

(19)



(11)

EP 2 112 325 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

28.10.2009 Bulletin 2009/44

(51) Int Cl.:

E21B 43/20 (2006.01)**E21B 47/10** (2006.01)(21) Numéro de dépôt: **09290283.2**(22) Date de dépôt: **16.04.2009**

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorité: **25.04.2008 FR 0802352**(71) Demandeur: **IFP****92852 Rueil-Malmaison Cédex (FR)**

(72) Inventeurs:

- **Tabary, René**
78100 Saint-Germain-en-Laye (FR)
- **Neau, Laurent**
92500 Rueil-Malmaison (FR)
- **Olivaud, Matthieu**
92500 Rueil-Malmaison (FR)

(54) **Méthode de modélisation de récupération assistée par injection de polymère**

(57) La présente invention concerne une méthode optimisée pour la modélisation des écoulements dans un réservoir géologique d'hydrocarbures dans laquelle on effectue les étapes suivantes:

- on injecte une solution aqueuse d'un polymère pour

effectuer un balayage desdits hydrocarbures,

- on détermine une relation entre un paramètre R_m lié à la réduction de mobilité de ladite solution dans le réservoir et la saturation en eau SW ,

- on prend en compte cette relation dans un simulateur d'écoulement pour obtenir une modélisation.

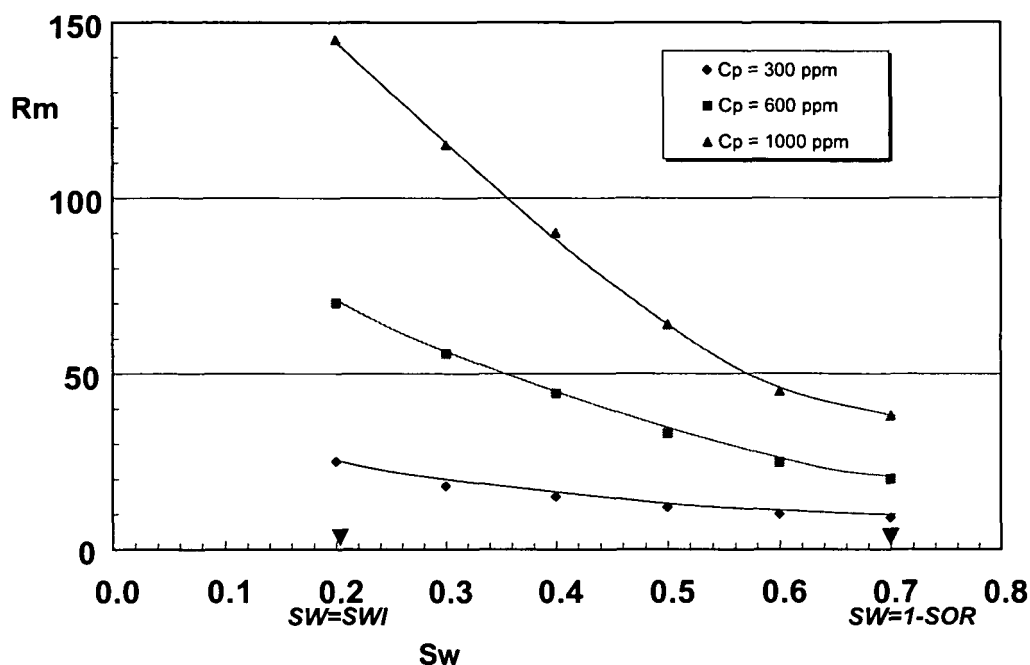


Figure 1

EP 2 112 325 A1

Description

[0001] Le domaine de la présente invention a rapport avec les techniques de production de réservoirs pétroliers par récupération assistée, secondaire ou tertiaire, dans lesquelles on injecte un fluide à base de polymère pour effectuer un balayage du milieu poreux à des fins de production améliorée. L'invention porte en particulier sur une méthode de simulation de cette technique de récupération assistée.

[0002] Pour cela, on utilise des simulateurs de réservoirs, par exemple PUMAFLOW™ (IFP), ou Eclipse™ (Schlumberger) qui aident à l'optimisation des schémas de production et à l'évaluation de l'efficacité des techniques de récupération des hydrocarbures. Ces simulateurs intègrent pour la plupart des modules "Polymère" qui prennent en compte, entre autres, la réduction de mobilité R_m qui représente la viscosité apparente du polymère dans le réservoir, et la réduction de perméabilité R_k . Mais, il est connu que les simulateurs de réservoir disposant d'une option "Polymère" prennent en compte la réduction de mobilité déterminée en situation de saturation résiduelle en huile (SOR).

[0003] D'une manière conventionnelle, on effectue en laboratoire l'injection de polymère dans un milieu poreux donné (faciès de réservoir) placé en situation de saturation résiduelle en huile (SOR). On détermine ainsi pour le faciès considéré la réduction de mobilité, la réduction de perméabilité et l'on quantifie l'adsorption. Ces paramètres sont déterminés à cette saturation (SOR) en postulant que pour un rapport de mobilité M voisin de 1 ($M = k_w/\mu_w)/(k_o/\mu_o)$, la dispersion du front de saturation est faible et que le balayage peut être assimilé à un déplacement de type piston. L'ensemble des données acquises à l'issue des expériences de laboratoire sert de données d'entrées au modèle de réservoir. Les différents paramètres sont renseignés dans les simulateurs sous la forme de tables donnant R_m en fonction de la concentration en polymère. La concentration nulle en polymère est renseignée par la valeur de R_k .

[0004] Ainsi, l'objet de la présente invention est une méthode optimisée pour la modélisation des écoulements dans un réservoir géologique d'hydrocarbures dans laquelle on effectue les étapes suivantes:

- on injecte une solution aqueuse d'un polymère pour effectuer un balayage desdits hydrocarbures,
- on détermine une relation entre un paramètre R_m lié à la réduction de mobilité de ladite solution dans le réservoir et la saturation en eau SW,
- on prend en compte cette relation dans un simulateur d'écoulement pour obtenir une modélisation.

[0005] Ladite relation peut être obtenue par des mesures en laboratoire sur des échantillons de roche dudit réservoir.

[0006] L'invention concerne aussi une utilisation de ladite méthode pour optimiser les paramètres d'injection

de solution aqueuse de polymère, par exemple le débit ou la concentration en polymère.

[0007] La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la lecture de la description d'un exemple de mise en oeuvre de l'invention, nullement limitatif, illustré par la figure unique:

- la figure 1 donne la relation entre la réduction de mobilité R_m et la saturation en eau SW,
- La figure 2 montre la production d'huile simulée en fonction du temps pour différentes valeurs de viscosité apparente (R_m).

[0008] L'invention a été testée sur le cas d'un champ dont la viscosité de l'huile est élevée (environ 1600 mPa.s). Le rapport de mobilité M est, dans le cas d'un balayage à l'eau, très défavorable ($M=160$). Les simulations, réalisées à partir des données de laboratoire, ont montré que l'injection de polymère (solution aqueuse de rhéologie optimisée par un polymère) permettait d'améliorer l'efficacité de balayage et ce, même en présence de rapports de mobilité bien supérieurs à 1. C'est le cas du champ considéré pour lequel $M=8$ correspondant à l'injection d'une solution de polymère ayant une viscosité égale à 20 mPa.s. Ces résultats ont permis d'envisager des perspectives très intéressantes pour l'application du procédé de récupération assistée par injection d'une solution de polymère dans le réservoir. Un pilote a été lancé en mai 2005. L'injection de polymère a démarré après une phase brève de production en primaire, donc sans injection d'eau au préalable.

[0009] Après deux ans d'injection, les résultats obtenus sur champ montrent une efficacité de balayage du polymère bien meilleure que celle prévue dans les simulations. La percée de la solution injectée de polymère ("*breakthrough*") est intervenue sur champ beaucoup plus tard que prévue. Le décalage a été estimé à plusieurs mois. Les valeurs de R_m prises en compte dans les simulations étaient celles déterminées à la saturation résiduelle en huile (SOR).

[0010] Les résultats obtenus sur champ montrent que la viscosité apparente du polymère (R_m) dans le réservoir a été sous estimée. Dans les conditions de récupération secondaire par injection de polymère, une perte de charge additionnelle doit être prise en compte, le polymère circulant dans des pores de dimension d'autant plus réduite que la saturation en huile est élevée (conditions proches de SWI puis variant entre SWI et 1-SOR). Cette viscosité apparente plus importante du polymère dans le réservoir permet d'assurer une meilleure efficacité de balayage en diminuant le rapport de mobilité phase aqueuse polymère/huile.

[0011] Afin de valider cette hypothèse, des expériences ont été réalisées dans le but de déterminer la réduction de mobilité du polymère pour différents états de saturation. Ces expériences ont nécessité de réaliser, sur différents massifs de sable représentatifs du réservoir, des co-injections eau/huile et polymère/huile et de dé-

terminer des profils de perméabilités relatives en régime stationnaire, c'est-à-dire en utilisant la méthode "*steady state*", selon la dénomination consacrée par l'homme du métier.

[0012] A une saturation donnée, le rapport des perméabilités relatives $k_{\text{reau}}/k_{\text{rp polymère}}$ correspond à une valeur de R_m .

[0013] La figure 1 qui décrit la réduction de mobilité du polymère en fonction de la saturation, à concentration en polymère constante, montre clairement un effet majeur de la saturation.

[0014] La valeur de SW correspondant à cette saturation résiduelle en huile ($SW=1-SOR$) est égale à 0,7 dans le cas présent. A cette valeur de SW correspond une valeur de R_m égale à 20 pour une concentration en polymère égale à 600 ppm (correspondant à une viscosité de 15 mPa.s). On voit que R_m augmente quand SW diminue et peut atteindre des valeurs notablement importantes ($R_m=70$) lorsque l'on est proche de la saturation résiduelle en eau ($SW=SWI=0,2$). L'effet est d'autant plus marqué que la concentration en polymère est importante.

[0015] Des tests de simulation ont permis de comparer, sur le cas du champ cité plus haut, l'incidence d'une augmentation de la valeur de R_m sur le temps avant la percée de la phase aqueuse de polymère au puits producteur ("*breakthrough*"). Une première approche simplifiée n'a pas prise en compte la variation de R_m en fonction de la saturation, mais a considéré une valeur de R_m constante mais plus élevée que celle correspondant à la valeur de SOR. Les simulations ont montré, dans ces conditions, une meilleure efficacité de balayage et ainsi une percée plus tardive de l'eau au producteur.

[0016] La figure 2 présente cette production d'huile simulée en fonction du temps pour différentes valeurs de viscosité apparente (R_m). La percée de l'eau au puits producteur correspond au déclin de la production d'huile. Celle-ci apparaît en premier dans le cas d'une injection d'eau (cas $R_m=1$). Elle apparaît d'autant plus tardivement que la viscosité apparente (R_m) est élevée.

[0017] Dans un deuxième temps, d'autres simulations ont été réalisées afin d'évaluer l'influence de la viscosité de l'huile sur le temps de percée. On peut estimer que le phénomène est plus ou moins prononcé selon la viscosité de l'huile, et est vraisemblablement plus marqué en présence d'huile de viscosité élevée.

[0018] La présente invention porte sur la prise en compte de cet effet de saturation pour effectuer une simulation d'un balayage au polymère. Pour un utilisateur donné, cette prise en compte nécessite, à moins de disposer d'abaques existantes, de réaliser des essais de laboratoire préalables du type de celles décrites ci-dessus.

Les données de laboratoire sont ensuite introduites dans le simulateur sous forme de tables. A chaque instant t , à une maille de saturation SW est affectée une valeur de R_m correspondant à cette saturation.

[0019] Cette amélioration de la description de la phy-

sique du polymère dans le simulateur permet de mieux modéliser un procédé de récupération assistée par injection d'une solution à base de polymère ou de tensioactif. Elle permet également de reconsidérer avantageusement l'économie d'un procédé de récupération sur un champ donné pour lequel l'estimation a pu être minimisée.

10 Revendications

1. Méthode optimisée pour la modélisation des écoulements dans un réservoir géologique d'hydrocarbures dans laquelle on effectue les étapes suivantes:

- on injecte une solution aqueuse d'un polymère pour effectuer un balayage desdits hydrocarbures,
- on détermine une relation entre un paramètre R_m lié à la réduction de mobilité de ladite solution dans le réservoir et la saturation en eau SW,
- on prend en compte cette relation dans un simulateur d'écoulement pour obtenir une modélisation.

2. Méthode selon la revendication 1, dans laquelle ladite relation est obtenue par des mesures en laboratoire sur des échantillons de roche dudit réservoir.

3. Utilisation de la méthode selon l'une des revendications 1 ou 2, pour optimiser les paramètres d'injection de ladite injection de solution aqueuse de polymère.

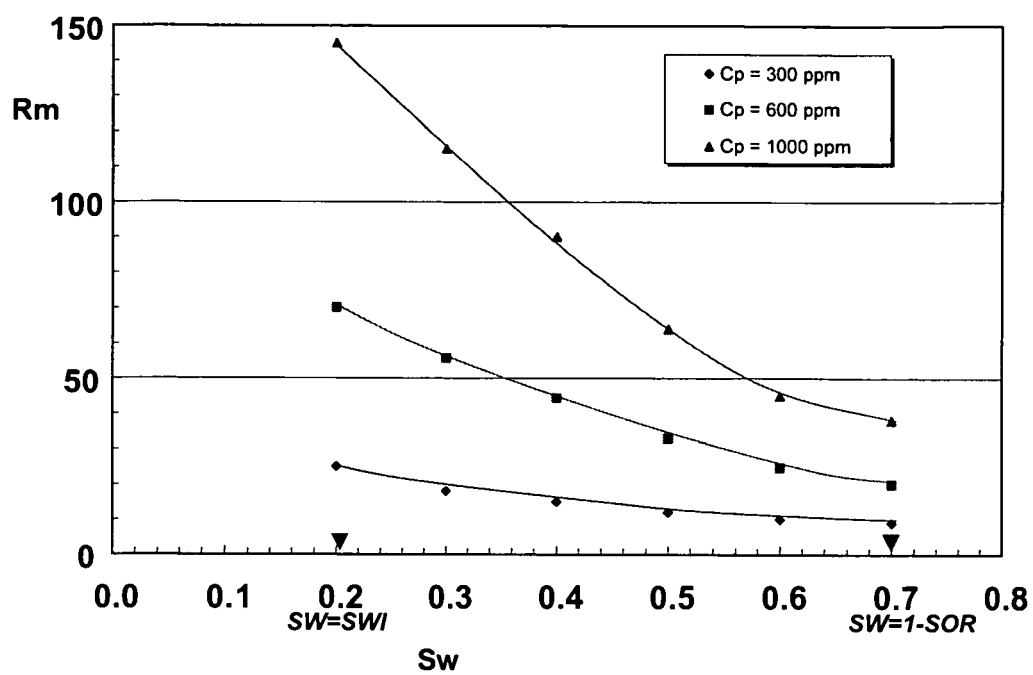


Figure 1

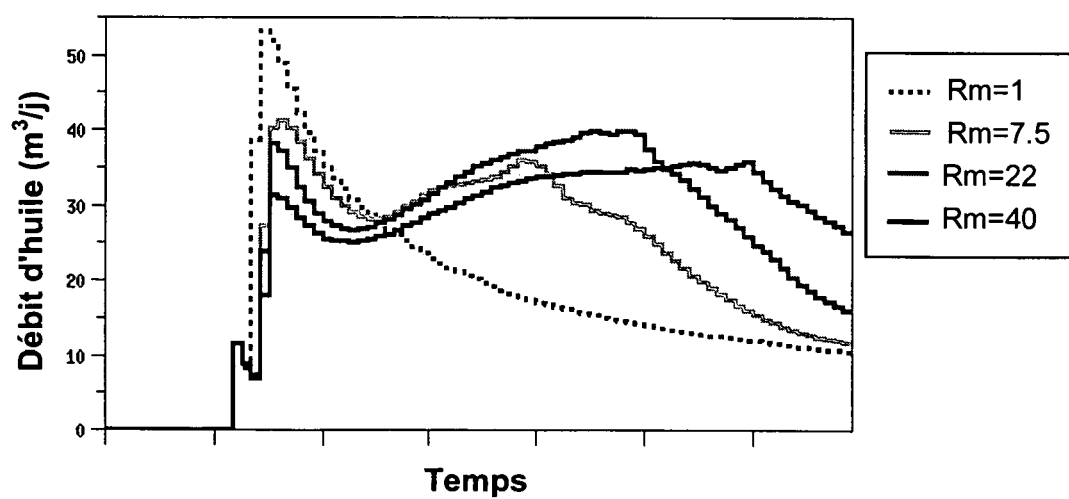


Figure 2



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 09 29 0283

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	SCHNEIDER, F.N. ET AL.: "Steady-State Measurements of Relative Permeability for Polymer/Oil Systems" SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS JOURNAL, février 1982 (1982-02), pages 79-86, XP002508269 * page 79, colonne de gauche, ligne 18-32 * * page 79, colonne de droite, ligne 32 - page 80, colonne de gauche, ligne 8 * * page 82, colonne de gauche, ligne 7-11; figures 7,8 *	1-3	INV. E21B43/20 E21B47/10
X	ZHENG, C.G. ET AL.: "Effects of Polymer Adsorption and Flow Behavior on Two-Phase Flow in Porous Media" SPE 64270, juin 2000 (2000-06), pages 216-223, XP002508270 * page 216, colonne de droite, ligne 1,2 * * page 216, colonne de droite, ligne 33-35 * * page 218, colonne de droite, ligne 22-25 * -----	1-3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) E21B
4 Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 7 août 2009	Examineur Bellingacci, F
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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		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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)