

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 15.05.00.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 16.11.01 Bulletin 01/46.

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

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : COMPAGNIE DES SERVICES
DOWELL SCHLUMBERGER SA Société anonyme —
FR.

⑦② Inventeur(s) : DROCHON BRUNO et MAROY
PIERRE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : ETUDES ET PRODUCTIONS
SCHLUMBERGER.

⑤④ CIMENT PERMEABLE, SON PROCEDE D'OBTENTION ET APPLICATION DUDIT CIMENT DANS DES Puits
PETROLIERS OU ANALOGUES.

⑤⑦ La présente invention a pour objet un coulis de ciment
présentant une forte perméabilité et une bonne résistance à
la compression, comportant une fraction solide constituée
par: 35% à 80% (en volume) de particules dont la taille
moyenne est comprise entre 100μ et 800μ; 0% à 15% (en
volume) de particules dont le diamètre moyen des particules
est compris entre 0, 1 et 10 microns et 10% à 40% (en vo-
lume) de particules dont le diamètre moyen des particules
est compris entre 20 et 50μ; une partie desdites particules
étant constituée par un ciment et de préférence une autre
partie par des particules auto-destructibles; une fraction li-
quide dans un rapport volumique eau sur solide compris en-
tre 38% et 50% en volume, et un taux d'alvéoles apportées
par du gaz ou un liquide non miscible à l'eau compris entre
30% et 60% du volume final du coulis.



Ciment perméable, son procédé d'obtention et application dudit ciment dans des puits pétroliers ou analogues

La présente invention est relative aux techniques de forage de puits pétroliers, à gaz, à eau, géothermiques et analogues. Plus précisément, l'invention a pour objet des
5 ciments perméables, un procédé d'obtention de tels ciments et l'application dudit ciment dans des puits pétroliers ou analogues.

Après le forage d'un puits pétrolier ou analogue, on procède généralement à une opération de cimentation dans l'espace annulaire entourant le cuvelage (casing). Cette opération a pour but la consolidation du puits, la protection du cuvelage par
10 passivation mais aussi essentiellement l'isolation des couches géologiques afin de supprimer les échanges de fluides entre les différentes couches de formation, échanges rendus possibles par « chemin » que forme le trou foré. L'opération de cimentation vise aussi à empêcher une remontée de gaz par l'annulaire et à limiter les entrées d'eau dans le puits de production.

15 Procurer une bonne isolation est de ce fait l'objectif premier de la plupart des opérations de cimentation dans des puits pétroliers ou analogues. Pourtant, il est des situations pour lesquelles seul le renforcement du cuvelage ou des formations géologiques traversées est recherché. Tel est notamment le cas des opérations de cimentations effectuées au niveau du réservoir et qui doivent être suivies d'une
20 perforation pour rétablir la circulation des fluides entre le réservoir et le puits.

Il est connu du brevet US-A-3,429,373 un ciment perméable utilisé pour retenir le sable produit par un réservoir, notamment dans des formations souterraines mal consolidées. Selon l'enseignement de ce document – et de différents perfectionnements connus par exemple des brevets US-A-3,646,998 ,
25 US-A-3,654,990, US-A-3,654,991, US-A-3,654,992, US-A-3,768,561, US-A-3,861,467, US-A-3,861,467, US 3, 862, 663 et US 3,948,672 un mélange de sable, de ciment et d'eau est mis en suspension dans un hydrocarbure pour être injecté dans la formation à traiter en étant maintenu dans la zone à traiter tant que le ciment n'est pas pris. Dans ces formulations, le ciment est en faible quantité par rapport aux autres

solides et surtout la matrice extérieure est formée d'hydrocarbures, conférant à l'ensemble une très faible tenue mécanique. L'objectif n'est absolument pas le renforcement d'un cuvelage ou des parois d'un réservoir.

5 Les hydrocarbures sont de plus polluants et en contradiction avec la réglementation en de nombreuses régions. S'agissant d'une suspension dans des hydrocarbures, ce n'est pas un coulis de ciment et n'a d'ailleurs pas pour objectif le renforcement du cuvelage ou des parois du réservoir. A ce titre on constatera la très faible quantité de ciment ajoutée, de 7 à 25 % poids par rapport aux solides ce qui ne permet pas de conférer au ciment pris une bonne tenue mécanique.

10 Il est aussi connu du brevet US 5,339,902 un moyen de faire des ciments perméables par simple moussage d'un coulis classique de ciment avec 54% à 74% volume d'eau dans le coulis. La perméabilité est obtenue par un degré de qualité extrême de la mousse. La qualité d'une mousse ou d'une émulsion est définie comme étant le rapport
15 du volume de la phase dispersée aux conditions de pression et de température sur le volume total de la mousse ou de l'émulsion dans les mêmes conditions. Cette méthode moins élaborée conduit à de faibles résistances à la compression (0,3 MPa en 24 heures et 1,1 MPa en 4 jours), qui sont tout à fait inadéquates pour le renforcement des cuvelages ou des formations géologiques traversées par le puits.

Enfin, il est connu du brevet RU 2019689 d'équiper un puits en remplaçant une partie
20 d'un tubage par un filtre dont les pores ont été obturés par des bouchons solubles dans un acide, et de cimenter l'espace annulaire entre le filtre et la paroi du puits avec un ciment comportant des particules en polychlorure de vinyle qui est détruit après la prise du ciment par chauffage.

La présente invention a pour but une méthode permettant de fabriquer du ciment
25 perméable, présentant une résistance à la compression suffisante pour pouvoir contribuer au renforcement. Ces propriétés très particulières peuvent être obtenues simultanément du fait de la structuration de la porosité ouverte du ciment d'une part, et de la structuration simultanée de la partie solide du ciment perméable.

Ce but est atteint selon l'invention par un coulis de ciment comportant

- une fraction solide constituée par 35% à 80% (en volume) de particules dont le diamètre moyen est compris entre 100 μ et 800 μ ; 0% à 15% (en volume) de particules dont le diamètre moyen des particules est compris entre 0,1 et 10 microns et 10% à 40% (en volume) de particules dont le diamètre moyen des particules est compris entre 20 et 50 μ ; une fraction desdites particules solides étant constituée par un ciment.
- une fraction liquide dans un rapport eau sur solide compris entre 38% et 50% en volume,
- et un taux d'alvéoles apportées par du gaz ou un liquide non miscible à l'eau compris entre 30% et 60% du volume final du coulis.

Dans une variante plus particulièrement préférée de l'invention, une fraction des particules solides est constituée par des particules qui s'auto-détruisent au cours ou après la prise du ciment. Le principe est de créer des alvéoles dans un coulis de ciment contenant des grosses particules. Pour ce faire, on peut ou le mousser au préalable ou émulsionner dans le coulis ou la pâte un fluide non miscible à l'eau. Une fois le ciment pris, ces alvéoles ne sont à ce moment que partiellement interconnectées. L'interconnexion quasi-totale se fait par autodestruction de grosses particules reliant les alvéoles. Conviennent comme particules autodestructrices notamment des particules du type cénosphères dont l'autodestruction est catalysée par la prise du ciment et la température. Dans ces conditions, il est possible d'obtenir après la prise un ciment dont la résistance à la compression est supérieure à 3,4 MPa (500 psi) et la perméabilité à l'eau supérieure à 1 Darcy.

Les applications de l'invention sont nombreuses tant dans les domaines des puits pétroliers que dans ceux du génie civil ou de la construction. A titre d'exemple sans que cela limite la portée de l'invention, nous en citerons quelques-unes:

Dans le domaine de la réparation des puits pétroliers :

- Le remplacement derrière un cuvelage des portions de réservoir qui ont été désagrégées par le temps et la circulation des fluides. Ceci arrive souvent lorsque le

puits produit de l'eau du réservoir ou qui provient d'une autre couche géologique mal isolée du réservoir (« cross-flow » en anglais). L'opération, qui consiste à remplir le vide laissé derrière le cuvelage par la roche réservoir désagrégée avec un matériau poreux à forte résistance et capable de résister à la perte de charge générée par l'écoulement des fluides, est absolument nécessaire pour procéder à des traitements de matrice.

- L'arrêt de la production de sable des puits. Lorsque le réservoir est constitué de sable, consolidé ou non, ou bien de grès mal lié ou dont le liant peut être dissout par l'eau, l'érosion due à l'écoulement des fluides entraîne les grains de sable. Cette production de sable peut conduire à l'arrêt de l'exploitation du puits. Pour éviter cette situation on dispose habituellement à l'intérieur du puits des filtres à gravier ou des écrans filtrants chargés d'arrêter le sable. Au cours du temps, ceux-ci s'encrassent ou se bouchent par de fines particules. Leur remplacement constitue une opération technique difficile et de coût élevé. La mise en place de ciment perméable derrière le cuvelage permet d'éviter cette opération.

- Le simple remplacement du ciment derrière le cuvelage. Ceci peut se faire avec un ciment classique, mais il faut alors perforer à nouveau le cuvelage et la nouvelle couche de ciment pour remettre en connexion le puits et le réservoir, avec le risque, si la couche de ciment est plus épaisse que prévu ou la perforation moins profonde, que la connexion ne se fasse pas. L'injection d'un ciment perméable garantit dans tous les cas la connexion à un coût moins élevé.

Dans le domaine de la construction des puits neufs

- Lorsque la formation le permet du fait d'une résistance suffisante, on évite les dépenses afférentes à la mise en place d'un cuvelage en faisant ce que l'on appelle une complétion en découvert ou non tubée. On dispose ensuite des écrans à sable ou des filtres à gravier si le réservoir est susceptible de produire du sable. On peut disposer également une colonne perdue préperforée. La disposition d'une couche de ciment perméable à la surface des parois du puits permet d'éviter ces opérations. Qui plus est, lorsque la formation du réservoir n'est pas suffisamment résistante pour ce genre de complétion simplifiée et qu'il aurait donc fallu mettre un cuvelage avec cimentation entre le cuvelage et la paroi du puits, la mise en place du ciment perméable selon

l'invention permet de renforcer les bords du puits et d'éviter la mise en place du cuvelage et les perforations subséquentes.

- Dans le cas où une complétion avec cuvelage est inévitable du fait de la très faible consolidation de la roche du réservoir, la mise en place de ciment perméable selon l'invention entre le cuvelage et les bords du puits, au lieu d'un ciment classique, permet de s'affranchir de la mise en place de filtres à gravier ou d'écrans à sable, qui sont très onéreux.

Dans tous les cas, le nouveau matériau grâce à l'invention du procédé est particulièrement appréciable dans le cas de sables non consolidés ou faiblement consolidés, de roches fissurées ou faillées. On peut également l'utiliser avantageusement pour des roches réservoirs rendues fragiles par l'épuisement du gisement. Il est clair que ces applications se font pour des puits producteurs de pétrole brut ou de gaz, les puits de stockage souterrain de gaz, les puits de production d'eau ou de tout autre fluide, que la partie cimentée soit verticale, horizontale ou seulement inclinée. L'application aux parties presque horizontales des puits est particulièrement intéressante.

La formulation contient au moins deux types de particules (dont du ciment) et préférentiellement 3 ou 4, avec des particules autodestructrices. Le ciment peut être de toute nature, ciment portland incluant ou non des matières pozzolaniques comme par exemple des laitiers de haut fourneau ou des cendres volantes ou bien encore des matières naturelles comme de la pozzolane ou des argiles calcinées. On peut également utiliser des ciments alumineux appelés aussi Fondu Lafarge, du plâtre, du ciment de Sorel, des ciments pozzolaniques activés ou toute autre composition à prise hydraulique.

Dans le coulis ou la pâte de ciment, on inclut des particules qui seront détruites après la prise pour créer les interconnexions et ainsi accroître la perméabilité du matériau final. Des alvéoles sont créées dans le coulis ou la pâte de ciment avant sa prise, soit en faisant une mousse, soit en émulsionnant dans le coulis ou la pâte un fluide non miscible à l'eau.

Si tout ou partie des grosses particules sont constituées de cénoosphères, alors la perméabilité est accrue de manière très significative là encore, sans altérer la

résistance à la compression du matériau (voir exemple 2). Ce résultat est la conséquence d'une modification chimique de l'écorce de ces particules creuses, qui intervient lorsque le ciment prend et dont la cinétique est fonction de la température. La porosité présente à l'intérieur de ces particules creuses est alors libérée, augmentant ainsi de manière importante la connexion entre alvéoles.

Parmi ces nombreuses possibilités, la combinaison comprenant quatre types de particules dont un ciment portland, des particules fines d'environ 3 microns de taille moyenne, des céosphères creuses et des très grosses particules (supérieures à 200 microns) est notre préférée dans le cas général. Suivant les besoins, on rajoutera dans le coulis ou la pâte différents additifs connus de l'homme de l'art comme des dispersants, des retardeurs ou des accélérateurs, des additifs rétenteurs d'eau. Dans le cas du ciment portland, lorsque la température sera supérieure à 105°C, on ajoutera de la silice dans la proportion de 30% à 50% poids par rapport au ciment, comme il est bien connu des spécialistes pour éviter la rétrogression de la résistance à la compression..

On pourra utiliser du microciment pour les fines particules lorsque la résistance à la compression du ciment poreux doit être très élevée.

EXEMPLE 1

Les propriétés d'un coulis préparé selon l'invention, mais sans particule autodestructible, sont présentées et comparées avec celles d'un coulis d'un système conventionnel moussé avec la même qualité de mousse soit 40% :

Coulis A : Un mélange de poudres est préparé. Il comporte 30% volume de particules d'hématite de taille moyenne d'environ 300 microns; 30% volume de silice de taille moyenne de 300 microns ; 30% volume de ciment Portland classe G et 10% volume d'un mélange micro-ciment Portland/Slag de taille moyenne d'environ 3 microns.

De l'eau et un super plastifiant à base de polynaphtalène sulfonate à raison de 0,07 gallons par sac de poudres de poudres sont mélangés à cette poudre de façon à ce que le pour-cent volume de liquide dans le coulis soit de 40%. A noter qu'un sac de

poudres est défini par analogie avec les sacs de ciments comme un sac de 45,359 kg de mélange, autrement dit, 1gps= 0,0834 l d'additif par kg de mélange)

Coulis B (référence) : Ce coulis correspond à la technologie actuelle. Il comporte du ciment classe G et de l'eau de façon à ce que la densité du laitier soit de 1900 Kg/m³ (15,8 ppg).

Ces deux coulis sont moussés selon la même procédure après ajout de tensioactifs (D139 et F052.1) à raison de 0,084 par sac de poudres, pour obtenir une qualité de mousse de 40% (c'est à dire que le volume de mousse représente 40% du volume final du coulis moussé).

Coulis	A (invention)	B (référence)
Porosité avant moussage	40%	59%
Qualité de mousse	40%	40%
Résistance à la compression MPa (psi)	5,17 (750)	5,93 (860)
Perméabilité à l'eau (Darcy)	0,150	0,008

La résistance à la compression et la perméabilité à l'eau ont été mesurées sur des échantillons qui ont été laissés à température ambiante et à la pression atmosphérique pendant 48 h, puis laissés à l'étuve à 85C pendant 5 jours. La résistance à la compression est exprimée en MPa et livres par pieds carré (psi) entre parenthèses.

EXEMPLE 2

Les propriétés de deux coulis préparés selon l'invention, l'un sans particule autodestructible, l'autre avec particules autodestructibles sont présentées et comparées :

Coulis A : Un mélange de poudres est préparé. Il comporte 30% volume de particules d'hématite de taille moyenne d'environ 300 microns; 30% volume de silice de taille moyenne de 300 microns ; 30% volume de ciment Portland classe G et 10% volume d'un mélange micro-ciment Portland/Slag de taille moyenne d'environ 3 microns.

- 5 De l'eau et un super plastifiant à base de polynaphtalène sulfonate à raison de 0,07 gallons par sac de poudres de poudres sont mélangés à cette poudre de façon à ce que le pour-cent volume de liquide dans le coulis soit de 40%. A noter qu'un sac de poudres est défini par analogie avec les sacs de ciments comme un sac de 45,359 kg de mélange, autrement dit, 1gps= 0,0834 l d'additif par kg de mélange)

10

Coulis C : Un mélange de poudres est préparé. Il comporte 30% volume de particules d'hématite de taille moyenne d'environ 300 microns; 30% volume de céosphères creuses (particules autodestructibles) de taille moyenne de 180 microns ; 30% volume de ciment Portland classe G et 10% volume d'un mélange micro-ciment Portland/Slag de taille moyenne d'environ 3 microns.

15

De l'eau et un super plastifiant à base de polynaphtalène sulfonate à raison de 0,07 gallons par sac de poudres de poudres sont mélangés à cette poudre de façon à ce que le pour-cent volume de liquide dans le coulis soit de 40%. A noter qu'un sac de poudres est défini par analogie avec les sacs de ciments comme un sac de 45,359 kg de mélange, autrement dit, 1gps= 0,0834 l d'additif par kg de mélange)

20

Ces deux coulis sont moussés selon la même procédure après ajout de tensioactifs (D139 et F052.1) à raison de 0,084 par sack de poudres, pour obtenir une qualité de mousse de 40% (c'est à dire que le volume de mousse représente 40% du volume final du coulis moussé).

25

Coulis	A	C
Porosité avant moussage	40%	40%
Résistance à la compression MPa (psi)	5,17 (750)	5,59 (810)
Perméabilité à l'eau (Darcy)	0,150	1,2

La résistance à la compression et la perméabilité à l'eau ont été mesurées sur des échantillons qui ont été laissés à température ambiante et à la pression atmosphérique pendant 48 h, puis laissés à l'étuve à 85C pendant 5 jours.

5

EXEMPLE 3

Les propriétés de cinq coulis préparés selon l'invention, mais moussés avec des qualités de mousse différentes sont présentées et comparées :

10 Coulis de base : Un mélange de poudres est préparé. Il comporte 30% volume de particules d'hématite de taille moyenne d'environ 300 microns; 30% volume de céosphères creuses (particules autodestructibles) de taille moyenne de 180 microns ; 30% volume de ciment Portland classe G et 10% volume d'un mélange micro-ciment Portland/Slag de taille moyenne d'environ 3 microns.

15 De l'eau et un super plastifiant à base de polynaphtalène sulfonate à raison de 0,07 gallons par sac de poudres de poudres sont mélangés à cette poudre de façon à ce que le pour-cent volume de liquide dans le coulis soit de 40%. A noter qu'un sac de poudres est défini par analogie avec les sacs de ciments comme un sac de 45,359 kg de mélange, autrement dit, 1gps= 0,0834 l d'additif par kg de mélange)

20 Des agents tensioactifs sont ajoutés au coulis de base et les coulis sont moussés pour obtenir une qualité de mousse allant de 30% à 50%. Rappelons qu'une qualité de mousse de 30% signifie que le volume de mousse représente 30% du volume final du coulis.

Coulis	C1	C2	C3	C4	C5
Porosité avant moussage	40%	40%	40%	40%	40%
Qualité de mousse	30%	35%	40%	45%	50%
Résistance à la compression MPa (psi)	8,27 (1200)	6,90 (1000)	5,59 (810)	4,48 (650)	2,83 (410)
Perméabilité à l'eau (Darcy)	0,0045	0,160	1,2	6,1	>12

La résistance à la compression et la perméabilité à l'eau ont été mesurées sur des échantillons qui ont été laissés à température ambiante et à la pression atmosphérique pendant 48 h, puis laissés à l'étuve à 85C pendant 5 jours.

5

EXEMPLE 4

Les propriétés de deux coulis préparés selon l'invention, comportant tous deux des particules auto-destructibles mais des grosses particules de nature et de taille différentes sont présentées et comparées :

- 10 Coulis C : Un mélange de poudres est préparé. Il comporte 30% volume de particules d'hématite de taille moyenne d'environ 300 microns; 30% volume de céosphères creuses (particules autodestructibles) de taille moyenne de 180 microns ; 30% volume de ciment Portland classe G et 10% volume d'un mélange micro-ciment Portland/Slag de taille moyenne d'environ 3 microns.
- 15 De l'eau et un super plastifiant à base de polynaphtalène sulfonate à raison de 0,07 gallons par sac de poudres de poudres sont mélangés à cette poudre de façon à ce que le pour-cent volume de liquide dans le coulis soit de 40%. A noter qu'un sac de poudres est défini par analogie avec les sacs de ciments comme un sac de 45,359 kg de mélange, autrement dit, 1gps= 0,0834 l d'additif par kg de mélange)

Coulis D : Un mélange de poudres est préparé. Il comporte 30% volume de particules de carbonate de calcium de taille moyenne d'environ 500 microns; 30% volume de céosphères (particules autodestructibles) de taille moyenne de 180 microns ; 30% volume de ciment Portland classe G et 10% volume d'un mélange micro-ciment Portland/Slag de taille moyenne d'environ 3 microns.

De l'eau et un super plastifiant à base de polynaphtalène sulfonate à raison de 0,07 gallons par sac de poudres de poudres sont mélangés à cette poudre de façon à ce que le pour-cent volume de liquide dans le coulis soit de 40%. A noter qu'un sac de poudres est défini par analogie avec les sacs de ciments comme un sac de 45,359 kg de mélange, autrement dit, 1gps= 0,0834 l d'additif par kg de mélange)

Ces deux coulis sont moussés selon la même procédure après ajout de tensioactifs (D139 et F052.1) à raison de 0,084 par sack de poudres, pour obtenir une qualité de mousse de 35% (c'est à dire que le volume de mousse représente 35% du volume final du coulis moussé).

Coulis	C	D
Porosité avant moussage	40%	40%
Résistance à la compression	6,90 (1000)	5,79 (840)
Perméabilité à l'eau (D)	0,160	0,270

La résistance à la compression et la perméabilité à l'eau ont été mesurées sur des échantillons qui ont été laissés à température ambiante et à la pression atmosphérique pendant 48 h, puis laissés à l'étuve à 85C pendant 5 jours.

Revendications

1. Coulis de ciment présentant une forte perméabilité et une bonne résistance à la compression, comportant

- une fraction solide constituée par:

- 5 • 35% à 80% (en volume) de particules dont la taille moyenne est comprise entre 100 μ et 800 μ ;
- 0% à 15% (en volume) de particules dont le diamètre moyen des particules est compris entre 0,1 et 10 microns;
- 10 • 10% à 40% (en volume) de particules dont le diamètre moyen des particules est compris entre 20 et 50 μ ;

une partie desdites particules étant constituée par un ciment ;

- une fraction liquide dans un rapport volumique eau sur solide compris entre 38% et 50% en volume, et ;
- un taux d'alvéoles apportées par du gaz ou un liquide non miscible à l'eau
- 15 compris entre 30% et 60% du volume final du coulis

2. Coulis de ciment selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte des particules d'hématite.

3. Coulis de ciment selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'une partie des particules solides est constituée par des particules auto-destructibles.

20 4. Coulis de ciment selon la revendication 3, caractérisé lesdites particules auto-destructibles. sont des sphères creuses issues de cénoosphères.

5. Coulis de ciment selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des particules de carbonate de calcium

25 6. Coulis de ciment selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdites particules dont le diamètre moyen est compris entre 0,1 et 10 microns sont constituées par du microciment ou un mélange microciment/slag.

7. Ciment obtenu après la prise d'un coulis selon l'une des revendications précédentes ayant une résistance à la compression supérieure à 3,4 MPa et une perméabilité à l'eau supérieure à 1 Darcy

RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

2808794

N° d'enregistrement
national

FA 587978
FR 0006171

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	FR 2 749 843 A (SCHLUMBERGER CIE DOWELL) 19 décembre 1997 (1997-12-19) * revendications *	1-5	C04B7/00 C04B7/36 E21B33/14
A	EP 0 814 067 A (SOFITECH NV) 29 décembre 1997 (1997-12-29) * page 3, ligne 25 - ligne 39 *	1,3,4	
A	US 3 707 914 A (LAND K) 2 janvier 1973 (1973-01-02) * colonne 4, ligne 56 - colonne 5, ligne 9 *	1,3,4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			C04B E21B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
5 février 2001		Theodoridou, E	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS			
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 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			

1