

ROYAUME DE BELGIQUE

BREVET D'INVENTION



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1013805A5

NUMERO DE DEPOT : 2000/0004

Classif. Internat. : E21B

Date de délivrance le : 03 Septembre 2002

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la Convention de Paris du 20 Mars 1883 pour la Protection de la propriété industrielle;

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 04 Janvier 2000 à 24H00 à l'Office de la Propriété Industrielle

ARRETE:

ARTICLE 1.- Il est délivré à : BAKER HUGHES INCORPORATED
3900 Essex Lane Suite 1200, HOUSTON TEXAS 77027(ETATS-UNIS D'AMERIQUE)

représenté(e)(s) par : VAN MALDEREN Michel, OFFICE VAN MALDEREN, Place Reine
Fabiola 6/1 - B 1083 BRUXELLES.

un brevet d'invention d'une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE DE FORAGE D'UNE FORMATION SOUTERRAINE AVEC UTILISATION D'UN TREPAN DE FORAGE OSCILLANT.

INVENTEUR(S) : Gordon A. Tibbitts, 1378 Lakewood Circle, Salte Lake City, Utah 84117 (US)

PRIORITE(S) 12.01.99 US USA09228864

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

PETIT M.
Conseiller adjoint

Bruxelles, le 03 Septembre 2002
PAR DELEGATION SPECIALE :

PETIT M.
Conseiller adjoint

PROCÉDÉ DE FORAGE D'UNE FORMATION SOUTERRAINE
AVEC UTILISATION D'UN TRÉPAN DE FORAGE OSCILLANT

DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne en général des procédés de forage de formations souterraines utilisant des trépan de forage rotatifs du type à lames et plus particulièrement des procédés utilisant un trépan de forage oscillant en vue d'une élimination plus efficace des débris de la formation autour du trépan de forage par l'intermédiaire du fluide de forage.

10 TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Les trépan de forage rotatifs du type à lames à dispositif de coupe fixe ont été utilisés dans le forage souterrain pendant de nombreuses décades, avec différentes tailles, formes et configurations de diamants naturels ou synthétiques utilisés sur les couronnes des trépan de forage
15 comme éléments de coupe. Les trépan de forage rotatifs du type à lames comprennent typiquement un corps de trépan comportant une queue en vue de la connexion à un train de tiges et un canal interne pour amener du fluide de forage vers la face du trépan à travers des buses ou d'autres ouvertures. Les trépan à lames peuvent être moulés et/ou usinés à partir
20 de métal, typiquement de l'acier, ou peuvent être formés à partir d'un métal en poudre (typiquement du carbure de tungstène (WC)), infiltré à températures élevées avec un matériau liant liquéfié (typiquement à base de cuivre) pour former une matrice. De tels trépan peuvent aussi être formés selon une technologie de fabrication par couches, comme décrit dans
25 le brevet US 5433280, cédé au cessionnaire de la présente invention et incorporé dans la présente description à titre de référence.

Le corps du trépan supporte typiquement plusieurs éléments de coupe montés directement sur la face du corps du trépan ou sur des éléments de support. Les éléments de coupe sont positionnés près des trajectoires de
30 fluide, permettant l'écoulement des déblais (c.à.d. des copeaux de la formation) produits au cours du forage des éléments de coupe vers les fentes à rebuts et à travers celles-ci sur la région de front de taille du trépan. Les déblais sont transférés ensuite vers l'espace annulaire du trou de forage au-dessus du trépan. Les éléments de coupe peuvent être fixés au
35 trépan par liaison préliminaire à un élément de support, par exemple un montant, un poteau ou un cylindre, inséré à son tour dans une poche, un

socle, un évidement ou une autre ouverture dans la face du trépan pour y être fixés de manière mécanique ou métallurgique.

Un type de trépan de forage englobe des éléments de coupe à diamant polycristallin compact (PDC), composés typiquement d'une table diamantée
5 (ayant normalement une forme circulaire, semi-circulaire ou en pierre tombale), présentant une face de coupe généralement plane. Une arête de coupe (parfois chanfreinée ou biseautée) est formée sur un côté de la face de coupe, encastrée au moins partiellement au cours du forage dans la formation, de sorte que la formation heurte au moins une partie de la face
10 de coupe. Lors de la rotation du trépan, la face de coupe contacte la formation, un copeau du matériau de la formation étant cisailé et remontant sur la surface de la face de coupe. Lors d'un fonctionnement approprié du trépan, le copeau est dégagé de la formation et est transporté en-dehors du trou de forage par l'intermédiaire du fluide de forage en
15 circulation. Un autre copeau commence alors à se former au voisinage de l'arête de coupe, remontant par glissement sur la face de coupe de l'élément de coupe et étant dégagé de la même manière. Cette opération, réalisée au niveau de chaque élément de coupe sur le trépan, élimine le matériau de la formation au-dessus de l'ensemble de la région de front de
20 taille du trépan, la profondeur du trou de forage étant ainsi progressivement accrue.

Dans certaines formations souterraines, les éléments de coupe PDC sont très efficaces pour couper la formation lors de la rotation du trépan à lames, l'arête de coupe de l'élément de coupe s'engageant dans la
25 formation. Dans certaines formations, présentant un comportement plastique, comme des roches de schistes profondes soumises à des pressions élevées, les roches de schiste argileux, les roches de silt, certaines roches calcaires et d'autres formations ductiles, les copeaux de la formation présentent une forte tendance à adhérer à la surface d'attaque du corps du
30 trépan et à la face de coupe de l'élément de coupe.

Lorsque les copeaux de la formation adhèrent aux éléments de coupe, aux trajectoires de fluide ou aux fentes à rebuts du trépan de forage, la masse accumulée des copeaux empêche l'écoulement du fluide de forage vers les éléments de coupe et empêche l'écoulement à travers les trajectoires
35 de fluide et les fentes à rebuts, entraînant une réduction de l'efficacité de refroidissement du fluide de forage. L'adhésion des copeaux de la formation au niveau des faces de coupe des éléments de coupe ou près de celles-ci peut en outre effectivement empêcher le glissement des copeaux

au-dessus de la face de coupe, entraînant une réduction de l'efficacité de coupe.

Lorsque ces copeaux de la formation adhèrent à la face de coupe d'un élément de coupe, ils tendent à se collecter et à s'accumuler sous forme
5 d'une masse de déblais en avant du point ou de la ligne d'engagement entre la face de coupe de l'élément de coupe PDC et la formation, et près de ceux-ci, risquant d'accroître la contrainte effective nette de la formation découpée. L'accumulation de copeaux de la formation déplace l'action de
10 coupe de l'arête de l'élément de coupe PDC et d'un point situé devant celle-ci, et change le mécanisme de défaillance et l'emplacement de l'action de coupe, de sorte que le découpage de la formation est effectivement assuré par la masse accumulée, ce qui est évidemment très émoussée. L'efficacité des éléments de coupe et donc du trépan à lames même est ainsi fortement réduite.

15 Une adhésion non voulue des déblais de la formation aux éléments de coupe PDC a pendant longtemps été reconnue comme un problème dans la technique de forage souterrain. Un certain nombre d'approches différentes ont été faites pour faciliter l'élimination des déblais de la formation de la face de coupe des éléments de coupe PDC. Le brevet US 5582258 attribué
20 à Tibbits et al., cédé au cessionnaire de la présente invention et incorporée dans la présente description à titre de référence, englobe par exemple un brise-copeaux agencé près de l'arête de coupe des éléments de coupe pour appliquer une contrainte à un copeau de la formation, par flexion et/ou torsion du copeau, accroissant ainsi la probabilité d'un
25 détachement du copeau de la face du trépan. D'autres approches pour résoudre le problème de l'élimination des copeaux de la formation ont été décrites dans le brevet US no. 4606418 attribué à Thompson, décrivant des éléments de coupe comportant une ouverture centrale, amenant le fluide de forage de l'intérieur du trépan de forage sur la face de coupe pour
30 refroidir la table diamantée et pour éliminer les déblais de la formation.

Le brevet US 4852671 attribué à Southland décrit un élément de coupe à diamant comportant un passage s'étendant de la structure de support de l'élément de coupe vers la partie extrême la plus externe de l'élément de coupe, comportant une entaille dans la zone d'engagement dans la formation
35 découpée, de sorte que le fluide de forage provenant d'un plénum sur l'intérieur du trépan peut être amené à travers la structure de support et vers l'arête de l'élément de coupe immédiatement adjacente à la formation. Le brevet US 4984642 attribué à Renard et al. décrit un élément de coupe

comportant une face de coupe à nervures ou à rainures sur la table
diamantée pour faciliter la division des copeaux de la formation, ou, dans
le cas d'une machine-outil, la division des copeaux du matériau usiné et
pour améliorer leur élimination de la face de coupe. La topographie
5 irrégulière de la face de coupe permet de mieux empêcher une agglomération
ou un colmatage du trépan de forage en réduisant la surface effective ou
la surface de contact de la face de coupe, réduisant ainsi également la
différence de pression des copeaux de la formation découpée. Le brevet US
10 5172778 attribué à Tibbits et al., cédé au cessionnaire de la présente
demande, utilise des topographies à nervures, à rainures, en marche
d'escalier, échancrées, ondulées et d'autres topographies non planes de la
surface de coupe pour permettre et faciliter l'accès du fluide contenu dans
le trou de forage vers la zone de la face de coupe de l'élément de coupe
immédiatement adjacente au point d'engagement dans la formation et au-
15 dessus de celui-ci. Une telle surface de coupe non plane permet d'égaliser
la différence de pression à travers le copeau de la formation découpée,
réduisant ainsi la force de cisaillement s'opposant au déplacement du
copeau à travers la surface de coupe.

Le brevet US 4883132 attribué à Tibbits, et cédé au cessionnaire de
20 la présente demande, décrit un trépan de forage d'une nouvelle conception
comportant de grandes cavités entre la face du trépan et les éléments de
coupe s'engageant dans la formation. Les déblais de la formation entrant
dans la zone de la cavité ne sont ainsi pas supportés et peuvent se dégager
plus facilement en vue d'une remontée le long du trou de forage. Le
25 dégagement des copeaux découpés est en outre facilité par des buses
agencées derrière les éléments de coupe (dans la direction de la rotation
du trépan), de sorte que les copeaux sont heurtés dans une direction allant
vers l'avant, se dégageant immédiatement après leur découpage de la
formation. Le brevet US 4913244 attribué à Trujillo, cédé au cessionnaire
30 de la présente invention, décrit des trépans utilisant de grands éléments
de coupe auxquels sont associés des jets dirigés de fluide de forage
émanant de buses à orientation spécifique agencées dans la face du trépan
avant les éléments de coupe. Le jet du fluide de forage est orienté de
sorte que le jet heurte un point entre la face de coupe de l'élément de
35 coupe et un copeau de la formation lors de son déplacement le long de la
face de coupe, pour détacher le copeau de l'élément de coupe et l'amener
vers la région de front de taille de trépan. Le brevet GB 2085945 attribué
à Jurgens décrit de même des buses dirigeant le fluide de forage vers les

éléments de coupe pour éliminer par rinçage les déblais produits par les éléments de coupe.

Le brevet US 5447208 attribué à Lund et al., cédé au cessionnaire de la présente invention, décrit un élément de coupe superdur comportant une
5 face de coupe polie, à frottement réduit, pratiquement plane, destinée à réduire l'adhésion des copeaux à travers la face de coupe. Le brevet US 5115873 attribué à Pastusek, cédé au cessionnaire de la présente demande, décrit un procédé encore différent, dans lequel les déblais de la formation peuvent être éliminés d'un élément de coupe par l'intermédiaire d'une
10 structure adjacente à la face de l'élément de coupe et/ou incorporée dans celle-ci, pour diriger le fluide de forage vers la face de l'élément de coupe et derrière le copeau de la formation lors de son détachement de la formation.

La technique antérieure a aussi décrit des systèmes de forage
15 utilisant une énergie sonore cycloïdale comme procédé de forage, assurant une action de coupe hautement efficace sur les parois inférieures et en particulier sur les parois latérales adjacentes à la partie inférieure du puits de forage par l'intermédiaire de l'action de forage cycloïdale. De tels systèmes de forage vibratoires utilisent typiquement des oscillateurs
20 de masse rotatifs pour produire l'énergie vibratoire. De tels oscillateurs de masse rotatifs utilisent des rouleaux rotatifs entraînés en rotation autour de la paroi de roulement interne d'un boîtier, comme décrit dans le brevet US 4815328 attribué à Bodine, ou un rotor non équilibré, dont la sortie est couplée à un trépan de forage, comme décrit dans le brevet US
25 4261425 attribué à Bodine. Le brevet US 5562169 attribué à Barrow décrit un trépan de forage à entraînement sonore, utilisant un oscillateur destiné à transmettre des ondes de pression sinusoïdales à travers le tube de forage.

Aucune des approches ci-dessus concernant la conception de l'élément
30 de coupe et du trépan n'a réussi complètement à faciliter l'élimination des copeaux de la face de l'élément de coupe. Les hommes de métier comprendront en outre que de nombreuses approches ci-dessus exigent une modification importante des éléments de coupe mêmes, de la structure supportant les éléments de coupe sur la face du trépan et/ou du trépan même. De nombreuses
35 approches ci-dessus destinées à résoudre le problème exigent ainsi des dépenses considérables, accroissant largement le prix du trépan de forage. Par suite de l'emplacement requis de l'élément de coupe sur certains styles et certaines tailles de trépan, de nombreux agencements hydrauliques

d'élimination des copeaux ne se prêtent en outre pas à une application générale. Les trépan utilisant des systèmes de forage vibratoires ne permettent en outre pas de résoudre le problème de l'élimination des copeaux. Il serait donc très indiqué de fournir à l'industrie une solution
5 au problème de la dégradation du mécanisme de coupe entraîné par l'adhésion de copeaux, cette solution devant pouvoir être appliquée de manière économique dans un quelconque trépan de forage, indépendamment de sa taille ou de son style, et indépendamment du type de la formation pouvant être rencontrée par le trépan de forage.

10 DESCRIPTION DE L'INVENTION

La présente invention fournit un dispositif de forage pour exécuter un procédé de forage dans lequel des copeaux de la formation sont produits avec des épaisseurs variables pour faciliter le fractionnement des copeaux de la formation, empêchant ainsi l'accumulation des copeaux de la formation
15 près du corps du trépan et facilitant l'élimination des copeaux de la formation de la face du trépan. Des copeaux de la formation ayant des épaisseurs différentes sont produits en modifiant sélectivement le degré de contact entre les éléments de coupe du trépan et la formation et le degré de découpage de celle-ci. Une modification sélective du degré de
20 contact entre les éléments de coupe et la formation est assurée dans la présente invention en modifiant pour l'essentiel le mouvement axial et/ou de rotation/de torsion du trépan de forage, et de parties du trépan de forage ou des éléments de coupe fixés au trépan de forage.

La présente invention fournit un dispositif de forage d'une formation
25 souterraine, utilisant, uniquement à titre d'exemple, un trépan de forage à lames du type rotatif comprenant un corps de trépan comportant plusieurs lames à extension longitudinale, les lames adjacentes définissant des trajectoires de fluide, des fentes à rebuts à communication étant agencées entre elles. Plusieurs éléments de coupe sont fixés aux lames, chaque
30 élément de coupe englobant une face de coupe orientée vers une trajectoire de fluide. Lors de la rotation du trépan de forage dans une formation souterraine, les copeaux de la formation coupés par les éléments de coupe glissent à travers les éléments de coupe, dans les trajectoires de fluide et à travers les fentes à rebuts. Les copeaux de la formation sont ensuite
35 transférés par rinçage dans l'espace annulaire du trou de forage.

Selon les procédés de forage de la présente invention, le déplacement du train de tiges, du corps du trépan ou des éléments de coupe est modifié

d'une manière introduisant des points de faiblesse dans les copeaux de la formation lors de leur découpage de la formation. Des épaisseurs variables sont ainsi introduites dans chaque copeau de la formation lors de son découpage, facilitant ainsi un dégagement préférentiel du copeau. Dans une
5 forme de réalisation, le trépan est structuré de sorte à être soumis à une oscillation de torsion lors de sa rotation pour produire des sections relativement plus épaisses et plus fines alternées du copeau, de sorte que chaque partie plus épaisse du copeau se dégage plus facilement du reste du copeau le long des parties moins épaisses du copeau par suite de la force
10 du fluide de forage contactant le copeau. Les copeaux de la formation cassés peuvent être éliminés du corps du trépan et du trou de forage. L'oscillation peut être assurée par exemple en faisant vibrer une réduction de tiges proche du trépan ou la queue du trépan, par exemple par l'intermédiaire de masses rotatives non équilibrées ou d'un moteur
15 oscillant comportant un rotor non équilibré. De telles oscillations de torsion peuvent en outre être produites au niveau de la surface par l'intermédiaire d'un accouplement à glissement dans une réduction de tiges proche du trépan, au niveau de l'entraînement supérieur ou associé à la table rotative. Un frein à pulsations de la paroi du trou, s'engageant de
20 manière cyclique dans la paroi du trou de forage et se dégageant de celle-ci, ou une réduction de tiges proche du trépan comportant un dispositif de transmission rotatif, s'engageant de manière cyclique dans le trépan de forage et se dégageant de celui-ci, peut aussi faire osciller la vitesse de rotation du trépan de forage rotatif. Dans les formations plus dures,
25 un jet de cavitation créant un écoulement turbulent irrégulier du fluide de forage autour du trépan, la direction d'écoulement oscillant, peut entraîner une vibration et par suite une oscillation en rotation du trépan par rapport au trou du puits. Un trépan de forage comportant des éléments de coupe à oscillation individuelle, l'oscillation étant entraînée par un
30 accroissement et une réduction de la pression du fluide de forage appliquée aux éléments de coupe, peut être utilisé pour assurer l'oscillation de torsion voulue.

Dans une autre forme de réalisation de l'invention, le trépan est soumis à des oscillations verticales par rapport à l'axe longitudinal du
35 trépan, de sorte que la charge appliquée au trépan est accrue et réduite de manière cyclique pour exécuter alternativement des coupes plus profondes et relativement moins profondes dans la formation, variant ainsi l'épaisseur des copeaux de la formation produits par les éléments de coupe.

De telles oscillations verticales peuvent être assurées en variant le poids appliqué sur le trépan (WOB) au niveau de l'entraînement supérieur. Les oscillations verticales peuvent en outre être assurées par l'intermédiaire d'une pulsation du fluide pour créer de manière cyclique et alternée des pressions hydrostatiques plus élevées et plus basses dans le trépan, pour entraîner des degrés variables du contact avec la formation. Ceci peut être réalisé par l'intermédiaire d'un assemblage de soupape et de jet de fluide sur une réduction de tiges proche du trépan pour faire "pulser" le trépan de forage verticalement ou angulairement, ou par l'intermédiaire d'un assemblage du type à soupape et piston dans le trépan de forage ou au-dessus de celui-ci, pour varier de manière cyclique la profondeur de coupe (DOC) du trépan de forage dans la formation. Un trépan de forage fixé de manière élastique au train de tiges, par exemple une réduction de tiges de trépan chargée par ressort ou une réduction de tiges de trépan du type piston, pouvant faire osciller le trépan verticalement par rapport à son axe longitudinal, peut en outre faire varier de manière cyclique la profondeur de coupe du trépan dans le fond du trou de forage pour produire des déblais de la formation ayant des épaisseurs différentes. Une oscillation verticale des éléments de coupe peut aussi être assurée par une structuration d'un trépan comportant des lames ajustables.

Dans une forme de réalisation encore différente de l'invention, une oscillation verticale et de torsion peut être imposée au trépan de forage par combinaison de dispositifs produisant des oscillations verticales avec des dispositifs produisant des oscillations de torsion. Une oscillation du trépan de forage ni complètement de torsion ni complètement verticale, mais formant un certain angle par rapport à l'axe longitudinal du trépan de forage, peut aussi être produite en combinant des dispositifs décrits ou en actionnant un seul dispositif, par exemple un dispositif de pulsation de fluide, à un angle par rapport à l'axe longitudinal du trépan de forage.

30 BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

Dans les dessins, illustrant ce qui est considéré actuellement comme le meilleur mode d'exécution de l'invention:

la figure 1 est une vue en élévation d'un trépan de forage du type rotatif selon la présente invention;

35 la figure 2 est une vue partielle en coupe d'un copeau de la formation découpé par un élément de coupe sur un trépan de forage appliquant un procédé de forage selon la technique antérieure;

la figure 3 est une vue partielle en coupe d'un copeau de la formation découpé par un élément de coupe sur un trépan de forage appliquant une première forme de réalisation d'un procédé de forage selon la présente invention;

5 la figure 4 est une vue partielle en coupe d'un copeau de la formation découpé par un élément de coupe sur un trépan de forage appliquant une deuxième forme de réalisation d'un procédé de forage selon la présente invention;

la figure 5 est une vue en élévation d'un dispositif de forage
10 exemplaire comportant un mécanisme à moteur pour entraîner un déplacement vertical du train de tiges pour produire un copeau de formation modifié selon la présente invention;

la figure 6 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une
15 deuxième forme de réalisation d'un trépan de forage du type rotatif selon la présente invention;

la figure 7 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une
troisième forme de réalisation d'un trépan de forage du type rotatif selon la présente invention;

la figure 8 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une
20 quatrième forme de réalisation d'un trépan de forage du type rotatif selon la présente invention;

la figure 9 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une
cinquième forme de réalisation d'un trépan de forage du type rotatif selon la présente invention;

25 la figure 10 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une sixième forme de réalisation de la présente invention, structurée de sorte à entraîner une oscillation verticale du trépan de forage;

la figure 11 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une
30 septième forme de réalisation de la présente invention, structurée de sorte à entraîner le déplacement des éléments de coupe par rapport au trépan de forage;

la figure 12 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une
huitième forme de réalisation de la présente invention, structurée de sorte à entraîner une oscillation de torsion du trépan de forage;

35 la figure 13 est une vue partielle en coupe d'une lame d'un trépan de forage, illustrant une neuvième forme de réalisation de la présente

invention structurée de sorte à entraîner le déplacement des éléments de coupe;

la figure 14 est une vue partielle en coupe longitudinale d'une moitié d'un trépan de forage, illustrant une dixième forme de réalisation de la présente invention, structurée également de sorte à entraîner le déplacement des éléments de coupe; et

la figure 15 est une vue en élévation et en coupe partielle d'une onzième forme de réalisation de la présente invention, structurée aussi de sorte à entraîner le déplacement des éléments de coupe.

10 MEILLEUR(S) MODE(S) D'EXÉCUTION DE L'INVENTION

Un trépan de forage du type rotatif typique 10, comme représenté dans la figure 1, comprend un corps de trépan 12, fixé au niveau de l'extrémité proximale 16 correspondante à un élément de réduction de tiges proche du trépan 14 et une couronne de trépan 18 agencée au niveau de l'extrémité distale 20 du trépan de forage 10. La couronne du trépan 18 englobe plusieurs lames à extension longitudinale 22 avec une trajectoire de fluide 23 positionnée entre chaque paire de lames adjacentes 22. Chaque trajectoire de fluide 23 comporte une fente à rebuts communicante 24 positionnée également entre les lames adjacentes 22. Le long de chaque lame 22, près de l'extrémité distale 20 du trépan 10, plusieurs éléments de coupe 25 sont fixés à l'arête avant 27 de chaque lame 22 et orientés de sorte à découper la formation souterraine lors de la rotation du trépan 10. Chaque trajectoire de fluide 23 est définie spécifiquement par une première paroi latérale 26, une deuxième paroi latérale 28 et un fond 30. La première paroi latérale 26 établit une surface adjacente à la face de coupe 29 de chaque élément de coupe 25.

Dans le forage conventionnel, les copeaux de la formation étant découpés par les éléments de coupe 25, les copeaux glissent au-dessus de la face de coupe 29 de chaque élément de coupe 25, à travers la paroi latérale 26 adjacente aux éléments de coupe 25 et dans la trajectoire de fluide correspondante 23. Dans les conditions idéales, le fluide de forage dirigé à travers la trajectoire de fluide 23 élimine les copeaux des éléments de coupe 25 et établit des faces de coupe pratiquement propres 29 au cours du forage. Dans certaines situations, par exemple lors du forage de formations présentant des caractéristiques plastiques, les copeaux de la formation tendent à coller ou à adhérer à la face de coupe 29 des éléments de coupe 25 et à la paroi latérale adjacente 26 de la trajectoire

de fluide 23. Le fluide de forage traversant la trajectoire de fluide 23 ne peut ainsi pas soulever de manière appropriée les copeaux de la formation de la paroi latérale 26 pour les éliminer par rinçage du trépan 10.

5 Comme illustré dans la figure 2, un procédé de forage typique dans une formation souterraine 40 applique une rotation du trépan 10 et un poids sur le trépan (WOB) pour entraîner l'élément de coupe 25 dans la formation 40. La rotation du trépan de forage 10 est typiquement poursuivie, pratiquement à la même vitesse, pendant le forage de la formation 40. Dans
10 de nombreuses formations plastiques, par exemple dans les roches de schiste soumises à une pression élevée ou profondes, les roches de schiste argileux, les roches de silt, certaines roches calcaires et d'autres formations ductiles, un copeau de la formation 42 découpé par l'élément de coupe 25 peut effectivement être un copeau allongé, pratiquement souple 42,
15 s'écoulant effectivement au-dessus de la face de coupe 29 et adhérent à la paroi latérale 26 de la trajectoire de fluide 23. Lorsque la formation 40 est découpée, les copeaux souples 42 découpés par l'élément de coupe 25 peuvent s'accumuler dans la trajectoire de fluide 23 et éventuellement au-dessus de la face de coupe 29 de l'élément de coupe 25, s'agglutinant
20 effectivement sur le trépan de forage 10 et empêchant le forage efficace dans la formation 40.

Pour surmonter de tels problèmes, décrits dans les procédés de forage conventionnels, le trépan de forage 10 et donc les éléments de coupe 25 sont selon la présente invention soumis à des oscillations pour produire
25 un copeau de formation 50 comportant des parties relativement épaisses 52 et des parties relativement fines 54, comme illustré dans la figure 3. Dans un premier procédé de forage selon la présente invention, illustré dans la figure 3, le trépan de forage 10 et les éléments de coupe 25 sont soumis à des oscillations par rotation et/ou torsion pour produire un copeau de
30 formation comportant des parties épaisses 52 et des parties fines 54. Lorsque la partie fine 54 s'étend au-dessus de la face de coupe 29 de l'élément de coupe, la partie épaisse 52 n'est pratiquement pas supportée, de sorte que le fluide de forage contactant la partie épaisse avant 52 peut la détacher de la partie épaisse suivante 52 le long de la partie fine
35 d'interconnexion 54. Le copeau 50 est ainsi cassé en des sections plus petites avant de pouvoir adhérer à la surface latérale 26 de la trajectoire de fluide 23 ou sur la face de coupe 29 et s'accumuler sur celles-ci. La figure 3 illustre un copeau de formation 50 comportant une partie épaisse

52 ayant une longueur longitudinale notable par rapport à la taille de la face de coupe 29 de l'élément de coupe 25. L'accroissement de la fréquence des oscillations entraîne en particulier le découpage de la formation 40 d'une manière pulvérisant les copeaux de la formation, de sorte qu'ils peuvent être éliminés par le fluide de forage.

Dans certaines opérations de forage, on rencontre plusieurs types différents de formations, allant de formations relativement dures à des formations relativement souples. La vitesse de pénétration du trépan dans la formation peut typiquement être inférieure lors de la traversée de formations dures et plus rapide lors de la traversée de formations plus souples. Si l'on connaît la souplesse de la formation 40 à un quelconque moment donné, les différentes parties épaisses 52 et les parties fines 54 du copeau de la formation 50 peuvent pour l'essentiel être déterminées d'avance pour un WOB et une vitesse de rotation donnés. Lorsque l'on rencontre une formation 40, dans laquelle l'agglutination du trépan pose un problème (c.à.d. l'adhésion de copeaux de la formation 50 aux éléments de coupe 25 et au corps du trépan 12), on peut faire osciller le trépan sélectivement pour produire un profil voulu du copeau de la formation 50, et lorsque le trépan 10 atteint une formation plus dure, la fréquence des oscillations peut être réduite ou éliminée en fonction des besoins. La fréquence des oscillations peut ainsi être ajustée pour optimiser la production des copeaux pour chaque type différent de formation.

La figure 4 illustre un deuxième procédé selon la présente invention. Dans ce procédé, un copeau de formation 50 comportant des parties relativement épaisses 52 et des parties relativement fines 54 est produit par l'élément de coupe 25 dans des conditions dans lesquelles la force normale ou le WOB entraînant le trépan 10 axialement dans la formation, est variée de manière cyclique. L'élément de coupe 25 se déplace ainsi verticalement ou longitudinalement par rapport à la formation 40, de manière cyclique, coupant une profondeur D1 pour produire les parties épaisses 52 du copeau de la formation 50 et à une profondeur D2 pour produire les parties fines 54 du copeau de la formation 50. De manière similaire à celle illustrée dans la figure 3, les parties épaisses 52 seront détachées du reste du copeau de la formation 50 de manière relativement facile et seront cassées de manière séquentielle le long des parties fines intermédiaires 54.

Dans la présente invention, le mouvement d'oscillation des éléments de coupe, du trépan de forage ou du train de tiges destiné à établir le

profil voulu des copeaux de la formation (c.à.d. des parties épaisses et fines alternées) peut être assuré selon différents procédés. La figure 5, illustrant schématiquement un assemblage de forage d'une formation, montre un train de tiges 60 positionné dans un trou de forage 62 comme lors d'une opération de forage. Au niveau de l'extrémité inférieure terminale du train de tiges 60 est agencé un trépan de forage 10 positionné de sorte à découper la formation. Le train de tiges 60 est connecté en service à une unité d'entraînement rotative 64 conférant un mouvement de rotation au train de tiges 60 et donc au trépan de forage 10. L'oscillation axiale du trépan de forage 10 pour produire des copeaux de la formation 50 comme représentés dans la figure 4, peut être assurée en imposant une oscillation ou un mouvement axial au train de tiges 60. Une telle oscillation axiale peut être entraînée par exemple en fixant l'unité d'entraînement rotative 64 à un support 66 par l'intermédiaire d'un mécanisme élastique 68 (par exemple des ressorts), permettant une oscillation cyclique du train de tiges 60 dans une direction verticale 70. L'oscillation verticale imposée au train de tiges 60 est transférée au trépan de forage 10, entraînant le trépan de forage 10 et donc les éléments de coupe à contacter la formation à des profondeurs différentes pour produire un copeau de la formation 50 comme représenté dans la figure 4. L'oscillation du train de tiges 60 peut aussi être assurée d'une manière similaire en variant de manière cyclique le WOB appliqué au train de tiges au-dessus du niveau du sol.

L'oscillation verticale, nécessaire pour produire les copeaux de la formation 50 représentés dans la figure 4, peut aussi être assurée en imposant une oscillation au trépan de forage 10. Un certain nombre de mécanismes peut être utilisé pour assurer l'oscillation du trépan de forage 10, un échantillonnage représentatif correspondant étant illustré dans les figures 6 à 10. Dans l'assemblage illustré dans la figure 6, le trépan de forage 10 est par exemple fixé à une réduction de tiges proche du trépan 76 recevant un mécanisme à ressort 78 pour entraîner un mouvement d'oscillation du trépan de forage 10 dans la direction de la flèche 70. Le trépan de forage 10 est fixé à la réduction de tiges proche du trépan 76 par une structure conventionnelle, par exemple par fixation du boulon fileté 80 du trépan de forage 10 dans une boîte filetée correspondante 82 s'étendant à partir de la réduction de tiges proche du trépan 76.

Le mécanisme de ressort 78 peut comprendre une tige 83 agencée par glissement à travers une ouverture 84 formée dans le fond d'un boîtier de retenue 86 de la réduction de tiges proche du trépan 76. Le boîtier de

retenue 86 est fixé à son tour à un boîtier supérieur 88 de la réduction de tiges proche du trépan 76. Le boîtier de retenue 86 et le boîtier supérieur 88 peuvent être reliés par exemple au niveau du joint 89 par soudage, d'autres formes de fixation pouvant toutefois aussi être
5 utilisées. Le boîtier de retenue 86 comporte de préférence au moins une rainure de clavette 90 s'étendant autour de l'ouverture 84 du boîtier de retenue 86, dans laquelle peut être agencée une clavette 92 s'étendant à partir de la tige 83. Le positionnement de la clavette 92 dans la rainure de clavette 90 empêche la rotation de la tige 83 par rapport au boîtier de
10 retenue 86 au cours des opérations de forage normales. La suppression de la rainure de clavette 90 peut toutefois établir un accouplement à glissement entre un élément supérieur 94 du mécanisme à ressort 78 et la tige 83, entraînant ainsi un mouvement de torsion du trépan de forage 10.

L'élément supérieur 94 est dimensionné de sorte à être retenu à
15 l'intérieur du boîtier de retenue 86, fixé au boîtier supérieur 88 de la réduction de tiges proche du trépan 76. Comme illustré, l'élément supérieur 94 du mécanisme à ressort 78 peut être formé séparément et fixé au boîtier supérieur 88, par exemple par une soudure au niveau d'une interface de contact 96 entre l'élément supérieur 94 et le boîtier supérieur 88. Il est
20 toutefois possible d'utiliser aussi d'autres moyens de fixation appropriés. Le boîtier supérieur 88 et l'élément supérieur 94 peuvent être formés d'une seule pièce. L'élément supérieur 94 comporte un canal de fluide à agencement central 100 communicant avec un canal de fluide 102 de la réduction de tiges proche du trépan 76. La tige 83 comporte aussi un canal
25 de fluide 104, en communication de fluide avec le canal de fluide 100 de l'élément supérieur 94 pour amener du fluide de forage au trépan de forage 10. L'élément supérieur 94 comporte un collier 106 agencé par glissement dans le canal de fluide 104 de la tige 83 pour empêcher l'entrée du fluide dans le mécanisme à ressort 78. Une structure autre qu'un collier 106 peut
30 aussi être utilisée pour établir un joint élastique entre l'élément supérieur 94 et la tige 83.

L'élément supérieur 94 comporte une bride 108, dimensionnée de sorte à être reçue par serrage dans le boîtier de retenue 86. La bride 108 est structurée de sorte à retenir un joint torique d'étanchéité 109 autour de
35 la circonférence correspondante pour établir un joint entre l'élément supérieur 94 et le boîtier de retenue 86. La tige 83 comporte de même une bride 110 reçue de manière serrée toute en pouvant glisser dans le boîtier de retenue 86 et positionnée de sorte à contacter un épaulement interne 112

du boîtier de retenue 86. La bride 110 est également structurée de sorte à retenir un joint torique d'étanchéité 111 autour de la circonférence correspondante pour établir un joint entre la tige 83 et le boîtier de retenue 86. Un espace annulaire 114 est formé entre la bride 108 de l'élément supérieur 94 et la bride 110 de la tige 83, un ressort 116 étant positionné autour de l'élément supérieur 94 et de la tige 83 dans l'espace annulaire 114. Le ressort 116 présente un degré de rigidité élevé retenant en cas d'absence de forage l'élément supérieur 94 en un point espacé de la tige 83, établissant ainsi un espace 118 entre eux. D'autres éléments élastiques, par exemple une plaquette en caoutchouc agencée dans l'espace 118 formé entre l'élément supérieur 94 et la tige 83, peuvent aussi être utilisés pour retenir de manière élastique l'élément supérieur 94 dans une position espacée de la tige 83.

En service, la tige 83 est retenue à distance de l'élément supérieur 94 par la rigidité du ressort 116. Lors d'un accroissement cyclique du WOB appliqué au train de tiges ou à la réduction de tiges proche du trépan 76, le ressort 116 est toutefois légèrement comprimé, permettant ainsi le déplacement par glissement de la tige 83 en direction de l'élément supérieur 94, l'espace 118 intermédiaire étant réduit. Il est ainsi possible d'entraîner une oscillation dans une direction axiale 70 du trépan de forage 10. Par suite des vibrations inhérentes du trépan de forage 10 au cours du forage, les forces associées facilitent l'oscillation du trépan de forage 10. Le trépan de forage 10 peut ainsi osciller axialement par rapport au boîtier supérieur 88, et donc par rapport au train de tiges, entraînant la production d'un copeau de la formation 50 comportant des parties relativement épaisses 52 et des parties relativement fines 54, comme illustré dans la figure 4. Un manchon élastique 120 agencé autour de la tige 83 et de la goupille 80 du train de tiges 10 permet le déplacement axial du trépan de forage 10 sans que les débris ne puissent contacter la tige 83.

Dans une deuxième forme de réalisation du trépan de forage 10 structuré de sorte à osciller axialement, illustrée dans la figure 7, le trépan de forage 10 peut être fixé à une réduction de tiges proche du trépan 76, configurée de sorte à recevoir un autre type de mécanisme à ressort 124. La réduction de tiges proche du trépan 76 peut comporter un boîtier de retenue 126 dimensionné de sorte à recevoir le mécanisme à ressort 124. Le boîtier de retenue 126 est fixé à un boîtier supérieur 127 de la réduction de tiges proche du trépan 76. Le mécanisme à ressort 124

de cette forme de réalisation comprend un corps 128 agencé dans le boîtier de retenue 126 et une tige 130 s'étendant à partir du corps 128 à travers une ouverture centrale 132 du boîtier de retenue 126, à travers laquelle la tige 130 est reçue par glissement. Le boîtier de retenue 126 peut
5 comporter au moins une rainure de clavette 131, dimensionnée de sorte à recevoir une clavette correspondante 133 formée sur la tige 130 du mécanisme à ressort 124. La clavette 133 peut glisser verticalement dans la rainure de clavette 131 pour permettre au mécanisme à ressort 124 d'imposer une oscillation axiale au trépan de forage 10, mais empêche la
10 rotation du trépan de forage 10 par rapport à la réduction de tiges proche du trépan 76 au cours des opérations de forage.

Le corps 128 du mécanisme à ressort 124 comporte une bride 134 dimensionnée de sorte à être ajustée par serrage sur la circonférence dans le boîtier de retenue 126. La bride 134 est structurée de sorte à recevoir
15 un joint torique d'étanchéité 136 établissant un joint entre le boîtier de retenue 126 et la bride 134 du mécanisme à ressort 124. Le corps 128 comporte aussi une partie adjacente à la bride 134, ayant une surface de périmètre externe 135 avec une dimension circonférentielle inférieure à la dimension circonférentielle de la bride 134, établissant ainsi un espace
20 annulaire 138 autour du corps 128. Un ressort rigide 140 est agencé dans l'espace annulaire 138 et autour du corps 128 du mécanisme à ressort 124.

Le corps 128 et la tige 130 du mécanisme à ressort 14 comportent un canal de fluide 142 recevant le fluide de forage s'écoulant d'un canal de fluide 144 de la réduction de tiges proche du trépan 76 et amenant le
25 fluide de forage au trépan de forage 10. Le corps 128 est également dimensionné de sorte à établir un espace 146 entre la surface inférieure 147 du boîtier supérieur 127 de la réduction de tiges proche du trépan 76 et la surface supérieure 148 du corps 128. Le corps 128 est également dimensionné de sorte que lors de l'absence d'un forage, le ressort rigide
30 140 retient le corps 128 du mécanisme à ressort 124 dans une position espacée de l'épaulement interne 149 du boîtier de retenue 126. Au cours des opérations de forage, le fluide de forage s'écoulant à travers le canal de fluide 144 de la réduction de tiges proche du trépan 76 remplit l'espace 146 et s'écoule à travers le canal de fluide 142 du mécanisme à ressort
35 124. Une certaine pression hydrostatique est certes entraînée par l'écoulement du fluide de forage, mais le ressort 140 est normalement suffisamment rigide pour retenir le corps 128 à une distance d'espacement de l'épaulement interne 149 du boîtier de retenue 126. Une oscillation

verticale du trépan de forage 10 peut toutefois être entraînée par un accroissement et une réduction sélectifs et alternés de l'écoulement du fluide de forage à travers le canal de fluide 144, pour entraîner ainsi une action de pulsation, ou une oscillation axiale dans le trépan de forage 10.

5 Un manchon élastique 145 peut être agencé autour de la tige 130 du mécanisme à ressort 124 pour empêcher que le fluide et les débris ne contactent la tige 130.

Dans une troisième forme de réalisation illustrée dans la figure 8, la pression hydrostatique établie par l'écoulement du fluide de forage à travers la réduction de tiges proche du trépan 76 sert à entraîner une oscillation axiale du trépan de forage 10 par l'intermédiaire d'un mécanisme de détente de la pression 150. Le mécanisme de détente de la pression 150 est logé dans la réduction de tiges proche du trépan 76 et comprend une partie de tige 152, reçue par glissement dans une ouverture 154 formée dans le fond d'un boîtier de retenue 156 de la réduction de tiges proche du trépan 76. Le boîtier de retenue 156 est fixé à un boîtier supérieur 158 de la réduction de tiges 76. Le boîtier de retenue 156 comporte au moins une rainure de clavette 160, s'étendant radialement vers l'extérieur de l'ouverture 154 et dimensionnée de sorte à recevoir par glissement une clavette 162 formée dans la partie de tige 152. La clavette 162 peut se déplacer verticalement dans la rainure de clavette 160 lors de l'oscillation de la partie de tige 152, mais la clavette 162 et la rainure de clavette 160 empêchent une rotation de la partie de tige 152 par rapport à la réduction de tiges proche du trépan 76. Un manchon élastique 163 peut être positionné autour de la partie de tige 152 pour écarter le fluide et les débris de l'ouverture 154 du boîtier de retenue 156.

Le mécanisme de détente de pression 150 englobe un élément de soupape 164 fixé à la partie de tige 152. L'élément de soupape 164 englobe une partie en forme de piston 166, dont la dimension circonférentielle permet l'ajustement serré et par glissement de l'élément de soupape 164 dans le boîtier de retenue 156 de la réduction de tiges proche du trépan 76. L'élément de soupape 164 comporte aussi un étranglement creux vertical 168, aligné axialement avec le canal de fluide 170 du boîtier supérieur 158 de la réduction de tiges proche du trépan 76, et est agencé de sorte à pouvoir être reçu par glissement dans le canal de fluide 170. L'étranglement creux 168 a une dimension circonférentielle établissant un espace annulaire 172 entre l'étranglement creux 168 et le canal de fluide 170 pour permettre l'écoulement du fluide de forage. L'étranglement creux 168 définit un canal

de fluide 174 positionné de sorte à recevoir le fluide de forage du canal de fluide 170 du boîtier supérieur 158 de la réduction de tiges proche du trépan 76 et est en communication de fluide avec un canal de fluide 176 formé dans la partie en forme de piston 166 et un canal de fluide 178 formé à travers la partie de tige 152. Le fluide de forage peut ainsi se déplacer à travers la série de canaux de fluide 170, 174, 176, 178 à alignement axial pour amener le fluide au trépan de forage 10 et peut se déplacer à travers l'espace annulaire 172 formé autour de l'étranglement creux 168 pour remplir une chambre 180 définie par le boîtier de retenue 156, le boîtier supérieur 158 et l'élément de soupape 164.

En service, lors de l'écoulement du fluide de forage à travers le train de tiges et à travers la réduction de tiges proche du trépan 76, une partie accrue du fluide de forage se déplace à travers l'étranglement creux 168 en direction du trépan de forage 10, une quantité réduite du fluide de forage s'écoulant à travers l'espace annulaire 172 pour remplir la chambre 180 de fluide de forage. Lorsque la chambre est remplie, la pression dans la chambre 180 étant accrue, l'élément de soupape 1264 est entraîné vers le bas, la partie de tige 152 étant ainsi également entraînée vers le bas. Au moins une ouverture 182 formée dans le boîtier de retenue 156 établit une ouverture à travers laquelle le fluide de forage peut s'échapper lorsque l'élément de soupape 164 est entraîné vers le bas sur une distance suffisante pour permettre le dégagement de l'ouverture 182 par la partie en forme de piston 166 de l'élément de soupape 164. Lors de l'accumulation d'une pression suffisante dans la chambre, l'élément de soupape 164 est ainsi déplacé vers le bas sur une distance suffisante pour permettre l'échappement du fluide de forage de la chambre 180 et la détente de la pression, entraînant le déplacement de l'élément de soupape 164 axialement vers le haut jusqu'à l'établissement d'une pression suffisante dans la chambre 180 pour permettre le dégagement du fluide de forage de la chambre 180. Une accumulation et une détente suffisantes de la pression sont établies pour entraîner l'oscillation du trépan de forage 10 pour assurer le découpage de la formation, comme représenté dans la figure 4.

Dans une quatrième forme de réalisation illustrée dans la figure 9, l'oscillation axiale du trépan de forage 10 est entraînée par l'intermédiaire d'un mécanisme d'oscillation 186 utilisant la pression du fluide de forage s'écoulant à travers le train de tiges pour entraîner une vibration et une oscillation du trépan de forage 10 dans la direction de la flèche 70. Le mécanisme d'oscillation 186 peut être un quelconque

dispositif approprié, pouvant entraîner une oscillation du trépan de forage 10 par rapport au train de tiges, ou, comme représenté, par rapport à une réduction de tiges proche du trépan 76. Un tel dispositif peut par exemple être constitué par une soupape oscillante 188 agencée dans le canal de fluide 190 d'une tige 192, positionnée par glissement dans l'ouverture 194 d'un boîtier de retenue 196 d'une réduction de tiges proche du trépan 76. La tige 192 est fixée au trépan de forage 10 par un quelconque dispositif conventionnel, par exemple une fixation filetée de la goupille 80 du trépan de forage 10 à une boîte à filetage correspondant 197 de la tige 192.

10 La tige 192 peut se déplacer par glissement à travers une ouverture 194 dans le boîtier de retenue 196, la limite supérieure du déplacement de la tige 192 étant toutefois définie par un élément d'arrêt 200 logé dans le boîtier de retenue 196. L'élément d'arrêt 200 peut de préférence être conçu de sorte à être ajusté par serrage dans le boîtier de retenue 196, 15 pour assurer un joint étanche au fluide entre l'élément d'arrêt 200 et le boîtier de retenue 196, à l'exception d'un canal de fluide 202 formé dans le centre de l'élément d'arrêt 200 aligné axialement avec le canal de fluide 190 de la tige 192. Le déplacement vertical de la tige 192 est aussi limité par le déplacement d'une clavette 204 de la tige 192 dans une 20 rainure de clavette correspondante 206 formée dans le boîtier de retenue 196, dans une position radiale autour de l'ouverture 194. Au moins une rainure de clavette de ce type 206 peut être agencée dans le boîtier de retenue 196. La clavette 204 limite non seulement le déplacement axial de la tige 192 en contactant la surface inférieure 208 de l'élément d'arrêt 25 200, mais empêche aussi la rotation de la tige 192 au cours du forage.

En service, le fluide de forage s'écoulant à travers le train de tiges (non représenté) rentre dans un canal de fluide 210 formé dans le boîtier supérieur 212 de la réduction de tiges proche du trépan 76 et remplit une chambre 214 définie par le boîtier supérieur 212, le boîtier de retenue 196 et l'élément d'arrêt 200. Le poids appliqué sur le trépan de forage 10 par le train de tiges, ou WOB, entraîne un contact entre la tige 192 et l'élément d'arrêt 200. Lors de la poursuite de l'écoulement du fluide de forage à travers le canal de fluide 202 de l'élément d'arrêt 200 et dans le canal de fluide 190 de la tige 192, la pression de fluide écarte 30 la tige 192 de l'élément d'arrêt 200, établissant ainsi un espace 216 entre l'élément d'arrêt 200 et la tige 192. Le fluide remplit l'espace 216 et exerce une pression suffisante pour établir un effet d'amortissement entre l'élément d'arrêt 200 et la tige 192. Le fluide de forage s'écoulant à

travers le mécanisme d'oscillation 186, représenté ici sous forme d'une soupape oscillante 188, entraîne la vibration ou l'oscillation de la tige 192 dans la direction de la flèche 70. La tige 192 oscille suffisamment pour contacter la formation de la manière représentée dans la figure 4 en vue de produire des déblais de la formation 50 du type représenté dans la figure 4. Un manchon élastique 218 peut de nouveau être agencé autour de la tige 192 pour écarter les débris et le fluide de l'ouverture 194 du boîtier de retenue 196 pour empêcher son colmatage.

Dans une cinquième forme de réalisation de l'invention, illustrée dans la figure 10, il est possible d'entraîner une oscillation verticale du trépan de forage 10 par l'intermédiaire d'au moins un mécanisme de vibration 220, recevant des signaux électriques d'au dessus du sol. Un procédé possible pour entraîner les vibrations du trépan de forage 10 est représenté dans la figure 10, dans lequel un ou plusieurs pistons vibratoires à entraînement électrique 222 sont logés dans une réduction de tiges proche du trépan 76. Le trépan de forage 10 est connecté à un cylindre de retenue 244 de la réduction de tiges proche du trépan 76 par un quelconque dispositif approprié, par exemple une fixation filetée de la goupille 80 du trépan de forage 10 à une boîte à filetage correspondant 226 du cylindre de retenue 244. Le cylindre de retenue 224 comporte un canal de fluide à agencement central 232 amenant du fluide de forage au trépan de forage 10. Le cylindre de retenue 225 comporte en outre un collier vertical à agencement central 228 comportant une bride s'étendant vers l'extérieur 230.

La réduction de tiges proche du trépan 76 peut comprendre en outre un cylindre d'articulation 234 comportant un canal central 236 aligné axialement avec le canal de fluide 232 du cylindre de retenue 224 pour transférer le fluide de forage du train de tiges 60 vers le trépan de forage 10. Le cylindre d'articulation 234 est fixé à une plaque d'extrémité 238 de la réduction de tiges proche du trépan 76, pouvant comporter à son tour une goupille filetée 240 ou un autre élément en vue de la fixation de la réduction de tiges proche du trépan 76 à la section adjacente suivante du train de tiges 60. Le cylindre d'articulation 234 peut comporter un collier 242 dimensionné de sorte à s'étendre dans le canal de fluide 232 du cylindre de retenue 224 et à être aligné avec celui-ci, de sorte que le fluide s'écoulant à travers le canal central 236 du cylindre d'articulation 234 et le canal de fluide 232 ne s'écoule pas entre le cylindre de retenue 224 et le cylindre d'articulation 234. Le cylindre d'articulation 234

comporte en outre une bride s'étendant vers l'intérieur 244, alignée axialement avec la bride 230 du cylindre de retenue 224 et espacée de celui-ci. Une bague élastique et compressible 246 est positionnée entre la bride 230 du cylindre de retenue 234 et la bride s'étendant vers l'intérieur 244 du cylindre d'articulation 234 pour amortir le déplacement du cylindre de retenue 224 par rapport au cylindre d'articulation 234 et pour maintenir l'espace entre la bride 230 et la bride s'étendant vers l'intérieur 244, comme décrit plus en détail ci-dessous.

Le cylindre d'articulation 234 peut en général avoir une dimension circonférentielle inférieure à celle du cylindre de retenue 224, établissant ainsi un espace annulaire 248 autour du cylindre d'articulation 234 dans lequel peuvent résider les pistons vibratoires 222, comme représenté. Le cylindre d'articulation 234 peut aussi comporter des ouvertures ayant une longueur et un diamètre suffisants pour recevoir les pistons vibratoires 222. Les pistons vibratoires 222 sont positionnés de sorte qu'une pointe vibratoire 250 du piston 222 contacte une surface supérieure 252 du cylindre de retenue 224. En service, un signal électrique étant transmis par l'intermédiaire d'un câble approprié 254 à chaque piston vibratoire 222, la pointe 250 de chaque piston 222 contacte la surface supérieure 252 du cylindre de retenue 224 et applique une force descendante momentanée au cylindre de retenue 224 et donc au trépan de forage 10. La bride s'étendant vers l'extérieur 230 du cylindre de retenue 224 est momentanément entraînée vers la bride s'étendant vers l'intérieur 244 du cylindre d'articulation 234, un tel déplacement étant amorti par la bague élastique 246. Lorsque le signal électrique présente une discontinuité intermittente, la bague 234 écarte de nouveau la bride s'étendant vers l'intérieur 244 du cylindre d'articulation 234 de la bride 230 du cylindre de retenue 224. L'application intermittente d'une puissance aux pistons vibratoires 222 entraîne une vibration axiale du trépan de forage 10, produisant à son tour un copeau de formation 50 comme représenté dans la figure 4.

Les formes de réalisation de l'invention décrites ci-dessus ont illustré comment une oscillation verticale du trépan de forage 10 peut être entraînée par le déplacement du trépan de forage 10 par rapport à une réduction de tiges proche du trépan 76, la figure 11 illustrant comment une oscillation axiale des composants du trépan peut être produite pour assurer la formation des copeaux 50 représentés dans la figure 4, en fournissant un trépan de forage 10 comportant une couronne de trépan 270 pouvant se

déplacer par rapport à la queue du trépan 272. La queue du trépan 272 comporte plus spécifiquement une rainure annulaire 274 entourant la partie inférieure de la queue du trépan 272. La rainure annulaire 274 est dimensionnée de sorte à recevoir une bague élastique à fente 276. La couronne du trépan 270 comporte un chemin de roulement annulaire 278 aligné avec la rainure annulaire 274 de la queue du trépan 272 lorsque la couronne du trépan 270 est fixée à la queue du trépan 272, comme représenté. Le chemin de roulement annulaire 278 est dimensionné de sorte à recevoir une partie de la bague élastique à fente 276, de sorte que la bague à fente 276 est logée dans la rainure annulaire 274 et dans le chemin de roulement annulaire 278. Comme représenté, la profondeur 280 du chemin de roulement annulaire 278 est supérieure à la largeur de la bague élastique à fente 276, de sorte que la couronne du trépan 270 peut se déplacer dans une direction axiale 70, comme indiqué par les tirets.

La couronne du trépan 270 comporte plusieurs passages de fluide 282, s'étendant de l'extérieur 284 de la couronne du trépan 270 vers un plénum 286 défini entre la couronne du trépan 270 et la queue du trépan 272. En service, lors de l'amenée du fluide de forage à travers le canal central 288 de la queue du trépan 272 vers le plénum 286 en vue d'une communication à travers les passages de fluide 282, la pression dans le plénum étant accrue suffisamment pour surmonter le WOB exercé sur la couronne du trépan 270, la couronne du trépan 270 est entraînée vers le bas, à l'écart de la queue du trépan 270, entraînant à son tour une extension plus profonde des éléments de coupe 25 dans la formation. Une action de pulsation du fluide de forage entraîne des accroissements et réductions à fluctuation dans la pression dans le plénum 286, entraînant ainsi une oscillation verticale de la couronne du trépan 270 par rapport à la queue du trépan 272.

La figure 12 illustre une forme de réalisation différente de la présente invention, dans laquelle le degré variable du heurt exercé par le trépan de forage contre la formation est entraîné par une oscillation de torsion 72 du trépan 10. L'oscillation de torsion du trépan 10 peut être entraînée par l'intermédiaire d'un frein à pulsation de la paroi du trou 300 pouvant être positionné de manière variable dans une réduction de tiges proche du trépan 76 en vue d'une oscillation entre une position d'engagement dans la paroi 302, représentée par des tirets, et une position dégagée de la paroi 304. Dans la position dégagée de la paroi 304, le frein 300 peut se déplacer par glissement dans la réduction de tiges proche du trépan 76 en vue d'une réception dans celle-ci, de sorte que la surface

externe 306 du frein 300 se trouve pratiquement au niveau de la surface externe 308 d'un segment supérieur 310 de la réduction de tiges proche du trépan 76. Le frein 300 est fixé à la réduction de tiges proche du trépan 76, mais peut se déplacer par glissement par rapport à celle-ci, par
5 l'intermédiaire d'une paire d'éléments de fixation filetés 314, 316 fixés respectivement au segment supérieur 310 et à un segment inférieur 312 de la réduction de tiges proche du trépan 76. Un élément de fixation 318, par exemple un écrou ou un autre élément approprié, peut en outre être utilisé pour empêcher la rotation du segment inférieur 312 par rapport au segment
10 supérieur 310 au cours du forage. Les éléments de fixation filetés 314, 316 sont insérés à travers des trous 320, 322 formés dans le frein de la paroi du trou 300, chaque élément de fixation étant entouré par un ressort à boudin 324, 326 poussant le frein 300 contre la tête 328, 330 d'un des éléments de fixation filetés 314, 316 au cours du déplacement par
15 glissement du frein 300 de la position d'engagement dans le mur 302 vers la position dégagée du mur 304.

Un élément rotatif décalé 344, comportant une ligne médiane 336 décalée de la ligne médiane 338 du segment supérieur 310, est logé dans le segment supérieur 310 et retenu contre le segment inférieur 312. L'élément
20 rotatif 344 comporte un chemin de roulement radial 340 dans lequel s'étend une saillie s'étendant vers le haut 342 pour maintenir la rotation de l'élément rotatif 334 autour de la ligne médiane 338 du segment supérieur 334. L'élément rotatif 334 comporte une trajectoire de fluide 344 s'étendant sur la longueur longitudinale de l'élément rotatif 334 et en
25 communication de fluide avec le passage de fluide 346 du segment supérieur 310 et avec le passage de fluide 348 du segment inférieur 312. L'écoulement du fluide de forage à travers la trajectoire de fluide 344 de l'élément rotatif 334 entraîne la rotation de l'élément rotatif, entraînant ainsi une rotation en spirale de la trajectoire de fluide 344. Lors de la rotation
30 de l'élément rotatif 334, le frein 300 est entraîné par intermittence vers l'extérieur en direction de la paroi (non représentée) de la formation, en vue de l'engagement dans la paroi. Lors de la poursuite de la rotation de l'élément rotatif 334, le frein de la paroi du trou 300 retourne vers la position d'engagement dans le mur 302. L'engagement du frein 300 dans la
35 formation peut aussi être facilité par une variation cyclique de la pression de fluide s'écoulant à travers le passage de fluide 346 dans la trajectoire de fluide 344 de l'élément rotatif 334. Le déplacement intermittent du frein 300 d'une position d'engagement dans le mur 302 vers

une position dégagée du mur 304, entraîne une oscillation de torsion du trépan de forage 10 pour produire à son tour un découpage variable dans la formation.

Comme illustré dans la figure 13, d'autres configurations de trépan
5 peuvent être utilisées pour entraîner une oscillation de torsion, représentée par la flèche 72, du trépan 10 ou plus précisément de parties de celui-ci. Dans cette forme de réalisation, le trépan 10 peut comporter plusieurs éléments de coupe mobiles 25 positionnés le long de l'arête avant 27 de chaque lame 22 du trépan 10. Chaque élément de coupe 25 comporte une
10 face de coupe 360 et un support 362, et comprend en outre une tige 364 logée dans une douille 366 formée dans la lame 22 du trépan 10 dans un agencement en forme de piston. La douille 366 est dimensionnée et formée de sorte à recevoir un élément de piston 368 fixé à la tige 364. Un manchon cylindrique 370 entoure la tige 364 et est retenu dans la douille 366 par
15 une bague de retenue fendue 372. La tige 364 peut se déplacer par glissement par rapport au manchon cylindrique 370. La tige 364 comporte une rainure circonférentielle 374 recevant un joint torique d'étanchéité 376 pour assurer l'étanchéité de la tige 364 par rapport au manchon cylindrique 370. La douille 366 est en communication de fluide avec un passage de
20 fluide 378 recevant le fluide de forage du train de tiges (non représenté). Lorsque le passage de fluide 378 est mis sous pression par l'écoulement du fluide de forage à travers le trépan de forage 10, l'élément de coupe 25 est entraîné vers l'extérieur de l'arête avant 27 de chaque lame 22 du trépan 10. La modulation de la pression du fluide de forage exercée dans
25 le passage de fluide 378 entraîne l'oscillation de l'élément de coupe 25 par rapport à la lame 22, produisant ainsi un copeau de formation comme représenté dans la figure 4.

Un autre procédé pour entraîner une oscillation de torsion dans le trépan de forage 10 est illustré dans la figure 14, représentant une moitié
30 d'un trépan de forage 10 en coupe. Dans cette forme de réalisation, les lames 22 (une seule est représentée) du trépan de forage 10 peuvent se déplacer par rapport à un corps de trépan 400, comprenant une queue de trépan 402 et une couronne de trépan 404 combinées. Le trépan 10 englobe un canal de fluide central 406 amenant le fluide de forage dans un plénum
35 408 formé dans la couronne du trépan 404. Quoique cela ne soit pas représenté spécifiquement dans la figure 14, le trépan 10 comporte aussi des passages de fluide communicant avec l'extérieur du trépan 10 pour amener le fluide de forage dans la formation. Dans la forme de réalisation

illustrée, les lames 22 du trépan 10 comportent une structure conventionnelle comprenant une partie de front de taille 410 et une couronne, ou une partie inférieure 412, positionnée de sorte à s'engager dans le fond de la formation au cours du forage. Les éléments de coupe 25 sont fixés à chaque lame 22 de manière conventionnelle.

Le corps du trépan 400 comporte plusieurs évidements 414 (un seul est représenté), dimensionnés et formés de sorte à recevoir une lame 22 par glissement relatif, comme indiqué par les tirets. Les évidements 414 sont plus spécifiquement dimensionnés de sorte que la lame 22 est ajustée par serrage dans l'évidement 414 pour empêcher l'infiltration de saletés ou d'autres débris de colmatage entre la lame 22 et l'évidement 414. Chaque lame 22 est fixée au corps du trépan 400 par un dispositif approprié, permettant le déplacement de la lame 22 vers l'extérieur du corps du trépan 10, par exemple en réponse à un accroissement de la pression du fluide exercée dans le plénum 408. La lame mobile 22 peut être fixée par exemple au corps du trépan 400 au niveau de la couronne 404 par l'intermédiaire d'un élément de fixation 416, par exemple une goupille ou un écrou, inséré à travers une ouverture 418 dans le corps du trépan 400 et s'étendant dans la lame 22 en vue d'y être fixé. L'élément de fixation 416 peut comporter une tête 420, dimensionnée ou formée de sorte à réagir à des accroissements de la pression dans le plénum, de sorte que la tête 420 et par suite l'élément de fixation 416 peuvent être entraînés vers l'extérieur du plénum en réponse à de tels accroissements de la pression. Le déplacement de l'élément de fixation 416 entraîne la lame 22 vers l'extérieur pour entraîner les éléments de coupe dans la formation. Lorsque la pression dans le plénum 408 surmonte ainsi le WOB appliqué sur le trépan de forage 10, et/ou lorsque le WOB appliqué sur le trépan 10 est varié, les lames 22 sont entraînées de manière cyclique dans la formation pour produire un copeau de formation 50 comme représenté dans la figure 4.

Le déplacement d'une partie du trépan de forage 10 pour produire un copeau de formation de forme variable peut être réalisé comme illustré dans la figure 15, dans laquelle le trépan de forage 10 est de nouveau composé d'une queue de trépan séparée 500 et d'une couronne de trépan 502 fixées les unes aux autres de manière mobile, permettant ainsi le déplacement de la couronne du trépan 502 par rapport à la queue du trépan 500. Cette forme de réalisation se distingue de la forme de réalisation représentée dans la figure 11 par une couronne de trépan 502 pouvant se déplacer vers l'extérieur ou latéralement, dans la direction de la flèche 506, à partir

de la queue du trépan 500. La couronne du trépan 502 de cette forme de réalisation comporte ainsi plusieurs sections de couronne 508, pouvant se déplacer par glissement les unes par rapport aux autres le long d'une surface latérale 510 lors de l'extension de la couronne du trépan 502 en
5 réponse à une pression exercée à partir de l'intérieur du trépan 10. Il faut noter que la dilatation de la couronne du trépan 502 est relativement réduite (par exemple un déplacement vers l'extérieur de un millimètre à environ 5 millimètres), les tolérances entre les sections de couronne articulées 508 de la couronne du trépan 502 étant réellement réduites, de
10 sorte que l'infiltration de saletés ou d'autres substances de colmatage entre les sections de couronne 508 est empêchée.

Les sections de couronne séparées 508 composant la couronne du trépan 502 sont chacune fixées à la queue du trépan 500 par un élément de fixation 512, par exemple un boulon ou un autre élément approprié, inséré à travers
15 une ouverture 514 formée à travers la partie supérieure 516 de la section 508. L'élément de fixation 512 est fixé au niveau d'une extrémité 518 à la queue du trépan 500 et peut par exemple être engagé par filetage dans une ouverture de dimensions appropriées et filetée 502. L'extrémité externe 522 de l'ouverture 514 est agrandie pour recevoir la tête 524 de l'élément de
20 fixation 512 et établit un épaulement 526 que contacte la tête 524 de l'élément de fixation lors du déplacement de la section de couronne 508 vers l'extérieur en présence d'une pression. Un ressort 528 est agencé autour d'une partie de l'élément de fixation et est poussé entre
25 l'ouverture 520 dans la queue du trépan 500 et l'élément de fixation 512 pour entraîner un déplacement élastique de la section de couronne 508 par rapport à la queue du trépan. Des joints toriques d'étanchéité 530, 532 peuvent être agencés entre la section de couronne 508 et la queue du trépan 500 pour établir un joint étanche aux fluides entre elles.

Lors de l'écoulement du fluide de forage à travers un canal de fluide
30 central 536 formé à travers la queue du trépan 500 et lors du remplissage du plénum 538, il y a un accroissement de la pression dans le plénum. Le fluide de forage s'écoule à travers plusieurs passages de fluide 540 formés dans les sections de couronne 508 pour amener le fluide dans la formation. Lorsque la pression hydrostatique dans le plénum est accrue à un point tel
35 que la pression surmonte le WOB, les sections de couronne 508 se déplacent vers l'extérieur dans la direction de la flèche 506 pour contacter la formation à une profondeur accrue. Une variation ultérieure du WOB, en combinaison avec une variation cyclique de la pression de fluide, entraîne

un contact entre les éléments de coupe 25 et la formation, de manière à produire des copeaux de formation comme représentés dans la figure 4.

Les procédés servant à entraîner une oscillation verticale et de torsion des trépan de forage ont certes été illustrés et décrits ici en référence à des exemples spécifiques, mais les hommes de métier comprendront que les structures et les procédés décrits de manière générale peuvent être adaptés en vue d'une utilisation dans différentes situations ou peuvent être adaptés en vue d'une utilisation avec d'autres types de trépan, comme par exemple le trépan de forage comportant une couronne de trépan inclinée, décrit dans le brevet US 5595254 attribué à Tibbits et cédé au cessionnaire de la présente invention. Les hommes de métier comprendront ainsi qu'une ou plusieurs caractéristiques des formes de réalisation illustrées peuvent être combinées avec une ou plusieurs caractéristiques d'une autre forme de réalisation pour constituer une combinaison additionnelle, comprise dans l'objectif de l'invention, comme décrit et revendiqué. Certaines formes de réalisation représentatives et des détails ont en outre été illustrées en vue d'illustrer l'invention, mais les hommes de métier comprendront que différents changements peuvent être apportés à l'invention décrite, sans se départir de l'objectif de l'invention, défini dans les revendications annexées.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de forage de terre destiné à contacter de manière variable une formation de terre, comprenant:
- 5 un élément de réduction de tiges proche du trépan destiné à être fixé à l'extrémité de fond d'un train de tiges;
- un corps de trépan fixé audit élément de réduction de tiges proche du trépan, ledit corps du trépan comportant des éléments de coupe fixes qui y sont attachés et positionnés de sorte à
- 10 contacter une formation de terre; et
- un mécanisme associé audit élément de réduction de tiges proche du trépan pour entraîner une profondeur de coupe variable par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de terre, pendant la rotation dudit corps de trépan par ledit train
- 15 de tiges, ledit mécanisme étant structuré de sorte à entraîner un déplacement axial dudit corps du trépan par rapport audit élément de réduction de tiges proche du trépan pour entraîner une profondeur de coupe variable par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de terre au cours du forage, ledit
- 20 mécanisme comprenant un élément inférieur fixé audit corps du trépan et un élément supérieur espacé dudit élément inférieur et poussé contre celui-ci par un élément élastique entraînant un déplacement dudit élément inférieur par rapport audit élément supérieur.
- 25 2. Dispositif de forage de terre destiné à contacter de manière variable une formation de terre, comprenant:
- un élément de réduction de tiges proche du trépan destiné à être fixé à l'extrémité de fond d'un train de tiges;
- un corps de trépan fixé audit élément de réduction de tiges
- 30 proche du trépan, ledit corps du trépan comportant des éléments de coupe fixes qui y sont attachés et positionnés de sorte à contacter une formation de terre; et
- un mécanisme associé audit élément de réduction de tiges proche du trépan pour entraîner une profondeur de coupe variable
- 35 par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de terre, pendant la rotation dudit corps de trépan par ledit train de tiges, ledit mécanisme étant structuré de sorte à entraîner un déplacement axial dudit corps du trépan par rapport audit élément

- de réduction de tiges proche du trépan pour entraîner une profondeur de coupe variable par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de terre au cours du forage, ledit mécanisme comprenant un boîtier de retenue fixé sur ledit élément
- 5 de réduction de tiges proche du trépan, une partie dudit corps du trépan étant reçue par glissement et retenue dans ledit boîtier de retenue et poussée contre celui-ci par un élément élastique entraînant un déplacement dudit corps du trépan par rapport audit élément de réduction de tiges proche du trépan.
- 10 3. Dispositif de forage de terre destiné à contacter de manière variable une formation de terre, comprenant:
- un élément de réduction de tiges proche du trépan destiné à être fixé à l'extrémité de fond d'un train de tiges;
- un corps de trépan fixé audit élément de réduction de tiges
- 15 proche du trépan, ledit corps du trépan comportant des éléments de coupe fixes qui y sont attachés et positionnés de sorte à contacter une formation de terre; et
- un mécanisme associé audit élément de réduction de tiges proche du trépan pour entraîner une profondeur de coupe variable
- 20 par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de terre, pendant la rotation dudit corps de trépan par ledit train de tiges, ledit mécanisme étant structuré de sorte à entraîner un déplacement axial dudit corps du trépan par rapport audit élément de réduction de tiges proche du trépan pour entraîner une
- 25 profondeur de coupe variable par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de terre au cours du forage, ledit mécanisme comprenant un piston mobile fixé audit corps du trépan et une soupape de détente de pression pour détendre par intermittence la pression dans ledit élément de réduction de
- 30 tiges proche du trépan.
4. Dispositif de forage de terre destiné à contacter de manière variable une formation de terre, comprenant:
- un élément de réduction de tiges proche du trépan destiné à être fixé à l'extrémité de fond d'un train de tiges;
- 35 un corps de trépan fixé audit élément de réduction de tiges proche du trépan, ledit corps du trépan comportant des éléments de coupe fixes qui y sont attachés et positionnés de sorte à contacter une formation de terre; et

un mécanisme associé audit élément de réduction de tiges proche du trépan pour entraîner une profondeur de coupe variable par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de terre, pendant la rotation dudit corps de trépan par ledit train
5 de tiges, ledit mécanisme étant structuré de sorte à entraîner un déplacement axial dudit corps du trépan par rapport audit élément de réduction de tiges proche du trépan pour entraîner une profondeur de coupe variable par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de terre au cours du forage, ledit
10 mécanisme comprenant au moins un mécanisme de vibration agencé dans ledit élément de réduction de tiges proche du trépan pour contacter un cylindre de retenue mobile fixé audit corps du trépan.

5. Dispositif de forage de terre destiné à contacter de manière
15 variable une formation de terre, comprenant:

un élément de réduction de tiges proche du trépan destiné à être fixé à l'extrémité de fond d'un train de tiges;

un corps de trépan fixé audit élément de réduction de tiges proche du trépan, ledit corps du trépan comportant des éléments
20 de coupe fixes qui y sont attachés et positionnés de sorte à contacter une formation de terre; et

un mécanisme associé audit élément de réduction de tiges proche du trépan pour entraîner une profondeur de coupe variable par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de
25 terre, au cours du forage, ledit mécanisme étant structuré de sorte à entraîner un déplacement par rotation dudit corps du trépan dans ladite formation de terre pour entraîner une profondeur de coupe variable par lesdits éléments de coupe fixes dans ladite formation de terre au cours du forage.

30 6. Dispositif de forage de terre selon la revendication 5, dans lequel ledit mécanisme est constitué par un frein de la paroi du trou fixé de manière mobile audit élément de tiges proche du trépan et positionné de sorte à contacter de manière variable ladite formation de terre lors de la rotation dudit corps du
35 trépan pour entraîner un déplacement par rotation dudit corps du trépan par rapport à la formation de terre.

7. Dispositif de forage de terre destiné à contacter de manière variable une formation de terre, comprenant:

un corps de trépan destiné à être fixé à une extrémité de fond d'un train de tiges et comportant une queue de trépan et une couronne;

5 au moins un élément de coupe fixe attaché audit corps du trépan et positionné de sorte à contacter une formation de terre, ladite couronne dudit corps du trépan étant fixée sur ladite queue du trépan et pouvant être déplacée par rapport à celle-ci pour entraîner une profondeur de coupe variable par ledit au moins un élément de coupe fixe dans ladite formation de terre au
10 cours du forage; et

un mécanisme associé audit corps du trépan pour entraîner ladite profondeur de coupe variable par ledit élément de coupe fixe dans ladite formation de terre au cours du forage, ledit mécanisme englobant une bague élastique à fente positionnée entre
15 ladite couronne et ladite queue du trépan pour entraîner un déplacement axial de ladite couronne par rapport à ladite queue du trépan.

8. Dispositif de forage de terre destiné à contacter de manière variable une formation de terre, comprenant:

20 un corps de trépan destiné à être fixé à une extrémité de fond d'un train de tiges et comportant une queue de trépan et une couronne;

au moins un élément de coupe fixe attaché audit corps du trépan et positionné de sorte à contacter une formation de terre,
25 ladite couronne dudit corps du trépan étant fixée sur ladite queue du trépan et pouvant être déplacée par rapport à celle-ci pour entraîner une profondeur de coupe variable par ledit au moins un élément de coupe fixe dans ladite formation de terre au cours du forage, ladite couronne comprenant en outre des sections
30 de couronne séparées fixées sur ladite queue du trépan et pouvant être déplacées latéralement par rapport à celle-ci; et

un mécanisme associé audit corps du trépan pour entraîner ladite profondeur de coupe variable par ledit au moins un élément de coupe fixe dans ladite formation de terre au cours du forage.

35 9. Dispositif de forage de terre selon la revendication 8, dans lequel ledit mécanisme englobe un élément de fixation chargé par ressort servant à fixer chaque dite section de couronne séparée à ladite queue du trépan.

10. Dispositif de forage de terre destiné à contacter de manière variable une formation de terre, comprenant:

un corps de trépan destiné à être fixé à une extrémité de fond d'un train de tiges et comportant une queue de trépan et une
5 couronne et au moins une lame attachée de manière mobile audit corps du trépan;

au moins un élément de coupe fixe attaché audit corps du trépan par ladite au moins une lame et positionné de sorte à contacter une formation de terre, ladite couronne dudit corps du
10 trépan étant fixée sur ladite queue du trépan et pouvant être déplacée par rapport à celle-ci pour entraîner une profondeur de coupe variable par ledit au moins un élément de coupe fixe dans ladite formation de terre au cours du forage; et

un mécanisme associé audit corps du trépan pour entraîner
15 ladite profondeur de coupe variable par ledit au moins un élément de coupe dans ladite formation de terre au cours du forage, ledit mécanisme comprenant un élément de fixation mobile positionné à travers ladite au moins une lame et pouvant être déplacé en réponse à un accroissement de la pression dans ledit corps du
20 trépan.

11. Dispositif de forage de terre destiné à contacter de manière variable une formation de terre, comprenant:

un corps de trépan destiné à être fixé à une extrémité de fond d'un train de tiges et comportant une queue de trépan et une
25 couronne;

au moins un élément de coupe fixe attaché de manière mobile sur ledit corps du trépan et positionné de sorte à contacter une formation de terre; et

un mécanisme associé audit corps du trépan pour entraîner
30 une profondeur de coupe variable par ledit au moins un élément de coupe fixe dans ladite formation de terre au cours du forage, ledit mécanisme comprenant un piston pouvant être déplacé par glissement par rapport audit corps du trépan et fixé sur ledit au moins un élément de coupe fixe.

35 12. Procédé de forage d'une formation souterraine, comprenant les étapes ci-dessous:

fourniture d'un trépan de forage comportant plusieurs éléments de coupe fixes et un axe longitudinal;

accouplement dudit trépan de forage à un train de tiges;
rotation dudit trépan de forage dans une formation
souterraine; et

- oscillation dudit trépan de forage par rapport à la
5 formation souterraine lors de la rotation dudit trépan de forage
pendant l'engagement dans ladite formation souterraine pour
entraîner une profondeur de coupe variable par lesdits plusieurs
éléments de coupe fixes dans ladite formation souterraine au
cours du forage.
- 10 13. Procédé selon la revendication 12, dans lequel l'oscillation
dudit trépan de forage comprend une oscillation axiale dudit
trépan de forage le long dudit axe longitudinal correspondant.
14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel ladite
oscillation axiale est entraînée par une poussée élastique dudit
15 trépan de forage par rapport audit train de tiges.
15. Procédé selon la revendication 14, dans lequel ladite
oscillation axiale est entraînée en outre par la pulsation de
fluide de forage à travers ledit train de tiges et le trépan de
forage.
- 20 16. Procédé selon la revendication 13, dans lequel ladite
oscillation axiale est entraînée par l'établissement d'une
pression hydrostatique dans ledit train de forage et en outre par
une détente de pression à partir dudit trépan de forage pour
entraîner un mouvement oscillant dudit trépan de forage.
- 25 17. Procédé selon la revendication 13, dans lequel ladite
oscillation axiale est entraînée par le positionnement d'au moins
un mécanisme de vibration à entraînement électrique contre ledit
trépan de forage.
18. Procédé selon la revendication 13, dans lequel ladite
30 oscillation axiale est entraînée par le positionnement d'un
mécanisme d'oscillation dans un passage de fluide traversant
ledit trépan de forage pour entraîner le déplacement axial dudit
trépan de forage.
19. Procédé selon la revendication 13, dans lequel ladite
35 oscillation axiale est entraînée par une variation cyclique du
poids appliqué au trépan.

20. Procédé selon la revendication 12, dans lequel l'oscillation dudit trépan de forage comprend une oscillation de torsion dudit trépan de forage par rapport à ladite formation souterraine.
21. Procédé selon la revendication 20, dans lequel ladite oscillation de torsion est entraînée par la pulsation du fluide de forage à travers ledit train de tiges et ledit trépan de forage.
22. Procédé selon la revendication 20, dans lequel ladite oscillation de torsion est entraînée par la rotation d'un moteur de fond non équilibré au-dessus dudit trépan de forage.
23. Procédé selon la revendication 20, dans lequel ladite oscillation de torsion est entraînée par la rotation d'une réduction de tiges proche du trépan non équilibrée fixée audit trépan de forage.
24. Procédé selon la revendication 20, dans lequel ladite oscillation de torsion est entraînée par l'engagement par pulsation d'un frein de la paroi du trou dans une paroi de la formation souterraine au cours du forage et par le dégagement correspondant.
25. Procédé selon la revendication 20, dans lequel ladite oscillation de torsion est entraînée par l'engagement par pulsation d'au moins un élément de coupe dans une douille formée dans ledit trépan de forage et par le dégagement correspondant.
26. Procédé selon la revendication 20, dans lequel ladite oscillation de torsion est entraînée par l'engagement cyclique d'un accouplement à glissement associé audit trépan de forage et le dégagement correspondant.
27. Procédé selon la revendication 20, dans lequel ladite oscillation de torsion est entraînée par la pulsation de fluide de forage à travers ledit trépan de forage pour créer un écoulement turbulent irrégulier et oscillant du fluide de forage autour du trépan de forage.
28. Procédé selon la revendication 12, dans lequel l'oscillation dudit trépan de forage englobe une oscillation verticale et une oscillation de torsion dudit trépan de forage.
29. Procédé de formation de copeaux de la formation de forme irrégulière avec un trépan de forage oscillant du type rotatif, comprenant les étapes ci-dessous:

rotation dudit trépan de forage du type rotatif dans une formation souterraine pour produire des copeaux de la formation sur des éléments de coupe fixes supportés par ledit trépan de forage du type rotatif;

- 5 oscillation dudit trépan de forage du type rotatif à une fréquence déterminée pour former des copeaux de formation allongés sur les faces de coupe desdits éléments de coupe fixes, lesdits copeaux allongés de la formation comportant au moins deux parties épaisses longitudinalement adjacentes à au moins une
- 10 partie fine.
30. Procédé selon la revendication 29, dans lequel ledit type de forage du type rotatif est soumis à une oscillation axiale.
31. Procédé selon la revendication 30, dans lequel ledit trépan de forage du type rotatif est soumis à une oscillation de
- 15 torsion.
32. Procédé selon la revendication 30, dans lequel ledit trépan de forage du type à rotation est soumis à une oscillation de torsion.

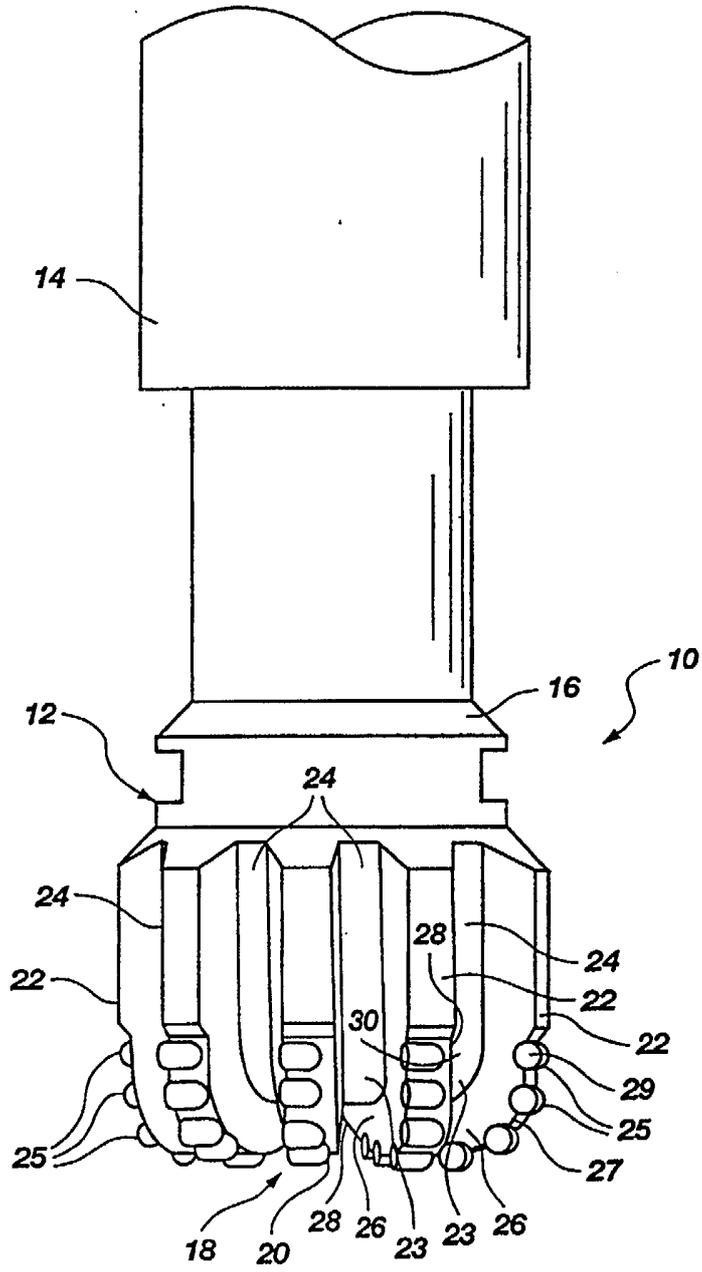


Fig. 1

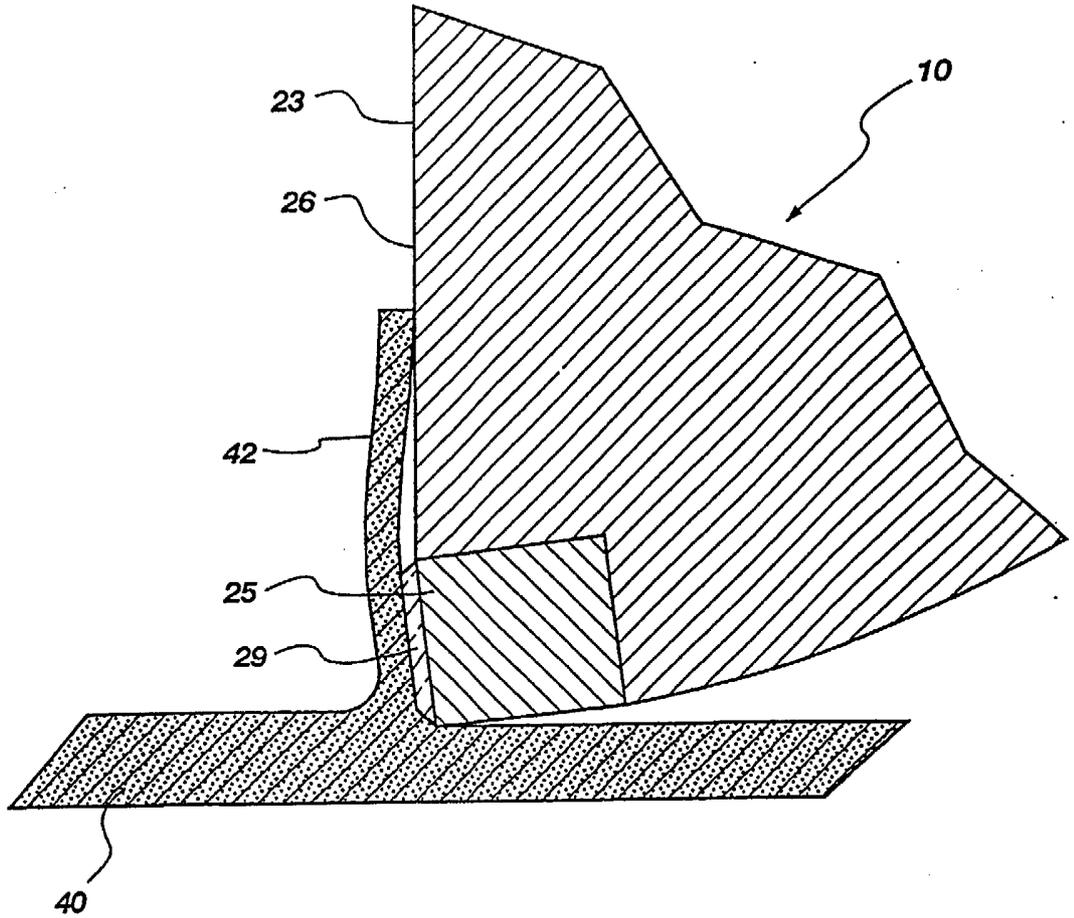


Fig. 2

ÉTAT DE LA TECHNIQUE

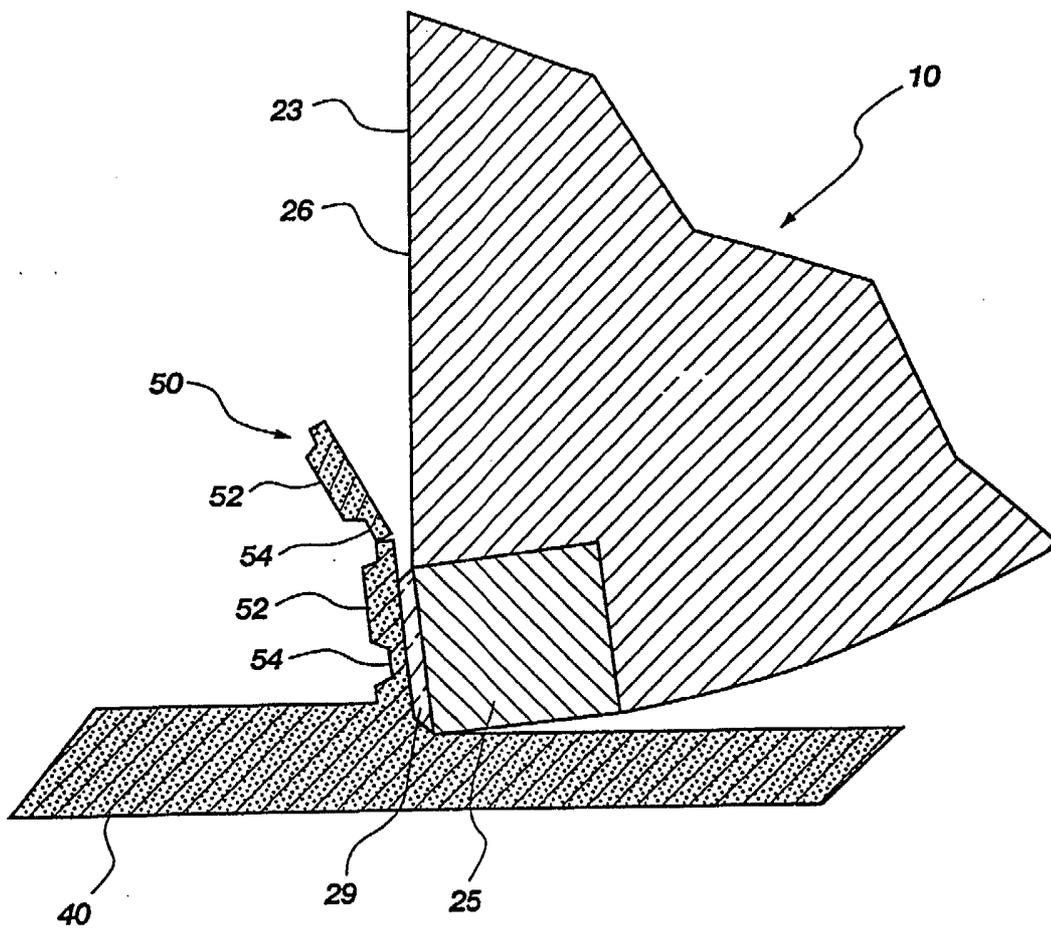


Fig. 3

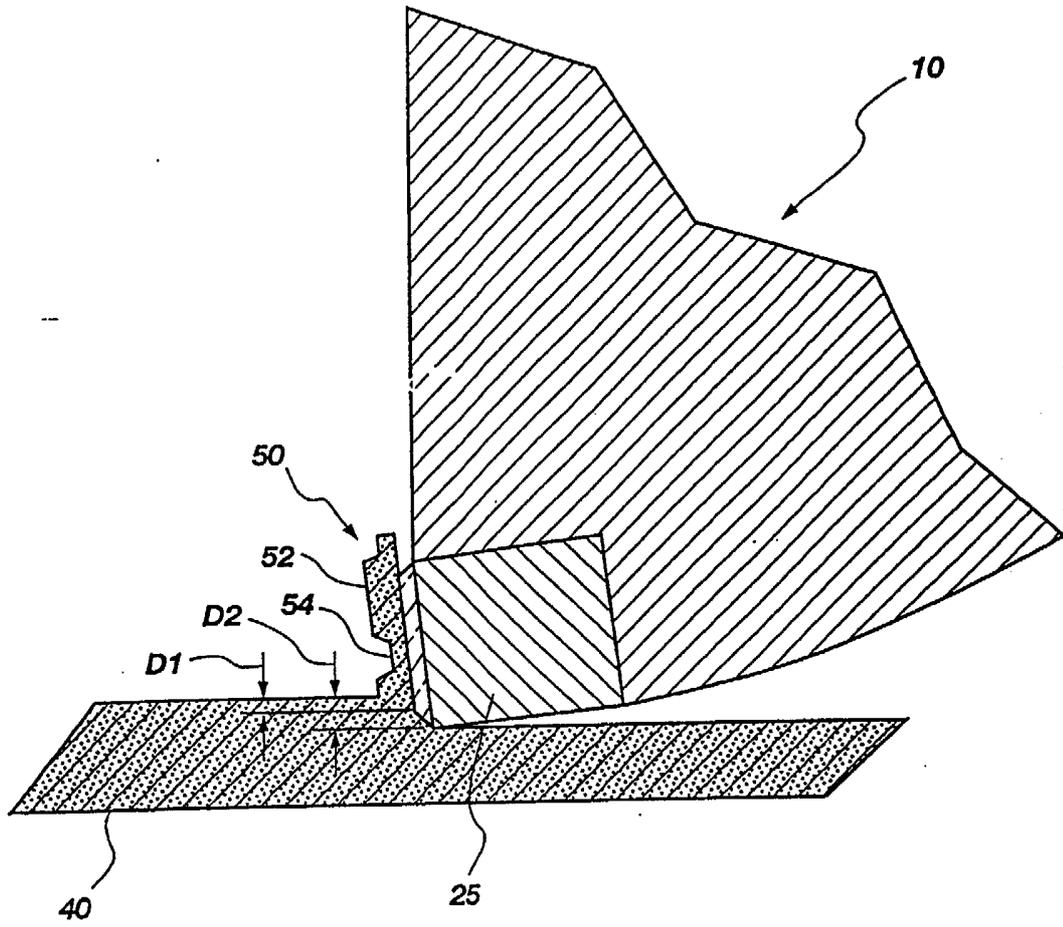


Fig. 4

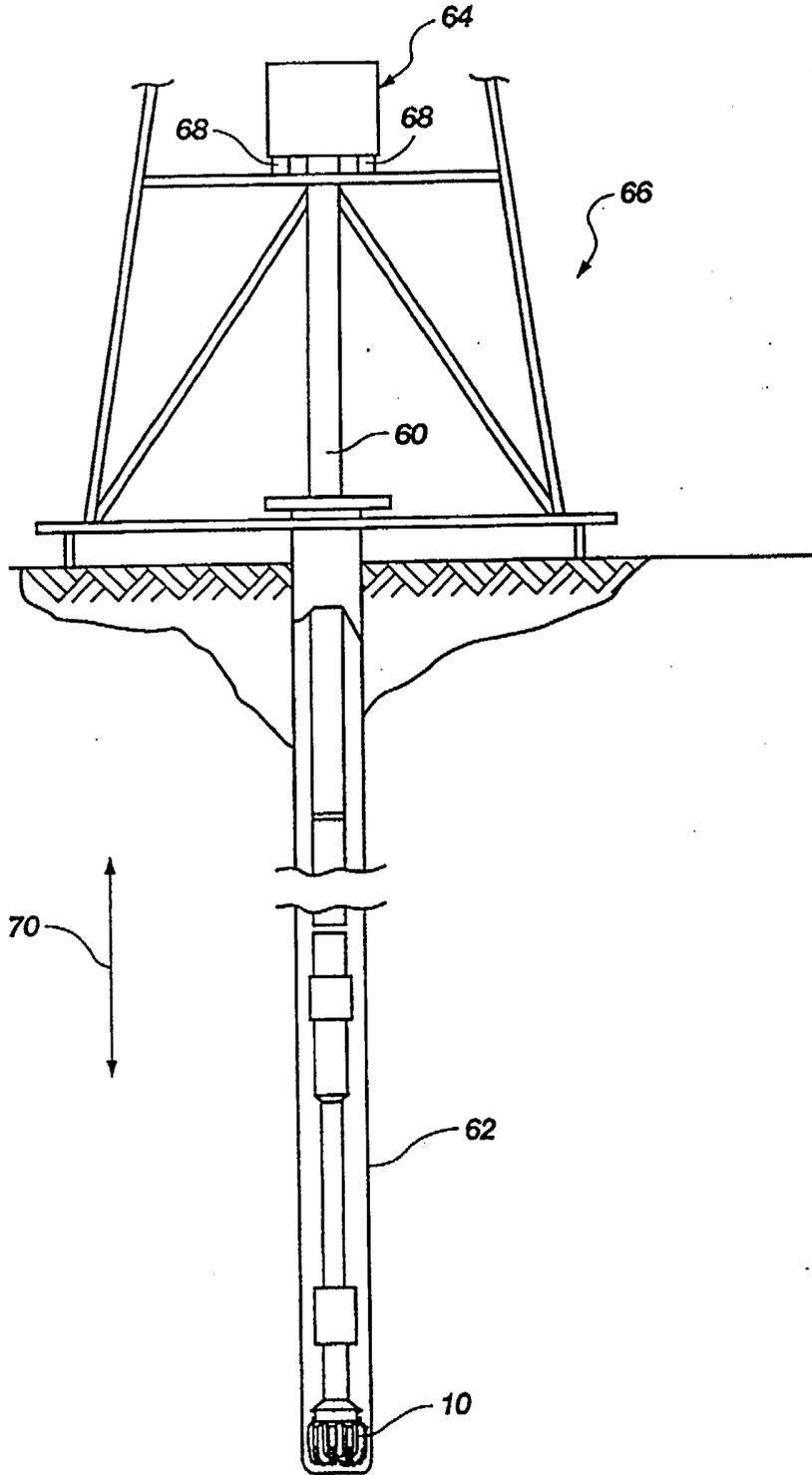


Fig. 5

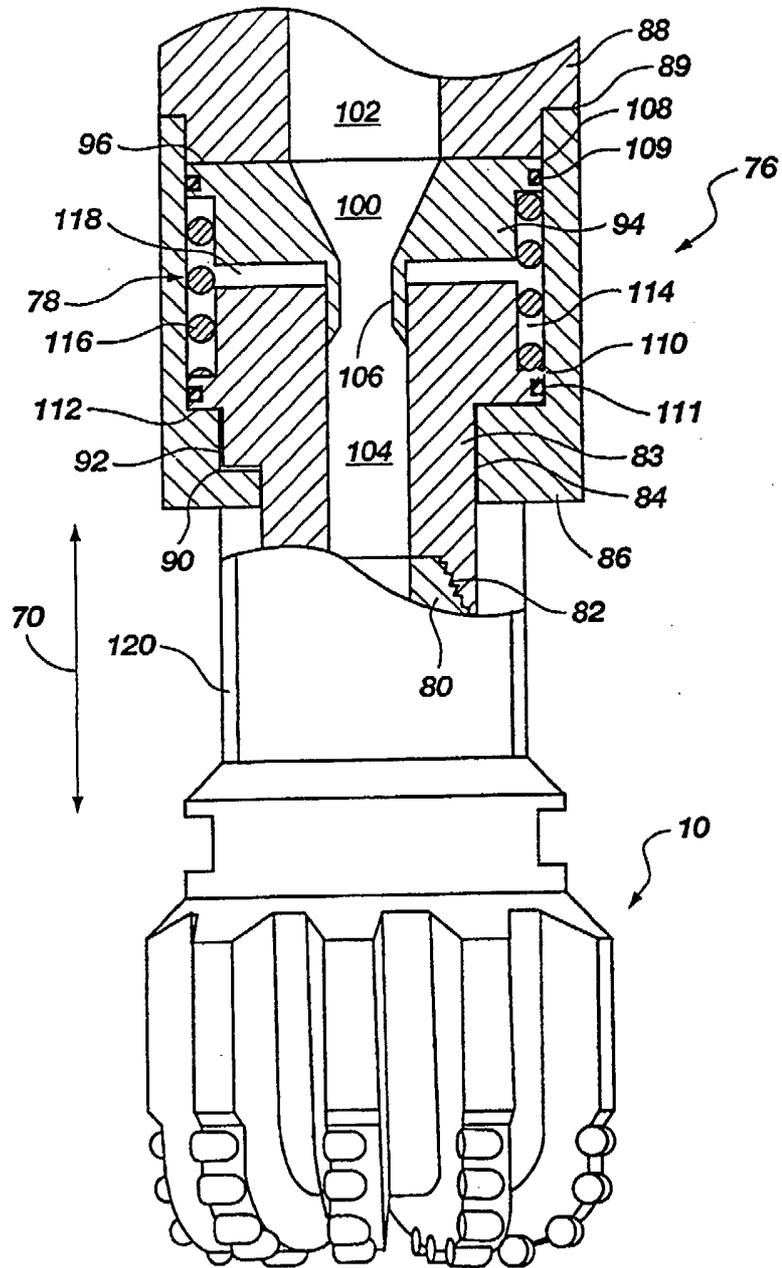


Fig. 6

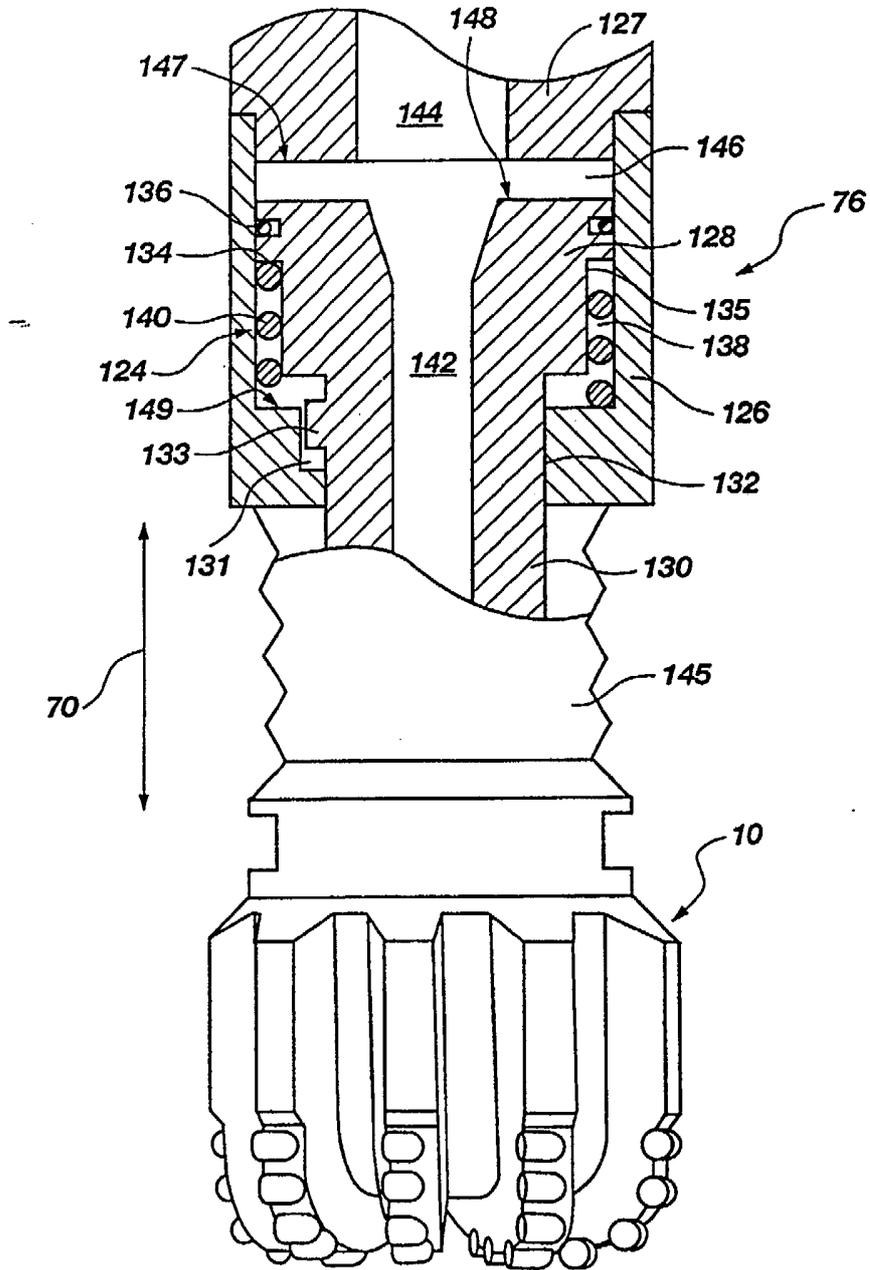


Fig. 7

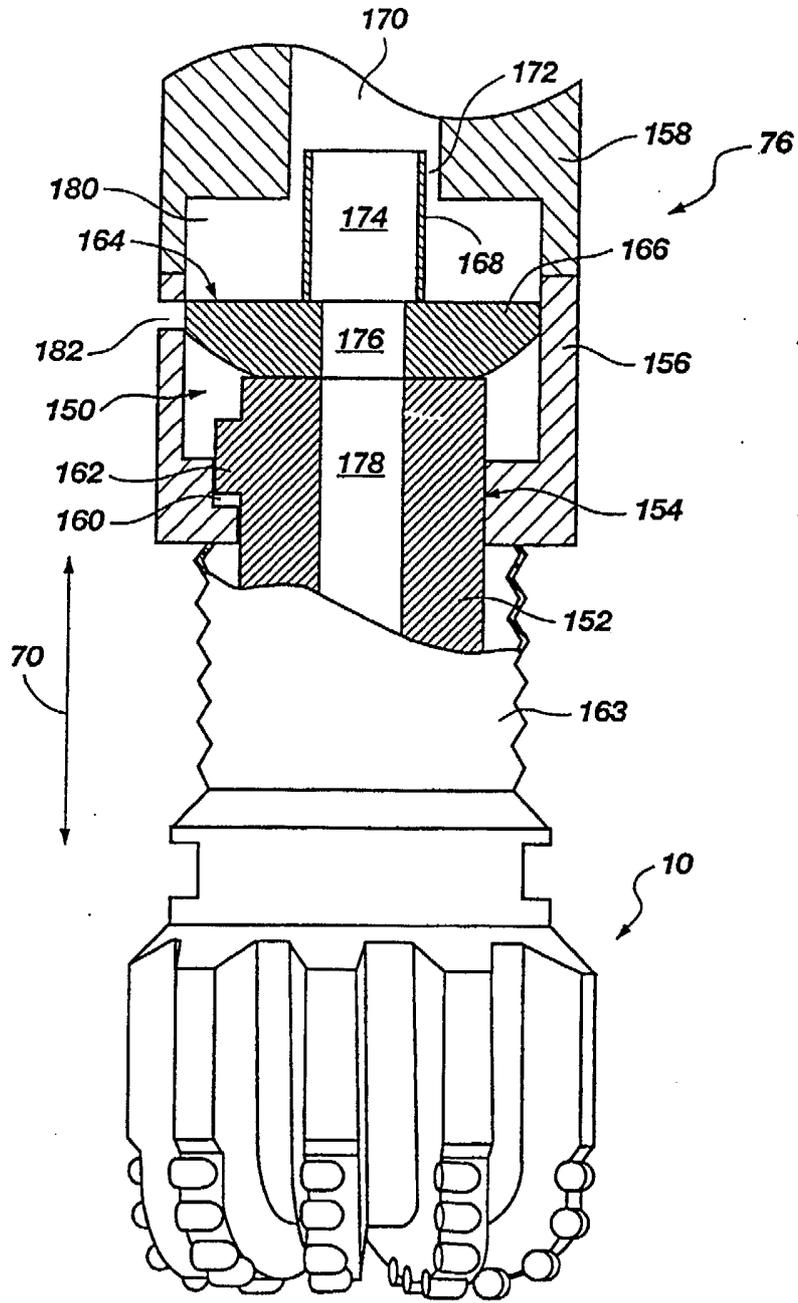


Fig. 8

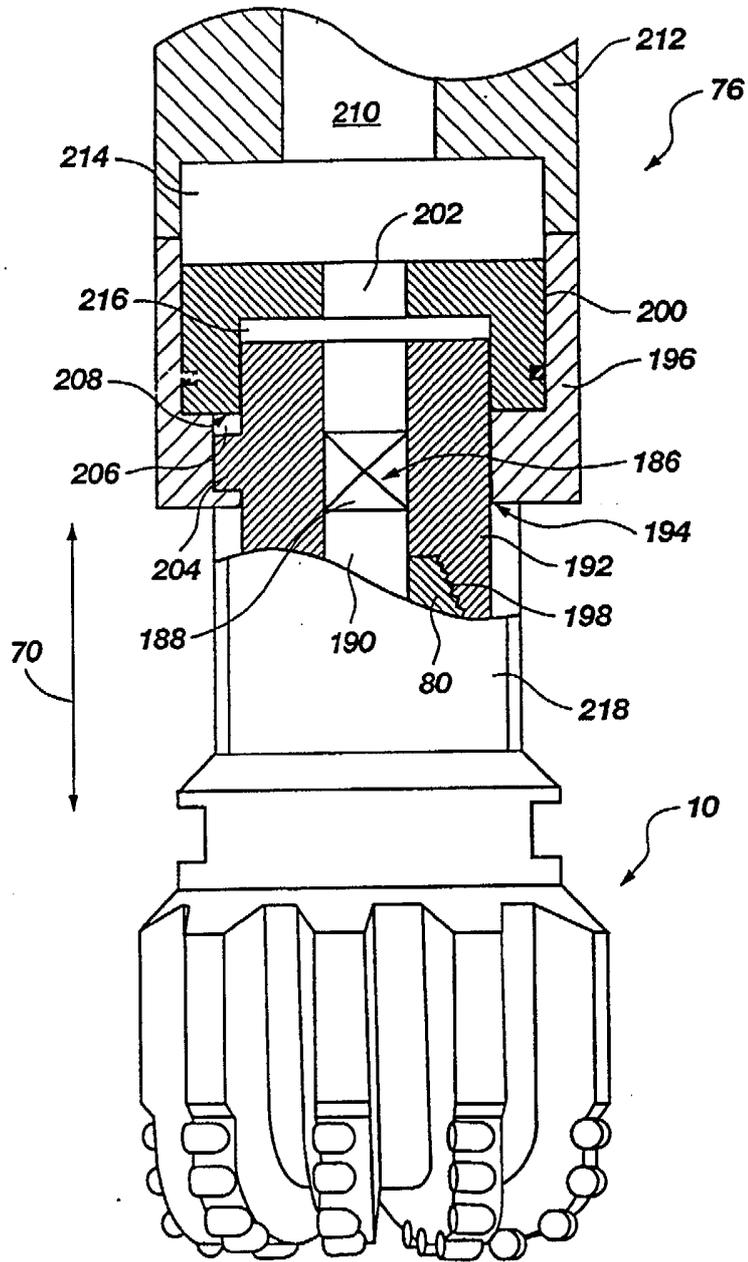


Fig. 9

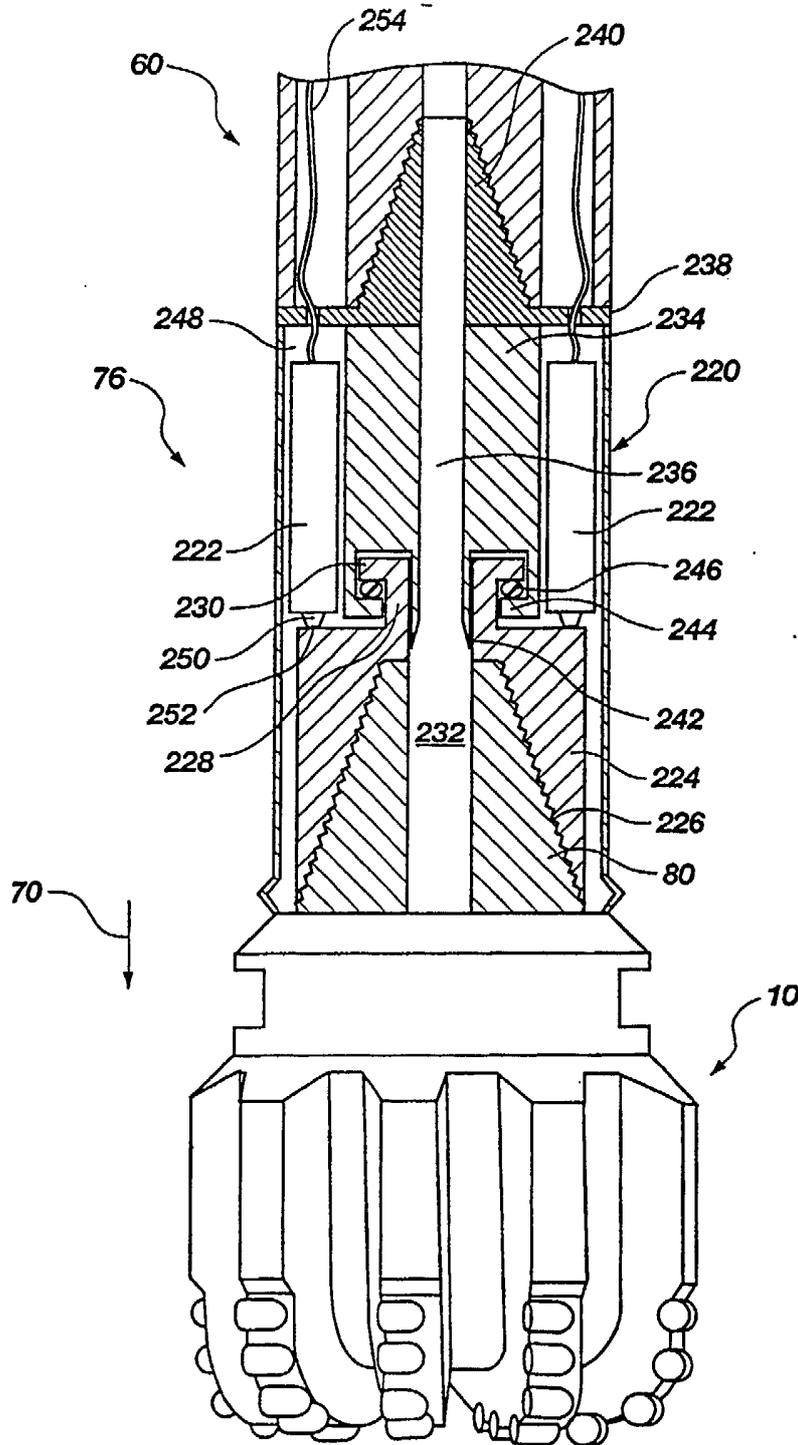


Fig. 10

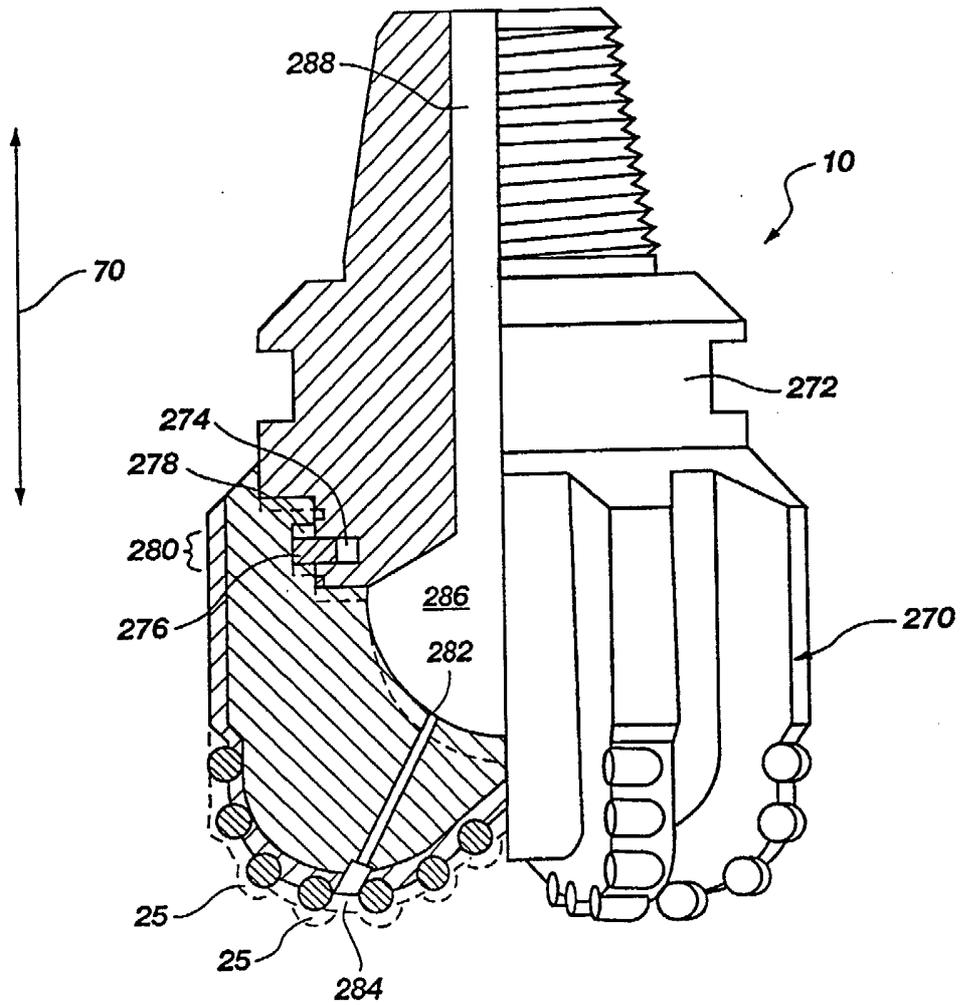


Fig. 11

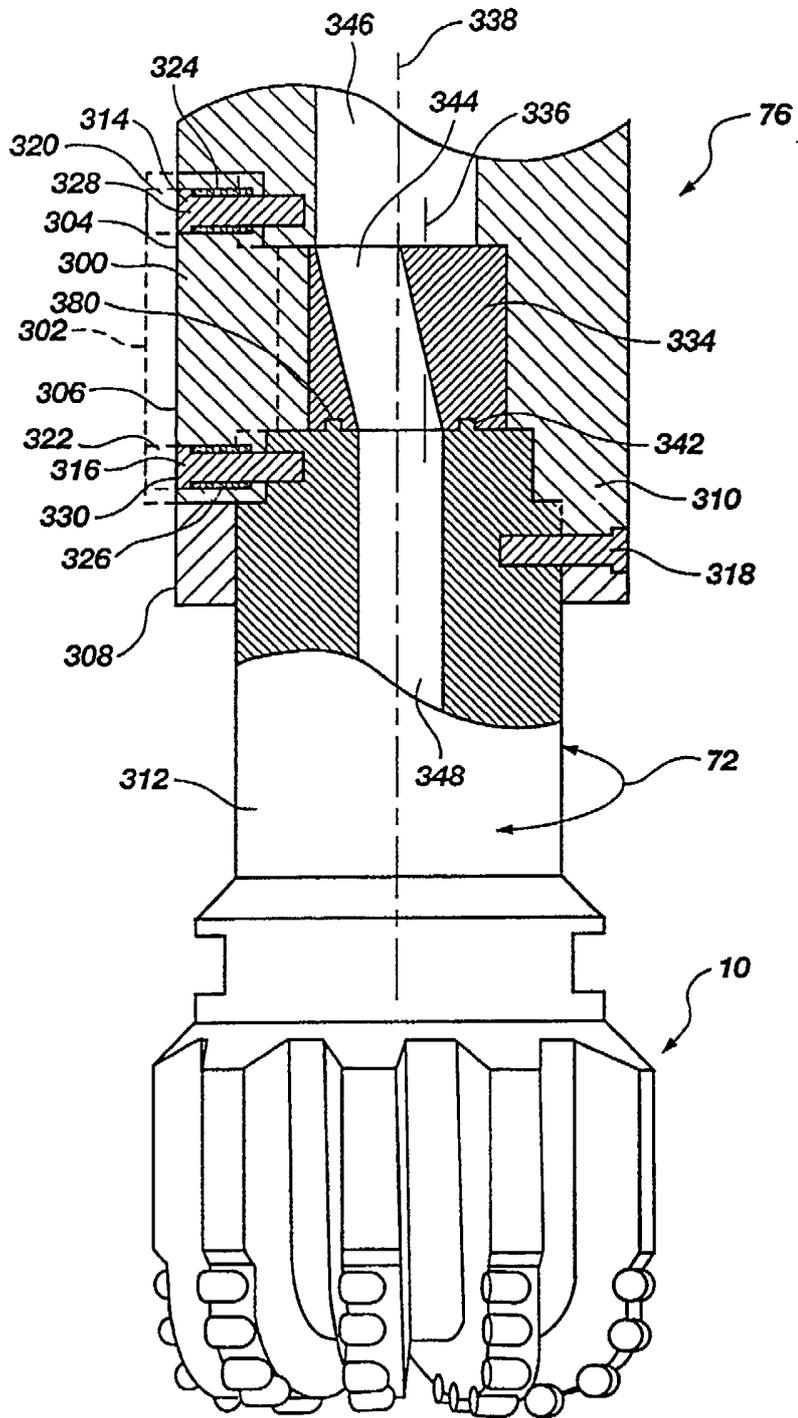


Fig. 12

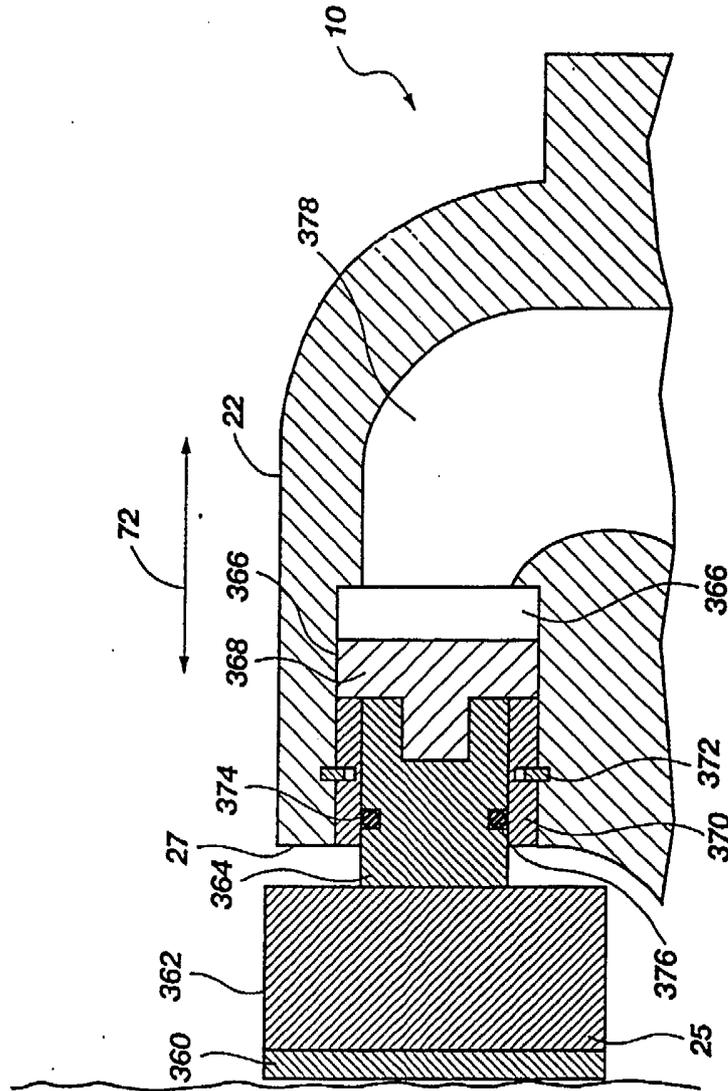


Fig. 13

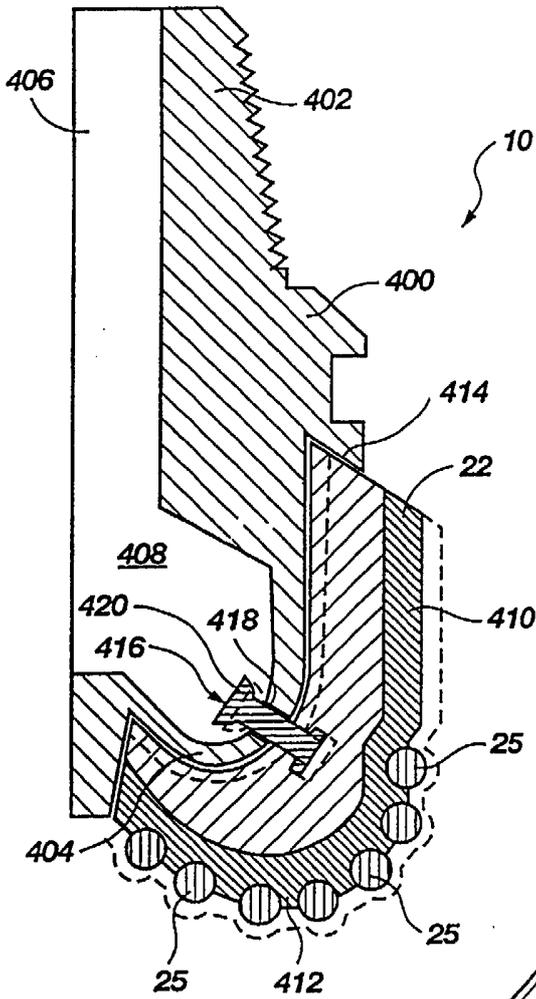


Fig. 14

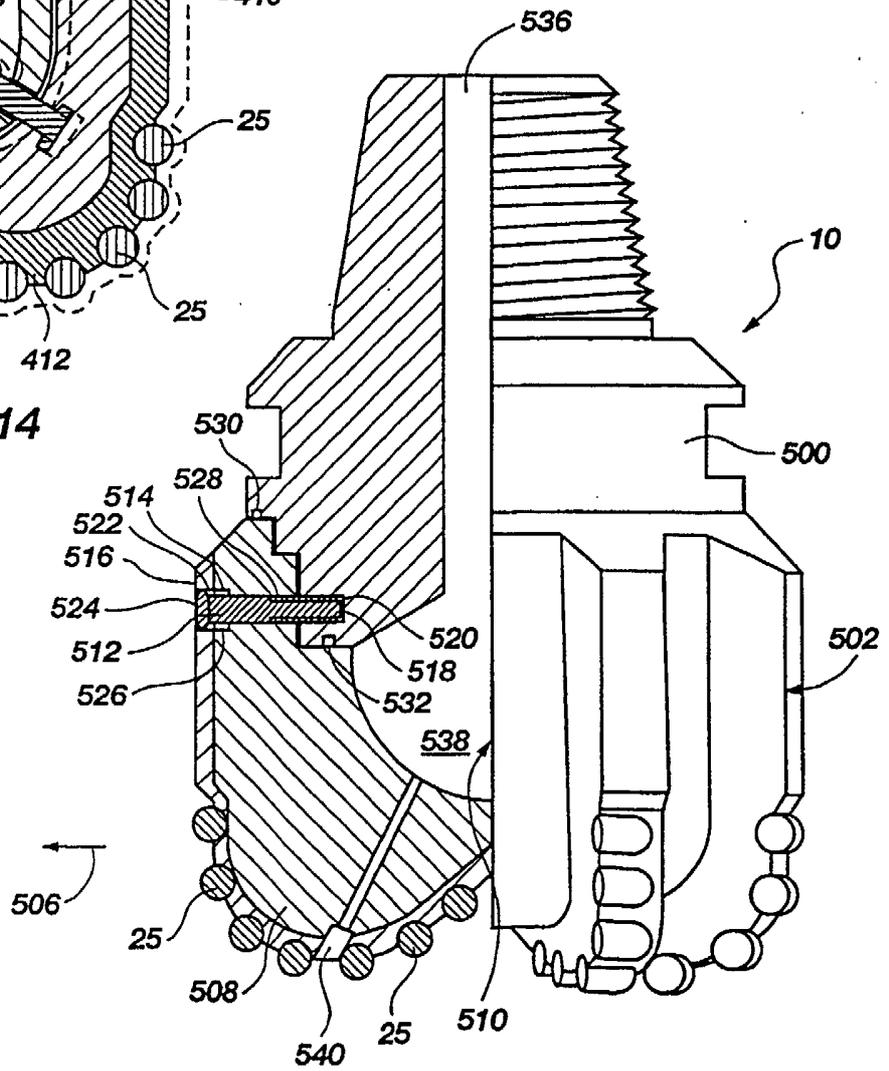


Fig. 15

ABRÉGÉ DE L'INVENTION

Procédé de forage d'une formation souterraine avec utilisation d'un trépan de forage oscillant

On décrit des dispositifs et des procédés pour le forage de formations souterraines avec un trépan de forage du type rotatif, l'oscillation étant entraînée dans le train de tiges, le trépan de forage ou l'élément de coupe, dans une direction axiale et/ou de torsion, pour produire des copeaux de la formation comportant des parties fines et des parties épaisses. Les oscillations entraînent plus spécifiquement l'engagement de l'élément de coupe du trépan de forage à des degrés différents dans la formation, produisant ainsi un copeau ayant une épaisseur variable, ce qui facilite la cassure du copeau le long de ses parties plus fines, réduisant ainsi le risque d'une adhésion des copeaux de la formation au trépan de forage ou à l'élément de coupe.

(Fig. 1)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 7715
BE 20000004

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
	ABSENCE D'UNITE D'INVENTION voir feuille supplémentaire B ---		E21B7/24 E21B10/62 E21B10/54 E21B10/56 E21B17/07
X	GB 2 325 681 A (CAMCO INTERNATIONAL (UK) LIMITED) 2 décembre 1998 (1998-12-02) * abrégé *	1, 10, 15-17	
X	US 4 958 691 A (HIPPI) 25 septembre 1990 (1990-09-25) * abrégé *	1, 2, 5, 6, 10, 18-22, 24, 25	
X	GB 2 183 694 A (NL PETROLEUM PRODUCTS LIMITED NL) 10 juin 1987 (1987-06-10) * page 4, ligne 21 - ligne 27 *	1-3, 10, 11, 13-17	
Y		12	
X	US 4 924 948 A (CHUANG) 15 mai 1990 (1990-05-15) * abrégé *	1, 2, 7, 10, 18, 19, 24, 35, 36	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
Y		12	E21B
X	US 2 224 439 A (COLEMAN) 10 décembre 1940 (1940-12-10) * page 1, colonne de droite, ligne 45 - page 2, colonne de gauche, ligne 5 * * page 3, colonne de gauche, ligne 34 - ligne 42 * * page 3, colonne de droite, ligne 11 - ligne 24 * --- -/--	1-4, 7, 10, 11, 18-20, 23, 35, 36	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
12 mars 2002		Sogno, M	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C4B)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 7715
BE 20000004

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.C1.7)
X	US 2 893 692 A (MARX) 7 juillet 1959 (1959-07-07) * colonne 4, ligne 44 - ligne 67; figure 7 * ---	1-3,7, 10, 18-20, 23,35,36	
X	US 3 804 181 A (CURINGTON) 16 avril 1974 (1974-04-16) * abrégé * * colonne 9, ligne 62 - colonne 10, ligne 5 * ---	1,2,10, 18,19, 24,35,36	
A	US 5 421 420 A (MALONE) 6 juin 1995 (1995-06-06) * abrégé * ---	12	
X	US 5 421 420 A (MALONE) 6 juin 1995 (1995-06-06) * abrégé * ---	1,2,5,6, 10, 18-22, 24,25, 35,36	
X	WO 95 21317 A (DB STRATABIT S.A.) 10 août 1995 (1995-08-10) * le document en entier * -----	1-4,10, 11, 18-20, 35,36	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.C1.7)
		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
		12 mars 2002	Sogno, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

BO 7715
BE 20000004

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-7, 10-25, 35, 36

Dispositif de forage comportant un trépan et un mécanisme de déplacement axial du trépan.

2. revendications: 8, 9, 26-34, 37, 38

Dispositif de forage comportant un trépan et un mécanisme de déplacement de torsion du trépan.

La recherche a été limitée au premier sujet.

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 7715
BE 2000004

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

12-03-2002

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 2325681 A	02-12-1998	EP 0874128 A2	28-10-1998
		US 6142250 A	07-11-2000
US 4958691 A	25-09-1990	BE 1003349 A4	03-03-1992
		CA 1337192 A1	03-10-1995
		DK 146590 A	17-12-1990
		FR 2649751 A1	18-01-1991
		GB 2233011 A ,B	02-01-1991
		NL 9001346 A ,B,	16-01-1991
		NO 178588 B	15-01-1996
		US 5156223 A	20-10-1992
GB 2183694 A	10-06-1987	AU 6538886 A	28-05-1987
		EP 0225101 A2	10-06-1987
US 4924948 A	15-05-1990	AUCUN	
US 2224439 A	10-12-1940	AUCUN	
US 2893692 A	07-07-1959	AUCUN	
US 3804181 A	16-04-1974	AUCUN	
US 5421420 A	06-06-1995	DE 69516756 D1	15-06-2000
		EP 0686752 A1	13-12-1995
		NO 952235 A	08-12-1995
WO 9521317 A	10-08-1995	AU 1540495 A	21-08-1995
		DE 69510038 D1	08-07-1999
		DE 69510038 T2	16-03-2000
		EP 0742867 A1	20-11-1996
		WO 9521317 A2	10-08-1995
		NO 963125 A	26-07-1996