CH 619 028 A5

(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(51) Int. Cl.³: E 21 B 21/06
B 01 D 21/26

Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

ETH-BIBLIOTHEK ZÜRICH

(12) FASCICULE DU BREVET A5

(11) 619 028

(21) Numéro de la demande: 1834/78

(22) Date de dépôt: 21.02.1978

(30) Priorité(s): 24.02.1977 FR 77 05367

(24) Brevet délivré le: 29.08.1980

(45) Fascicule du brevet publié le: 29.08.1980

(73) Titulaire(s):
Société Nationale Elf Aquitaine (Production), Courbevoie (FR)

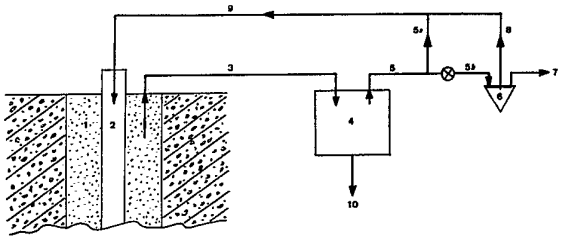
(72) Inventeur(s):
Jean Paul Messines, Pau (FR)
Bernard Tramier, Pau (FR)
Gaston Labat, Billere (FR)

(74) Mandataire:
Patentanwaltsbüro Eder & Cie., Basel

(54) Procédé de récupération des fluides de forage à partir de la boue sortant du puits.

(57) Dans ce procédé la boue est d'abord soumise à la séparation classique sur tamis, décanteurs ou/et hydrocyclones (4), après quoi une partie au moins du liquide obtenu (5) est centrifugé. L'effluent centripète (8) de la centrifugeuse (6) est recyclé, seul ou en mélange avec du liquide non centrifugé, dans l'outil de forage.

Le procédé s'applique aux forages en terre ferme comme en mer, il économise les adjuvants de forage, évite la remise en état de bourbiers, le tansport des boues usées et la pollution.



REVENDICATIONS

1. Procédé de récupération du fluide de forage par séparation des solides contenus dans la boue sortant du puits de forage, dans lequel le fluide initial, utilisé, présente une densité D, la séparation des solides donne une boue de densité D', qui renferme encore des particules de dimensions inférieures à 100 microns, au moins une partie de cette derniere boue étant soumise à une centrifugation dont l'effluent est réintroduit dans l'outil de forage, procédé caractérisé en ce que la centrifugation est réglée de telle manière que son effluent centripète présente une densité D_c comprise entre D et $D+0{,}5\ (D'-D)$.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le réglage de la centrifugation est tel que la densité D_c de l'effluent centripète soit limitée à une valeur de D à $D+0{,}33\ (D'-D)$.

3. Procédé suivant une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'effluent centripète de la centrifugation ne renferme plus que des particules solides de dimensions inférieures à 20 microns et surtout des particules d'environ 2 microns et plus petites.

4. Procédé suivant une des revendications 1 à 3, dans lequel la densité limite, à partir de laquelle la boue sortant du puits devient non réutilisable, est de 1,25 ou moins, et la densité D', après la séparation des particules solides de plus de 100 microns, est de 1,07 à 1,12, caractérisé en ce que la centrifugation est conduite pour donner un effluent centripète de densité 1,01 à 1,06.

5. Procédé suivant une des revendications 1 à 4, dans lequel une partie seulement de la boue sortant du puits, soumise à la séparation des solides de plus de 100 microns et ramenée ainsi à la densité D', est centrifugée de façon à séparer un effluent centripète de densité D_c, et cet effluent est mélangé au restant de la boue D', caractérisé en ce que l'on forme ainsi une boue plus légère, de densité D'' comprise entre celle du fluide initial D et D', susceptibel d'être recyclée dans l'outil de forage.

6. Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce que $^1/_{20}$ à $^1/_5$ du débit de la boue de densité D' est soumis à la centrifugation.

7. Procédé suivant une des revendications 1 à 6, dans lequel la centrifugation est effectuée avec au moins 1 300 g, notamment 1500 à 2500 g, caractérisé en ce que l'alimentation de la centrifugeuse en boue à traiter est contrôlée pour respecter la densité D_c voulue de l'effluent centripète.

8. Dispositif pour la récupération du fluide de forage pour la mise en œuvre du procédé selon la revendication 1 comprenant des moyens (4) pour la séparation de solides, ces moyens étant alimentés (3) en la boue sortant du puits (2), tandis que leur phase liquide (5), séparée des solides (10), est reliée à l'entrée de l'outil de forage (2) par un circuit de recyclage (5–5a–9), et une dérivation (5b), sur ce dernier circuit, conduit à l'alimentation d'une centrifugeuse (6), caractérisé en ce qu'une canalisation (8), reprenant l'effluent centripète de la centrifugeuse, est reliée au circuit de recyclage (5–5a–9) en aval du point d'où part la dérivation (5b).

9. Dispositif suivant la revendication 8, caractérisé en ce que des moyens de réglage du débit de boue à envoyer dans la centrifugeuse (6) sont prévus dans la dérivation (5b).

10. Dispositif suivant une des revendications 8 ou 9, dans lequel les moyens de séparation sont constitués par un ou plusieurs tamis, décanteurs ou/et hydrocyclones.

La présente invention porte sur un procédé de récupération du fluide de forage par séparation des solides contenus dans la boue sortant du puits de forage, dans lequel le fluide initial, utilisé, présente une densité D, la séparation des solides donne une boue de densité D', qui renferme encore des particules de dimensions inférieures à 100 microns, au moins une partie de cette dernière boue étant soumise à une centrifugation dont l'effluent est réintroduit dans l'outil de forage. L'invention s'applique particulièrement à la recherche des hydrocarbures, c'est-à-dire pétrole ou gaz naturel. L'invention vise les forages où il n'y a ni venues d'eau de formation dans le puits, ni adjonction d'agents alourdissants pour élever sensiblement la densité de la boue en circulation; elle s'applique aux nombreux cas où l'on cherche à avoir une densité de boue aussi faible que possible.

Il est bien connu que pour le forage d'une couche géologique donnée, on injecte dans le puits de forage une solution ou suspension aqueuse d'un agent approprié conduisant à une densité, une viscosité et une composition chimique du milieu bien déterminées, convenant le mieux au travail dans cette couche géologique. Des agents très employés à l'heure actuelle sont notamment la bentonite, l'huile, les lignosulfonates et les biopolymères, c'est-à-dire des polysaccharides. Au cours du forage, ce fluide se charge des matériaux du sol et forme une boue, dont les viscosité, densité et composition varient au fur et à mesure de la circulation de cette boue. Ainsi la viscosité, la densité et la concentration en matières minérales augmentent constamment et un moment arrive où ces propriétés ne conviennent plus au travail: on est alors obligé d'évacuer au moins une partie de la boue et de la remplacer par du fluide neuf.

Cependant, ce renouvellement exige une séparation préalable des solides dispersés dans la boue, ce qui est réalisé au moyen de tamis, de dessableurs et de dispositifs d'élimination du limon. Le liquide, insuffisamment séparé des solides, présente généralement une densité très élevée, ce qui conduit à l'addition d'une forte quantité de fluide frais, pour le diluer convenablement. Or, cette dilution présente des inconvénients sérieux: le fluide de forage, renfermant les agents spéciaux mentionnés plus haut, est relativement coûteux, sa forte consommation conduit donc à un prix de revient élevé; d'autre part, en diluant on augmente le volume de boue, il faut donc en rejeter fréquemment d'assez grandes quantités, car la capacité du bac de stockage est forcément limitée; cela impose le traitement ultérieur d'une grande quantité d'effluents et la remise en état difficile des bourbiers de forage.

Le but de l'invention est donc de former un procédé qui permet d'éviter les désavantages mentionnés ci-devant.

Ce but est atteint selon l'invention par le procédé caractérisé par la revendication 1.

La présente invention apporte une amélioration sensible à l'état des choses dans les forages du sol: elle permet de récupérer une grande partie du fluide mis en jeu et de réduire considérablement la quantité du fluide frais à introduire dans le puits.

En outre, elle rend possible le rejet des matériaux solides dispersés dans la boue de forage, sans nécessiter des traitement compliqués pour remise en état des bourbiers. Elle est aussi utile pour les forages en terre ferme qu'en mer, parce qu'elle évite les frais élevés de transport des boues usées, ainsi que la pollution par rejet de ces boues dans la mer.

Le procédé suivant l'invention consiste donc à soumettre les boues de forage à la centrifugation, dans des conditions telles que la densité de l'effluent léger, c'est-à-dire celui de la région axiale de la centrifugeuse, soit comprise entre celle de la boue traitée et celle du fluide de forage initial, non encore chargé de matériaux du sol.

La présente invention résulte de la constatation que les éléments du sol foré, particulièrement responsables des modifications désavantageuses des propriétés rhéologiques de la boue, à savoir particules de dimensions inférieures à environ 100 microns, très insuffisamment éliminées par les hydrocyclones utilisés dans cette technique, peuvent être séparées à un degré

beaucoup plus poussé par la centrifugation mécanique. En effet, si l'on examine la granulométrie des matières qui peuvent être séparées par les différents appareils classiques, à partir des boues de forage, on trouve les résultats suivants:

tamis vibrants	jusque vers 175 microns
dessableurs (cyclones)	150 microns
et partiellement hydrocyclones «deslimoneurs»	80 microns
(connus sous le terme anglais de «desiltors»)	jusque vers 100 microns
et partiellement	30 microns

Pratiquement, à partir des dimensions d'environ 50 microns, et surtout de 30 μ et en dessous, les particules du sol, notamment celles qui viennent des couches argileuses, ne sont plus éliminées par les appareils courants dans la technique pétrolière. Or, comme mentionné plus haut, ces appareils laissent, après la séparation de solides, une boue, dont la densité et la viscosité dépassent vite celles qui seraient encore compatibles avec la réutilisation de cette boue.

D'après la constatation ayant conduit à la présente invention, d'une boue trop dense, riche en particules fines au-dessous de 100 microns, surtout à environ 50 microns et moins, il est possible d'extraire, par centrifugation, au moins la majeure partie de particules en suspension, et récupérer un effluent léger presqu'identique ou peu différent du fluide frais de forage, chose impossible avec les appareils usuels mentionnés plus haut. Selon le type de centrifugeuse employée, et suivant les conditions de son fonctionnement, même des particules de 20 jusqu'à environ 2 microns peuvent être éliminées; par contre, les fines particules d'environ 2 microns et au-dessous restent pratiquement toutes dans le liquide centrifugé, et cela présente un avantage marqué, parce que ce sont elles justement qui constituent les éléments utiles du fluide de forage.

La centrifugation fut utilisée, jusqu'à présent, pour récupérer des agents d'alourdissement, notamment du sulfate de baryum, à partir de boues de forage devenues trop denses et trop visqueuses; on économisait ainsi ces agents qui étaient recyclés ensuite avec du fluide frais; mais le liquide, séparé par la centrifugeuse, ne pouvait pas être réutilisé; on devait le rejeter et, avec lui, les autres additifs qu'il contenait, assez coûteux d'ailleurs.

Par contre, dans le passé, on n'a pas appliqué la centrifugation aux boues relativement légères, ne contenant pas d'agent d'alourdissement; c'est qu'on n'avait pas réalisé le rôle des particules fines, exposé plus haut; sans doute aussi le traitement des forts tonnages de boues, qu'impliquent en général les forages, par le moyen assez coûteux qu'est la centrifugation, paraissait-il prohibitif.

Le mérite de la présente invention réside justement en ce que la centrifugation est appliquée spécifiquement à des boues ne contenant plus que des particules fines, en majeure partie non séparables par les moyens usuels. En outre, des conditions opératoires telles sont prévues, que ce moyen, apparemment cher, devient parfaitement économique dans son application aux boues de forage.

Suivant un premier trait de l'invention, lorsqu'une boue de forage, formée à partir d'un fluide initial de densité D, a atteint une concentration en particules dispersées telle qu'elle devient impropre à la poursuite du forage, on la soumet à un ou plusieurs traitements connus, de façon à en éliminer les particules de dimensions dépassant environ 100 microns · ensuite, la boue de densité D', ainsi «dessablée», est soumise à une centrifugation réglée de manière que l'effluent centripète de la centrifugeuse présente une densité D_c comprise entre D et D+0,5 (D'–D), après quoi cet effluent est réintroduit dans le puits en cours de forage.

De préférence, le réglage de la centrifugation est conduit de façon à fournir un effluent léger de densité de D à D+0,33 (D'–D). Autrement dit, dans la forme préférée de l'invention, on tolère – pour l'effluent léger à récupérer – au maximum une densité égale à celle du fluide de forage frais (D) augmentée d'un tiers de l'écart entre celle-ci et celle de la boue impropre à la réutilisation (D'), ne renfermant plus que des particules de dimensions inférieure à environ 100 microns.

S'il s'agit de petits forages, où le débit horaire de boue ne dépasse pas environ 25 m^3, les opérations décrites plus haut peuvent être appliquées à la totalité de la boue circulant dans le puits pendant le forage. Cependant, dans la majorité des cas, où les débits dépassent de beaucoup cette valeur, la présente invention permet encore d'appliquer utilement et économiquement la centrifugation des boues; dans ces cas, on centrifuge une partie seulement de la boue dessablée (D') et l'effluent léger, obtenu, est mélangé au restant de cette boue, ce qui fait abaisser la densité D' de celle-ci à une valeur inférieure D'' comprise entre D' et D.

Dans cette forme d'exécution de l'invention, la proportion de boue impropre (D'), soumise à la centrifugation, est calculée de façon à ce que le mélange résultant (densité D'') de boue restante avec l'effluent léger, centripète, soit suffisamment pauvre en particules solides, pour convenir au forage. Suivant les cas, la fraction de boue dessablée, soumise à la centrifugation, peut ne constituer que 1/20 à 1/5 du débit total de cette boue, mais tout de même abaisser la densité de celle-ci au point de la rendre apte au forage.

La forme d'exécution de l'invention, dans laquelle une fraction seulement de la boue dessablée est soumise à la centrifugation, se prête remarquablement au travail en continu. Dans ce mode opératoire, la boue, au fur et à mesure qu'elle sort du puits, est continuellement traitée à la manière connue en soi, pour éliminer les particules solides dépassant environ 100 microns; une fraction de l'effluent, ainsi «dessablé» est soumise à la centrifugation; le liquide centripète de celle-ci est réuni au restant de cet effluent qui se trouve par là dilué, donc allégé, et le mélange liquide est pompé en continu dans l'outil de forage. On arrive, de cette façon, à établir un régime stable, dans lequel le puits est continuellement alimenté avec une boue de densité constante pendant les opérations de forage. Les paramètres du procédé sont, bien entendu, réglés de telle manière que cette boue présente les propriétés physiques requises; la boue qui remonte conserve également les caractéristiques fixées.

Etant donné qu'il est difficile de parler de propriétés physiques, notamment des densité et viscosité, d'un milieu aussi grossièrement hétérogène qu'est une boue de forage à la sortie du puits, ces propriétés sont déterminées, dans le cadre de la présente invention, après la séparation de grains et particules dépassant environ 100 microns, c'est-à-dire sur ce qui est appelé «boue dessablée» au cours de la présente description.

Le dessin annexé, donné à titre d'exemple, représente schématiquement la disposition d'un dispositif suivant l'invention.

Sur ce schéma; 1 désigne le puits, 2 l'arbre creux de l'outil de forage, 3 la canalisation comprenant une pompe non représentée, pour la sortie de la boue du puits 1. En 4, se trouvent des appareils classiques pour la séparation des solides dispersés dans la boue: ce sont généralement des tamis vibrants suivis d'un ou de plusieurs cyclones, connus dans l'art sous le nom de dessableurs; l'ensembel 4 peut éventuellement comprendre un séparateur plus fin, du type connu sous le terme anglais «desiltor», capable d'éliminer la majeure partie des particules de 100 microns et environ la moitié de celles qui dépassent 30 μ; cependant, ces derniers appareils ne sont plus indispensables,

parce que la centrifugeuse 6 effectue le même travail jusqu'à environ 10 à 20 µ.

Les solides, ou boues lourdes, séparés dans l'ensemble 4, sont évacués par 10, tandis que la boue dessablée, ne renfermant en général plus de particules au-dessus de 100 µ, est récupérée par la conduite 5; cette dernière se divise en deux branches, 5a et 5b; 5a communique avec la canalisation de recyclage 9, qui conduit la boue dessablée dans le système d'aspiration pour le recyclage dans l'outil de forage 2, tandis que 5b amène une fraction de cette boue à la centrifugeuse 6; une vanne appropriée dans la branche 5b, non repérée, permet de régler le débit de boue à soumettre à la centrifugation.

Les solides, séparés par la force centrifuge en 6, sont rejetés en 7, tandis que le liquide centripète, c'est-à-dire une boue fortement allégée, passe par la tuyauterie 8, pour se mélanger avec la boue lourde en une boue mixte dans la canalisation de retour 9.

Comme plus haut, on désigne par D' la densité de la boue dessablée, sortant par 5 de l'ensemble 4; D_c est la densité de l'effluent léger, centripète, qui vient de la centrifugeuse 6 par 8; la densité de la boue mixte, formée par la dilution de la boue D' avec de l'effluent léger D_c, est désignée par D''. Puisque le critère le plus pratique de la qualité d'une boue de forage est la densité de celle-ci, le réglage du système suivant l'invention est effectué sur la base des densités des boues en présence.

Le procédé continu est conduit de préférence de telle sorte que la boue dessablée ne soit pas encore à sa limite critique d'utilisation: autrement dit, la densité D' reste inférieure à la densité limite à partir de laquelle le forage serait défectueux. On règle alors le débit des boues de densité D_c, pour que la densité D'' du mélange, réintroduit dans le puits (canalisation 9 sur le schéma), soit suffisamment basse et permette de retrouver sensiblement la même densité D', après que ce mélange, s'étant chargé de matériaux de forage du sol, a été à son tour dessablé dans l'ensemble des appareils 4.

Ainsi est réalisé un fonctionnement à densité D' constante, ou approximativement constante, fort économique, parce que entraînant très peu de pertes de fluide et faisant débiter à la centrifugeuse seulement une faible fraction du flux total des boues.

Le volume X (d'effluent léger D_c) nécessaire à l'obtention de 100 volumes de boue mixte D'', par mélange avec 100-X volumes de boue dessablée D', peut être calculé à partir de l'équation classique de dilution, qui donne:

$$X = 100\,(D'-D'') : (D'-D_c)$$

Comme l'invention s'applique tout particulièrement aux forages avec des boues dont les densités ne dépassent pas 1,25 et les viscosités 80 cp, on base l'exemple suivant sur une marche continue avec une boue dont la densité en régime est inférieure à cette valeur.

Un forage est effectué avec du fluide bentonitique dont la densité initiale D est de 1,03. La densité limite, D_L, à partir de laquelle le fonctionnement devient défectueux, est 1,22, mesurée bien entendu sur boue dessablée.

A une densité D', intermédiaire entre D et D_L, de 1,12 les propriétés rhéologiques de la boue sont encore très bonnes; on fixe donc D' à cette valeur.

L'avancement du forage et le débit de boue, partant la concentration en solides charriés par ces boues, sont tels qu'on doit abaisser la densité de la boue dessablée de 1,12 à 1,11 pour pouvoir la réutiliser, c'est-à-dire la réintroduire par 9 (voir schéma) et retrouver la valeur de 1,12 à la sortie de l'ensemble 4.

D'autre part, comme on verra plus loin, dans l'exemple 3, il est possible d'alléger la boue dessablée de 1,12 de densité (D') à 1,05 (D_c) par une centrifugation économique; la condition suivant l'invention, $D_c = D$ à 0,33 $(D'-D)$, est ainsi pleinement satisfaite, puisque

$$1{,}05 = 0{,}118\,(1{,}12-1{,}03),$$

le coefficient 0,118 étant bien compris entre 0 et 0,33.

Ainsi, le forage fonctionne avec les densités:

$$D' = 1{,}12$$
$$D_c = 1{,}05$$
$$D'' = 1{,}11$$

Dans ces conditions, le volume X d'effluent centripète D_c à mélanger à la boue dessablée D', pour obtenir 100 volumes de boue recyclée D'', est de

$$X = 100\,(D'-D'') : (D'-D_c)$$
$$= 100 \times 0{,}01 : 0{,}07 = 14{,}3.$$

Ainsi suffit-il de 14,3% de boue centrifugée, pour pouvoir faire fonctionner le traitement de la boue en continu, avec une densité constante de 1,12 à la sortie des séparateurs 4.

La bentonite de départ reste en majeure partie dans la boue en circulation, ses pertes étant réduites à la petite proportion de cet agent, retenue par les solides éliminés en 7 et en 10.

Il est intéressant de noter, à propos de l'exemple donné ci-dessus, qu'il a suffi d'une faible correction de la densité $(D'-D''=0{,}01)$, pour assurer un fonctionnement parfait du forage, à densité constante: sans le traitement suivant l'invention, la densité augmenterait de 0,01 par cycle de 3 heures, et on arriverait ainsi, en peu de temps, à l'obligation d'éliminer une partie de la boue et de diluer le restant avec du fluide de forage frais.

La centrifugation constituant une phase primordiale dans le procédé de l'invention, il est important de la conduire de façon à ce qu'elle ne laisse pratiquement plus de particules dépassant 20 microns dans l'effluent centripète; pour cela, la force centrifuge appliquée doit être en général d'au moins 1300 g pour les boues de densité inférieure à 1,25; elle est de préférence de 1500 g à 2500 g suivant la nature de la boue traitée et le modèle de l'appareil utilisés.

Les deux principaux facteurs, sur lesquels on agit pour obtenir la densité voulue de l'effluent léger (centripète) sont la force centrifuge ou la vitesse de rotation et le débit à l'entrée de la centrifugeuse. Ainsi, par exemple, au cours d'un essai pilote, dans un cas particulier de boue bentonitique, présentant une densité de 1,12, centrifugée à 3500 t/mn, avec une force centrifuge de 1800 g, on recueille un liquide centripète de densité 1,05, lorsque la centrifugeuse est alimentée à raison de 1 070 l/h, tandis que la densité monte à 1,063, si l'on augmente l'alimentation à 1150 l/h. On voit donc qu'il convient de bien contrôler les deux facteurs en question, pour obtenir la densité voulue.

La réalisation de la centrifugation est illustrée par les exemples non limitatifs 1 à 5, qui suivent, tandis que les exemples 6 et 7 montrent la différence des résultats entre l'action d'une centrifugeuse et celle d'un hydrocyclone puissant.

Exemple 1

Au cours d'un forage du sol à la recherche du pétrole, avec du fluide à base de bentonite, en maintenant la densité de la boue en circulation à la valeur de 1,09, il a fallu ajouter 40 m^3 de fluide frais, après la séparation des solides dans un dessableur, à la manière classique, au bout de 24 h de fonctionnement, l'avancement du forage ayant été de 33 m.

Dans le même forage, effectué dans les mêmes conditions, mais avec récupération de l'effluent léger au cours d'une centrifugation de 12 h (sur les 24 h de fonctionnement total), il a suffit

de 21 m^3 seulement de fluide frais pour le même avancement de 33 m.

Exemple 2

Le procédé suivant l'invention est expérimenté en essai pilote dans un forage utilisant une boue bentonitique. Le traitement est effectué au moyen d'une centrifugeuse type D 26 de la Société Guinard.

Le fluide bentonitique initial, avant son introduction dans le puits, présente une densité de 1,03. La boue en circulation est soumise à la centrifugation lorsque sa densité a atteint 1,123 et la centrifugeuse est réglée en vue de l'obtention d'un effluent léger, de densité 1,05 à 1,06.

Le tableau des résultats, qui suit, montre comment la densité de cet effluent centripète varie avec la force centrifuge appliquée.

Tableau I

Vitesse absolue t/mn	Vitesse relative t/mn	g	Débit entrée l/h	Densité de l'effluent léger	Siccité du sédiment %
2500	46	900	1070	1,0765	69,5
	15	900	1070	1,0675	73
3000	18	1300	1070	1059	73,25
3500	20	1800	1070	1052	74
4000	24	2300	1070	1046	75
			1680	1051	75,5

On voit que la densité voulue de l'effluent centripète est atteinte pour des vitesses supérieures à 3000 t/mn, c'est-à-dire des forces centrifuges de plus de 1300 g.

On remarquera que la densité optimale, ainsi obtenue, représente environ 94% de la densité limite de la boue traitée. Le sédiment séparé présente une bonne siccité et peut être enfoui directement, sans aucun traitement préalable.

Exemple 3

Des essais pilote, analogues à ceux de l'exemple précédent, ont été effectués avec une boue obtenue à partir d'un fluide aux biopolymères.

La densité du fluide avant l'utilisation de celui-ci était de 1,01. La boue est traitée lorsqu'elle a atteint la densité de 1,075. Voici les résultats obtenus (voir tableau II).

Tableau II

Vitesse absolue t/mn	Vitesse relative t/mn	g	Débit entrée l/h	Densité de l'effluent	Siccité du sédiment %	Culot résiduel sur centrat %
3000	18	1300	900	1,01	74,25	1
			900	1,01	74,5	0
3500	20	1800	1080	101	74,5	0
4000	24	2300	900	1,01	75,4	0

On voit qu'une densité de 1,01 de l'effluent léger peut être atteinte déjà avec une force centrifuge de 1300 g.

Exemple 4

Dans une opération de chantier, similaire à celle de l'exemple 1, on utilise une centrifugeuse dont le bol présente un diamètre de 33 cm, durant 13 h seulement par jour. Cet appareil est alimenté directement avec la boue de forage, sans passage préalable par des «desiltors».

L'effluent léger de la centrifugeuse a une densité de 1,04; son recyclage dans la boue en circulation permet de maintenir la densité de celle-ci à une valeur pratiquement constante de 1,08 à 1,09. Quant à l'effluent lourd, de densité 1,72 à 1,78, pâteux, il représente seulement 0,2 m^3 à l'heure, facile à éliminer.

La centrifugeuse est alimentée à raison de 6 m^3 à l'heure; la force centrifuge est d'environ 1500 g (voir Nota suite à l'exemple 6).

Exemple 5

Dans un essai de chantier, une même boue de forage, dont la densité variait entre 1,08 et 1,10, était soumise d'une part à l'action d'un hydrocyclone à cône de 102 mm (du type dénommé «desiltor») et, d'autre part, à celle d'une centrifugeuse continue, à bol horizontal (Guinard D33, le plus grand diamètre de 330 mm). La centrifugeuse fonctionnait à 3200 t/mn avec une force de 2100 g. Les résultats suivants ont été observés:

	Centrifugeuse	Hydrocyclone
Densité de la boue avant traitement	1,08–1,10	1,08–1,10
Densité de la boue après traitement	1,03–1,04	inchangé
Densité approximative de l'effluent lourd évacué	1,80	1,15
Rendement (volume déblais/vol. total évacué)	50%	3,5%

Comme la boue traitée ne renfermait que peu de particules de plus de 100 microns, l'action de l'hydrocyclone a été minime; par contre, la centrifugeuse a éliminé une forte proportion de solides, ne laissant dans la boue que des particules de moins de 10 microns, et fournissant un fluide considérablement allégé.

On voit par cette comparaison le rôle nouveau que la centrifugation joue à la place de l'hydrocyclone.

Exemple 6

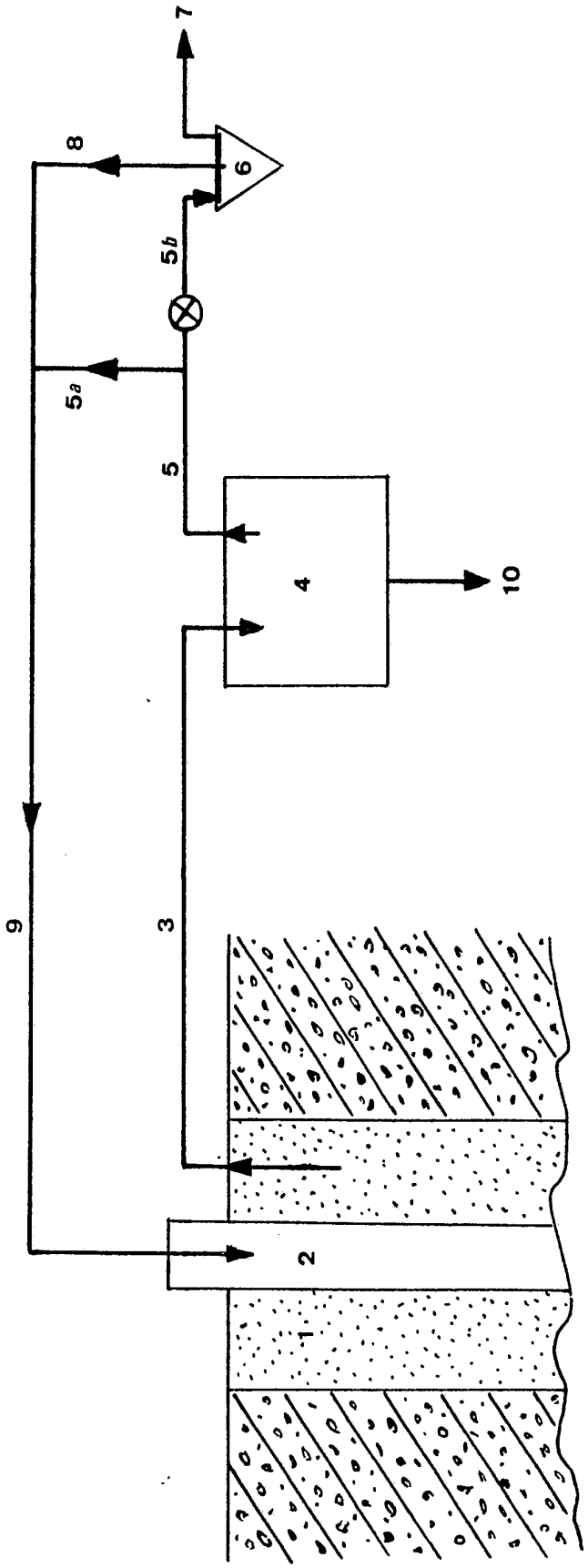
Les deux appareils de l'exemple 5 ont été utilisés comparativement au traitement de la même boue que dans l'exemple 5, au cours d'une phase d'un forage de 311 mm. Voici les conditions des essais et les résultats obtenus dans les deux séries de traitement.

	Centri-fugeuse	Hydro-cyclone
Nombre de jours de fonction	18	–
Temps réel en heures	301	301
Vitesse rotation en t/mn	3200	
Force centrifuge	2100 g	
Volume de boue traitée à l'heure, en m^3	3,8	200
Volume horaire de boue évacuée en m^3	0,226	1
Quantité totale de solides évacués par effet centrifuge	300	82
Volume de déblais (secs) m^3 évacués par effet centrifuge	34	10
Volume de boue de densité 1,10, perdue m^3	34	291
Quantité totale de solides (secs) évacués par effet centri-fuge, en tonnes	90	25
Dilution avec boue neuve au mètre foré (y compris avance-ment)	605 l/m	900 l/m

L'avantage de la centrifugation pour une boue peu dense ressort clairement de ces résultats.

Nota concernant l'exemple 4

Au cours des opérations, il a suffit d'environ 10 m^3 d'effluent frais, ajouté à la boue en circulation, au lieu de 40 m^3 qu'exigeait le procédé classique, comme on l'a vu dans l'exemple 1.


7
8
6
5b
5a
5
4
10
9
3
2
1