

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 867 858**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **05 02663**

⑤1 Int Cl⁷ : G 01 N 29/02, G 01 N 33/28, E 21 B 49/08

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 17.03.05.

③0 Priorité : 19.03.04 US 60554479; 09.09.04 US
10936867.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.09.05 Bulletin 05/38.

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) : HALLIBURTON ENERGY SERVICES,
INC. — US.

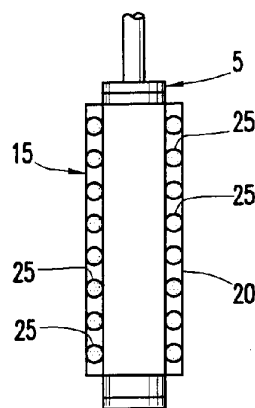
⑦2 Inventeur(s) : IRANI CYRUS A et HAKIMUDDIN
MUSTAFA.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : CABINET LAVOIX.

⑤4 DISPOSITIF ET PROCÉDE D'ÉVALUATION D'UN FLUIDE DISPOSE DANS UN RÉCIPENT
D'ÉCHANTILLONNAGE UTILISANT DES MOYENS ACOUSTIQUES.

⑤7 Procédé et appareil d'essai d'un échantillon d'hydro-
carbure. L'appareil comprend une gaine 20 disposée autour
de l'échantillon d'hydrocarbure. L'appareil comprend en
outre au moins un ensemble de capteurs acoustiques 25,
dans lequel le au moins un ensemble de capteurs acousti-
ques 25 est fixé à la gaine 20 et, en outre, dans lequel au
moins un ensemble de capteurs acoustiques 25 produit un
signal acoustique ayant une vitesse à travers l'échantillon
d'hydrocarbure. De plus, la vitesse est mesurée pour fournir
des informations sur l'échantillon d'hydrocarbure.



FR 2 867 858 - A1



L'invention concerne le domaine des essais sur des échantillons de fluides et, plus spécifiquement, des essais sur des échantillons d'hydrocarbures en utilisant des signaux acoustiques.

5 Il existe des besoins urgents d'interprétation bon marché en temps réel d'échantillons d'hydrocarbures recueillis dans des échantillonneurs perforés dans la partie inférieure. De manière typique, on recueille un échantillon d'hydrocarbure à partir d'un réservoir
10 souterrain principalement pour établir ses propriétés de température-pression-volume (PVT) et d'assurance d'écoulement, telles que l'apparition de solides.

Les informations PVT sur un échantillon d'hydrocarbure peuvent inclure de nombreux types
15 différents d'informations. Un type important d'information est l'étude de l'expansion à composition constante (CCE) que l'on dénomme parfois expansion à masse constante (CME). Dans une étude CCE typique menée en laboratoire, un échantillon à la température de
20 réservoir ou à une température secondaire quelconque est prélevé à une pression considérablement supérieure à la pression du réservoir et à la pression de saturation. L'échantillon est ensuite équilibré et la pression est abaissée à température constante. Lorsque
25 la pression est abaissée, le comportement pression/volume de l'échantillon est enregistré. La composition de l'échantillon ne change pas au cours de l'exercice. L'étude CCE fournit de manière typique les données suivantes sur l'échantillon. Dans la région à
30 phase unique, la compressibilité de la phase de fluide est établie, la pression de saturation (point de

bulle/rosée) est enregistrée à une pression plus basse et les volumes relatifs des diverses phases sont rapportés à des pressions inférieures à la pression de saturation. Les données générées au cours d'une étude
5 CCE peuvent être importantes en ce sens qu'elles fournissent un ensemble de données qui peut efficacement être utilisé pour régler une équation d'état (EOS) de composition qui peut améliorer les prédictions PVT complètes générées. La collecte de
10 données CCE à différentes températures peut même être plus intéressante pour des objectifs de réglage.

Du point de vue de l'assurance d'écoulement, d'autres informations importantes comprennent l'apparition de formations solides dans les conduites
15 de tubage et de transport du forage. Les solides se présentent principalement sous la forme de particules de cires et/ou d'asphaltènes. Les particules de cire sont des espèces paraffiniques de poids moléculaires élevés qui précipitent principalement en raison de la
20 chute de température et peuvent écourter les opérations de production par agglomération, adhérence aux parois des tubes, coagulation dans les conduites d'écoulement et similaires. Les asphaltènes ont tendance à avoir une nature chimique plus complexe que la cire et se forment
25 principalement en raison d'une interruption dans un fin équilibre d'interactions qui les maintient en suspension/solution dans le pétrole brut. La précipitation des asphaltènes est habituellement précédée d'une chute de la pression du système qui
30 conduit à une émission de gaz et, ensuite, à une interruption de l'équilibre intermoléculaire requis

pour les maintenir stabilisés. Une fois formés, les asphaltènes sont de manière typique au moins aussi gênants pour les opérations d'écoulement que la formation de cires. En conséquence, la mesure des conditions de formation de cires et d'asphaltènes peut être une étape importante pour atténuer leurs tendances à la réduction de l'écoulement.

Ces propriétés de PVT et d'assurance d'écoulement sont typiquement mesurées en laboratoire. Les inconvénients des mesures de laboratoire typiques comprennent le retard impliqué dans les essais de laboratoire et les coûts dus à un tel retard. Par exemple, ces mesures ne peuvent avoir lieu pendant des semaines ou des mois après que les échantillons ont été recueillis. Les coûts de stockage et de transport des échantillons pour les essais de laboratoire peuvent être significatifs. En plus, les frais de prélèvement des échantillons peuvent être également significatifs pour la plupart des environnements d'exploration, tels que les emplacements en mer ou les emplacements éloignés. Dans ces environnements, on peut disposer d'une unique occasion pour recueillir un échantillon. En raison de ces coûts et de ce retard, il existe un grand intérêt dans la connaissance de certaines caractéristiques fondamentales de PVT et d'assurance d'écoulement d'un échantillon fraîchement prélevé en temps réel. D'autres inconvénients résident dans l'ignorance de la qualité d'un échantillon ou dans le fait de savoir si un échantillon a même été recueilli jusqu'à ce que le coût et le délai des essais de laboratoire aient été arrêtés. Les procédés classiques

de détermination de la pression de saturation en laboratoire comprennent un graphique de pression en fonction de la variation volumique de l'échantillon, la pression à laquelle se produit un changement net de la compressibilité définissant la pression de saturation. Des inconvénients de ces procédés classiques résident dans le fait que la pression du système doit typiquement être réduite nettement en dessous de la pression de saturation pour définir un point de transition clair. Pour certains systèmes, une chute de pression significative en dessous de la pression de saturation peut aboutir à une précipitation des asphaltènes, qui est très difficile à inverser.

En conséquence, il existe un besoin d'essais en temps réel effectués sur des échantillons de puits d'hydrocarbures. D'autres besoins consistent à déterminer rapidement si un échantillon a été recueilli et à connaître sa qualité. D'autres besoins comprennent un mode plus rapide et plus économique pour déterminer les propriétés d'informations de PVT et d'assurance d'écoulement d'échantillons de puits d'hydrocarbures. En plus, les besoins comprennent un mode non intrusif et non destructif pour tester rapidement les échantillons du trou du fond du puits.

Ces besoins et d'autres besoins de la technique sont abordés dans une forme de réalisation par un système d'essai d'un fluide, dans lequel le fluide est disposé à l'intérieur d'un récipient d'échantillon.

Selon un aspect de l'invention, le système comprend au moins un ensemble de capteurs acoustiques, dans lequel les capteurs acoustiques sont disposés

autour du récipient d'échantillon dans une configuration comprenant au moins une configuration choisie dans le groupe constitué des configurations radiales et longitudinales et dans lequel le au moins
5 un ensemble de capteurs acoustiques génère au moins un signal acoustique ayant une certaine vitesse à travers le fluide. Le système comprend en outre un moyen d'enregistrement et d'interprétation d'au moins un signal acoustique généré par au moins un ensemble de
10 capteurs acoustiques, dans lequel la vitesse du au moins un signal acoustique indique des informations sur le système de fluide.

Dans une forme de réalisation, le récipient d'échantillon est déplacé entre les capteurs du au
15 moins un ensemble de capteurs acoustiques.

Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques est déplacé longitudinalement par rapport au récipient d'échantillon.

20 Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques est fixé à une gaine. La gaine est de préférence fixée autour du récipient d'échantillon.

Dans une forme de réalisation, le récipient
25 d'échantillon est chauffé.

Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques comprend un générateur de signal acoustique et un récepteur de signal acoustique.

30 Un autre aspect de l'invention vise un appareil pour tester un échantillon d'hydrocarbure. L'appareil

comprend une gaine disposée autour de l'échantillon d'hydrocarbure. En plus, l'appareil comprend au moins un ensemble de capteurs acoustiques, dans lequel le au moins un ensemble de capteurs acoustiques est fixé à la gaine et en outre dans lequel le au moins un ensemble de capteurs acoustiques produit au moins un signal acoustique ayant une certaine vitesse à travers l'échantillon d'hydrocarbure, la vitesse étant mesurée pour fournir des informations sur l'échantillon d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques comprend au moins un générateur de signal acoustique et au moins un récepteur de signal acoustique.

Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques génère un signal ayant une plage de fréquences de 0,1 kHz à 100 GHz.

Dans une forme de réalisation, la gaine est fixée autour de l'échantillon d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques est disposé radialement autour de l'échantillon d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, l'appareil comprend par ailleurs un moyen d'enregistrement et d'interprétation des signaux générés par le au moins un ensemble de capteurs acoustiques.

Dans une forme de réalisation, le moyen d'enregistrement et d'interprétation des signaux comprend au moins un élément choisi dans le groupe constitué d'un microprocesseur, d'une unité centrale, d'une carte d'acquisition de données, d'un traceur,

d'un oscilloscope, d'un générateur de signal, d'un appareil vidéo, d'un récepteur de signal et d'un logiciel d'analyse.

Dans une forme de réalisation, l'appareil comprend des éléments chauffants, ceux-ci étant
5 suffisants pour chauffer l'échantillon d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, l'appareil comprend en outre une chemise chauffante, celle-ci étant suffisante pour chauffer l'échantillon
10 d'hydrocarbure.

Un autre aspect de l'invention vise un procédé pour tester un échantillon d'hydrocarbure, l'échantillon d'hydrocarbure étant disposé à l'intérieur d'un récipient. Le procédé comprend la mise
15 en oeuvre d'au moins un ensemble de capteurs acoustiques. De plus, le procédé comprend (A) l'émission d'au moins un signal acoustique à travers l'échantillon d'hydrocarbure. En outre, le procédé comprend (B) l'enregistrement d'une vitesse à travers
20 l'échantillon d'hydrocarbure du au moins un signal acoustique, dans lequel la vitesse enregistrée fournit des informations sur l'échantillon d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques est disposé autour du
25 récipient dans au moins une configuration choisie dans le groupe constitué des configurations radiales et longitudinales.

Dans une forme de réalisation, le procédé comprend par ailleurs le déplacement du récipient parmi
30 les capteurs du au moins un ensemble de capteurs acoustiques.

Dans une forme de réalisation, le procédé comprend par ailleurs le déplacement du au moins un ensemble de capteurs acoustiques longitudinalement par rapport au récipient.

5 Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques est disposé dans une gaine, celle-ci étant fixée au récipient.

Dans une forme de réalisation, l'étape (B) comprend en outre le chauffage de l'échantillon
10 d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, le chauffage de l'échantillon d'hydrocarbure est effectué en chauffant des éléments disposés à l'intérieur de la gaine.

Dans une forme de réalisation, le chauffage de
15 l'hydrocarbure est effectué par une chemise chauffante. Dans une forme de réalisation, l'étape (B) comprend en outre le traçage de la vitesse enregistrée pour produire un graphique. Le graphique indique de préférence la présence d'une phase unique ou de phases
20 multiples.

Dans une forme de réalisation, le graphique indique au moins un type d'information choisi dans le groupe constitué des informations correspondant aux situations où le récipient comprend un échantillon
25 d'hydrocarbure, où le récipient comprend de l'eau, où le récipient comprend un hydrocarbure liquide et où le récipient comprend du gaz.

Dans une forme de réalisation, le graphique indique au moins un type d'information choisi dans le
30 groupe constitué d'une quantité d'eau dans le récipient, d'une quantité d'hydrocarbure liquide dans

l'échantillon et d'une quantité de gaz dans le récipient.

Dans une forme de réalisation, le graphique indique la présence de gaz riche ou de gaz sec.

5 Dans une forme de réalisation, la vitesse enregistrée de l'étape (B) indique la présence d'une phase unique ou de phases multiples.

Dans une forme de réalisation, l'étape (B) comprend la détermination des constituants de
10 l'échantillon d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, l'étape dans laquelle on détermine les constituants comprend la détermination de la présence d'eau, d'hydrocarbures liquides et de gaz dans l'échantillon d'hydrocarbure ;
15 dans laquelle les signaux acoustiques traversent respectivement l'eau, les hydrocarbures liquides et le gaz à des vitesses différentes ; et par ailleurs dans laquelle la détermination de la présence d'eau, d'hydrocarbures liquides et de gaz est effectuée par
20 les vitesses enregistrées.

Dans une forme de réalisation, l'étape (B) comprend en outre la détermination de quantités dans l'échantillon d'hydrocarbure d'au moins un composant choisi dans le groupe constitué de l'eau, de
25 hydrocarbures liquides et de gaz.

Dans une forme de réalisation, l'étape (B) comprend l'indication de ce que le récipient comprend un échantillon d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, le récipient
30 comprend un piston et l'indication de ce que le récipient comprend un échantillon d'hydrocarbure est

effectuée en identifiant l'emplacement du piston dans le récipient.

Dans une forme de réalisation, l'étape (B) comprend l'indication de la présence de gaz riche ou de gaz sec.

Un autre aspect de l'invention vise un procédé pour tester un échantillon d'hydrocarbure, l'échantillon d'hydrocarbure étant disposé à l'intérieur d'un récipient. Le procédé comprend la mise en oeuvre d'au moins un ensemble de capteurs acoustiques. Le procédé comprend par ailleurs (A) le retrait d'un volume fixe de l'échantillon d'hydrocarbure du récipient ; (B) l'émission d'au moins un signal acoustique à travers l'échantillon d'hydrocarbure, où le au moins un signal acoustique a au moins une certaine vitesse à travers l'échantillon d'hydrocarbure ; et (C) la détermination d'informations sur l'échantillon d'hydrocarbure à partir de la vitesse à travers l'échantillon d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques est disposé autour du récipient dans au moins une configuration choisie dans le groupe des configurations radiales et longitudinales.

Dans une forme de réalisation, l'étape (B) comprend en outre le déplacement du récipient entre les capteurs du au moins un ensemble de capteurs acoustiques.

Dans une forme de réalisation, l'étape (B) comprend en outre le déplacement du au moins un ensemble de capteurs acoustiques longitudinalement par

rapport au récipient.

Dans une forme de réalisation, le au moins un ensemble de capteurs acoustiques est disposé dans une gaine, celle-ci étant fixée au récipient.

5 Dans une forme de réalisation, l'étape (A) comprend en outre le chauffage de l'échantillon d'hydrocarbure.

Dans une forme de réalisation, le chauffage de l'échantillon d'hydrocarbure est effectué par des
10 éléments chauffants disposés à l'intérieur de la gaine.

Dans une forme de réalisation, le chauffage de l'hydrocarbure est effectué par une chemise chauffante.

Dans une forme de réalisation, le procédé comprend en outre le maintien de la température de
15 l'échantillon d'hydrocarbure à une température souhaitée.

Dans une forme de réalisation, l'étape (A) comprend par ailleurs l'ajustement de la pression de l'échantillon d'hydrocarbure.

20 Dans une forme de réalisation, l'échantillon d'hydrocarbure est présent dans le récipient en plus d'une phase et une pression suffisante est ajoutée au récipient pour équilibrer l'échantillon d'hydrocarbure en une seule phase.

25 Dans une forme de réalisation, l'étape (A) comprend en outre le basculement du récipient.

Dans une forme de réalisation, le volume fixe est retiré à l'étape (A) à une température constante.

Dans une forme de réalisation, les informations
30 de l'étape (C) comprennent une pression de saturation de l'échantillon d'hydrocarbure, la pression de

saturation étant indiquée lorsque la vitesse mesurée est atténuée.

Dans une forme de réalisation, le procédé comprend par ailleurs l'étape (D) de répétition des
5 étapes (A) à (C).

Dans une forme de réalisation, les étapes (A) à (C) sont répétées lorsque la vitesse mesurée n'est pas atténuée.

Dans une forme de réalisation, les étapes (A) à
10 (C) sont répétées jusqu'à ce qu'un point de bulle ou un point de dépôt de solides soit déterminé.

Dans une forme de réalisation, le point de bulle est déterminé lorsqu'une poche de gaz apparaît dans le récipient.

15 Dans une forme de réalisation, le point de dépôt de solides est déterminé lorsqu'il n'y a pas de poche de gaz qui apparaît dans le récipient.

Dans une forme de réalisation, le récipient comprend un piston et le volume fixe est retiré en retirant le fluide en dessous du piston.
20

Dans une forme de réalisation, un liquide est injecté dans le récipient en dessous du piston.

Dans une forme de réalisation, l'échantillon d'hydrocarbure est un gaz, les informations de l'étape
25 (C) comprennent un point de rosée de l'échantillon d'hydrocarbure et le point de rosée est indiqué lorsque la vitesse longitudinale mesurée est atténuée.

D'autres formes de réalisation comprennent les capteurs acoustiques générant des signaux dans une
30 plage de fréquences de 0,1 kHz à 100 GHz. De plus, des formes de réalisation comprennent le chauffage de

l'échantillon à une température souhaitée. En outre, des formes de réalisation comprennent l'utilisation de la vitesse mesurée des signaux à travers l'échantillon pour déterminer la pression de saturation et/ou le point de dépôt de solides de l'échantillon. D'autres formes de réalisation comprennent la vitesse qui contient la vitesse longitudinale et/ou la vitesse de cisaillement.

On observera donc qu'un avantage technique de la présente invention comprend un appareil et un procédé pour tester rapidement et efficacement des échantillons du trou du fond de puits, en éliminant de la sorte les problèmes rencontrés lorsqu'on utilise des techniques d'essai classiques. Par exemple, les problèmes rencontrés avec le retard et le coût d'envoi des échantillons à un laboratoire sont palliés. D'autres problèmes comprennent l'ignorance de certaines informations, comme de savoir si un échantillon a été réellement prélevé et de connaître la qualité de l'échantillon avant de s'engager sur les frais et le temps d'envoi de l'échantillon au laboratoire. De tels autres problèmes sont palliés par la présente invention, qui peut aisément déterminer des informations telles que l'emplacement du piston dans la chambre d'échantillon et la présence et quantification d'eau, d'huile et de gaz dans la chambre d'échantillon. L'emplacement du piston peut indiquer si un échantillon a même été recueilli, tandis que la quantification des composants restants fournit des informations sur le type et la qualité de l'échantillon recueilli. La présente invention permet de générer ces informations

sur la plate-forme de forage en temps réel dès que les échantillons du trou du fond du puits sont arrivés en surface. Ces essais en temps réel permettent à l'opérateur de déterminer s'il faut prélever des échantillons supplémentaires ainsi que le degré de complexité de la manipulation des échantillons avant des essais supplémentaires. De plus, la présente invention pallie les problèmes de précipitation des asphaltènes avec les procédés classiques de détermination de la pression de saturation en détectant des transitions de phase sensiblement à la pression de saturation, qui peuvent éviter la précipitation des asphaltènes.

On se réfère à présent aux dessins ci-annexés, sur lesquels :

la Fig. 1 illustre une forme de réalisation d'un échantillonneur de trou de fond de puits selon l'invention ;

la Fig. 2 illustre une forme de réalisation d'un analyseur d'échantillon acoustique selon l'invention ;

la Fig. 3 illustre une forme de réalisation d'un analyseur d'échantillon acoustique et d'un échantillonneur de trou de fond de puits selon l'invention ;

la Fig. 4 illustre le temps de retard en fonction de l'amplitude d'un signal acoustique passant à travers un échantillon ;

la Fig. 5 illustre la vitesse du signal acoustique à travers une longueur de colonne d'échantillon ; et

la Fig. 6 illustre l'effet de saturation du gaz

sur la vitesse acoustique.

La Fig. 1 illustre un échantillonneur classique 5 tel que connu dans la technique. La présente invention n'est pas limitée à l'échantillonneur représenté sur la Fig. 1, mais peut comprendre n'importe quel type et forme d'échantillonneur appropriés pour contenir un échantillon. L'échantillonneur 5 représente un échantillonneur de trou de fond de puits pour des réservoirs souterrains. De manière typique, 10 l'échantillonneur 5 a un piston 10.

La Fig. 2 illustre un analyseur d'échantillon acoustique 15 qui comprend une gaine 20 et des capteurs acoustiques 25. La gaine 20 peut être constituée d'un quelconque matériau approprié. Sans limiter la présente invention, des exemples de matériaux appropriés comprennent des métaux, des plastiques, de la céramique et similaires. Dans des formes de réalisation préférées, le matériau est du métal. La gaine 20 peut également avoir une quelconque épaisseur appropriée. De plus, la gaine 20 peut avoir une forme quelconque, de préférence une forme suffisante pour être fixée à l'échantillonneur 5. Comme les formes des échantillonneurs classiques varient, on comprendra que la forme de la gaine 20 peut également varier. Pour 25 l'échantillonneur typique de forme cylindrique, la gaine 20 a de préférence une forme cylindrique. Dans certaines formes de réalisation, la gaine 20 est sensiblement flexible et comprend du métal mince ou du plastique. Dans d'autres formes de réalisation (non 30 illustrées), la gaine 20 peut comprendre au moins deux sections séparées. Dans certaines autres formes de

réalisation, ces sections séparées sont raccordées par des charnières, des vis et similaires. A titre d'exemple et sans limitation, les sections séparées raccordées par des charnières peuvent être utilisées
5 avec une structure de métal ou de céramique à paroi épaisse, qui peut fournir une base pour des dispositifs de chauffage incorporés ou des chemins de circulation pour des fluides de transfert de chaleur chauffés à l'extérieur.

10 On connaît bien des capteurs acoustiques dans la technique et des capteurs acoustiques 25 peuvent comprendre des capteurs acoustiques quelconques convenant à la mesure d'échantillons. Des exemples de capteurs comprennent des capteurs Dual Mode P&S [à
15 compression longitudinale (P) et à cisaillement (S)]. L'analyseur d'échantillon acoustique 15 comprend de préférence des ensembles multiples de capteurs acoustiques 25. Dans d'autres formes de réalisation (non illustrées), l'analyseur d'échantillon acoustique
20 15 a un seul ensemble de capteurs acoustiques 25. D'autres formes de réalisation (non illustrées) comprennent un analyseur d'échantillon acoustique 15 ayant un seul capteur ou plus d'un capteur, dans lequel tous les capteurs ne sont pas dans des ensembles.

25 De préférence, chaque ensemble de capteurs acoustiques 25 a un générateur de signal acoustique et un récepteur de signal acoustique. Le générateur peut avoir une plage quelconque de fréquences. On choisit de préférence un générateur qui a une fréquence convenant
30 aux conditions d'essai souhaitées. Par exemple, on choisit de préférence une fréquence qui convient au

type de métal de l'échantillonneur 5, à l'épaisseur des parois de l'échantillonneur 5 et/ou au diamètre de l'échantillonneur 5. Pour un échantillonneur 5 classique pour les fluides de trou de fond de puits, un exemple de plage de fréquences de capteur est de 0,1 MHz à 10 MHz. Un autre exemple de fréquence de capteur est de 1,0 MHz. Un autre exemple de fréquence de capteur est de 0,1 kHz à 100 GHz. Les capteurs acoustiques 25 sont de préférence disposés à l'intérieur de la gaine 20 de manière quelconque suffisante pour permettre un contact entre les capteurs acoustiques 25 et l'échantillonneur 5. Par exemple, les capteurs acoustiques 25 peuvent être vissés, soudés, collés, fixés par pression et/ou incorporés à la gaine 20.

La Fig. 3 illustre un analyseur d'échantillon acoustique 15 conjointement avec l'échantillonneur 5. L'analyseur d'échantillon acoustique 15 est disposé autour d'au moins une partie de l'échantillonneur 5. L'analyseur d'échantillon acoustique 15 peut être fixé ou non autour de la au moins une partie de l'échantillonneur 5, de préférence fixé. L'analyseur d'échantillon acoustique 15 peut être fixé par des moyens quelconques appropriés, tels que des colliers de serrage, des bandes et similaires. Les capteurs acoustiques 25 sont de préférence disposés radialement autour de l'échantillonneur 5. On comprendra que l'espacement entre les ensembles de capteurs acoustiques 25 et le nombre d'ensembles de capteurs acoustiques 25 peuvent être choisis pour permettre à toute partie de l'échantillonneur 5 d'être couverte. On

comprendra que la précision des mesures peut être améliorée par un espacement plus étroit des capteurs acoustiques 25. Par exemple, l'espacement plus étroit peut fournir une plage de pression plus petite sur laquelle on peut détecter des transitions de phase. Un 5 espacement plus étroit peut également fournir une précision améliorée avec laquelle on peut mesurer les volumes des phases. Les têtes des capteurs acoustiques 25 sont de préférence revêtues d'un fluide d'interface avant que l'analyseur d'échantillon 10 acoustique 15 soit fixé à l'échantillonneur 5. Dans d'autres formes de réalisation, les têtes des capteurs acoustiques 25 ne sont pas revêtues d'un fluide d'interface. De plus, il est préférable, mais pas 15 nécessaire, que la face active de chaque capteur acoustique 25 ait une courbure qui se rapproche de la courbure de l'échantillonneur 5. Cette courbure peut faciliter le raccordement entre un capteur acoustique 25 et un échantillonneur 5.

20 Les signaux générés par les capteurs acoustiques 25 peuvent être enregistrés et/ou interprétés par un quelconque dispositif approprié, tel qu'un microprocesseur, des cartes d'acquisition de données, une unité centrale, un traceur, un 25 oscilloscope, un appareil vidéo, un récepteur de signal, un générateur de signal, un logiciel d'analyse et similaires. De plus, les signaux peuvent être transmis à partir des capteurs acoustiques 25 par des moyens quelconques appropriés, tels que des conducteurs 30 de signal, des moyens sans fil et similaires. Le signal est de préférence transmis au dispositif par des

conducteurs de signal qui courent du capteur acoustique 25 au dispositif.

Dans d'autres formes de réalisation (non illustrées), l'analyseur d'échantillon acoustique 15
5 peut avoir des éléments chauffants incorporés qui peuvent permettre à l'analyseur d'échantillon acoustique 15 de chauffer l'échantillonneur 5. On préfère que ces éléments chauffants puissent être réglés de sorte que la température de
10 l'échantillonneur 5 puisse être maintenue à une température souhaitée quelconque. Dans d'autres formes de réalisation (non illustrées), une chemise chauffante externe peut être utilisée pour maintenir l'échantillonneur 5 à une température souhaitée. La
15 chemise chauffante externe peut couvrir une partie quelconque de l'échantillonneur 5 et de l'analyseur d'échantillon acoustique 15, en couvrant de préférence sensiblement l'ensemble de l'analyseur d'échantillon acoustique 15. On peut utiliser une quelconque chemise
20 chauffante externe appropriée connue dans la technique. Dans certaines formes de réalisation, la chemise chauffante externe peut comprendre une coque interne et une coque externe à paroi mince à travers lesquelles on fait circuler un fluide de transfert chauffé à
25 l'extérieur. En ajustant le diamètre interne de la coque interne pour correspondre étroitement au diamètre interne de l'échantillonneur 5, l'échange de chaleur entre la chemise chauffante et l'échantillonneur 5 est maximisé si bien que l'échantillonneur 5 peut être
30 rapidement amené et raisonnablement maintenu à une certaine température souhaitée. Dans une autre forme de

réalisation, l'élément chauffant pourra être un serpentín ou un passage interne entre les parois interne et externe de la chemise chauffante, à travers lequel on fait circuler le fluide de transfert de chaleur chauffé à l'extérieur. En outre, en fabriquant la totalité de la chemise chauffante d'un matériau très thermoconducteur, tel que le cuivre, le processus de transfert de chaleur est facilité et la teneur en chaleur du fluide en circulation peut être transmise rapidement et aisément pour ajuster et ensuite maintenir la température de l'échantillonneur 5.

Dans d'autres formes de réalisation (non illustrées), l'analyseur d'échantillon acoustique n'a pas de gaine. A la place, au moins un ensemble de capteurs acoustiques est disposé radialement ou longitudinalement autour de l'échantillonneur 5. Dans d'autres formes de réalisation, au moins un ensemble de capteurs acoustiques est disposé radialement et au moins un ensemble de capteurs acoustiques est disposé longitudinalement autour de l'échantillonneur 5. Dans une configuration longitudinale, chaque ensemble de capteurs acoustiques a un ou plusieurs capteurs à chaque extrémité longitudinale, l'émetteur et le récepteur se trouvant aux extrémités opposées ou aux mêmes extrémités. Les capteurs peuvent être fixés ou non à l'échantillonneur 5, de préférence fixés. Les capteurs peuvent être fixés par des moyens appropriés quelconques, tels que des vis, des boulons, par pression et similaires. En variante, chaque capteur peut être utilisé individuellement à des fins interprétatives. Dans des formes de réalisation dans

lesquelles des capteurs radiaux sont également utilisés, les transducteurs longitudinaux peuvent être utilisés comme générateurs de signaux pour les transducteurs positionnés radialement. La configuration radiale peut avoir plusieurs configurations des capteurs. Dans une forme de réalisation, un seul ensemble de capteurs acoustiques 25 peut être utilisé, les capteurs étant disposés radialement aux côtés opposés de l'échantillonneur 5. L'ensemble de capteurs acoustiques 25 peut être déplacé manuellement ou mécaniquement vers le haut et le bas de l'échantillonneur 5 à des fins de détection. Dans une autre forme de réalisation pour un seul ensemble de capteurs 25, l'ensemble de capteurs acoustiques 25 est maintenu fixé et l'échantillonneur 5 est déplacé manuellement ou mécaniquement vers le haut et le bas entre les capteurs. Des formes de réalisation encore préférées comprennent plus d'un ensemble de capteurs acoustiques 25 disposé radialement autour de l'échantillonneur 5.

On présentera ci-dessous un exemple d'application de la présente invention telle qu'elle est réalisée et illustrée sur les Fig. 2 et 3. Une chambre d'échantillon de trou de fond de puits, telle qu'une section à plusieurs chambres, est située dans le trou de fond, par exemple dans une opération de forage d'un puits d'hydrocarbure. La chambre typique d'échantillon de trou de fond de puits a plus d'un échantillonneur 5. Une fois que la chambre d'échantillon de trou de fond de puits a prélevé un échantillon, elle est retirée du trou. Les échantillonneurs 5 sont ensuite de préférence

séparés de la chambre d'échantillon de trou de fond. Un analyseur d'échantillon acoustique 15 peut être placé autour d'un des échantillonneurs 5 et de préférence fixé par serrage. Les essais de l'échantillon à l'intérieur de l'échantillonneur 5 peuvent comprendre deux étapes d'essai, une étape de contrôle de qualité et/ou une étape d'essai proprement dit. L'étape de contrôle de qualité est de préférence menée avant d'effectuer l'étape d'essai. Dans d'autres formes de réalisation, l'étape d'essai est menée avant l'étape de contrôle de qualité. Dans d'autres variantes de formes de réalisation, seule une des étapes est menée pour un échantillon donné.

Un contrôle de qualité peut comprendre la détermination de ce qu'un échantillon a été réellement prélevé par l'échantillonneur testé 5 et de ce que l'échantillon est à phase unique ou à phases multiples. Si le contrôle de qualité indique la présence de plus d'une phase, il peut également indiquer la présence et/ou la quantité des autres phases. Par exemple, il peut indiquer la présence et/ou la quantité d'eau, la présence et/ou la quantité d'hydrocarbures et/ou la présence et/ou la quantité de gaz. Avant d'activer l'analyseur d'échantillon acoustique 15, la température de l'échantillonneur 5 est ajustée à une température souhaitée et éventuellement maintenue à une température souhaitée. La température peut être ajustée par des éléments chauffants à l'intérieur de l'analyseur d'échantillon acoustique 15 et/ou par une chemise chauffante externe. Dans d'autres formes de réalisation, la température de l'analyseur

d'échantillon acoustique 15 n'est pas ajustée. L'analyseur d'échantillon acoustique 15 est ensuite activé. L'échantillonneur 5 est de préférence sensiblement vertical pendant les essais. On préfère
5 que l'analyseur d'échantillon acoustique 15 fonctionne comme un dispositif à recyclage constant (par exemple des capteurs acoustiques 25 émettent un cliquetis répété). Ce dispositif de recyclage constant peut permettre une détection et une interprétation
10 sensiblement immédiate de l'échantillon. Dans d'autres formes de réalisation, l'analyseur d'échantillon acoustique 15 ne fonctionne pas comme un dispositif de recyclage constant. Par exemple, l'analyseur d'échantillon acoustique 15 peut fonctionner comme un
15 dispositif de recyclage intermittent, dans lequel le recyclage intermittent peut être dicté par la disponibilité d'énergie portable et la vitesse à laquelle le dispositif évacue l'énergie.

Lorsque l'analyseur d'échantillon acoustique 15
20 est activé, des capteurs acoustiques 25 sont activés et leurs signaux sont enregistrés. La vitesse de l'échantillon est enregistrée. La vitesse peut être une vitesse longitudinale et/ou une vitesse de cisaillement. Les vitesses longitudinale et de
25 cisaillement comprennent toutes deux des informations sur le temps d'arrivée et les amplitudes de la forme d'onde. Un graphique de la vitesse mesurée en fonction de la longueur de la colonne dans l'échantillonneur 5 peut être généré. Un exemple de ce graphique est
30 illustré sur la Fig. 5. La Fig. 5 indique la présence et la hauteur 35 d'une colonne d'eau au-dessus du

piston 10, la présence et la hauteur d'un hydrocarbure liquide 40 au-dessus du piston 10 et la présence et la hauteur d'un gaz 45 au-dessus du piston 10. La présence de gaz, d'hydrocarbure liquide et d'eau peut être
5 différenciée par la vitesse du signal acoustique à travers l'échantillon. Par exemple, l'eau est un conducteur plus rapide du signal acoustique que l'hydrocarbure liquide et le gaz et l'hydrocarbure liquide est un conducteur plus rapide du signal
10 acoustique que le gaz. La Fig. 4 est une illustration du temps d'arrivée des signaux acoustiques à travers l'hydrocarbure liquide et l'eau. On observera que le temps d'arrivée 50 d'un signal acoustique à travers l'eau est plus rapide que le temps d'arrivée 55 d'un
15 signal acoustique à travers l'hydrocarbure liquide. On comprendra que, même si la Fig. 4 représente de l'eau 50 et des hydrocarbures liquides 55, la présente invention peut également être utilisée pour des systèmes saturés en gaz. La Fig. 6 est une illustration
20 de la saturation d'une phase de saumure et d'huile avec du gaz. On observera que le gaz augmente la différenciation de l'huile et de la saumure. En conséquence, comme la différenciation en vitesse peut être utilisée dans la présente invention pour
25 différencier les phases, l'analyseur d'échantillon acoustique 15 est autant valable pour les systèmes saturés en gaz.

Un graphique, tel qu'illustré sur la Fig. 5, peut fournir une indication sensiblement instantanée de la
30 qualité de l'échantillon dans l'échantillonneur 5 ou peut améliorer la qualité de l'échantillonnage en

permettant à l'opérateur de déplacer le point d'échantillonnage plus bas hors d'une zone gazeuse et dans une zone huileuse si, par exemple, on souhaite un échantillon d'huile. Par exemple, l'emplacement du piston 10 peut indiquer si un échantillon a été prélevé et peut également indiquer si un échantillon partiel a été prélevé. A titre d'exemple, si le piston 10 est grippé durant la collecte sans échantillon prélevé, un graphique peut montrer une ligne sensiblement plate avec le piston 10 situé dans la partie supérieure de l'échantillonneur 5. Concernant l'eau, sa présence et sa quantité peuvent indiquer la qualité globale de l'échantillon et peuvent également fournir des informations, notamment sur la nature des conditions du trou de fond de puits lorsque l'échantillon a été prélevé. Concernant l'hydrocarbure liquide, sa présence et sa quantité peuvent fournir des informations comme de savoir si un échantillon d'hydrocarbure insuffisant a été recueilli. A titre d'exemple, si l'on a recueilli de l'eau en excès, un graphique montrera qu'une quantité insuffisante d'hydrocarbure liquide a été recueillie pour obtenir un essai suffisant des conditions du trou de fond de puits. Ces informations sur l'échantillon d'hydrocarbure liquide peuvent permettre d'éviter des coûts de reconditionnement, de transfert et de stockage à long terme d'échantillons. La présence et la quantité d'un gaz peuvent être indicatives d'une médiocre pratique de collecte d'échantillon ou de la proximité d'une calotte de gaz qui peut permettre d'effectuer une action corrective pour améliorer l'interprétation de la phase gazeuse

A l'étape d'essai, des informations PVT, telles que l'apparition de CCE et/ou de solides (tels que cires, asphaltène et similaires) peuvent être indiquées. Avec l'analyseur d'échantillon acoustique 15
5 fixé à l'échantillonneur 5, la température de l'échantillon peut être ajustée et éventuellement maintenue à une température souhaitée. La température peut être ajustée par des éléments chauffants à l'intérieur de l'analyseur d'échantillon acoustique 15
10 et/ou par une chemise chauffante externe. Dans d'autres formes de réalisation, la température n'est pas ajustée. Dans certains cas, on peut souhaiter ajuster la pression et/ou faite basculer l'échantillonneur 5 avant de mener l'étape d'essai. Par exemple, s'il est
15 indiqué à l'étape de contrôle de qualité que le gaz de l'échantillon s'est séparé du liquide, on peut appliquer une pression à l'échantillonneur 5 pour augmenter la pression de l'échantillon. La pression de l'échantillonneur 5 peut être contrôlée et/ou augmentée
20 par tout procédé approprié. Par exemple, la pression peut être contrôlée par pression manométrique ou tout autre dispositif approprié et la pression peut être augmentée en fixant une pompe à fluide au fluide de déplacement hydraulique sous le piston 10 et en
25 injectant un fluide de déplacement hydraulique sous le piston 10 qui peut placer sous pression l'échantillon en une phase unique. L'échantillonneur basculant 5 peut faciliter l'équilibrage de l'échantillon en une phase unique. Le basculement des échantillons est bien connu
30 dans la technique et l'échantillonneur 5 peut être basculé par un quelconque moyen approprié. Par exemple,

l'échantillonneur 5 peut être basculé par basculement manuel, par un support basculant à moteur et similaires. Dans certaines formes de réalisation, l'échantillon est basculé jusqu'à ce qu'il soit
5 suffisamment homogénéisé. Dans d'autres formes de réalisation, des moyens non basculants peuvent être utilisés pour mélanger l'échantillon. Ces moyens non basculants peuvent comprendre des pavillons acoustiques. Un pavillon acoustique est utilisé
10 traditionnellement pour transformer de l'énergie électrique en vibrations acoustiques qui peuvent être utilisées pour mélanger vigoureusement un système liquide. Avec l'échantillon en phase unique, un graphique du signal de vitesse longitudinal mesuré peut
15 être indiqué sous la forme d'une ligne sensiblement plate qui est indicative d'une phase unique.

Après avoir placé l'échantillon à une pression suffisante et à la température souhaitée, un volume fixe du fluide en dessous du piston 10 est retiré de
20 l'échantillonneur 5, de préférence à température constante. Le fluide peut être retiré par un moyen approprié quelconque. Par exemple, une certaine partie du fluide peut être évacuée dans un cylindre gradué pour la mesure. Un procédé préférable est de fixer une
25 pompe à fluide au fluide de déplacement hydraulique situé sous le piston 10. On peut déplacer le fluide en inversant la pompe. Cette approche peut permettre à une quantité mesurée du fluide d'être retirée. L'échantillonneur 5 peut éventuellement être basculé
30 après chaque étape d'ajustement du volume, ce qui peut faciliter l'équilibrage de l'échantillon.

Une fois que le volume fixe de fluide est retiré, les capteurs acoustiques 25 transmettent leurs signaux à travers l'échantillon. Il est indiqué par les signaux mesurés des capteurs acoustiques 25 s'il y a un
5 quelconque changement de phase dans l'échantillon, notamment une émission gazeuse ou une formation de solides. Par exemple, avec une émission gazeuse, le signal mesuré, tel que la vitesse longitudinale, peut être atténué, ce qui indique la présence d'une
10 transition de phase. On comprendra que les mesures peuvent être faites que l'échantillon soit basculé ou maintenu stable. Lorsque des mesures volumiques de la phase gazeuse sont effectuées, le basculement est de préférence arrêté et l'échantillonneur 5 est placé de
15 manière sensiblement verticale, ce qui peut permettre la partition des phases multiples. Si la première étape d'ajustement du volume ne fournit pas d'indication d'une transition de phase (notamment des lectures de vitesse longitudinale atténuée), elle peut être
20 répétée, des volumes appropriés étant retirés jusqu'à ce que l'on observe une transition de phase.

Pour les hydrocarbures liquides, la transition de phase peut se faire sous la forme de bulles de gaz dégagées au point de bulle et/ou de dépôt de solides.
25 Par exemple, si l'atténuation initiale du signal est due au gaz dégagé à la pression de saturation, ensuite, avec le temps, l'atténuation disparaîtra, tandis qu'avec des étapes d'expansion volumique successives, une zone gazeuse au sommet du cylindre d'échantillon
30 sera indiquée par les signaux mesurés (par exemple, une vitesse longitudinale plus lente sera indiquée au

sommet de l'échantillonneur 5). Cependant, si l'atténuation du signal initial est due au dépôt de solides, des étapes d'expansion volumique successives ne présenteront pas de zone gazeuse et le signal restera atténué en raison de la présence de solides en suspension dans l'échantillon. Dans des formes de réalisation dans lesquelles l'échantillon est un gaz à phase unique (par exemple, comme pour un condensat), la première transition de phase observée peut être une transition de point de rosée lorsque le liquide sort de la solution. En conséquence, l'analyseur d'échantillon acoustique peut être utilisé pour détecter une pression de saturation et/ou un point de dépôt de solides.

Dans certains cas, sensiblement tout le fluide en dessous du piston 10 peut avoir été retiré durant l'échantillonnage ou durant les étapes d'ajustement du volume, mais aucun changement de phase n'a pu se produire durant l'étape suivante d'ajustement du volume. Avec l'échantillonneur 5 de préférence en position verticale, le piston 10 peut être disposé dans le fond de l'échantillonneur 5 dans ces cas. On comprendra que, du fait qu'il n'y a pas d'autre expansion possible de l'échantillon, le changement de phase ne peut être observé qu'en répétant l'étape d'expansion volumique en démarrant avec un volume d'échantillon plus petit. Pour obtenir un volume d'échantillon plus petit, une partie de l'échantillon peut être retirée. Le volume d'échantillon est de préférence réduit à l'état de phase unique, ce qui peut préserver l'intégrité de l'échantillon. Un liquide est

de préférence injecté dans le fond de l'échantillonneur 5 pour déplacer vers le haut le piston 10 afin de placer sous pression l'échantillon et maintenir un état de phase unique durant l'étape de retrait. Le liquide est de préférence de l'eau. Une quantité correspondante du fluide à phase unique est retirée du haut de l'échantillonneur 5. Les étapes d'ajustement du volume peuvent ensuite être répétées jusqu'à ce que se produise un changement de phase. Dans d'autres formes de réalisation, le liquide n'est pas ajouté en dessous du piston 10, mais seul le fluide en phase unique de l'échantillonneur 5 est retiré. Dans ces autres formes de réalisation, la continuation du retrait d'échantillon du système peut faire chuter la pression en dessous de la pression de saturation et une phase de gaz ou de liquide détectable peut être générée. Dans ces autres formes de réalisation, les étapes d'ajustement de volume sont répétées jusqu'à ce que se produise un changement de phase.

La détermination des pressions de saturation pour un échantillon d'hydrocarbure liquide peut être utilisée pour l'équation de simulations d'état. Par exemple, le chauffage et, éventuellement, le basculement de l'échantillonneur 5 peuvent permettre de déterminer des pressions de saturation à diverses températures. Une fois que la pression de saturation est déterminée pour une température donnée, l'échantillon peut être chauffé et maintenu à une autre température. A cette température, l'étape d'essai peut être menée pour déterminer la pression de saturation à cette température.

On comprendra que d'autres informations peuvent être déterminées également en utilisant l'analyseur d'échantillon acoustique 15. Lorsque, pas exemple, la pression de l'échantillon est abaissée en dessous du point de saturation, du gaz peut s'échapper de la solution. L'analyseur d'échantillon acoustique 15 peut être utilisé pour déterminer les volumes d'eau, de gaz et d'hydrocarbures liquides dans un tel échantillon. Par exemple, la vitesse longitudinale des signaux acoustiques à travers l'échantillon peut indiquer la présence et le volume de chacun d'eux, comme le montre le graphique sur la Fig. 5. On comprendra que la précision des mesures peut dépendre de facteurs tels que la résolution des transducteurs et leur espacement.

Dans d'autres formes de réalisation (non illustrées), l'analyseur d'échantillon acoustique 15 peut également être utilisé pour différencier le gaz riche et le gaz sec (par exemple le méthane). On comprendra qu'un signal acoustique peut se déplacer à travers le gaz riche plus rapidement qu'à travers le gaz sec. En conséquence, un enregistrement de la vitesse à travers un gaz peut indiquer s'il s'agit d'un gaz sec ou riche sur la base des signaux indiqués par les capteurs acoustiques 25.

On comprendra que l'analyseur d'échantillon acoustique 15 de la présente invention n'est pas limité aux essais d'hydrocarbures, mais qu'il peut tester n'importe quel fluide. Par exemple, il peut être utilisé pour tester la qualité de l'eau dans les puits d'eau. Dans ces cas, la vitesse longitudinale des signaux acoustiques à travers un échantillon d'eau d'un

puits peut indiquer si l'échantillon a différentes phases. On peut également l'utiliser pour tester des contaminants.

Bien que la présente invention et ses avantages
5 aient été décrits en détail, on comprendra que divers changements, substitutions et modifications puissent être effectués dans la présente demande sans sortir du cadre de l'invention.

10

15

REVENDICATIONS

1. Système d'essai d'un fluide, dans lequel le fluide est disposé à l'intérieur d'un récipient d'échantillon comprenant au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25), dans lequel les capteurs acoustiques (25) sont disposés autour du récipient d'échantillon dans une configuration comprenant au moins une configuration choisie dans le groupe des configurations radiales et longitudinales et dans lequel le au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25) génère au moins un signal acoustique ayant une certaine vitesse à travers le fluide ; et un moyen d'enregistrement et d'interprétation d'au moins un signal acoustique généré par au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25), dans lequel la vitesse du au moins un signal acoustique indique des informations sur le fluide.

2. Système selon la revendication 1, dans lequel le au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25) est fixé à une gaine (20).

3. Appareil d'essai d'un échantillon d'hydrocarbure comprenant une gaine (20) disposée autour de l'échantillon d'hydrocarbure ; et au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25), dans lequel le au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25) est fixé à la gaine (20) et, en outre, dans lequel le au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25) produit au moins un signal acoustique ayant une certaine vitesse à travers l'échantillon d'hydrocarbure, dans lequel la vitesse est mesurée pour fournir des

informations sur l'échantillon d'hydrocarbure.

4. Appareil selon la revendication 3, dans lequel l'appareil comprend en outre un moyen d'enregistrement et d'interprétation des signaux générés par le au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25).

5. Procédé d'essai d'un échantillon d'hydrocarbure, dans lequel l'échantillon d'hydrocarbure est disposé à l'intérieur d'un récipient, comprenant (A) l'émission d'au moins un signal acoustique à travers l'échantillon d'hydrocarbure ; et (B) l'enregistrement d'une vitesse à travers l'échantillon d'hydrocarbure du au moins un signal acoustique, dans lequel la vitesse enregistrée fournit des informations sur l'échantillon d'hydrocarbure.

6. Procédé selon la revendication 5, dans lequel au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25) est disposé dans une gaine (20), la gaine (20) étant fixée au récipient.

7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, dans lequel l'étape (B) comprend en outre le traçage de la vitesse enregistrée pour produire un graphique.

8. Procédé d'essai d'un échantillon d'hydrocarbure, dans lequel l'échantillon d'hydrocarbure est disposé à l'intérieur d'un récipient, comprenant (A) le retrait d'un volume fixe de l'échantillon d'hydrocarbure du récipient ; (B) l'émission d'au moins un signal acoustique à travers l'échantillon d'hydrocarbure, dans lequel le au moins un signal acoustique a au moins une certaine vitesse à travers l'échantillon d'hydrocarbure ; et (C) la

détermination d'informations sur l'échantillon d'hydrocarbure à partir de la vitesse à travers l'échantillon d'hydrocarbure.

5 9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25) est disposé autour du récipient dans au moins une configuration choisie dans le groupe des configurations radiales et longitudinales.

10 10. Procédé selon la revendication 8 ou 9, dans lequel l'étape (B) comprend en outre le déplacement du récipient entre des capteurs d'au moins un ensemble de capteurs acoustiques (25).

1/2

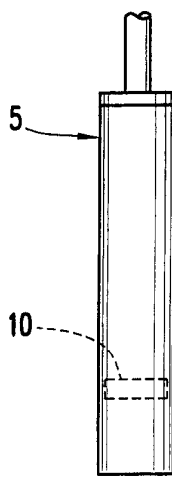


FIG. 1

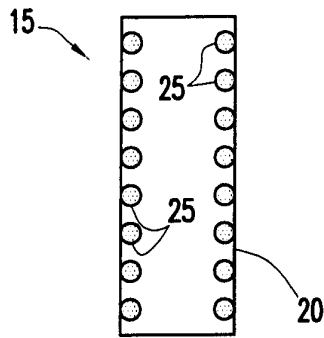


FIG. 2

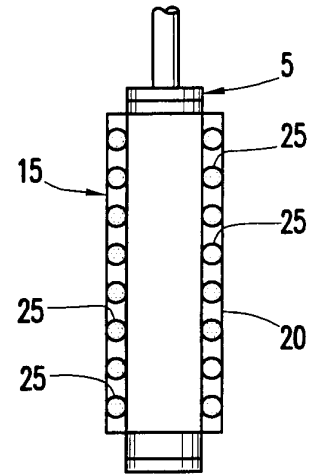


FIG. 3

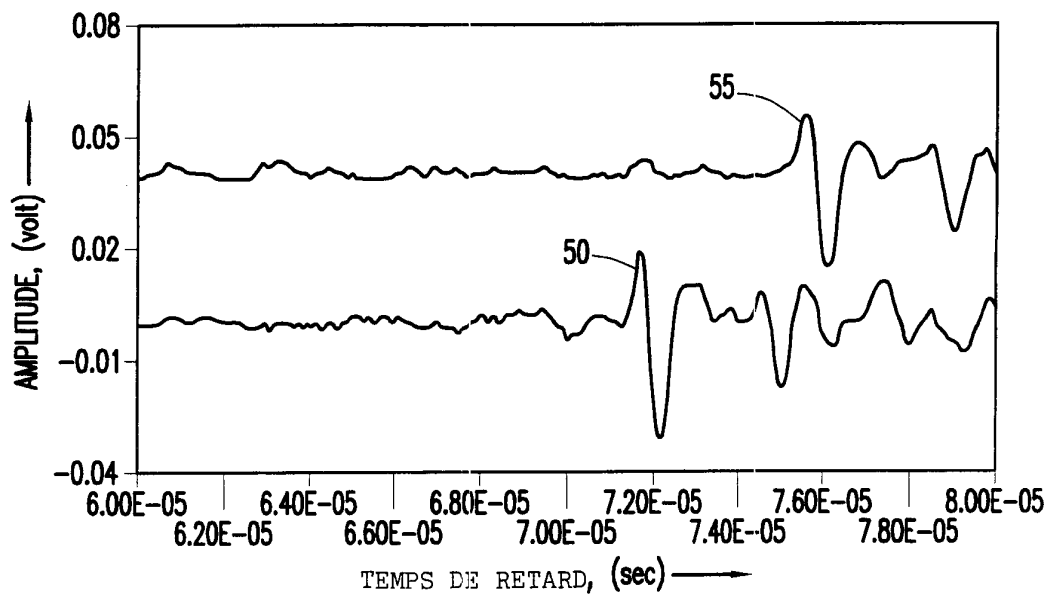


FIG. 4

2/2

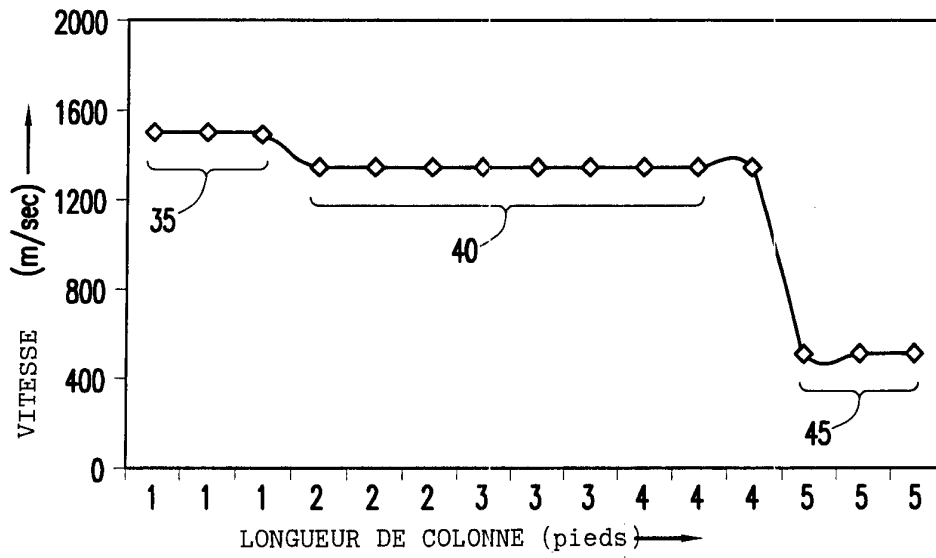


FIG.5

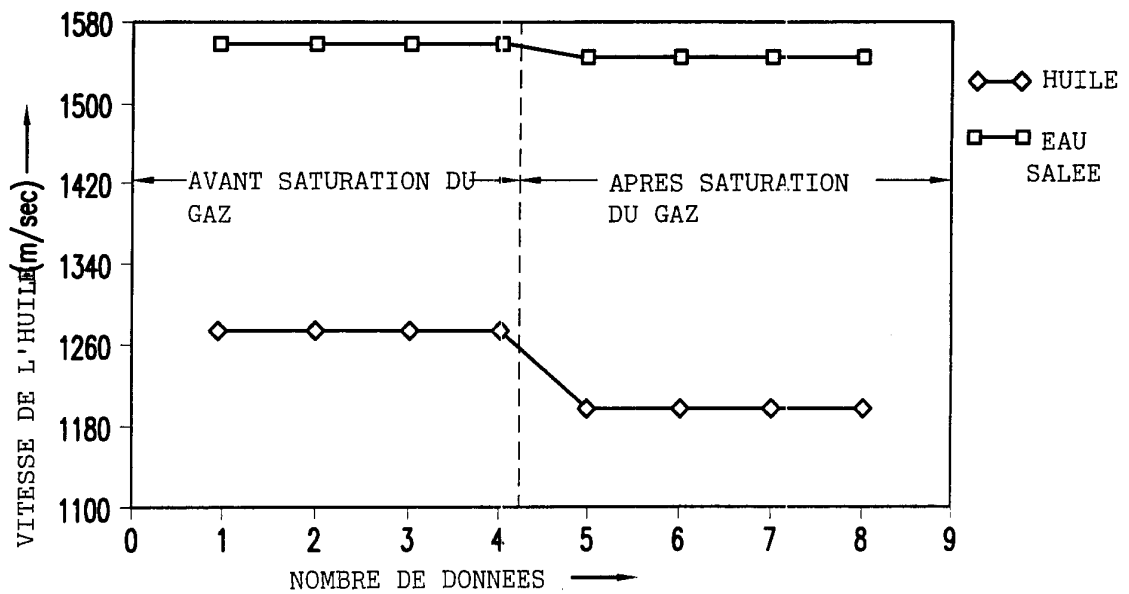


FIG.6