

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 394 357 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
03.03.2004 Bulletin 2004/10

(51) Int Cl.7: **E21B 49/08**

(21) Numéro de dépôt: **03291857.5**

(22) Date de dépôt: **25.07.2003**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PT RO SE SI SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK

(71) Demandeur: **Institut Français du Pétrole**
92852 Rueil-Malmaison Cedex (FR)

(72) Inventeur: **Carpentier, Bernard**
95690 Labbeville (FR)

(30) Priorité: **28.08.2002 FR 0210659**

(54) **Méthode pour estimer le rapport volumique du gaz à l'huile (GOR) dans les fluides d'un puits en cours de forage**

(57) -Méthode pour évaluer le rapport volumique du gaz à l'huile dans les fluides d'un puits en cours de forage (GOR) par des mesures directes ou indirectes des volumes de gaz et d'huile dans les déblais de forage.

- La méthode comporte essentiellement :
- la détermination du volume de gaz (Vg) contenu dans les fluides de forage par le biais d'une mesure d'un rapport entre un volume de gaz produit et un volume correspondant de roche forée ;
- la détermination du volume d'huile (Vo) par la mesure du taux de carbone organique (TOC) dans la roche forée en tenant compte de caractéristiques physiques de la roche forée et de l'huile dans les conditions de surface ; et

- la détermination du dit rapport volumétrique (GOR) en faisant le rapport des volumes de gaz et d'huile précédemment déterminés.
- La méthode peut être mise en oeuvre sur le chantier même de forage en utilisant un équipement de type Rock-Eval par exemple

EP 1 394 357 A1

Description

[0001] La présente invention concerne une méthode pour estimer le rapport volumique du gaz à l'huile dans les fluides d'un puits en cours de forage que les pétroliers désignent usuellement en abrégé par GOR (pour gas/oil ratio).

Etat de la technique

[0002] Un certain nombre de compagnies de services mesurent depuis longtemps le contenu en gaz de la boue ("mud logging" - mesure des composées C1-C5) et certaines de ces compagnies développent actuellement des outils de mesure permettant de quantifier d'une manière plus précise les teneurs en gaz de la boue notamment pour les hydrocarbures des fractions C6-C8.

[0003] En exploration comme en développement, lorsque en cours de forage, un niveau riche en hydrocarbures est découvert, il est très important pour l'opérateur pétrolier de connaître le type de fluides présent dans la formation (huile, gaz, condensat, huile lourde, etc.) ou encore mieux le rapport volumique du gaz à l'huile dans les fluides d'un puits. Cette information n'est accessible actuellement que par des tests de formation qui demandent un arrêt du forage et représentent un coût important pour l'opérateur. Dans cette optique, il est clair qu'avoir une approximation de ce GOR en cours de forage serait un "plus" important pour l'opérateur car cette donnée permettrait de mieux appréhender l'intérêt économique du gisement potentiel et aboutirait à une meilleure évaluation de la suite des opérations de forage (arrêt ou poursuite du forage, absence ou déclenchement de test ou d'essais de production).

[0004] Dans l'état actuel des connaissances, il n'existe pas de méthode permettant de connaître ce GOR sans avoir recours à des tests de formation. Seules existent des méthodes plus ou moins empiriques basées sur des rapports moléculaires des gaz provenant de la boue de forage dont l'interprétation permet, dans le meilleur des cas, de savoir si le fluide présent dans le réservoir est de l'huile, du gaz ou des huiles lourdes.

La méthode selon l'invention

[0005] La méthode selon l'invention permet en cours de forage d'évaluer le GOR sur le chantier même de forage par des mesures directes ou indirectes des volumes de gaz et d'huile dans les déblais de forage.

[0006] Elle comporte essentiellement :

- la détermination du volume de gaz (V_g) contenu dans les fluides de forage par le biais d'une mesure d'un rapport entre un volume de gaz produit et un volume correspondant de roche forée ;
- la détermination du volume d'huile (V_o) par la me-

sure du taux de carbone organique (TOC) dans la roche forée en tenant compte de caractéristiques physiques de la roche forée et de l'huile dans les conditions de surface ; et

- la détermination du dit rapport volumétrique (GOR) en faisant le rapport des volumes de gaz et d'huile précédemment déterminés.

[0007] On évalue par exemple le rapport d'un volume de gaz produit à la surface à un même volume de roche forée en tenant compte de la concentration en gaz des fluides de forage, du flux de fluides de forage en circulation, d'un taux de pénétration de l'outil de forage et du diamètre du trou foré.

[0008] D'autres caractéristiques et avantages de la méthode selon l'invention, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après.

DESCRIPTION DETAILLÉE

[0009] On rappelle que le GOR (Gaz/Oil ratio) est défini par la relation $GOR = V_g / V_o$ où V_g et V_o sont respectivement les volumes de gaz et d'huile produits à la surface en conditions standards

Détermination de V_g

[0010] Le volume V_g de gaz contenu dans la boue de forage est estimé à partir des mesures du rapport V_g/V_r (où V_r est un volume de roche forée) fournies par l'opérateur. On évalue par exemple ce rapport R du m^3 de gaz produit à la surface par m^3 de roche forée en se basant sur les informations suivantes : concentration en gaz de la boue (en %), flux de boue (m^3/min), taux de pénétration de l'outil de forage (minute/mètre) et diamètre du trou.

[0011] A partir de cette valeur R on peut calculer :

$$V_g = R * V_r$$

Détermination du volume d'huile V_o

[0012] Nous proposons d'estimer le volume d'huile V_o en utilisant des mesures réalisées sur le chantier même de forage au moyen d'un procédé et d'un outil d'analyse de type Rock-Eval par exemple, à partir de déblais de forage (cuttings).

[0013] Ce procédé qui permet, dans le cas d'un gisement d'hydrocarbures, de quantifier le contenu en carbone organique (TOC) présent dans un échantillon de roches, est décrit et mis en oeuvre par exemple dans les brevets suivants du demandeur : FR 2.722.296 (US 5.843.787), FR 2.786.568, FR 2.472.754 (US 4.352.673) ou US 4.153.415, concernant la technique dite Rock-Eval.

[0014] Ce contenu en carbone organique (TOC) ex-

primé en % pondéral de carbone par rapport à la roche, permet d'évaluer (en considérant des densités moyennes pour la phase hydrocarbonée liquide et pour la roche) le % volumétrique d'hydrocarbures présent dans un échantillon de roche analysée.

[0015] Compte tenu que l'échantillon est prélevé à la pression et la température régnant à la surface, l'on peut considérer que seule la fraction liquide du fluide du réservoir est présente dans les déblais de forage (cuttings). Le volume d'huile V_o est donc directement déterminé à partir du Rock-Eval avec la relation :

$$V_o = \frac{TOC}{100} \cdot k \cdot \frac{\rho_r}{\rho_o} \cdot V_r$$

où

ρ_o est la densité de l'hydrocarbure liquide en surface (généralement estimé à 0.8) ;

ρ_r est la densité de la roche estimée en utilisant la relation $\rho_r = \rho_{r0} (1 - \phi) + \rho_0 \cdot \phi$ où ρ_{r0} est la densité de la matrice (2.8 pour une dolomie, 2.71 pour un calcaire, 2.65 pour un grès) ;

ϕ est la porosité de la roche ; et

k est le rapport entre % pondéral d'hydrocarbures et % pondéral de carbone (généralement estimé à 1.2)

Evaluation du GOR :

[0016] Il est basé sur le calcul de V_g/V_o :

$$GOR = \frac{V_g}{V_o} = \frac{R \cdot V_r}{\frac{TOC}{100} \cdot k \cdot \frac{\rho_r}{\rho_o} \cdot V_r}$$

d'où il s'ensuit que :

$$GOR = \frac{R}{\frac{TOC}{100} \cdot k \cdot \frac{\rho_r}{\rho_o}}$$

Revendications

1. Méthode pour estimer le rapport volumique (GOR) du gaz à l'huile dans les fluides d'un puits en cours de forage, **caractérisée en ce qu'elle** comporte :

- la détermination du volume de gaz (V_g) contenu dans les fluides de forage par le biais d'une mesure d'un rapport entre un volume de gaz

produit et un volume correspondant de roche forée ;

- la détermination du volume d'huile (V_o) par la mesure du taux de carbone organique (TOC) dans la roche forée en tenant compte de caractéristiques physiques de la roche forée et de l'huile dans les conditions de surface ; et
- la détermination du dit rapport volumétrique (GOR) en faisant le rapport des volumes de gaz et d'huile précédemment déterminés.

2. Méthode selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'on évalue le rapport d'un volume de gaz produit à la surface à un même volume de roche forée en tenant compte de la concentration en gaz des fluides de forage, du flux de fluides de forage en circulation, d'un taux de pénétration de l'outil de forage et du diamètre du trou foré.

3. Méthode selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** l'on détermine le dit rapport volumétrique (GOR) par la relation :

$$GOR = \frac{SPI}{\frac{TOC}{100} \cdot k \cdot \frac{\rho_r}{\rho_o}},$$

où ρ_o est la densité de l'hydrocarbure liquide en surface (généralement estimé à 0.8) ;

ρ_r est la densité de la roche estimée, ϕ est la porosité de la roche et k est le rapport entre % pondéral d'huile et de carbone dans la roche forée.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 03 29 1857

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.7)
A	US 5 635 631 A (YESUDAS MICHAEL ET AL) 3 juin 1997 (1997-06-03) * abrégé * voir équations du texte ---	1-3	E21B49/08
A	US 5 612 493 A (ALEXANDER LLOYD G) 18 mars 1997 (1997-03-18) * abrégé * voir équations du texte -----	1-3	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			E21B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche MUNICH		Date d'achèvement de la recherche 4 décembre 2003	Examineur Tompouloglou, C
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 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 03 29 1857

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

04-12-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5635631	A	03-06-1997	US	5473939 A	12-12-1995
			CA	2178867 A1	16-12-1996
			GB	2304906 A ,B	26-03-1997
			NO	962230 A	16-12-1996
			AU	4641693 A	24-01-1994
			CA	2138134 A1	06-01-1994
			EP	0646215 A1	05-04-1995
			NO	944796 A	20-02-1995
			WO	9400671 A1	06-01-1994
			US	5587525 A	24-12-1996
			US	5708204 A	13-01-1998

US 5612493	A	18-03-1997	CA	2147897 A1	27-10-1996
			CA	2174885 A1	27-10-1996

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82