



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1013082A5

NUMERO DE DEPOT : 09900488

Classif. Internat. : E21B

Date de délivrance le : 04 Septembre 2001

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 15 Juillet 1999 à 15H45 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 Joëlle, 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 CHANGEMENT D'UNE CARACTERISTIQUE D'EQUILIBRE ET DE LA CONFIGURATION DU COUPLE D'UN TREPAN DE FORAGE ET UN TREPAN DE FORAGE.

INVENTEUR(S) : Butcher Trent N., 10225 South, Sandy, Utah 84092 (US)

PRIORITE(S) 27.07.98 US USA09123167

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).

Bruxelles, le 04 Septembre 2001
PAR DELEGATION SPECIALE :

L. WUYTS
CONSEILLER

PROCÉDÉ DE CHANGEMENT D'UNE CARACTÉRISTIQUE D'ÉQUILIBRE ET DE LA
CONFIGURATION DU COUPLE D'UN TRÉPAN DE FORAGE ET UN TRÉPAN DE FORAGE

DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne des trépan de forage du type rotatif destinés à être utilisés dans le forage souterrain. La présente invention concerne plus spécifiquement des trépan de forage de terre du type rotatif présentant des caractéristiques hydrauliques permettant de produire ou d'ajuster au moins partiellement un équilibre de force latérale voulu, une
10 caractéristique de déséquilibre de force net ou une configuration du couple.

TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Les trépan de forage rotatifs à dispositif de coupe fixe pour le forage de terre souterrain ont été utilisés pendant des décades. On a
15 constaté que l'accroissement de la vitesse de rotation d'un tel trépan de forage, pour un poids donné appliqué au trépan, accroît le taux de pénétration du trépan de forage. Un accroissement de la vitesse de rotation d'un trépan de forage peut toutefois entraîner un endommagement prématuré ou une destruction des éléments de coupe du trépan de forage, réduisant
20 ainsi la vie utile correspondante.

On a constaté que la destruction de l'élément de coupe, en particulier en présence de vitesses de rotation plus élevées du trépan de forage, est due du moins en partie à un phénomène connu sous le nom de "tourbillonnement" ("whirl") ou "tourbillonnement du trépan". Des forces
25 de déséquilibre centrifuges à direction radiale (c.à.d. transversales à l'axe du trépan de forage) existent dans une certaine mesure dans chaque trépan de forage et dans chaque train de tiges. De telles forces proviennent en partie d'un déséquilibre de masse et en partie de forces dynamiques produites par le contact entre le trépan de forage et la
30 formation. Dans le dernier cas, un emplacement et une orientation agressifs de l'élément de coupe entraînent une force de coupe tangentielle élevée par rapport à la force ordinaire d'un trépan rotatif, aggravant le déséquilibre. Dans tous les cas, ces forces de déséquilibre tendent à entraîner le trépan de forage à tourner ou "rouler" autour du trou de
35 forage dans une direction opposée à la direction de rotation normale du trépan au cours du forage. Cette contre-rotation est appelée "tourbillonnement" et est un phénomène à auto-propagation, étant donné que

les forces latérales ou transversales sur le trépan entraînent un déplacement vers un côté de son centre de rotation, suivi immédiatement par une nouvelle tendance à un déplacement. Comme les éléments de coupe sont destinés à couper et à résister à l'impact qui leur est appliqué dans la direction ordinaire de la rotation du trépan (dans le sens des aiguilles
5 d'une montre, en regardant vers le bas), un contact entraîné par un tourbillonnement entre les éléments de coupe et la paroi du trou de forage dans le sens contraire des aiguilles d'une montre entraîne l'application de contraintes aux éléments de coupe, pour lesquelles ils n'ont jamais été
10 conçus, risquant d'endommager ou de détruire les éléments de coupe et réduisant la durée de vie utile du trépan de forage.

Un équilibrage des forces transversales appliquées aux trépans de forage du type rotatif en service s'est avéré extrêmement important en vue de leurs performances. Les forces de forage influencent le comportement
15 dynamique, comme le tourbillonnement, le pouvoir de direction et le déplacement du trépan. Des trépans de forage à force équilibrée et à déséquilibre net des forces ont été développés pour contrer la tendance au tourbillonnement d'un trépan de forage.

Dans de nombreux trépans de forage de terre du type rotatif équilibrés conventionnels, les différents composants, comme les lames et les éléments de coupe, sont conçus et orientés d'une manière équilibrant les forces appliquées au trépan de forage, ceci réduisant la tendance au tourbillonnement du trépan de forage lors de la rotation à vitesse élevée et en présence d'un WOB réduit.

25 Des trépans de forage de terre du type rotatif à force de déséquilibre transversale nette au cours de leur rotation ont également été conçus pour réduire ou éliminer le tourbillonnement du trépan. De tels trépans de forage sont destinés à focaliser ou à diriger les forces de déséquilibre entraînant typiquement le tourbillonnement du trépan vers un
30 côté particulier du trépan. Les éléments de coupe et la masse du trépan sont typiquement positionnés d'une manière entraînant le déplacement du trépan vers une zone ou une plaquette de support à friction réduite sur la zone de front de taille du côté du trépan sur lequel sont focalisées les forces de déséquilibre, réduisant ainsi notablement les forces
35 tangentielles appliquées au trépan de forage/à la paroi du trou de forage, qui entraînent typiquement un tourbillonnement. Cette solution a été décrite dans les brevets des Etats-Unis 4982802, 5010789 et 5042596, chacun de ces brevets ayant été attribué à la Amoco Corporation de Chicago,

Illinois. La valeur des forces de déséquilibre transversales nettes focalisées sur la zone de support à friction réduite peuvent toutefois être plus qu'appropriées pour maintenir le contact entre la zone de support à friction réduite du trépan de forage et la formation. Une force de déséquilibre nette excessive peut donc entraîner une usure prématurée de la zone de support à friction réduite, réduisant ainsi la vie utile du trépan de forage.

Les forces exercées par le trépan de forage contre une formation rocheuse et l'effet résultant exercé par ces forces sur le trépan de forage, ainsi que le positionnement des différents composants du trépan de forage sont certes typiquement pris en compte lors de la conception de trépons de forage de terre du type rotatif équilibrés et à déséquilibre net, mais les conceptions des trépons de forage du type rotatif conventionnel ne tiennent pas compte de la force hydraulique du fluide de forage s'écoulant à travers et en-dehors du trépan de forage.

Les trépons de forage équilibrés et à déséquilibre net englobent des buses à travers lesquelles s'écoule le fluide de forage, par exemple de la "boue", de l'air, des gaz ou des mélanges de gaz, de la mousse ou d'autres substances fluides pouvant être utilisées au cours du forage d'une formation. Le fluide de forage est typiquement utilisé au cours du forage en vue de refroidir et de lubrifier la face du trépan de forage et les éléments de coupe qui y sont agencés, pour éliminer les débris de la face du trépan et pour les transporter en haut du trou de forage, ainsi que pour empêcher l'introduction de gaz sous pression ou de liquides de la formation forée dans le trou de forage, risquant d'entraîner une "éruption" du trou de forage.

Lors de l'écoulement du fluide de forage à travers le trépan de forage, les forces hydrauliques du fluide de forage affectent l'équilibre rotationnel du trépan de forage. Les forces hydrauliques du fluide de forage appliquées à un trépan de forage du type rotatif sont similaires à la force produite lors de l'écoulement d'eau à travers et en dehors d'un tuyau de jardin ou d'un tuyau d'incendie. Dans les trépons de forage du type rotatif, les forces hydrauliques affectent l'équilibre rotationnel du trépan, lors de l'écoulement du fluide de forage à travers le trépan, de son accélération et de sa sortie du trépan à travers les buses. Les buses d'un trépan de forage ont typiquement une orientation fixe; le fluide de forage sort donc du trépan à travers chaque buse dans une direction fixe.

Les forces hydrauliques peuvent influencer notablement l'équilibre ou le déséquilibre net d'un trépan de forage du type rotatif par suite de la densité typiquement élevée du fluide de forage et des débits typiquement élevés du fluide de forage traversant le trépan au cours du forage. Les graphiques linéaires des figures 1 et 2 illustrent la valeur de la force hydraulique exercée sur un trépan de forage lors de l'écoulement d'un fluide de forage ayant un poids de 1,44 kg/l (12 livres/gallon), avec un débit donné (mesuré typiquement en litres (gallons) par minute, ou "GPM") à travers des buses de taille différente du trépan de forage. Une force d'environ 88.900 N (20.000 livres nettes) est par exemple exercée sur un trépan de forage comportant quatre buses de 0,64 cm (8/32 pouces) lors de l'écoulement de 1,44 kg/l (12 livres/gallon) de boue à travers celles-ci avec un débit de 1.210 l/min (320 gpm). Dans le cadre d'un autre exemple, une force d'environ 22.226 N (5.000 livres) serait exercée sur un trépan de forage englobant quatre buses de 15/32 pouces lors de l'écoulement de 12 livres/gallon de boue à travers celles-ci, avec un débit de 320 gpm. Comme le fluide de forage sort ainsi typiquement du trépan de forage en présence de débits élevés et dans une direction fixe, l'équilibre du trépan de forage peut être affecté de façon non appropriée, pouvant englober un tourbillonnement des trépan de forage à force équilibrée ou à force de déséquilibre nette, conçus en fait pour empêcher ce phénomène, ou changer l'amplitude ou la direction du déséquilibre net d'un trépan de forage à force de déséquilibre nette, de sorte à orienter la force dans une direction telle que le trépan ne se déplace pas sur sa surface ou sa plaquette de support.

Il existe donc une demande pour un trépan de forage du type rotatif, dans lequel il est possible d'utiliser des forces hydrauliques permettant d'entraîner une valeur voulue des caractéristiques de force d'équilibre ou de déséquilibre net du trépan de forage. Il existe également une demande pour un système permettant de changer l'équilibre global d'un trépan de forage du type rotatif.

DESCRIPTION DE L'INVENTION

Le trépan de forage du type rotatif selon la présente invention répond aux demandes ci-dessus.

Lors de la conception et de l'utilisation du trépan de forage du type rotatif selon la présente invention, les effets du poids du fluide de forage, la taille de chaque buse, l'emplacement de chaque buse sur le

trépan de forage, la direction de sortie du fluide de forage de chaque buse, le débit d'introduction du fluide de forage dans un trou de forage et l'effet exercé sur le trépan de forage par la direction du fluide de forage contre la paroi du trou de forage ou la face d'extrémité en cours
5 de forage sont pris en compte en utilisant les caractéristiques hydrauliques du trépan de forage pour conférer au trépan de forage une caractéristique d'équilibre ou une configuration de couple voulue.

Le "couple" est la force agissant à une certaine distance. La configuration du couple d'un trépan de forage correspond au couple global
10 de celui-ci. La figure 3 illustre la configuration du couple et la caractéristique d'équilibre d'un trépan de forage dit à force équilibrée 1. Le trépan de forage 1 englobe des buses 2, à partir de chacune desquelles peut être dirigé un jet 3 de fluide de forage. Le vecteur de direction hydraulique 4, ou ligne d'action, de chaque jet de fluide de
15 forage exerce une force de réaction ou une force hydraulique sur le trépan de forage 1. D'autres facteurs, comme la taille, l'emplacement et la configuration de différents autres éléments du trépan de forage 1, comme les lames, les surfaces de support latérales, et les éléments de coupe correspondants, peuvent aussi affecter la caractéristique d'équilibre ou
20 la configuration du couple du trépan de forage. Le couple du trépan de forage 1 peut être déterminé par la somme des produits de la force de chaque jet 3, multipliée par la longueur de chaque bras du couple 5, correspondant à la distance entre l'axe 6 du trépan de forage 1 et le vecteur de direction hydraulique correspondant 4, perpendiculaire à la
25 ligne d'action. La figure 3 illustre certes les forces dans le plan X-Y, mais le fluide de forage peut aussi affecter l'équilibre ou le couple du trépan de forage dans d'autres plans (c.à.d. le long de l'axe des z).

Le trépan de forage du type rotatif selon la présente invention englobe ainsi des buses dimensionnées, positionnées et orientées sur le
30 trépan de forage de sorte à conférer au trépan de forage les caractéristiques d'équilibre voulues en service, avec un poids et un débit particuliers du fluide de forage. Les trépants de forage équilibrés et à déséquilibre net utilisant les caractéristiques hydrauliques du trépan de forage de cette manière sont compris dans l'objectif de la présente
35 invention. Les caractéristiques hydrauliques du trépan de forage peuvent en outre être ajustées pour conférer au trépan de forage une direction et une valeur de déséquilibre net voulues, ou un vecteur de force hydraulique net, pratiquement opposé au vecteur de la direction hydraulique collective

du fluide de forage s'écoulant à partir du trépan de forage, en vue d'un ajustement particulier des caractéristiques d'équilibre ou de la configuration du couple du trépan de forage. Lors de l'adaptation des caractéristiques hydrauliques du trépan de forage, une configuration

5 initiale du couple, basée sur le nombre, la taille, l'emplacement et l'orientation des éléments de coupe ainsi que sur le nombre, la taille, l'emplacement et la configuration des lames et des surfaces de support latérales du trépan de forage, est comparée avec une configuration désirée

10 du couple du trépan de forage, appelée aussi configuration voulue du couple. D'autres facteurs, englobant, sans limitation, le poids et le débit du fluide de forage applicables avec le trépan de forage, peuvent aussi affecter l'équilibre ou le couple du trépan. Les buses du trépan de forage sont ensuite positionnées, dimensionnées de façon appropriée ou ajustées en ce qui concerne leur orientation, de sorte que les forces hydrauliques

15 du fluide de forage les traversant entraînent un ajustement de la configuration du couple du trépan de forage, de la configuration initiale du couple vers la configuration voulue du couple. Des paramètres opérationnels fixes ou des intervalles correspondants (p.ex. le poids du fluide de forage, le débit, le WOB, etc.), facilitant l'établissement de

20 l'équilibre ou du couple voulu, peuvent être déterminés de façon similaire.

Un trépan de forage selon la présente invention peut englober une ou plusieurs buses amovibles. Les buses du trépan de forage peuvent ainsi être remplacées par des buses plus grandes ou plus petites pour varier la force hydraulique exercée sur le trépan de forage par le fluide de forage

25 s'écoulant à partir de celles-ci, et pour exercer une force hydraulique voulu sur le trépan de forage au niveau de l'emplacement de la buse. Un trépan de forage selon la présente invention peut englober de même une ou plusieurs buses pouvant être orientées dans plusieurs directions. De telles buses permettent une variation directionnelle de la direction hydraulique

30 et des vecteurs de force hydrauliques.

Un procédé de changement de l'équilibre d'un trépan de forage est aussi compris dans l'objectif de la présente invention. La direction des forces de déséquilibre net peuvent être changées ou les forces de déséquilibre net peuvent être pratiquement éliminées en remplaçant une ou

35 plusieurs buses du trépan de forage par une buse de taille différente, avec un débit correspondant. Les caractéristiques d'équilibre global ou la configuration du couple du trépan de forage peuvent aussi être changées en changeant la direction de sortie du fluide de forage de la buse. La taille

d'une ou de plusieurs buses et la direction d'une ou de plusieurs buses peuvent évidemment être changées pour conférer au trépan de forage les caractéristiques d'équilibre voulues ou la configuration de couple voulue.

La présente invention englobe aussi des procédés de configuration des

5 caractéristiques hydrauliques d'un trépan de forage de terre du type rotatif pour conférer au trépan de forage la configuration de couple ou les caractéristiques d'équilibre voulues, un procédé d'agencement d'une buse sur un trépan de forage pour changer la configuration du couple ou les caractéristiques d'équilibre du trépan de forage et un procédé de

10 conception d'un trépan de forage, permettant de lui conférer une configuration de couple ou des caractéristiques d'équilibre voulues. Chacun des procédés ci-dessus englobe l'évaluation, la prédiction ou la surveillance d'une ou de plusieurs caractéristiques des forces hydrauliques du trépan de forage, par exemple du poids du fluide de forage, du débit du

15 fluide de forage traversant le train de tiges et le trépan dans le trou de forage, l'effet exercé sur les caractéristiques d'équilibre ou la configuration du couple par la sortie d'un jet de fluide de forage et le heurt contre la paroi du trou de forage à un angle latéral non perpendiculaire, et l'effet exercé par les vecteurs de force entraînés par

20 l'élément de coupe sur les caractéristiques d'équilibre ou la configuration du couple du trépan de forage. Chacun des procédés selon la présente invention peut aussi englober la variation de l'écoulement du fluide de forage à travers le trépan de forage de manière commandée, par exemple par un écoulement par pulsations du fluide de forage à travers le trépan de

25 forage.

D'autres avantages de la présente invention seront mieux compris par les hommes de métier sur la base de la description ci-dessous, des dessins annexés et des revendications annexées.

BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

30 La figure 1 est un graphique linéaire illustrant les forces hydrauliques nettes exercées sur des trépans de forage de terre du type rotatif comportant 4, 6 ou 8 buses de taille différente, lors de l'écoulement de fluide de forage ayant un poids de 1,44 kg/l (12 livres/gallon) à travers les buses avec un débit respectif de 1.210

35 l/minute (320 gpm), de 1.135 l/minute (300 gpm) et de 910 l/minute (240 gpm);

la figure 2 est un graphique linéaire illustrant la force hydraulique exercée par chaque buse sur les trépan de forage de terre de la figure 1, le poids, le débit ainsi que le nombre et la taille des buses étant similaires à ceux de la figure 1;

- 5 la figure 3 est une représentation schématique de la configuration du couple d'un trépan de forage;

la figure 4 est une vue en perspective d'un trépan de forage selon la présente invention;

- 10 la figure 5 est une vue en élévation d'en haut d'une cloison ou d'une couche exposée du trépan de forage de la figure 4, prise transversalement par rapport à l'axe longitudinal correspondant;

la figure 6 est une vue en coupe d'une buse à orientation variable pouvant être utilisée sur le trépan de forage selon la présente invention;

- 15 la figure 7 est une représentation schématique en coupe d'un trépan de forage dans un trou de forage, prise diamétralement par rapport à un axe longitudinal du trépan de forage, et illustrant les composantes axiales et latérales du vecteur de direction hydraulique lors de la sortie de fluide de forage du trépan de forage;

- 20 la figure 8 est une représentation schématique en coupe d'un trépan de forage dans un trou de forage, prise transversalement à un axe longitudinal du trépan de forage, et illustrant la composante latérale du vecteur de direction hydraulique lors de la sortie de fluide de forage du trépan de forage;

- 25 la figure 9 est une représentation schématique en coupe d'un trépan de forage dans un trou de forage, prise transversalement à l'axe longitudinal du trépan de forage, et illustrant un changement de la taille d'une buse pour changer les caractéristiques d'équilibre ou la configuration du couple du trépan de forage;

- 30 la figure 10 est une représentation schématique en coupe d'un trépan de forage dans un trou de forage, prise transversalement à l'axe longitudinal du trépan de forage et illustrant un changement de la direction dans laquelle la buse dirige le fluide de forage, en vue de changer les caractéristiques d'équilibre ou la configuration du couple du trépan de forage;

- 35 la figure 11 est une représentation schématique en coupe d'un trépan de forage à déséquilibre net, dans lequel les forces de déséquilibre net

dirigent une force excessive contre une paroi du trou de forage, réduisant la vie utile du trépan de forage;

la figure 12 est une représentation schématique en coupe du trépan de forage de la figure 11, dans lequel les forces hydrauliques du trépan de forage sont utilisées pour réduire la force de déséquilibre net;

la figure 13 est une représentation schématique en coupe d'un trépan de forage dit "équilibré", dans lequel les caractéristiques hydrauliques du trépan de forage peuvent créer un déséquilibre net au cours de la rotation du trépan de forage; et

la figure 14 est une représentation schématique en coupe du trépan de forage de la figure 13, dans lequel les caractéristiques hydrauliques du trépan de forage sont ajustées pour réduire ou éliminer le déséquilibre net.

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

Les figures 4 et 5 illustrent un trépan de forage exemplaire englobant des buses 36 positionnées, orientées et dimensionnées de sorte à conférer au trépan les caractéristiques d'équilibre ou la configuration de couple voulues. Comme représenté, le trépan de forage 10 englobe différents composants externes et internes, par exemple un corps de trépan 12, englobant six lames ou ailettes 18 et plaquettes de front de taille 28 au niveau de la périphérie du corps du trépan. Les lames 18 sont séparées par des parcours de fluide à extension généralement radiale 30, s'étendant en continu avec des fentes à rebuts 32, positionnées entre les plaquettes de front de taille 28. Les parcours de fluide 30 s'étendent en continu avec des passages de fluide internes 34.

En service, les fentes à rebuts 32 sont alimentées en fluide de forage à partir du train de tiges, à travers la queue 14, communiquant avec les passages de fluide internes 34. Une certaine quantité de fluide de forage sort des passages de fluide internes 34 à travers les buses 36, agencées dans des cavités 38 définies dans les parcours de fluide 30, et dirigée le long des parcours de fluide 30 vers les fentes à rebuts 32.

Au niveau de l'extrémité distale du corps du trépan 12, les lames 18 englobent des douilles 22 avec des contreforts arrière inclinés 24. Les douilles 22 supportent des éléments de coupe 20, supportés à partir de l'arrière des contreforts 24. Des éléments à rogner de front de taille 26 sont agencés immédiatement près et au-dessus (comme représenté dans la figure 4) des plaquettes de front de taille 28. Les lames 18, les parcours

de fluide 30 et les détails topographiques correspondants définissent ensemble ce que l'on peut appeler la "face du trépan", correspondant à la surface du trépan qui contacte la formation non forée du fond du trou de forage. La forme externe d'une section transversale diamétrale du corps du trépan 12, prise le long de l'axe longitudinal du trépan 40 définit ce que l'on peut appeler le profil du trépan ou de "couronne".

Le corps du trépan 12 peut être formé selon des techniques connues, par exemple par l'intermédiaire d'un matériau particulière ou sous forme de poudre, tel un matériau réfractaire (p.ex. du carbure, par exemple du carbure de tungstène, du carbure de titane, du carbure de tantale, etc.); d'un matériau robuste et ductile (p.ex. du fer, de l'acier ou de l'Invar); ou de la céramique. Le matériau en poudre peut être formé pour constituer le corps du trépan 12 selon des techniques connues, englobant, sans limitation, la disposition du matériau en poudre dans un moule; selon des procédés utilisant un matériau à déplacement de matrice, comme ceux décrits dans le brevet des Etats-Unis 5090491, attribué à Tibbitts et al., le 25 février 1992, dont la description est incorporée entièrement à titre de référence dans la présente description; ou selon des procédés de production à couches, décrits dans le brevet des Etats-Unis 5433280, attribué à Smith, le 18 juillet 1995, et dont la description est incorporée entièrement à titre de référence dans la présente description. Le matériau à déplacement de matrice est de préférence un matériau robuste et ductile d'un type connu dans la technique (p.ex. des alliages à base de cuivre). Un corps de trépan 12 pouvant être fabriqué selon chacun de ces procédés comprend une matrice quelque peu poreuse et perméable, semblable à une éponge ou une mousse à alvéoles ouverts. La matrice de matériau en poudre est donc relativement faible, étant donné que le matériau en poudre peut être éliminé facilement de manière mécanique de la matrice. Pour former un trépan de forage fini 10, comme celui représenté dans les figures 4 et 5, il est donc nécessaire d'infiltrer un matériau liant dans la matrice (par exemple un alliage à base de cuivre, de nickel, de cobalt ou de fer), connu dans la technique. Le corps du trépan 12 peut aussi être usiné à partir d'un matériau robuste et solide, par exemple d'acier, ceci étant connu dans la technique.

Les buses 36 d'un trépan de forage selon la technique 10 sont typiquement fixées de façon amovible au trépan de forage selon des procédés connus, par exemple par filetage, encliquetage ou chargement par ressort. Une buse 36 peut ainsi être enlevée du trépan de forage 10 sur l'installation de forage et remplacée par une buse de taille différente

pour changer la force hydraulique exercée sur une partie particulière du trépan de forage par le fluide de forage s'écoulant à partir de celui-ci, comme illustré dans le graphique de la figure 2.

Les buses 36 du trépan de forage 10 peuvent être ajustées pour
5 différentes orientations. La réorientation d'une buse 36 change la direction de l'écoulement du fluide de forage à partir du trépan de forage 10 et donc la direction dans laquelle la force hydraulique du fluide de forage est exercée sur le trépan de forage 10. Des buses exemplaires à orientation variable pouvant être utilisées sur un trépan de forage 10
10 selon la présente invention ont été décrites dans le brevet des Etats-Unis 4533005, attribué à Morris, le 6 août 1985, et dans le brevet des Etats-Unis 4794995, attribué à Matson et al., le 3 janvier 1989, dont les descriptions sont incorporées entièrement à titre de référence dans la présente description.

15 D'autres buses à orientation variable peuvent aussi être utilisées sur le trépan de forage 10, par exemple la buse 42 illustrée dans la figure 6, englobant un corps de buse sphérique 44 et un boîtier 50 englobant un orifice de buse 52 fixant le corps de la buse 44. L'axe longitudinal L de la buse 42 peut être changé par rapport à l'axe longitudinal N de l'orifice
20 de la buse 52 en faisant tourner ou en inclinant la buse 42 par rapport au boîtier 50.

Lors de l'application ou de l'aménagement des caractéristiques hydrauliques du trépan de forage 10 pour conférer au trépan de forage des caractéristiques d'équilibre ou une configuration de couple voulues, il
25 faudrait tenir compte de la taille, du nombre, de l'orientation et du positionnement des buses 36, du poids et du débit du fluide de forage ainsi que de l'angle latéral au niveau duquel un jet de fluide de forage heurte la paroi du trou de forage, étant donné que chacune de ces propriétés affecte les forces hydrauliques exercées sur le trépan de forage 10 lors
30 de l'écoulement de fluide de forage à partir de celui-ci. Les vecteurs de force entraînés par les éléments de coupe exercés sur le trépan de forage 10 lorsque les éléments de coupe 20 (voir figure 4) coupent une formation devraient aussi être pris en compte en conférant au trépan de forage 10 des caractéristiques d'équilibre ou une configuration de couple voulues, étant
35 donné que ces vecteurs de force entraînés par les éléments de coupe affectent l'équilibre et la configuration du couple du trépan de forage.

La figure 7 illustre un trépan de forage 10 dans un trou de forage 68 dans une formation 66. La direction, ou le vecteur de direction hydraulique 60 du fluide de forage sortant du trépan de forage 10 à travers chaque buse 36 est illustrée par une flèche diagonale. Chaque vecteur de direction hydraulique 60 comporte une composante axiale 62, illustrée par de petites flèches verticales, et une composante latérale 64, illustrée par de petites flèches horizontales. Chacune des composantes axiales 62 et horizontales 64 du vecteur de direction hydraulique 60 comporte aussi une amplitude de force associée. La composante axiale 62 de chacun des vecteurs de direction hydraulique du fluide de forage tend à exercer une force hydraulique ascendante ou de réaction sur le trépan de forage 10 et le train de tiges (non représenté) auquel est fixé le trépan de forage. Le vecteur de force hydraulique, pratiquement opposé au vecteur de direction hydraulique correspondant 60, comporte aussi des composantes axiales et latérales, pratiquement opposées aux composantes axiales et latérales respectives du vecteur de direction hydraulique 60. La composante axiale du vecteur de force hydraulique peut être compensée dans la plupart des cas par un accroissement du WOB. La composante latérale du vecteur de force hydraulique peut toutefois affecter les caractéristiques globales d'équilibre rotationnel ou la configuration du couple du trépan de forage 10. Le vecteur de force hydraulique peut de même affecter l'équilibre ou le couple du trépan de forage le long de l'axe des z correspondant.

La figure 8 est une représentation schématique en coupe du trépan de forage 10 dans un trou de forage 68, illustrant les composantes latérales 64 du vecteur de direction hydraulique du fluide de forage sortant du trépan de forage au niveau de différents emplacements. La composante latérale 64 du vecteur de direction hydraulique du fluide de forage sortant à travers chaque buse 36 du trépan de forage 10 est représentée par une petite flèche. La direction nette des vecteurs de direction hydraulique combinés et la valeur nette des forces hydrauliques combinées du fluide de forage sortant du trépan de forage 10 sont appelées collectivement vecteur de direction hydraulique net 72, représenté par une grande flèche. La force hydraulique du fluide de forage sortant du trépan de forage 10 entraîne une force de réaction pratiquement opposée, représentée sous forme d'un vecteur de force hydraulique net 73. Comme le trépan de forage illustré 10 est un trépan de forage dit "équilibré", le vecteur de force hydraulique net 73 représente aussi le vecteur des caractéristiques d'équilibre, ou le déséquilibre net du trépan de forage 10.

Un trépan de forage 10 selon la présente invention peut englober une ou plusieurs buses 36 orientées sur le corps du trépan 12 de sorte à équilibrer les forces hydrauliques exercées sur le trépan de forage. En d'autres termes, les forces hydrauliques peuvent se compenser de sorte qu'aucun vecteur de force hydraulique notable ou mesurable et aucune force de réaction correspondante ne sont appliqués au trépan de forage 10. Dans un trépan de forage équilibré 10, comme celui représenté dans la figure 8, au moins deux buses 36 peuvent ainsi être agencées sur le trépan et orientées mutuellement d'une manière équilibrant pratiquement les forces hydrauliques du fluide de forage appliquées sur le trépan de forage, de sorte que les forces hydrauliques n'affectent pas notablement les caractéristiques d'équilibre ou la configuration du couple du trépan de forage. Les forces hydrauliques du trépan de forage peuvent aussi servir à changer les caractéristiques d'équilibre ou la configuration du couple du trépan de forage 10 pour compenser d'autres forces de déséquilibre, comme celles produites par les éléments de coupe, les lames ou les surfaces de support latérales du trépan de forage. Au moins une buse 36 peut par exemple être agencée sur le trépan de forage 10 pour changer une caractéristique du trépan de forage, par exemple l'établissement ou le changement d'un déséquilibre net du trépan de forage.

Différents autres facteurs peuvent être pris en compte lors de l'établissement du vecteur de force hydraulique net voulu lors de la sortie du fluide de forage du trépan de forage, englobant, sans limitation, le poids et le débit du fluide de forage, les tailles de la buse et l'angle latéral au niveau duquel un jet de fluide de forage heurte la paroi du trou de forage.

Comme représenté dans la figure 9, la direction du vecteur de force hydraulique net 73 peut être changée par rapport à celle illustrée dans la figure 8, l'amplitude de la force le long du vecteur de force hydraulique net 73 pouvant aussi être pratiquement éliminée en remplaçant au moins une des buses 36 à travers lesquelles le fluide de forage sort du trépan de forage par une buse de taille différente. La figure 9 illustre l'ajustement des caractéristiques hydrauliques du trépan de forage 10 pour compenser et éliminer effectivement le vecteur de force hydraulique net 73, plaçant le couple de rotation 74 du trépan de forage 10 pratiquement au centre correspondant. En d'autres termes, les caractéristiques hydrauliques du trépan de forage 10 sont organisées de sorte que la force hydraulique exercée sur le trépan de forage 10 lors de la sortie de fluide de forage

à travers chaque buse 36 est compensée par la force hydraulique combinée exercée sur le trépan de forage 10 lors de la sortie du fluide de forage à travers les autres buses 36. Il n'y a donc pratiquement pas de vecteur de direction hydraulique net 72 ou vecteur de force hydraulique net 73.

- 5 L'amplitude de la force hydraulique nette le long du vecteur de force hydraulique net 73 (et donc l'amplitude de l'écoulement hydraulique le long du vecteur de force de direction hydraulique net 72) peut aussi être changée en remplaçant une ou plusieurs buses 36 par une buse de taille différente pour changer la valeur de l'écoulement hydraulique le long des
- 10 composantes latérales 64 d'un ou de plusieurs vecteurs de direction hydraulique 60 (voir figure 7).

- La figure 10 représente un changement de la direction nette du vecteur de direction hydraulique net 72 et du vecteur de force hydraulique net 73 par suite d'un changement de la direction dans laquelle une ou
- 15 plusieurs buses 36 dirigent le fluide de forage à partir du trépan de forage 10. L'amplitude de la force hydraulique nette le long du vecteur de force hydraulique net 73 (et donc l'amplitude de l'écoulement hydraulique le long du vecteur de direction hydraulique net 72) peut de même être changée par une réorientation d'une ou de plusieurs buses 36.

- 20 La direction nette de chacun du vecteur de direction hydraulique net 72 et du vecteur de force hydraulique net 73, ainsi que l'amplitude de l'écoulement et des forces le long des vecteurs 72 et 73 peuvent aussi être changées en remplaçant au moins une des buses 36 par une buse de taille différente et en changeant la direction d'une ou de plusieurs buses 36.

- 25 Les figures 11 et 12 illustrent une première forme de réalisation d'un procédé selon la présente invention permettant l'adaptation des caractéristiques d'équilibre de la force globale nette ou de la configuration du couple d'un trépan de forage à déséquilibre net 80.

- La figure 11 illustre un trépan de forage à force de déséquilibre net
- 30 80 englobant une zone de support à friction réduite 82 sur la face correspondante. Le trépan de forage 80 est agencé sur l'extrémité d'un train de tiges (non représenté) dans un trou de forage 68 d'une formation 66. La force de déséquilibre net, ou le vecteur des caractéristiques d'équilibre 84, représenté par une grande flèche, du trépan de forage 80,
- 35 est plus qu'appropriée pour maintenir le contact entre la zone de support à friction réduite 82 et la paroi 70 du trou de forage 68 et pour empêcher un tourbillonnement du trépan. La force exercée par la zone de support à

friction réduite 82 contre la paroi 70 entraînera donc une usure trop rapide de la zone de support à friction réduite, réduisant effectivement la durée de vie utile du trépan de forage 80.

La figure 12 illustre la variation des forces hydrauliques pour établir un vecteur de force hydraulique net 85, représenté par une flèche, exercé sur le trépan de forage 80 lors de la sortie du fluide de forage, pratiquement opposé à un vecteur de direction hydraulique net 87 du fluide de forage sortant du trépan de forage 80, par remplacement ou par réorientation des buses 86 de la manière expliquée ci-dessus en référence aux figures 9 et 10, pour contrer la force de déséquilibre nette excessive illustrée dans la figure 11, représentée par le vecteur des caractéristiques d'équilibre 84, le long duquel la zone de support à friction réduite 82 exerce sa force contre la paroi 70. L'amplitude de l'écoulement et la direction du fluide de forage sortant du trépan de forage 80 à partir d'un ou de plusieurs emplacements, représentés collectivement par la flèche du vecteur de direction hydraulique net 87, peuvent être changées pour réduire le déséquilibre net du trépan de forage 80 sans changer la direction nette du vecteur de déséquilibre net 84. En d'autres termes, les forces hydrauliques exercées sur le trépan de forage 80 lors de la sortie du fluide de forage peuvent être changées de sorte que le vecteur de force hydraulique net 85 est opposé au vecteur des caractéristiques d'équilibre 84. Lorsque les forces de déséquilibre net d'un trépan de forage 80 sont toutefois insuffisantes pour maintenir un contact pratiquement continu entre la zone de support à friction réduite 82 et la paroi 70 du trou de forage 68, les forces hydrauliques entraînées par le fluide de forage peuvent être utilisées pour accroître le déséquilibre net du trépan de forage et empêcher ainsi un tourbillonnement du trépan de forage 80 dans le trou de forage 68. La direction des forces de déséquilibre net peut aussi être changée de manière similaire.

Les figures 13 et 14 illustrent une deuxième forme de réalisation du procédé d'ajustement selon la présente invention, appliqué pour ajuster les caractéristiques d'équilibre ou la configuration du couple d'un trépan de forage dit "à force équilibrée" 100.

La figure 13 illustre un trépan de forage "à force équilibrée" 100, présentant un léger déséquilibre net, représenté par la flèche du vecteur des caractéristiques d'équilibre 102, pouvant être entraîné par les forces hydrauliques collectives exercées sur le trépan de forage 100 lors de la sortie du fluide de forage à travers les buses 104 du trépan de forage 100.

Le déséquilibre peut être entraîné par l'utilisation de buses de taille différente sur le trépan de forage 100 ou par l'agencement ou l'orientation des buses 104 sur le trépan de forage d'une manière établissant un déséquilibre du trépan de forage en service. Le déséquilibre peut aussi
5 être entraîné ou provoqué par un déséquilibre des autres composants du trépan de forage 100 (par exemple des éléments de coupe, des lames, des surfaces de support latérales, etc.). Les hommes de métier savent toutefois que même de légers déséquilibres sont peu appropriés dans les trépan de forage équilibrés, étant entendu qu'un tel déséquilibre net peut entraîner
10 un tourbillonnement du trépan de forage.

La figure 14 illustre une modification du trépan de forage illustré dans la figure 13, dans lequel la direction d'une ou de plusieurs buses 104 a été changée, ou dans lequel une ou plusieurs buses 104 ont été remplacées par une buse de taille différente, comme décrit ci-dessus en référence aux
15 figures 9 et 10, pour contrer le déséquilibre net, représenté par le vecteur des caractéristiques d'équilibre 102 du trépan de forage 100. La direction ou l'amplitude des jets individuels de fluide de forage peut ainsi être changée pour établir un vecteur de direction hydraulique collectif ou net 103, pratiquement dans la même direction et ayant
20 pratiquement la même amplitude que le vecteur des caractéristiques d'équilibre 102. L'écoulement collectif du fluide de forage le long du vecteur de direction hydraulique net 103 établit un vecteur de force hydraulique net 106 opposé au vecteur des caractéristiques d'équilibre 102, conférant au trépan de forage 100 l'équilibre voulu.

25 Comme l'orientation des buses peut être changée et que les buses d'un trépan de forage peuvent être remplacées par des buses de taille différente sur place, les caractéristiques hydrauliques d'un trépan de forage peuvent être modifiées selon le procédé de la présente invention en vue de l'adaptation à différents poids et différents débits du fluide de forage,
30 ainsi qu'à différents types de formation et éléments de coupe, pour conférer au trépan de forage les caractéristiques d'équilibre ou la configuration du couple voulues. Le procédé selon la présente invention peut aussi être appliqué en combinaison avec une évaluation sur place de l'équilibre d'un trépan de forage, pour ajuster les caractéristiques
35 d'équilibre ou la configuration du couple du trépan de forage ou pour corriger des problèmes d'équilibre du trépan de forage, pouvant être rencontrés lors de l'utilisation du trépan de forage, de sorte à accroître la vitesse du forage, ainsi que la vie utile du trépan de forage. Une telle

évaluation sur place peut être assurée en surveillant le trépan de forage pendant le forage ou par l'intermédiaire d'une modélisation mathématique prédictive.

Une modélisation mathématique prédictive tient compte de
5 l'emplacement, du nombre, de la taille et de l'orientation des buses devant être utilisées sur le trépan de forage, du poids et du débit du fluide de forage devant être introduit dans le trou de forage à travers les buses; et de la taille, de l'emplacement et de la configuration d'autres caractéristiques du trépan, comme des lames, des éléments de coupe et des
10 surfaces de support latérales pour prévoir la force d'équilibre net (ou de déséquilibre) et le couple du trépan de forage. Des buses peuvent alors être enlevées du trépan de forage, ajoutées sur celui-ci, réorientées ou remplacées par des buses de taille différente, le fluide de forage pouvant aussi être remplacé par un fluide de forage de poids différent pour
15 conférer au trépan de forage des caractéristiques d'équilibre ou une configuration de couple voulues.

Des caractéristiques d'équilibre ou une configuration de couple voulues peuvent aussi être déterminées, une modélisation mathématique étant appliquée pour fournir d'autres configurations du trépan de forage,
20 englobant le nombre, la taille et l'orientation des buses sur le trépan de forage, ainsi que les poids et les débits du fluide de forage pouvant être utilisé avec le trépan de forage en vue d'établir les caractéristiques d'équilibre ou la configuration de couple voulues. Les modèles de trépan existants peuvent aussi être évalués par modélisation mathématique, avec
25 prédiction des caractéristiques d'équilibre ou de la configuration du couple correspondantes. De telles conceptions de trépan peuvent ensuite être changées en modifiant l'emplacement, la taille, la configuration et/ou l'orientation des différents éléments, par exemple des buses, des lames, des surfaces de support latérales et des éléments de coupe du trépan de
30 forage.

La description ci-dessus contient certes de nombreux éléments spécifiques, mais ceux-ci ne sont pas destinés à limiter l'objectif de la présente invention, mais seulement à illustrer certaines formes de réalisation actuellement préférées. D'autres formes de réalisation de
35 l'invention peuvent de même être prévues, sans se départir de l'esprit ou de l'objectif de la présente invention. L'objectif de l'invention est donc défini et limité uniquement par les revendications annexées et leurs équivalents légaux, plutôt que par la description ci-dessus. Toutes

additions, annulations et modifications de l'invention décrite ci-dessus
contenues dans l'esprit et l'objectif des revendications sont aussi
contenues dans leur objectif.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de changement d'une configuration du couple d'un trépan de forage de terre du type rotatif, comprenant les étapes ci-dessous:
 - 5 prédiction de la configuration du couple du trépan de forage au cours du forage par modélisation mathématique;
évaluation de la configuration du couple; et
modification des caractéristiques d'écoulement du fluide de forage du trépan de forage sur la base au moins en partie de ladite évaluation.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite modification desdites caractéristiques d'écoulement du fluide de forage comprend le remplacement d'au moins une buse du trépan de forage par une buse de taille différente.
- 15 3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite modification desdites caractéristiques d'écoulement du fluide de forage comprend le changement d'une orientation d'au moins une buse du trépan de forage pour changer une direction dans laquelle une quantité du fluide de forage s'écoule à partir de ladite au moins une buse.
- 20 4. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite modélisation mathématique comprend la modélisation mathématique de la rotation du trépan de forage.
- 25 5. Procédé selon la revendication 1, comprenant en outre l'évaluation d'un effet d'un jet d'une quantité de fluide de forage sur la configuration du couple lorsque ledit jet contacte une surface d'un trou de forage d'une formation.
6. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite évaluation est basée sur une quantité de fluide de forage destinée à traverser le trépan de forage.
- 30 7. Procédé selon la revendication 1, dans lequel ladite évaluation est basée sur un débit d'écoulement d'une quantité de fluide de forage à travers le trépan de forage.
8. Procédé de changement d'un vecteur des caractéristiques d'équilibre d'un trépan de forage de terre du type rotatif, comprenant les étapes ci-dessous:

évaluation du vecteur des caractéristiques d'équilibre par modélisation mathématique de la rotation du trépan de forage afin de prédire le vecteur des caractéristiques d'équilibre du trépan de forage: et

- 5 modification du vecteur de force hydraulique net d'une quantité de fluide de forage s'écoulant à partir du trépan de forage sur la base au moins en partie de ladite évaluation.
9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ladite modification dudit vecteur de force hydraulique net comprend le remplacement d'au moins
- 10 une buse du trépan de forage par une buse de taille différente.
10. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ladite modification dudit vecteur de force hydraulique net comprend le changement directionnel d'une direction dans laquelle une quantité de fluide de forage s'écoule à partir d'au moins une buse du trépan de forage.
- 15 11. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ledit vecteur de force hydraulique net modifié compense le vecteur des caractéristiques d'équilibre.
12. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ledit vecteur de force hydraulique net modifié améliore le vecteur des caractéristiques
- 20 d'équilibre.
13. Procédé selon la revendication 8, dans lequel ledit vecteur de force hydraulique net modifié change une direction du vecteur des caractéristiques d'équilibre.
14. Procédé de changement d'une caractéristique d'équilibre d'un trépan
- 25 de forage de terre du type rotatif, comprenant l'étape ci-dessous:
évaluation d'un effet des vecteurs de force entraînés par les éléments de coupe sur une configuration du couple du trépan de forage par modélisation mathématique afin de prédire ledit effet des vecteurs de force entraînés par les éléments de coupe sur la configuration du couple; et
- 30 changement de la configuration du couple par:
sélection d'au moins une buse dimensionnée de sorte à exercer une force hydraulique particulière sur une partie du trépan de forage lors de l'écoulement du fluide de forage à travers ladite au moins une buse; et
- orientation de ladite au moins une buse pour orienter ladite force
- 35 hydraulique particulière contre ladite partie du trépan de forage dans une direction particulière.

15. Procédé selon la revendication 14, comprenant en outre l'évaluation d'un angle au niveau duquel un jet d'une quantité de fluide de forage contacte une surface d'un trou de forage d'une formation.
16. Procédé selon la revendication 14, comprenant en outre le changement
5 d'un poids d'une quantité de fluide de forage destiné à s'écouler à travers le trépan de forage.
17. Procédé selon la revendication 14, comprenant en outre le changement d'un débit d'une quantité de fluide de forage destiné à s'écouler à travers le trépan de forage.
- 10 18. Procédé d'affinage d'une configuration du couple d'un trépan de forage de terre du type rotatif, le procédé comprenant les étapes ci-dessous:
- prédiction d'un angle au niveau duquel un jet d'une quantité de fluide de forage contacte une surface d'un trou de forage d'une formation
15 devant être forée au cours du forage afin de prédire une configuration de couple initiale du trépan de forage au cours du forage d'une formation;
- comparaison de ladite configuration du couple initiale avec une configuration de couple voulue;
- configuration d'un aménagement de la buse pour ajuster le trépan de
20 forage de ladite configuration de couple initiale vers ladite configuration voulue du couple;
- sélection d'au moins une buse sur la base au moins en partie de ladite comparaison et de ladite configuration dudit aménagement de la buse;
et
- 25 agencement de ladite au moins une buse sur le trépan de forage.
19. Procédé selon la revendication 18, dans lequel ladite configuration dudit aménagement de la buse comprend un changement du poids d'une quantité de fluide de forage destinée à s'écouler à travers ladite au moins une buse.
- 30 20. Procédé selon la revendication 18, dans lequel ladite configuration dudit aménagement de la buse comprend le changement d'un débit d'une quantité de fluide de forage destinée à s'écouler à travers ladite au moins une buse.
21. Procédé selon la revendication 18, dans lequel ladite prédiction
35 comprend la prédiction d'au moins un vecteur entraîné par les éléments de

coupe lors de la coupe de ladite formation par au moins un élément de coupe du trépan de forage.

22. Procédé selon la revendication 18, dans lequel ladite configuration dudit aménagement de la buse comprend l'orientation d'au moins une buse
5 pour diriger une quantité de fluide de forage dans une direction telle à conférer au trépan de forage ladite configuration voulue du couple.

23. Procédé selon la revendication 18, dans lequel ladite sélection de la au moins une buse comprend la sélection de la au moins une buse sur la base de la taille.

10 24. Procédé de configuration d'un aménagement hydraulique d'un trépan de forage de terre du type rotatif, le procédé comprenant les étapes ci-dessous:

détermination d'une configuration de couple initiale du trépan de forage;

15 sélection d'une configuration de couple voulue du trépan de forage; et

évaluation d'un effet exercé par une surface d'un trou de forage d'une formation près du trépan de forage sur ladite configuration du couple voulue, et d'au moins un vecteur entraîné par un élément de coupe lors de
20 la coupe de ladite formation par au moins un élément de coupe du trépan de forage afin de déterminer un vecteur de force hydraulique d'au moins une buse du trépan de forage, nécessaire pour ajuster le trépan de forage de ladite configuration de couple initiale vers ladite configuration du couple voulue; et

25 configuration d'une orientation de ladite au moins une buse afin de rapprocher une configuration du couple du trépan de forage à la configuration voulue.

25. Procédé selon la revendication 24, dans lequel ladite évaluation dudit vecteur de force hydraulique comprend l'évaluation d'un poids d'une
30 quantité de fluide de forage destinée à s'écouler à travers ladite au moins une buse.

26. Procédé selon la revendication 24, dans lequel ladite évaluation dudit vecteur de force hydraulique comprend l'évaluation d'un débit d'une
35 quantité de fluide de forage destinée à s'écouler à travers ladite au moins une buse.

27. Procédé selon la revendication 24, dans lequel ladite évaluation dudit effet comprend l'évaluation dudit effet exercé par ladite surface sur un vecteur de force hydraulique d'une quantité de fluide de forage sortant du trépan de forage.

5 28. Procédé selon la revendication 24, comprenant en outre la sélection de ladite au moins une buse sur une base de la taille.

29. Procédé selon la revendication 24, comprenant en outre la configuration d'une orientation de ladite au moins une buse.

10 30. Procédé d'affinage d'une configuration de couple d'un trépan de forage de terre du type rotatif, le procédé comprenant les étapes ci-dessous:

prédiction d'une configuration de couple initiale du trépan de forage au cours de forage d'une formation;

15 comparaison de ladite configuration du couple initiale avec une configuration de couple voulue;

configuration d'un aménagement de la buse pour ajuster le trépan de forage de ladite configuration de couple initiale vers ladite configuration de couple voulue;

20 sélection d'au moins une buse sur la base au moins en partie de ladite comparaison et de ladite configuration dudit aménagement de la buse:

orientation de ladite au moins une buse pour diriger une quantité de fluide de forage dans une direction telle à conférer au trépan de forage ladite configuration voulue du couple; et

agencement de ladite au moins une buse sur le trépan de forage.

25 31. Procédé de configuration d'un aménagement hydraulique d'un trépan de forage de terre du type rotatif, le procédé comprenant les étapes ci-dessous:

détermination d'une configuration de couple initiale du trépan de forage;

30 sélection d'une configuration de couple voulue du trépan de forage;

évaluation d'un vecteur de force hydraulique d'au moins une buse du trépan de forage, nécessaire pour ajuster le trépan de forage de ladite configuration de couple initiale vers ladite configuration de couple voulue; et

35 configuration d'une orientation de ladite au moins une buse.

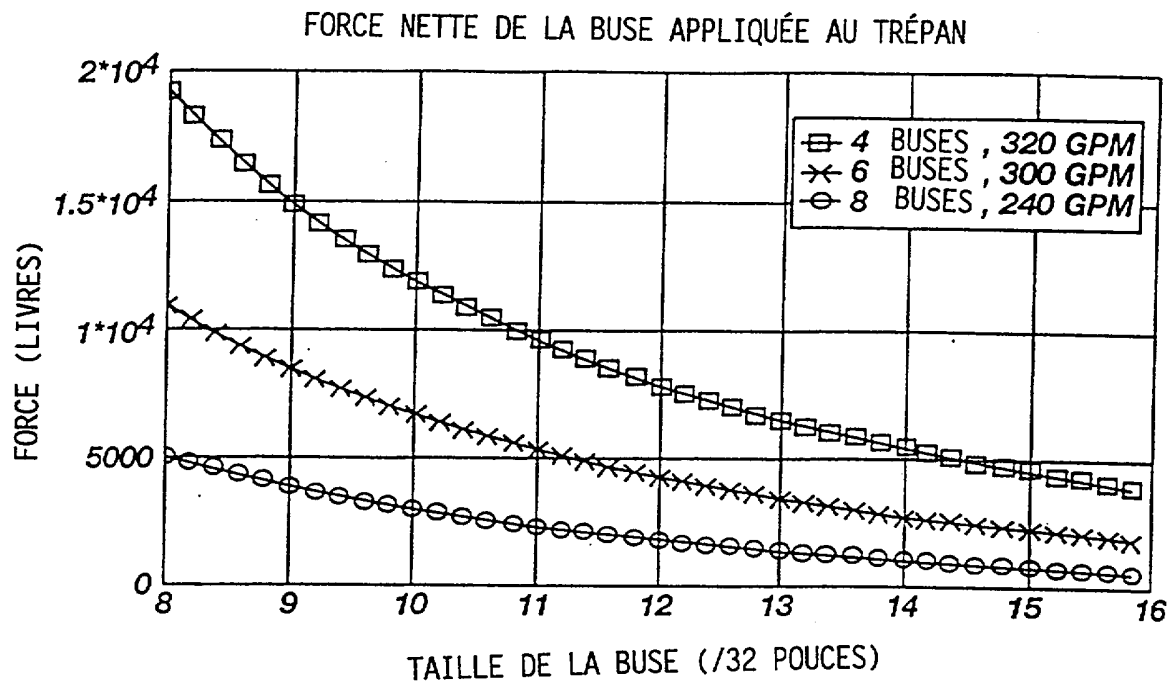


Fig. 1

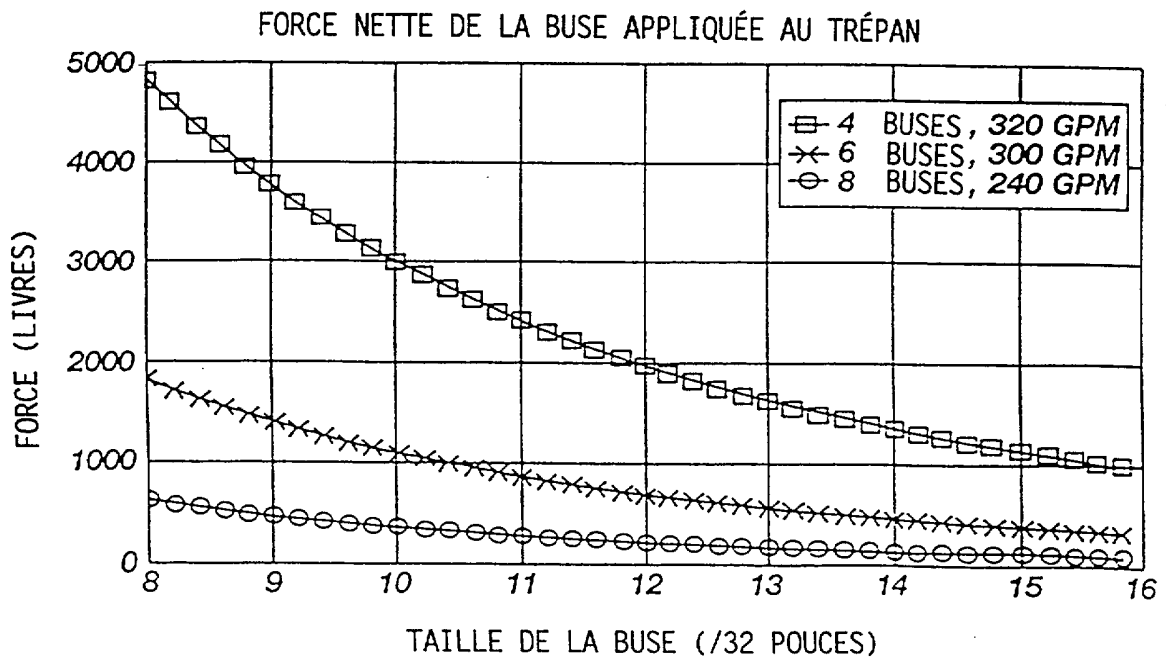
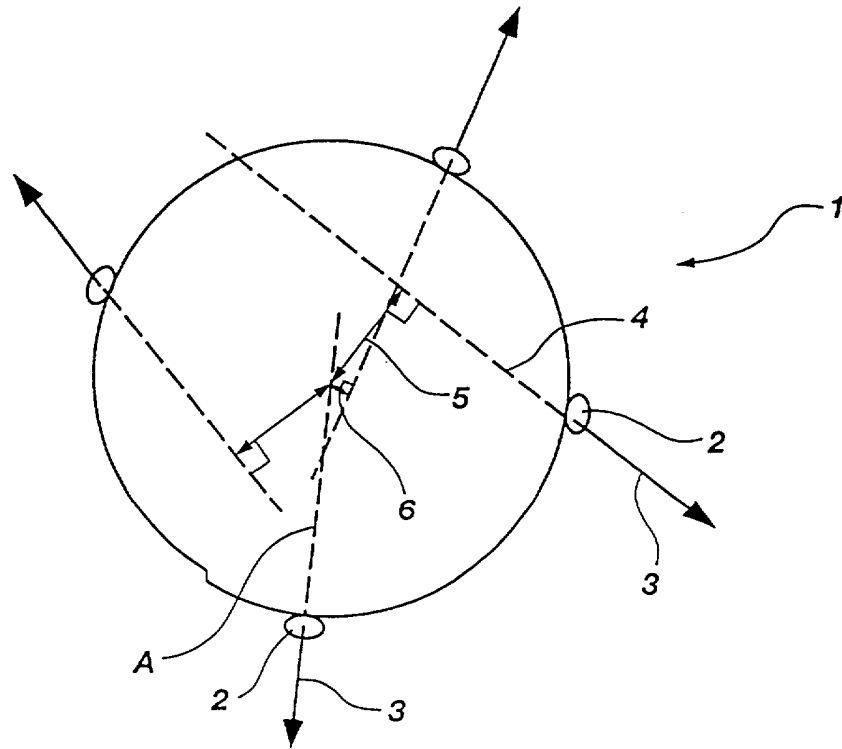


Fig. 2

*Fig. 3*

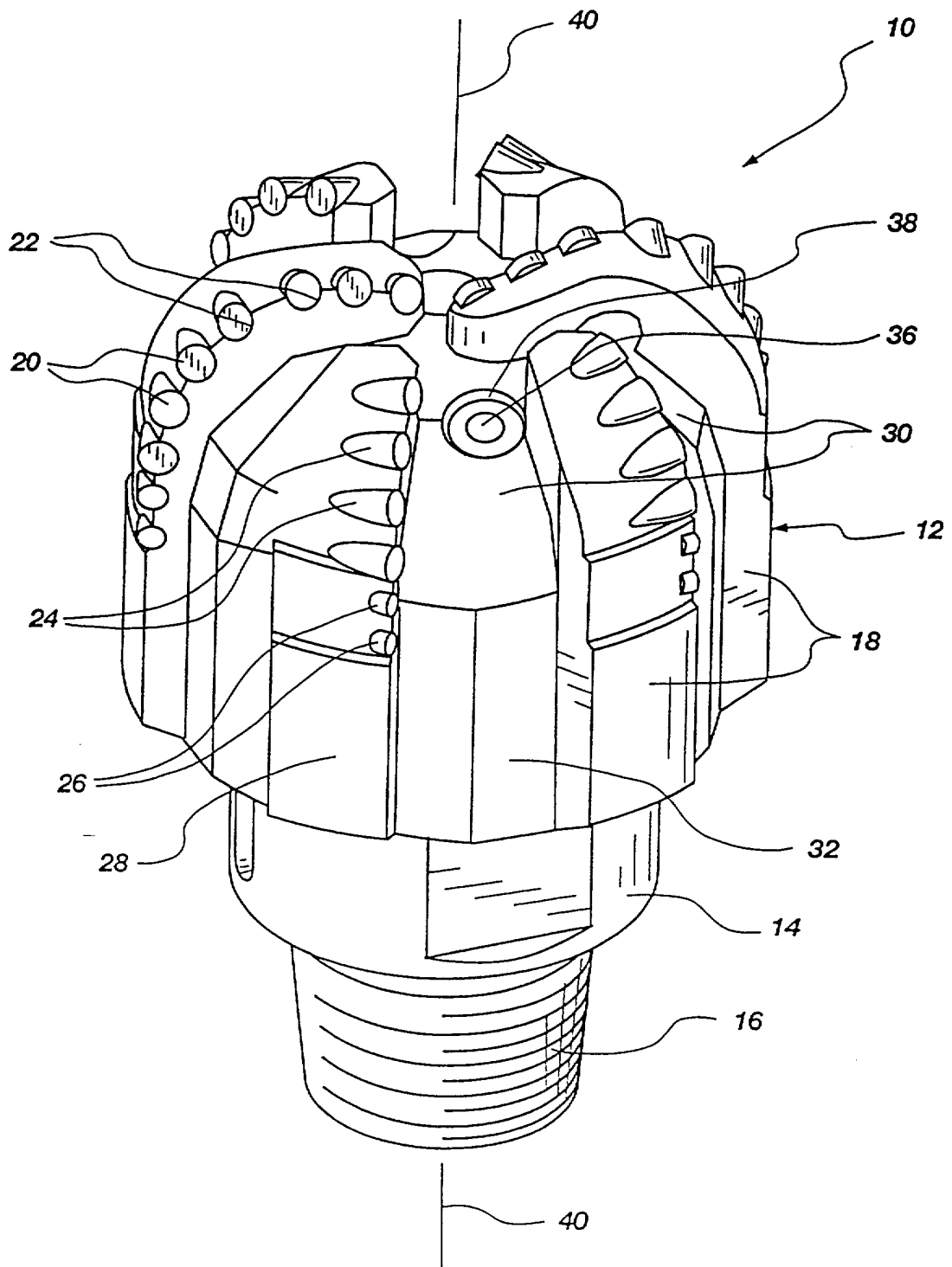


Fig. 4

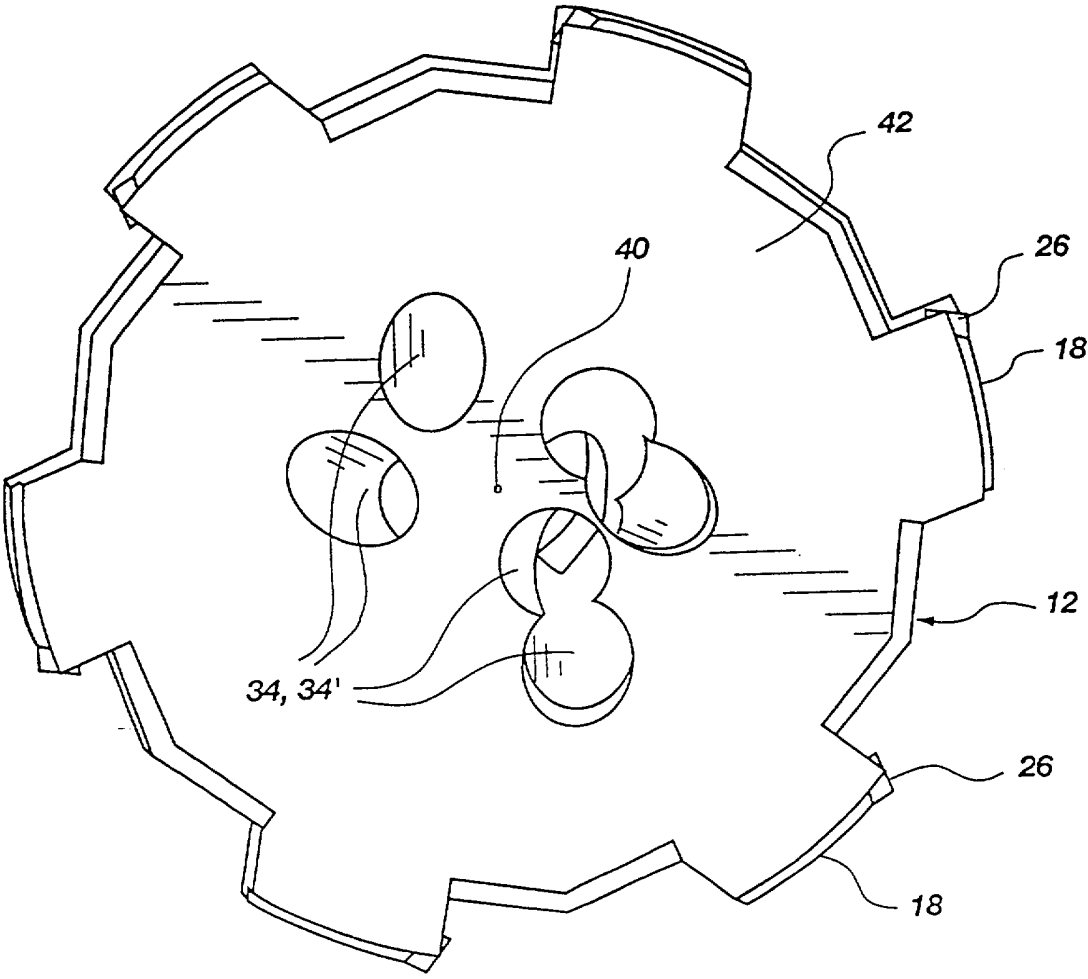
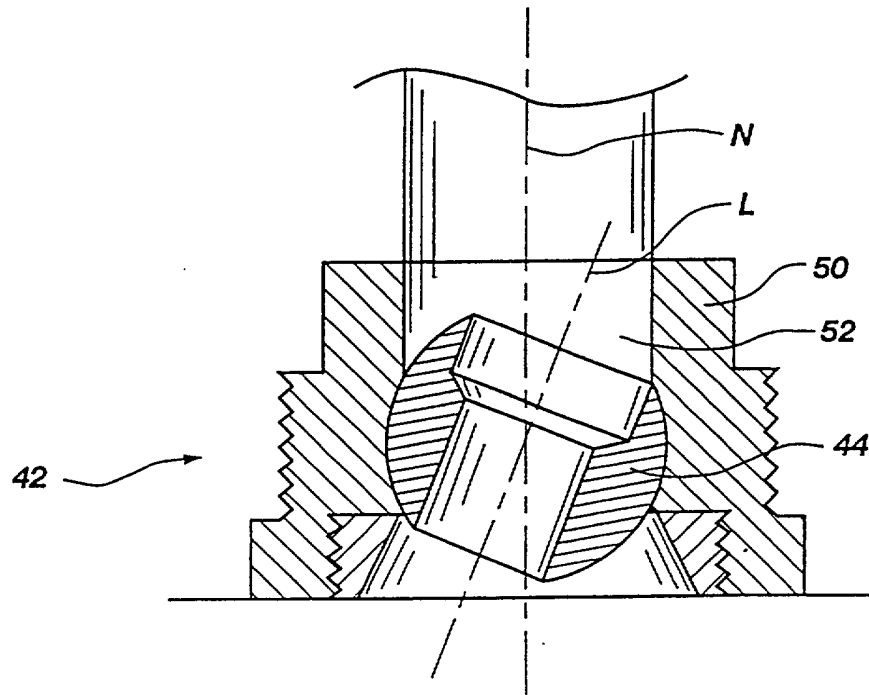
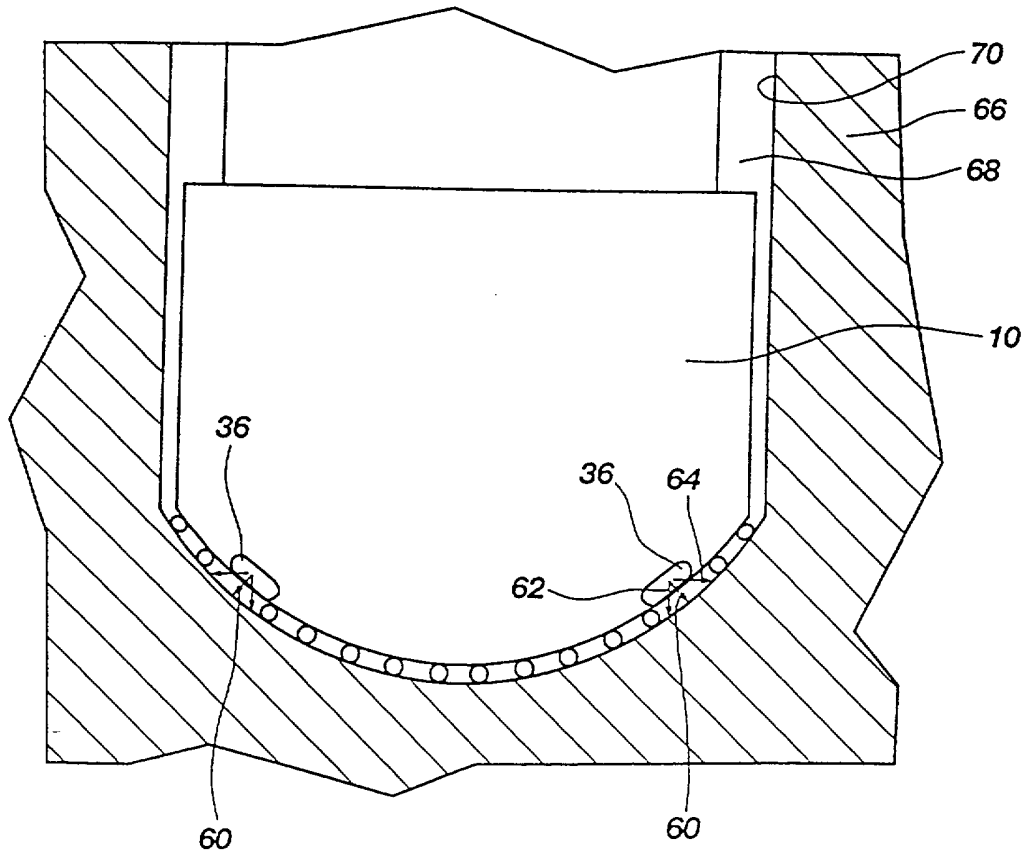


Fig. 5

*Fig. 6*

*Fig. 7*

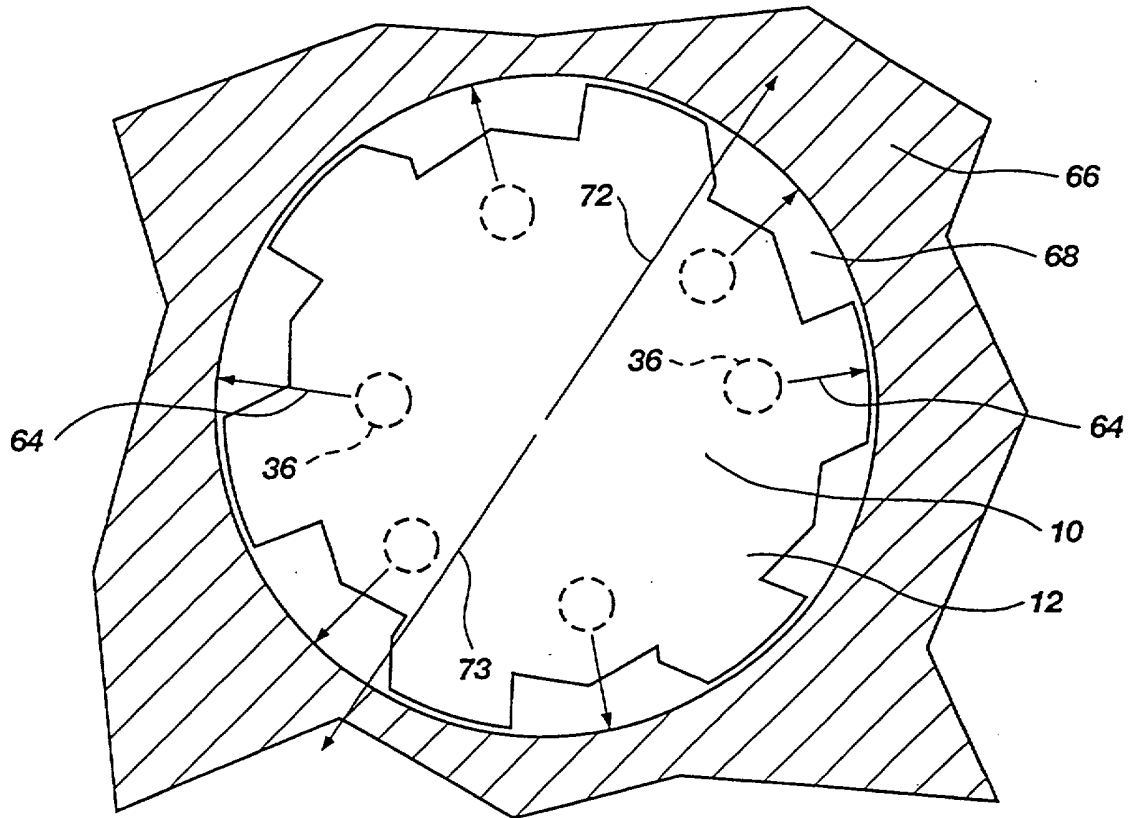


Fig. 8

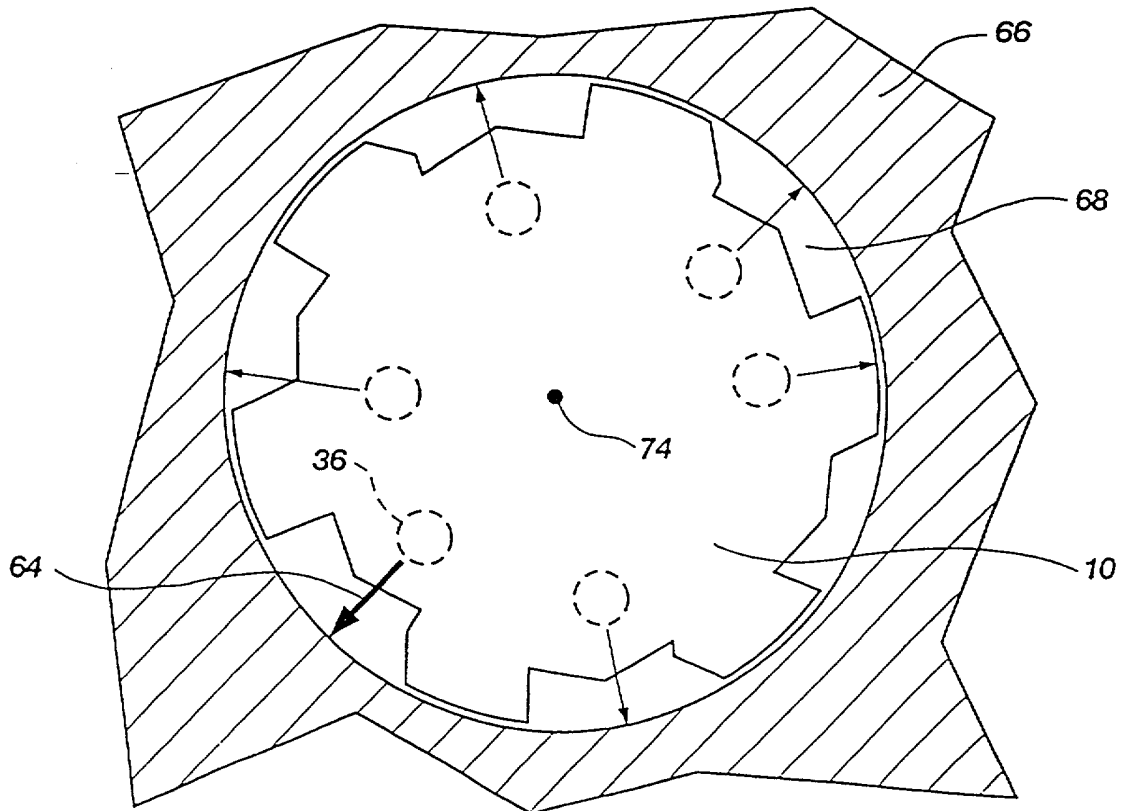


Fig. 9

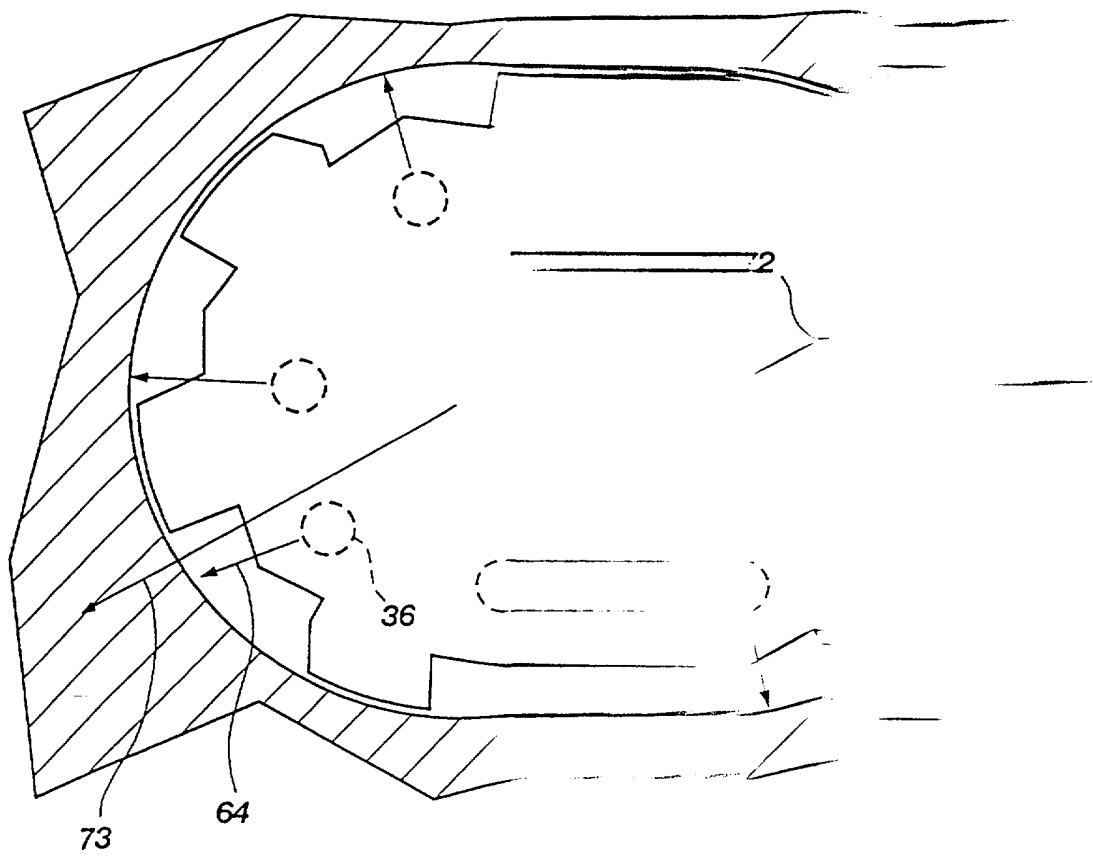


Fig. 1

- 34 -

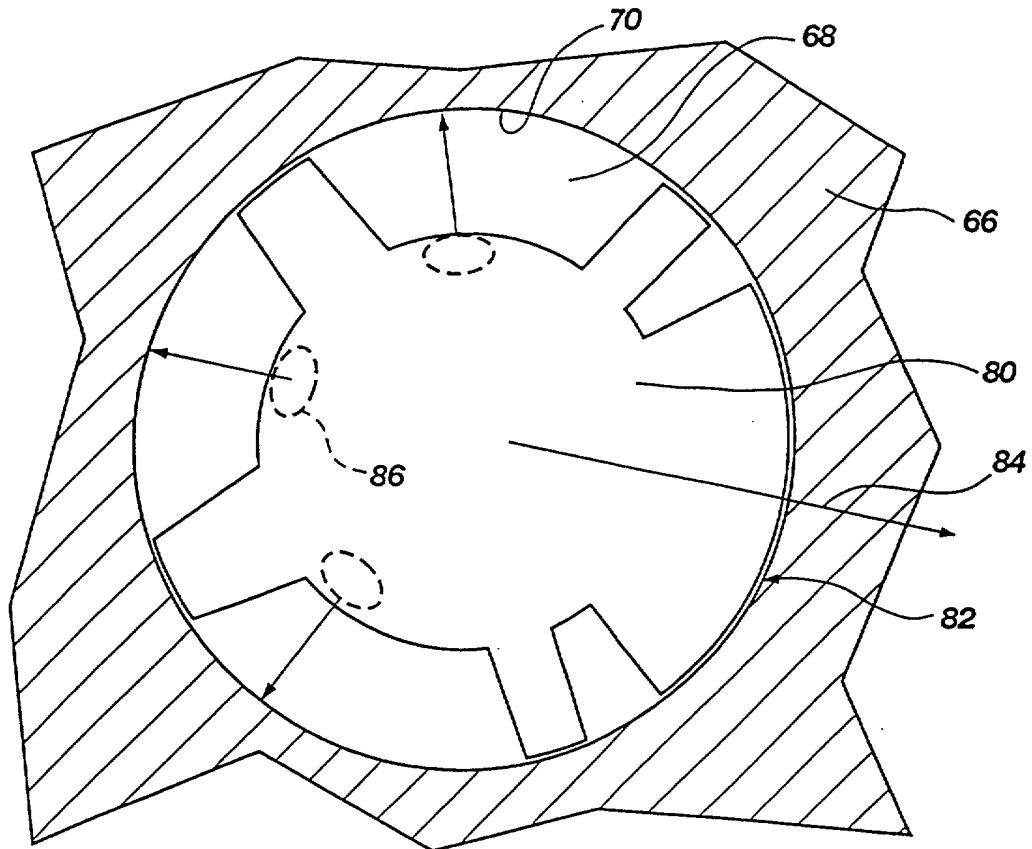


Fig. 11

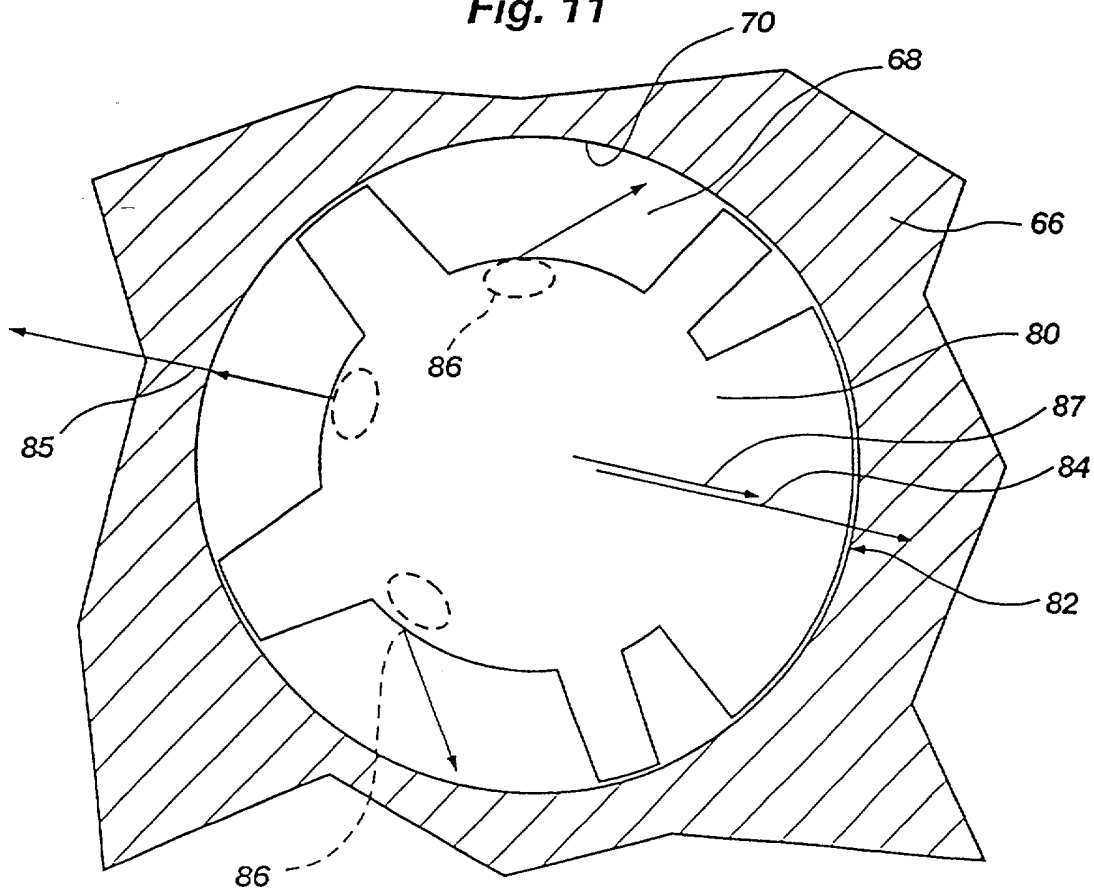


Fig. 12

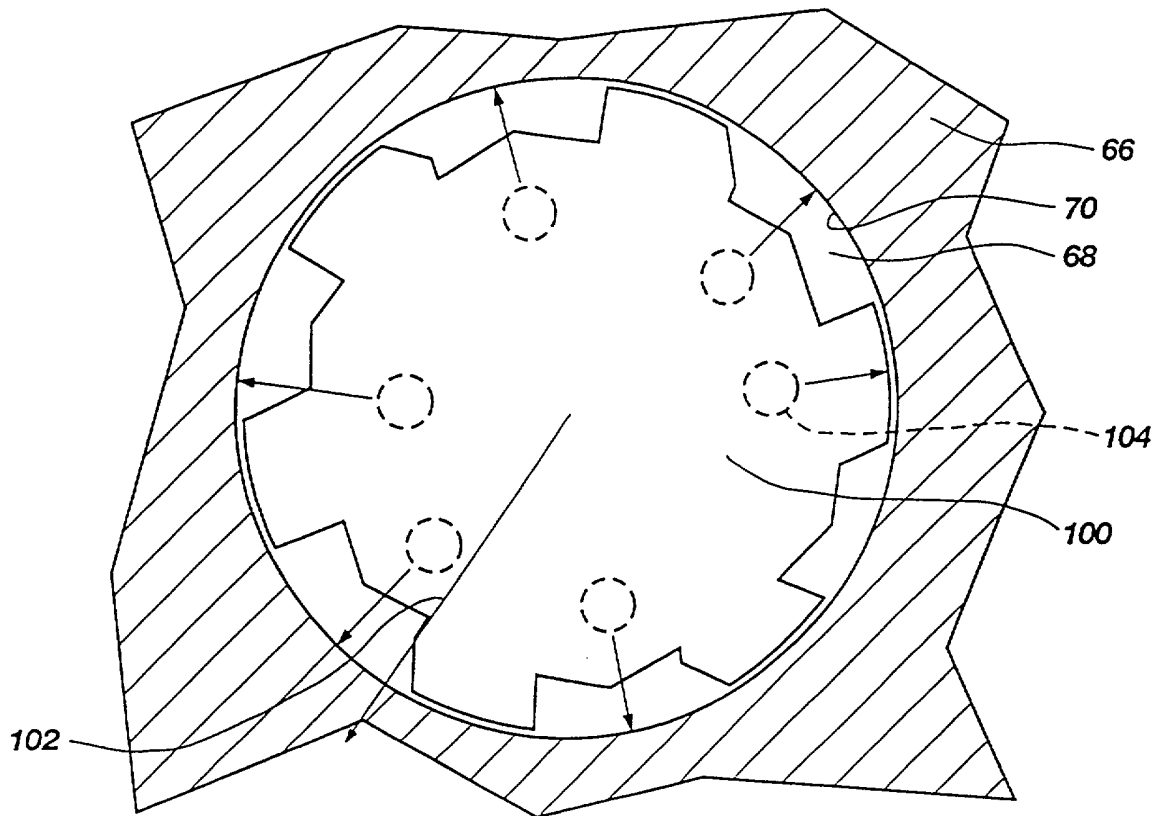


Fig. 13

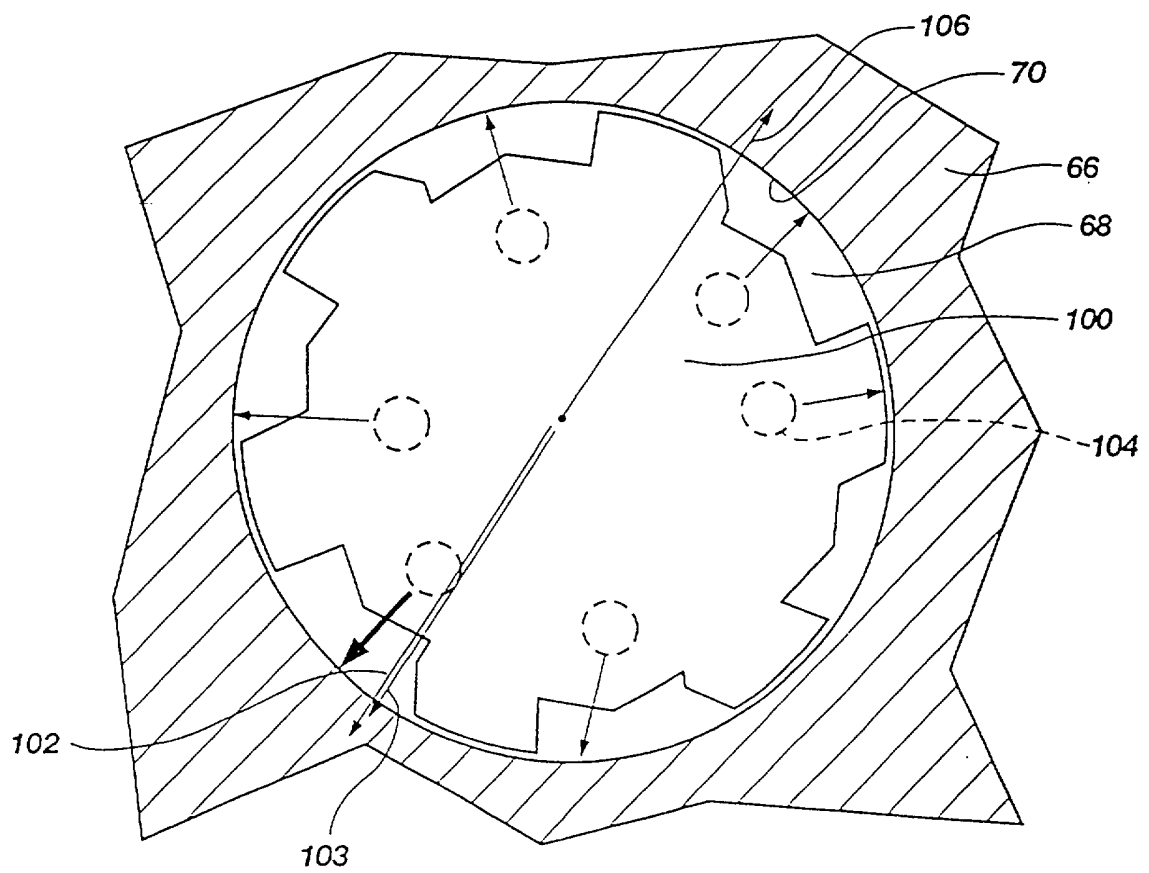


Fig. 14



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 7527
BE 9900488

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
X	G. WATSON ET AL.: "Using New Computational Fluid Dynamics Techniques to improve PDC bit performance" SPE/IADC 37580, 4 mars 1996 (1996-03-04), pages 91-105, XP002145730 * page 92, colonne 2, alinéa 3 - page 94, colonne 1, alinéa 5 * * page 94, colonne 2, alinéa 4 - page 95, colonne 1, alinéa 2 * * page 95, colonne 2, alinéa 5 - page 96, colonne 1, alinéa 3; figures 5-12 * * figures 15,16 * ---	1-54	E21B10/60
X	R. CROUSE ET AL: "Optimisation of PDC bit hydraulics by fluid simulation" SPE 14221, 22 septembre 1985 (1985-09-22), page 1-8 XP002145731 * page 2, colonne 1, alinéas 2-4; figures 1-13 * * page 2, colonne 1, alinéa 7 - colonne 2, alinéa 5 * * page 3, colonne 2, alinéa 4 - page 4, colonne 1, alinéa 7 * ---	1-54	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) E21B
X	US 5 111 892 A (SINOR L ALLEN ET AL) 12 mai 1992 (1992-05-12) * colonne 9, ligne 28-35 * * colonne 10, ligne 47 - colonne 12, ligne 28; figures 1,2,6 * ---	1-54	
A	J. AKIN ET AL.: "New nozzle hydraulics increase rop for pdc and rock bits" SPE/IADC 37578, 4 mars 1997 (1997-03-04), pages 69-78, XP002145732 * figures 12-14 * ---	2,3,11, 12,19, 20,30,43	
		-/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25 août 2000		van Berlo, A	
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			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)



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

B0 7527
BE 9900488

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	A. GHALAMBOR ET AL: "Intermittent nozzle fluid flow and its application to drilling" SPE 15984, août 1988 (1988-08), pages 1021-1027, XP002145733 * figures 1-5 *	1,10,18, 27,34, 42,49,54	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25 août 2000		van Berlo, A	
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			

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C48)

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

B0 7527
BE 9900488

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.

25-08-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5111892 A	12-05-1992	AUCUN	