



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : **0 435 756 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : 90403707.4

(51) Int. Cl.⁵ : E21B 43/18, E21B 43/26

(22) Date de dépôt : 20.12.90

(30) Priorité : 29.12.89 FR 8917482

(43) Date de publication de la demande :
03.07.91 Bulletin 91/27

(84) Etats contractants désignés :
DE DK GB IT NL

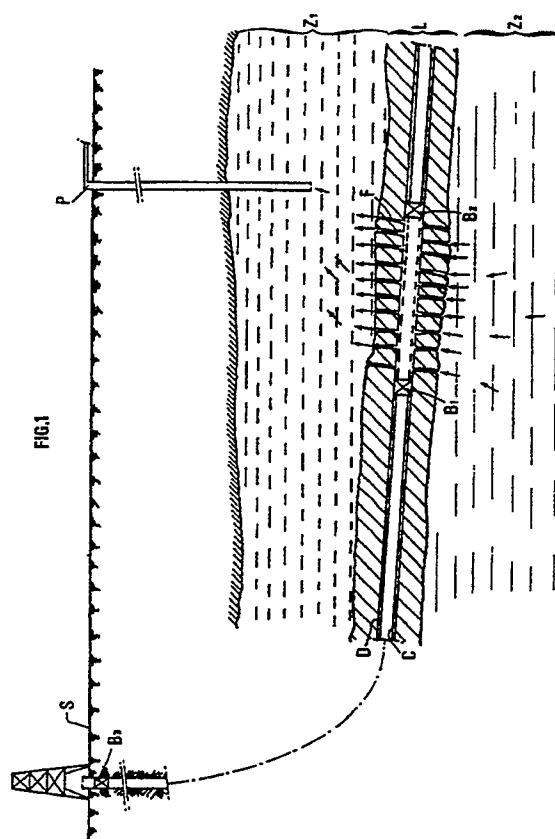
(71) Demandeur : INSTITUT FRANCAIS DU
PETROLE
4, avenue de Bois-Préau
F-92502 Rueil-Malmaison (FR)

(72) Inventeur : Gadelle, Claude
5, rue Filliette Nicolas Philibert
F-92500 Rueil-Malmaison (FR)
Inventeur : Lessi, Jacques
13 bis, rue du Puits
F-78580 Maule (FR)
Inventeur : Renard, Gérard
6, rue Henri Dunant
F-92500 Rueil-Malmaison (FR)

(54) **Méthode et dispositif pour stimuler une zone souterraine par injection différée de fluide provenant d'une zone voisine, le long de fractures faites depuis un drain foré dans une couche intermédiaire peu perméable.**

(57) La zone souterraine et la zone voisine sont par exemple l'une un gisement pétrolifère (Z1) et l'autre une nappe aquifère (Z2) sous-jacente à une pression supérieure à celle régnant dans cette zone (Z1). La méthode consiste essentiellement à percer au moins un drain (D) dévié (horizontal ou presque, de préférence) dans la couche intermédiaire (L) qui est par exemple une zone rendue peu perméable en raison de la présence de produits hydrocarbonés lourds et visqueux et à relier les deux zones par des fractures de la couche intermédiaire faites depuis le drain. Le drain peut être équipé d'une conduite (C) percée d'orifices sur une partie de sa longueur, de blocs d'obturation (B1 à B3) permettant le confinement total ou partiel du drain et de moyens de pression pour provoquer des fractures dans la couche intermédiaire au niveau de ces portions confinées. Par des fractures faites en cours de production, on peut injecter de l'eau sous pression de la zone (Z2) dans la zone pétrolifère et mieux drainer la formation.

Application à l'exploitation des gisements pétroliers par exemple.



EP 0 435 756 A1

METHODE ET DISPOSITIF POUR STIMULER UNE ZONE SOUTERRAINE PAR INJECTION DIFFEREE DE FLUIDE PROVENANT D'UNE ZONE VOISINE, LE LONG DE FRACTURES FAITES DEPUIS UN DRAIN FORE DANS UNE COUCHE INTERMEDIAIRE PEU PERMEABLE

La présente invention concerne une méthode pour stimuler une zone souterraine par injection différée de fluide sous pression provenant d'une zone voisine au moyen d'un drain dévié traversant une couche intermédiaire très peu perméable. Dans toute la suite de ce texte, on désignera par drain dévié tout forage dont une partie au moins est horizontale ou relativement peu inclinée par rapport à l'horizontale.

La méthode selon l'invention permet plus particulièrement de stimuler la production d'une zone pétrolifère séparée d'une zone sous-jacente contenant un fluide sous pression, telle qu'une zone aquifère ou éventuellement pétrolifère.

Diverses techniques bien connues des spécialistes sont utilisées pour stimuler la production des zones pétrolifères. L'une d'entre elles consiste essentiellement à injecter un fluide sous pression dans la formation en production, capable de drainer le pétrole stagnant dans les roches en raison de sa viscosité. Le fluide employé est par exemple de l'eau sous pression injectée par des drains forés au travers de la formation. Il peut s'agir aussi d'eau existant en profondeur, dans le bassin en production lui-même sous la forme d'une nappe aquifère sous-jacente.

Dans certains type de bassins, la nappe aquifère se trouve sous la zone pétrolifère et séparée d'elle par une couche très peu perméable en raison notamment de la présence de produits hydrocarbonés lourds et très visqueux ("tarmat").

On peut envisager d'utiliser cette eau sous-jacente pour stimuler la production d'une zone pétrolifère. La nappe d'eau étant localisée à une profondeur supérieure à celle de la zone pétrolifère, sa pression interne est supérieure. L'épuisement au moins partiel de la zone en production a pour effet d'accroître la surpression de l'eau dans la nappe sous-jacente par rapport aux fluides de la formation supérieure. L'injection éventuelle dans la formation pétrolière de cette eau en surpression doit permettre de drainer l'huile et de favoriser la production.

Les tentatives de stimulation des zones de production surmontant des nappes aquifères n'ont pas donné jusqu'ici les résultats escomptés. Des puits ou des drains verticaux ont été percés au travers de la zone pétrolifère, de manière à mettre le gisement pétrolifère en communication avec la nappe d'eau. Mais on a constaté que ce type de puits produisait essentiellement de l'eau. On peut expliquer ce résultat négatif par le fait que l'eau de la nappe a tendance à s'échapper directement vers la surface par le puits ainsi créé au lieu de pénétrer dans la formation pétrolifère. Ce phénomène persiste si l'on descend dans le puits un organe d'obturation car l'eau de la nappe a

tendance à le contourner au travers des formations environnantes. Une obturation éventuelle près de la surface amène une certaine diffusion de l'eau dans la zone pétrolifère. Mais les résultats ne sont pas très significatifs car le volume du gisement pénétré par l'eau reste relativement faible.

La méthode selon l'invention permet de stimuler la production d'une zone souterraine par injection différée d'un fluide provenant d'une zone voisine séparée de la première par une couche intermédiaire peu perméable, en évitant les inconvénients ci-dessus mentionnés.

Elle est caractérisée en ce qu'elle comporte le percement d'au moins un drain dévié dans ladite couche intermédiaire et l'ouverture différée par fracturation de la couche intermédiaire, d'au moins une voie de communication reliant la zone voisine à la zone souterraine, de manière à favoriser le drainage de ladite zone souterraine par le fluide sous pression.

La méthode comporte par exemple la réalisation à partir du drain, de fracturations faisant communiquer une zone pétrolifère et une zone aquifère sous-jacente.

La méthode comporte aussi par exemple la réalisation à partir du drain, de fracturations faisant communiquer une zone pétrolière et une seconde zone pétrolière sous-jacente.

Le drain peut être percé dans une couche intermédiaire très peu perméable. Il peut encore être percé dans une couche intermédiaire non pétrolifère.

Le dispositif selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte une conduite disposée dans un drain dévié percé dans la couche intermédiaire, ladite conduite étant percée d'ouvertures sur une partie de sa longueur, des blocs d'obturation pour isoler des portions de la conduite sur la partie de celle-ci percée d'ouvertures, et des moyens pour appliquer des pressions hydrauliques capables de fracturer la couche intermédiaire et de mettre en communication au cours de la période de production, les deux zones de part et d'autre de ladite couche intermédiaire.

L'injection de fluide sous pression dans une zone souterraine telle qu'un gisement pétrolier dont la pression interne est affaiblie du fait de la production, par fracturation d'une couche intermédiaire depuis un drain percé le long de celle-ci et convenablement confiné pour empêcher le fluide de s'échapper vers la surface, a pour effet de pousser l'huile vers les puits de production. L'utilisation d'un drain dévié (horizontal ou faiblement incliné sur l'horizontale) permet d'augmenter le volume de la zone envahie par le fluide injecté. Lorsque la zone voisine est une zone aquifère active c'est-à-dire réalimentée en perma-

nence par des entrées d'eau, la pression d'injection ne subit aucune chute sensible durant toute la phase de drainage. L'effet obtenu est plus durable.

D'autres caractéristiques et avantages de la méthode et du dispositif selon l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description ci-après d'un mode de réalisation décrit à titre d'exemple non limitatif, en se référant aux dessins annexés où :

- la Fig. 1 montre de façon schématique une coupe d'une zone de production pétrolière surmontant une zone contenant un fluide sous pression telle qu'une zone aquifère et un premier mode de mise en oeuvre de la méthode selon l'invention ; et.
- la Fig. 2 montre de façon schématique la même coupe avec un second mode de réalisation de la méthode.

La zone pétrolière Z1 produit du pétrole par au moins un puits de production P1. Ce puits peut être vertical comme indiqué sur la Fig. 1 ou bien encore selon les cas être horizontal. Dans certains types de bassins, au-dessous de la zone pétrolière Z1 et séparée d'elle par une couche très peu perméable L, se trouve une zone voisine renfermant un fluide sous pression. La pression de ce fluide est supérieure à la pression régnant dans la zone de production Z1 du fait que la zone voisine est à une profondeur plus grande. Ce fluide peut être de l'eau ou bien encore un fluide pétrolier. Quand la zone voisine est aquifère, elle est généralement du type actif i.e. elle est alimentée par des apports d'eau extérieurs et la pression qui y règne reste sensiblement constante. La couche intermédiaire L peut être par exemple une zone rendue presque imperméable en raison de la présence de produits hydrocarbonés très lourds et visqueux. Cette couche L peut aussi être d'un type non pétrolière.

La méthode selon l'invention comporte le forage depuis la surface S d'un drain D dévié (horizontal ou faiblement incliné par rapport à l'horizontale) de manière à rester dans la couche intermédiaire. Quand le drain D est foré, il est pourvu d'un cuvelage ou casing C sur toute sa longueur. Des moyens connus d'obturation permettent de fermer l'espace annulaire entre le cuvelage et le drain. Sur au moins une portion d1 de sa longueur, là où il traverse la zone de production, le casing C est pourvu d'ouvertures latérales O mettant les formations traversées en communication avec l'intérieur du drain D. A ce stade aucune communication n'existe entre les deux zones Z1 et Z2. Le drain peut être foré à tout moment, avant la mise en production de la zone Z1 pétrolière ou éventuellement au cours de la période de production.

Au cours de cette période, quand il s'avère que la zone Z1 nécessite une stimulation, on réalise des opérations de fracturation de la couche intermédiaire à partir du drain D préalablement percé. A cet effet et par une méthode bien connue des spécialistes, on

descend dans le cuvelage C des organes d'obturation dilatables B1,B2 jusque dans la partie pourvue d'ouvertures latérales O et on les met en place de manière à confiner une portion limitée du cuvelage.

Par un tube (non représenté) faisant communiquer la partie confinée avec un système hydraulique, on applique un fluide sous une pression suffisante pour fracturer les parois jusqu'à l'établissement de voies de communication F entre les deux zones Z1 et Z2. La séquence d'opérations précédente est recommencée éventuellement à plusieurs endroits différents du drain, de manière à élargir la zone fracturée.

Les opérations de fracturation étant achevées, on installe dans le casing un bloc d'obturation B3 de manière à isoler le drain du milieu extérieur. Le fluide, en l'occurrence l'eau de la zone Z2, se trouvant à une pression supérieure et le drain se trouvant confiné par le bloc d'obturation B3, l'eau pénètre dans la zone Z1 par les fracturations F du casing C et chasse les hydrocarbures accumulés dans la formation.

Suivant le mode de réalisation de la Fig.2, le drain D est agencé de manière à pouvoir être utilisé comme puits de production. A cet effet, le cuvelage C est pourvu dans sa partie qui traverse la zone de production Z1, d'une autre portion de longueur d2 pourvue d'orifices latéraux. Cette autre portion de cuvelage d2 est selon les cas plus ou moins distante de la portion d1 par où peut rentrer l'eau provenant de la zone Z2 et latéralement décalée par rapport à celle-ci. Entre les deux portions d1 et d2 est disposé un organe B4 d'obturation dont la fermeture peut être déclenchée depuis l'installation de surface.

Au cours de la période de production, quand une stimulation de la production est nécessaire, on procède à une fracturation de la portion de longueur d1 du cuvelage, de la même façon que dans le mode de réalisation précédent et l'on ferme l'organe B4 de manière à isoler l'une de l'autre les deux parties d1 et d2 du cuvelage. L'eau issue de la zone sous-jacente, pénètre par les fracturations dans la zone de production Z1 et chasse l'huile vers les puits de production et notamment vers la partie d2 du cuvelage C ouverte sur le milieu extérieur. Le drain participe ainsi à la production.

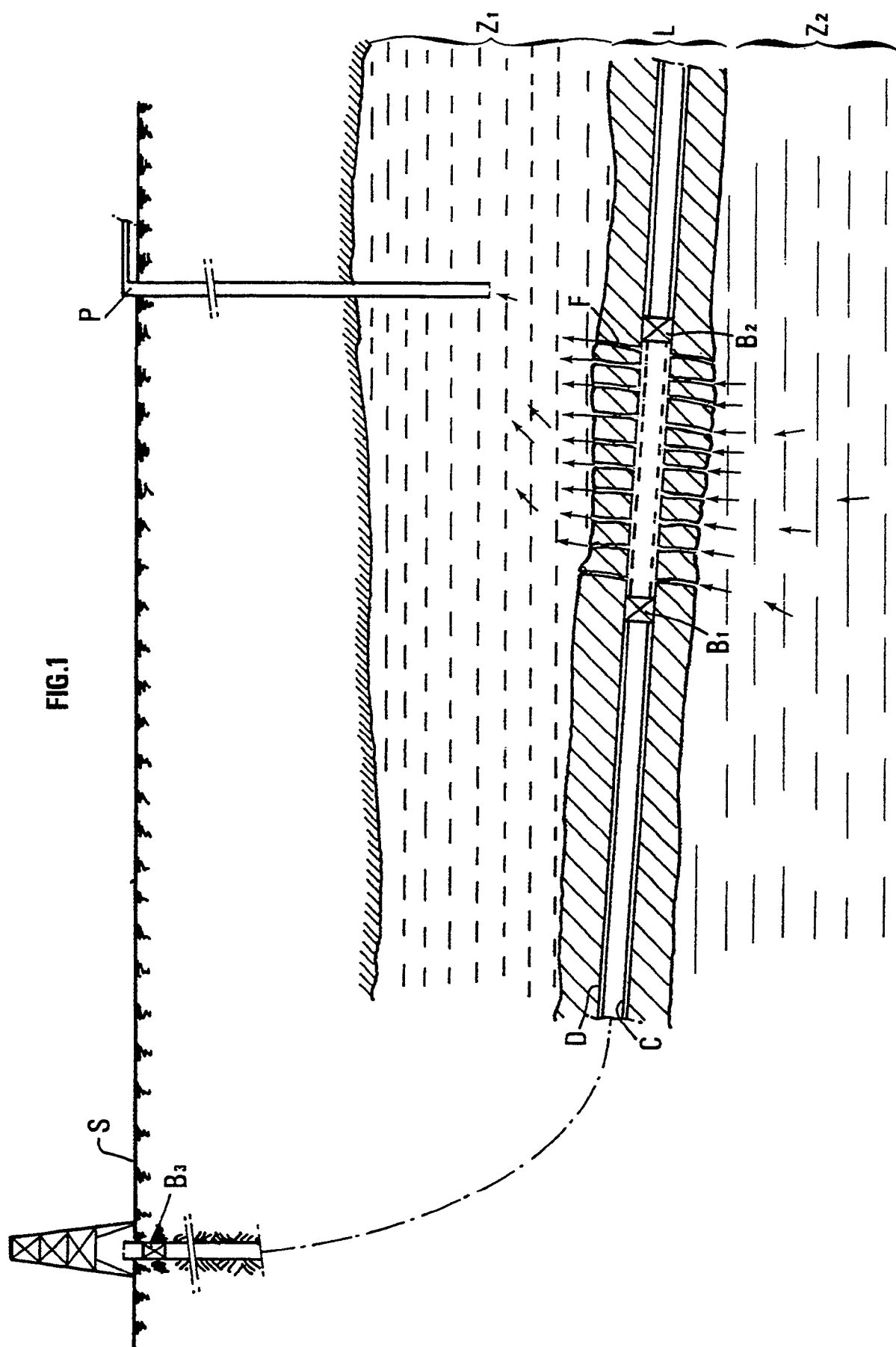
La méthode selon l'invention permet ainsi d'utiliser au mieux le fluide à haute pression disponible in situ à des fins de stimulation de production pétrolière.

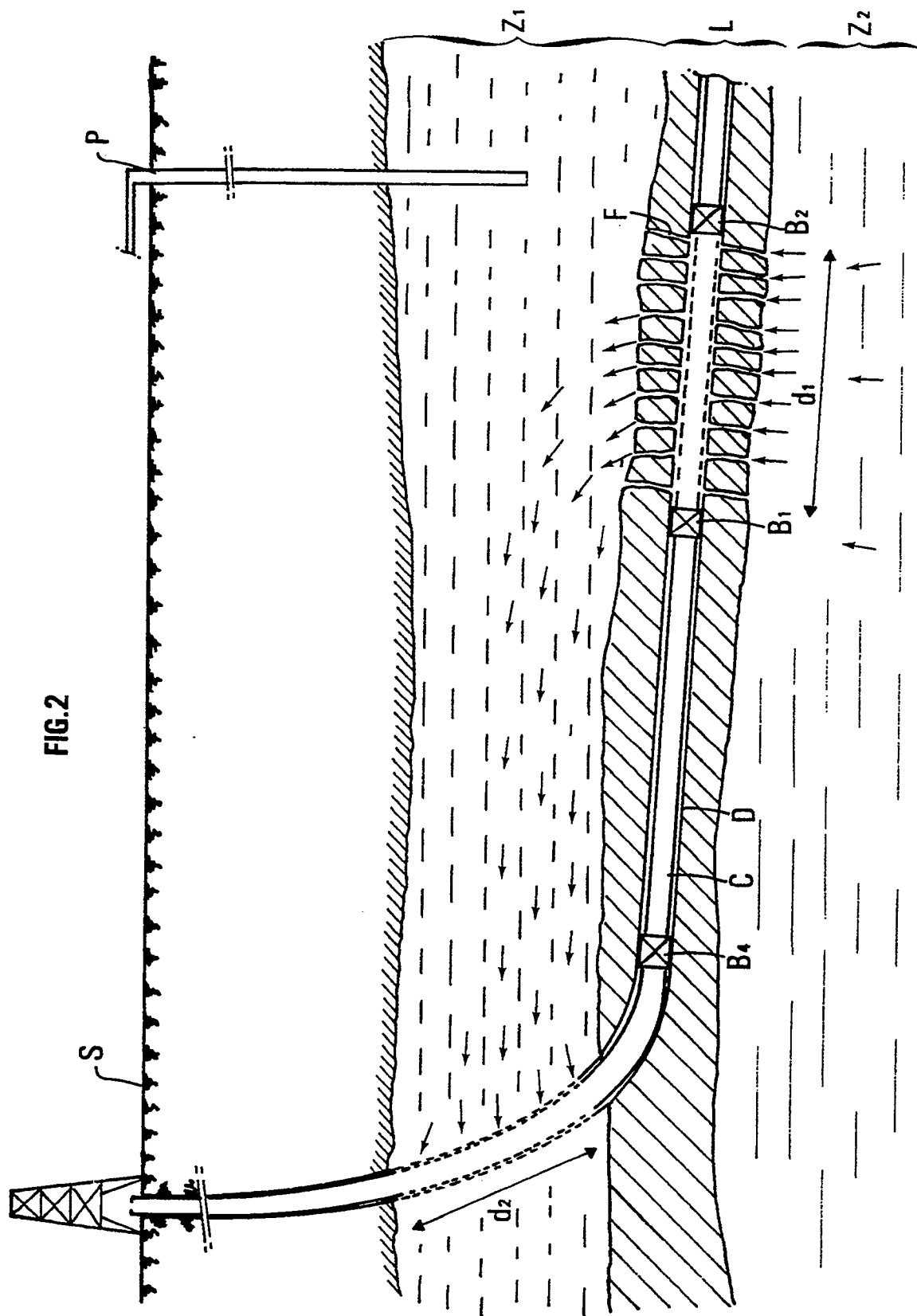
La position des puits de production verticaux et/ou horizontaux relativement aux drains déviés D ou inversement des drains par rapport aux puits selon l'ordre dans lequel ils auront été forés est choisie selon les règles de l'art de manière à optimiser la production pétrolière.

Revendications

1. Méthode pour stimuler la production d'une zone

- souterraine (Z1) par injection contrôlée d'un fluide provenant d'une zone voisine (Z2) séparée de la première par une couche intermédiaire (L) peu perméable, caractérisée en ce qu'elle comporte le percement d'un drain dévié (D) dans ladite couche intermédiaire et l'ouverture différée par fracturation de la couche intermédiaire d'au moins une voie de communication reliant la zone voisine à la zone souterraine, de manière à favoriser le drainage de ladite zone souterraine par le fluide sous pression.
- 5
- 10
2. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on réalise à partir du drain, des fracturations faisant communiquer une zone pétrolière (Z1) et une zone aquifère sous-jacente (Z2).
- 15
3. Méthode selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'on réalise à partir du drain, des fracturations faisant communiquer une zone pétrolière (Z1) et une seconde zone pétrolière sous-jacente (Z2).
- 20
4. Méthode selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le drain (D) est percé au travers d'une couche intermédiaire très peu perméable.
- 25
5. Méthode selon la revendication 4, caractérisée en ce que le drain (D) est percé dans une couche intermédiaire non pétrolifère.
- 30
6. Méthode selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la zone souterraine (Z1) communique avec la surface par au moins un puits de production vertical (P) dont la position relativement au drain dévié est choisie pour optimiser la production.
- 35
7. Méthode selon la revendication 4 ou 5, caractérisée en ce que la zone souterraine (Z1) communique avec la surface par au moins un puits de production dévié dont la position est choisie relativement au drain dévié pour optimiser la production.
- 40
- 45
8. Méthode selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'on obture le drain dans sa partie forée le long de la couche intermédiaire de manière à pouvoir utiliser une partie du drain comme puits de production.
- 50
9. Dispositif pour stimuler la production d'une zone souterraine séparée d'une zone voisine contenant un fluide à une pression supérieure à celle de la zone souterraine, par une couche intermédiaire très peu perméable, caractérisé en ce qu'il comporte une conduite (C) disposée dans un drain dévié percé dans la couche intermédiaire, ladite conduite (C) comportant une portion de longueur (d1) pourvue d'ouvertures (O) sur une partie de sa longueur, des blocs d'obturation (B1 à B2) pour isoler par intermittence des portions de la conduite (C) sur ladite portion de longueur (d1), un bloc de confinement (B3) de la conduite permettant d'isoler de l'extérieur ladite portion de longueur et des moyens pour appliquer des pressions hydrauliques capables de fracturer la couche intermédiaire et de mettre en communication au cours de la période de production, les deux zones de part et d'autre de ladite couche intermédiaire.
10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que la conduite (C) comporte une deuxième portion de longueur (d2) pourvue d'ouvertures dans sa partie traversant la zone souterraine (Z1), cette portion de longueur (d2) étant latéralement décalée par rapport à la première portion de longueur (d1) dans la couche intermédiaire (L) et un bloc d'obturation (B4) disposé dans la conduite (C) entre les deux portions de longueur (d1, d2).
- 55







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 90 40 3707

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)
Y	US-A-4850431 (C.E.AUSTIN ET AL.) * colonne 5, lignes 13 - 66; figure 4 *	1, 2-4, 6	E21B43/18 E21B43/26
Y	US-A-3258069 (C.E.HOTTMANN) * colonne 6, lignes 38 - 56; figure 2 *	1, 2, 4, 6	
Y	US-A-2736381 (J.C.ALLEN) * colonne 3, lignes 32 - 39 * * colonne 3, ligne 68 - colonne 4, ligne 14; figure 1 *	3	
A	US-A-3313348 (J.L.HUITT ET AL.) * colonne 3, lignes 11 - 28; figure 1 *	1	
A	US-A-3934649 (J.PASINI ET AL.) * colonne 4, ligne 65 - colonne 5, ligne 11; figure 1 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 03 AVRIL 1991	Examineur RAMPELMANN K.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)