

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 728 298

②1 N° d'enregistrement national : **94 15296**

⑤1 Int Cl[®] : E 21 D 9/12

CETTE PAGE ANNULE ET REMPLACE LA PRECEDENTE

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 16.12.94.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 21.06.96 Bulletin 96/25.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : **CONDAT SA SOCIETE ANONYME**
— FR.

⑦2 Inventeur(s) : **BASSET JEAN MARC, HOFMANN
PAUL, MANSOUX JEAN LOUIS et ROMAN
PHILIPPE.**

⑦3 Titulaire(s) :

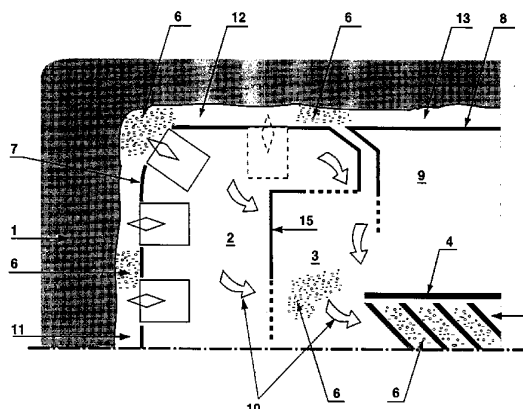
⑦4 Mandataire : **CABINET M RICHEBOURG.**

⑤4 **PRODUIT ET PROCEDE POUR LA LUBRIFICATION DES SURFACES METALLIQUES D'UN TUNNELIER A
PRESSION DE TERRE.**

⑤7 L'invention concerne le secteur des tunneliers et de
l'exploitation de matériels analogues.

Une composition d'argile moussée est injectée dans la
tête du tunnelier, mélangée au terrain à traiter puis extraite
avec les produits de coupe.

Forte réduction des phénomènes d'usure des pièces mé-
talliques, notamment par les roches dures. Extraction facilitée.



FR 2 728 298 - A1



PRODUIT ET PROCÉDÉ POUR LA LUBRIFICATION DES
SURFACES MÉTALLIQUES D'UN TUNNELIER
À PRESSION DE TERRE.

5

La présente invention concerne le secteur technique des machines utilisées pour forer des tunnels, couramment dénommées « tunneliers ».

Comme on le sait, ces machines sont aptes à forer
10 dans les formations souterraines un tunnel dont le diamètre correspond directement au diamètre final de l'ouvrage à réaliser, ou sensiblement. Il s'agit naturellement de machines extrêmement puissantes et complexes, dont les exigences et les contraintes
15 d'exploitation sont à la mesure des performances.

Parmi ces contraintes, on considérera ici tout particulièrement les problèmes associés à l'attaque de la formation souterraine par les outils de coupe. Il se produit naturellement une usure importante de ces
20 outils, qui est naturellement en relation avec la dureté de la roche. Un autre problème associé réside dans l'évacuation des produits de coupe et déblais.

Il se produit également une usure importante au niveau des éléments servant à l'évacuation des déblais,
25 notamment lorsqu'il s'agit d'une vis sans fin ou vis d'Archimède, soit au niveau de la vis, soit au niveau de son enveloppe métallique, et encore souvent au niveau de la jupe du tunnelier.

On rappellera qu'il existe deux types principaux de
30 tunneliers : les tunneliers « au rocher » destinés à attaquer des terrains à bonne tenue comme des roches et analogues, et les tunneliers « à confinement » destinés à opérer dans des terrains de tenue médiocre (terrain alluvionnaire, sable, argiles) ou aquifères.

De par la nature des terrains traversés, ces derniers tunneliers sont moins sévèrement confrontés aux problèmes d'usure. Par contre, ils peuvent opérer en milieu meuble ou liquide (aquifère) et ils comportent un
5 système qui assure l'étanchéité du tunnel en arrière de la tête du tunnelier.

On rappellera également l'acuité des problèmes d'usure. Les tunneliers sont en effet des machines dont les pièces d'usure sont par définition très difficiles
10 d'accès, qu'il s'agisse de la vis, des outils et molettes de coupe, de la face avant du tunnelier, ou de sa jupe latérale. Par ailleurs, lorsqu'un phénomène d'usure oblige l'exploitant à remplacer une pièce, il faut stopper la machine, et quelquefois la déplacer et
15 la démonter en partie. Ces immobilisations se traduisent par des pertes financières énormes et tout gain en matière de prolongation de la durée de vie d'une pièce est immédiatement et très fortement ressenti.

L'art antérieur consiste à injecter de l'eau, ou un
20 fluide aqueux, dans la tête du tunnelier. Par des dispositifs appropriés connus, ce fluide est amené aux outils de coupe et, à ce niveau, est mis en contact avec la formation à forer.

Ce fluide remplit donc une double fonction très
25 classique, qui est de lubrifier la zone de contact entre l'outil de coupe et la roche, d'une part, et d'autre part de permettre une évacuation plus facile des produits de coupe, sous la forme d'une boue chargée de débris, et de réduire la formation de poussières.

30 Cependant, il ne s'agit que d'un palliatif et l'industrie considérée est confrontée depuis de nombreuses années à des problèmes de plus en plus aigus, liés aux performances des machines et aux exigences des utilisateurs.

On a également utilisé des mousses constituées seulement d'eau et de tensio-actif(s) (et d'un gaz comme l'air) dans le cas des tunneliers à confinement. Le but de la mousse à l'eau est alors de fluidifier les déblais, d'améliorer la perméabilité du terrain (ce qui est possible en raison précisément de la nature du terrain rencontré par ces types de tunneliers) et donc de réduire le couple appliqué à la machine.

Cette technique a été essayée sur les tunneliers au rocher et est inopérante, c'est-à-dire n'apporte pas de progrès substantiel.

L'emploi de systèmes lubrifiants a également été essayé, également sans résultat notable.

Selon l'invention, les problèmes évoqués ci-dessus sont très remarquablement améliorés.

Selon l'invention, on injecte dans la tête du tunnelier, non pas un fluide aqueux, ou une mousse à l'eau ou un lubrifiant, mais une composition aqueuse en mousse fortement chargée en argile(s).

Cette composition est injectée sous forme d'une mousse, formée soit en amont de la tête du tunnelier, soit « in-situ ».

Il en résulte une réduction tout à fait inattendue de l'usure, ainsi qu'une extraction beaucoup plus facile des produits de coupe.

La composition moussée d'argile permet aussi de réduire fortement le volume d'eau nécessaire, ce qui porte sur des volumes énormes et a donc un grand impact sur le respect de l'environnement, et de plus le traitement des déblais en vue de respecter l'environnement est plus facile, certains déblais pouvant même ne pas être traités.

Sans vouloir être limité par une théorie quelconque, il a été remarqué que la réduction de l'usure semble provenir essentiellement d'un phénomène

d'enrobage des fragments de roche par une couche de composition selon l'invention.

Ainsi, l'usure est réduite non pas seulement par une lubrification ou fluidification du milieu ambiant, mais essentiellement par une fonction nouvelle qui réduit le caractère abrasif de la roche elle-même, ce qui apporte une solution radicale aux problèmes d'usure.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre et en se référant au dessin annexé sur lequel :

- la Fig. 1 représente schématiquement et en coupe transversale un tunnelier en opération ;
- la Fig. 2 représente certains détails du tunnelier selon la Figure 1 ;
- la Figure 3 représente schématiquement le système à « tubes » de béton et vérins utilisé pour simultanément faire progresser le tunnelier et étayer la paroi du tunnel derrière la machine ;
- la Figure 4 représente la cellule d'essai mise au point pour évaluer l'efficacité de l'invention par rapport à l'art antérieur.

Sur ce dessin, les mêmes références ont les mêmes significations, qui sont les suivantes :

1. formation souterraine.
2. tête rotative du tunnelier.
3. chambre du tunnelier.
- 4,5. système d'extraction des déblais : 5 vis sans fin ; 4 tunnel (ou « casing ») de la vis.
6. déblais.

- 7. face avant de la tête du tunnelier.
- 8. jupe du tunnelier.
- 9. corps (fixe) du tunnelier.
- 10. circulation générale des déblais.
- 5 11. espace de coupe.
- 12. espace de surcoupe.
- 13. intervalle jupe/paroi.
- 14. fragment de déblai.
- 15. face arrière de la tête.
- 10 20. molette de coupe et son support.
- 21. molette de surcoupe et son support.
- 22. point d'injection en face avant.
- 23. point d'injection en face arrière.
- 24. molette de surcoupe
- 15 25. molette de coupe
- 30. « tube » (de béton).
- 31. contact paroi de la formation / « tube ».
- 32. vérin de poussée.
- 40. récipient.
- 20 41. plaque d'usure.
- 42. produit d'essai.
- 43. arbre.

Comme on le rappellera ici brièvement, un tunnelier
25 destiné à forer un tunnel dans une formation (1) se
compose essentiellement d'un corps cylindrique (9)
comportant la machinerie appropriée, et d'une tête (2)
montée pivotante sur l'avant du corps. Cette tête porte
les outils de coupe qui consistent en molettes de coupe
30 (25) et supports (20) et éventuellement molettes de
« surcoupe » (24) et supports (21).

Les outils de coupe (et éventuellement de surcoupe)
attaquent la formation (1) par leur rotation propre
associée à la rotation de la tête (2). De manière
35 classique on injecte un fluide généralement aqueux dans

l'espace de coupe (11) et dans la chambre interne (3) ainsi éventuellement que dans l'espace de surcoupe (12) pour limiter l'usure des pièces et favoriser l'extraction des déblais vers l'arrière du tunnelier.

5 Cette extraction est classiquement effectuée par des systèmes internes au corps du tunnelier, généralement un ruban ou une vis sans fin. A titre non limitatif, on a représenté sur la Figure 1 une vis sans fin (5) et son tunnel ou enveloppe (4).

10 Toujours de manière classique, les déblais mélangés au fluide aqueux traversent la tête (2) par des conduits non représentés, et se rassemblent dans la chambre interne (3) d'où ils sont extraits (6) vers l'arrière (4, 5). Naturellement, une partie de ces déblais va
15 circuler plus ou moins aisément autour de la tête (espace 12) et encore moins aisément autour de la jupe fixe (8) du tunnelier, dans l'intervalle (13).

L'homme de métier sait que les problèmes d'usure et de blocage ou coincement sont les suivants :

- 20 – usure des outils de coupe situés sur la face avant (7)
 – usure des outils de surcoupe (24)
 – usure de la jupe (8) et même éventuellement phénomènes de coincement par des blocs (14) qui ont pu ne pas être suffisamment désagregés
25 – usure des faces avant et latérale
 – usure et éventuellement blocage ou coincement au niveau du système d'extraction, notamment lorsque celui-ci consiste en une vis et son enveloppe (4, 5).

30 Dans l'état de la technique, on a utilisé des boues lourdes constituées d'eau, d'argile et/ou de polymères. Ces produits donnent des résultats convenables mais il apparaît très souhaitable de les améliorer, afin d'espacer les interventions de maintenance dans le temps, ce qui serait un avantage considérable.

Par ailleurs, l'emploi de boues lourdes de l'art antérieur nécessite des stations de préparation extrêmement encombrantes (ce qui devient rhédibitoire en milieu urbanisé par exemple) et coûteuses. La boue requiert d'énormes quantités d'eau, ce qui crée un problème d'ordre écologique, et est un produit liquide, ce qui pose un grave problème de respect de l'environnement au niveau des décharges. Enfin, ces boues chargées de déblais sont difficiles à enlever des systèmes d'extraction, par exemple un tapis roulant, avec une difficulté aggravée par toute pente.

L'invention a pour but de proposer une technique qui réduit fortement l'usure des pièces, et donc augmente fortement l'intervalle de maintenance, et permet de s'affranchir des contraintes de mise en œuvre des boues lourdes.

Selon l'invention, on utilise toute argile capable de former, dans les conditions décrites ici, un enrobage des débris et des pièces menacées, et d'y adhérer sans phénomène de « lavage » néfaste.

De très nombreuses argiles existent et l'homme de métier pourra utiliser les plus intéressantes par la mise en œuvre d'essais simples comme celui qui sera décrit ci-dessous, le tout sans difficulté. De préférence, on choisira une argile dont la source sera aussi proche que possible du chantier, pour des raisons évidentes de coût de transport.

La mousse sera formée à l'aide d'un agent moussant connu ou de leurs mélanges.

On choisira de préférence, pour la commodité des opérations de mélange, un surfactant ou agent moussant liquide (ou un mélange liquide).

Une composition représentative de l'invention est constituée de 34 l de fluide aqueux précurseur de mousse pour 66 l d'argile.

Pour un même volume pompé de 100 l, l'art antérieur classique utilise 90 l d'eau pour 10 l de bentonite.

EXEMPLE D'UTILISATION

5

Procédure d'essai

La cellule d'essai est représentée sur la Figure 4. Cette cellule simple permettra à l'homme de métier de sélectionner rapidement, par des essais de routine en
10 laboratoire, le ou les argile(s) et le ou les surfactants (et additifs classiques) à utiliser, ainsi que les proportions de gaz comme l'air comprimé, pour adapter la présente description à chaque cas particulier ; on comprendra qu'il est impossible de
15 présenter ici un exemple pour les innombrables combinaisons de formation à creuser et de type de tunnelier, d'outils de coupe et d'emplacement des outils de coupe. Par contre, l'enseignement de l'invention sera applicable, généralement, grâce au présent exemple, avec
20 seulement des adaptations à la portée de l'homme de métier, pour réaliser une mousse apte à rester suffisamment stable et apte au transport des déblais.

La cellule comporte un récipient 40 dans laquelle on fait tourner une plaque d'usure en acier (41)
25 immergée dans le produit à tester (42).

Cette procédure d'essai, par exemple à 100 tr/min dans un récipient de 10 l, est particulièrement représentative de l'usure de la vis d'extraction qui est le problème le plus sérieux.

30 On a formé en tête du tunnelier une mousse d'argile formée de :

- argile 66 l
- mélange aqueux moussant (eau et additifs) 34 l

Parmi les additifs, l'agent moussant est un mélange
35 de tensio-actifs appropriés, disponibles dans le

commerce donnant une mousse stable et de bonne qualité, présentant de bonnes propriétés suspensoides.

Le test mis en place (tel que décrit ci-dessus en relation avec la Figure 4) consistait à comparer l'usure
5 sur les surfaces métalliques engendrée par du gneiss. Les résultats sont les suivants :

- * sur gneiss sans additif : Niveau d'usure : 100
- * sur gneiss + eau : Niveau d'usure : 20
- * sur gneiss + eau + bentonite + argile
10 : Niveau d'usure : 29
- * sur gneiss + mélange mousse d'argile ci-dessus
: Niveau d'usure : 1 à 2

Ces tests ont été confirmés sur un échantillon de mousse d'argile après passage à travers la tête de coupe
15 d'un tunnelier.

La mousse est injectée dans le tunnelier de manière classique, par des joints tournants connus, ce qui ne nécessite donc pas de modification de la machine.

On pourra injecter la mousse selon l'invention par
20 la face avant seulement, mais on pratiquera de préférence la double injection en face avant et en face arrière pour faciliter l'extraction.

L'essai révèle un niveau d'usure extraordinairement faible qui est en fait d'un ordre de grandeur différent.

25 Sans vouloir être limitée par une quelconque théorie, la demanderesse favorise l'hypothèse d'un enrobage des particules abrasives, des outils de coupe et des surfaces de la machine et de la formation, par la mousse, avec constitution d'interfaces de bonne
30 adhérence (qui ne se détruisent pas, ou se reforment) et de nature à réduire de manière surprenante les coefficients de friction en cause.

L'invention présente également un grand intérêt dans la mise en œuvre des « pousse-tube ». Ces systèmes,
35 schématisés sur la Figure 3, sont des tubes ou anneaux

de béton ou matière analogue (30), accolés à l'arrière du tunnelier (9), poussés vers l'avant par des vérins (32). Leur fonction est double : transmettre la poussée et le déplacement au tunnelier, et consolider ou étayer le tunnel. Leur surface périphérique est donc sensiblement
5 au contact de la paroi du tunnel (31).

On a constaté que, pour les raisons indiquées plus haut, le glissement était grandement favorisé par l'injection de la Mousse d'Argile, selon l'invention.

REVENDECATIONS

1.- Procédé pour le percement de tunnels, au moyen
5 de machines dites « tunneliers », selon lequel un fluide
est envoyé dans la tête du tunnelier pour être mélangé
avec la formation à forer, au niveau des outils de
coupe, et éventuellement de la chambre interne du
tunnelier, puis est extrait avec les débris de coupe,
10 **caractérisé** en ce que l'on injecte dans la tête du
tunnelier une mousse aqueuse d'argile(s) composée
essentiellement d'eau, d'au moins une argile et d'au
moins un surfactant, et d'au moins un gaz tel que l'air,
en proportions donnant une mousse stable et de bonne
15 qualité.

2.- Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que l'on injecte une mousse déjà
formée en arrière du tunnelier.

20

3. - Procédé selon la revendication 1,
caractérisé en ce que l'on envoie en tête du tunnelier
une base aqueuse pour mousse, composée d'eau ou d'un
fluide aqueux et d'au moins une argile et d'au moins un
25 surfactant, et on forme la mousse « in situ » par
moussage à l'aide d'un gaz tel que l'air comprimé ou
l'azote.

4. - Procédé selon l'une quelconque des
30 revendications 1 à 3 **caractérisé** en ce que la mousse
d'argile est injectée par des joints tournants.

5. - Procédé selon l'une quelconque des
revendications 1 à 4, **caractérisé** en ce que la
35 composition moussée comprend environ 34 l d'eau ou de

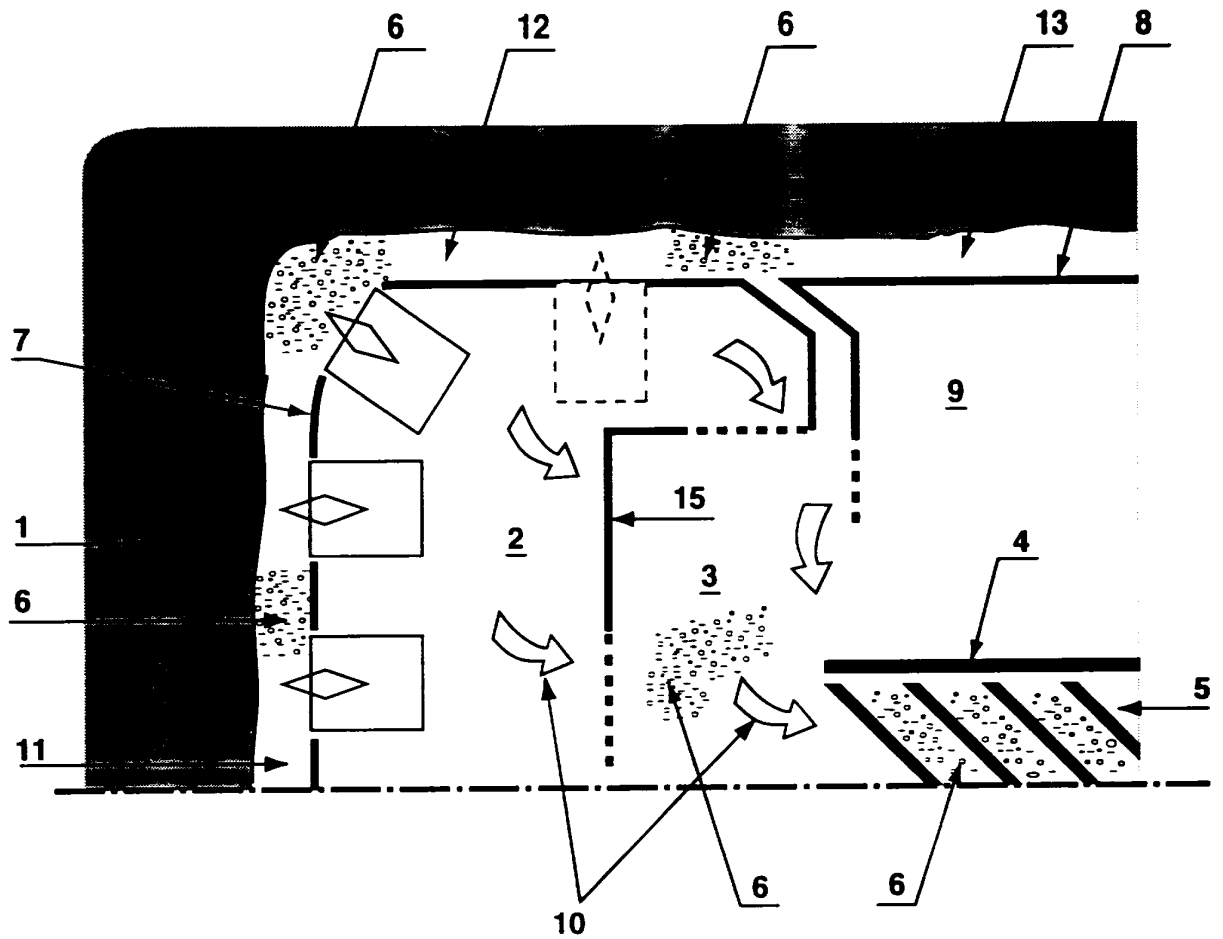
fluide aqueux (eau, surfactant(s), additif(s) classique(s)) pour 66 l d'argile(s).

5 6. - Mousses d'argiles pour alimentation de la tête d'un tunnelier, **caractérisées** en ce qu'elles consistent en les compositions telles que décrites dans l'une quelconque des revendications 1 à 5.

10 7. - Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé** en ce que l'on injecte ou fait parvenir la mousse au niveau des surfaces latérales (31) des tubes de poussée.

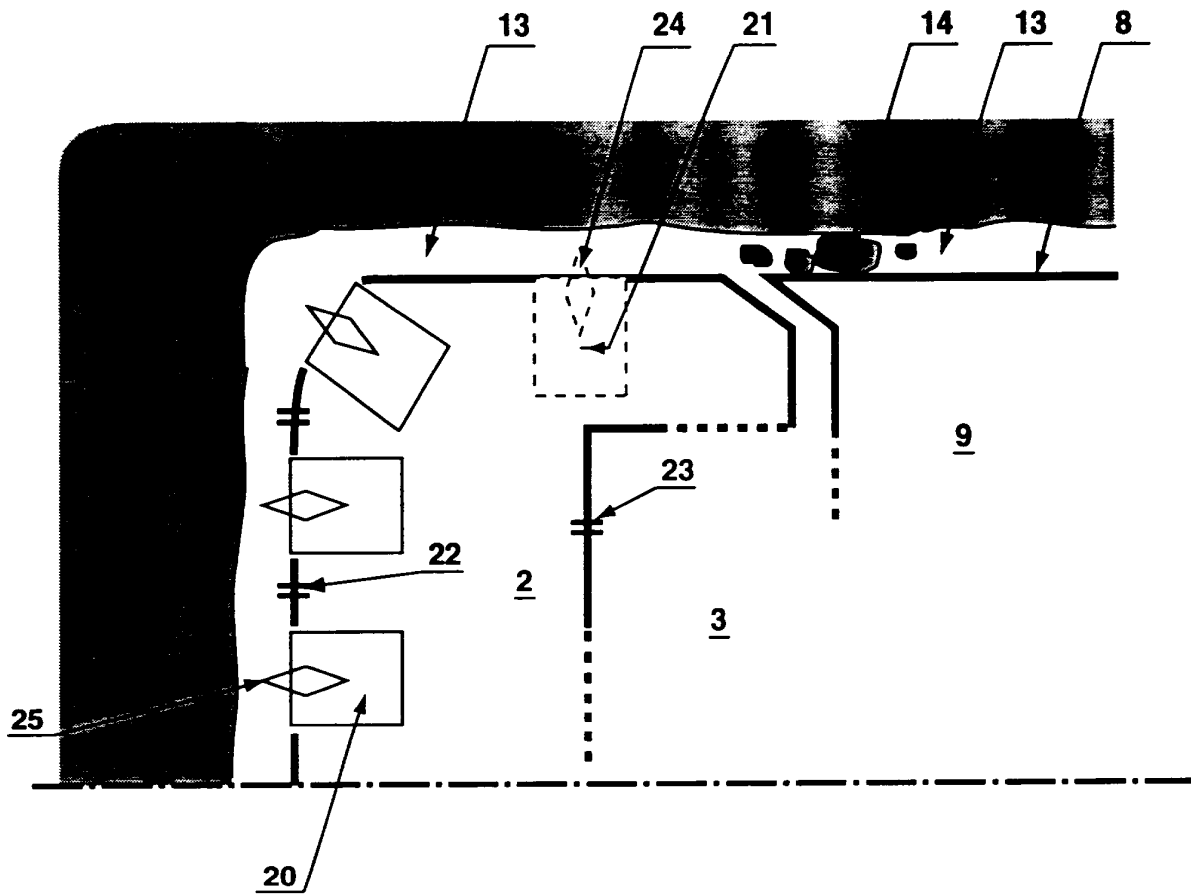
114

Figure 1



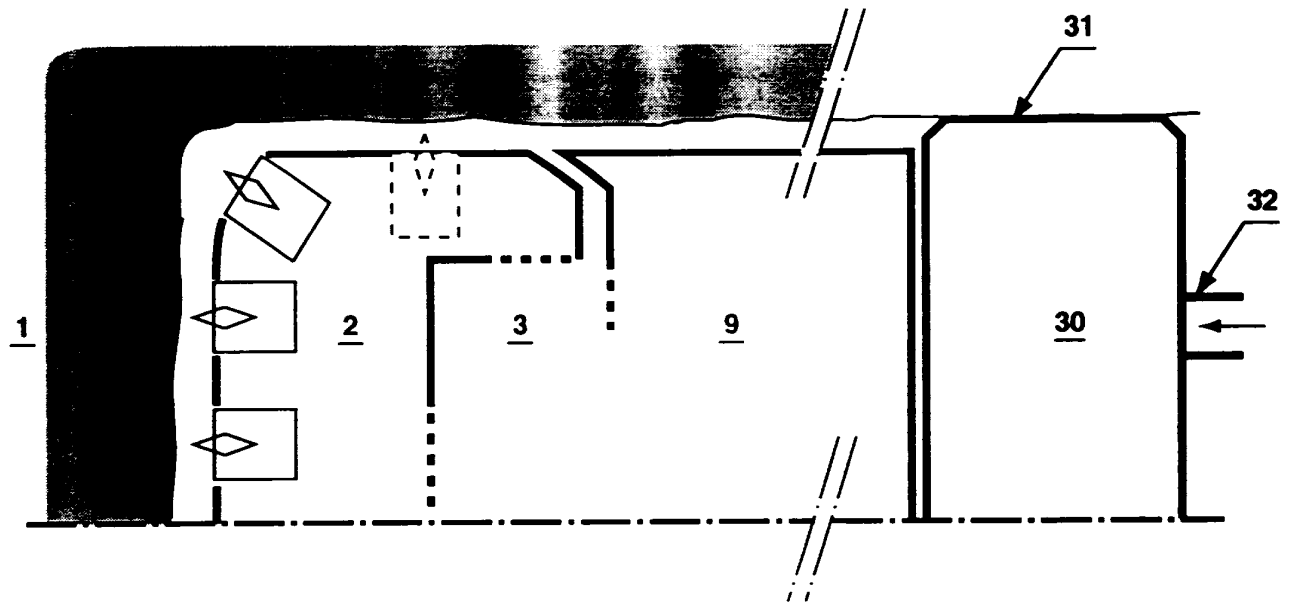
214

Figure 2

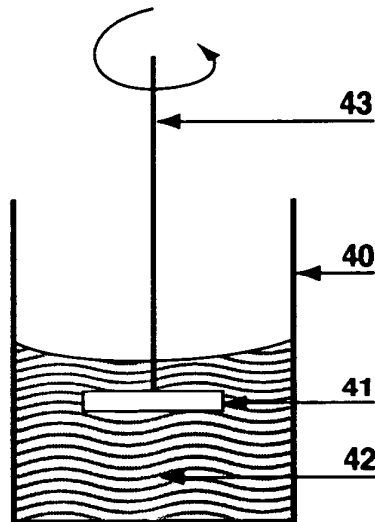


314

Figure 3



h14

Figure 4

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche2728298
N° d'enregistrement
nationalFA 508451
FR 9415296

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	WO-A-93 22538 (SEPPIC) * le document en entier *	1, 2, 4, 6, 7
Y	EP-A-0 470 253 (KABUSHIKI) * le document en entier *	1, 2, 4, 6, 7
Y	GB-A-2 263 490 (TOSHIO) * figure 1 *	7
A	GB-A-2 099 884 (DRILL-AID) * le document en entier *	1, 2, 6, 7
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 172 (M-397) (1895) 17 Juillet 1985 & JP-A-60 044 423 (A.KENSETSU) 9 Mars 1985 * abrégé *	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 14, no. 34 (C-679) (3977) 23 Janvier 1990 & JP-A-01 270 911 (OHAYASHI) 30 Octobre 1989 * abrégé *	1
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 573 (M-909) 19 Décembre 1989 & JP-A-01 239 293 (FUJITA) 25 Septembre 1989 * abrégé *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		E21D C09K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
18 Août 1995		Fonseca Fernandez, H
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		