

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 876 408

21) N° d'enregistrement national : 05 08734

51) Int Cl⁸ : E 21 B 49/10 (2006.01)

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 24.08.05.

30) Priorité : 31.08.04 US 10711187.

43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 14.04.06 Bulletin 06/15.

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) : SERVICES PETROLIERS SCHLUMBERGER Société anonyme — FR.

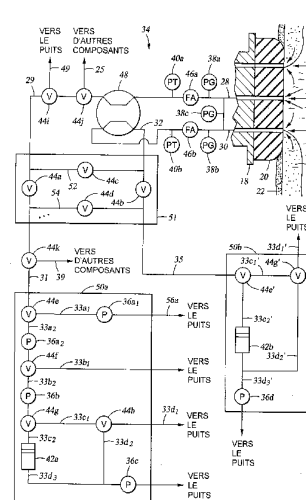
72) Inventeur(s) : DEL CAMPO CHRISTOPHER S, NOLD III RAYMOND V, MATSUMOTO NORIYUKI, MILKOVISCH MARK, TAUCHI HISAYO, BROWN JONATHAN W, VASQUES RICARDO et HAVLINEK KENNETH L.

73) Titulaire(s) :

74) Mandataire(s) : ETUDES ET PRODUCTIONS SCHLUMBERGER.

54) APPAREIL ET METHODE POUR L'EVALUATION DES FORMATIONS SOUTERRAINES DANS UN Puits DE FORAGE.

57) Des techniques pour l'évaluation des formations à contamination réduite sont fournies. Les techniques concernent le soutirage de fluide dans un outil de fond (10) positionnable dans un puits de forage (14) pénétrant une formation souterraine (F) contenant un fluide vierge (26) et un fluide contaminé (24). Le fluide est soutiré dans au moins deux entrées pour recevoir les fluides de la formation (F). Au moins une canalisation d'évaluation (28) est connectée fluidiquement à au moins une des entrées pour le passage du fluide vierge (26) dans l'outil de fond (10). Au moins une canalisation de nettoyage (30) est connectée fluidiquement aux entrées pour le passage du fluide contaminé (24) dans l'outil de fond (10). Au moins un circuit de fluide (50a/b) est connecté fluidiquement à la canalisation d'évaluation (28) et/ou aux canalisations de nettoyage (30) pour soutirer de manière sélective du fluide dans ce dernier. Au moins un connecteur de fluide (38/51) est prévu pour établir de manière sélective une connexion fluidique entre les canalisations. Au moins un capteur (38a/b/c, 46a/b) est prévu pour mesurer des paramètres de fond dans une des canalisations. Le fluide peut être pompé de manière sélective dans les canalisations pour réduire la contamination dans la canalisation d'évaluation (28).



FR 2 876 408 - A1



APPAREIL ET MÉTHODE POUR L'ÉVALUATION DES FORMATIONS
SOUTERRAINES DANS UN Puits DE FORAGE
ANTÉCÉDENTS DE L'INVENTION

1. Domaine de l'invention

5 La présente invention concerne des techniques pour effectuer l'évaluation d'une formation souterraine au moyen d'un outil de fond placé dans un puits de forage pénétrant la formation souterraine. Plus particulièrement, la présente invention concerne des techniques pour réduire la contamination des fluides de la formation soutirés dans et/ou évalués par l'outil de fond.

10 2. Antécédents de l'art connexe

Des puits sont forés pour déterminer l'emplacement des hydrocarbures et les produire. Un outil de forage de fond avec un trépan à une extrémité de ce dernier est avancé dans le sol pour former un puits de forage. Au fur et à mesure que l'outil de forage est avancé, une boue de forage est pompée à travers l'outil de forage et expulsée du trépan pour refroidir l'outil de forage et emporter les déblais. Le fluide sort du trépan et retourne à la surface pour recirculation à travers l'outil. La boue de forage est également utilisée pour former un cake de boue pour recouvrir le puits de forage.

Pendant l'opération de forage, il est souhaitable d'effectuer différentes évaluations de la formation pénétrée par le puits de forage. Dans certains cas, l'outil de forage peut être équipé de dispositifs pour tester et/ou échantillonner la formation avoisinante. Dans certains cas, l'outil de forage peut être retiré et un outil au câble peut être déployé dans le puits de forage pour tester et/ou échantillonner la formation. Dans d'autres cas, l'outil de forage peut être utilisé pour effectuer l'essai ou l'échantillonnage. Ces échantillons ou essais peuvent être utilisés, par exemple, pour déterminer l'emplacement de précieux hydrocarbures.

25 L'évaluation de la formation exige souvent que le fluide de la formation soit soutiré dans l'outil de fond pour essai et/ou échantillonnage. Différents dispositifs, telles des sondes, sont déployés à partir de l'outil de fond pour établir une communication fluïdique avec la formation entourant le puits de forage et pour soutirer du fluide dans l'outil de fond. Une sonde typique est un élément circulaire déployé à partir de l'outil de fond et placé contre la paroi du puits de forage. Un packer en caoutchouc à l'extrémité de la sonde est utilisé pour créer un joint avec la paroi du puits de forage. Un autre dispositif utilisé pour former un joint avec la paroi du puits de forage est dénommé packer double. Avec un packer double, deux bagues en élastomère sont déployées radialement aux alentours de l'outil pour isoler une

portion du puits de forage comprise entre les deux. Les bagues forment un joint avec la paroi du puits de forage et permettent que du fluide soit soutiré dans la portion isolée du puits de forage et dans une entrée de l'outil de fond.

Le cake de boue recouvrant le puits de forage est souvent utile pour aider la sonde
5 et/ou les packers doubles à assurer l'étanchéité avec la paroi du puits de forage. Une fois que l'étanchéité est assurée, du fluide de la formation est soutiré dans l'outil de fond à travers une entrée en réduisant la pression dans l'outil de fond. Des exemples de sondes et/ou packers utilisés dans des outils de fond sont décrits dans les Brevets U.S. n° 6.301.959, 4.860.581, 4.936.139, 6.585.045, 6.609.568 et 6.719.049 et la Demande de brevet U.S. n°
10 2004/0000433.

L'évaluation de la formation est typiquement effectuée sur des fluides soutirés dans l'outil de fond. Des techniques existent actuellement pour effectuer différents essais préliminaires, mesures et/ou collectes d'échantillons des fluides qui pénètrent dans l'outil de fond. Cependant, il a été découvert que lorsque le fluide de la formation passe dans l'outil de
15 fond, différents contaminants, tels les fluides du puits de forage et/ou la boue de forage, peuvent pénétrer dans l'outil avec les fluides de la formation. Ces contaminants peuvent affecter la qualité des mesures et/ou des échantillons des fluides de la formation. De plus, la contamination peut entraîner des retards onéreux dans les opérations du puits de forage en exigeant des délais supplémentaires pour effectuer d'autres essais et/ou échantillonnages. De
20 plus, de tels problèmes peuvent donner de faux résultats qui sont erronés et/ou inutilisables.

Il est par conséquent souhaitable que le fluide de la formation entrant dans l'outil de fond soit suffisamment « propre » ou « vierge » pour effectuer des essais valides. En d'autres mots, le fluide de la formation doit être peu ou pas contaminé. Des tentatives ont été faites pour empêcher les contaminants de pénétrer dans l'outil de fond avec le fluide de la
25 formation. Par exemple, comme illustré dans le Brevet U.S. n° 4.951.749, des filtres ont été placés dans les sondes pour bloquer les contaminants et les empêcher de pénétrer dans l'outil de fond avec le fluide de la formation. De plus, comme illustré dans le Brevet U.S. n° 6.301.959 délivré à Hrametz, une sonde est équipée d'une bague de garde pour détourner les fluides contaminés du fluide propre lorsqu'il pénètre dans la sonde.

30 Malgré l'existence de techniques pour effectuer l'évaluation des formations et pour tenter de tenir compte de la contamination, il subsiste le besoin de manipuler l'écoulement des fluides à travers l'outil de fond pour réduire la contamination lorsqu'il pénètre dans l'outil de fond et/ou le traverse. Il est souhaitable que de telles techniques puissent détourner

les contaminants du fluide propre. Il est de plus souhaitable que de telles techniques puissent effectuer une ou plusieurs des fonctions suivantes, en particulier : analyser le fluide circulant dans les canalisations, manipuler de manière sélective l'écoulement du fluide dans l'outil de fond, répondre à la détection d'une contamination, éliminer la contamination et/ou assurer une flexibilité de manipulation des fluides dans l'outil de fond.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

Dans au moins un aspect, la présente invention concerne un système d'évaluation des formations à contamination réduite pour un outil de fond positionnable dans un puits de forage pénétrant une formation souterraine contenant un fluide vierge et un fluide contaminé.

10 Le système est équipé d'au moins deux entrées pour recevoir les fluides de la formation, au moins une canalisation d'évaluation connectée fluidiquement à au moins l'une d'au moins deux entrées pour le passage du fluide vierge dans l'outil de fond, au moins une canalisation de nettoyage connectée fluidiquement à au moins l'une des entrées pour le passage du fluide contaminé dans l'outil de fond, au moins un circuit de fluide connecté fluidiquement aux

15 canalisations d'évaluation et/ou de nettoyage pour soutirer du fluide de manière sélective dans ces dernières, au moins un connecteur de fluide pour établir une connexion fluide de manière sélective entre les canalisations d'évaluation et/ou de nettoyage et au moins un capteur pour mesurer des paramètres de fond dans les canalisations d'évaluation et/ou de nettoyage.

20 Dans un autre aspect, l'invention concerne un outil d'évaluation des formations à contamination réduite positionnable dans un puits de forage pénétrant une formation souterraine contenant un fluide vierge et un fluide contaminé. L'outil est équipé d'un dispositif de communication fluide extensible depuis le boîtier pour un engagement étanche avec une paroi du puits de forage et comportant au moins deux entrées pour recevoir

25 les fluides de la formation, au moins une canalisation d'évaluation placée dans le boîtier et connectée fluidiquement à au moins l'une des entrées pour le passage du fluide vierge dans l'outil de fond, au moins une canalisation de nettoyage connectée fluidiquement aux entrées pour le passage du fluide contaminé dans l'outil de fond, au moins un circuit de fluide connecté fluidiquement à la canalisation d'évaluation et/ou de nettoyage pour le soutirage

30 sélectif du fluide dans ces dernières, au moins un connecteur de fluide pour établir de manière sélective une connexion fluide entre la canalisation d'évaluation et/ou de nettoyage et au moins un capteur pour mesurer des paramètres de fond dans les canalisations d'évaluation et/ou de nettoyage.

Dans encore un autre aspect, l'invention concerne une méthode pour évaluer une formation souterraine contenant un fluide vierge et un fluide contaminé. La méthode comprend un outil de fond ayant au moins deux entrées adaptées pour soutirer les fluides dans au moins une canalisation d'évaluation et au moins une canalisation de nettoyage dans l'outil de fond. L'outil est placé dans un puits de forage pénétrant la formation, le fluide est soutiré de manière sélective dans les canalisations d'évaluation et/ou de nettoyage, une connexion fluidique est établie de manière sélective entre les canalisations d'évaluation et les canalisations de nettoyage et les paramètres de fond des fluides sont mesurés dans les canalisations d'évaluation et/ou de nettoyage.

Enfin, dans un autre aspect, l'invention concerne une méthode pour soutirer du fluide dans un outil de fond positionnable dans un puits de forage pénétrant une formation contenant un fluide vierge et un fluide contaminé. La méthode comprend le placement d'un dispositif de communication fluidique de l'outil de fond en engagement étanche avec une paroi du puits de forage, l'établissement d'une communication fluidique entre au moins une canalisation d'évaluation du dispositif de communication fluidique et la formation, l'établissement d'une communication fluidique entre au moins une canalisation de nettoyage du dispositif de communication fluidique et la formation, le pompage du fluide dans la canalisation de nettoyage à un débit de la pompe de nettoyage, le pompage du fluide dans la canalisation d'évaluation à un débit de la pompe d'évaluation, la modification sélective du débit de la pompe de nettoyage et/ou de la pompe d'évaluation pendant un intervalle de temps discret et l'évaluation du fluide de la formation dans la canalisation d'évaluation et/ou de nettoyage après l'intervalle de temps.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

De manière à comprendre en détail les caractéristiques et avantages de la présente invention exposés ci-dessus, l'invention, brièvement résumée ci-dessus, peut être décrite de manière plus spécifique par référence à ses modes de réalisation qui sont illustrés sur les dessins joints. Il convient toutefois de noter que les dessins joints n'illustrent que les modes de réalisation typiques de cette invention et ne doivent par conséquent pas être considérés comme limitant sa portée, car l'invention peut convenir à d'autres modes de réalisation tout aussi efficaces.

La Figure 1 est un schéma partiellement en coupe d'un outil de fond d'évaluation des formations placé dans un puits de forage adjacent à une formation souterraine.

La Figure 2 est un schéma d'une portion de l'outil de fond d'évaluation des formations de la Figure 1 illustrant un système d'écoulement de fluide pour recevoir du fluide de la formation adjacente.

5 La Figure 3 est un schéma détaillé de l'outil de fond et du système d'écoulement de fluide de la Figure 2.

La Figure 4A est un graphe illustrant les débits du fluide dans l'outil de fond de la Figure 2 utilisant un pompage non-synchronisé. Les Figures 4B1-4 sont des schémas du fluide s'écoulant dans l'outil de fond de la Figure 2 aux points A-D, respectivement, de la Figure 4A.

10 La Figure 5A est un graphe illustrant les débits du fluide dans l'outil de fond de la Figure 2 utilisant un pompage synchronisé. Les Figures 5B1-4 sont des schémas du fluide s'écoulant dans l'outil de fond de la Figure 2 aux points A-D, respectivement, de la Figure 5A.

15 La Figure 6A est un graphe illustrant les débits du fluide dans l'outil de fond de la Figure 2 utilisant un pompage partiellement synchronisé. Les Figures 6B1-4 sont des schémas du fluide s'écoulant dans l'outil de fond de la Figure 2 aux points A-D, respectivement, de la Figure 6A.

20 La Figure 7A est un graphe illustrant les débits du fluide dans l'outil de fond de la Figure 2 utilisant un pompage synchronisé décalé. Les Figures 7B1-5 sont des schémas du fluide s'écoulant dans l'outil de fond de la Figure 2 aux points A-E, respectivement, de la Figure 7A.

25 La Figure 8A est un graphe illustrant les débits du fluide dans l'outil de fond de la Figure 7A, illustrant de plus l'écoulement dans une chambre à échantillon. Les Figures 8B1-5 sont des schémas du fluide s'écoulant dans l'outil de fond de la Figure 2 aux points A-E, respectivement, de la Figure 8A.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'INVENTION

Les réalisations préférées actuelles de l'invention sont illustrées aux figures indiquées ci-dessus et décrites en détail ci-dessous. En décrivant les réalisations préférées, des numéros de référence identiques ou similaires sont utilisés pour identifier des éléments communs ou similaires. Les figures ne sont pas nécessairement à l'échelle et certaines caractéristiques et certaines vues des figures peuvent être représentées à une échelle exagérée ou de manière schématique dans un but de clarté et de concision.

La Figure 1 illustre un outil de fond utilisable en relation avec la présente invention. Tout outil de fond capable d'effectuer l'évaluation d'une formation peut être utilisé, tel un outil de forage, un outil à tube d'intervention enroulé ou un autre outil de fond. L'outil de fond de la Figure 1 est un outil au câble traditionnel 10 déployé à partir d'un appareil 12 dans un puits de forage 14 par l'intermédiaire d'un câble métallique 16 et placé adjacent à une formation F. L'outil de fond 10 est équipé d'une sonde 18 adaptée pour former un joint avec la paroi du puits de forage et soutirer du fluide de la formation dans l'outil de fond. Des packers doubles 21 sont également illustrés pour démontrer que différents dispositifs de communication fluidique, tels des sondes et/ou packers, peuvent être utilisés pour soutirer le fluide dans l'outil de fond. Des pistons de renfort 19 aident à appuyer l'outil de fond et la sonde contre la paroi du puits de forage.

La Figure 2 est un schéma d'une portion de l'outil de fond 10 de la Figure 1 illustrant un système d'écoulement de fluide 34. La sonde 18 est de préférence déployée depuis l'outil de fond pour engagement avec la paroi du puits de forage. La sonde est équipée d'un packer 20 pour étanchéification avec la paroi du puits de forage. Le packer contacte la paroi du puits de forage et forme un joint avec le cake de boue 22 recouvrant le puits de forage. Le cake de boue suinte dans la paroi du puits de forage et crée une zone envahie 24 aux alentours du puits de forage. La zone envahie contient de la boue et d'autres fluides du puits de forage qui contaminent les formations avoisinantes, y compris la formation F et une portion du fluide de formation propre 26 qu'elle contient.

La sonde 18 est de préférence équipée d'au moins deux canalisations, une canalisation d'évaluation 28 et une canalisation de nettoyage 30. Il sera apprécié que dans les cas où des packers doubles sont utilisés, des entrées peuvent être prévues entre les deux pour soutirer du fluide dans les canalisations d'évaluation et de nettoyage de l'outil de fond. Des exemples de dispositifs de communication fluidique, tels que des sondes et packers doubles, utilisés pour

soutirer du fluide dans des canalisations séparées sont illustrés dans la Demande de brevet U.S. n° 6719049 et la Demande US publiée n° 20040000433, cédées au cessionnaire de la présente invention, et dans le Brevet U.S. n° 6.301.959 cédé à Halliburton.

La canalisation d'évaluation s'étend dans l'outil de fond et est utilisée pour faire
5 passer du fluide de formation propre dans l'outil de fond pour essai et/ou échantillonnage. La canalisation d'évaluation s'étend jusqu'à une chambre à échantillon 35 pour recueillir des échantillons du fluide de la formation. La canalisation de nettoyage 30 s'étend dans l'outil de fond et est utilisée pour soutirer le fluide contaminé du fluide propre s'écoulant dans la canalisation d'évaluation. Le fluide contaminé peut être rejeté dans le puits de forage par un
10 orifice de sortie 37. Une ou plusieurs pompes 36 peuvent être utilisées pour soutirer du fluide dans les canalisations. Un diviseur ou une barrière est de préférence placé(e) entre les canalisations d'évaluation et de nettoyage pour séparer le fluide s'écoulant dans ces dernières.

En se référant maintenant à la Figure 3, le système d'écoulement de fluide 34 de la Figure 2 est représenté en plus amples détails. Dans cette figure, le fluide est soutiré dans les
15 canalisations d'évaluation et de nettoyage à travers la sonde 18. Au fur et à mesure que le fluide s'écoule dans l'outil, le fluide contaminé dans la zone envahie 24 (Figure 2) apparaît de manière à ce que le fluide propre 26 puisse pénétrer dans la canalisation d'évaluation 28 (Figure 3). Le fluide contaminé est soutiré dans la ligne de nettoyage et détourné de la canalisation d'évaluation comme illustré par les flèches. La Figure 3 illustre la sonde comme
20 ayant une canalisation de nettoyage qui forme un anneau à la surface de la sonde. Cependant, il sera apprécié que d'autres dispositions d'une ou plusieurs entrées et canalisations traversant la sonde peuvent être utilisées.

Les canalisations d'évaluation et de nettoyage 28, 30 s'étendent de la sonde 18 à travers le système d'écoulement de fluide 34 de l'outil de fond. Les canalisations
25 d'évaluation et de nettoyage sont en communication fluide sélective avec les canalisations s'étendant à travers le système d'écoulement de fluide comme décrit en plus amples détails aux présentes. Le système d'écoulement de fluide de la Figure 3 comprend une variété de caractéristiques pour manipuler l'écoulement du fluide propre et/ou contaminé lorsqu'il passe d'une position amont à proximité de la formation à une position aval à travers l'outil de fond.
30 Le système est équipé d'une variété de dispositifs de mesure et/ou de manipulation du fluide, tels que les canalisations (28, 29, 30, 31, 32, 33, 35), pompes 36, pistons d'essai préliminaire 40, chambres à échantillon 42, vannes 44, connecteurs de fluide (48, 51) et capteurs (38, 46).

Le système peut également être équipé d'une variété de dispositifs supplémentaires, tels des restricteurs, dispositifs de dérivation, processeurs et autres dispositifs pour manipuler l'écoulement et/ou effectuer différentes opérations d'évaluation de la formation.

5 La canalisation d'évaluation 28 s'étend de la sonde 18 et est fluidiquement connectée aux canalisations s'étendant à travers l'outil de fond. La canalisation d'évaluation 28 est de préférence équipée d'un piston d'essai préliminaire 40a et de capteurs, tels un manomètre 38a et un analyseur de fluide 46a. La canalisation de nettoyage 30 s'étend de la sonde 18 et est fluidiquement connectée aux canalisations s'étendant à travers l'outil de fond. La canalisation de nettoyage 30 est de préférence équipée d'un piston d'essai préliminaire 40b et de capteurs, 10 tels un manomètre 38b et un analyseur de fluide 46b. Des capteurs, tel un manomètre 38c, peuvent être connectés aux canalisations d'évaluation et de nettoyage 28 et 30 pour mesurer des paramètres entre ces dernières, telle la pression différentielle. De tels capteurs peuvent être situés à d'autres endroits de n'importe quelle canalisation du système d'écoulement de fluide selon les besoins.

15 Un ou plusieurs pistons d'essai préliminaire peuvent être prévus pour soutirer du fluide dans l'outil et effectuer une opération d'essai préliminaire. Des essais préliminaires sont typiquement effectués pour générer une trace de pression du soutirage et pressuriser la canalisation lorsque du fluide est soutiré dans l'outil de fond à travers la sonde. Lorsqu'il est utilisé en combinaison avec une sonde ayant une canalisation d'évaluation et de nettoyage, le 20 piston d'essai préliminaire peut être placé sur chaque canalisation pour générer des courbes de la formation. Ces courbes peuvent être comparées et analysées. De plus, les pistons d'essai préliminaire peuvent être utilisés pour soutirer du fluide dans l'outil pour briser le cake de boue le long de la paroi du puits de forage. Les pistons peuvent être cyclés de manière synchrone, ou à des fréquences différentes pour aligner et/ou créer des différences de 25 pression entre les canalisations respectives.

Les pistons d'essai préliminaire peuvent également être utilisés pour diagnostiquer et/ou détecter les problèmes au cours de l'opération. Quand les pistons sont cyclés à des fréquences différentes, l'intégrité de l'isolation entre les lignes peut être déterminée. Quand une variation de pression dans une canalisation est reflétée dans une seconde canalisation, 30 cela peut indiquer qu'il existe une isolation insuffisante entre les canalisations. Un manque d'isolation entre les canalisations peut indiquer qu'une étanchéité insuffisante existe entre les canalisations. La valeur des pressions entre les canalisations au cours du cyclage des pistons

peuvent être utilisées pour aider à diagnostiquer les problèmes éventuels, ou à confirmer l'exploitabilité.

Le système d'écoulement de fluide peut être équipé de connecteurs de fluide, tel une croix 48 et/ou un raccordement 51, pour le passage du fluide entre les canalisations d'évaluation et de nettoyage (et/ou les canalisations connectées fluidiquement à ces dernières). Ces dispositifs peuvent être placés en différents endroits le long du système d'écoulement de fluide pour détourner l'écoulement du fluide depuis une ou plusieurs canalisations jusqu'aux composants ou portions souhaité(e)s de l'outil de fond. Comme illustré à la Figure 3, une croix rotative 48 peut être utilisée pour connecter fluidiquement la canalisation d'évaluation 28 avec la canalisation 32, et la canalisation de nettoyage 30 avec la canalisation 29. En d'autres mots, le fluide provenant des canalisations peut être détourné de manière sélective entre différentes canalisations selon les besoins. À titre d'exemple, le fluide peut être détourné de la canalisation 28 vers le circuit d'écoulement 50b, et le fluide peut être détourné de la canalisation 30 vers le circuit d'écoulement 50a.

Le raccordement 51 est illustré à la Figure 3 comme contenant une série de vannes 44a, b, c, d et les canalisations de connexion associées 52 et 54. La vanne 44a permet au fluide de passer de la canalisation 29 à la canalisation de connexion 54 et/ou dans la canalisation 31 jusqu'au circuit d'écoulement 50a. La vanne 44b permet au fluide de passer de la canalisation 32 à la canalisation de connexion 54 et/ou dans la canalisation 35 jusqu'au circuit d'écoulement 50b. La vanne 44c permet au fluide de s'écouler entre les canalisations 29, 32 en amont des vannes 44a et 44b. La vanne 44d permet au fluide de s'écouler entre les canalisations 31, 35 en aval des vannes 44a et 44b. Cette configuration permet le mélange sélectif du fluide entre les canalisations d'évaluation et de nettoyage. Ceci peut être utilisé, par exemple, pour faire passer le fluide de manière sélective des canalisations à un ou aux deux circuits d'échantillonnage 50a, b.

Les vannes 44a et 44b peuvent également être utilisées comme vannes d'isolation pour isoler le fluide dans la canalisation 29, 32 du reste du système d'écoulement de fluide situé en aval des vannes 44a, b. Les vannes d'isolation sont fermées pour isoler un volume de fluide fixe à l'intérieur de l'outil de fond (c-à-d., dans les canalisations entre la formation et les vannes 44a, b). Le volume fixe situé en amont de la vanne 44a et/ou 44b est utilisé pour effectuer des mesures de fond, telles que la pression et la mobilité.

Dans certains cas, il est souhaitable de maintenir une séparation entre les canalisations d'évaluation et de nettoyage, par exemple en cours d'échantillonnage. Ceci peut être réalisé, par exemple, en fermant les vannes 44c et/ou 44d pour empêcher le fluide de passer entre les canalisations 29 et 32, ou 31 et 35. Dans d'autres cas, la communication fluïdique entre les canalisations peut être souhaitable pour effectuer des mesures de fond, telles que des estimations de la mobilité et/ou de la pression de la formation. Ceci peut être réalisé, par exemple, en fermant les vannes 44a, b, en ouvrant les vannes 44c et/ou 44d pour permettre au fluide de s'écouler dans les canalisations 29 et 32 ou 31 et 35, respectivement. Lorsque le fluide s'écoule dans les canalisations, les manomètres placés sur les canalisations peuvent être utilisés pour mesurer la pression et déterminer la variation du volume et de la surface d'écoulement à l'interface entre la sonde et la paroi de la formation. Cette information peut être utilisée pour générer la mobilité de la formation.

Les vannes 44c, d peuvent également être utilisées pour permettre au fluide de passer entre les canalisations à l'intérieur de l'outil de fond pour empêcher une différence de pression entre les canalisations. En l'absence d'une telle vanne, les différences de pression entre les canalisations peuvent forcer le fluide à s'écouler d'une canalisation, à travers la formation et à retourner à une autre canalisation dans l'outil de fond, ce qui peut altérer les mesures, telles que la mobilité et la pression.

Le raccordement 51 peut également être utilisé pour isoler des portions du système d'écoulement de fluide en aval de celui-ci d'une portion du système d'écoulement de fluide en amont de celui-ci. Par exemple, le raccordement 51 (c-à-d., en fermant les vannes 44a, b) peut être utilisé pour faire passer le fluide d'une position en amont du raccordement à d'autres portions de l'outil de fond, par exemple à travers la vanne 44j et la canalisation 25, évitant ainsi les circuits d'écoulement du fluide. Dans un autre exemple, en fermant les vannes 44a, b et en ouvrant la vanne d, cette configuration peut être utilisée pour permettre au fluide de passer entre les circuits de fluide 50 et/ou vers d'autres parties de l'outil de fond à travers la vanne 44k et la canalisation 39. Cette configuration peut également être utilisée pour permettre au fluide de passer entre d'autres composants et les circuits d'écoulement du fluide être en communication fluïdique avec la sonde. Ceci peut être utile dans les cas où, par exemple, il existe des composants supplémentaires, tels que des sondes et/ou des modules de circuit de fluide supplémentaires, en aval du raccordement.

Le raccordement 51 peut également être utilisé de manière à ce que les vannes 44a et 44d soient fermées, et 44b et 44d soient ouvertes. Dans cette configuration, le fluide provenant de deux canalisations peut passer d'une position en amont du raccordement 51 à la canalisation 35. Selon une variante, les vannes 44b et 44d peuvent être fermées, et 44a et 44c sont ouvertes de manière à ce que le fluide provenant des deux canalisations puisse passer d'une position en amont du raccordement 51 à la canalisation 31.

Les circuits d'écoulement 50a et 50b (parfois dénommés circuits de fluide ou d'échantillonnage) contiennent de préférence les pompes 36, la chambre à échantillon 42, les vannes 44 et les canalisations associées pour soutirer de manière sélective du fluide à travers l'outil de fond. Un ou plusieurs circuits d'écoulement peuvent être utilisés. À des fins de description, deux circuits d'écoulement différents sont illustrés, mais des variations identiques ou autres des circuits d'écoulement peuvent être utilisées.

La canalisation 31 s'étend du raccordement 51 au circuit d'écoulement 50a. La vanne 44e est prévue pour permettre au fluide de s'écouler de manière sélective dans le circuit d'écoulement 50a. Le fluide peut être détourné de la canalisation 31, pour traverser la vanne 44e et la canalisation 33a1 jusqu'au trou de sonde à travers l'orifice de sortie 56a. Selon une variante, le fluide peut être détourné de la canalisation 31, pour traverser la vanne 44e et la canalisation 33a2 jusqu'à la vanne 44f. Des pompes 36a1 et 36a2 peuvent être prévues sur les canalisations 33a1 et 33a2, respectivement.

Le fluide circulant dans la canalisation 33a2 peut être détourné par l'intermédiaire de la vanne 44f jusqu'au trou de sonde par l'intermédiaire de la canalisation 33b1, ou jusqu'à la vanne 44g par l'intermédiaire de la canalisation 33b2. Une pompe 36b peut être placée sur la canalisation 33b2.

Le fluide circulant dans la canalisation 33b2 peut traverser la vanne 44g jusqu'à la canalisation 33c1 ou la canalisation 33c2. Lorsqu'il est détourné vers la canalisation 33c1, le fluide peut traverser la vanne 44h jusqu'au trou de sonde par la canalisation 33d1, ou retourner par la canalisation 33d2. Lorsqu'il est détourné par la canalisation 33c2, le fluide est recueilli dans la chambre à échantillon 42a. La canalisation tampon 33d3 s'étend jusqu'au trou de sonde et/ou est connectée fluidiquement à la canalisation 33d2. La pompe 36c est placée sur la canalisation 33d3 pour soutirer du fluide par cette dernière.

Le circuit d'écoulement 50b est illustré comme ayant une vanne 44e' pour permettre au fluide de s'écouler de manière sélective de la canalisation 35 dans le circuit d'écoulement 50b. Le fluide peut traverser la vanne 44e' pour s'écouler dans la canalisation 33c1', ou dans la canalisation 33c2' jusqu'à la chambre à échantillon 42b. Le fluide circulant dans la

5 canalisation 33c1' peut traverser la vanne 44g' jusqu'à la canalisation 33d1' et déboucher dans le trou de sonde, ou jusqu'à la canalisation 33d2'. La canalisation tampon 33d3' s'étend de la chambre à échantillon 42b jusqu'au trou de sonde et/ou est connectée fluidiquement à la canalisation 33d2'. La pompe 36d est placée sur la canalisation 33d3' pour soutirer du fluide par cette dernière.

10 Une variété de configurations d'écoulement peuvent être utilisées pour le circuit de contrôle de l'écoulement. Par exemple, des chambres à échantillon supplémentaires peuvent être prévues. Une ou plusieurs pompes peuvent être placées sur une ou plusieurs canalisations du circuit. Une variété de vannes et de canalisations associées peuvent être prévues pour permettre le pompage et le détournement du fluide dans des chambres à échantillon et/ou le

15 puits de forage.

Les circuits d'écoulement peuvent être placés adjacents comme illustré à la Figure 3. Selon une variante, tous les circuits d'écoulement ou des portions de ces derniers peuvent être placés aux alentours de l'outil de fond et connectés fluidiquement par l'intermédiaire des canalisations. Dans certains cas, des portions des circuits d'écoulement (ainsi que d'autres

20 portions de l'outil, telle la sonde) peuvent être placées dans des modules qui sont connectables selon différentes configurations pour former l'outil de fond. De multiples circuits d'écoulement peuvent être inclus dans une variété d'endroits et/ou de configurations. Une ou plusieurs canalisations peuvent être utilisées pour se connecter à un ou plusieurs circuits d'écoulement de l'outil de fond.

25 Une vanne d'égalisation 44i et la canalisation associée 49 sont illustrées comme étant connectées à la canalisation 29. Une ou plusieurs de ces vannes d'égalisation peuvent être placées sur les canalisations d'évaluation et/ou de nettoyage pour égaliser la pression entre la canalisation et le trou de sonde. Cette égalisation permet à la différence de pression entre l'intérieur de l'outil et le trou de sonde d'être égalisée, de manière à ce que l'outil ne se

30 coince pas contre la formation. De plus, une canalisation d'égalisation aide à assurer que l'intérieur des canalisations est vidangé des fluides et gaz sous pression quand elle est ramenée à la surface. Cette vanne peut exister en différents endroits sur une ou plusieurs

canalisations. Des vannes d'égalisation multiples peuvent être insérées, particulièrement là où il est anticipé qu'une pression sera retenue en de multiples endroits. Selon une variante, d'autres vannes 44 dans l'outil peuvent être configurées pour s'ouvrir automatiquement pour permettre à de multiples endroits d'égaliser leur pression.

5 Une variété de vannes peuvent être utilisées pour diriger et/ou contrôler l'écoulement du fluide dans les canalisations. De telles vannes peuvent comprendre des clapets, des vannes croix, des restricteurs d'écoulement, des vannes d'égalisation, d'isolation ou de bipasse et/ou d'autres dispositifs capables de contrôler l'écoulement du fluide. Les vannes 44a-k peuvent être des vannes ouvert-fermé qui permettent de faire passer de manière sélective du fluide
10 dans la canalisation. Cependant, elles peuvent également être des vannes capables de permettre un écoulement limité dans ces dernières. La croix 48 est un exemple de vanne qui peut être utilisée pour transférer l'écoulement de la canalisation d'évaluation 28 à un premier circuit d'échantillonnage et à transférer l'écoulement de la canalisation de nettoyage à un second circuit d'échantillonnage, puis à faire passer l'échantillonnage s'écoulant vers le
15 second circuit d'échantillonnage et la canalisation de nettoyage au premier circuit d'échantillonnage.

Une ou plusieurs pompes peuvent être placées sur les canalisations pour manipuler l'écoulement du fluide dans ces dernières. La position de la pompe peut être utilisée pour aider au soutirage du fluide à travers certaines portions de l'outil de fond. Les pompes
20 peuvent également être utilisées pour faire passer de manière sélective le fluide dans une ou plusieurs des canalisations à un débit et/ou à une pression souhaité(e). La manipulation des pompes peut être utilisée pour aider à déterminer des paramètres de fond de la formation, telle la pression du fluide de la formation, la mobilité du fluide de la formation, etc. Les pompes sont typiquement placées de manière à ce que la canalisation et les vannes puissent
25 être utilisées pour manipuler l'écoulement du fluide dans le système. Par exemple, une ou plusieurs pompes peuvent être en amont et/ou en aval de certaines vannes, chambres à échantillon, capteurs, manomètres ou autres dispositifs.

Les pompes peuvent être coordonnées et/ou activées de manière sélective pour soutirer du fluide dans chaque canalisation selon les besoins. Par exemple, le taux de
30 pompage d'une pompe connectée à la canalisation de nettoyage peut être augmenté et/ou le taux de pompage d'une pompe connectée à la canalisation d'évaluation peut être réduit, de manière à ce que la quantité de fluide propre soutiré dans la canalisation d'évaluation soit

optimisée. Une ou plusieurs de ces pompes peuvent également être placées sur une canalisation pour augmenter de manière sélective le taux de pompage du fluide s'écoulant dans la canalisation.

Un ou plusieurs capteurs, tels les analyseurs de fluide 46a, b (c-à-d., les analyseurs de fluide décrits dans le Brevet U.S. n° 4.994.671 et cédé au cessionnaire de la présente invention) et les manomètres 38a, b, c, peuvent être prévus. Une variété de capteurs peuvent être utilisés pour déterminer des paramètres de fond, tels que la teneur, les niveaux de contamination, les valeurs chimiques (par ex., pourcentage d'un certain produit chimique/substance), hydromécaniques (viscosité, densité, pourcentage de certaines phases, etc.), électromagnétiques (par ex., résistivité électrique), thermiques (par ex., température), dynamiques (par ex., compteur de débit volumique ou massique), optiques (absorption ou émission), radiologiques, de pression, de température, de salinité, de pH, de radioactivité (gammas, neutrons et énergie spectrale), de teneur en carbone, de composition et teneur en argile, de teneur en oxygène et/ou d'autres données sur le fluide et/ou les conditions de fond associées, en autres choses. Les données des capteurs peuvent être recueillies, transmises à la surface et/ou traitées en fond de trou.

De préférence, un ou plusieurs des capteurs sont des manomètres 38 placés sur la canalisation d'évaluation (38a), la canalisation de nettoyage (38b) ou entre les deux pour mesurer la pression différentielle entre les deux (38c). Des manomètres supplémentaires peuvent être placés à différents endroits sur les canalisations. Les manomètres peuvent être utilisés pour comparer les pressions dans les canalisations respectives, pour la détection des anomalies ou à d'autres fins analytiques et/ou diagnostiques. Les mesures peuvent être recueillies, transmises à la surface et/ou traitées en fond de trou. Ces données, seules ou en combinaison avec les données des capteurs, peuvent être utilisées pour déterminer les conditions de fond et/ou prendre des décisions.

Un ou plusieurs chambres à échantillon peuvent être placées à différents endroits de la canalisation. Une chambre à échantillon unique contenant un piston est illustrée schématiquement pour simplicité. Cependant, il sera apprécié qu'une variété d'une ou plusieurs chambres à échantillon peuvent être utilisées. Les chambres à échantillon peuvent être interconnectées avec des canalisations qui s'étendent jusqu'à d'autres chambres à échantillon, d'autres portions de l'outil de fond, au trou de sonde et/ou à d'autres chambres de charge. Des exemples de chambres à échantillon et de configurations associées sont

contenus dans les Brevets/Demandes U.S. n° 2003042021, 6467544 et 6659177, cédés au
cessionnaire de la présente invention. De préférence, les chambres à échantillon sont placées
pour recueillir du fluide propre. De plus, il est souhaitable de placer les chambres à
échantillon pour la réception efficace et de haute qualité de fluide de formation propre. Le
5 fluide provenant d'une ou plusieurs des canalisations peut être recueilli dans une ou plusieurs
chambres à échantillon et/ou rejeté dans le trou de sonde. Il n'est pas obligatoire qu'une
chambre à échantillon soit incluse, particulièrement pour la canalisation de nettoyage qui peut
contenir du fluide contaminé.

Dans certains cas, les chambres à échantillon et/ou certains capteurs, tel un analyseur
10 de fluide, peuvent être placés à proximité de la sonde et/ou en amont de la pompe. Il est
souvent bénéfique de détecter les paramètres du fluide à partir d'un point plus proche de la
formation, ou de la source du fluide. Il peut également être bénéfique de tester et/ou
d'échantillonner en amont de la pompe. La pompe agit typiquement le fluide traversant la
pompe. Cette agitation peut disséminer la contamination au fluide traversant la pompe et/ou
15 augmenter le délai avant qu'un échantillon propre puisse être obtenu. En testant et en
échantillonnant en amont de la pompe, une telle agitation et dissémination de la
contamination peuvent être évitées.

Un ordinateur ou un autre équipement de traitement est de préférence prévu pour
activer de manière sélective différents dispositifs du système. L'équipement de traitement
20 peut être utilisé pour recueillir, analyser, assembler, communiquer, répondre à et/ou traiter de
toute autre manière les données de fond. L'outil de fond peut être adapté pour émettre des
commandes en réponse au processeur. Ces commandes peuvent être utilisées pour effectuer
des opérations en fond de trou.

En opération, l'outil de fond 10 (Figure 1) est placé adjacent à la paroi du puits de
25 forage et la sonde 18 est déployée pour former un joint avec la paroi du puits de forage. Des
pistons de renfort 19 sont déployés pour aider à forcer l'outil de fond et la sonde dans la
position engagée. Une ou plusieurs pompes 36 de l'outil de fond sont activées de manière
sélective pour soutirer du fluide dans une ou plusieurs canalisations (Figure 3). Le fluide est
soutiré dans les canalisations par les pompes et dirigé dans les canalisations souhaitées par les
30 vannes.

Les Figures 4A-8B5 illustrent l'écoulement du fluide dans une sonde ayant de
multiples canalisations, telles celles dans le système d'écoulement de fluide des Figures 2

et/ou 3. Ces figures démontrent des techniques de manipulation de l'écoulement du fluide dans l'outil pour faciliter l'écoulement de fluide propre dans la canalisation d'évaluation et réduire la contamination. Sur chaque figure, l'écoulement du fluide dans la sonde 18 et dans la canalisation d'évaluation 28 et la canalisation de nettoyage 30 sont illustrés. Les pompes 5 60, 62 sont illustrées schématiquement comme étant connectées en fonctionnement aux canalisations 28, 30, respectivement, pour soutirer du fluide dans ces dernières. La pompe 62 est illustrée comme fonctionnant à un débit supérieur à celui de la pompe d'évaluation 60. Cependant, il sera apprécié que les pompes peuvent être exploitées au même débit, ou que la pompe de nettoyage peut être exploitée à un débit supérieur à celui de la pompe d'évaluation. 10 À des fins d'illustration, seule une pompe est illustrée pour chaque canalisation. Cependant, un nombre quelconque de pompes peut être utilisé sur l'une ou l'autre des canalisations. Ces pompes peuvent être les mêmes que les pompes 36 de la Figure 3.

En se référant aux Figures 4A-4B4, les pompes 60, 62 sont illustrées comme fonctionnant en mode non-synchronisé. La Figure 4A est un graphe du débit Q (axe y) en 15 fonction du temps t (axe x) du fluide passant dans la canalisation d'évaluation 28 et la canalisation de nettoyage 30, représenté par les lignes 66 et 64, respectivement. Les Figures 4B1-B4 illustrent le fonctionnement des pompes et l'écoulement du fluide dans la sonde aux points A-D, respectivement, du graphe de la Figure 4A.

Au point A de la Figure 4A, les pompes fonctionnent toutes deux et soutirent du 20 fluide dans les canalisations d'évaluation et de nettoyage respectives. Comme illustré à la Figure 4A1, une portion du fluide de la formation passe dans la canalisation d'évaluation, et une portion du fluide passe dans la canalisation de nettoyage. De préférence, le fluide contaminé 24 est soutiré dans la canalisation de nettoyage de manière à ce que seul le fluide propre 26 s'écoule dans la canalisation d'évaluation comme indiqué par les flèches.

25 Au point B de la Figure 4A, la pompe de nettoyage est arrêtée, mais la pompe d'évaluation continue de pomper. Les débits correspondants des pompes au point B indiquent que le débit (64) dans la canalisation de nettoyage a chuté, alors que le débit (66) dans la canalisation d'évaluation continue. Comme illustré à la Figure 4B2, le fluide contaminé n'est plus soutiré dans la ligne de nettoyage et détourné de la canalisation d'évaluation. Dans ce 30 cas, le fluide contaminé et le fluide propre peuvent être soutirés dans la canalisation d'évaluation comme indiqué par les flèches.

Au point C de la Figure 4A, les deux pompes pompent et le débit 64 de la ligne de nettoyage augmente. Comme illustré à la Figure 4A3, les pompes recommencent à fonctionner comme décrit précédemment dans le cadre du point A.

5 Au point D de la Figure 4A, la pompe de nettoyage pompe, mais la pompe d'évaluation est arrêtée. Les débits correspondant des pompes au Point D indiquent que le débit (64) dans la canalisation de nettoyage continue, alors que le débit (66) dans la canalisation d'évaluation a chuté. Comme illustré à la Figure 4B4, le fluide n'est plus soutiré dans la canalisation d'évaluation. Dans ce cas, le fluide contaminé et le fluide propre peuvent être soutirés dans la canalisation de nettoyage comme indiqué par les flèches.

10 En se référant aux Figures 5A-5B4, les pompes 60, 62 sont illustrées comme fonctionnant en mode synchronisé. Ces Figures sont les mêmes que les Figures 4A-4B4, sauf que les deux pompes sont arrêtées aux points B et D. Aux points B et D de la Figure 5A, les débits 64a, 66a chutent tous deux puisque les pompes sont arrêtées. Comme illustré aux Figures 5B2 et 4, le fluide arrête de s'écouler dans les deux canalisations quand les pompes
15 sont arrêtées.

En se référant aux Figures 6A-6B4, les pompes 60, 62 sont illustrées comme fonctionnant en mode partiellement synchronisé. Ces Figures sont identiques aux Figures 4A-4B4, sauf que les deux pompes sont arrêtées au point B. Au point B de la Figure 6A, les débits 64b, 66b chutent tous deux puisque les pompes sont arrêtées. Comme illustré aux
20 Figures 6B2, le fluide arrête de s'écouler dans les deux canalisations.

En se référant aux Figures 7A-7B5, les pompes 60, 62 sont illustrées comme fonctionnant en mode synchronisé décalé. Les Figures 7A-7B5 sont identiques aux Figures 4A-4B4, sauf qu'au point B, la pompe de nettoyage fonctionne et la pompe d'évaluation est arrêtée ; au point C, les deux pompes sont arrêtées ; et au point D, la pompe de nettoyage
25 fonctionne et la pompe d'évaluation est arrêtée. De plus, un point supplémentaire E est illustré avec les deux pompes en fonctionnement. Les courbes résultantes 64c, 66c de la Figure 7A illustrent que le débit dans la canalisation de nettoyage chute au point C, alors que le débit dans la canalisation d'évaluation chute pendant un intervalle de temps prolongé allant des points B à D.

30 En se référant aux Figures 8A-8B5, une opération de pompage et d'échantillonnage est illustrée. Dans ce cas, les pompes 60, 62 sont illustrées comme fonctionnant dans le mode synchronisé décalé des Figures 7A-7B5. Cependant, l'opération d'échantillonnage peut être

effectuée selon n'importe lequel des modes décrits. Ces Figures sont identiques aux Figures 7A-7B5, sauf qu'une chambre à échantillon 42 est connectée à la canalisation d'évaluation des Figures 8B1-5. Les vannes 66 et 68 sont illustrées sur la canalisation 28 pour détourner de manière sélective le fluide vers la chambre à échantillon.

5 Les vannes sont de préférence activées et/ou le fluide est délivré dans la chambre à échantillon en un point où le fluide propre est présent dans la canalisation d'évaluation. Dans le mode décrit aux Figures 8A-8B5, l'échantillonnage est effectué une fois que les pompes ont été cyclées pour assurer l'écoulement de fluide propre dans la canalisation d'évaluation 28. Comme illustré aux Figures 8B1-3, la vanne 66 est fermée et la vanne 68 est ouverte aux 10 points A-C de l'opération de pompage. Comme illustré à la Figure 8B4, au point D, la vanne 66 est ouverte et la vanne 68 est fermée pour permettre au fluide de commencer à s'écouler dans la chambre à échantillon 42. Comme illustré au point E et à la Figure 8B5, le fluide commence à s'écouler dans la chambre à échantillon.

Les Figures 8A-8B5 illustrent une opération d'échantillonnage donnée utilisée en 15 combinaison avec un mode de pompage. L'opération d'échantillonnage peut également être utilisée en combinaison avec d'autres modes de pompage, tels ceux illustrés aux Figures 4-6. Il est préféré qu'un tel pompage et échantillonnage soient manipulés pour soutirer du fluide propre dans la chambre à échantillon et/ou du fluide contaminé à l'écart de cette dernière. Le fluide peut être contrôlé dans les canalisations pour détecter toute contamination. En cas de 20 contamination, le fluide peut être détourné de la chambre à échantillon, par exemple vers le puits de forage.

La pression dans les canalisations peut également être manipulée à l'aide d'autres dispositifs pour augmenter et/ou réduire la pression dans une ou plusieurs canalisations. Par exemple, les pistons des chambres à échantillon et d'essai préliminaire peuvent être rétractés 25 pour soutirer du fluide à l'intérieur de ces dernières. La charge, la robinetterie, la pression hydrostatique et d'autres techniques peuvent également être utilisées pour manipuler la pression dans les canalisations.

Il est entendu d'après la description précédente que diverses modifications et changements peuvent être apportés aux réalisations préférées et autres de la présente 30 invention sans s'écarter de son caractère vrai. Les dispositifs inclus aux présentes peuvent être activés manuellement et/ou automatiquement pour effectuer l'opération souhaitée.

L'activation peut être effectuée selon les besoins et/ou basée sur les données générées, les conditions détectées et/ou l'analyse des résultats des opérations de fond.

5 Cette description n'est donnée qu'à des fins d'illustration et ne doit pas être interprétée dans un sens limitatif. La portée de la présente invention ne doit être déterminée que par le texte des revendications qui suivent. Le terme «comprenant» dans les revendications est entendu signifier «comprenant au moins» de telle sorte que la liste d'éléments indiquée dans une revendication constitue un groupe ouvert. «Un», «une» et les autres termes au singulier sont entendus inclure leurs formes au pluriel, sauf exclusion expresse.

REVENDEICATIONS

Les revendications couvrent :

1. Un système d'évaluation des formations pour un outil de fond (10) positionnable dans
5 un puits de forage (14) pénétrant une formation souterraine (F), la formation contenant un
fluide vierge (26) et un fluide contaminé (24), comprenant :
au moins deux entrées pour recevoir les fluides (24, 26) de la formation (F);
au moins une canalisation d'évaluation (28) connectée fluidiquement à au moins l'une des au
moins deux entrées pour le passage du fluide vierge (26) dans l'outil de fond;
10 au moins une canalisation de nettoyage (30) connectée fluidiquement à au moins l'une des au
moins deux entrées pour le passage du fluide contaminé (24) dans l'outil de fond;
au moins un circuit de fluide (50a/50b) connectée fluidiquement soit à la au moins une
canalisation d'évaluation (28), soit à la au moins une canalisation de nettoyage (30),
soit à des combinaisons des deux pour le soutirage sélectif du fluide dans ce dernier;
15 au moins un connecteur de fluide (48/51) pour établir de manière sélective une connexion
fluidique entre la au moins une canalisation d'évaluation (28) et la au moins une
canalisation de nettoyage (30); et
au moins un capteur (38a/b/c, 46a/b) pour mesurer des paramètres de fond dans soit la au
moins une canalisation d'évaluation (28), soit la au moins une canalisation de
20 nettoyage (30), soit des combinaisons des deux.
2. Le système d'évaluation des formations de la revendication 1 comprenant de plus un
dispositif de communication fluidique (18) extensible depuis l'outil (10) pour un
engagement étanche avec une paroi du puits de forage (14), le dispositif de
communication fluidique (18) ayant les au moins deux entrées le traversant.
- 25 3. Le système d'évaluation des formations de la revendication 1 ou 2, dans lequel le au
moins un connecteur de fluide (48/51) est adapté soit pour faire passer du fluide d'une
portion en amont de la au moins une canalisation d'évaluation (28) à une portion en
aval de la au moins une canalisation de nettoyage (30), soit pour faire passer du fluide
d'une portion en amont de la au moins une canalisation de nettoyage (30) à une

portion en aval de la au moins une canalisation d'évaluation (28), soit des combinaisons des deux.

4. Le système d'évaluation des formations de la revendication 1 ou 2, dans lequel le au moins un connecteur de fluide (48) est connecté aux canalisations en un endroit en amont soit d'une vanne d'isolation de la canalisation d'évaluation (44a), soit d'une vanne d'isolation de la canalisation de nettoyage (44b), soit des combinaisons des deux.
5. Le système d'évaluation des formations de la revendication 1, 2 ou 3, dans lequel le au moins un connecteur de fluide (51) est connecté aux canalisations en un endroit en aval soit d'une vanne d'isolation de la canalisation d'évaluation (44a), soit d'une vanne d'isolation de la canalisation de nettoyage (44b), soit des combinaisons des deux.
6. Le système d'évaluation des formations de la revendication 1 ou 2 comprenant de plus au moins une vanne d'égalisation (44i) s'étendant soit de la au moins une canalisation d'évaluation (28), soit de la au moins une canalisation de nettoyage (30), soit des combinaisons des deux pour connecter fluidiquement le puits de forage (14) à ce dernier.
7. Le système d'évaluation des formations de la revendication 1 ou 2, dans lequel le au moins un circuit de fluide (50a/50b) comprend au moins une pompe (36a/b/c/d), au moins une chambre à échantillon (42a/b) et au moins une vanne (44e/f/g/h/c'/g') pour le soutirage sélectif du fluide à travers l'outil de fond (10).
8. Le système d'évaluation des formations de la revendication 1 ou 2, dans lequel le au moins un capteur (38a/b/c, 46a/b) est adapté pour mesurer des propriétés du fluide dans au moins soit la canalisation d'évaluation (28), soit la canalisation de nettoyage (30), soit des combinaisons des deux.
9. Le système d'évaluation des formations de la revendication 1 ou 2 comprenant de plus au moins un piston d'essai préliminaire (40a/b) connecté en fonctionnement à soit la au moins une canalisation d'évaluation (28), soit la au moins une canalisation de nettoyage (30), soit des combinaisons des deux.
10. Le système d'évaluation des formations de la revendication 1 ou 2 comprenant de plus au moins une vanne d'isolation (44a/b) pour permettre de manière sélective

l'écoulement du fluide dans soit la au moins une canalisation d'évaluation (28), soit la au moins une canalisation de nettoyage (30), soit des combinaisons des deux.

11. Une méthode d'évaluation d'une formation souterraine (F), la formation contenant un fluide vierge (26) et un fluide contaminé (24), comprenant :

5 le positionnement d'un outil de fond (10) dans un puits de forage (14) pénétrant la formation (F), l'outil de fond (10) ayant au moins deux entrées, les au moins deux entrées adaptées pour soutirer les fluides dans au moins une canalisation d'évaluation (28) et au moins une canalisation de nettoyage (30) dans l'outil de fond;

le soutirage sélectif des fluides dans soit la au moins une canalisation d'évaluation (28), soit
10 la au moins une canalisation de nettoyage (30), soit des combinaisons des deux;

l'établissement sélectif d'une connexion fluidique entre la au moins une canalisation d'évaluation (28) et la au moins une canalisation de nettoyage (30); et

la mesure de paramètres de fond des fluides dans soit la au moins une canalisation d'évaluation (28), soit la au moins une canalisation de nettoyage (30), soit des
15 combinaisons des deux.

12. La méthode de la revendication 11 comprenant de plus le passage des fluides (24, 26) à travers un circuit de fluide (50a/b).

13. La méthode de la revendication 12, selon laquelle le fluide est pompé dans le circuit de fluide par au moins une pompe (42a/b).

20 14. La méthode de la revendication 11, selon laquelle l'étape d'établissement sélectif d'une connexion fluidique comprend soit le passage d'un fluide d'une portion en amont de la au moins une canalisation d'évaluation (28) à une portion en aval de la au moins une canalisation de nettoyage (30), soit le passage d'un fluide d'une portion en amont de la au moins une canalisation de nettoyage (30) à une portion en aval de la au
25 moins une canalisation d'évaluation (28), soit des combinaisons des deux.

15. La méthode de la revendication 11, selon laquelle l'étape d'établissement sélectif d'une connexion fluidique comprend la connexion des canalisations en un endroit en amont de soit une vanne d'isolation de la canalisation d'évaluation (44a), soit une vanne d'isolation de la canalisation de nettoyage (44b), soit des combinaisons des
30 deux.

16. La méthode de la revendication 11, selon laquelle l'étape d'établissement sélectif d'une connexion fluïdique comprend la connexion des canalisations en un endroit en aval soit d'une vanne d'isolation de la canalisation d'évaluation (44a), soit d'une vanne d'isolation de la canalisation de nettoyage (44b), soit des combinaisons des deux.
17. La méthode de la revendication 11 comprenant de plus l'établissement sélectif d'une communication fluïdique entre le puits de forage (14) et soit la au moins une canalisation d'évaluation (28), soit la au moins une canalisation de nettoyage (30), soit des combinaisons des deux.
18. La méthode de la revendication 11 comprenant de plus l'analyse des paramètres de fond mesurés.
19. La méthode de la revendication 18, dans lequel les paramètres de fond des canalisations sont comparés.
20. La méthode de la revendication 18, selon laquelle le paramètre de fond mesuré est une pression différentielle entre la au moins une canalisation d'évaluation et la au moins une canalisation de nettoyage.
21. La méthode de la revendication 11, selon laquelle l'outil de fond (10) de plus comprend une pluralité de circuits de fluïde (50a, 50b) connectés à au moins l'une des canalisations (28, 30), chaque circuit de fluïde ayant au moins une pompe (36a/b/c/d), et selon laquelle l'étape de soutirage comprend le pompage sélectif des fluïdes dans soit la au moins une canalisation d'évaluation (28), soit la au moins une canalisation de nettoyage (30), soit des combinaisons des deux.
22. La méthode de la revendication 21, selon laquelle les pompes (36a/b/c/d) sont activées de manière sélective pour empêcher l'écoulement de fluïde contaminé dans la canalisation d'évaluation (28).
23. La méthode de la revendication 21 comprenant de plus le pompage du fluïde de la canalisation d'évaluation (28) dans au moins une chambre à échantillon (42a/b).

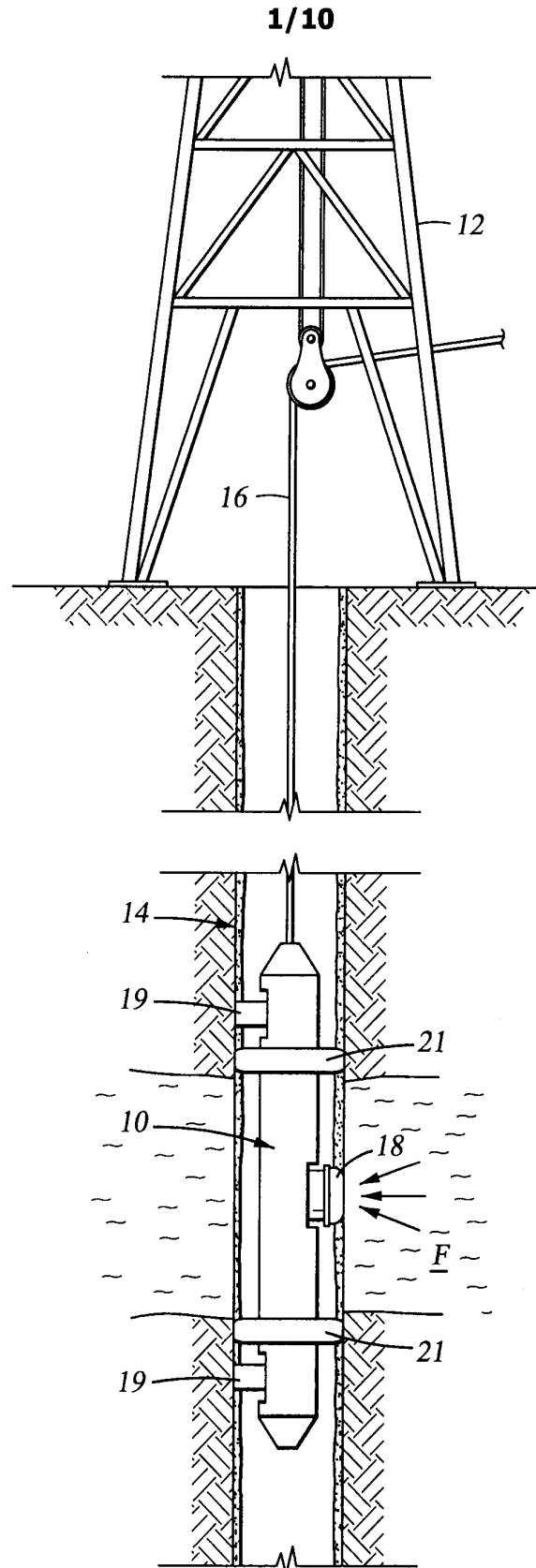


Fig. 1

3/10

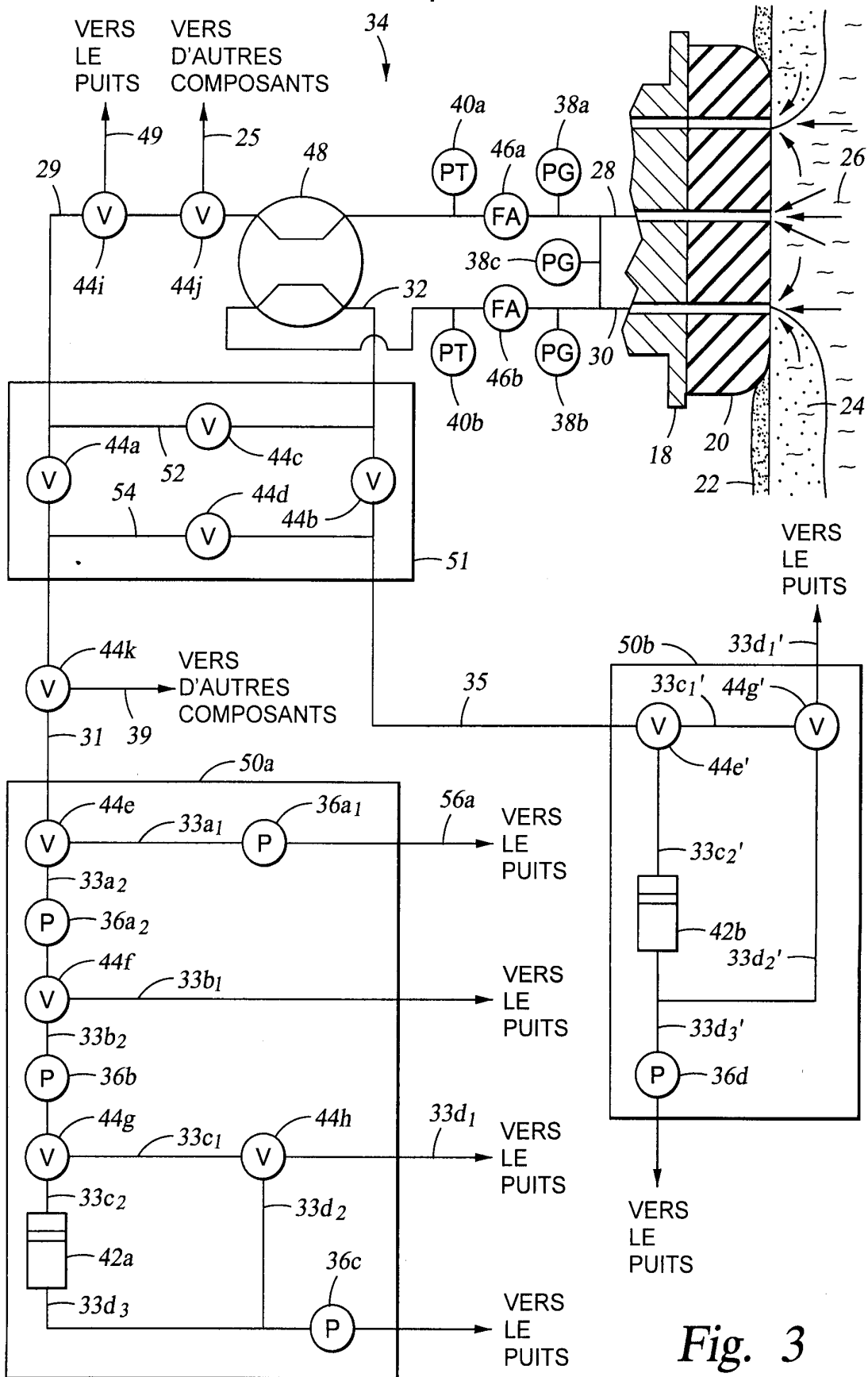


Fig. 3

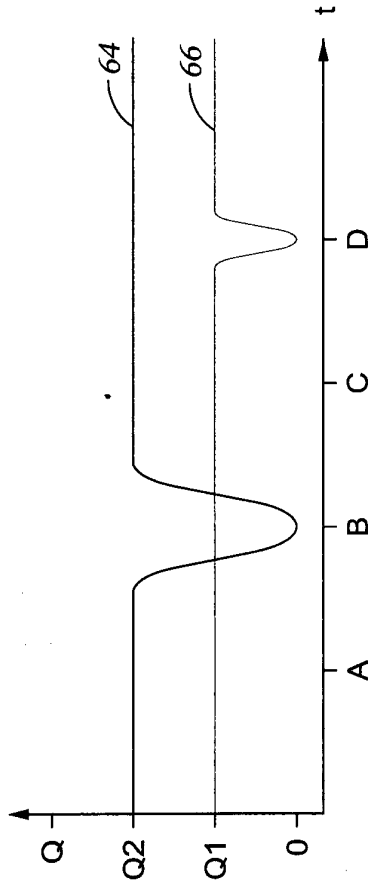


Fig. 4A

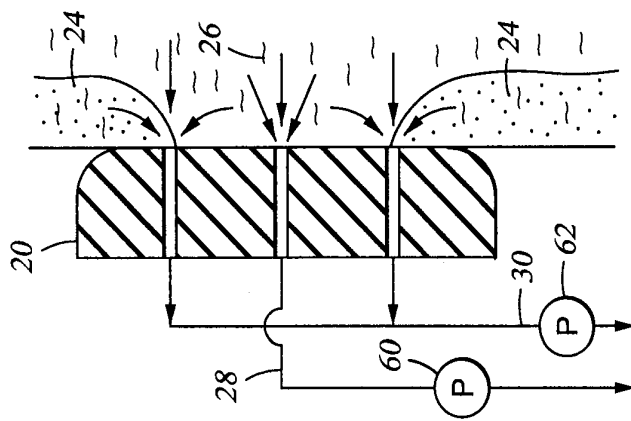


Fig. 4B1

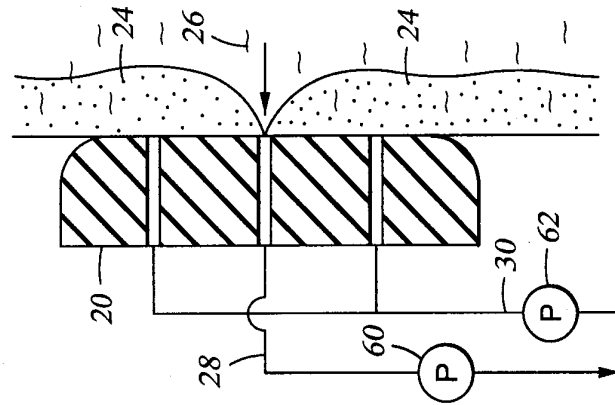


Fig. 4B2

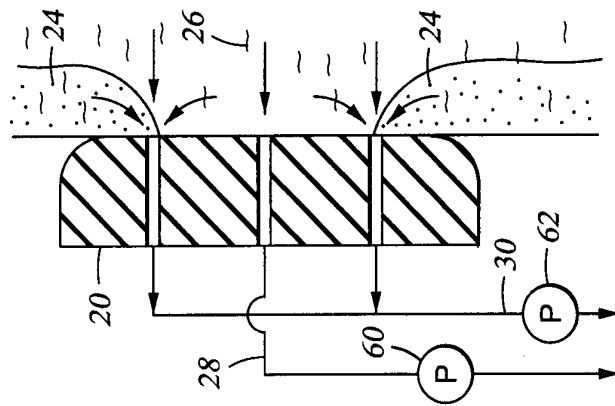


Fig. 4B3

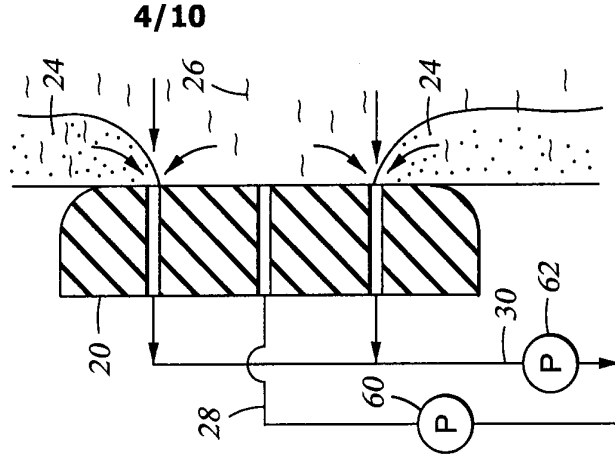


Fig. 4B4

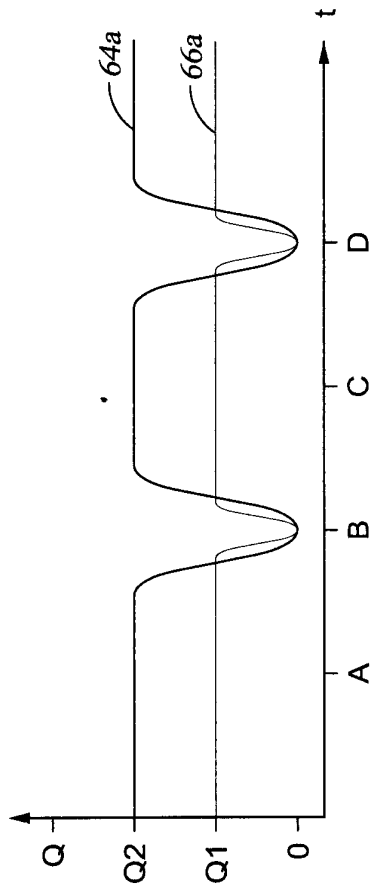


Fig. 5A

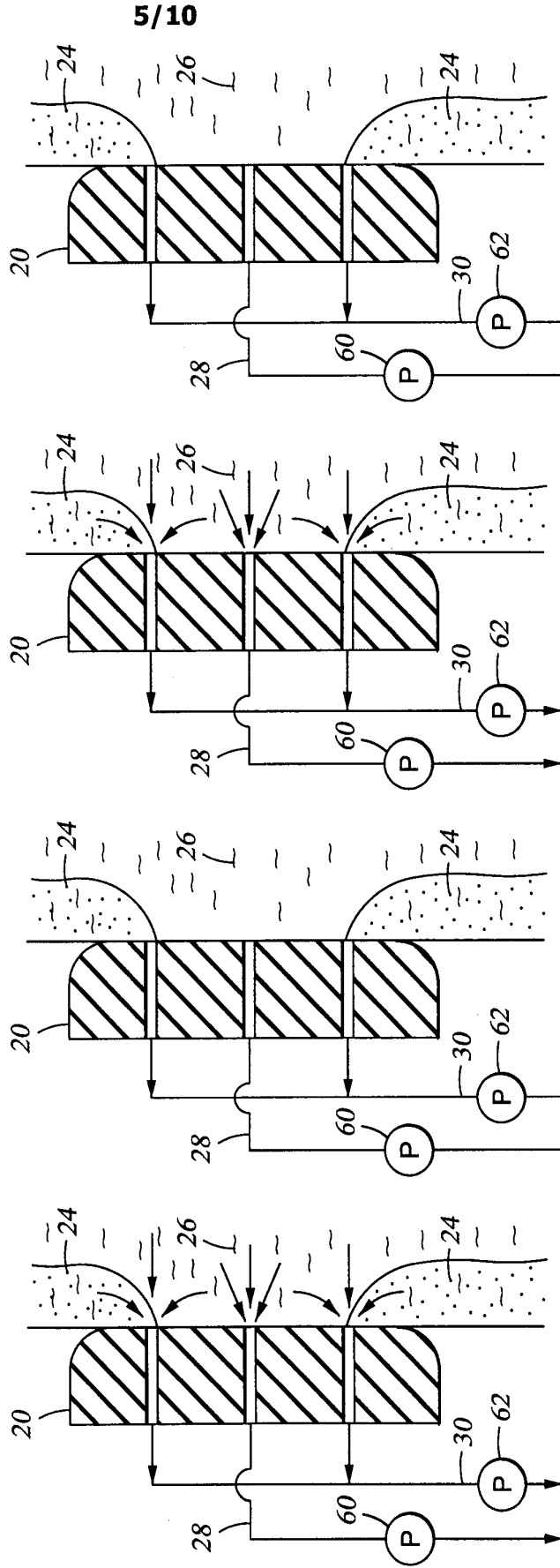


Fig. 5B4

Fig. 5B3

Fig. 5B2

Fig. 5B1

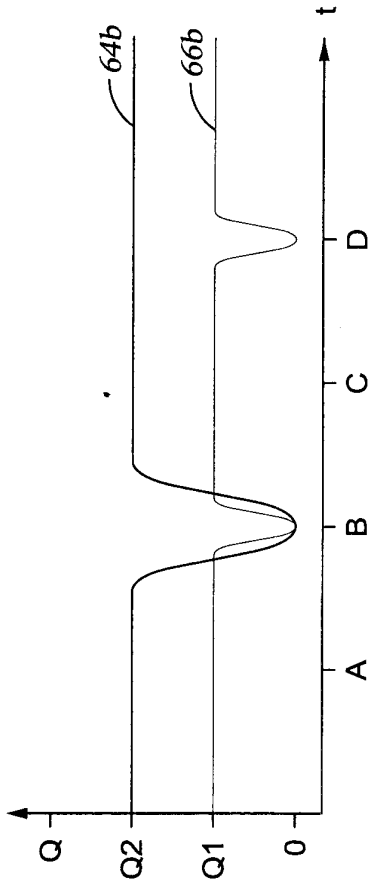


Fig. 6A

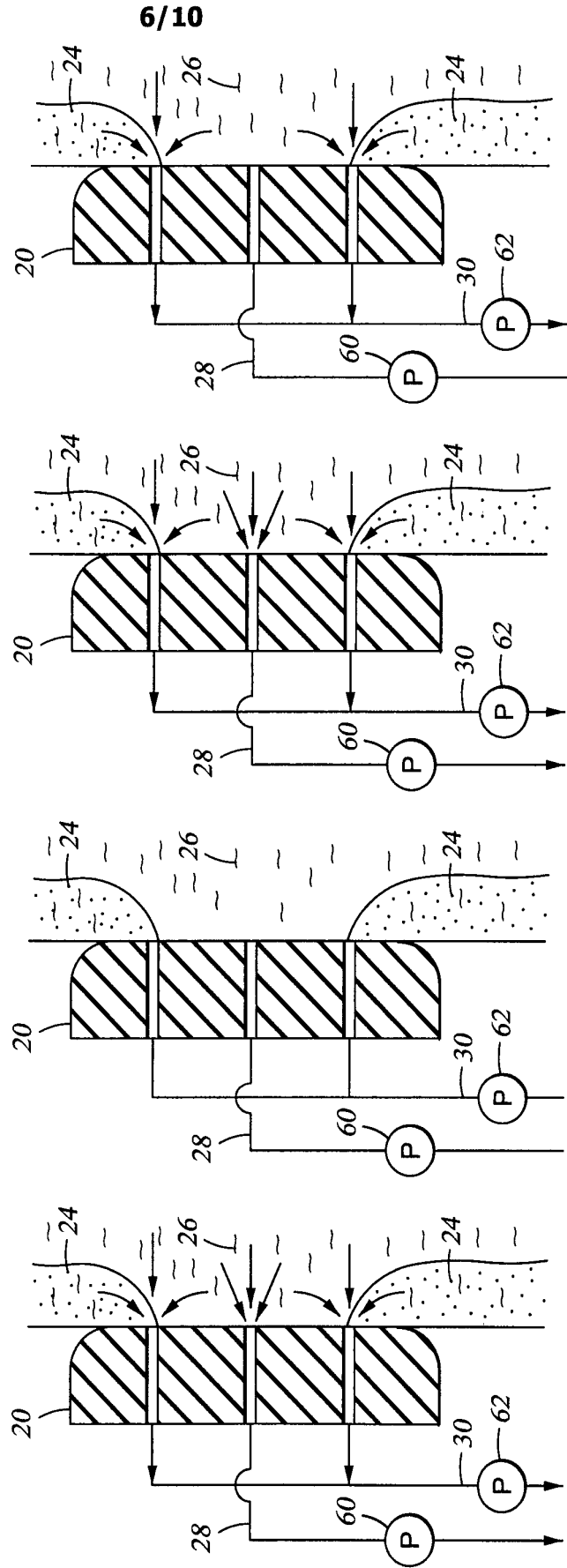


Fig. 6B1

Fig. 6B2

Fig. 6B3

Fig. 6B4

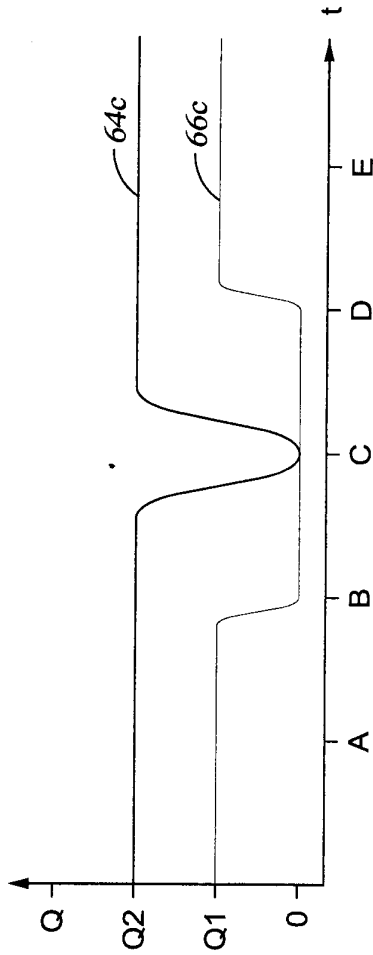


Fig. 7A

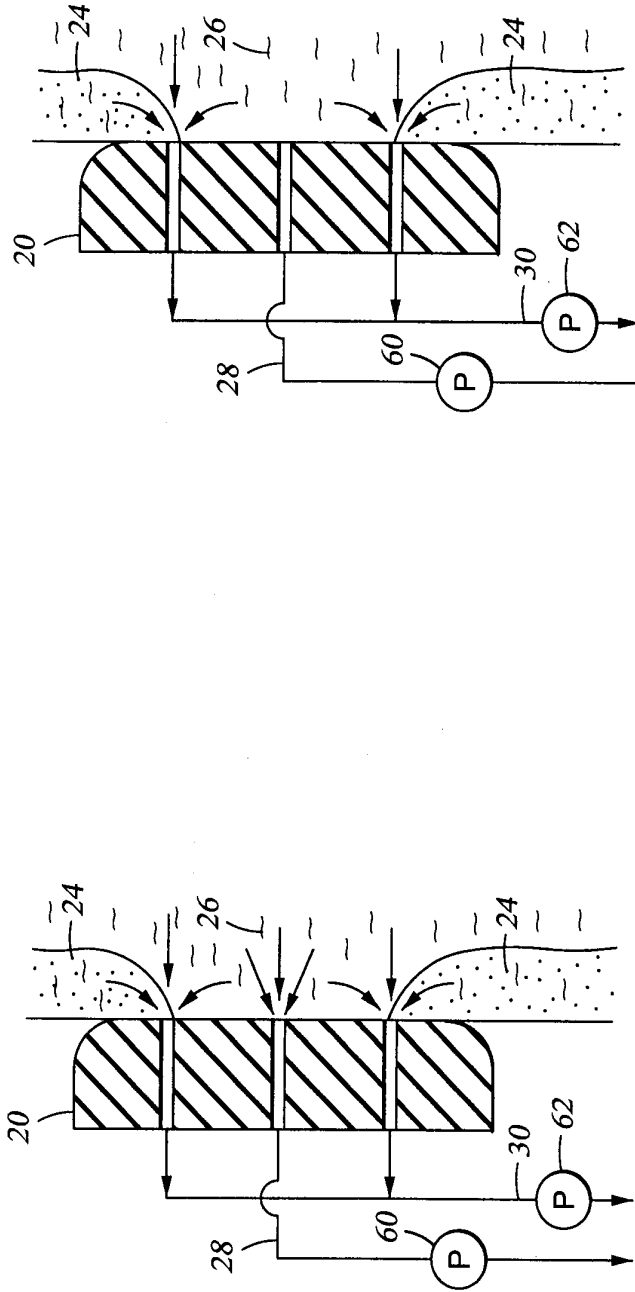


Fig. 7B1

Fig. 7B2

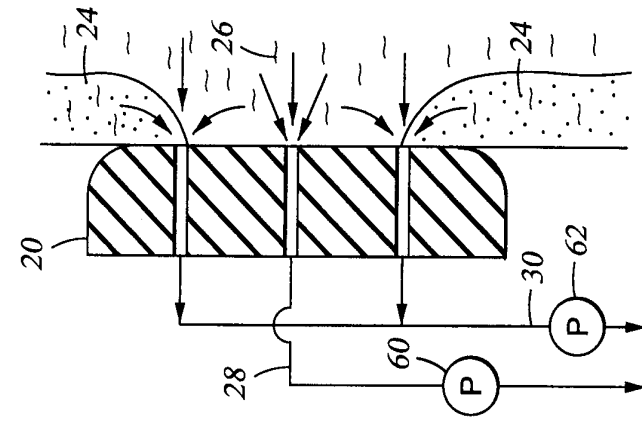


Fig. 7B3

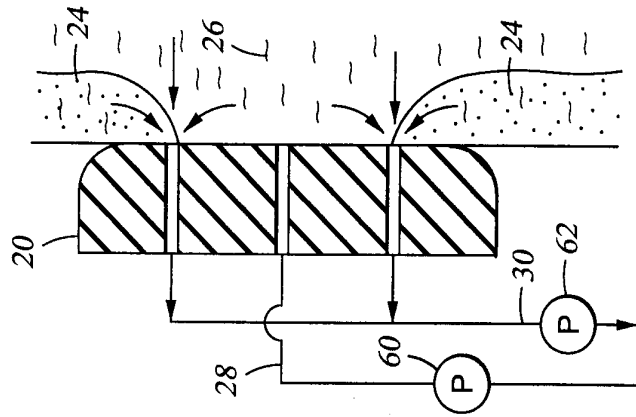


Fig. 7B4

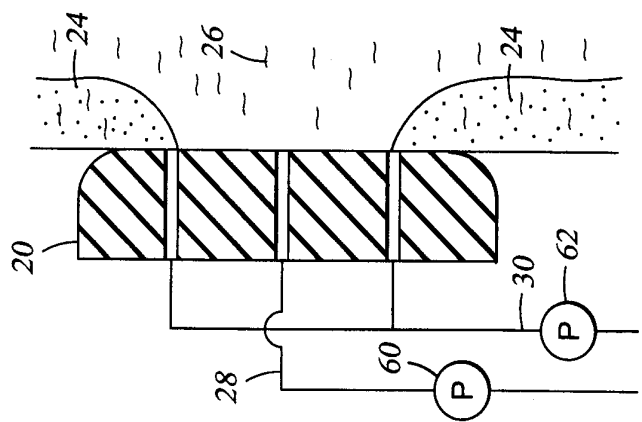


Fig. 7B5

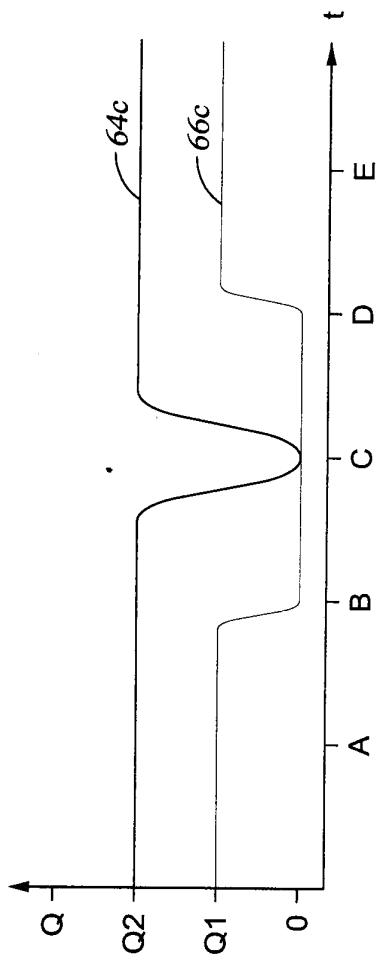


Fig. 8A

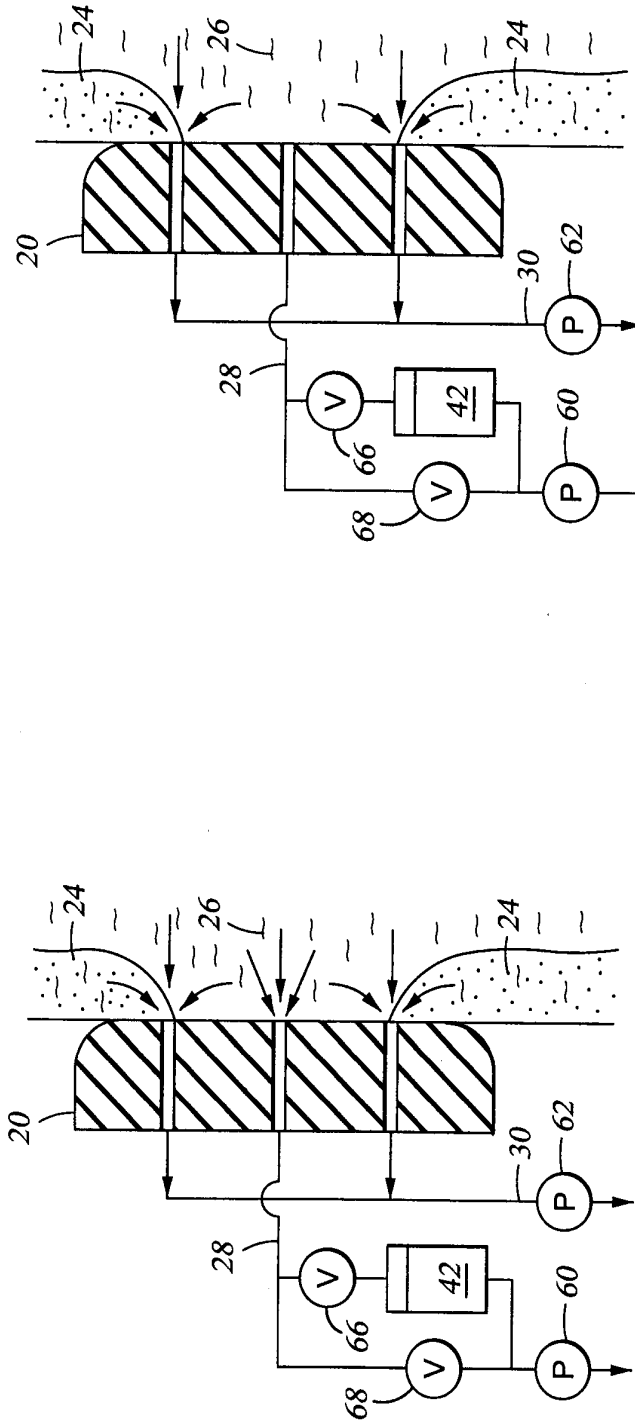


Fig. 8B1

Fig. 8B2

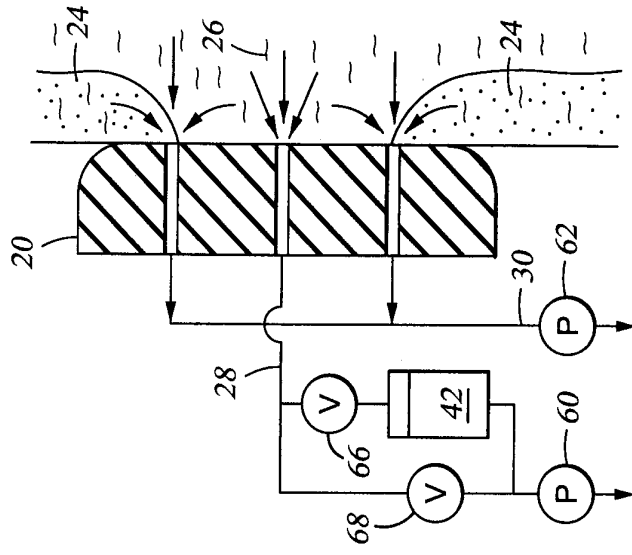


Fig. 8B3

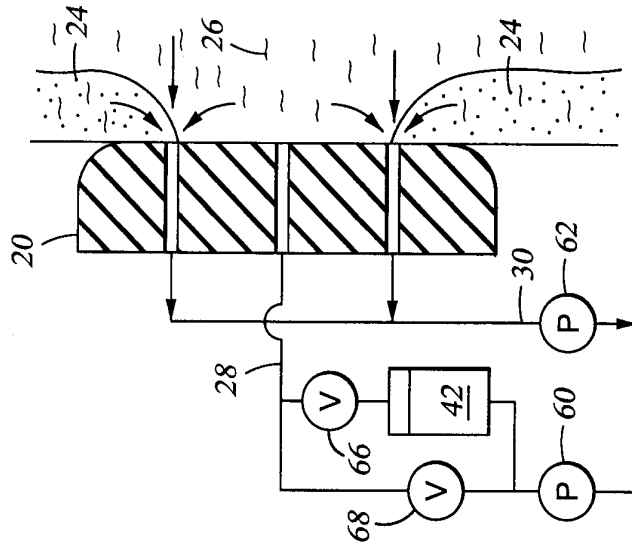


Fig. 8B4

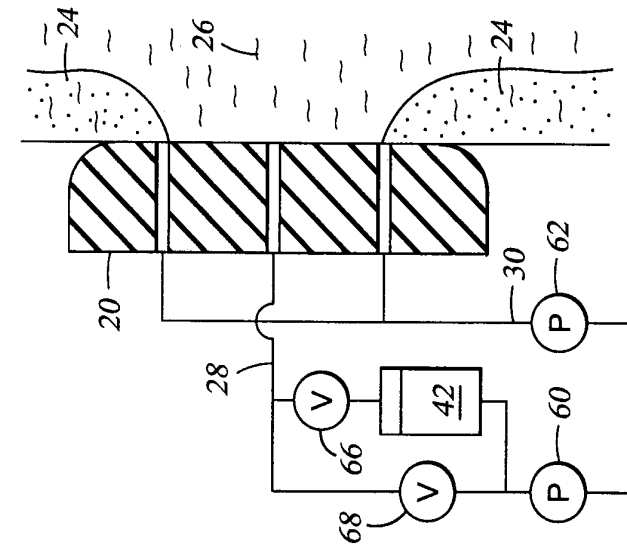


Fig. 8B5