

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

①1 N° de publication :

2 632 350

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

88 07460

⑤1 Int Cl⁴ : E 21 B 43/24, 43/30.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 3 juin 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 49 du 8 décembre 1989.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, Or-
ganisme Professionnel. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jean Combe ; Gérard Renard ; Emmanuel
Valentin.

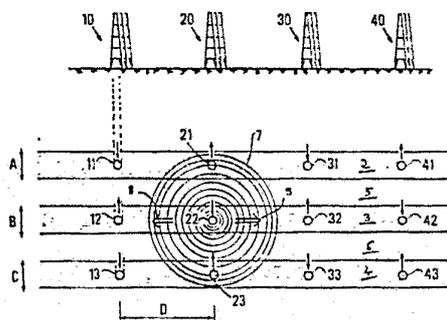
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) :

⑤4 Procédé de récupération assistée d'hydrocarbures lourds à partir d'une formation souterraine par puits forés ayant
une portion à zone sensiblement horizontale.

⑤7 La présente invention concerne un procédé de récupé-
ration assistée d'hydrocarbures lourds à partir d'une forma-
tion souterraine 1 par puits forés 11, 12, 13, 21, 22, 23 à zone
sensiblement horizontale. Les puits forés possèdent à partir de
la surface du sol une portion initiale pratiquement verticale
suivie d'une portion inclinée ou horizontale s'étendant dans la
formation constituée de réservoirs 2, 3, 4 desdits hydrocar-
bures.

La formation étant constituée d'au moins deux réservoirs 2,
3, 4 superposés séparés par des épontes 5, 6 la portion
horizontale d'un premier puits 11, 13, 22 s'étendant dans un
réservoir sensiblement à l'aplomb de la portion horizontale d'un
second puits 12, 21, 23 situé dans un réservoir immédiatement
adjacent, on utilise ledit premier puits comme puits d'injection
de vapeur et ledit second puits comme puits producteur.



FR 2 632 350 - A1

D

La présente invention concerne le domaine de la production d'hydrocarbures lourds contenus dans une formation souterraine grâce à un procédé de récupération assistée par puits forés à zone sensiblement horizontale, ces puits ayant à partir de la surface du sol une portion initiale pratiquement verticale suivie d'une portion
5 inclinée ou horizontale s'étendant dans la formation.

L'extraction d'hydrocarbures lourds dans une formation souterraine implique des mécanismes de production visant essentiellement à diminuer la viscosité et à pouvoir commander le déplacement, puis
10 l'aspiration de l'huile lourde dans des puits et finalement sa remontée en surface. Deux méthodes de génération de l'énergie nécessaire au déplacement existent : la production en énergie en surface, c'est le cas de l'injection de fluides chauds ou de la création de tels fluides dans la formation, cas de la combustion in
15 situ.

Ce principe de réduction de la viscosité de l'huile lourde par chauffage s'accompagne généralement d'un choix judicieux de la disposition des puits forés pour utiliser l'énergie injectée avec une
20 meilleure rentabilité.

On a ainsi particulièrement développé ces dernières années l'utilisation des puits forés horizontalement dans une couche d'une formation pour augmenter leur rendement en production. L'utilisation
25 de puits horizontaux a permis d'une part, d'accéder à des réservoirs d'hydrocarbures dans des positions parfois inaccessibles par des puits verticaux et, d'autre part a prouvé économiquement une meilleur rentabilité pour la production et l'extraction de pétrole situé dans certains types de formations.

C'est ainsi que des premiers développements ont été effectués pour l'application des puits horizontaux à la production d'hydrocarbures lourds par injection de vapeur.

5 La vapeur injectée par un puits se diffuse dans l'hydrocarbure, lui assurant une diminution de viscosité et une amorce de mouvement de déplacement par transmission thermique vers un puits producteur.

10 Une telle méthode est présentée dans le brevet US 4 700 779 selon lequel le réservoir contenant l'hydrocarbure lourd est percé d'une succession de puits à drains horizontaux dont les parties horizontales sont parallèles entre elles et s'étendent longitudinalement dans le réservoir.

15 La méthode de production d'hydrocarbures s'effectue en excitant dans une première étape un premier puits et un second puits situés à une extrémité de la formation par injection de vapeur et receillant dans une seconde étape l'hydrocarbure après une amorce de réchauffement dans le second puits immédiatement adjacent transformé d'injecteur en producteur.

20 Lorsque la percée de la vapeur atteint le second puits, on cesse son injection dans le premier puits pour la remplacer par une injection d'eau, afin de maintenir une pression suffisante dans le réservoir. Il suffit ensuite de décaler les fonctions des puits pour extraire dans 25 un troisième puits l'hydrocarbure mis en mouvement par l'injection de vapeur du deuxième puits.

30 Une telle technique a recueilli des succès quant au rendement en production d'un réservoir d'hydrocarbure, mais ce système n'est applicable que dans le cas où l'hydrocarbure est disponible dans un réservoir unique, alors que l'on trouve dans de nombreux cas une répartition en réservoirs superposés séparés par des épontes étanches.

Dans un tel cas de figure chaque réservoir doit être traité individuellement par le procédé précédemment décrit, ce qui implique rapidement une complexité de commande des puits (passage de la production à l'injection et vice-versa) lorsque le nombre de couches stratifiées est important.

5

La présente invention vise donc à pallier les inconvénients précités lorsque l'on désire utiliser des puits à drains horizontaux injecteur de vapeur au travers d'une formation à réservoirs superposés, et donc s'affranchir d'une gestion particulière des puits alternativement en injection et en production. De plus la présente invention utilise avec avantage les pertes thermiques dans les épontes liées à l'injection de vapeur, qui constituent dans le document précité un inconvénient majeur, car elles retardent la production d'un puits.

10

15

L'idée mère de la présente invention est de réaliser des forages de puits à drains horizontaux dans chacun des réservoirs superposés, ces drains horizontaux étant situés dans des plans verticaux parallèles puis de commander un puits en injection de vapeur, les puits situés dans les deux couches immédiatement adjacentes étant alors producteurs.

20

On utilise par un tel dispositif les pertes thermiques se propageant verticalement à travers les épontes pour assurer une accélération de l'hydrocarbure lourd dans les puits producteurs situés dans les réservoirs contigus.

25

La mise en production, toujours réalisée par un déplacement de fluides, est maintenant augmentée par une transmission calorifique.

30

La présente invention a donc pour objet un procédé de récupération assistée d'hydrocarbures lourds à partir d'une formation souterraine par puits forés ayant une portion sensiblement horizontale, lesdits puits ayant à partir de la surface du sol une portion initiale

pratiquement verticale suivie d'une portion inclinée ou horizontale s'étendant dans la formation constituée de réservoirs desdits hydrocarbures, dans lequel :

- 5 - on injecte un courant de vapeur dans la formation par une première série de puits horizontaux,
- on extrait l'hydrocarbure de la formation par une seconde série de puits horizontaux,

10 caractérise en ce que la formation étant constituée d'au moins deux réservoirs superposés séparés par des épontes, la portion horizontale d'un premier puits s'étendant dans un réservoir sensiblement à l'aplomb de la portion horizontale d'un second puits situé dans un réservoir immédiatement adjacent,

- on utilise ledit premier puits comme puits d'injection de vapeur et ledit second puits comme puits producteur d'hydrocarbure.

15

Par un tel procédé, on réalise la récupération d'hydrocarbure dans le plus simple des cas par deux puits à drains horizontaux situés sensiblement l'un en dessous de l'autre dans deux couches superposées, le premier étant injecteur, le second producteur, l'injection de vapeur impliquant une transmission thermique à travers l'éponte les séparant et commandant rapidement la mise en oeuvre de la production dans le second puits.

20

25 Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, deux portions horizontales de puits étant disposées parallèlement de manière régulière le long d'un même réservoir on utilise deux puits successifs disposés le long dudit réservoir l'un en puits injecteur de vapeur, l'autre en puits producteur.

30

On augmente les capacités de production en utilisant en addition plusieurs puits dans chaque réservoir à distance régulière, les puits le long d'un même réservoir étant successivement producteurs et injecteurs.

Avantageusement la formation comportant une succession de réservoirs superposés, on réalise dans un plan de coupe vertical de la formation un réseau sensiblement orthogonal de puits à portion horizontale s'étendant d'une part dans une direction au niveau de chaque réservoir, et d'autre part dans une autre direction longitudinale auxdits réservoirs, et l'on commande une première série de puits en injecteur de vapeur selon une disposition en quinconce dans ledit réseau et une seconde série de puits en production selon une disposition en quinconce complémentaire à ladite première série.

La présente invention englobe également une disposition de forage de puits à zone horizontale utilisés pour la mise en oeuvre du procédé tel que précédemment décrit, caractérisée en ce que les puits horizontaux et producteurs sont disposés en quinconce selon des réseaux réalisés dans des plans verticaux successifs de la formation.

Avantageusement les réservoirs superposés sont d'une épaisseur sensiblement égale à 10 m et les éponges séparant lesdits réservoirs ont une épaisseur d'au plus 10 m.

Enfin dans un mode de réalisation préféré, dans un même réservoir la distance séparant deux portions horizontales parallèles contigües est sensiblement de 100 m.

On décrira maintenant plus en détail une forme de réalisation particulière de l'invention qui en fera mieux comprendre les caractéristiques essentielles et les avantages, étant entendu toutefois que cette forme de réalisation est choisie à titre d'exemple et qu'elle n'est nullement limitative. Sa description est illustrée par les dessins annexés dans lesquels :

- La figure 1 représente une coupe longitudinale de la formation avec des puits à drains horizontaux,

- la figure 2 représente une coupe transversale de la formation suivant le plan de coupe A-A,

- la figure 3 représente les courbes comparées de production d'hydrocarbures en fonction du temps entre un puits usuel et un puits exploité selon la présente invention.

La figure 1 représente une coupe longitudinale d'une formation géologique 1 comportant en profondeur des réservoirs stratifiés 2, 3, 4 d'hydrocarbures lourds. Ces réservoirs sont superposés les uns aux autres et séparés par des épontes 5, 6 constituées de couches étanches telles que de l'argile dans lesquelles l'hydrocarbure ne s'écoule pas.

On désire selon la présente invention réaliser un procédé de récupération à partir de ces réservoirs pour une extraction vers la surface.

On fore dans une étape préalable des puits 11, 12, 13 ayant à partir de la surface du sol une portion initiale pratiquement verticale suivie d'une portion inclinée ou horizontale s'étendant dans un réservoir de la formation, ces puits étant surmontés par des tours de forage ou derricks 10. Ainsi un premier puits 11 est foré de manière à avoir son ouverture dans la première couche 2, un deuxième puits 12 dans la deuxième couche 3 et ainsi de suite, chaque réservoir étant muni d'un drain horizontal.

Pour couvrir toute la surface de la formation dans une direction longitudinale, on fore à l'arrière des premiers puits 11, 12, 13, une deuxième série de puits 11', 12', 13' surmontés par des tours de forage ou derricks 10'.

Dans des applications habituelles de puits horizontaux, les drains peuvent atteindre des longueurs L s'étendant horizontalement sur plusieurs centaines de mètres et, dans une moyenne non limitative, sur

une distance de 500 mètres.

Les puits 11, 12, 13 sont forés à partir d'un point géographique choisi pour permettre à leurs drains horizontaux d'être alignés pratiquement parallèlement dans une direction verticale, c'est-à-dire qu'ils sont tous pratiquement à l'aplomb des derricks correspondants 10. Cependant la présente invention s'appliquerait également de manière identique dans le cas où les drains sont écartés les uns des autres de quelques mètres selon cette direction verticale.

La figure 2 représente la formation dans une coupe transversale suivant le plan de coupe A-A. Sur cette figure on retrouve la première série de puits à zone horizontale 10, 11, 12. On a représenté sur cette figure les ouvertures de ces puits et le forage débouchant sur les derricks 10. Dans un type préféré non limitatif, les trois drains de puits 11, 12; 13 sont à l'aplomb les uns des autres. On a représenté sur cette figure des flèches montantes ou descendantes qui indiquent si le puits est injecteur de vapeur (flèche descendante) ou producteur (flèche montante).

Le puits 11 étant injecteur de vapeur lorsque cette vapeur entre dans le réservoir et diffuse de l'énergie thermique qui se propage dans toutes les directions et notamment à travers l'éponte 5.

Lorsque l'énergie thermique atteint le réservoir 3 immédiatement adjacent au réservoir 2 émetteur, un réchauffement s'effectue dans la zone proche du drain producteur 12 et ainsi l'extraction peut être amorcée.

Ce phénomène de diffusion thermique est représenté au niveau du puits 22 autour duquel ont été figurées les progressions thermiques en cercles concentriques 7.

On constate que le puits 22 a une action sur les deux puits 21, 23 situés dans chacun des réservoirs de la couche du dessus 2 et dans celle du dessous 4.

5 Bien entendu, les phénomènes d'entraînement habituels dans les réservoirs par déplacement de fluide s'effectuent également comme représenté par les flèches latérales 8 et 9, mais cette action est relativement tardive et ne vient s'ajouter au phénomène d'induction thermique qu'après une durée importante.

10 On réalise donc dans un plan de coupe vertical de la formation un réseau de puits dont chaque maille est constituée par un drain horizontal, ce réseau s'étendant dans deux directions orthogonales, une première direction constituée par la succession des puits à l'aplomb du point géographique et une seconde direction longitudinale
15 à une profondeur donnée le long d'un réservoir. Parmi ce réseau, on trouve une première série de puits commandés en injecteur de vapeur et disposés en quinconce dans ledit réseau et une seconde série de puits en production en quinconce également, selon une disposition complémentaire à ladite première série.

20 Un tel type de réseau est réalisé dans des plans successifs de la formation pour couvrir tout le champ d'hydrocarbures.

25 Afin de donner un ordre de grandeur, la présente invention s'applique de manière préférentielle dans le cas où les réservoirs ont une épaisseur A, B, C de l'ordre de 10 m et où ils sont séparés par des épontes d'une épaisseur d de moins de 10 m.

30 Enfin on choisit des distances de forage D séparant des puits situés dans un même réservoir de l'ordre de 100 m.

La figure 3 représente des courbes théoriques représentatives de la production cumulée d'un puits en fonction du temps T exprimé en années

d'exploitation.

La courbe 15 est obtenue pour un puits de production communément utilisé dans l'art antérieur, la courbe 16 correspond à un puits producteur situé dans un réseau de puits émetteurs de vapeur et producteurs tel que décrit dans la présente invention.

On constate que dès la deuxième année la production a pratiquement doublé par rapport au puits anciennement utilisé. Au bout de 4 ans, la production est toujours doublée.

Enfin, si on compare les courbes au niveau d'une tangente de pente (points 17 et 18) identique correspondant à la fin de l'exploitation du puits, on constate que l'on aura obtenu un gain G_T en temps de 1 an, la production pour la courbe 18 se terminant au bout de 5 ans au lieu de 6 ans anciennement.

A ce gain de temps, la production aura bénéficié d'un gain G_p correspondant à pratiquement 15 % de la production cumulée au moment de l'arrêt du puits.

La présente invention s'applique de manière particulièrement favorable à la production d'hydrocarbures lourds bénéficiant d'une densité comprise entre 0,93 et 1. Pour des valeurs de densité plus faibles, la mise en oeuvre du procédé selon la présente invention revêt un intérêt moindre, car le débit naturel du puits producteur est suffisamment important pour ne pas nécessiter une excitation extérieure telle qu'un réchauffement thermique.

Naturellement, l'invention n'est en rien limitée par les particularités qui ont été spécifiées dans ce qui précède ou par les détails du mode de réalisation particulier choisi pour illustrer l'invention. Toutes sortes de variantes peuvent être apportées à la réalisation particulière qui a été décrite à titre d'exemple et à ses

éléments constitutifs sans sortir pour autant du cadre de l'invention. Cette dernière englobe ainsi tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons.

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

1. - Procédé de récupération assistée d'hydrocarbures lourds à partir d'une formation souterraine (1) par puits forés (11, 12, 13, 21, 22, 23) ayant une portion sensiblement horizontale, lesdits puits ayant à partir de la surface du sol une portion initiale pratiquement verticale suivie d'une portion inclinée ou horizontale s'étendant dans
5 la formation constituée de réservoirs (2, 3, 4) desdits hydrocarbures, dans lequel :

- on injecte un courant de vapeur dans la formation (1) par une première série de puits horizontaux (11, 13, 22),
10

- on extrait l'hydrocarbure de la formation par une seconde série de puits horizontaux (12, 21, 23) caractérisé en ce que la formation étant constituée d'au moins deux réservoirs (2, 3, 4) superposés, séparés par des épontes (5, 6), la portion horizontale d'un premier puits (11, 13, 22) s'étendant dans un réservoir sensiblement à l'aplomb de la portion horizontale d'un second puits (12, 21, 23) situé dans un réservoir immédiatement adjacent,
15

- on utilise ledit premier puits comme puits d'injection de vapeur et ledit second puits comme puits producteur d'hydrocarbures.
20

2. - Procédé de récupération assistée selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins deux portions horizontales de puits (11, 21, 31) étant disposées parallèlement de manière régulière le long d'un même réservoir (2) on utilise deux puits successifs disposés le long dudit réservoir l'un en puits injecteur de vapeur, l'autre en puits producteur.
25

3. - Procédé de récupération assisté selon la revendication 1 ou 2;
30

caractérisé en ce que la formation comportant une succession de réservoirs superposés, on réalise dans un plan de couple vertical de la formation un réseau (11, 12, 13, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 41, 42, 43) sensiblement orthogonal de puits à portion horizontale s'étendant d'une part dans une direction au niveau de chaque réservoir, et
5 d'autre part dans une autre direction longitudinale auxdits réservoirs, et l'on utilise une première série de puits (11, 13, 22, 31, 33, 42) en puits injecteurs de vapeur selon une disposition en quinconce dans ledit réseau et une seconde série de puits (12, 21, 23, 32, 41, 43) en puits de production selon une disposition en quinconce
10 complémentaire à ladite première série.

4. - Disposition de forage de puits à zone horizontale utilisés pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les puits horizontaux injecteurs et
15 producteurs sont disposés en quinconce selon des réseaux réalisés dans des plans verticaux successifs de la formation.

5. - Disposition de puits selon la revendication 4, caractérisée en ce que les réservoirs superposés (2, 3, 4) ont une épaisseur sensiblement
20 égale à 10 m et que les épontes étanches (5, 6) séparant lesdits réservoirs ont une épaisseur d'au plus 10 m.

6. - Disposition de puits selon les revendications 4 ou 5, caractérisée en ce que dans un même réservoir la distance séparant
25 deux portions horizontales parallèles contigües (11, 21, 31, 41) est sensiblement de 100 mètres.

FIG.1

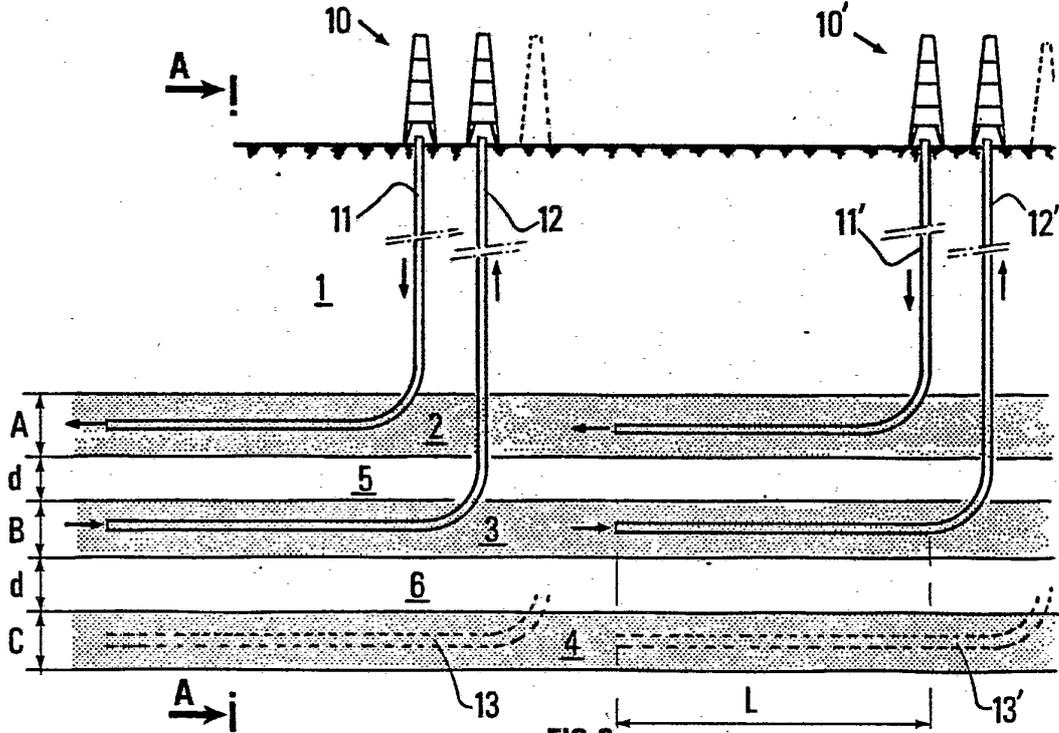


FIG.2

