions relatives à l'aide d'un axe vertical gradué, ce type de cavités peut atteindre des volumes de l'ordre de  $5 \times 10^5 \text{ m}^3$ . Un puits 2 unique relie la cavité 1 à la surface où sont installées les unités 3 d'exploitation. Pour cela, il traverse souvent du sel 6, mais aussi et principalement des roches sédimentaires 5 susjacentes. La technique du lessivage, qui consiste essentiellement à injecter de l'eau douce par un tube plongeur 10 et à récupérer cette eau saturée de sel dissous - plutôt appelée saumure - par l'annulaire entre le tube 10 et un tube appelé tube de garde non représenté et non permanent prenant place dans le puits 2, aboutit à la formation d'une cavité 1, mais aussi à l'accumulation d'insolubles 7 au fond de cette cavité 1 tandis qu'elle demeure remplie de saumure.

Avant de pouvoir y stocker du gaz par exemple, les exploitants du site doivent donc évacuer cette saumure initiale. Cela intervient dans une phase préliminaire à l'exploitation proprement dite, appelée dans la profession "dewatering". Celle-ci est schématisée sur la figure 2 où deux coupures semi-horizontales imaginaires ont permis de conserver des dimensions relatives à peu près réalistes. De la sorte en effet ressortent mieux la structure du puits 2 ainsi que la configuration, spécifique à cette phase, des tubes qu'il renferme. En partant du centre, nous reconnaissons le tube 10 plongeur qui s'étend pratiquement jusqu'au fond de la cavité 1, son extrémité inférieure débouchant juste au-dessus des insolubles 7. Il est aussi appelé par la suite tube central. Il est entouré par un ensemble de cuvelage du puits 2 délimitant un annu-

laire 9. Cet ensemble comprend, toujours en allant de plus en plus vers l'extérieur du puits : un tube 30 de protection (appelé aussi par la suite tube périphérique), un cuvelage 20 métallique, une gaine 25 en ciment. Tandis que cette dernière s'étend jusqu'au sabot 21 du puits 2 et garantit un bon ancrage du cuvelage au terrain, un liquide de densité appropriée, appelé souvent dans la profession "liquide de complétion", et à base de saumure est disposé entre le tube 30 de protection et le cuvelage 20. Retenu inférieurement par le bouchon annulaire 31, ce liquide a pour fonction d'exercer un effort de soutènement sur le cuvelage 20 dont la résistance notamment à l'écrasement peut ainsi être réduite.

Le "dewatering" consiste alors à injecter le gaz G à stocker par l'annulaire 9. Pourvu que sa pression soit suffisante, il refoule l'interface 8 gaz/saumure vers le fond de la cavité, la saumure B étant ainsi contrainte de remonter par le tube 10 plongeur. De cette façon, le gaz G sous pression remplace petit à petit la saumure B au sein de la cavité. Lorsqu'enfin elle ne contient plus que du gaz, la véritable phase d'exploitation du stockage commence. Celle-ci dure généralement de 20 à 25 ans au cours desquels du gaz est de loin en loin soutiré ou renouvelé. Pour ces opérations, le tube 10 plongeur est la plupart du temps amputé de tout ou partie de sa longueur s'étendant dans la cavité. C'est pourquoi nous lui donnons plutôt par la suite le nom de tube 10 central en nous référant à sa position au centre du puits. C'est par ce tube que traditionnellement, le gaz soutiré est recueilli en surface alors que l'annulaire 9 peut être volontairement obturé.

Cette façon d'opérer s'explique par la nécessité de munir le puits en exploitation de dispositifs de sécurité propres, en cas d'accident, à interrompre toute communication entre la cavité 1 sous pression et la surface. Or, les vannes de sécurité de type normalement fermé qui sont le plus souvent utilisées dans ce but, s'adaptent plus facilement au tube 10 central et ne peuvent pas être disposées dans l'annulaire 9 sans des aménagements complémentaires. Aussi les exploitants prennent-ils d'ordinaire la précaution de fermer définitivement cet annulaire sitôt le "dewatering" achevé. Dans ce but, différents éléments ont été jusqu'ici envisagés. L'un d'eux, couramment mis en oeuvre à l'heure actuelle, est représenté sur les demi-coupes du puits 2 des figures 3 et 4. Il s'agit d'un masque 40 annulaire qui est assujéti au sein du tube 10 central. Ce masque 40 présente une partie 42 télescopique qui, selon que de l'huile sous pression est amenée par la ligne 44 de contrôle ou non, est ressortie au maximum de sa longueur (figure 3) ou est totalement rétractée (figure 4). Dans le premier cas, le masque 40 isole l'intérieur du tube 10 central par rapport à l'annulaire 9. Les orifices latéraux 11 et 12 pratiqués dans le tube 10 central sont au contraire mis en communication l'un avec

l'autre si bien que le gaz injecté lors du "dewatering" par exemple peut contourner une liaison fixe prévue entre tube 10 central et tube 30 de protection. Dans le cas d'un masque replié, un des orifices latéraux 11 se trouve dégagé tandis que l'autre 12 demeure isolé par le masque. Dès lors, le gaz soutiré est détourné depuis l'annulaire 9 jusqu'au sein du tube 10 central.

Si ce dispositif participe effectivement à la sécurité du stockage en phase d'exploitation en obturant l'annulaire 9, il présente cependant plusieurs inconvénients. D'un côté, il est inhérent aux systèmes connus de réduire la section de passage du gaz soutiré, la section du tube central cumulée avec celle de l'annulaire étant limitée en sortie à celle du tube central. En d'autres termes, au-dessus de la vanne de sécurité, seule une partie de la section interne du puits 2 est utilisée, ce qui augmente les pertes de charge dans l'écoulement correspondant de gaz ainsi que sa vitesse d'écoulement. D'un autre côté, les éléments comparables au masque 40 décrit ci-dessus, parce qu'ils prennent place au sein du tube central et encombrant sa section de passage, accentuent encore ces pertes de charge. Ils contribuent en outre à gêner l'introduction d'outils de fond ou le retrait de tubulures. Des éléments différents servant à fermer l'annulaire en phase d'exploitation ont aussi été imaginés qui ne s'insèrent pas dans le tube central pour le boucher en partie. Ils présentent alors d'autres inconvénients tels que la nécessité de désaxer le tube central par rapport à l'axe du puits, de prévoir des vannes de sécurité de faible encombrement afin de les disposer directement dans l'annulaire, de risquer de se désolidariser brusquement du cuvelage sous l'effet de la pression interne ou bien d'être inamovibles...

C'est ainsi que la présente invention a pour but d'autoriser une mise en oeuvre optimale à la fois du "dewatering" et de l'exploitation proprement dite du puits tout en permettant, afin d'assurer la sécurité en phase d'exploitation, un recours aisé à des moyens connus comme des vannes du type normalement fermé de taille courante. Et ce but doit être atteint sans que les inconvénients répertoriés ci-dessus ne se manifestent.

Pour cela est ici proposé un manchon de sécurité pour puits communiquant notamment avec une réserve souterraine de fluide sous pression, un tube périphérique étant disposé dans ledit puits ainsi qu'un tube central concentrique audit tube périphérique de sorte qu'un annulaire est défini entre eux, caractérisé en ce que ledit manchon est constitué par un cylindre creux ayant des extrémités supérieure et inférieure ainsi que des surfaces latérales intérieure et extérieure, ledit manchon étant adapté à se raccorder, au niveau de ladite surface latérale extérieure, audit tube périphérique et, au niveau de ladite surface latérale inférieure, audit tube central, une gorge annulaire étant ménagée à ladite surface latérale inférieure en

vue de recevoir un bouchon et des conduits adaptés à mettre en communication ledit annulaire avec ledit tube central, une première série desdits conduits partant de ladite extrémité supérieure dudit cylindre pour aboutir à ladite surface latérale intérieure entre ladite gorge et ladite extrémité inférieure dudit cylindre tandis qu'une seconde série desdits conduits part de ladite extrémité inférieure dudit cylindre pour aboutir à ladite surface latérale intérieure entre ladite gorge et ladite extrémité supérieure dudit cylindre.

Par exemple, le cylindre creux est à paroi épaisse tandis que chacun desdits conduits comporte une partie percée longitudinalement dans la paroi dudit cylindre et se prolongeant par un coude en une partie oblique. Selon une première forme de réalisation avantageuse, chacun desdits conduits est localement de section cylindrique, lesdits conduits étant de préférence répartis circonférentiellement à égale distance les uns des autres. Il y a alors par exemple au total huit conduits, chacune desdites séries en comportant quatre immédiatement voisins les uns des autres. Selon une deuxième forme de réalisation avantageuse, chacune desdites séries de conduits est constituée par l'enveloppe de canaux cylindriques parallèles disposés de sorte que deux canaux voisins s'interpénètrent.

Avantageusement, ledit cylindre constituant ledit manchon est usiné dans une billette d'acier. Il peut aussi être forgé. De même, il admet de préférence une hauteur comprise entre environ 1,5 m et environ 3 m.

Le présent manchon fait alors partie d'un ensemble de sécurité qui, selon l'invention, comporte en outre une longueur de tube central constituée par un morceau supérieur raccordé à ladite extrémité supérieure dudit manchon et par un morceau inférieur raccordé à ladite extrémité inférieure dudit manchon, au moins ledit morceau inférieur étant pourvu d'une vanne de sécurité à même d'obturer ledit tube central en cas d'accident.

Avantageusement, ladite longueur de tube central fait de l'ordre de la dizaine de mètres. De même, un siège de bouchon est de préférence prévu sur chacun desdits morceaux de ladite longueur de tube central à proximité immédiate dudit manchon.

Si ledit morceau supérieur de ladite longueur de tube central se termine plutôt par un évasement, ledit morceau inférieur de ladite longueur de tube central trouve avantage à se terminer par une rainure annulaire intérieure, un autre siège de bouchon étant disposé entre ladite vanne de sécurité et ladite rainure.

Avantageusement, ladite vanne de sécurité est de type retirable normalement fermé. Elle peut prendre place autour de ladite longueur de tube central et comporter une ligne de contrôle pour l'amenée d'un fluide hydraulique qui est maintenue en place grâce à son logement partiel au sein dudit manchon.

Dans une forme de réalisation de l'ensemble de

sécurité, la surface latérale extérieure dudit manchon est munie de joints d'étanchéité toriques pour assurer l'étanchéité entre ledit manchon et le tube périphérique.

Dans une autre forme de réalisation, l'ensemble de sécurité comporte plutôt une longueur de tube périphérique peu différente de ladite longueur de tube central et constituée de même par un morceau supérieur raccordé à ladite extrémité supérieure dudit manchon et par un morceau inférieur raccordé à ladite extrémité inférieure dudit manchon. Lorsque ledit tube périphérique est un tube de protection prenant place au sein d'un cuvelage cimenté, ledit morceau supérieur de ladite longueur de tube de protection comporte alors de préférence un orifice pour le passage de ladite ligne de contrôle, des moyens étant prévus afin d'assurer l'étanchéité dudit orifice.

Selon l'invention, un procédé d'exploitation d'un puits communiquant notamment avec une réserve souterraine de fluide sous pression, un tube périphérique étant disposé dans ledit puits ainsi qu'un tube central concentrique audit tube périphérique de sorte qu'un annulaire est défini entre eux, est caractérisé en ce qu'il met en oeuvre le présent ensemble de sécurité de sorte que les écoulements établis d'une part dans le tube central et d'autre part dans l'annulaire sont à même de se croiser.

Selon un premier mode de réalisation, une première opération du présent procédé consiste à raccorder ledit ensemble de sécurité auxdits tubes central et périphérique, ledit morceau supérieur de ladite longueur de tube central étant également pourvu d'une autre vanne de sécurité à même d'obturer ledit tube central en cas d'accident.

Lorsque ladite réserve souterraine est constituée par une cavité lessivée dans le sel gemme initialement remplie de saumure et que ledit fluide en réserve est un gaz, une opération intermédiaire du présent procédé consiste alors à remplir ladite cavité avec ledit gaz, ledit gaz étant introduit sous pression par ledit tube central au-dessus dudit manchon, puis passant dans ledit annulaire en dessous dudit manchon pour repousser ladite saumure qui remonte par ledit tube central en dessous dudit manchon et est récupérée par ledit annulaire au-dessus dudit manchon.

Toujours dans le même mode de réalisation, une dernière opération du présent procédé consiste à soutirer en surface ledit fluide en réserve ou/et à injecter dans ladite réserve souterraine par aussi bien ledit tube central que ledit annulaire.

Lorsque ladite réserve comporte une couche productrice d'hydrocarbures supérieure et une couche productrice d'hydrocarbures inférieure, un puits d'exploitation traversant les deux couches productrices et ayant une paroi revêtue ou non au droit des deux couches de telle sorte que les hydrocarbures des deux couches peuvent pénétrer dans le puits:

a) la première opération du présent procédé évo-

quée plus haut consiste en outre, à disposer dans le puits:

– le tube périphérique de sorte qu'une extrémité inférieure se trouve au-dessus de la couche productrice supérieure, un premier bouchon annulaire étant disposé autour de l'extrémité inférieure du tube périphérique pour boucher l'espace entre le tube périphérique et la paroi revêtue ou non du puits,

– le tube central à l'intérieur du tube périphérique de sorte qu'une extrémité inférieure du tube central se trouve entre la couche productrice supérieure et la couche productrice inférieure, un second bouchon annulaire étant disposé autour de l'extrémité inférieure du tube central pour boucher l'espace entre le tube central et la paroi revêtue ou non du puits ; tandis qu'

b) une opération ultérieure d'exploitation proprement dite, consiste à faire passer

– au bas du puits, les hydrocarbures provenant de la couche productrice inférieure dans le tube central et ceux provenant de la couche productrice supérieure dans l'annulaire ;

– en haut du puits, les hydrocarbures provenant de la couche productrice supérieure dans le tube central et ceux provenant de la couche productrice inférieure dans l'annulaire ;

les hydrocarbures des deux couches se croisant au sein du manchon.

On remarque la rusticité de tout le matériel mis en place lors de la première opération. Il est alors recommandé de veiller à ce que l'espace entre le tube périphérique et la paroi revêtue ou non du puits soit choisi aussi faible que le permettent les manoeuvres de mise en place du tube périphérique et à ce que les vannes de sécurité aient un corps prenant place autour du tube central auquel elles sont assujetties. Ainsi obtient-on en effet les sections de passage maximales pour la remontée séparée des deux sortes d'hydrocarbures.

De façon annexe, on note la possibilité que la paroi du puits soit revêtue d'un cuvelage muni de perforations au droit des couches productrices d'hydrocarbures et/ou qu'un liquide de soutènement retenu par le premier bouchon annulaire soit disposé entre le cuvelage et le tube périphérique.

Selon un autre mode de réalisation du présent procédé, une première opération dudit procédé consiste à raccorder ledit ensemble de sécurité auxdits tubes central et périphérique, une chemise étant appliquée de façon étanche contre ladite surface latérale intérieure dudit manchon de sorte que lesdits conduits sont obturés, ledit bouchon étant par ailleurs ôté, une opération ultérieure dudit procédé consistant à soutirer en surface ledit fluide en réserve ou/et à injecter dans ladite réserve souterraine par ledit tube

central uniquement.

Avantageusement, au cours de l'opération de raccordement dudit ensemble de sécurité, ledit ensemble est disposé à 30 mètres sous la surface du sol, ou même plus si cela est jugé nécessaire. Mais, étant entendu que ledit puits comporte en outre un cuvelage cimenté terminé inférieurement par un sabot, et que ledit tube périphérique est constitué par un tube de protection prenant place au sein dudit cuvelage cimenté, au cours de l'opération de raccordement dudit ensemble de sécurité, ledit ensemble est plutôt disposé à environ 10 mètres au-dessus dudit sabot dudit puits.

Toujours au cours de cette même opération de raccordement dudit ensemble de sécurité, des tronçons supérieurs de tube central sont de préférence munis de joints d'étanchéité et emboîtés dans ledit morceau supérieur de ladite longueur de tube central dudit ensemble de sécurité tandis que des tronçons inférieurs de tube central sont plutôt assujettis au sein dudit morceau inférieur de ladite longueur de tube central dudit ensemble de sécurité par l'intermédiaire de chiens d'ancrage et d'une vessie gonflable de sorte que lesdits tronçons inférieurs et supérieurs peuvent être retirés à tout moment sans avoir à défaire ledit raccordement dudit ensemble de sécurité.

En d'autres termes, dès que le présent manchon est disposé au sein du système de tubes du puits, son bouchon étant en place et ses conduits dégagés, il réalise une dérivation de l'écoulement fluide de l'annulaire vers le tube central et de l'écoulement fluide du tube central vers l'annulaire, les deux flux correspondants étant donc amenés à se croiser. Cela a pour avantage que chacun des deux flux passe dans le tube central. Grâce à deux vannes de sécurité montées sur ce tube, l'une installée en dessous du manchon et l'autre au-dessus, la fermeture de tout passage entre la réserve souterraine et la surface se trouve ainsi garantie en cas de besoin.

Ce résultat est obtenu sans la contrepartie des inconvénients de l'art antérieur. Les écoulements n'ont en effet pas à subir de pertes de charge trop importantes au passage du manchon dont les conduits peuvent être rendus relativement larges (et en tout cas plus larges que les orifices latéraux 11 et 12 du dispositif connu décrit ci-dessus). Les vitesses d'écoulement sont de même plus favorables. Nous remarquons que les tubes central et périphérique demeurent concentriques. En outre, la possibilité de disposer les vannes de sécurité uniquement sur le tube central autorise le recours à des vannes de type courant, ne faisant pas preuve d'un encombrement particulièrement réduit. Enfin, rien ne rétrécit le passage au sein du tube central. Et il suffit d'ôter le bouchon prenant place au sein du manchon pour disposer d'une section quasi-pleine et pour descendre par le tube central tout outil nécessaire.

D'autres avantages encore sont à signaler en relation avec la nature de la réserve de fluide. S'il s'agit d'une cavité lessivée dans le sel gemme, le présent manchon est de préférence mis en place dès la phase de "dewatering". En phase d'exploitation, il autorise alors le soutirage et la récupération du fluide en réserve par à la fois le tube central et l'annulaire. Autrement dit, la section de passage du fluide en sortie est accrue, par rapport à l'art antérieur, de la section de l'annulaire. Cela revient en pratique à un doublement de section qui contribue encore à réduire les pertes de charge et à améliorer les vitesses d'écoulement pour un débit donné.

Mais, le présent ensemble de sécurité s'accommode aussi d'un gisement pétrolifère en s'adaptant tant à un puits d'injection que d'exploitation, c'est-à-dire de soutirage. Dans ce cas, il est intéressant tout d'abord dans les exploitations en "double complétion".

Dans le domaine de la production de pétrole, le vocable "double complétion" est couramment utilisé en relation avec les gisements comportant deux couches géologiques contenant des hydrocarbures, séparées par au moins une couche imperméable. Que les hydrocarbures soient alors en phase gazeuse, en phase liquide ou encore se présentent sous forme d'un mélange huile-gaz, la technique de la "double complétion" vise à les récupérer en surface sans qu'il y ait contact entre les fluides provenant de chacune des couches.

Le procédé mis en oeuvre jusqu'ici consiste à utiliser un puits de production traversant les deux couches. Son cuvelage est alors percé de perforations au droit de chacune des deux couches productrices. Par ailleurs, deux tubes de production communiquant avec la surface et munis chacun d'une vanne de sécurité sont placés l'un à côté de l'autre dans le puits. Le premier d'entre eux est par exemple plus court et s'arrête en regard des perforations supérieures. Le second se prolonge jusqu'aux perforations les plus basses et présente avantageusement un léger coude afin de rattraper une position plus centrale dans le cuvelage du puits sitôt l'extrémité inférieure du premier tube dépassée. Le système est enfin complété par deux obturateurs disposés entre le cuvelage et les tubes afin de contraindre les hydrocarbures à s'écouler au sein de ces derniers. Un de ces obturateurs se situe plutôt à la profondeur de la couche imperméable intermédiaire. Sa forme demeure simple, pour boucher l'espace annulaire entre le second tube et le cuvelage. L'autre au contraire est de structure plus complexe puisque, se trouvant au-dessus de la couche productrice supérieure, il lui faut réaliser l'isolation tout en livrant passage aux deux tubes.

C'est là un des inconvénients majeurs du procédé d'exploitation en "double complétion" traditionnel. L'obturateur correspondant, appelé dans le métier obturateur double, est en effet de conception

relativement sophistiquée. Et il s'ensuit, outre un coût nettement plus élevé que celui d'un obturateur annulaire simple, une mise en oeuvre plus délicate. D'autres inconvénients sont plus directement liés aux tubes. En particulier leur mise en place l'un à côté de l'autre est toujours une opération difficile à réaliser. On conçoit aussi que la section de passage ainsi offerte aux fluides issus des deux couches productrices demeure relativement faible par rapport à la section totale disponible dans le cuvelage notamment. Le présent procédé évite quant à lui les inconvénients de l'art antérieur qui viennent d'être soulignés.

Ensuite, le présent ensemble de sécurité peut rendre de grands services sur le plan de la sécurité. En effet, les exploitants sont à même de choisir de le disposer à proximité du fond du puits, c'est-à-dire à un endroit de moindre vulnérabilité pour ce qui est tant des désordres géologiques naturels que d'éventuels sabotages. Ils peuvent aussi démonter l'ensemble en tout ou partie et remonter en surface les éléments devant être inspectés ou réparés. Bien entendu, ces avantages s'ajoutent à celui de l'accroissement notable de la section de passage en sortie du puits. Dès qu'il s'agit d'un puits d'exploitation du gisement, cela laisse entrevoir la possibilité de réduire le nombre de puits avec l'épargne financière énorme que cela représente.

Enfin, grâce à l'application d'une chemise au sein du manchon pour obturer ses conduits, son bouchon étant par ailleurs retiré, le système de tubes se retrouve dans une situation analogue à celui de l'art antérieur en phase d'exploitation. Toutefois, l'avantage d'une vanne de sécurité montée autour du tube central et non à l'intérieur de ce dernier demeure, dégageant aussi sa pleine section pour le passage du fluide. Cet aspect peut en outre être combiné à un annulaire particulièrement restreint à chaque fois que d'autres considérations sur les écoulements le permettent. Dans ce cas, le présent manchon fait simplement office d'obturateur de l'annulaire. Il demeure toutefois particulièrement efficace dans ce rôle puisqu'il fait partie intégrante des tubes du puits et ne peut donc pas se désolidariser de lui.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description détaillée qui va suivre et à l'examen des dessins annexés qui représentent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation du présent manchon ainsi que du présent ensemble de sécurité le comportant. Ils illustrent également des modes de réalisation du présent procédé d'exploitation de puits communiquant avec une réserve souterraine de fluide.

Sur ces dessins :

- la figure 1 est une coupe verticale très schématique d'un massif de sel gemme et d'une cavité de stockage lessivée dans ce massif ;
- la figure 2 est une coupe similaire à la précédente. Elle comporte toutefois deux coupures se-

mi-horizontales, une partie du massif au niveau de chacune de ces coupures n'étant pas représentée si bien qu'une échelle bien plus grande peut être utilisée. Les mouvements de fluides en phase de "dewatering" y sont représentés à l'aide de flèches ;

- les figures 3 et 4 sont des demi-coupes axiales d'un puits et de ses tubes comportant un dispositif de sécurité conformément à l'art antérieur. Ce dernier est représenté dans sa configuration déployée en phase de "dewatering" sur la figure 3 et dans sa configuration repliée en phase d'exploitation proprement dite du puits sur la figure 4 ;

- les figures 5 et 6 se rapportent à un manchon de sécurité conformément à la présente invention. En coupe axiale sur la figure 5, il est montré sur la figure 6 en coupe transversale dans le plan I-I de la figure 5 ;

- les figures 7 et 8 sont des coupes axiales de deux formes de réalisation avantageuses d'un ensemble de sécurité conformément à la présente invention ;

- les figures 9 et 10 replacent l'ensemble de sécurité de la figure 7 dans le contexte d'un puits montré en coupe axiale. Elles illustrent respectivement les phases de "dewatering" et d'exploitation proprement dite; et

- la figure 11 est une coupe schématique d'un puits de production de pétrole en "double complétion" dans lequel est mis en oeuvre un mode de réalisation du présent procédé.

Les figures 5 et 6 montrent un manchon 100 de sécurité conformément à la présente invention. Il s'agit à la vérité d'un cylindre à paroi épaisse pouvant atteindre de 1,5 à 3 mètres de hauteur, par exemple usiné dans une billette en acier ou encore forgé. Le diamètre extérieur du manchon correspond à peu de chose près à celui du tube 30 de protection (tube périphérique) que doit accueillir le puits. Des filetages 132 en vue de permettre le raccordement du manchon à ce tube sont par exemple réalisés. Sur la coupe axiale de la figure 5 apparaît qu'un filetage 132b inférieur peut être directement prévu à la surface externe du manchon tandis qu'un filetage 132h supérieur peut être façonné à l'intérieur d'une couronne saillant axialement sur le manchon. De même, le diamètre intérieur du manchon est choisi pour que le tube 10 central puisse se raccorder de façon étanche au sein de son trou 110 intérieur. Des filetages 112b inférieur et 112h supérieur sont par exemple pratiqués à cette fin à la surface du trou 110 intérieur aux abords de chacune des extrémités du manchon 100.

En plus des particularités qui viennent d'être évoquées et qui, pour l'heure, se bornent à faire du présent manchon une pièce de raccordement entre les différents tronçons du tube 30 de protection ainsi que du tube 10 central, d'autres caractéristiques lui confè-

rent les qualités d'une dérivation permettant le croisement d'écoulements fluides. Ce sont tout d'abord une gorge 111 ménagée à la surface du trou 110 intérieur du manchon 100, à peu près à mi-hauteur de ce dernier. Cette gorge 111 est en effet adaptée à servir de siège pour un bouchon 60 représenté sur la figure 7 et qui vient fermer de façon étanche le trou 110. De la sorte, le passage offert par le tube 10 central se trouve interrompu au niveau du manchon 100, possibilité dont nous verrons l'intérêt dans les paragraphes suivants. Ensuite, des conduits 131 sont percés dans la paroi même du manchon 100 cylindrique. Chacun d'eux comporte une partie longitudinale qui part de la surface transversale de la paroi du manchon, c'est-à-dire plus simplement d'une de ses extrémités. En d'autres termes, ils sont prévus pour communiquer avec l'annulaire 9 dès lors que le manchon 100 est monté entre ses tronçons respectifs de tube 30 de protection et de tube 10 central. La partie longitudinale se prolonge par un coude en une partie oblique 113 qui débouche finalement au sein du trou 110 intérieur du manchon. Sitôt que le manchon 100 est raccordé aux tubes, les conduits 131 communiquent par conséquent avec le tube 10 central. Ils relient donc l'annulaire 9 et l'intérieur de ce tube 10.

Les parties longitudinales droites des conduits peuvent être cylindriques et réparties circonférentiellement à égale distance les unes des autres comme cela est représenté en traits pleins sur les coupes axiale et transversale des figures 5 et 6 respectivement. Leur nombre est adaptable selon le diamètre de chaque conduit, l'épaisseur de la paroi du manchon, les débits d'écoulement souhaités etc.. Les figures 5 et 6 en montrent huit, mais ils pourraient tout aussi bien être quatre ou moins encore. Il est concevable à l'opposé de les multiplier au point que les divers conduits s'interpénètrent et forment à eux tous un passage commun. C'est ce qui est représenté sur les figures 5 et 6 en traits pointillés. Cependant, il n'est pas question de relier entre eux tous les conduits. En effet, une première série de conduits (la moitié sur les figures) est prévue pour déboucher au-dessus du siège 111 de bouchon (cf. sections 131h et 113h) tandis qu'une seconde série formée par les conduits restants débouche sous le siège 111 (cf. sections 131b et 113b). Sur la coupe transversale de la figure 6, tous les conduits 131 h de la première série sont dessinés les uns à côté des autres. Ils sont donc pratiqués dans le même demi-manchon (si nous imaginons de couper le cylindre global selon un diamètre). Les conduits 131b de la seconde série sont, quant à eux, pratiqués dans l'autre demi-manchon.

La figure 7 replace le manchon 100 qui vient d'être décrit dans le contexte des tubes 30 de protection et 10 central devant lui être raccordés. Ces derniers sont toutefois représentés de façon très schématique. En particulier le détail des raccords par filetage ou encore par emboîtement n'est pas reporté.

De même, les raccords entre les divers tronçons de tubes ne sont pas représentés. Leur existence demeure cependant à l'esprit de l'homme de l'art si bien que nous ne les évoquons ici pas davantage.

Ce qu'il convient de retenir de la figure 7 illustrant un ensemble de sécurité préféré conformément à la présente invention concerne pour l'essentiel une longueur 13 particulière du tube 10 central ainsi qu'une longueur 33 du tube 30 de protection qui complètent le manchon en vue d'assurer la sécurité du puits.

Pour ce qui est de la longueur 13, elle se compose à la vérité de deux morceaux 13b et 13h semblables à peu de chose près et qui viennent s'adapter de part et d'autre du manchon 100. En s'éloignant de ce dernier, nous trouvons de façon identique sur chacun de ces deux morceaux : un siège 15 de bouchon, puis une vanne 50 de sécurité. Sur la figure 7, la mention "b" (pour bas) suivant le numéro de référence permet de distinguer les éléments comparables du morceau 13b et la mention "h" (pour haut), ceux du morceau 13h. Tandis que les sièges 15 de bouchon ne sont pas absolument nécessaires, les vannes 50 sont avantageusement des vannes du type retirable normalement fermé ; c'est-à-dire qu'en l'absence d'arrivée d'huile par les lignes 51 de contrôle, les clapets 52 des vannes 50 se referment et interrompent de la sorte le passage au sein du tube 10 central. En l'occurrence, des vannes dont le corps 53 est disposé extérieurement autour du tube 10 central peuvent sans difficulté être utilisées avec l'intéressant dégagement de place au sein du tube 10 que cela implique (en vue d'autoriser la descente ou la remontée d'outils divers). Ces vannes 50 n'ont pas besoin d'être particulièrement peu encombrantes. Elles peuvent le cas échéant être installées au câble de façon connue autour du morceau 13 de tube 10. Mais il faut plutôt concevoir l'ensemble de sécurité comprenant manchon 100, morceaux 13 de tube 10 central et morceaux 33 de tube 30 de protection comme un tout assemblé en surface pour ensuite être à volonté mis en place dans le puits ou retiré de ce dernier.

Quant aux extrémités libres des deux morceaux 13b et 13h, elles sont plutôt de diamètres distincts, le morceau 13h supérieur se terminant par exemple par un léger évasement 17 tandis que le morceau 13b inférieur ne change pas de taille. Ce dernier est le cas échéant pourvu d'une rainure 16 annulaire terminale. De la sorte, la longueur 13 est à même d'être montée au sein du tube 10 central tout en autorisant un démontage aisé quelle que soit la partie du tube 10 devant être retirée. Les détails des liaisons correspondantes sont toutefois donnés plus loin en regard de la figure 8. Sur la figure 7 apparaît enfin qu'un autre siège 14 de bouchon est en outre prévu un peu au-dessus de l'extrémité inférieure du morceau 13b. Ce siège 14 de même que les sièges 15 précédemment évoqués sont disposés de sorte que, les bouchons

correspondants une fois mis en place, des sections de tube sont isolées. L'étanchéité et la tenue mécanique de chacune de ces sections peuvent alors être testées séparément en ayant recours à différents essais familiers à l'homme de l'art.

Remarquons finalement à propos de la structure du présent ensemble de sécurité que la longueur 33 de tube 30 de protection associée se compose également d'un morceau 33h supérieur et d'un morceau 33b inférieur entre lesquels se trouve le présent manchon 100. Les morceaux 33 ont par exemple une longueur comparable à celle des morceaux 13 qu'ils protègent respectivement. Leur seule particularité est de comporter un orifice pour le passage des lignes 51 de contrôle des vannes 50. Comme cet orifice doit être par ailleurs étanche, il est avantageux que les deux lignes 51 h et 51b de chacune des deux vannes 50 de sécurité empruntent le même chemin. Dans ce but, la ligne 51h de la vanne 50h supérieure est de préférence détournée vers le manchon 100. Les lignes 51 en partie logées dans ce dernier risquent par ailleurs moins de se rompre par suite de déplacements trop importants au sein de l'annulaire 9.

L'ensemble de sécurité ainsi constitué peut atteindre une longueur totale de l'ordre de quelques dizaines de mètres. A priori, il est à même d'être disposé dans le puits à n'importe quel niveau entre la surface et le sabot. Deux endroits référencés respectivement 4h et 4b sur la figure 1 sont cependant plus avantageux. Ce sont, d'une part, environ 30 mètres sous la surface et, d'autre part, environ 10 mètres au-dessus du sabot. Entre ces deux positions, la plus profonde est encore plus intéressante dans la mesure où elle met l'ensemble de sécurité hors d'atteinte de bon nombre de causes de dommages dans le puits, par exemple les tremblements de terre, les explosions en surface ou les réajustements de terrain consécutifs à des tassements ou d'autres phénomènes géologiques intervenant à plus long terme.

La figure 8 se rapporte à une autre forme de réalisation du présent ensemble de sécurité. On y retrouve le manchon 100 ainsi que les morceaux 13b et 13h de tube 10 central disposés dans le prolongement de la surface latérale intérieure de ce dernier. Au besoin, manchon 100 et morceaux 13 sont pour cela formés d'un seul tenant. La variante intéresse en fait la surface latérale extérieure du manchon. Plutôt que des morceaux 33 de tube 30 de protection disposés dans un prolongement, elle comporte cette fois des joints 34 d'étanchéité notamment toriques. Sur la figure 8, il y en a deux à chaque extrémité du manchon 100. Ils ont pour fonction d'assurer l'étanchéité avec le tube 30 de protection dans lequel l'ensemble de sécurité ainsi constitué est engagé.

Ainsi obtient-on un ensemble de sécurité encore plus facile à mettre en place. Pour peu que le tube 30 de protection comporte un épaulement 35 intérieur adapté, il offre un appui à l'ensemble qui se trouve de

la sorte bien maintenu. Au-dessus de lui, il est avantageux que le tube 30 de protection soit moins ajusté à la surface latérale extérieure du manchon afin de faciliter sa descente jusqu'à sa place définitive.

Les figures 9 et 10 illustrent justement comment l'ensemble de sécurité qui vient d'être décrit est avantageusement mis en oeuvre lorsqu'il est disposé dans la position 4b, à proximité du sabot 21 du puits. L'ensemble est en effet facilement reconnaissable avec son manchon 100 au sein duquel est assujéti le bouchon central 60 - l'étanchéité étant assurée par des étages de joints toriques 62 (cf. figure 7) -, ses morceaux 13h et 13b de tube 10 central recevant les vannes 50 de sécurité ainsi que ses morceaux 33h et 33b de tube 30 de protection. Si le morceau 33h supérieur de ce dernier est complété jusqu'en surface, le morceau 33b inférieur est de son côté adapté pour se terminer par un rétrécissement 34 qui lui permet de s'emboîter au sein d'un obturateur 70 annulaire. L'étanchéité de l'emboîtement est garanti par divers étages de joints interposés entre le rétrécissement 34 et l'obturateur 70. Cette autre pièce est quant à elle prévue de façon classique à l'intérieur du cuvelage 20 du puits à quelque distance au-dessus de son sabot 21. Elle se compose d'une longueur supérieure de tube, plus large et qui est fixée de façon étanche au cuvelage 20 à l'aide du bouchon 31 annulaire destiné à retenir le liquide 32 de complétion. Puis vient une longueur convergente qui se poursuit en un guide à peine moins étroit que le tube 10 central et comportant deux sièges 71 et 72 de bouchon. Ceux-ci permettent de placer des bouchons de sorte que l'étanchéité et la tenue mécanique du tube 30 de protection peuvent être testées ou encore que le fond du puits est au besoin isolé de la cavité 1.

En plus des éléments qui viennent d'être évoqués et qui seuls sont présents dans la configuration de la figure 10, la figure 9 fait apparaître des tronçons 10h supérieurs et 10b inférieurs du tube 10 central venant prendre en sandwich la longueur 13 de tube 10 du présent ensemble de sécurité. Les tronçons 10h supérieurs prennent place au sein de l'évasement 17 terminal du morceau 13h supérieur. L'emboîtement correspondant est réalisé au sein par exemple de joints d'étanchéité toriques de sorte que l'étanchéité de la liaison est garantie. Les tronçons 10b inférieurs s'engagent quant à eux dans l'extrémité droite du morceau 13b inférieur et y sont fixés à l'aide de chiens d'ancrage. Une vessie 18 gonflable ou d'autres joints toriques interposés entre les tubulures en regard permettent le cas échéant d'assurer une parfaite étanchéité malgré la différence de diamètres relativement importante. Cette différence est en effet avantageuse ; car, dès lors que la vessie 18 est dégonflée, l'opérateur peut remonter un ou plusieurs des tronçons 10b inférieurs au travers de la longueur 13 de tube 10 central (moyennant bien sûr le retrait du bouchon 60).

Situé de préférence plus bas que l'obturateur 70 annulaire sur le tube 10 central, se trouve un joint 19 de sécurité. Il a pour rôle de rendre possible le largage au sein de la cavité 1 du reste du tube 10 central qui, dans la phase de "dewatering" du moins, s'étend jusqu'au fond de la cavité. Ce largage peut à l'occasion être commandé de la surface ou encore intervenir automatiquement en cas, par exemple, de sollicitation excessive du tube (par suite de chute de blocs rocheux, etc.). C'est ainsi que le système de tubes de la figure 9, représentatif de celui utilisé pendant le "dewatering" aboutit aux écoulements indiqués par des flèches continues pour la saumure B et en traits interrompus pour le gaz G. Il apparaît immédiatement qu'au niveau du manchon 100, la saumure B est dérivée depuis le tube 10 central vers l'annulaire 9 et que, de même, le gaz G est dérivé depuis le tube 10 central vers l'annulaire 9, mais en s'écoulant dans le sens inverse de la saumure.

Dans la phase d'exploitation faisant l'objet de la figure 10, il est alors possible de retirer les tronçons 10h supérieurs et 10b inférieurs du tube 10 central. Le gaz G s'évacue au-delà de l'obturateur 70 annulaire tant par le tube 10 central que par l'annulaire 9. Après le passage du manchon 100, l'évacuation par les deux passages, tube 10 et annulaire 9, se poursuit. Si, par ailleurs, un accident conduit à la fermeture des vannes 50, toute communication entre l'intérieur du stockage et la surface est interrompue. En effet, la vanne 50b inférieure coupe l'écoulement dans le tube 10 central en dessous du manchon, soit celui dans l'annulaire 9 au-dessus. La vanne 50h supérieure coupe de son côté l'écoulement au sein du tube 10 central au-dessus du manchon. Au-delà de cette dernière vanne, plus aucun gaz ne passe donc plus.

Une autre façon de mettre en oeuvre pendant la phase d'exploitation le présent ensemble de sécurité consiste par exemple tout d'abord à retirer de ce dernier la vanne 50h de sécurité supérieure. De même, le bouchon 60 est ôté. Puis une chemise adaptée à prendre place dans le trou 110 intérieur du manchon 100 est descendue de façon à être appliquée contre l'embouchure des parties obliques 113 des conduits 131. Pour peu que l'application de la chemise soit suffisamment étanche, toute communication du tube 10 central avec l'annulaire 9 se trouve ainsi empêchée. Et la totalité du gaz G s'écoule finalement par le tube 10 central jusqu'en surface. La vanne 50b inférieure laissée en place sur l'ensemble de sécurité est dès lors à même d'interrompre cet écoulement en cas d'accident.

Ce mode d'utilisation du présent manchon, qui a priori le rapproche des dispositifs de sécurité connus tels que celui des figures 3 et 4, demeure cependant avantageux du point de vue des sections de passage. Il permet en effet de disposer l'unique vanne à l'extérieur du tube central au sein duquel l'écoulement n'est donc pas entravé localement. En outre, le manchon

alors mis en oeuvre peut avoir une paroi particulièrement peu épaisse. En d'autres termes, il est dans ce cas possible de réduire au minimum la section de l'annulaire. Et c'est autant de gagné pour le tube central aussi bien vis-à-vis des écoulements réalisés que sur le plan de la circulation d'outils divers.

L'homme de l'art trouvera sans doute d'autres modes de réalisation du présent procédé d'exploitation d'un puits qui, exprimé de façon plus générale, consiste à permettre aux écoulements dans le tube central, d'une part, et dans l'annulaire, d'autre part, de se croiser. Dans l'exemple précédent de la cavité lessivée en sel gemme destinée à contenir un gaz en réserve, le croisement de deux fluides distincts est plutôt réalisé en phase de "dewatering" alors que, pendant l'exploitation, du gaz remonte par le tube central ainsi qu'éventuellement par l'annulaire. Mais d'autres applications sont envisageables comme avec des puits de soutirage ou d'injection de gisements pétrolifères. Bien qu'en l'espèce le même fluide, hydrocarbures ou eau, puisse circuler dans les deux écoulements qui se croisent, le passage tour à tour des deux flux dans le tube central permet leur arrêt respectif grâce à des vannes exclusivement montées sur ce tube. Il est également possible de forcer tout le fluide à passer par le tube central en obturant les conduits du manchon et en ôtant son bouchon, une seule vanne montée sur ce même tube étant alors suffisante. Dans tous les cas, une plus large section de passage est offerte au fluide par rapport à l'art antérieur. Pour l'agrandir encore, il n'est pas exclu enfin de se passer de tube 30 de protection et de raccorder directement le présent manchon 100 au cuvelage 20 cimenté. Aussi les revendications suivantes parlent-elles de tube périphérique pour désigner indifféremment le tube de protection, l'association de ce dernier avec le cuvelage cimenté ou encore un tube de production disposé autour du tube 10 central.

La figure 11 présente enfin un schéma de principe d'un autre mode de réalisation du présent procédé. Il est développé notamment dans le cadre d'une exploitation en "double complétion". Pour cela, un axe vertical I-I a été reporté qui correspond à l'axe de rotation d'un puits d'exploitation pétrolière montré en coupe longitudinale. Celui-ci traverse un gisement comportant notamment deux couches 210, 220 riches en hydrocarbures séparées par une couche 200 imperméable. Sur le dessin, ces couches sont esquissées de part et d'autre du puits sous forme de bandes sub-horizontales. Même si les hydrocarbures qu'elles contiennent respectivement sont identiques, des symboles distincts les repèrent sur la figure : tirets pour ceux de la couche 210 supérieure et points pour ceux de la couche 220 inférieure. Deux droites légèrement inclinées sur l'horizontale et situées entre les deux couches symbolisent une coupe pour indiquer par ailleurs qu'elles sont distantes d'une hauteur a

priori quelconque.

C'est ainsi que le contenu fluide de chacune des deux couches pénètre dans le puits. Dans ce but, le cuvelage 20 de ce dernier est par exemple pourvu de perforations 21 (resp. 22) au droit de la couche 210 (resp. 220). Il se peut aussi qu'il n'y ait pas de cuvelage du tout au bas du puits. C'est notamment le cas en roche dure. Afin qu'il n'y ait pas contact entre les hydrocarbures des deux couches au cours de leur remontée au sein du puits, la présente invention prévoit d'y disposer deux tubes de production concentriques.

Le tube intérieur, plutôt appelé par la suite tube 10 central, descend au-delà de la couche 210 productrice supérieure jusqu'au droit de la couche 200 imperméable. Dès lors, il convient que son extrémité inférieure se trouve en regard d'une partie du cuvelage 20 dépourvue de perforations, et cela sur une hauteur suffisante pour qu'un obturateur 11 annulaire, interposé à cet endroit entre le tube 10 central et le cuvelage 20, empêche efficacement les hydrocarbures de la couche 210 supérieure de pénétrer à l'intérieur du tube 10 central. Ceux provenant de la couche 220 inférieure sont alors au contraire libres de s'y engouffrer (notamment sous l'effet de la pression régnant au sein de la couche).

Dans les paragraphes qui suivent, le tube extérieur sera appelé quant à lui tube 30 périphérique. L'espace 32 le séparant du cuvelage 20 est souvent rempli d'un liquide relativement dense. Un obturateur 31 annulaire disposé dans l'espace 32 permet alors de retenir ce liquide. Il a pour rôle de soulager le cuvelage en exerçant sur lui un effort de soutènement radial. Comme l'illustre la figure 11, l'obturateur 31 annulaire est disposé conformément à l'invention au-dessus des perforations 21 supérieures du cuvelage 20. Il enserme alors l'extrémité inférieure du tube 30 périphérique de sorte que les hydrocarbures provenant de la couche 210 supérieure remontent (également sous l'effet de leur pression propre) à l'intérieur de ce dernier tube. La présence à cette profondeur du tube 10 central plus long, les obligent cependant à s'écouler seulement dans l'annulaire 9 entre les deux tubes concentriques.

Dans le cadre de l'invention, ces tubes sont en outre dotés d'un ensemble de sécurité tel que décrit ci-dessus. Sans en donner ici à nouveau tous les détails de construction, on en rappelle la structure générale. Tout d'abord, il comprend un manchon 100 se présentant sous la forme d'un cylindre de quelques mètres de hauteur et à paroi épaisse. Son diamètre intérieur est choisi pour que le tube 10 central s'y raccorde de sorte que la surface intérieure du manchon 100 forme avec lui une seule et même conduite 110 centrale. En service cependant, cette conduite 110 centrale est fermée à l'aide d'un bouchon 60 prenant place dans le manchon 100 à mi-chemin entre ses extrémités supérieure et inférieure.

Le diamètre extérieur du manchon 100 est de son côté choisi pour que le tube 30 périphérique s'y raccorde de sorte que la surface extérieure du manchon 100 forme avec lui un espace 32 intermédiaire continu. Il s'ensuit que l'épaisseur du manchon 100 coïncide à peu de chose près avec l'annulaire 9 entre les deux tubes concentriques. Ce dernier ne s'en trouve pas pour autant obturé, car des conduits 131 longitudinaux y sont percés.

Une première série de ces conduits part de l'extrémité supérieure du manchon 100 et, par une partie 113 coudée, aboutit à sa surface intérieure en dessous du bouchon 60. Une seconde série de ces conduits part inversement de l'extrémité inférieure du manchon 100 et aboutit de même à sa surface intérieure, mais cette fois au-dessus du bouchon 60. En d'autres termes, on réalise ainsi le croisement des écoulements établis respectivement dans la conduite 110 centrale et dans l'annulaire 9.

L'intérêt de ce croisement apparaît sitôt qu'on examine les autres composants de l'ensemble de sécurité utilisé ici. Ce sont en effet des morceaux 13h et 13b de tube 10 central assujettis relativement au-dessus et en dessous du manchon 100 et autour de chacun desquels est fixé le corps 53 d'une vanne 50 de sécurité. Avec des clapets 52 à l'intérieur de la conduite 110 centrale, ces vannes peuvent être de type courant, dites "normalement fermées", plutôt amovibles pour être installées notamment au câble. Des morceaux 33h et 33b de tube 30 périphérique prennent en outre place autour des morceaux 13. L'ensemble de sécurité ainsi constitué atteint le cas échéant une dizaine de mètres de hauteur. Il est inséré dans le train de tubes élémentaires descendus dans le puits pour former les deux tubes concentriques de production. C'est ainsi qu'en cas de nécessité (accident ou mise en sommeil), les vannes 50 sont à même, en se fermant, d'arrêter les écoulements des deux sortes d'hydrocarbures.

La localisation des vannes en dehors de la conduite 110 centrale laisse cependant cette dernière largement dégagée. En particulier, il demeure possible de descendre en son sein différents outils de fond, le démontage du bouchon 60 ne posant pas de difficulté. Par ailleurs, comme l'indiquent symboliquement les deux lignes inclinées sur l'horizontale coupant le puits sous l'ensemble de sécurité, ce dernier peut être disposé à n'importe quelle profondeur. Il est alors choisi de le placer selon les besoins en matière de sûreté (vis-à-vis d'éventuels sabotages par exemple) ou relativement à l'activité du puits (pour une exploitation plus ou moins intermittente, etc.).

Outre ces avantages qui, avec d'autres non évoqués ici, tiennent au demeurant à la nature même de l'ensemble de sécurité retenu, le procédé de "complétion double" qu'on vient d'exposer, présente des intérêts plus spécifiques. D'un côté en effet, les sections de passage pour chacun des deux écoulements

d'hydrocarbures sont rendues maximales. Pour s'en convaincre, il suffit de constater qu'au bas du puits de production, toute la section intérieure du tube 30 périphérique est le lieu d'écoulements, les hydrocarbures de la couche 220 inférieure passant par la conduite 110 centrale et ceux de la couche 210 supérieure par l'annulaire 9. De ce point de vue, il est recommandé de choisir le diamètre du tube 30 périphérique aussi grand que possible compte tenu de la section totale disponible dans le puits cuvelé. De même, en haut du puits, les deux sortes d'hydrocarbures étant toutefois échangées, ils s'écoulent à pleines sections. Entre les deux, le manchon 100 ne constitue pas vraiment un resserrement du passage dans la mesure où les conduits 131 percés dans sa paroi sont très nombreux (par exemple huit dans chaque série). De même, ce ne sont pas les vannes 50 disposées autour du tube 10 central qui constituent un obstacle important aux écoulements. Il s'ensuit que les pertes de charge à la remontée des hydrocarbures sont minimisées.

D'un autre côté, seuls des obturateurs simples pour boucher un annulaire sont mis en oeuvre. Ce sont l'obturateur 31 isolant le liquide 32 de soutènement vis-à-vis des hydrocarbures de la couche supérieure et l'obturateur 11 isolant les deux sortes d'hydrocarbures. Le recours aux obturateurs doubles est ainsi évité avec le surcoût qu'il implique.

On remarque que ces deux derniers avantages proviennent de l'emploi de tubes de production concentriques. Cette disposition remarquable est toutefois envisageable ici grâce à l'utilisation conjointe de l'ensemble de sécurité selon la présente invention. Ce dernier permet en effet d'arrêter en cas de nécessité la remontée des hydrocarbures, et cela sans rien perdre des deux avantages en question.

Il est bien clair que le présent manchon de sécurité pourrait rendre des services analogues dans des installations autres que des puits pétroliers. Des conduites concentriques de complexes chimiques notamment peuvent trouver avantage à y recourir pour réaliser en leur sein le croisement d'écoulements. C'est pourquoi les revendications qui suivent, s'attachent tout d'abord à protéger la structure même du manchon. Et c'est seulement dans un second temps que son application aux exploitations pétrolifères est revendiquée.

## Revendications

1.- Manchon de sécurité pour puits communiquant notamment avec une réserve souterraine de fluide sous pression, un tube périphérique étant disposé dans ledit puits ainsi qu'un tube central concentrique audit tube périphérique de sorte qu'un annulaire est défini entre eux, caractérisé en ce que ledit manchon (100) est constitué par un cylindre creux ayant des extrémités supérieure et inférieure

ainsi que les surfaces latérales intérieure et extérieure, ledit manchon (100) étant adapté à se raccorder, au niveau de ladite surface latérale extérieure, audit tube (30) périphérique et, au niveau de ladite surface latérale intérieure, audit tube (10) central, une gorge (111) annulaire étant ménagée à ladite surface latérale intérieure en vue de recevoir un bouchon (60) et des conduits (113, 131) adaptés à mettre en communication ledit annulaire (9) avec ledit tube (10) central, une première série desdits conduits (113, 131) partant de ladite extrémité supérieure dudit cylindre pour aboutir à ladite surface latérale intérieure entre ladite gorge (111) et ladite extrémité inférieure dudit cylindre tandis qu'une seconde série desdits conduit (113, 131) part de ladite extrémité inférieure dudit cylindre pour aboutir à ladite surface latérale intérieure entre ladite gorge (111) et ladite extrémité supérieure dudit cylindre.

2.- Manchon de sécurité selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit cylindre creux est à paroi épaisse, et en ce que chacun desdits conduits (113, 131) comporte une partie (131) percée longitudinalement dans la paroi dudit cylindre et se prolongeant par un coude en une partie (113) oblique.

3.- Manchon de sécurité selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que chacun desdits conduits (113, 131) est localement de section cylindrique, lesdits conduits (113, 131) étant de préférence répartis circonférentiellement à égale distance les uns des autres.

4.- Manchon de sécurité selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il y a au total huit conduits (113, 131), chacune desdites séries en comportant quatre immédiatement voisins les uns des autres.

5.- Manchon de sécurité selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que chacune desdites séries de conduit (113, 131) est constituée par l'enveloppe de canaux cylindriques parallèle disposés de sorte que deux canaux voisins s'interpénètrent.

6.- Manchon de sécurité selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit cylindre constituant ledit manchon (100) est usiné dans une billette d'acier ou bien forgé.

7.- Manchon de sécurité selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ledit cylindre constituant ledit manchon (100) admet une hauteur comprise entre environ 1,5m et environ 3m.

8.- Ensemble de sécurité caractérisé en ce qu'il comporte un manchon selon l'une quelconque des revendications précédentes, ainsi qu'une longueur (13) de tube (10) central constituée par un morceau (13h) supérieur raccordé à ladite extrémité supérieure dudit manchon (100) et par un morceau (13b) inférieur raccordé à ladite extrémité inférieure dudit manchon (100), au moins ledit morceau (13b) inférieur étant pourvu d'une vanne (50b) de sécurité à même d'obturer ledit tube (10) central en cas d'acci-

dent.

9.- Ensemble de sécurité selon la revendication 8, caractérisé en ce que ladite longueur (13) de tube (10) central fait de l'ordre de la dizaine de mètres.

10.- Ensemble de sécurité selon la revendication 8 ou la revendication 9, caractérisé en ce qu'un siège (15h, 15b) de bouchon est prévu sur chacun desdits morceaux (13h, 13b) de ladite longueur (13) de tube (10) central à proximité immédiate dudit manchon (100).

11.- Ensemble de sécurité selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que ledit morceau (13h) supérieur de ladite longueur (13) de tube (10) central se termine par un évasement (17).

12.- Ensemble de sécurité selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que ledit morceau (13b) inférieur de ladite longueur (13) de tube (10) central se termine par une rainure (16) annulaire intérieure, un autre siège (14) de bouchon étant disposé entre ladite vanne (50b) de sécurité et ladite rainure (16).

13.- Ensemble de sécurité selon l'une quelconque des revendications 8 à 12, caractérisé en ce que ladite vanne (50b) de sécurité est de type retirable normalement fermé.

14.- Ensemble de sécurité selon la revendication 13, caractérisé en ce que ladite vanne (50b) de sécurité prend place autour de ladite longueur (13) de tube (10) central et comporte une ligne (51b) de contrôle pour l'amenée d'un fluide hydraulique qui est maintenue en place grâce à son logement partiel au sein dudit manchon (100).

15.- Ensemble de sécurité selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, caractérisé en ce que la surface latérale extérieure dudit manchon (100) est munie de joints d'étanchéité (34) toriques pour assurer l'étanchéité entre ledit manchon (100) et le tube (30) périphérique.

16.- Ensemble de sécurité selon l'une quelconque des revendications 8 à 14, caractérisé en ce qu'il comporte une longueur (33) de tube (30) périphérique peu différente de ladite longueur (13) de tube (10) central et constituée de même par un morceau (33h) supérieur raccordé à ladite extrémité supérieure dudit manchon (100) et par un morceau (33b) inférieur raccordé à ladite extrémité inférieure dudit manchon (100).

17.- Ensemble de sécurité selon la revendication 16, ledit tube (30) périphérique étant un tube de protection prenant place au sein d'un cuvelage cimenté, caractérisé en ce que ladite vanne (50b) de sécurité prend place autour de ladite longueur (13) de tube (10) central et comporte une ligne (51b) de contrôle pour l'amenée d'un fluide hydraulique qui est maintenue en place grâce à son logement partiel au sein dudit manchon (100) et en ce que ledit morceau (33h) supérieur de ladite longueur (33) comporte un orifice

pour le passage de ladite ligne (51b) de contrôle, des moyens étant prévus afin d'assurer l'étanchéité dudit orifice.

18.- Procédé d'exploitation d'un puits communiquant notamment avec une réserve souterraine de fluide sous pression, un tube périphérique étant disposé dans ledit puits ainsi qu'un tube central concentrique audit tube périphérique de sorte qu'un annulaire est défini entre eux, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre un ensemble de sécurité selon l'une quelconque des revendications 8 à 17 de sorte que les écoulements établis d'une part dans le tube (10) central et d'autre part dans l'annulaire (9) sont à même de se croiser.

19.- Procédé d'exploitation selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'une première opération dudit procédé consiste à raccorder ledit ensemble de sécurité auxdits tubes (10, 30) central et périphérique, ledit morceau (13h) supérieur de ladite longueur (13) de tube (10) central étant également pourvu d'une autre vanne (50h) de sécurité à même d'obturer ledit tube (10) central en cas d'accident.

20.- Procédé d'exploitation selon la revendication 19, lorsque ladite réserve souterraine est constituée par une cavité lessivée dans le sel gemme initialement remplie de saumure et que ledit fluide en réserve est un gaz, caractérisé en ce qu'une opération intermédiaire dudit procédé consiste à remplir ladite cavité (1) avec ledit gaz (G), ledit gaz (G) étant introduit sous pression par ledit tube (10) central au-dessus dudit manchon (100), puis passant dans ledit annulaire (9) en dessous dudit manchon (100) pour repousser ladite saumure (B) qui remonte par ledit tube (10) central en dessous dudit manchon (100) et est récupérée par ledit annulaire (9) au-dessus dudit manchon (100).

21.- Procédé d'exploitation selon la revendication 19 ou la revendication 20, caractérisé en ce qu'une dernière opération dudit procédé consiste à soutirer en surface ledit fluide en réserve ou/et à injecter dans ladite réserve souterraine par aussi bien ledit tube (10) central que ledit annulaire (9).

22.- Procédé d'exploitation selon la revendication 19, lorsque ladite réserve comporte une couche (210) productrice d'hydrocarbures supérieure et une couche (220) productrice d'hydrocarbures inférieure, le puits étant revêtu d'un cuvelage (20) traversant les deux couches (210, 220) productrices et ayant une paroi revêtue ou non au droit des deux couches (210, 220) de telle sorte que les hydrocarbures des deux couches (210, 220) peuvent pénétrer dans le puits, caractérisé en ce qu'il consiste:

a) au cours de la première opération dudit procédé, à disposer dans le puits :

- le tube (30) périphérique de sorte qu'une extrémité inférieure se trouve au-dessus de la couche (210) productrice supérieure, un premier bouchon (31) annulaire étant disposé

autour de l'extrémité inférieure du tube (30) périphérique pour boucher l'espace (32) entre le tube (30) périphérique et la paroi revêtue ou non du puits,

– le tube (10) central à l'intérieur du tube (30) périphérique de sorte qu'une extrémité inférieure du tube (10) central se trouve entre la couche (210) productrice supérieure et la couche productrice inférieure, un second bouchon (11) annulaire étant disposé autour de l'extrémité inférieure du tube (10) central pour boucher l'espace entre le tube (10) central et la paroi revêtue ou non du puits ;

b) au cours d'une opération ultérieure d'exploitation en "double complétion", à faire passer:

– au bas du puits, les hydrocarbures provenant de la couche (220) productrice inférieure dans le tube (10) central et ceux provenant de la couche (210) productrice supérieure dans l'annulaire (9) ;

– en haut du puits, les hydrocarbures provenant de la couche (210) productrice supérieure dans le tube (10) central et ceux provenant de la couche (220) productrice inférieure dans l'annulaire (9) ;

les hydrocarbures des deux couches (210, 220) se croisant au sein du manchon (100).

**23.-** Procédé d'exploitation selon la revendication 22, caractérisé en outre en ce que l'espace (32) entre le tube (30) périphérique et la paroi revêtue ou non du puits est choisi aussi faible que le permettent les manoeuvres de mise en place du tube (30) périphérique.

**24.-** Procédé d'exploitation selon la revendication 22 ou la revendication 23, caractérisé en outre en ce que les vannes (50) de sécurité ont un corps (52) prenant place autour du tube (10) central auquel elles sont assujetties.

**25.-** Procédé d'exploitation selon l'une quelconque des revendications 22 à 24, caractérisé en ce que la paroi du puits est revêtue d'un cuvelage (20) muni de perforations (21, 22) au droit des couches (210, 220) productrices d'hydrocarbures.

**26.-** Procédé d'exploitation selon la revendication 25, caractérisé en ce qu'un liquide de soutènement retenu par le premier bouchon (31) annulaire est disposé entre le cuvelage (20) et le tube (30) périphérique.

**27.-** Procédé d'exploitation selon la revendication 18, caractérisé en ce qu'une première opération dudit procédé consiste à raccorder ledit ensemble de sécurité auxdits tubes (10, 30) central et périphérique, une chemise étant appliquée de façon étanche contre ladite surface latérale intérieure dudit manchon (100) de sorte que lesdits conduits (113, 131) sont obturés, ledit bouchon (60) étant par ailleurs ôté, une opération ultérieure dudit procédé consistant à soutirer en surface ledit fluide en réserve ou/et à injecter dans ladite réserve souterraine par ledit tube (10) central unique-

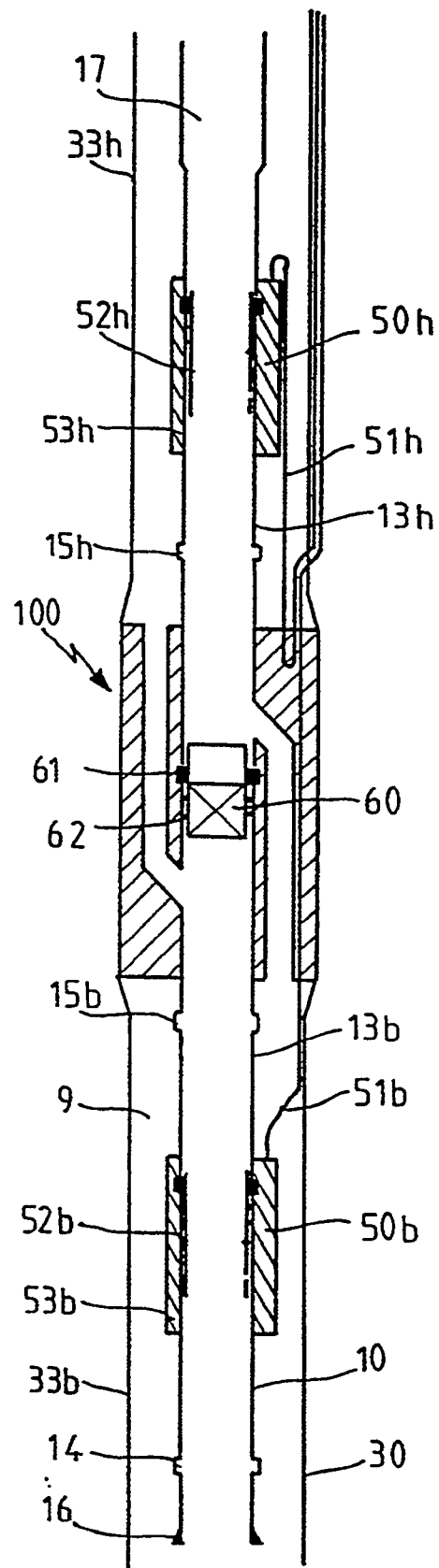
ment.

**28.-** Procédé d'exploitation selon l'une quelconque des revendications 19 à 27, caractérisé en ce qu'au cours de l'opération de raccordement dudit ensemble de sécurité, ledit ensemble est disposé à au moins 30 mètres sous la surface du sol.

**29.-** Procédé d'exploitation selon l'une quelconque des revendications 19 à 28, ledit puits comportant en outre un cuvelage cimenté terminé inférieurement par un sabot, ledit tube périphérique étant constitué par un tube de protection prenant place au sein dudit cuvelage cimenté, caractérisé en ce qu'au cours de l'opération de raccordement dudit ensemble de sécurité, ledit ensemble est disposé à environ 10 mètres au-dessus dudit sabot (21) dudit puits (2).

**30.-** Procédé d'exploitation selon l'une quelconque des revendications 19 à 29, caractérisé en ce qu'au cours de l'opération de raccordement dudit ensemble de sécurité, des tronçons (10h) supérieurs de tube (10) central sont munis de joints d'étanchéité et emboîtés dans ledit morceau (13h) supérieur de ladite longueur (13) de tube (10) central dudit ensemble de sécurité tandis que des tronçons (10b) inférieurs de tube (10) central sont assujettis au sein dudit morceau (13b) inférieur de ladite longueur (13) de tube (10) central dudit ensemble de sécurité par l'intermédiaire de chiens d'ancrage et d'une vessie (18) gonflable de sorte que lesdits tronçons (10h, 10b) inférieurs et supérieurs peuvent être retirés à tout moment sans avoir à défaire ledit raccordement dudit ensemble de sécurité.

FIG. 7



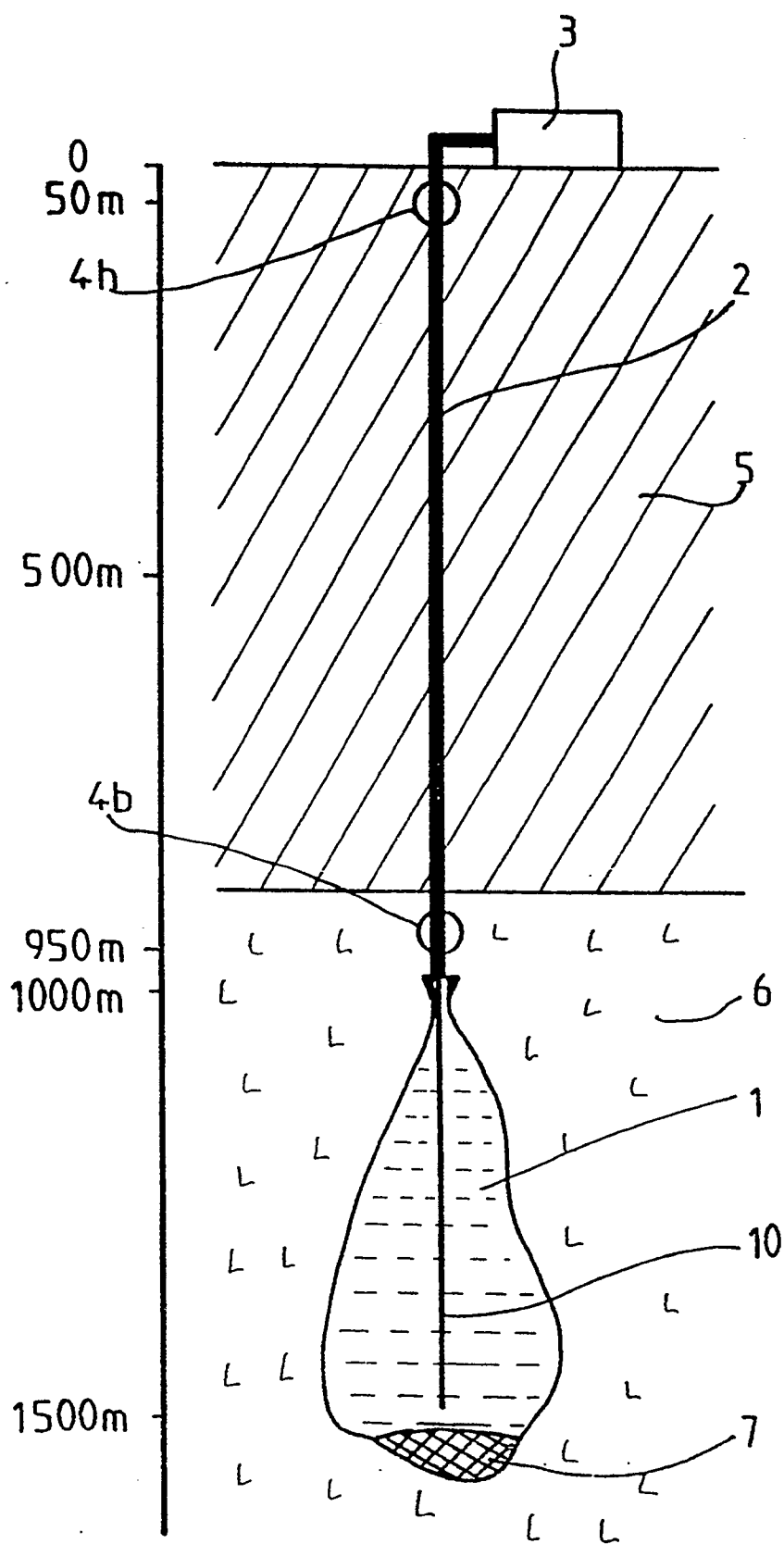


FIG.1

FIG. 2

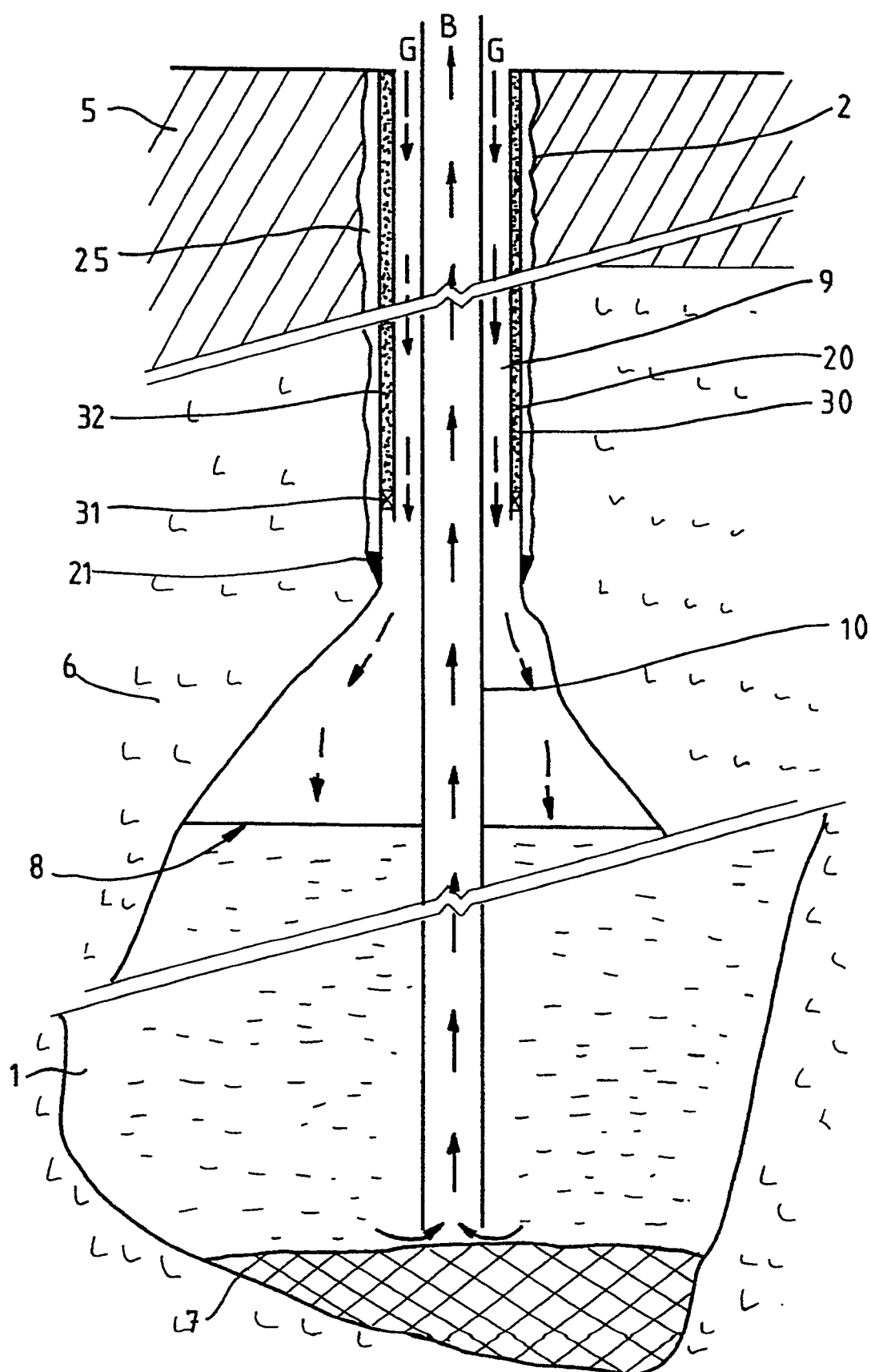


FIG.3

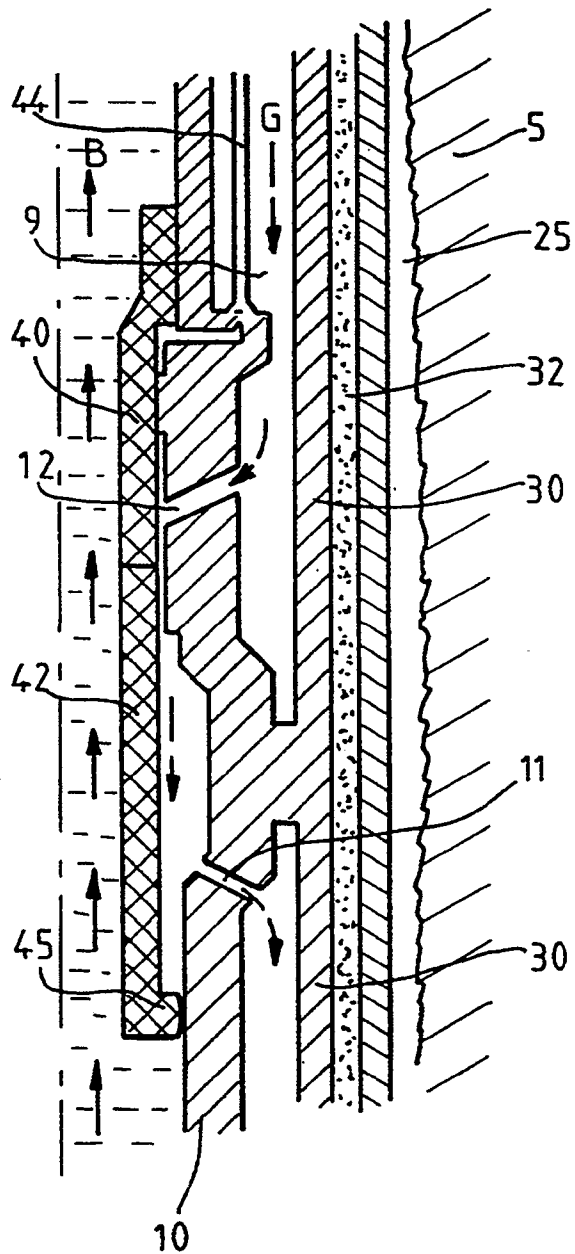


FIG.4

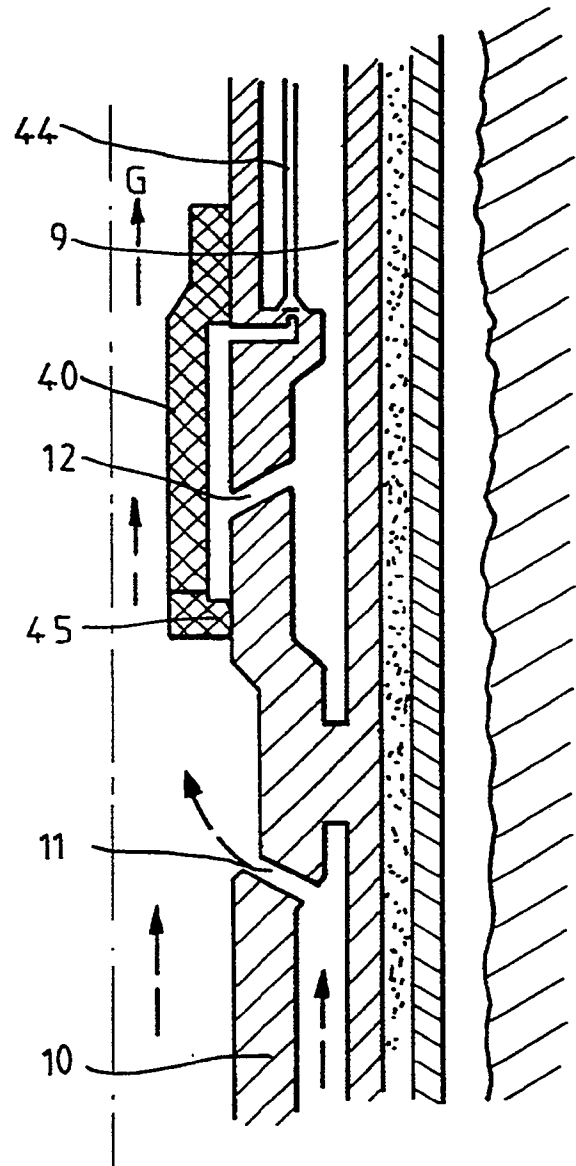


FIG. 5

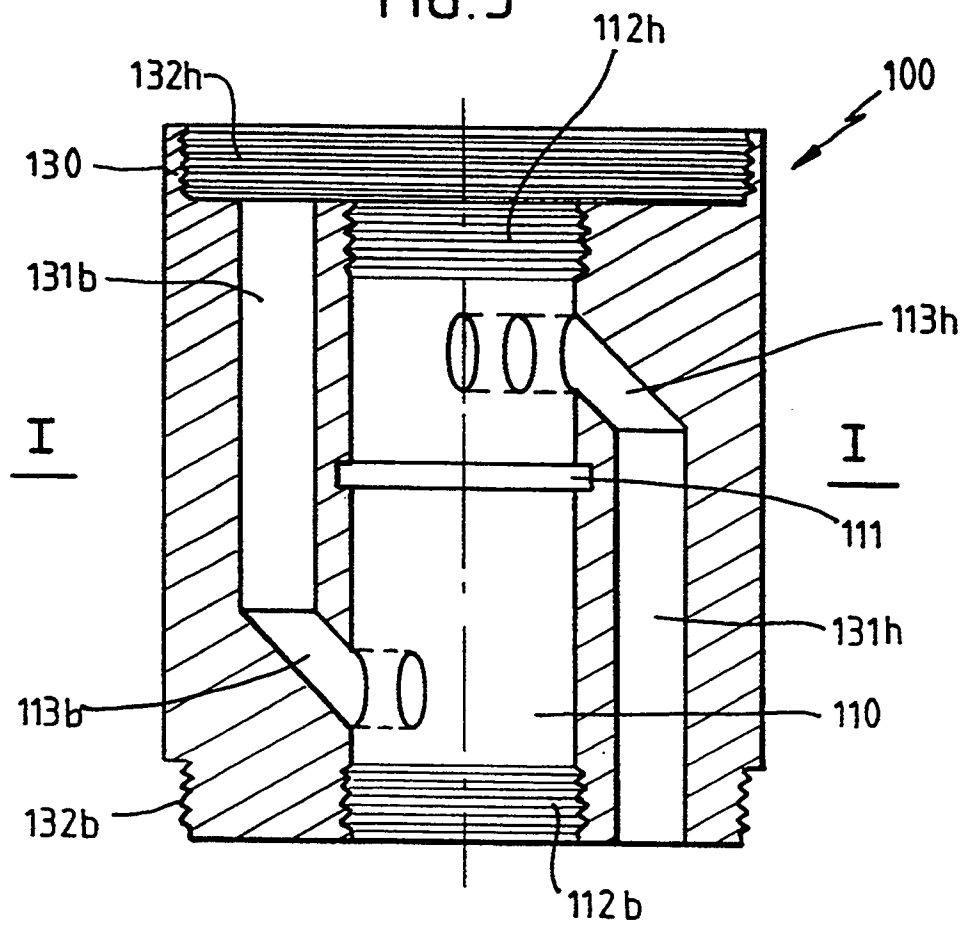


FIG. 6

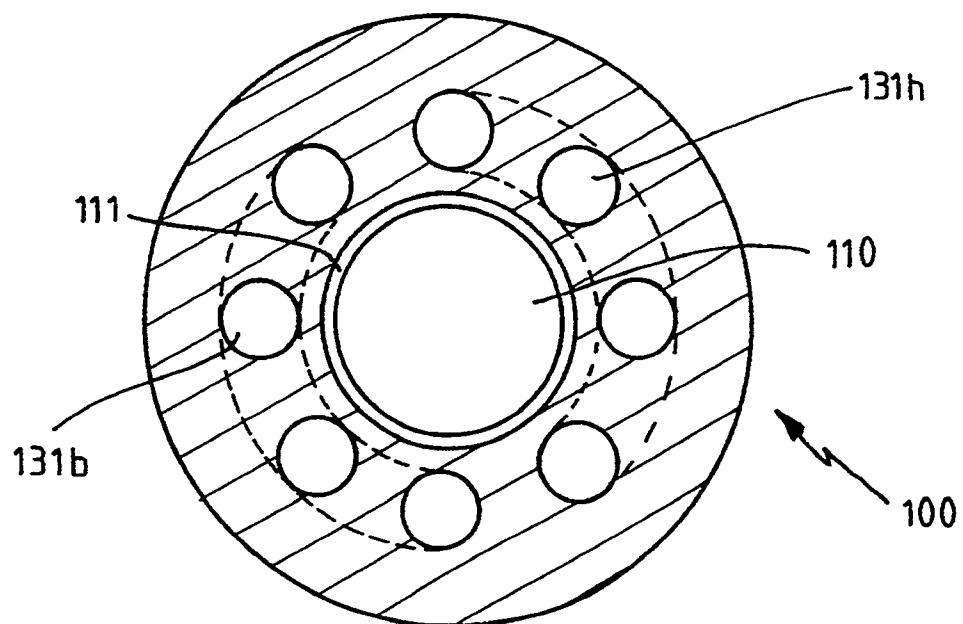


FIG. 7

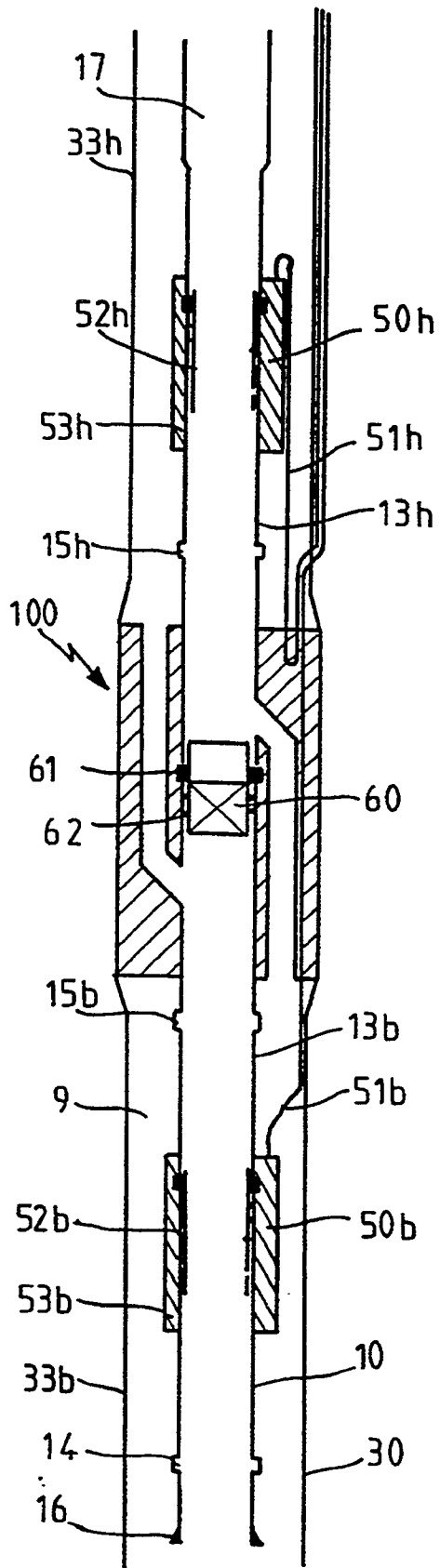
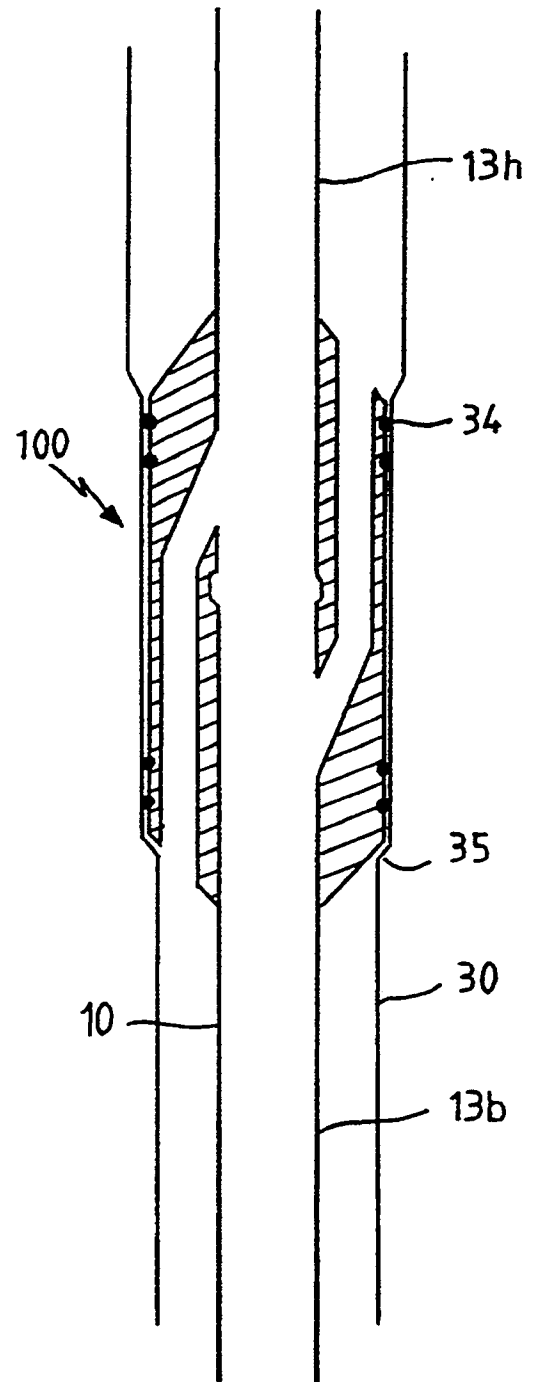


FIG. 8



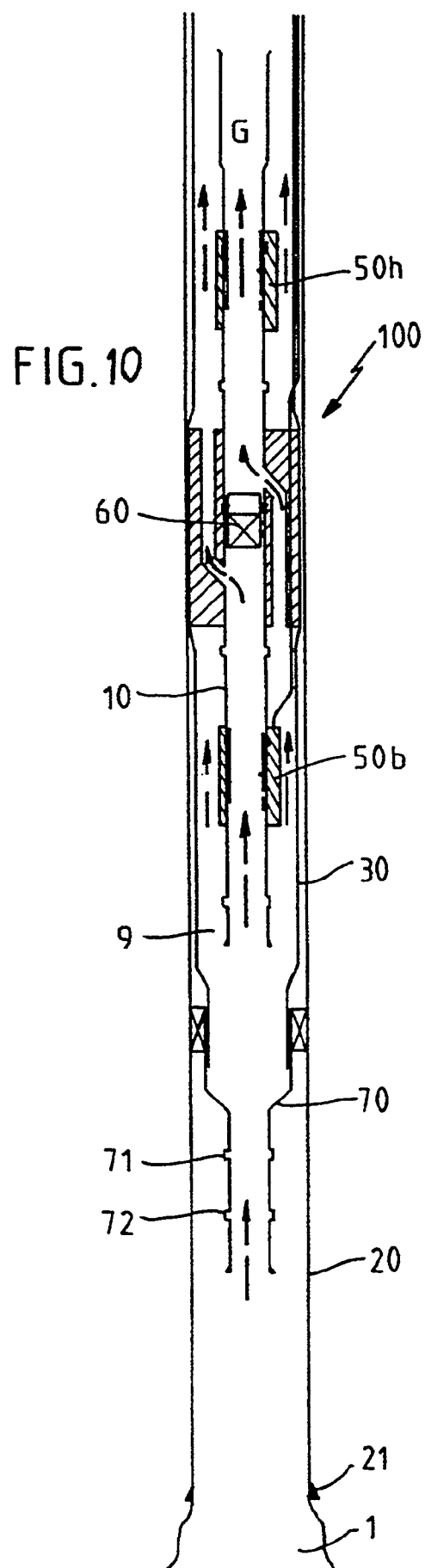
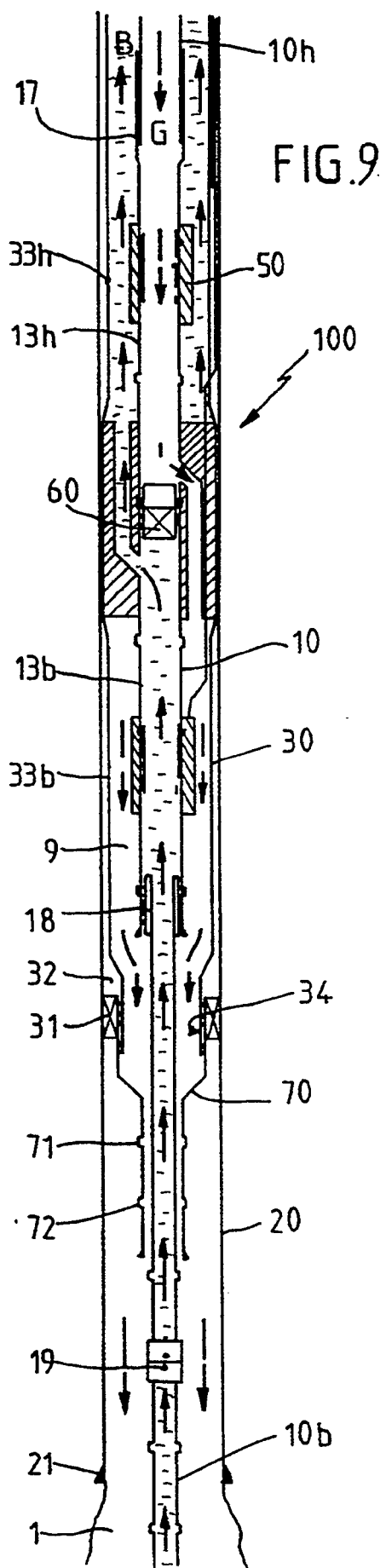
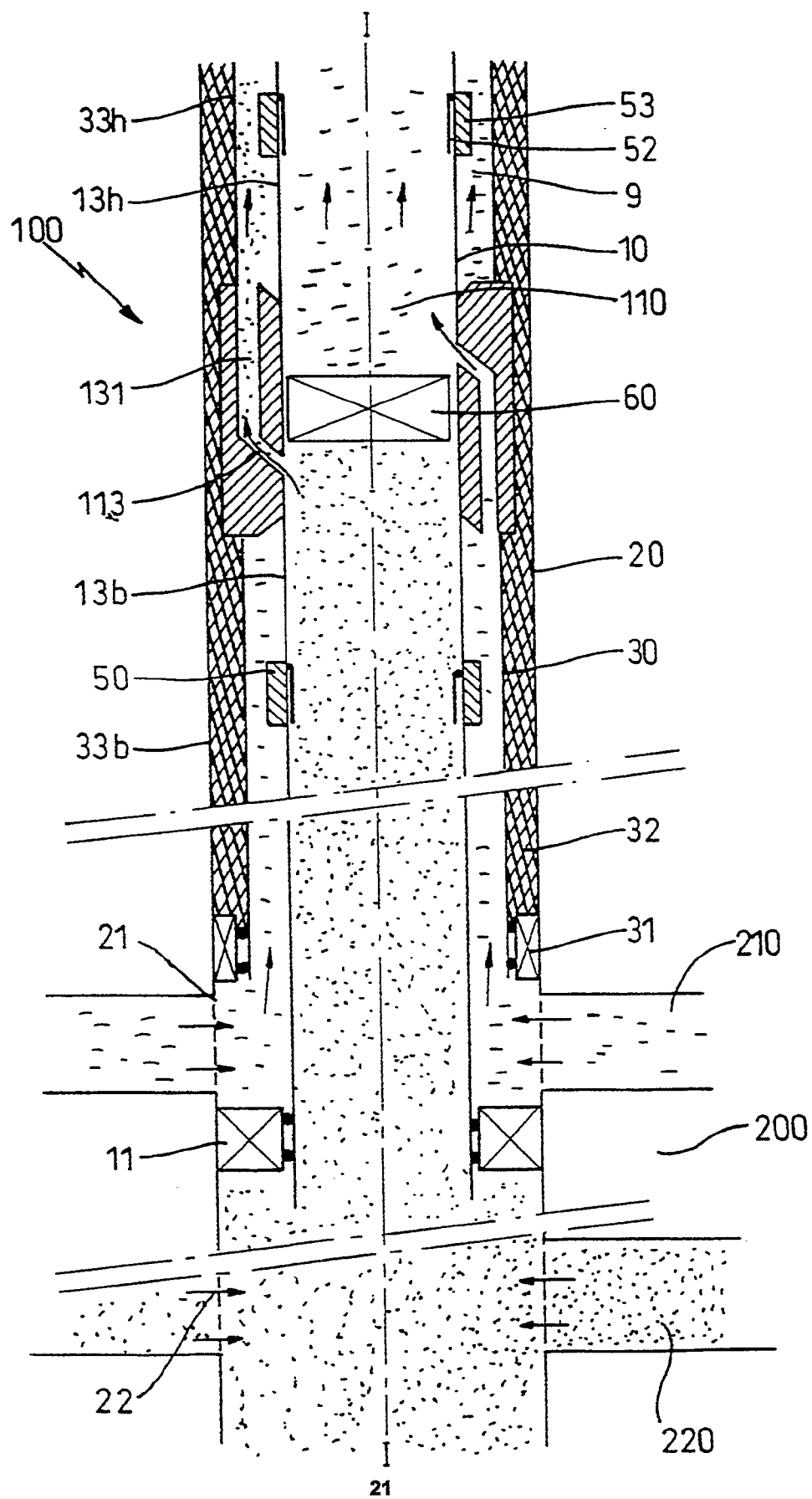


FIG. 11





Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 1193

| 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-3 008 522 (J.V. FREDD et al.)<br>* Colonne 2, lignes 17-29; colonne 3, lignes 6-14; colonne 10, lignes 67-75; colonne 11, lignes 1-68; figures 9,18 * | 1,2,8,9<br>,13,16,<br>18,19,<br>27,28           | E 21 B 34/10<br>E 21 B 17/18<br>E 21 B 33/122<br>E 21 B 43/12 |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-A-4 312 415 (R.L. FRANKS, Jr.)<br>* Figures 1,2 *                                                                                                       | 1                                               | E 21 B 43/14<br>B 65 G 5/00                                   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-A-3 313 350 (J.S. PAGE, Jr.)                                                                                                                            |                                                 |                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-A-4 423 782 (M.L. BOWYER)                                                                                                                               |                                                 |                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-E- 28 588 (P.S. SIZER)                                                                                                                                  |                                                 |                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-A-2 994 200 (P.G. CARPENTER)                                                                                                                            |                                                 |                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | US-A-3 277 654 (A.J. SHIVER)                                                                                                                               |                                                 |                                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                            |                                                 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                            |                                                 | E 21 B                                                        |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |                                                 |                                                               |
| Lieu de la recherche<br>LA HAYE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                            | Date d'achèvement de la recherche<br>02-08-1991 | Examineur<br>LINGUA D.G.                                      |
| <p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul<br/>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br/>A : arrière-plan technologique<br/>O : divulgation non-écrite<br/>P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br/>E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date<br/>D : cité dans la demande<br/>L : cité pour d'autres raisons<br/>&amp; : membre de la même famille, document correspondant</p> |                                                                                                                                                            |                                                 |                                                               |

EPO FORM 1503 00.02 (P0402)