

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 670 794

②1 N° d'enregistrement national :

90 16067

⑤1 Int Cl⁵ : C 09 K 7/02

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 21.12.90.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 26.06.92 Bulletin 92/26.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : *SOCIETE NATIONALE ELF
AQUITAINE, Société Anonyme dite — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *Donche Alain, Vaussard Alain et
Isambourg Patrick.*

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : *Prunier Annick.*

⑤4 Application des boues au scléroglycane au forage des puits déviés.

⑤7 Dans le domaine des forages, procédé pour améliorer
le pouvoir lubrifiant et nettoyant des boues à l'eau consis-
tant à ajouter une quantité utile de scléroglycane en parti-
culier non raffiné à la boue. Application aux forages des
puits déviés.

FR 2 670 794 - A1



La présente invention concerne l'application d'une boue comprenant du scléroglycane aux forages horizontaux ou déviés et en particulier aux forages présentant un angle de déviation par rapport à la verticale compris entre 40° et
5 70°.

La boue de forage est un mélange plus ou moins complexe d'un liquide de base, eau ou huile, et de produits divers, utilisé pour le forage des puits. Cette boue, injectée dans le train de tiges de forage, circule par un
10 mouvement ascendant dans l'espace annulaire compris entre les parois des formations géologiques forées et le train de tiges.

Pour les forages verticaux, l'écoulement de la boue dans l'espace annulaire est le plus souvent de type
15 laminaire. Cet écoulement assure l'élimination des déblais arrachés au front de taille qui sont transportés vers la surface dans l'espace annulaire et éliminés en surface. On évite ainsi le bourrage de l'outil.

En écoulement laminaire, une particule située au
20 centre de l'annulaire a une vitesse supérieure à la vitesse moyenne et une vitesse inférieure à la vitesse moyenne au voisinage des parois des formations ou du train de tiges. Une particule transportée en un point à faible vitesse aura tendance à basculer ou à faire du sur place. Si le débit de
25 l'écoulement est trop faible, toute particule aura tendance à redescendre du fait de la gravité. Pour éviter ce phénomène et assurer un bon nettoyage du puits de forage, il suffit le plus souvent en forage vertical d'augmenter la viscosité de la boue de sorte que sa portance soit telle que les déblais
30 puissent tenir en quasi suspension dans la boue quand le débit de celle-ci est nul.

Dans le cas de puits déviés toutefois ces phénomènes de retombées gravitaires sont plus difficiles à éviter et l'on observe le plus souvent de véritables lits de déblais
35 d'épaisseur variable qui se forment le long de la génératrice inférieure du puits. Ces accumulations peuvent être particulièrement importantes au niveau des changements du degré d'inclinaison du puits, dans les courbes du forage, et en conséquence détériorer la qualité du nettoyage du puits et

provoquer des problèmes accrus de frottement et ainsi diminuer la vitesse d'avancement du puits, voire provoquer le blocage du forage. En cas de forage avec une boue à l'eau, la solution usuellement utilisée pour décrocher et éliminer ou
5 diminuer les accumulations de déblais au cours de forage de puits déviés consiste le plus souvent à provoquer un changement du régime d'écoulement. Pour cela, on injecte par exemple de temps en temps dans le puits des volumes déterminés d'une boue de viscosité largement inférieure ou
10 largement supérieure à celle utilisée en régime normal pour ainsi provoquer soit un régime turbulent caractérisé par des vitesses égales dans tout l'espace annulaire, soit un régime en bouchon caractérisé par des vitesses pratiquement constantes et de même direction sur tout l'espace annulaire.
15 En pratique toutefois, cette solution s'avère de mise en oeuvre délicate et les résultats obtenus sont des plus aléatoires.

Une autre solution pour limiter le problème de l'accumulation des déblais au cours du forage de puits déviés
20 consiste à employer comme boue de forage non pas une boue à l'eau mais une boue à l'huile.

Les boues à huile sont caractérisées par un comportement rhéologique de type "Bingham" avec existence d'une viscosité même pour les très faibles cisaillements. Les
25 boues conservent cette caractéristique en conditions de fond de puits et à haute température. Les boues, la plupart du temps, consistent en une émulsion d'eau dans 30 à 40 % en volume d'huile. Si la viscosité de l'émulsion est insuffisante, on l'ajuste à la valeur souhaitée grâce à
30 l'adjonction de colloïdes minéraux telle la Bentonite par exemple.

On constate qu'avec l'utilisation de boues à huile les accumulations de déblais et les problèmes liés à ces accumulations sont moins critiques qu'avec les forages à
35 l'eau. Les boues à l'huile possèdent en outre un pouvoir lubrifiant beaucoup plus élevé que les boues à l'eau.

Ces boues toutefois non seulement coûtent cher et peuvent être délicates à mettre en oeuvre, en particulier en offshore, mais surtout elles sont entièrement polluantes au

point que la législation de certains pays interdit leur rejet. Les boues et les cuttings qu'elles remontent doivent donc de plus en plus être traitées en surface pour éviter toute pollution.

5 C'est pourquoi en forage on n'emploie les boues à base d'huile que dans un nombre le plus limité de cas.

En outre, l'introduction de solides pour ajuster la viscosité entre autres augmente les risques de colmatage et complique les problèmes d'élimination en surface.

10 On a maintenant trouvé que l'adjonction d'un biopolymère appelé Scléroglycane, connu comme viscosifiant utilisable sur de larges plages de température, de salinité et de pH, à une boue à l'eau utilisée pour le forage de puits déviés permet de diminuer les accumulations de déblais tout
15 en évitant les désavantages liés à l'utilisation de boues à l'huile.

L'invention a pour objet l'application d'une boue à l'eau comportant entre autres constituants une quantité utile de Scléroglycane au forage des puits horizontaux ou déviés.
20 On entend par puits déviés les puits présentant un angle par rapport à la verticale compris entre 0 et 90°. L'application selon l'invention toutefois est particulièrement avantageuse pour les puits dont l'angle de déviation par rapport à la verticale est compris entre 40° et 70°. La quantité utile de
25 scléroglycane pour l'application selon l'invention est avantageusement comprise entre 2 et 20 kilos par mètre cube de boue. Avantageusement, on utilisera du Scléroglycane non raffiné dans une quantité préférentiellement comprise entre 4 et 10 kilos par mètre cube de boue.

30 Les scléroglycanes qui entrent dans la composition des boues dans les applications selon l'invention, sont des homopolysaccharides hydrosolubles non ioniques de poids moléculaires dépassant 500 000 dont les molécules sont constituées d'une chaîne linéaire principale formée de motifs
35 D-glucose liés par des liaisons β 1,3 et dont un sur trois est liés à un motif D-glucose latéral par une liaison β 1,6. Ces poly-saccharides sont obtenus par fermentation d'un milieu à base de sucre et de sels minéraux sous l'action d'un microorganisme de type Sclerotium. Une description plus

complète des scléroglycannes et de leur préparation peut être trouvée dans la citation US-A-3.301.848, dont le contenu est incorporé par référence à la présente description.

Comme source de scléroglycane, on peut par exemple
5 faire appel selon l'invention au scléroglycane isolé du milieu de fermentation, ledit produit se présentant sous forme de poudre ou bien d'une solution plus ou moins concentrée dans un solvant aqueux et/ou hydro-alcoolique, ou encore employer le milieu réactionnel liquide issu de la
10 fermentation et renfermant le scléroglycane en solution.

Avantageusement, le scléroglycane utilisé pour l'application selon l'invention est non raffiné, c'est-à-dire qu'il contient tout ou partie du mycélium du champignon producteur.

15 Dans le cas de forage de puits déviés, l'introduction dans une boue quelconque à l'eau d'une quantité utile de scléroglycane permet un meilleur nettoyage du puits et donc de limiter les cas d'accumulation par gravité trop importantes de déblais dans le puits en particulier dans le
20 cas de puits déviés. L'invention porte également sur un procédé d'amélioration des boues à l'eau pour le forage des puits horizontaux ou déviés caractérisé en ce qu'on ajoute comme constituant de la boue une quantité utile préférentiellement comprise entre 4 et 10 kilos par mètre
25 cube de boue de scléroglycane préférentiellement non raffiné. On évite ainsi d'avoir à employer des procédés dont l'efficacité est incertaine, se traduisant le plus souvent par une augmentation du temps de forage ou encore d'avoir à employer une boue à huile. Par rapport à l'utilisation d'une
30 boue à l'huile, l'utilisation d'une boue à l'eau à laquelle on ajoute du scléroglycane présente de nombreux avantages. Outre les avantages économiques, la suppression des risques possibles liés à la sécurité pour la mise en oeuvre et l'élimination de tout problème de pollution, l'adjonction de
35 scléroglycane dans une boue à l'eau permet la modification contrôlée du type d'écoulement dans l'espace annulaire du puits et en particulier du profil des vitesses. Le contrôle s'effectue sans apport de solides dans la boue. Pour une boue et des caractéristiques géométriques de puits données, il

existe une relation directe entre la quantité de scléroglycane utilisée et le gradient des vitesses de la boue dans l'espace annulaire du puits : on passe d'un écoulement laminaire à un écoulement en plug (ou en bouchon) par simple
5 adjonction d'une quantité déterminable de scléroglycane. Par rapport à une simple boue à l'eau, l'adjonction de scléroglycane améliore la portance de la boue, c'est-à-dire sa capacité à maintenir en suspension des déblais sans qu'il y ait redépôt. Le scléroglycane transmettant à la boue une
10 partie de ses propriétés remarquables connues, la boue obtenue après adjonction ne peut être qu'améliorée comparée à la boue initiale. Il semble en particulier que les boues soient plus lubrifiantes après adjonction de scléroglycane qu'avant. L'introduction de mycélium ne modifie pas ces
15 propriétés participant à l'amélioration du transport des déblais par la boue. Il semble au contraire, de façon surprenante, que l'introduction de mycélium le rend plus efficace encore.

Les avantages d'une boue composée d'une quantité
20 utile de scléroglycane en dilution dans une eau de base quelconque et son intérêt pour l'application selon l'invention sont illustrés par les exemples suivants donnés à titre non limitatif, à partir de boues complexes qui ne sont pas spécialement destinées à l'application selon l'invention.

25 Le matériel utilisé pour les mesures est normalisé (normes du comité API RP 13). La viscosité des solutions testées a été mesurée à l'aide d'un viscosimètre FANN à six vitesses, à savoir 600, 300, 200, 100, 50 et 30 tours par minute, correspondant chacune à un gradient de vitesse
30 exprimé en s^{-1} , respectivement 1020, 510, 340, 170, 85, 51 s^{-1} . Le viscosimètre FANN fournit une mesure de contrainte de cisaillement dite lecture FANN exprimée ici en pascal. Le viscosimètre FANN est un appareil à cylindres coaxiaux dont le rotor est entraîné à l'aide d'un moteur électrique. On
35 mesure la résistance au cisaillement de la boue contenue dans un gobelet dans lequel on immerge les cylindres coaxiaux. On lit sur un cadran gradué la résistance au cisaillement à différentes vitesses de rotation du rotor. La viscosité de la

boue entraîne une rotation du stator indiquée sur le cadran de lecture.

Les mesures de filtration sont effectuées après trente minutes à l'aide d'un filtre presse API et s'expriment
5 en millilitres.

Le scléroglycane utilisé est fabriqué par SANOFI BIO INDUSTRIES à partir d'une souche de sclérotium Rolsfii. On a utilisé une qualité non raffinée comprenant de l'ordre de 25 % de résidus de mycélium commercialisée sous le nom
10 d'ARTIGUM CS6.

Les caractéristiques rhéologiques sont indiquées par la donnée de viscosités exprimées en pascal seconde (Pa.s), mais également de grandeurs dites "gels", d'une viscosité apparente VA, d'une viscosité plastique VP, d'une
15 "yield value" YV couramment exploitée par les spécialistes de boues de forage. Les "gel 0" et "gel 10", mesurés au viscosimètre FANN, permettent d'apprécier la thixotropie de la boue, c'est-à-dire son aptitude à se gélifier lorsque le fluide est immobile. Cette propriété pseudoplastique se
20 caractérise par un seuil d'écoulement en-dessous duquel le fluide reste immobile, et une diminution plus ou moins rapide de la viscosité dès qu'il y a écoulement.

Pour obtenir la valeur des gels, le mode opératoire est le suivant : on fait tourner le rotor du viscosimètre à
25 600 tr/mn pendant 30s, puis on stoppe le moteur. On attend 10s et on met le moteur en rotation à 3 tr/mn. La déviation maximale due constitue le gel initial ou "gel 0". On laisse ensuite reposer la boue 10 mn. Le nombre maximal en constitue le "gel 10".

Pour obtenir la viscosité apparente de la boue en
30 centipoises, on divise la lecture FANN à 600 tr/mn par deux. Le calcul de la viscosité plastique s'effectue en faisant la soustraction entre la lecture FANN à 600 tr/mn et la lecture FANN à 300 tr/mn. La yield value est obtenue en faisant la
35 différence entre la viscosité apparente et la viscosité plastique, et en multipliant par deux cette différence. La yield value exprime la tension minimale en dessous de laquelle il n'y a pas d'écoulement pour des régimes d'écoulement laminaire.

Exemple 1 : Evaluation de la portance

On a cherché à étudier les indices de portance YV/VP de fluides bentonitiques se rapprochant par leurs caractéristiques d'une boue au scléroglycane CS6 comprenant 5 pour 1 l d'eau douce, 4 g de CS6 M (avec mouillant), 20 g de Bentonite CLARSOL, 75 g d'argile naturelle et de la soude pour obtention d'un pH égal à 9,6.

- Composition des boues bentonitiques

10		boues bentonitiques simplifiées		boue bentonitique faiblement traitée 3
		1	2	
15	eau douce	1 l	1 l	1 l
	bentonite CLARSOL FB2	60 g	60 g	65 g
	soude	pour pH 9,2	pour ph 9,2	pour ph 9,5
	argile naturelle	75 g	75 g	75 g
	CMC LV	0 g	5 g	0 g
20	lignosulfonate	0	0	1 g

CMC LV est un carboxyméthylcellulose.

- Résultats de mesures pour les boues bentonitiques

5	FANN 600 Pa	30,6		19,1
	300 Pa	17,2		11
	200 Pa	13,4		8,6
	100 Pa	9,6		5,3
	60 Pa	7,2		3,3
	30 Pa	5,7		2,4
10	gel 0 Pa	2,9		0,5
	gel 10 Pa	9,6		1
15	VA Pa.s	32×10^{-3}		20×10^{-3}
	VP Pa.s	28×10^{-3}		17×10^{-3}
	YV Pa	$8 \times 0,478$		$6 \times 0,478$
	filtrat API	15,5	12	15

20 - Résultat des mesures pour la boue au scléroglycane

25	FANN 600 Pa	21
	300 Pa	14,8
	200 Pa	12,4
	100 Pa	9,6
	60 Pa	8,6
	30 Pa	6,7
30	Gel 0 Pa	5,7
	Gel 10 Pa	13
	VA Pa.s	22×10^{-3}
	VP Pa.s	13×10^{-3}
	YV Pa	$18 \times 0,478$
	Filtrat API	9,7

On a utilisé des fluides vieillis dont les propriétés sont stabilisées. On note que les boues bentonitiques simplifiées ont un indice de portance YV/YP défavorable, cet indice devant être idéalement compris entre 1,5/1 et 1/1. La
 5 boue légèrement améliorée par ajout de lignosulfonate comme dispersant a un meilleur indice dans la mesure où le rapport YV/VP se rapproche davantage de l'unité que dans les cas précédents. On constate toutefois dans le dernier cas qu'une
 10 amélioration de l'indice va de paire avec une diminution notable de la viscosité et une réduction de la thixotropie (les gels) très importante, ce qui traduit une portance au repos très insuffisante.

Exemple 2 : Pouvoir lubrifiant d'une boue au Sclérogucane.

On compare le pouvoir lubrifiant d'une boue au
 15 sclérogucane et d'une boue au xanthane. La comparaison des pouvoirs lubrifiants s'effectue par circulation des boues dans un banc d'essais de forage et mesure de leur échauffement avec le temps de forage. Plus lente est la montée en température, meilleur est le pouvoir lubrifiant.

20 Les conditions dans lesquelles se sont déroulées les essais sont les suivantes :

. Composition des boues

- Bentonite FB2 20 g/l
- CMC 2 g/l
- 25 - Sclérogucane (CS6) ou xanthane (XC polymère) 5 g/l
- Soude pour ajuster le ph entre 8,5 et 9

. Outil

- Tricône six pouces, type J3 avec trois duses 14/32
- 30 - Vitesse de rotation : 103 tours/mn
- Poids sur l'outil : 3 tonnes

. Boue

- Débit de boue : 600 litres/mn
- Pression boue : 130 bars
- 35 - Pression : 110 bars

. Roche

- Anstrude (calcaire à débris oolithique)

Les résultats sont présentés sur la figure 1 annexée qui représente la variation de la température des boues au cours des essais de forage.

On constate un échauffement moindre de la boue au scléroglycane par rapport à la boue au xanthane. Cette différence -40 % environ en fin d'opération- est caractéristique d'un meilleur pouvoir lubrifiant de la boue au scléroglycane.

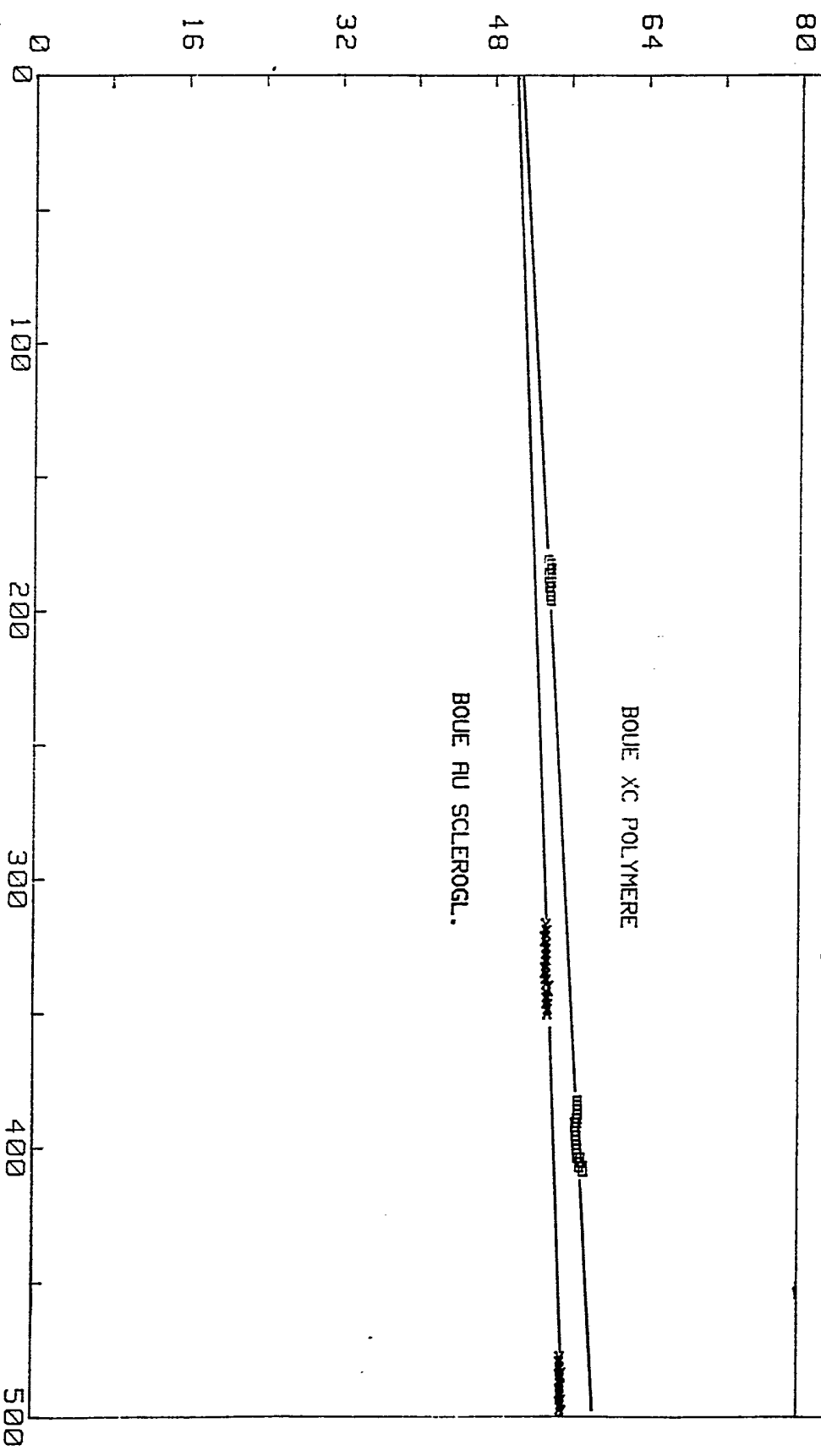
REVENDICATIONS

- 1 - Application d'une boue à l'eau comportant une quantité utile de scléroglycane entre autres constituants au forage des puits horizontaux ou déviés.
5
- 2 - Application selon la revendication 1 au forage des puits présentant un angle par rapport à la verticale compris entre 40 et 70°.
- 3 - Application selon la revendication 1 caractérisée en ce que la quantité utile de scléroglycane est comprise entre 2 et 20 kilos par mètre cube de boue.
10
- 4 - Application selon la revendication 1 caractérisée en ce que la quantité utile de scléroglycane est comprise entre 4 et 10 kilos de scléroglycane non raffiné par mètre cube de boue.
15

Temperature boue (C)

TBOUEC COMPARRISON DE L'EVOLUTION DE LA TEMPERATURE DE LA BOUE EN FORAGE
(XC POLYMERE ET SCLEROGUCRANE)

Essai : 7 9	Roche : ANS
Outil : TRI	Diam : 6 X 2,54.10 ⁻² m
P. Boue: 130 bar	V. Rot.: 103 t/mn
	W.O.B.: 3X10 ³ kg
	Q. Boue: 600 l/mn
	P. Pore: 110 bar



W.O.B. = Weight On Bit
 XC POLY = XC Polymère
 ANS = ANSTRUDE
 TRI = TRICONE

FIGURE 1

Temps (s)

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

FR 9016067
FA 452402

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	FR-A-2 570 754 (DOWELL SCHLUMBERGER) * Page 1, lignes 1-16; page 3, lignes 13-19; page 5, lignes 5-17; page 8, lignes 28-36; revendications 1-7 * ---	1,3,4
X	FR-A-2 570 755 (DOWELL SCHLUMBERGER) * Page 1, lignes 1-16; page 3, lignes 13-19; page 5, lignes 5-17; page 8, lignes 28-36; revendications 1-9 * ---	1,3,4
X	FR-A-2 570 756 (DOWELL SCHLUMBERGER) * Revendications 1-5 * ---	1,3,4
X	EP-A-0 259 939 (SHELL) * Page 2, lignes 1-21; page 3, lignes 17-18; revendications 1-13 * -----	1,3,4
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		C 09 K 7
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
02-09-1991		BOULON A. F. J.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
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		

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)