



(11) **EP 1 941 515 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
04.03.2009 Bulletin 2009/10

(51) Int Cl.:
G21F 9/28 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06806930.1**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2006/066976

(22) Date de dépôt: **03.10.2006**

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2007/039598 (12.04.2007 Gazette 2007/15)

(54) **GEL ASPIRABLE POUR LA DECONTAMINATION DE SURFACES ET UTILISATION**

ABSAUGBARES GEL ZUM DEKONTAMINIEREN VON OBERFLÄCHEN UND VERWENDUNG
DAFÜR

VACUUMABLE GEL FOR DECONTAMINATING SURFACES AND USE THEREOF

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorité: **05.10.2005 FR 0552999**

(43) Date de publication de la demande:
09.07.2008 Bulletin 2008/28

(73) Titulaires:
• **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
75015 Paris (FR)**
• **Areva NC
75009 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **FAURE, Sylvain
F-84210 Saint-Didier (FR)**
• **FUENTES, Paul
F-04100 Manosque (FR)**
• **LALLOT, Yvan
F-84500 Bollène (FR)**

(74) Mandataire: **Poulin, Gérard et al
Brevatome
3, rue du Docteur Lancereaux
75008 Paris (FR)**

(56) Documents cités:
FR-A- 2 746 328 **FR-A- 2 781 809**
FR-A- 2 827 530

EP 1 941 515 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine technique

- 5 **[0001]** La présente invention se rapporte à un gel aspirable utilisable pour la décontamination de surfaces, ainsi qu'à l'utilisation de ce gel.
- [0002]** La décontamination peut être par exemple une décontamination radioactive.
- 10 **[0003]** Le gel peut être utilisé sur toutes sortes de surfaces à traiter, telles que des surfaces métalliques, des surfaces en matières plastiques, des surfaces de matériaux vitreux et/ou des surfaces de matériaux poreux (par exemple des surfaces de béton).

Art antérieur

- 15 **[0004]** Les gels de l'art antérieur ne sèchent pas ou en plusieurs dizaines d'heures et doivent tous être éliminés au bout de quelques heures par rinçage à l'eau. Dans ce cas, le rinçage permet aussi d'interrompre l'action du gel sur la paroi et de contrôler la durée d'action du gel.
- [0005]** Le rinçage présente l'inconvénient de générer des effluents liquides de l'ordre de 10 l d'eau par kg de gel utilisé. Ces effluents de décontamination lorsqu'il s'agit de décontamination radioactive doivent être traités dans les installations existantes de traitement de matières nucléaires. Ceci impose donc des études approfondies sur la gestion de ces
- 20 effluents et sur leur impact vis-à-vis des circuits de traitement des installations. En outre de tels gels qui doivent être rincés ne peuvent pas être utilisés pour traiter des surfaces d'installation qui ne doivent pas être inondées.
- [0006]** FR-A-2 746 328 décrit un gel constitué d'une solution colloïdale que comprend 6% d'un agent viscosant à base de : Silice, 0,2% d'un tensioactif, 2-3 mol/l de HNO_3 et de 0,6 à 1,5 mol/l d'un agent oxydant à base de Ce(IV) et de l'eau.
- 25 **[0007]** FR-A-2 781 809 décrit un gel constitué d'une solution colloïdale que comprend 5% d'un agent viscosant à base de silice, 0,2% d'un tensioactif, 0,1 à 1,5 mol/l de base inorganique et de l'eau.
- [0008]** La demande WO 03/008529, déposée conjointement par le CEA et la COGEMA et publiée le 20 janvier 2003, décrit un procédé et un gel de traitement, notamment de décontamination. La composition de ce gel a été déterminée de manière à ce qu'il puisse être facilement appliqué sur la surface à décontaminer, puis après séchage total en quelques
- 30 heures, éliminé avec la radioactivité qu'il a fixée par simple brossage ou aspiration. Ce gel est constitué d'une solution colloïdale comprenant de 5 à 15% en poids de silice par rapport au poids du gel, de 0,5 à 4 mol/l d'un acide inorganique ou d'un mélange d'acides inorganiques, et, éventuellement, de 0,05 à 1 mol/l d'un agent oxydant ayant un potentiel normal d'oxydoréduction E_0 supérieur à 1,4 V en milieu acide fort ou de la forme réduite de cet agent oxydant. Le procédé de traitement de surface décrit dans ce document comprend une application du gel sur la surface à traiter, un maintien du gel sur cette surface jusqu'à séchage, et une élimination des résidus secs de gel par aspiration ou brossage.
- 35 **[0009]** La présente invention a pour objectif d'améliorer encore le gel et le procédé décrits dans ce dernier document. En particulier, les inventeurs ont remarqué que le gel décrit dans ce document présente un certain nombre d'inconvénients : sa viscosité et sa vitesse de séchage ne sont pas toujours bien maîtrisées, sa pulvérisation n'est pas toujours aisée, la fracturation du gel sur la surface n'est pas bien contrôlée (résidus secs du gel trop grands), et certains résidus secs du gel adhèrent de manière forte au support et sont difficiles à aspirer ou brosser.
- 40

Exposé de l'invention

- [0010]** La présente invention atteint l'objectif précité au moyen d'un gel constitué d'une solution colloïdale, caractérisé en ce qu'il comprend :
- 45
- de 5 à 25% d'un agent viscosant inorganique en poids par rapport au poids total du gel,
 - de 0,01 à 0,2% d'un tensioactif en poids par rapport au poids total du gel, et de façon particulièrement préférée, un tensioactif en une quantité strictement inférieure à 0,1% en poids par rapport au poids total du gel,
 - de 0,5 à 7 mol, par litre de gel, d'un acide ou d'une base inorganique, et
 - 50 - éventuellement de 0,05 à 1 mol, par litre de gel, d'un agent oxydant ayant un potentiel normal d'oxydoréduction E_0 supérieur à 1,4 V en milieu acide fort ou de la forme réduite de cet agent oxydant,
 - le reste étant de l'eau.
- [0011]** Le gel de la présente invention est aqueux, il peut être acide ou basique, oxydant ou réducteur. Il peut être
- 55 utilisé pour la décontamination radioactive de surfaces et conduit, après séchage total en quelques heures, généralement de 2 à 72 heures, à une température comprise entre 15°C et 30°C et une humidité relative comprise entre 20 et 70%, à un résidu sec solide qui présente une excellente aptitude à se détacher du support. Ce gel est donc appelé « gel aspirable ».

[0012] Le temps de séchage peut être encore réduit, par exemple au moyen d'une ventilation, par exemple d'air. Avec une ventilation de 230 m³/heure, le temps de séchage peut être réduit par exemple à 48 heures ou moins, et avec une ventilation de 900 m³/heure, le temps de séchage peut être réduit par exemple à 24 heures ou moins.

[0013] Par « agent viscosant » on entend un agent viscosant ou un mélange d'agents viscosants. L'agent viscosant est de préférence minéral. Il peut s'agir par exemple d'alumine ou de silice.

[0014] Lorsque l'agent viscosant est à base de silice, ou d'un mélange de silices, cette silice peut être hydrophile ou hydrophobe. En outre, elle peut être acide ou basique. Il peut s'agir par exemple de la silice Tixosil 73 (marque de commerce) commercialisée par la société Rhodia. De préférence, selon l'invention, la silice est à une concentration de 5 à 25% en poids du gel pour assurer plus efficacement encore un séchage du gel à une température de 20°C à 30°C et une humidité relative de 20 à 70 % en moyenne en 2 à 72 heures.

[0015] Parmi les silices acides utilisables, on peut citer à titre d'exemples les silices pyrogénées "Cab-O-Sil" M5, H5 ou EH5 (marques de commerce) commercialisées par la société CABOT et les silices pyrogénées commercialisées par la société DEGUSSA sous l'appellation AEROSIL (marque de commerce). Parmi les silices pyrogénées, on préfère la silice AEROSIL (marque de commerce) qui offre les propriétés viscosantes maximales pour une charge minérale minimale.

[0016] La silice utilisée peut aussi être une silice dite précipitée obtenue par voie humide par mélange d'une solution de silicate de soude et d'un acide. Les silices précipitées préférées sont commercialisées sous le nom de SIPERNAT 22 LS et FK 310 (marques de commerce).

[0017] Selon un mode de réalisation particulièrement avantageux de la présente invention, l'agent viscosant peut être un mélange d'une silice précipitée et d'une silice pyrogénée. En effet, un tel mélange améliore le séchage du gel et la granulométrie du résidu sec obtenu. Avantageusement, le mélange des silices pyrogénée et précipitée représente de 5 à 25% en poids du gel. Ceci permet d'assurer un séchage du gel à une température de 20°C à 30°C et une humidité relative de 20 à 70% en moyenne en 2 à 72 heures. Par exemple, l'ajout de 0,5% en poids d'une silice précipitée, par exemple FK 310 (marque de commerce), à un gel à 8% en poids de silice pyrogénée par exemple AEROSIL 380 (marque de commerce), augmente la granulométrie du résidu sec (exemple 2 ci-dessous) et conduit après séchage à des résidus secs de taille millimétrique facilitant la récupération par brossage ou aspiration.

[0018] Lorsque l'agent viscosant est à base d'alumine (Al₂O₃), il peut être obtenu par exemple par hydrolyse à haute température. A titre d'exemple, on peut citer le produit Alumine C (marque de commerce) vendu par DEGUSSA. De préférence, l'alumine représente de 10 à 25% en poids du gel. En effet, ces concentrations permettent d'assurer un séchage encore plus efficace du gel à une température de 20°C à 30°C et une humidité relative de 20 à 70% en moyenne en 2 à 72 heures.

[0019] Selon l'invention, par « un tensioactif » on entend un tensioactif seul ou un mélange de deux ou plusieurs tensioactifs. Ainsi, selon l'invention, aux gels décrits dans le document WO 03/008529 est ajoutée, de manière originale, une très faible quantité d'un tensioactif, ou agent de surface spécifique, inférieure à 2 g par kg de gel, généralement allant de 0,01 à 0,2% en poids par rapport au poids total du gel. De façon préférée, la quantité de tensioactif dans le gel selon l'invention est strictement inférieure à 0,1% en poids par rapport au poids total du gel et, plus particulièrement, cette quantité s'étend de 0,01 à 0,1% en poids par rapport au poids total du gel, la valeur 0,1% étant non incluse. Avantageusement, les valeurs 0,2% et 0,1% sont exclues des gammes relatives aux tensioactifs dans le cadre de la présente invention.

[0020] Selon l'invention, l'agent tensioactif peut être un agent tensioactif ou un mélange d'agents tensioactifs présentant l'une ou plusieurs des propriétés suivantes : mouillante) émulsifiante, détergente. Ainsi, selon l'invention, le ou les tensioactif(s) utilisé(s) peut (peuvent) être avantageusement choisi(s) dans les familles des tensioactifs mouillants, des tensioactifs émulsifiants et des tensioactifs détergents. Il peut s'agir d'un mélange de différents tensioactifs appartenant à une ou plusieurs de ces familles. De préférence, on choisira un ou des tensioactif(s) stable (s) dans la composition du gel de la présente invention, notamment au pH du gel qui peut être très acide ou très basique. Etant donné que la présente invention est relative à des gels, on préfère bien entendu utiliser un ou des tensioactif(s) non ou peu moussant(s).

[0021] Parmi les tensioactifs mouillants utilisables dans la présente invention, on peut citer par exemple les alcoxyates d'alcool, les alkyl-aryl sulphonates, les alkylphenol éthoxylates, les polymères blocs à base d'oxyde d'éthylène ou de propylène (par exemple IFRALAN P8020 (marque de commerce)), les alcools éthoxylés légers (par exemple MIRAVON B12DF (RHODIA) (marque de commerce)), les phosphates d'éther, ou un mélange de ceux-ci.

[0022] Parmi les tensioactif émulsifiants utilisables dans la présente invention, on peut citer par exemple les acides éthoxylés lourds, les esters de glycérol, les alcools éthoxylés lourds (par exemple SIMULSOL 98 (SEPPIC) (marque de commerce)), les imidazolines, les quats (par exemple DEHYQUART SP (Sidobre Sinnova) (marque de commerce)), ou un mélange de ceux-ci.

[0023] Parmi les tensioactifs détergents utilisables dans la présente invention, on peut citer par exemple les alcanolamides ou les oxydes d'amine (par exemple OXIDET DMC-LD (Kao Corporation) (marque de commerce)), ou un mélange de ceux-ci.

[0024] Les tensioactifs préférés sont ceux dont les marques de commerce sont citées dans la présente (exposé de

l'invention et exemples).

[0025] Un mélange de deux ou plusieurs des différents tensioactifs précités peut également être utilisé.

[0026] En plus des avantages cités dans la demande WO 03/008529 et liés à l'utilisation d'un gel pour le traitement d'une surface, l'ajout d'un tensioactif conformément à la présente invention permet, de manière inattendue, d'augmenter la reprise de viscosité du gel, effet favorable pour éviter au gel de couler sur une paroi (amélioration des propriétés rhéologiques du gel : voir exemple 1 ci-dessous). Cet ajout permet également, de manière inattendue, un meilleur contrôle de la vitesse de séchage du gel, accélérant ou retardant la cinétique de séchage (voir exemple 2 ci-dessous). Il permet également, de manière inattendue, un contrôle du phénomène de fracturation en surface du gel lors du séchage : la fracturation est plus homogène et conduit à une homogénéité accrue de la taille des résidus solides (voir exemple 3 ci-dessous). Ceci permet d'éviter d'obtenir après séchage des résidus de taille trop importante qui pourraient se détacher préférentiellement et disséminer de la radioactivité. Enfin, l'ajout d'un tensioactif permet, de manière inattendue d'accroître l'aptitude des résidus solides de gel obtenus après séchage à se détacher du support (voir exemple 4 ci-dessous).

[0027] Dans un premier mode de réalisation de la présente invention, le gel peut comprendre un acide inorganique ou un mélange d'acides inorganiques. Dans ce cas, cet acide ou ce mélange est de préférence présent à une concentration de 1 à 4 moles par litre de gel. En effet, ces concentrations permettent avantageusement d'assurer un séchage du gel à une température de 20°C à 30°C et une humidité relative de 20 à 70% en moyenne en 2 à 72 heures.

[0028] Selon l'invention, l'acide inorganique peut être choisi par exemple parmi l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'acide phosphorique ou un mélange de ceux-ci.

[0029] Suivant ce premier mode de réalisation, l'agent viscosant est de préférence la silice ou un mélange de silices comme défini ci-dessus.

[0030] Dans un deuxième mode de réalisation de la présente invention, le gel peut comprendre une base minérale ou un mélange de bases minérales. Dans ce cas, la base est de préférence présente à une concentration inférieure à 2 mol/l de gel, de préférence de 0,5 à 2 mol/l, de préférence encore de 1 à 2 mol/l afin d'assurer avantageusement un séchage du gel à une température de 20°C à 30°C et une humidité relative de 20 à 70% en moyenne en 2 à 3 heures.

[0031] Selon l'invention, la base peut être choisie par exemple parmi la soude, la potasse ou leurs mélanges.

[0032] Suivant ce deuxième mode de réalisation, l'agent viscosant est de préférence l'alumine.

[0033] Enfin, le gel de l'invention peut contenir un agent oxydant qui présente un potentiel normal d'oxydoréduction supérieur à 1400 mV en milieu acide fort, c'est-à-dire un pouvoir oxydant supérieur à celui du permanganate. A titre d'exemple, de tels agents oxydants peuvent être le Ce(IV), le Co(III) et l'Ag(II). Selon l'invention, la concentration en agent oxydant dans le gel est de préférence de 0,5 à 1 mol/l de gel.

[0034] Les agents oxydants, parmi lesquels le cérium IV est préféré, sont de préférence associés à un acide minéral, par exemple l'acide nitrique, à une concentration modérée, c'est-à-dire inférieure à 3 mol/l, et autorisant un séchage rapide du gel comme défini ci-dessus. Le cérium est généralement introduit sous forme de nitrate de cérium (IV) électrogénéré $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$ ou de l'hexanitrate cérate de diammonium $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$.

[0035] Ainsi un exemple typique de gel de décontamination oxydant selon l'invention est constitué d'une solution colloïdale comprenant outre l'agent tensioactif dans les concentrations de l'invention, de 0, 1 à 0,5 mol/l de $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$ ou $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$, de 0, 5 à 2 mol/l d'un acide fort; par exemple d'acide nitrique, et de 5 à 15% en poids de silice.

[0036] Les gels de l'invention peuvent aisément être préparés à la température ambiante, par exemple en ajoutant à une solution aqueuse décontaminante de l'art antérieur l'agent viscosant minéral qui présente de préférence une surface spécifique élevée, par exemple supérieure à 100 m²/g, puis le ou les tensioactifs afin d'obtenir un gel conforme à la présente invention.

[0037] Généralement, on préfère que le gel présente une viscosité au moins égale à 1 Pa.s et un temps de reprise inférieur à une seconde pour pouvoir être appliqué sur la surface à décontaminer sans couler, à distance (par exemple à une distance de 1 à 5 m) ou à proximité (distance inférieure à 1 m, de préférence de 50 à 80 cm).

[0038] La présente invention se rapporte également à un procédé de décontamination d'une surface caractérisé en ce qu'il comprend au moins un cycle comprenant les étapes successives suivantes :

(a) application du gel de l'invention sur la surface à décontaminer,

(b) maintien du gel sur ladite surface à une température de 20 à 30°C et humidité relative de 20 à 70%, pendant une durée de 2 à 72 heures, de manière à ce qu'il forme un résidu sec et solide, et

(c) élimination du résidu sec et solide de la surface ainsi décontaminée.

[0039] Autrement dit, un cycle comprend les étapes (a), (b) et (c), et plusieurs cycles peuvent être répétés successivement, jusqu'à ce que la décontamination souhaitée soit atteinte.

[0040] Lorsque les contaminants sont radioactifs, le procédé de la présente invention est un procédé de décontamination radioactive.

[0041] Selon l'invention, le gel peut être appliqué sur la surface à décontaminer par exemple à raison de 100 à 2000 g de gel par m² de surface, de préférence 100 à 1000 g/m². Il s'agit là de proportions permettant une bonne déconta-

mination sans gaspillage inutile.

[0042] Selon l'invention, le gel peut être appliqué sur la surface à décontaminer par tout moyen connu de l'homme du métier. Les moyens les plus appropriés actuels semblent toutefois être une application par pulvérisation, par exemple au pistolet, ou une application au pinceau.

[0043] Pour être appliqué sur la surface par pulvérisation, le gel de la présente invention (solution colloïdale) peut par exemple être véhiculé au moyen d'une pompe basse pression, par exemple en utilisant une pression inférieure à 7×10^5 Pa. L'éclatement du jet de gel sur la surface peut être obtenu par exemple au moyen d'une buse à jet plat ou à jet rond. La distance entre la pompe et la buse peut être quelconque, par exemple de 1 à 50 m, par exemple de 25 m.

[0044] Le temps de reprise de la viscosité suffisamment court, grâce à la composition du gel de la présente invention, permet au gel d'adhérer à la paroi, même lorsqu'il est pulvérisé.

[0045] Selon l'invention, la durée de séchage du gel est de 2 à 72 heures grâce à la composition du gel de la présente invention et aux conditions de séchage précitées.

[0046] Selon l'invention, lorsque le gel est sec, les résidus secs et solides du gel peuvent être éliminés facilement de la surface décontaminée par exemple par brossage et/ou par aspiration.

[0047] Le procédé de l'invention peut comprendre une étape préalable de dépoussiérage de la surface à décontaminer. Ainsi, le procédé de l'invention peut comprendre une étape supplémentaire de dépoussiérage de ladite surfaces à décontaminer, suivie d'une décontamination de l'installation dépoussiérée au moyen du procédé de l'invention.

[0048] Le dépoussiérage peut consister par exemple en un nettoyage préalable de la surface à décontaminer, par exemple par soufflage ou aspiration des poussières, afin d'enlever les contaminations solides non fixées.

[0049] Ensuite, on applique le procédé de décontamination de l'invention de façon à éliminer les contaminations fixées sur la surface. Le gel de la présente invention sèche totalement après avoir agi sur la surface et se détache facilement de la paroi par aspiration ou brossage.

[0050] Le procédé de la présente invention trouve tout particulièrement un intérêt dans et concerne la décontamination des installations nucléaires, par exemple des gaines de ventilation d'installations nucléaires.

[0051] Le procédé de la présente invention s'applique notamment à la décontamination de surfaces métalliques, avantageusement lorsqu'elles sont importantes et ce, aussi bien dans le cadre de la maintenance périodique d'installations existantes, que lors de l'assainissement et/ou du démantèlement d'installations nucléaires.

[0052] Les surfaces concernées ne sont pas nécessairement horizontales, mais peuvent être inclinées ou mêmes verticales. Ce procédé s'applique à tout type de surface, notamment à des surfaces métalliques, contaminées par de la graisse, par une couche d'oxyde très adhérente ou dans la masse ou par d'autres contaminants radioactifs ou non.

[0053] Les gels selon l'invention peuvent être utilisés par exemple pour décontaminer des cuves, des gaines de ventilation, des piscines de stockage, des boîtes à gants, etc.

[0054] Il est évident que le traitement de la surface pourra être renouvelé plusieurs fois (plusieurs cycles), successivement, avec le même gel ou avec des gels différents, de préférence conformes à la présente invention.

[0055] Grâce à l'agent tensioactif à faible concentration, le séchage du gel est amélioré et conduit à un phénomène de fracturation homogène. La taille des résidus secs est monodisperse et l'aptitude des résidus à se détacher du support est accrue par rapport aux gels de l'art antérieur. En outre, comme le montrent les exemples ci-dessous, les inventeurs ont remarqué que la présence d'agent(s) tensioactif(s) conforme à la présente invention rend le gel parfois plus efficace pour le traitement de la surface.

[0056] Ainsi, aucun rinçage à l'eau n'est nécessaire et le procédé ne génère aucun effluent secondaire. Le résidu sec obtenu après séchage peut être éliminé facilement, de préférence par brossage ou aspiration, mais aussi par jet de gaz, par exemple par jet d'air comprimé.

[0057] Avec la présente invention, on conserve et on améliore les avantages des gels aspirables de l'art antérieur : on évite l'opération de rinçage d'un gel classique par l'eau et on ne produit plus aucun effluent liquide à traiter par la suite. Il en découle une simplification en termes de filière globale de traitement de la contamination.

[0058] Outre les nombreux avantages précités, les inventeurs ont montré que les gels de la présente invention peuvent être plus facilement appliqués sur la surface à décontaminer par pulvérisation ou au pinceau, puis après séchage total en quelques heures, plus facilement éliminés avec la radioactivité qu'ils ont fixée par simple brossage ou aspiration.

[0059] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture des exemples suivants donnés bien entendu à titre illustratif et non limitatif.

Brève description des figures

[0060]

- Figure 1 : Valeurs minimale et maximale de viscosité (V) des gels de la présente invention fixées par les inventeurs en fonction de la vitesse de cisaillement.
- Figure 2 : Rhéogramme de gels ne contenant pas de tensioactifs (art antérieur) et de gels contenant des tensioactifs

conformément à la présente invention : variation de la viscosité (V) en fonction du temps (s).

- Figure 3 : Influence du vieillissement sur la viscosité du gel de la présente invention : variation de la viscosité (V) en fonction du temps (s).
- Figure 4 : cinétiques de corrosion obtenues sur des échantillons d'aluminium traités par des gels acides ou basiques contenant ou non un tensioactif conformément à la présente invention.
- Figure 5 : photographie permettant une comparaison visuelle d'un gel conforme à la présente invention (à gauche), et d'un gel de l'art antérieur, c'est-à-dire sans tensioactif (à droite).

[0061] Sur ces figures, « V » représente la viscosité en Pa.s ; « t » représente le temps en secondes (s) ; « Cor » représente la corrosion observée en μm .

Exemples

Exemple 1 :

[0062] On prépare un gel de référence comprenant de l'AEROSIL (8% en poids), 0, 1M HNO_3 et 1,5 M H_3PO_4 .

[0063] Dans cet exemple, les conditions d'utilisation du gel pour son séchage sont les suivantes : 22°C et 40% d'humidité relative.

[0064] On fixe, pour pouvoir pulvériser le gel à basse pression, la limite de viscosité à 100 mPa.s sous fort cisaillement (700 s^{-1}). Pour obtenir un gel ne coulant pas sur la paroi, une viscosité supérieure à 1 Pa.s sous faible cisaillement (10 s^{-1}) est nécessaire.

[0065] On peut traduire ceci de manière graphique au moyen du rhéogramme représenté sur la figure 1.

[0066] La viscosité des gels doit de préférence être dans les zones blanches du graphique qui garantissent une mise en oeuvre aisée du gel.

[0067] L'ajout de tensioactifs en faible quantité conformément à la présente invention permet d'optimiser les propriétés rhéologiques des gels aspirables de l'art antérieur.

[0068] La figure 2 présente les rhéogrammes obtenus pour différents gels acides contenant différents tensioactifs (CRAFOL AP56, SYNTHIONIC P8020 et DEHYQUART 5P (marques de commerce) à 1 g.kg^{-1} de matière active et à seulement 8% en silice. Les différentes compositions de gels étudiés sont indiquées sur cette figure.

[0069] A titre comparatif, le rhéogramme d'un gel acide de l'art antérieur, c'est-à-dire sans tensioactif, est aussi représenté sur cette figure.

[0070] On constate sur cette figure, que l'incorporation d'un tensioactif à la formulation du gel permet, de manière surprenante, tout en diminuant la charge en silice, d'atteindre les critères de viscosité définis. En effet, la viscosité des gels avec tensioactifs est inférieure à 100 mPa.s sous un fort cisaillement et supérieure à 1 Pa.s sous un faible cisaillement.

[0071] La présence de tensioactifs dans les gels de silice conformes à la présente invention améliore considérablement leur comportement rhéologique et ce quelle que soit la charge électrique du tensioactif (1, 0 ou -1). La charge électrique n'est donc pas un critère suffisant pour sélectionner un tensioactif.

[0072] Bien que les tensioactifs aient été choisis dans cet exemple pour être stables en milieu acide, ils ont quand même tendance à se dégrader dans les conditions fortement acides adoptées ici.

[0073] Il est donc préférable de vérifier la tenue des tensioactifs dans le gel afin de déterminer la durée de validité du gel et de savoir s'ils peuvent être préparés à l'avance ou au moment de leur utilisation.

[0074] Les rhéogrammes des gels sont tracés à des temps de vieillissement donnés (0 à 14 jours). La figure 3 montre le comportement rhéologique d'un gel contenant un tensioactif (CRAFOL AP56 (marque de commerce)) au temps J=0, J=2, J=7 et J=14 jours. Sur cette figure, on a représenté l'influence du vieillissement sur la viscosité du gel de la présente invention : variation de la viscosité (V) en fonction du temps (s).

[0075] On constate dans le cas du CRAFOL AP56 (marque de commerce) que la viscosité sous fort et sous faible cisaillement diminue avec l'âge du gel. Mais cela n'empêche pas l'utilisation de ce type de gel pendant une durée d'au moins quinze jours.

[0076] Enfin, nous avons étendu l'étude du vieillissement des gels à d'autres tensioactifs que ceux décrits précédemment.

[0077] Le tableau I ci-dessous dresse le bilan des essais effectués avec les tensioactifs sélectionnés lors des essais de formulations au laboratoire.

[0078] On constate, d'après les valeurs de ce tableau, que le CRAFOL (marque de commerce) n'est pas un cas particulier.

[0079] Parmi les tensioactifs testés, plusieurs répondent aux critères nécessaires à une bonne pulvérisation, notamment DEHYQUART SP et SYNTHIONIC P8020 (marques de commerce).

Tableau I											
Viscosité en mPas à T=22°C											
Tensioactif	Quantité matière active [g.kg-1]	J0		J1		J2		J7		J14	
		700s ⁻¹	10s ⁻¹	700s ⁻¹	10s ⁻¹	700s ⁻¹	10s ⁻¹	700s ⁻¹	10s ⁻¹	700s ⁻¹	10s ⁻¹
Antarox FM33	0,71	43	885	33	717	40	676	39	564	-	-
Antarox BL8	0,74	39	669	34	485	35	447	34	355	-	-
Crafol AP56	1,05	69	2759	60	2183	54	1985	53	1685	49	1442
Dehyquart SP	0,55	50	1574	-	-	45	1277	-	-	40	1197
Dehyton AB30	0,48	26	225	27	165	28	162	30	132	-	-
Lutensit A-EP	0,64	35	783	31	454	30	378	30	281	-	-
Mravon B12DF	0,60	35	697	30	428	31	372	32	292	-	-
Rewopal X1207L	0,89	43	949	43	819	40	719	42	648	-	-
Simulsol NW342	0,82	47	944	40	751	42	715	41	619	-	-
Synthionic P8020	0,54	66	2052	-	-	53	1369	-	-	48	1292

EP 1 941 515 B1

Exemple 2 : Effet du tensioactif sur le temps de séchage du gel

[0080] Dans cet exemple, la présence de SYNTHIONIC ou d'ANTAROX (marques de commerce) à la quantité de 0,1% est testée dans des gels acides phosphonitrique 1,5 M à 3,5 M, comprenant 10% en poids d'Aerosil 380 (marque de commerce).

[0081] Dans le gel, les molécules de tensioactifs se positionnent aux interfaces gel/air et silice/solution afin de minimiser les contacts avec les molécules d'eau. La surface du gel est donc recouverte de molécules tensioactives qui peuvent ralentir l'évaporation ou l'accélérer.

[0082] Pour ce qui concerne l'efficacité des gels, la figure 4 représente les cinétiques de corrosion obtenues, sur des échantillons d'aluminium traités par le gel acide, le gel acide contenant de l'ANTAROX (marque de commerce) à 2 g.kg⁻¹ et le gel acide contenant du SYNTHIONIC (marque de commerce) à 2 g.kg⁻¹.

[0083] Les conditions opératoires sont les suivantes : 22°C et humidité relative 40 %.

[0084] Les résultats expérimentaux montrent que la présence de SYNTHIONIC ou d'ANTAROX (marques de commerce) augmente le temps de séchage d'environ 30 minutes à une heure pour les gels acides.

[0085] Les cinétiques de corrosion de la figure 4 montrent que les gels conformes à la présente invention, c'est-à-dire contenant un tensioactif, sont globalement aussi efficaces que le gel acide modèle, parfois plus efficaces.

Exemple 3 : effet du tensioactif sur la fracturation

[0086] La figure 5 est une photographie permettant une comparaison visuelle d'un gel conforme à la présente invention (à gauche), et d'un gel de l'art antérieur, c'est-à-dire sans tensioactif (à droite), séchés dans les mêmes conditions de température, d'humidité et de temps.

[0087] On prépare un film de gel oxydant au cérium 0,5 M et contenant 3 M d'acide nitrique (référence à droite sur la photo) sur un échantillon en acier inoxydable.

[0088] On ajoute 1 g/kg de tensioactif mouillant SYNTHIONIC P8020 dans la composition du gel (échantillon de gauche).

[0089] La fracturation obtenue en surface du gel contenant le tensioactif est plus homogène à gauche. La taille des résidus solides est monodisperse (1 à 2 mm) (présente invention).

[0090] Cela évite la formation observée à droite (art antérieur) d'une polydispersité de taille des résidus solides plus volumineux (5 à 7 mm), et plus difficiles à récupérer car plus adhérents.

Exemple 4 : effet du tensioactif sur l'adhérence du gel séché sur une surface

[0091] 800 g/m² de trois gels contenant 20% de Tixosil (marque de commerce) et 1, 5 M d'acide phosphorique, le premier sans tensioactif, le deuxième avec 0,1% de DEHYQUART SP (marque de commerce), et le troisième avec 0,1% de SYNTHIONIC 8020 (marque de commerce), sont déposés sous forme de film sur de l'acier doux, à 22°C et 40% d'humidité.

[0092] Après 3 heures de séchage à 22°C, avec une humidité relative de 40 %, et un balayage d'air à une vitesse de 0,1 m/s, les échantillons sont renversés pour faire chuter, sous l'effet de la gravité, les résidus secs.

[0093] Seulement 5% des résidus secs se décolent sans tensioactif, 15% avec le DEHYQUART (marque de commerce) et 20% avec le SYNTHIONIC (marque de commerce).

[0094] Le tensioactif du gel de la présente invention favorise donc bien le décollement du résidu solide, ce qui est très important pour nettoyer la surface traitée et pour faciliter la récupération des résidus secs du gel, surtout dans une décontamination radioactive.

Exemple 5 : effet du tensioactif sur les propriétés de dégraissage du gel

[0095] On prépare un gel alcalin dégraissant contenant 15 g d'alumine mélangée à 100 ml de soude à 1 mol/l.

[0096] On effectue un test de dégraissage avec le gel préparé sur une plaque enduite de lanoline.

[0097] Après 24 heures ; le gel séché sans tensioactif est aspiré mais la plaque n'est pas dégraissée.

[0098] On ajoute 2 g/l d'un tensioactif non ionique du type REWOPAL X 1207 L (marque de commerce) conformément à la présente invention. L'efficacité du dégraissage est portée à 8% au bout d'une heure, 43% au bout de 3 heures et 74% de la graisse est éliminée au bout de 24 heures.

Exemple 6 : effet du tensioactif sur les propriétés de décontamination radioactive du gel

[0099] On prépare et on teste deux gels oxydants au cérium pour la décontamination d'une cellule contaminée en inox.

[0100] Le premier gel contient de la silice de type AEROSIL (marque de commerce), de l'acide nitrique à 3 M et de

EP 1 941 515 B1

l'ammonium-nitrate de cérium à 0,33 M. Le second est identique au premier, mais contient en plus 1 g/l de tensioactifs SYNTHIONIC (marque de commerce).

[0101] Les deux gels sont appliqués au pinceau sur deux surfaces de 400 cm² contaminées radioactivement, l'une au sol (2,2 mGy/h) et l'autre au mur (1 mGy/h).

[0102] Après une seule passe de gel et séchage durant 24 heures, le gel contenant le tensioactif est plus facilement éliminé par simple brossage que le gel sans tensioactif.

[0103] Pour le gel contenant le tensioactif, la contamination au sol n'est plus que de 0,4 mGy/h et de 0,2 au mur. La contamination a été divisée par un facteur 5,5 alors que le gel sans tensioactif le facteur de décontamination n'est que de 5.

Revendications

1. Gel constitué d'une solution colloïdale, **caractérisé en ce qu'il comprend :**

- de 5 à 25% d'un agent viscosant inorganique en poids par rapport au poids total du gel,
- un tensioactif en quantité strictement inférieure à 0,1% en poids par rapport au poids total du gel et, de préférence, en une quantité allant de 0,01 à 0,1% en poids par rapport au poids total du gel, la valeur 0,1% étant non incluse,
- de 0,5 à 7 mol, par litre de gel, d'un acide ou d'une base inorganique, et
- éventuellement de 0,05 à 1 mol, par litre de gel, d'un agent oxydant ayant un potentiel normal d'oxydoréduction E_0 supérieur à 1,4 V en milieu acide fort ou de la forme réduite de cet agent oxydant,
- le reste étant de l'eau.

2. Gel selon la revendication 1, dans lequel le gel étant à base de silice, la silice représente de 5 à 25% en poids du gel.

3. Gel selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel la silice est une silice pyrogénée, une silice précipitée ou un mélange de silice pyrogénée et de silice précipitée.

4. Gel selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le gel étant à base d'un mélange de silice pyrogénée et de silice précipitée, le mélange des silices pyrogénée et précipitée représente de 5 à 25% en poids du gel.

5. Gel selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel le gel étant à base d'un mélange de silice pyrogénée et de silice précipitée, la silice précipitée représente 0,5% en poids du gel, et la silice pyrogénée représente 8% en poids du gel.

6. Gel selon la revendication 1, dans lequel le gel étant à base d'alumine, l'alumine représente de 10 à 25% en poids du gel.

7. Gel selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le gel comprend un acide inorganique ou un mélange d'acides inorganiques présent à une concentration de 1 à 4 moles par litre de gel.

8. Gel selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'acide inorganique est choisi parmi l'acide chlorhydrique, l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'acide phosphorique ou un mélange de ceux-ci.

9. Gel selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel le gel comprend une base inorganique ou un mélange de bases inorganiques présent à une concentration de 0,5 à 2 moles par litre de gel.

10. Gel selon la revendication 9, dans lequel la base inorganique est choisie parmi la soude, la potasse ou un mélange de ceux-ci.

11. Gel selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant de 0,5 à 1 mol/l d'un agent oxydant ayant un potentiel normal d'oxydoréduction E_0 supérieur à 1400 mV en milieu acide fort choisi parmi Ce(IV), Co(III) ou Ag(II).

12. Gel selon la revendication 1, comprenant outre l'agent tensioactifs, de 5 à 15% en poids de silice, de 0,5 à 2 mol/l d'acide fort et de 0,1 à 0,5 mol, par litre de gel, de $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$ ou $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_8$.

13. Gel selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'agent tensioactif est un agent tensioactif ou un mélange d'agents tensioactif présentant l'une ou plusieurs des Propriétés suivantes : mouillants, émulsifiants,

détergente.

14. Gel selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'agent tensioactif est choisi dans le groupe comprenant les alcoxylates d'alcool, les alkyl-aryl sulphonates, les alkylphenol éthoxylates, les polymères blocs à base de d'oxyde d'éthylène ou de propylène, les alcools éthoxylés légers, les phosphates d'éther, les acides éthoxylés lourds, les esters de glycérol, les alcools éthoxylés lourds, les imidazolines, les quats, les alcanolamides, et les oxydes d'aminé, ou un mélange de ceux-ci.

15. Utilisation d'un gel selon l'une quelconque des revendications précédentes pour la décontamination radioactive d'une surface.

16. Procédé de décontamination d'une surface **caractérisé en ce qu'** il comprend au moins un cycle comprenant les étapes successives suivantes :

- (a) application du gel tel que défini selon l'une quelconque des revendications 1 à 14 sur la surface à décontaminer,
- (b) maintien du gel sur ladite surface à une température de 20 à 30°C et une humidité relative de 20 à 70%, pendant une durée de 2 à 72 heures, de manière à ce qu' il forme des résidus secs et solides sur ladite surface, et
- (c) élimination des résidus secs et solides de la surface ainsi décontaminée.

17. Procédé selon le revendication 16, dans lequel le gel est appliqué sur la surfaces à décontaminer à raison de 100 à 2000 g de gel par m² de surfaces.

18. Procédé selon l'une quelconque des revendications 16 ou 17, dans lequel le tel est appliqué sur la surface à décontaminer par pulvérisation ou au pinceau.

19. Procédé selon l'une quelconque des revendications 16 à 18, dans lequel les résidus secs et solides du gel sont éliminés de la surface décontaminée par brossage et/ou par aspiration.

20. Procédé selon l'une quelconque des revendications 16 à 19, dans lequel ledit procédé comprend une étape préalable de dépoussiérage de ladite surface à décontaminer.

21. Procédé selon l'une quelconque des revendication 16 à 20, dans lequel ledit procédé concerne la décontamination des installations nucléaires, par exemple des gaines de ventilation d'installations nucléaires.

22. Procédé selon l'une quelconque des revendications 16 à 21, dans lequel la décontamination est une décontamination radioactive.

Claims

1. Gel composed of a colloidal solution, **characterized in that** it comprises:

- from 5 to 25 wt% of an inorganic viscosity modifier relative to the total weight of the gel;
- a surfactant in an amount strictly below 0.1 wt% relative to the total weight of the gel and, preferably, in an amount ranging from 0.01 to 0.1 wt% relative to the total weight of the gel, the value 0.1 wt% not being inclusive;
- from 0.5 to 7 mol, per litre of gel, of an inorganic acid or base; and
- optionally from 0.05 to 1 mol, per litre of gel, of an oxidizer having a standard redox potential E_0 greater than 1.4 V in a strong acid medium or of the reduced form of this oxidizer;
- the remainder being water.

2. Gel according to Claim 1, in which, the gel being based on silica, silica represents from 5 to 25 wt% of the gel.

3. Gel according to either one of Claims 1 and 2, in which the silica is fumed silica, precipitated silica or a mixture of fumed silica and precipitated silica.

4. Gel according to any one of Claims 1 to 3, in which, the gel being based on a mixture of fumed silica and precipitated silica, the mixture of the fumed and precipitated silicas represents from 5 to 25 wt% of the gel.

5. Gel according to any one of Claims 1 to 4, in which, the gel being based on a mixture of fumed silica and precipitated silica, the precipitated silica represents 0.5 wt% of the gel and the fumed silica represents 8 wt% of the gel.
6. Gel according to Claim 1, in which, the gel being based on alumina, the alumina represents from 10 to 25 wt% of the gel.
7. Gel according to any one of the preceding claims, in which the gel comprises an inorganic acid or a mixture of inorganic acids present at a concentration of 1 to 4 mol per litre of gel.
8. Gel according to any one of the preceding claims, in which the inorganic acid is chosen from hydrochloric acid, nitric acid, sulphuric acid, phosphoric acid or a mixture thereof.
9. Gel according to any one of Claims 1 to 6, in which the gel comprises an inorganic base or a mixture of inorganic bases present at a concentration of 0.5 to 2 mol per litre of gel.
10. Gel according to Claim 9, in which the inorganic base is chosen from sodium hydroxide, potassium hydroxide or a mixture thereof.
11. Gel according to any one of the preceding claims, comprising from 0.5 to 1 mol/l of an oxidizer having a standard redox potential E_0 greater than 1400 mV in a strong acid medium chosen from Ce(IV), Co(III) or Ag(II).
12. Gel according to Claim 1, comprising, besides the surfactant, from 5 to 15 wt% of silica, from 0.5 to 2 mol/l of strong acid and from 0.1 to 0.5 mol, per litre of gel, of Ce (NO₃) or (NH₄)₂Ce (NO₃)₆.
13. Gel according to any one of the preceding claims, in which the surfactant is a surfactant or a mixture of surfactants having one or more of the following properties: wetting, emulsifying, detergent.
14. Gel according to any one of the preceding claims, in which the surfactant is chosen from the group comprising alcohol alkoxylates, alkylaryl sulphonates, alkylphenol ethoxylates, block polymers based on ethylene oxide or propylene oxide, light ethoxylated alcohols, ether phosphates, heavy ethoxylated acids, glycerol esters, heavy ethoxylated alcohols, imidazolines, quats, alkanolamides and amine oxides, or a mixture thereof.
15. Use of a gel according to any one of the preceding claims for the radioactive decontamination of a surface.
16. Process for decontaminating a surface **characterized in that** it comprises at least one cycle comprising the following successive steps:
 - (a) application of the gel as defined according to any one of Claims 1 to 14 onto the surface to be decontaminated;
 - (b) keeping the gel on said surface at a temperature of 20 to 30°C and a relative humidity of 20 to 70% for a duration of 2 to 72 hours, so that it forms dry solid residues on said surface; and
 - (c) removal of the dry solid residues from the thus decontaminated surface.
17. Process according to Claim 16, in which the gel is applied to the surface to be decontaminated in an amount of 100 to 2000 g of gel per m² of surface.
18. Process according to either one of Claims 16 and 17, in which the gel is applied to the surface to be decontaminated by spraying or using a brush.
19. Process according to any one of Claims 16 to 18, in which the dry solid residues of the gel are removed from the decontaminated surface by brushing and/or by vacuuming.
20. Process according to any one of Claims 16 to 19, in which said process comprises a prior step of dusting said surface to be decontaminated.
21. Process according to any one of Claims 16 to 20, in which said process concerns the decontamination of nuclear installations, for example of the ventilation shafts of nuclear installations.
22. Process according to any one of Claims 16 to 21, in which the decontamination is a radioactive decontamination.

Patentansprüche

1. Gel, das sich aus einer kolloidalen Lösung zusammensetzt und **dadurch gekennzeichnet ist, dass** es Folgendes umfasst:

- 5 bis 25 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Gels eines anorganischen viskositätserhöhenden Mittels,
- ein Tensid in einer Menge strikt unter 0,1 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Gels und vorzugsweise in einer Menge von 0,01 bis 0,1 Gew.-% bezogen auf das Gesamtgewicht des Gels, wobei der Wert 0,1 % nicht eingeschlossen ist,
- 0,5 bis 7 Mol je Liter Gel einer anorganischen Säure oder Base und
- gegebenenfalls 0,05 bis 1 Mol je Liter Gel eines Oxidationsmittels mit einem Redoxnormalpotential E_0 größer als 1,4 V in stark saurem Medium oder der reduzierten Form dieses Oxidationsmittels,
- wobei der Rest Wasser ist.

2. Gel gemäß Anspruch 1, bei dem das Gel auf Siliziumdioxid beruht und das Siliziumdioxid 5 bis 25 Gew.-% des Gels darstellt.

3. Gel gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, bei dem das Siliziumdioxid ein pyrogenes Siliziumdioxid, ein gefälltes Siliziumdioxid oder ein Gemisch aus pyrogenem Siliziumdioxid und gefälltem Siliziumdioxid ist.

4. Gel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Gel auf einem Gemisch aus pyrogenem Siliziumdioxid und gefälltem Siliziumdioxid beruht, wobei das Gemisch aus pyrogenem Siliziumdioxid und gefälltem Siliziumdioxid 5 bis 25 Gew.-% des Gels darstellt.

5. Gel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem das Gel auf einem Gemisch aus pyrogenem Siliziumdioxid und gefälltem Siliziumdioxid beruht, wobei das gefällte Siliziumdioxid 0,5 Gew.-% des Gels darstellt und das pyrogene Siliziumdioxid 8 Gew.-% des Gels darstellt.

6. Gel gemäß Anspruch 1, bei dem das Gel auf Aluminiumoxid beruht und das Aluminiumoxid 10 bis 25 Gew.-% des Gels darstellt.

7. Gel gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Gel eine anorganische Säure oder ein Gemisch anorganischer Säuren umfasst, das in einer Konzentration von 1 bis 4 Mol je Liter Gel vorliegt.

8. Gel gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem die anorganische Säure aus Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure oder einem Gemisch derselben ausgewählt ist.

9. Gel gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem das Gel eine anorganische Base oder ein Gemisch anorganischer Basen umfasst, das in einer Konzentration von 0,5 bis 2 Mol je Liter vorliegt.

10. Gel gemäß Anspruch 9, bei dem die anorganische Base aus Natriumhydroxid, Kaliumhydroxid oder einem Gemisch derselben ausgewählt ist.

11. Gel gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, das 0,5 bis 1 Mol/l eines aus Ce(IV), Co(III) oder Ag(II) ausgewählten Oxidationsmittels mit einem Redoxnormalpotential E_0 größer als 1400 mV in stark saurem Medium umfasst.

12. Gel gemäß Anspruch 1, das außerdem 5 bis 15 Gew.-% des Siliziumdioxids an dem Tensid, 0,5 bis 2 Mol/l starke Säure und 0,1 bis 0,5 Mol $\text{Ce}(\text{NO}_3)_4$ oder $(\text{NH}_4)_2\text{Ce}(\text{NO}_3)_6$ je Liter Gel umfasst.

13. Gel gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Tensid ein Tensid oder ein Gemisch von Tensiden ist, das eine oder mehrere der folgenden Eigenschaften aufweist: benetzend, emulgierend, reinigend.

14. Gel gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem das Tensid aus der Gruppe ausgewählt ist, die Alkoholalkoxylate, Alkylarylsulfonate, Alkylphenolethoxylate, Blockpolymere auf der Grundlage von Ethylen- oder Propylenoxid, niedere ethoxylierte Alkohole, Etherphosphate, höhere ethoxylierte Säuren, Glycerinester, höhere ethoxylierte Alkohole, Imidazoline, Quats, Alkanolamide und Aminoxide oder ein Gemisch derselben umfasst.

15. Verwendung eines Gels gemäß einem der vorangehenden Ansprüche zur radioaktiven Dekontaminierung einer

Oberfläche.

- 5 **16.** Verfahren zur Dekontaminierung einer Oberfläche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens einen Zyklus umfasst, der die folgenden aufeinanderfolgenden Schritte umfasst:

- 10 (a) Aufbringen des gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14 definierten Gels auf die zu dekontaminierende Oberfläche,
 (b) Halten des Gels auf der Oberfläche bei einer Temperatur von 20 bis 30 °C und einer relativen Feuchtigkeit von 20 bis 70 % während einer Dauer von 2 bis 72 Stunden, damit es auf der Oberfläche trockene und feste Rückstände bildet, und
 (c) Entfernen der festen und trockenen Rückstände von der auf diese Weise dekontaminierten Oberfläche.

- 15 **17.** Verfahren gemäß Anspruch 16, bei dem das Gel zu 100 bis 2000 g Gel je m² Oberfläche auf die zu dekontaminierende Oberfläche aufgetragen wird.

- 20 **18.** Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 oder 17, bei dem das Gel durch Sprühen oder mit dem Pinsel auf die zu dekontaminierende Oberfläche aufgetragen wird.

- 25 **19.** Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 18, bei dem die festen und trockenen Rückstände durch Bürsten und/oder durch Absaugen von der zu dekontaminierenden Oberfläche entfernt werden.

- 30 **20.** Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 19, bei dem das Verfahren einen vorherigen Schritt des Entstaubens der zu dekontaminierenden Oberfläche umfasst.

- 35 **21.** Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 20, bei dem das Verfahren die Dekontaminierung kerntechnischer Anlagen zum Beispiel von Lüftungskanälen kerntechnischer Anlagen betrifft.

- 40 **22.** Verfahren gemäß einem der Ansprüche 16 bis 21, bei dem die Dekontaminierung eine radioaktive Dekontaminierung ist.

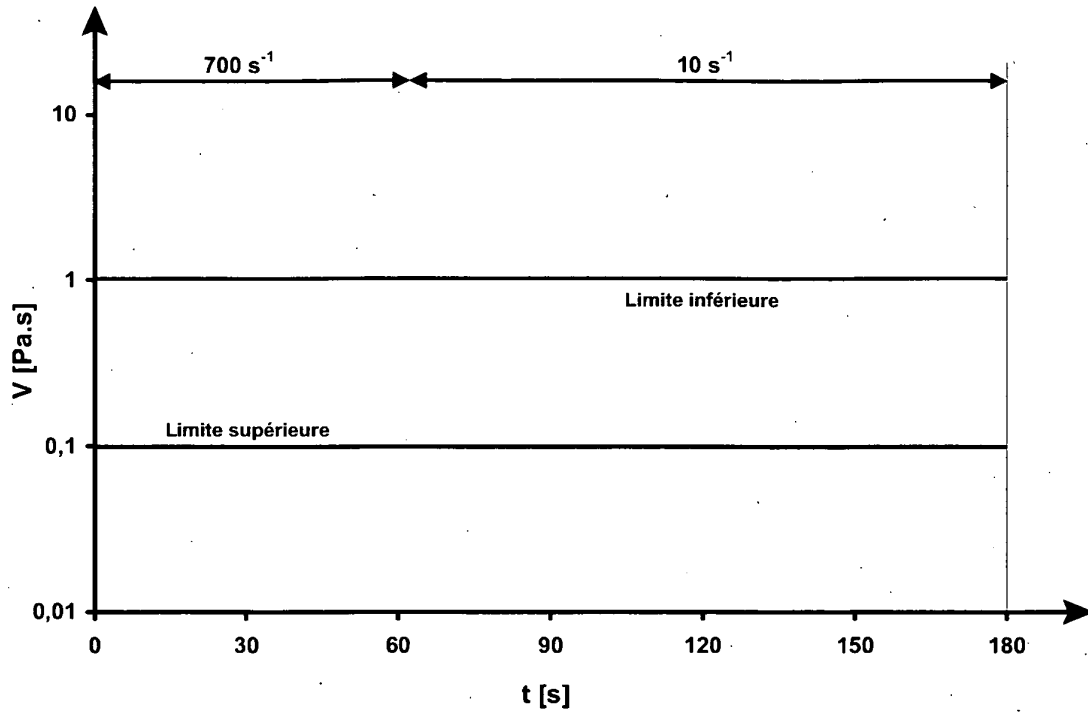


FIG.1

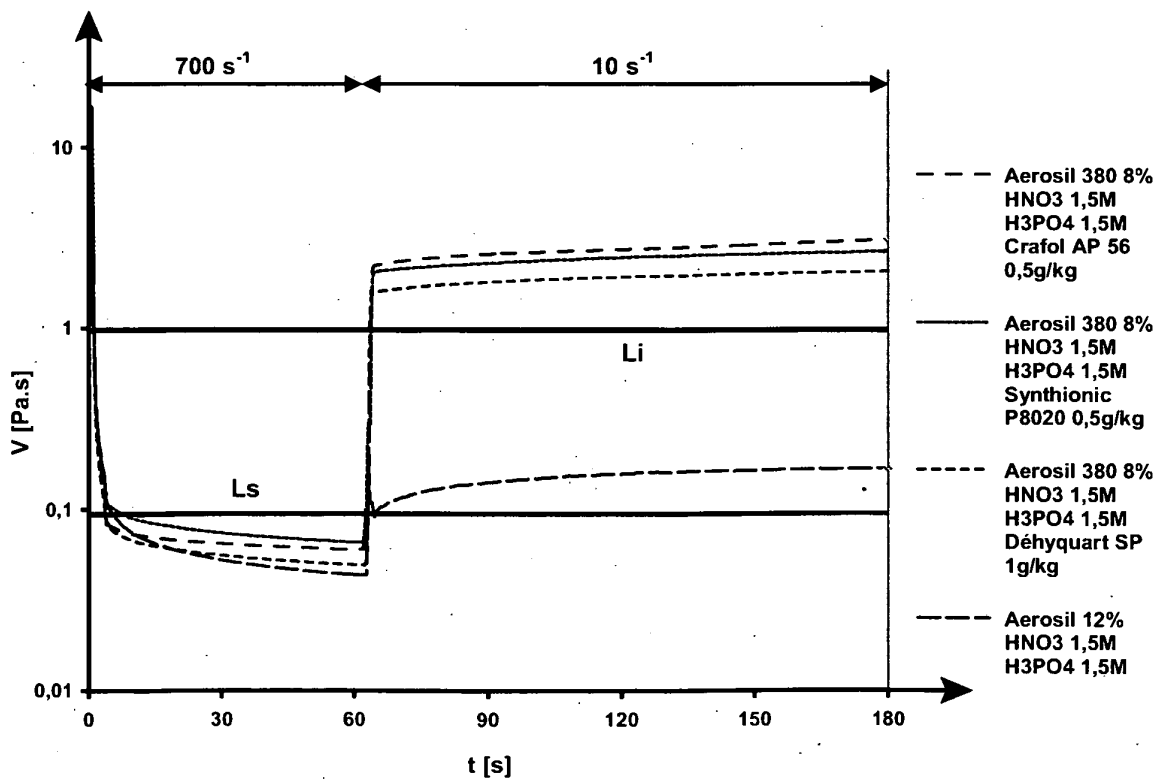


FIG.2

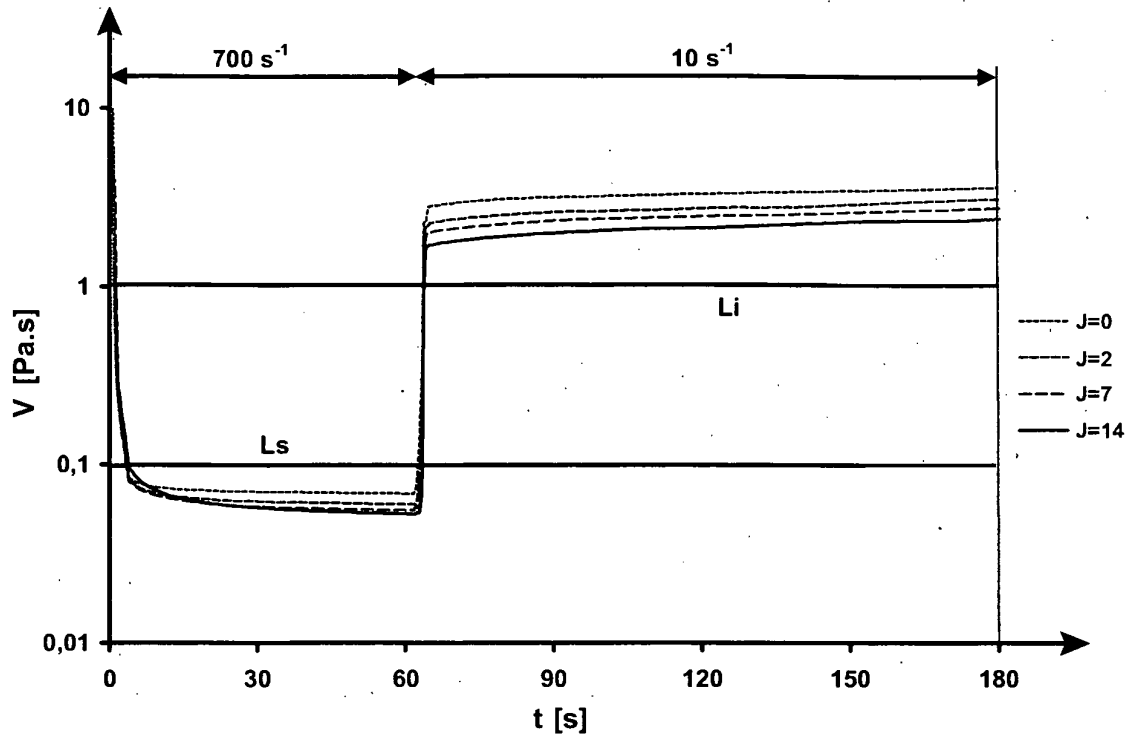


FIG.3

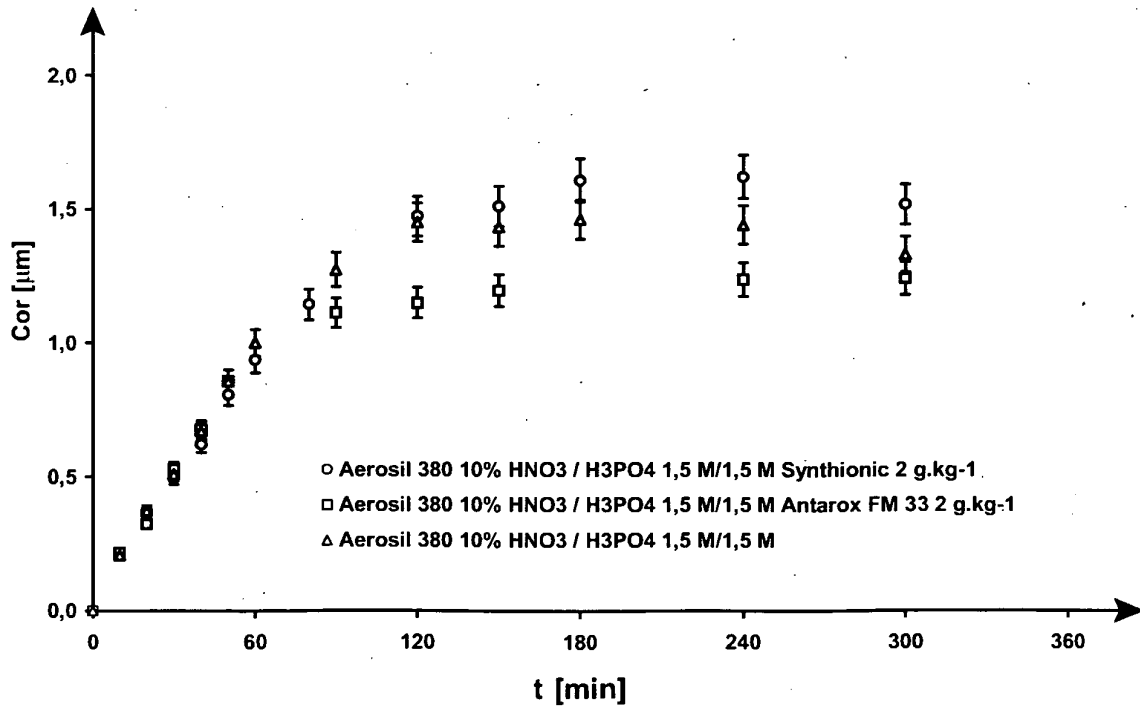


FIG.4

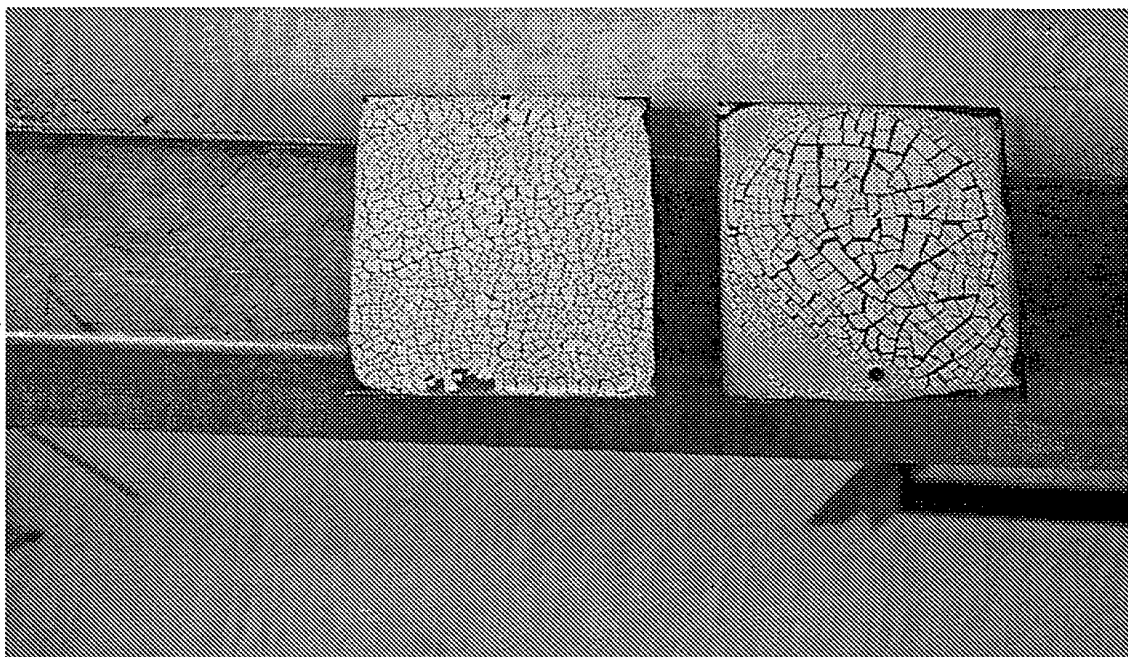


FIG.5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- FR 2746328 A [0006]
- FR 2781809 A [0007]
- WO 03008529 A [0008] [0019] [0026]