(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 725 754**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **94 12179**

(51) Int Cl[6] : E 21 B 37/06, C 02 F 1/50

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 12.10.94.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 19.04.96 Bulletin 96/16.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire :** *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *ROHM AND HAAS FRANCE SA SOCIETE ANONYME* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** HEGARTY BRYAN MARTIN et LEVY RICHARD.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** CABINET HARLE ET PHELIP.

(54) PROCEDE POUR COMBATTRE L'ENCRASSEMENT BIOLOGIQUE DANS LA PRODUCTION DE PETROLE.

(57) La présente invention concerne un procédé de contrôle de contamination des eaux d'un système de production de pétrole par des bactéries sessiles, comprenant:

a) l'addition d'une dose injectée d'une quantité biologiquement efficace d'un biocide à action rapide simultanément avec ou suivie de:

b) l'addition intermittente d'une quantité biologiquement efficace d'un biocide de contrôle.

On a constaté que ce régime de dosage était d'une efficacité surprenante comparativement aux régimes de dosage connus.

FR 2 725 754 - A1

La présente invention concerne un procédé pour combattre l'encrassement biologique dans la production de pétrole afin d'augmenter la récupération d'huile dans des opérations d'injection d'eau. Cela implique la réduction de la teneur et l'inhibition de la croissance et de l'activité de bactéries sessiles, en particulier de bactéries réductrices de sulfates au cours de la récupération de l'huile dans des couches pétrolifères par injection d'eau.

L'injection d'eau est largement utilisée dans l'industrie pétrolière pour procéder à la récupération de l'huile. Ce procédé augmente le rendement total en huile présente dans une formation au-delà de ce qui y était habituellement récupéré dans le procédé primaire. Il est souhaitable au cours de cette procédure de maintenir une vitesse d'injection d'eau élevée avec un minimum de frais d'énergie. Tout obstacle à l'entrée libre de l'eau dans les formations pétrolifères a pour effet de réduire sérieusement le rendement de l'opération de récupération.

Les systèmes d'injection d'eau constituent un environnement idéal pour la croissance et la prolifération de biofilms. De grandes quantités d'eau sont transportées à travers ces systèmes et injectées dans des formations pétrolifères afin de maintenir la pression du réservoir ou augmenter la mobilité de l'huile à travers la formation vers les puits de production. La grande surface spécifique du réseau de distribution d'eau favorise l'encrassement biologique qui est formé par la fixation et la croissance de bactéries sur les parois des canalisations.

L'encrassement biologique provoqué par les bactéries anaérobies est compliqué dans les injections d'eau par la pratique de l'élimination de l'oxygène de l'eau avant injection. On procède à l'élimination de l'oxygène pour minimiser la corrosion de l'équipement; cependant, les conditions anoxiques constituent un

environnement idéal pour la croissance de bactéries réductrices de sulfates (SRB) dans les biofilms. Ce phénomène est observé à la fois côté injection et côté production de l'opération d'injection d'eau. L'activité métabolique de ces bactéries peut entraîner des vitesses de corrosion accélérées, l'obturation des filtres, des problèmes de santé du fait de la production de sulfure et l'acidification éventuelle de la formation (un puits acide contient du sulfure d'hydrogène).

Un procédé courant utilisé pour combattre l'encrassement biologique réside dans l'application régulière d'un biocide. Le biocide est généralement choisi sur base de sa performance dans un essai d'évaluation standard en laboratoire. Jusqu'il y a peu, le test ne s'adressait pas aux bactéries d'un biolfilm, mais se concentrait sur des micro-organismes dans le fluide global (plancton). Les organismes du plancton sont plus aisément tués que leurs contreparties sessiles du fait qu'ils n'ont pas de protection fournie par le réseau polymère extracellulaire qui fait partie intégrante de l'environnement du biofilm. Néanmoins, le test est encore couramment utilisé du fait de sa commodité.

Le glutaraldéhyde (pentanedial), un biocide à effet de destruction rapide très efficace, est couramment utilisé comme biocide pour combattre l'encrassement biologique, bien que de grandes quantités soient requises. S'il n'est pas stocké convenablement, il est instable au stockage. Des moyens permettant d'augmenter son efficacité consistent à le mélanger à des composés d'halogénure d'ammonium quaternaire ou d'halogénure de phosphonium tels que l'halogénure de benzyltriméthyl ammonium et des halogénures similaires.

Bien que les isothiazolones (I, voir ci-dessous) puissent être utilisées comme biocides à action rapide, leur efficacité est réduite par le sulfure d'hydrogène formé par les SRB existantes. Les

isothiazolones sont cependant très efficaces pour empêcher la formation de sulfure d'hydrogène en maintenant un faible niveau de SRB et en inhibant leur activité métabolique; en d'autre termes, ce sont des biocides de contrôle très efficaces. L'expression "biocide de contrôle" dans la présent contexte est censée désigner n'importe quelle matière susceptible de maintenir un niveau bas ou nul d'activité des micro-organismes dans un site sur une certaine période de temps. On notera que la plupart des biocides à action rapide jouent également le rôle de biocide de contrôle, mais que les biocides de contrôle ne sont pas tous des biocides à action rapide efficaces - c'est-à-dire efficaces pour détruire rapidement les micro-organismes du premier coup.

Le document EP 337 624A décrit un procédé de réduction de SRB sessiles qui consiste à ajouter des doses périodiques injectées d'un alcanedial tel que le glutaraldéhyde à titre de biocide à action rapide conjointement avec une dose continue d'une isothiazolone comme biocide de contrôle. Cela s'est révélé particulièrement efficace en comparaison d'autres régimes d'application de ces composés. Si le biocide de contrôle n'est pas dosé dans le système, il est mentionné qu'il peut être ajouté à petits coups pour remplacer une addition efficacement continue dans les cas où un dosage n'est pas réalisable. Une addition intermittente du biocide de contrôle avec des périodes d'addition et des périodes d'arrêt, ou des additions à diverses concentrations, n'est pas décrite.

On a à présent découvert non sans surprise que la quantité de biocide de contrôle appliquée selon un tel procédé pouvait être réduite de manière significative tout en maintenant encore un contrôle bactérien efficace, ce qui entraîne des économies de coût potentiellement substantielles.

En conséquence, la présente invention vise un procédé de contrôle de contamination des eaux d'un système de production de pétrole par des bactéries sessiles, comprenant :

a) l'addition d'une dose injectée d'une quantité biologiquement efficace d'un biocide à action rapide simultanément avec ou suivie de :

b) l'addition intermittente d'une quantité biologiquement efficace d'un biocide de contrôle.

Par "addition intermittente", on veut dire que le biocide de contrôle est dosé pendant une certaine période de temps ("addition") suivie d'une période de dosage bien moindre voire nul ("arrêt"), ce cycle étant répété tout au long du traitement. Pour plus de commodité dans l'opération, la période d'"arrêt" est généralement une période de dosage nul. Il est particulièrement surprenant que ce régime puisse être aussi efficace que celui dans lequel le biocide de contrôle est dosé en continu, car les biocides de contrôle ne tuent pas à proprement parler les bactéries, si bien qu'on peut s'attendre par conséquent à ce qu'elles récupèrent une fois que le traitement a été arrêté.

Un autre aspect de la présente invention comprend l'emploi du procédé ci-dessus pour réduire la quantité de biocide de contrôle utilisée dans le contrôle de la contamination des eaux de systèmes de production d'hydrocarbures par des bactéries sessiles.

La durée des périodes d'"addition" et d'"arrêt" peut varier considérablement. Pour que le contrôle des bactéries soit comparable à celui obtenu par un biocide à action rapide dosé par injection et par un biocide de contrôle dosé en continu, on préfère que la période d'"arrêt" ne dépasse pas trois heures, de préférence pas deux heures. Pour des raisons pratiques d'opération sur le site, on préfère que la durée de la période d'"addition" soit d'au moins 20 secondes, mieux encore

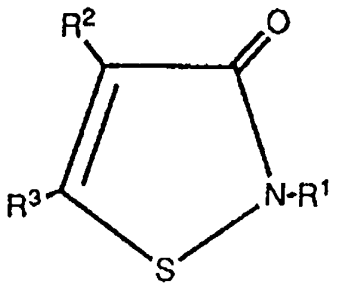
d'au moins une minute. Les meilleurs résultats ont été obtenus lorsque la période d'"addition" était d'au moins 20 minutes, en particulier une heure ou davantage.

Le rapport de la période d'"addition" à la période d'"arrêt" peut également varier considérablement et, en fait, il peut varier au cours du traitement, bien que, pour plus de commodité, on préfère que le rapport reste constant. Généralement, la période d'"arrêt" ne doit pas être supérieure à dix fois la période d'"addition", de préférence pas supérieure à trois fois, mieux encore pas supérieure à deux fois. Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque la période d'"addition" a au moins la même durée que la période d'"arrêt" et est de préférence au moins deux fois aussi longue. Pour obtenir certains avantages de coût intéressants dans le procédé, la période d'"addition" ne sera généralement pas supérieure à dix fois la période d'"arrêt", de préférence pas plus de cinq fois.

Un régime de dosage typique du biocide de contrôle est de 1 à 3 heures d'"addition" et une demi-heure à deux heures d'"arrêt", la période d'"addition" étant au moins aussi longue que la période d'"arrêt".

La dose injectée de biocide à action rapide comprend l'addition d'une concentration relativement élevée de biocide sur une période typique de quelques heures, qui est répétée habituellement à des intervalles réguliers, mais relativement peu fréquents; en général tous les un à quinze jours, typiquement une fois par semaine.

Les biocides de contrôle préférés sont des isothiazolones de formule :



dans laquelle R^1 est un groupe alkyle ou cycloalkyle en (C_1-C_8), R^2 est H ou un halogène et R^3 est H ou un halogène. Les izothiazolones préférés sont la 5-chloro-2-méthylisothiazolone ou un mélange de 5-chloro-2-méthylisothiazolone et de 2-méthylisothiazolone.

Les biocides à action rapide préférés sont les alcanedials, par exemple les alcanedials en C_1-C_8 tels que le propanedial, le butanedial, le pentanedial, l'hexanedial, etc. On préfère de loin le pentanedial (glutaraldéhyde). Les niveaux de biocide à action rapide susceptible d'être utilisé varieront en fonction du degré d'encrassement biologique du système, mais des quantités de 50 ppm à 1.000 ppm seront normalement utilisées. Les niveaux préférés sont de 100 à 500 ppm, mieux encore 150 à 300 ppm.

On peut ajouter des substances supplémentaires telles que des agents tensio-actifs, des biocides compatibles, etc. notamment des sels quaternaires tels que des sels d'halogénures d'ammonium ou d'halogénures de phosphonium quaternaires, tels que des groupes organiques, par exemple des halogénures de benzyltrialkyl ammonium ou ADBAC. Le niveau préféré de composé quaternaire est d'environ 10 à environ 50 % du biocide à action rapide principal utilisé.

Bien que d'autres biocides de contrôle, tels que le MBT, le DBNPA, le métronidazole ou l'acroléine, puissent être ajoutés à de bas niveaux pour nettoyer le système afin de maintenir de bas niveaux de SRB, les

isothiazolones, en particulier le mélange de 5-chloro-2-méthyl-4-isothiazoline-3-one et de 2-méthyl-4-isothiazoline-3-one est particulièrement efficace et économique, opérant à des niveaux compris entre 0,1 et 10 ppm, plus habituellement de 0,25 à 5 ppm. Les niveaux préférés sont de 0,25 à 2,5 ppm.

On préfère ajouter le biocide de contrôle dans des systèmes aqueux ou compatibles avec l'eau tels qu'une solution aqueuse ou une dispersion émulsionnée.

Si le niveau de biocide de contrôle est insuffisant pour maintenir la teneur en SRB à un bas niveau, il peut se produire une accumulation de biofilm et de sulfure d'hydrogène. La dose injectée de biocide à action rapide peut être répétée. Même si cela devait se produire, l'économie de contrôle est plus favorable et l'état de propreté global du système d'inondation d'eau est amélioré vis-à-vis de l'ancien système consistant à utiliser fréquemment des biocides à action rapide.

La combinaison préférée d'alcanedial et d'isothiazolone est efficace dans de l'eau salée ou de l'eau fraîche à toute température qui favorise une croissance microbienne. Les systèmes peuvent être statiques, mais, en exploitation, il se fait un mouvement de l'eau à travers le système. La combinaison est fonctionnelle dans des systèmes exposés à de l'oxygène, mais sera généralement utilisée lorsque la teneur en oxygène est réduite pour des raisons telles que la résistance à la corrosion.

EXEMPLES

Un circuit d'encrassement biologique destiné à simuler l'activité de bactéries sessiles réductrices a été conçu de la manière suivante :

1. un système de séparation d'oxygène pour constituer une source d'eau désionisée dans laquelle on ajoute du bisulfite;

2. un concentré nutritif à base de sel marin;

3. une source d'inoculum pour un biofilm de SRB;

4. une chambre de mélange pour 1, 2 et 3;

5. un réservoir d'eau d'entrée pour le mélange de 4 et une source de biocide pour alimenter :

6. un système de recirculation comprenant :

7. une section d'échantillonnage en acier doux.

1. L'élimination de l'oxygène du fluide pénétrant dans un dispositif d'acier doux pour étudier le biofilm était nécessaire pour l'établissement rapide d'un biofilm de SRB stable. De l'eau désionisée provenant d'une alimentation constante s'écoulait à travers trois cylindres à barbotage d'azote en série. Du bisulfite d'ammonium a été envoyé de manière dosée dans le troisième cylindre à barbotage. L'oxygène dissous dans l'eau désionisée était réduit de 7-9 ppm à < 50 ppb par ce traitement.

2. Une solution nutritive à base de sel de mer 4X (tableau 1) a été pompée dans la chambre de mélange (ci-dessous) à raison de 25 % du flux de fluide total. La solution nutritive à base de sel marin 4X a été également soumise à un barbotage de l'azote.

3. La source d'inoculum du biofilm de SRB était un réacteur à film fixe (FFR); ce concept a été adapté du laboratoire de W.G. Characklis (8). Le FFR était un réacteur de verre garni de roche granitique stérile qui a été inoculée par une culture mixte d'aérobies et de SRB provenant d'eau d'injection de la mer du Nord. Une eau de mer contenant une substance nutritive a été pompée à travers la pile de roche à raison de 6 litres par jour. L'effluent provenant de la pile de roche était la source d'une population mixte de bactéries qui pouvait rapidement encrasser les circuits d'essai de circulation.

4. Le mélangeur était la source d'eau d'entrée pour chacun des huit circuits d'essai de recirculation fonctionnant en parallèle. L'emploi d'un mélangeur garantissait que chaque circuit d'essai de recirculation

recevait une alimentation en eau d'entrée identique et réduisait grandement le nombre de pompes et de conduites d'eau nécessaires au fonctionnement des circuits d'essai multiples.

5. Le réservoir d'eau d'entrée était constitué d'une canalisation et de raccords de chlorure de polyvinyle (PCV). C'était le point d'addition et d'évacuation d'eau pour chaque circuit d'essai de circulation et il faisait partie intégrante du circuit. Le fluide était pompé dans chaque circuit de circulation à raison de 10 ml par minute. Une conduite de trop-plein maintenait un volume constant dans les circuits d'essai de recirculation. Chaque circuit d'essai de circulation contenait normalement 300 ml d'eau de mer anaérobie et le temps de rétention du fluide était de 30 minutes.

6. La circulation dans le système était assurée par une pompe centrifuge à entraînement magnétique. Le débit dans la section d'échantillonnage en acier doux était normalement de 1,0 m à la seconde. Les débits pouvaient être contrôlés par une roue à ailettes ou par un capteur à flux magnétique et étaient réglés à l'aide d'une vanne de régulation. Une canalisation de néoprène était utilisée pour connecter les composants du circuit d'essai de circulation afin de minimiser la diffusion d'oxygène dans les circuits.

7. La section d'échantillonnage en tube d'acier doux était constituée d'un tube mécanique sans soudure de 80 cm de long et 1,27 cm de diamètre externe avec une paroi d'une épaisseur de 0,08 cm.

Pour échantillonner le biofilm, le tube d'acier doux était balayé par de l'éthanol et un échantillon de 2 cm a été découpé à l'aide d'une fraise pour tubes. On obtenait ainsi une éprouvette d'une surface d'échantillonnage de 7,0 cm^2. L'intérieur de l'éprouvette a été rincé à l'aide d'eau de mer artificielle stérile. Le biofilm a été raclé de l'échantillon d'acier doux à

l'aide d'une microspatule stérile. Le biofilm et l'éprouvette ont été placés dans un tube bouché contenant 40 ml d'eau de mer artificielle anaérobie stérile et vigoureusement mélangés dans un tourbillon pour disperser le biofilm. Des comptages valables de SRB et d'aérobies ont été déterminés par la technique du nombre le plus probable (MPN).

Des comptages de bactéries aérobies valables ont été déterminés à l'aide d'un agent contenant 20 g de TSB par litre. Cet agent était une variante de celui utilisé dans l'API RP 38. On a utilisé de l'acide N-tris[hydroxyméthyl]méthyl-2-amino-éthanesulfonique pour tamponner l'agent au lieu de phosphate. L'agent a été additionné d'ammonium, de calcium et de traces de métaux. L'agent des SRB a été dispensé par voie anaérobie dans des tubes du type Hungate à jeter après usage (Bellco Glass, Inc.). Les tubes de SRB ont été incubés pendant quatre semaines après inoculation et leur croissance évaluée. L'expérience indique que les derniers comptages peuvent être déterminés dans cet intervalle.

Le pH a été déterminé par une micro-électrode combinée de calomel. La concentration totale en sulfure a été déterminée en utilisant un essai au bleu de méthylène. L'oxygène dissous a été mesuré en utilisant des CHEMets (CHEMetrics, Inc.).

Du glutaraldéhyde a été ajouté sous la forme d'une solution aqueuse à 25 %. Le mélange d'isothiazolones était une solution aqueuse à 13,9 % d'un mélange des matières chlorées et non chlorées. Le mélange présentait un rapport d'environ 3 à 1 de la matière chlorée à la matière non-chlorée.

EXEMPLE 1

L'effet sur l'activité des SRB sessiles des régimes de dosage suivants a été mesuré :

(1) Aucune addition de biocide (témoin)

(2) Dose injectée de glutaraldéhyde (200 ppm ai) pendant

quatre heures une fois par semaine

(3) Dose injectée de glutaraldéhyde comme dans (1), plus un dosage continu de 1 ppm ai d'un mélange d'isothiazolones (c'est-à-dire le régime décrit dans le document EP 337 624A)

(4) Dose injectée de glutaraldéhyde comme dans (1), plus un dosage intermittent de 1 ppm ai d'un mélange d'isothiazolones comprenant un dosage de 165 minutes ("addition") alternant avec un non dosage de 75 minutes ("arrêt").

Les résultats du tableau 1 ci-dessous sont exprimés en nombre de SRB par cm^2 et ont été obtenus en utilisant la procédure décrite dans (7) ci-dessus. Une fois que le traitement a commencé, deux lectures sont faites chaque jour de mesure, une avant et l'autre après l'addition de la dose injectée de glutaraldéhyde. Pour permettre une comparaison plus commode de (3) et (4), le pourcentage de SRB subsistant est également donné pour ces deux régimes de dosage.

TABLEAU 1 - SRB présentes dans la canalisation d'acier doux

Traitement	Jours	(1)	(2)	(3)	(3)%	(4)	(4)%
Néant	-21	$7,30 \times 10^8$	$7,30 \times 10^8$	$7,30 \times 10^8$	100	$7,30 \times 10^8$	100
Néant	-14	$7,30 \times 10^8$	$7,30 \times 10^8$	$7,30 \times 10^8$	100	$7,30 \times 10^8$	100
Néant	-7	$7,30 \times 10^9$	$7,30 \times 10^9$	$7,30 \times 10^9$	100	$7,30 \times 10^9$	100
Avant	0	$7,30 \times 10^8$	$7,30 \times 10^8$	$7,30 \times 10^8$	100	$7,30 \times 10^8$	100
Après		$7,30 \times 10^8$	1,00	1,00	<0.1	1,00	<0,1
Avant	14	$7,30 \times 10^8$	$7,30 \times 10^8$	$9,00 \times 10^5$	0.12	$6,39 \times 10^5$	<0,1
Après		$7,30 \times 10^8$	$1,46 \times 10^5$	$9,00 \times 10^2$	<0.1	$2,54 \times 10^4$	<0,1
Avant	21	$7,30 \times 10^8$	$3,66 \times 10^8$	$4,18 \times 10^6$	0.57	$8,87 \times 10^3$	<0,1
Après		$7,30 \times 10^8$	$3,13 \times 10^2$	$1,30 \times 10^2$	<0.1	$2,35 \times 10^2$	<0,1
Avant	28	$7,30 \times 10^8$	$6,52 \times 10^8$	$8,47 \times 10^6$	1.2	$1,02 \times 10^6$	0,14
Après		$7,30 \times 10^8$	$7,17 \times 10^2$	$6,26 \times 10^2$	<0.1	$2,48 \times 10^4$	<0,1
Néant	35	$7,30 \times 10^8$	$7,30 \times 10^8$	$3,94 \times 10^7$	5.4	$2,67 \times 10^7$	3.6

Ces résultats montrent clairement que le dosage intermittent de l'isothiazolone offre un contrôle aussi efficace qu'un dosage continu. Dans ce cas, la quantité d'isothiazolone utilisée est réduite de 31 %.

EXEMPLE 2

L'un des problèmes provoqués par les SRB dans des systèmes de champs pétroliers est leur production de sulfure d'hydrogène gazeux. La mesure de la production de H_2S est une autre manière de comparer l'efficacité de différents régimes de dosage de biocide. H_2S provient de deux sources; il y a un faible niveau de gaz provenant de la population bactérienne de l'empilement rocheux et un niveau bien plus élevé produit par la population de SRB

du biofilm. Dans le tableau 2, la quantité de sulfure dissous dans l'eau de mer en circulation a été mesurée quotidiennement pour les quatre régimes de dosage de l'exemple 1 ci-dessus. Les niveaux de H_2S ont été mesurés par un procédé spectroscopique au bleu de méthylène. Les résultats sont notés en ppm de sulfure dissous. Dans (2), (3) et (4), la dose injectée de glutaraldéhyde a été appliquée à 0, 7, 14 et 21 jours.

TABLEAU 2 - ppm de sulfure dissous dans de l'eau de mer

JOURS	(1)	(2)	(3)	(4)
-2	1,17	1,03	0,79	1,14
-1	1,48	1,12	1,52	1,53
0	0,58	0,89	0	0,36
1	0,77	0,31	0	0
5	2,38	0,84	0	0
6	0,94	0,86	0	0
7	1,10	0,89	0,13	0,11
8	1,68	1,12	0,14	0,12
9	1,53	0,41	0,15	0,10
12	1,10	0,27	0,31	0
13	2,36	1,42	0	0,11
14	2,46	0,68	0,11	0,22
15	2,06	0,48	0,36	0,14
16	2,28	0,31	0	0
19	2,11	0,53	0,38	0,38
20	0,48	0,12	0,23	0,49
21	2,25	0,60	0,15	0,35

Ces résultats montrent également que le dosage intermittent de l'isothiazolone conjointement avec le dosage par injection de glutaraldéhyde est aussi efficace pour la réduction de la production de sulfure d'hydrogène qu'un dosage continu.

REVENDICATIONS

1. Procédé de contrôle de contamination des eaux d'un système de production de pétrole par des bactéries sessiles, comprenant :

a) l'addition d'une dose injectée d'une quantité biologiquement efficace d'un biocide à action rapide simultanément avec ou suivie de :

b) l'addition intermittente d'une quantité biologiquement efficace d'un biocide de contrôle.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite addition intermittente comprend des périodes alternées de dosage et de dosage nul du biocide de contrôle.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel la période de dosage ("addition") est d'au moins 20 secondes, de préférence d'au moins une minute.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel la période d'"addition" est d'au moins 20 minutes, de préférence d'au moins une heure.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la période de dosage faible ou nul ("arrêt") n'est pas supérieure à trois heures, de préférence pas supérieure à deux heures.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la période d'"arrêt" n'est pas supérieure à dix fois, de préférence pas plus de trois fois, mieux encore pas plus de deux fois la longueur de la période d'"addition".

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la période d'"addition" est au moins aussi longue et de préférence deux fois plus longue que la période d'"arrêt".

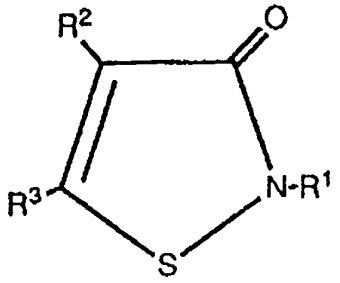
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le rapport des durées de la période d'"addition" à la période d'"arrêt"

est constant au cours de l'addition intermittente.

9. Procédé l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la période d'"addition" est d'une à trois heures et la période d'"arrêt" est d'une demi-heure à deux heures, la période d'"addition" étant au moins aussi longue que la période d'"arrêt".

10. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la dose injectée de biocide à action rapide est ajoutée périodiquement au cours de l'addition intermittente du biocide de contrôle, de préférence à une fréquence d'un à quinze jours.

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le biocide de contrôle est une isothiazolone de formule :



dans laquelle R^1 est un groupe alkyle ou cycloalkyle en C_1-C_8, R^2 est H ou un halogène et R^3 est H ou un halogène.

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel l'isothiazolone est la 5-chloro-2-méthylisothiazolone ou un mélange de 5-chloro-2-méthylisothiazolone et de 2-méthylisothiazolone.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le biocide à action rapide est un alcanedial en C_1-C_8, de préférence le pentanedial.

14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel le biocide à action rapide comprend en outre un ou plusieurs sels d'halogénures d'ammonium ou de phosphonium

quaternaire.

15. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le biocide à action rapide est dosé à une concentration de 50 à 1.000 ppm, de préférence de 100 à 500 ppm, mieux encore de 150 à 300 ppm.

16. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le biocide de contrôle est dosé à un niveau de 0,1 à 10 ppm, de préférence de 0,25 à 5 ppm, mieux encore de 0,25 à 2,5 ppm.

17. Utilisation d'un procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes pour réduire la quantité de biocide de contrôle utilisée dans le contrôle de la contamination des eaux de systèmes de production d'hydrocarbures par des bactéries sessiles.