

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 727 243 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
21.08.1996 Bulletin 1996/34

(51) Int Cl.⁶: **A62D 1/00, G21F 9/00**

(21) Numéro de dépôt: **96400331.3**

(22) Date de dépôt: **16.02.1996**

(84) Etats contractants désignés:
BE DE GB SE

(72) Inventeur: **Costes, Jean-Raymond**
F-84100 Uchaux (FR)

(30) Priorité: **20.02.1995 FR 9501921**

(74) Mandataire: **Dubois-Chabert, Guy et al**
c/o BREVATOME
25, rue de Ponthieu
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE**
ATOMIQUE
75015 Paris (FR)

(54) **Mousse de décontamination à l'ozone, et procédé de décontamination utilisant cette mousse**

(57) L'invention concerne une mousse de décontamination à l'ozone et un procédé de décontamination utilisant cette mousse.

Le but de l'invention est de réaliser une mousse adaptée à la décontamination d'objets creux et qui forme après usage des résidus liquides représentant de faibles volumes.

Ce but est atteint à l'aide d'une mousse comprenant :

- a) une phase liquide comprenant une solution d'au moins un agent tensio-actif et d'un couple oxydo-réducteur formant agent de décontamination et
- b) une phase gazeuse dispersée dans la phase liquide et comprenant de l'air enrichi en ozone ou de l'oxygène enrichi en ozone.

L'invention s'applique plus particulièrement à la décontamination d'éléments de l'industrie alimentaire, chimique ou nucléaire, réalisés en alliage fer/chrome/nickel.

EP 0 727 243 A1

Description

L'invention concerne une mousse de décontamination à l'ozone, utilisable en particulier pour décontaminer ou rincer la surface d'objets, notamment d'objets relativement grands ou de formes complexes, plus particulièrement des volumes creux. L'invention concerne également un procédé de décontamination utilisant cette mousse.

La mousse selon l'invention s'applique notamment à la décontamination des appareils ou des circuits de l'industrie nucléaire, de l'industrie chimique, agroalimentaire ou sanitaire. Elle s'applique plus particulièrement à la décontamination de circuits ou d'appareils réalisés en cuivre, en alliage de cuivre, en acier ordinaire, ou en alliage de fer, de chrome et de nickel, tel que de l'acier inoxydable en particulier l'acier inoxydable austénitique par exemple l'acier inoxydable 304 L, ou l'alliage connu sous le nom de marque Inconel.

La décontamination chimique ou radioactive de la surface d'objets est généralement effectuée au moyen de procédés chimiques par voie humide, utilisant des solutions contenant des réactifs de décontamination et ayant généralement un pouvoir décapant.

Les techniques de décontamination utilisées avec des solutions peuvent consister en un lavage, une aspersion ou un trempage, mais lorsque les pièces à décontaminer ont de grandes dimensions, ces techniques sont inadaptées car elles ont l'inconvénient de nécessiter de grands volumes de réactifs et par voie de conséquence d'entraîner la formation de quantités très importantes d'effluents actifs liquides.

Pour décontaminer de tels objets en utilisant des volumes moindres de réactif, on peut utiliser des mousses renfermant des solutions de décontamination.

Ainsi, une mousse de décontamination est une microdispersion ou une émulsion gaz-liquide constituée :

- d'une phase liquide constituant le milieu de dispersion, qui renferme le(s) réactif(s) de décontamination et le(s) additif(s) nécessaire(s) pour former la mousse, et
- d'une phase gazeuse constituant la phase dispersée, qui est généralement formée d'air, d'azote ou d'un gaz neutre tel que l'argon.

Dans une telle mousse, le volume de la phase liquide peut être faible car la mousse contient généralement 5 à 50 fois plus de gaz que de liquide. En conséquence, les effluents actifs liquides obtenus après décontamination sont sensiblement réduits.

Dans le cas particulier de la décontamination radioactive d'éléments de l'industrie nucléaire, il faut préciser que la contamination radioactive se répartit en deux types, qu'il s'agisse des produits de fission, des produits d'activation ou des actinides.

Ces deux types de contamination sont :

- une contamination radioactive de surface due à des éléments radioactifs qui se déposent sur les surfaces des appareils et des tuyauteries et qui sont piégés par les oxydes métalliques également présents sur ces surfaces, et
- une contamination radioactive en profondeur due à une petite fraction des éléments radioactifs qui pénètrent dans le métal des appareils et des tuyauteries, c'est-à-dire dans les microfissures et les joints intergranulaires.

Dans le cadre de la maintenance des installations nucléaires, on se contente généralement de procéder à l'élimination de la contamination radioactive de surface. Il reste cependant une certaine dose résiduelle qui irradie le personnel intervenant. Dans le cadre du démantèlement d'installations nucléaires, il est par contre nécessaire d'éliminer non seulement les oxydes métalliques de surfaces et leurs contaminants mais également d'éroder de quelques microns le métal (généralement de l'acier) formant les appareils et tuyauteries, afin d'éliminer la contamination radioactive qui s'est introduite dans les microfissures du métal. Ainsi, on réduit pratiquement à néant la dose reçue par le personnel intervenant et en outre, on autorise la réutilisation et le recyclage de l'acier, après fusion dans une aciérie spécialisée.

On connaît déjà d'après la demande de brevet français FR 2 454 159 un procédé de décontamination et d'élimination de produits de corrosion déposés sur les surfaces contaminées d'un réacteur nucléaire. Selon ce procédé, les surfaces à traiter sont mises en contact avec de l'ozone sous forme d'eau saturée en ozone ou de brouillard d'eau contenant de l'ozone. L'ozone permet de dissoudre les oxydes de chrome des aciers traités et de les rendre sensible à un traitement ultérieur par des réactifs acides.

Ce procédé est donc sélectif dans la dissolution de l'oxyde superficiel mais donne une dissolution très minime, voire nulle, de la surface métallique. En outre, il génère une grande quantité d'effluents liquides.

On connaît par ailleurs d'après l'article de J.R. COSTES et J.P. GAUCHON, intitulé : "Foam Decontamination of Large Nuclear Components before Desmantling", Waste Management'92, Meeting à Tucson, 1992, 738-743, une mousse de décontamination utilisée pour décontaminer des objets creux de l'industrie nucléaire, notamment ceux réalisés en acier et présentant des formes complexes, telles que des vannes ou des échangeurs. Cette mousse présente une phase liquide comprenant au moins un agent moussant et un mélange d'acides ou de bases de déconta-

mination et une phase gazeuse comprenant de l'air, de l'azote ou de l'argon. L'application visée par ce document ne concerne que les aciers ferritiques.

On connaît également d'après la demande de brevet WO 85/04279, un procédé de décontamination des surfaces du circuit primaire des réacteurs à eau pressurisée, notamment des surfaces en alliage chrome-nickel-fer. Ce procédé consiste à mettre en contact les surfaces à traiter avec une solution acide de décontamination contenant du nitrate de cérium (IV) et de l'acide chromique, en présence d'ozone comme agent oxydant. L'ozone est présent de préférence sous la forme de solution saturée. Il peut également être utilisé sous forme d'un mélange gaz/eau à deux phases dans lequel l'ozone est sous forme gazeuse, ou encore sous forme d'oxygène enrichi en ozone.

Toutefois, là encore, l'attaque du métal est très lente et très faible, (de l'ordre de quelques micromètres en 48 heures), or c'est justement l'érosion de la surface superficielle du métal qui permet d'obtenir une bonne décontamination. De plus, les volumes de réactif mis en jeu représentent plusieurs fois le volume du circuit de l'appareil à décontaminer.

On connaît aussi un procédé similaire à celui décrit dans WO 85/04279 mais n'utilisant pas d'ozone et qui consiste à rajouter du Ce (IV) au fur et à mesure de sa consommation en Ce (III). Toutefois, outre que ce produit est coûteux, ceci conduit à accumuler dans la solution finale des ions qui augmentent le volume du résidu sec. Or, c'est justement ce résidu sec, qui après traitement, renferme toute la contamination initiale et qui est destiné à être conditionné et stocké sur de très longues périodes. Par conséquent, plus on augmente le volume du résidu sec et plus le coût du stockage est important.

On connaît enfin un procédé similaire à celui décrit dans WO 85/04279 mais n'utilisant pas d'ozone et qui consiste en plus à régénérer électrolytiquement le cérium (III) en cérium (IV). Cette solution est toutefois difficile à appliquer lors du traitement d'alliages contenant du fer, car ce sont alors les réactions de régénération de Fe^{2+} en Fe^{3+} qui prédominent aux électrodes.

En conséquence, l'invention a pour but de remédier aux inconvénients de l'art antérieur précité.

A cet effet, l'invention concerne une mousse de décontamination.

Selon les caractéristiques de l'invention, cette mousse comprend :

- a) une phase liquide comprenant une solution d'au moins un agent tensio-actif et d'un couple oxydo-réducteur formant agent de décontamination, et
- b) une phase gazeuse dispersée dans la phase liquide et comprenant de l'air enrichi en ozone ou de l'oxygène enrichi en ozone, (de préférence entre 1 et 1000 g d'ozone/ Nm^3 d'oxygène, ou mieux entre 10 et 200 g d'ozone/ Nm^3 d'oxygène).

De façon avantageuse, le couple oxydo-réducteur formant agent de décontamination est choisi parmi les couples $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$, $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}$, $\text{Ag}^{2+}/\text{Ag}^{+}$, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$, $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ ou $\text{Cr}^{4+}/\text{Cr}^{3+}$ et il est associé à au moins un acide. Cet acide permet la solubilisation du couple oxydo-réducteur. Il peut être choisi parmi HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 ou leurs mélanges ou être un acide faible. Ce couple oxydo-réducteur peut également être $\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2$ associé à au moins une base, notamment une base forte.

Grâce aux caractéristiques de l'invention, l'action oxydante de l'ozone est accrue, du fait de l'énorme augmentation de la surface liquide (sous forme de fines lamelles), rencontrée dans les bulles de mousse et du fait de l'importante dissolution de l'ozone à l'intérieur de cette mousse, alors que l'ozone présente par ailleurs une solubilité très limitée dans l'eau.

L'action de la mousse à l'ozone est particulièrement remarquable pour la décontamination de la première couche d'oxyde qui se dépose sur la surface des alliages de cuivre ou des alliages de fer, chrome et nickel, en particulier de aciers inoxydables austénitiques. En effet, les couches de liquide en contact avec les surfaces métalliques à traiter sont rapidement renouvelées du fait de la coalescence (dégradation) des bulles et du drainage de la phase liquide sur les surfaces, alors que si l'on utilise une solution liquide de décontamination et non une mousse, les couches limites empêchent l'action en profondeur de la phase liquide. De plus, l'utilisation d'une mousse permet d'évacuer des dépôts et des particules métalliques de plusieurs mm^3 ce qui n'est pas possible avec une solution de décontamination liquide, classique. De ce fait, la mousse de la présente invention convient particulièrement dans le cas où une action forte et rapide est nécessaire, par exemple pour le démantèlement et pour "decatégoriser" le déchet.

Par ailleurs, cette mousse de décontamination est aussi particulièrement adaptée à la décontamination de la couche superficielle d'un substrat métallique. En effet, le cérium (IV) (par exemple) apporté initialement dans la mousse tend à se dégrader en cérium (III), mais il peut alors être retransformé en cérium (IV) par l'action de l'ozone et peut ainsi oxyder le chrome et le rendre soluble ce qui facilite la décontamination. De ce fait, l'invention est très économe en cérium (respectivement en un autre élément oxydo-réducteur) et il n'est pas nécessaire de rajouter du cérium au cours de l'utilisation de la mousse.

L'agent tensio-actif utilisé dans la phase liquide de la mousse est de préférence une bétaine, en particulier une sulfobétaine ou un éther alkylque d'oligosaccharide qui présentent l'avantage d'être biodégradable. Ces deux agents

tensio-actifs peuvent également être utilisés en mélange.

On peut en particulier utiliser une sulfobetaine telle que celle vendue par la Société Seppic sous le nom commercial AmonyI®.

A titre d'exemple d'éthers alkyls d'oligosaccharides, on peut citer celui vendu par la Société Seppic sous le nom commercial Oramix CG 110® et celui vendu par la Société Rohm et Hass sous le nom Triton CG60®.

L'association des deux agents tensio-actifs est également intéressante car elle reste tensio-active quel que soit le pH et convient donc aussi bien en milieu neutre qu'en milieu acide ou basique.

De façon inattendue, on a découvert que l'agent tensio-actif utilisé dans la mousse de décontamination selon l'invention se détruit très lentement au contact de l'ozone. De ce fait, il est parfois nécessaire de rajouter un peu d'agent tensio-actif dans la mousse de décontamination au cours de l'utilisation de celle-ci. En revanche, l'ozone présente le grand avantage de détruire, à plus long terme les agents tensio-actifs, notamment au moment du stockage intermédiaire de l'effluent liquide obtenu à l'issue de la décontamination, avant le rejet de cet effluent liquide vers la station de traitement. Le pouvoir moussant de cet effluent liquide est alors considérablement affaibli.

D'une manière générale, la phase liquide est constituée par une solution aqueuse comprenant 0,1 à 3 mol/l de H_2SO_4 (ou mieux 1 mol/l), 0,1 à 3 mol/l de HNO_3 (ou mieux 1 mol/l), 0,001 à 0,1 mol/l de sulfate cérique (ou mieux 0,005 mol/l) et 0,2 à 1% en poids d'agent tensio-actif (ou mieux 0,5%).

L'invention concerne également un procédé de décontamination consistant à mettre en contact des surfaces contaminées avec la mousse précitée. Cette opération est généralement effectuée à pression ambiante et à une température comprise entre 10 et 70°C, de préférence entre 20 et 30°C. En effet, la réactivité de la mousse augmente avec la température, mais au-delà de 70°C, la mousse a tendance à coalescer.

De façon avantageuse, avant l'étape de décontamination, on effectue au moins une étape de dégraissage à l'aide d'une mousse de dégraissage dont la phase gazeuse est de l'air et dont la phase liquide est une solution aqueuse d'au moins un agent tensio-actif, d'une base et d'un agent viscosant, et après avoir réalisé l'étape de décontamination, on effectue au moins une fois une étape de rinçage à l'aide d'une mousse de rinçage dont la phase gazeuse est de l'air et dont la phase liquide est une solution aqueuse d'au moins un agent tensio-actif.

Par ailleurs, après la décontamination et lorsque la phase aqueuse de la mousse de décontamination contient un acide, les mousses de dégraissage, de décontamination et de rinçage peuvent être mélangées pour former un effluent neutre dans lequel l'ozone résiduel oxyde l'agent tensio-actif.

Enfin, de préférence, après la décontamination, chaque mousse de décontamination utilisée est récupérée, filtrée et recyclée dans le procédé de décontamination et la phase gazeuse de la mousse de décontamination est traitée sur un catalyseur pour détruire l'ozone résiduel avant le rejet de la phase gazeuse dans l'atmosphère.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple illustratif et non limitatif, cette description étant faite en faisant référence à la figure unique jointe représentant une installation de fabrication de la mousse utilisée lors de la mise en oeuvre du procédé de décontamination selon les exemples décrits ci-après.

Sur la figure, on voit que l'installation comprend un réservoir de solution de décontamination 1 relié à un générateur de mousse 3 par une canalisation 5 munie d'un filtre 7 et d'une pompe de circulation 9.

Le générateur de mousse 3 est alimenté en phase gazeuse à partir d'un générateur d'ozone 11 par l'intermédiaire d'une canalisation 13. Une canalisation 15 relie le générateur de mousse 3 à l'échangeur 17 à nettoyer. Celui-ci sera décrit plus en détail ultérieurement.

Dans ce générateur, la mousse est en contact avec les parois à décontaminer, puis cette mousse sort de l'échangeur par un orifice supérieur 19 tandis que le liquide (mousse coalescée) s'écoule au fond 21 de l'échangeur et est évacuée par une conduite 23 munie d'un filtre 25 et d'une pompe de recyclage 27, vers le réservoir de solution 1.

L'orifice supérieur 19 est relié par une conduite 29 au réservoir de solution 1. La phase gazeuse séparée dans le réservoir de solution 1 est filtrée sur des filtres haute efficacité 31 puis traitée sur un catalyseur 32 avant son rejet dans l'atmosphère au moyen d'un ventilateur extracteur 33.

Les exemples suivants illustrent la préparation et l'utilisation d'une mousse selon l'invention.

Les essais de décontamination ont été effectués respectivement sur deux échangeurs tubulaires 17I et 17II désaffectés, provenant de l'industrie nucléaire. Ces échangeurs présentent les caractéristiques suivantes :

- matériau : acier inoxydable 304L,
- dimensions de la virole : longueur 6,5 m, diamètre 0,5 m,
- surface des tubes : 214 m²
- le fluide primaire circulait du côté de la calandre, sans chicanes. C'est donc l'espace entre les tubes qui a été contaminé en radio-éléments bêta et gamma et qui fait l'objet de la décontamination
- le fluide secondaire circulait côté tube en trois passes.

Pour effectuer ces essais, les platines d'isolation de l'entrée et de la sortie du fluide primaire ont été remplacées

par des platines pourvues d'un robinet d'introduction de mousse et d'un robinet d'aspiration de liquide. Les deux échangeurs ont été déposés sur des plans légèrement inclinés.

Dans les deux exemples suivants, le procédé de décontamination a consisté à réaliser quatre phases d'environ 4 heures chacune :

- première phase : il s'agit d'une phase de dégraissage réalisée à l'aide d'une mousse de dégraissage basique dont la phase liquide contient 250 l d'eau, 40 kg d'NaOH et 0,5% en poids d'agents tensio-actifs.
- deuxième phase : il s'agit d'une phase de dissolution des oxydes et d'attaque du métal, réalisée à l'aide d'une mousse acide dont la phase liquide comprend 250 l d'eau, 16 kg d'acide sulfurique à 92%, 46 kg d'acide nitrique à 62%, 6 kg de sulfate cérique et 0,5% en poids d'agents tensio-actifs ;
- troisième phase : elle est identique à la deuxième ;
- quatrième phase : il s'agit d'une phase de rinçage à l'aide d'une mousse de rinçage formée de 250 l d'eau et de 0,5% en poids d'agents tensio-actifs.

Dans les deux exemples précités, la mousse était formée dans un mélangeur 3 à l'aide d'une pompe hydropneumatique injectant simultanément la phase liquide à raison de 500 l/h et la phase gazeuse, à raison de 3 à 4 Nm³/h. La pression du gaz permet à la mousse de remplir l'échangeur à partir du bas. Cette mousse a une humidité voisine de 15% en volume. Par ailleurs, la pression de cette mousse fait également déborder la mousse en haut de l'échangeur au travers de la connexion de retour vers le réservoir de solution de décontamination 1. La mousse de retour est partiellement détruite dans le réservoir 1 par des pulvérisation de liquide et par centrifugation. Par ailleurs, le liquide issu de cette mousse après coalescence sert de nouveau à recréer une mousse dans le mélangeur 3. Une partie de la mousse peut même être recyclée telle quelle au travers de la pompe hydropneumatique. Les liquides sont maintenus à une température de 20°C.

EXEMPLE 1

On procède dans cet exemple à la décontamination de l'échangeur n° 17 I, en utilisant de la mousse à l'air.

EXEMPLE 2

On procède à la décontamination de l'échangeur n°17 II en utilisant de la mousse à l'oxygène enrichi en ozone (100 g d'O³/Nm³ d'O₂), en présence de cérium (IV).

Pendant les phases basiques et acides, on mesure le débit de dose, en bas, au milieu et en haut de l'échangeur au début et à la fin du procédé (4 heures après) . Par ailleurs, on prélève des échantillons liquides de 50 ml, soit sur le retour mousse (canalisation 29), soit sur le retour liquide (canalisation 23) et ce, respectivement 1 heure, 2 heures et 3 heures après le début du procédé. De façon à suivre l'évolution de la décontamination, le débit de dose de ces échantillons est mesuré, ainsi que leur teneur totale en fer, qui témoigne de la dissolution de la couche métallique. Enfin, on calcule la contamination enlevée et les quantités d'ozone et de cérium consommées.

Les résultats sont illustrés dans le tableau 1 ci-après.

Dans l'exemple 1, les quantités de cérium (IV) ajoutées sont régulièrement consommées par l'oxydation des métaux, ce qui nécessite des ajouts permanents, jusqu'à 16 kg. La décontamination est bonne à en juger par l'abaissement des débits de dose (16 µGy/h), et la radioactivité extraite. La quantité d'effluent liquide est faible : 1,2 m³. Le facteur de décontamination est de 40.

Dans l'exemple 2, on obtient de meilleurs résultats que dans l'exemple 1. En effet, on utilise une moins grande quantité de cérium (IV), (6 kg) or ce produit est onéreux. Chacune des deux phases acides va plus loin dans la décontamination. La quantité de fer dissoute peut dépasser de 100% celle dissoute dans l'exemple 1. Enfin, ce qui est le résultat le plus important, le débit de dose résiduel de l'échangeur est faible (<6 µGy/h). La quantité d'effluent liquide est également faible : 1,2 m³. Le facteur de décontamination est de 160.

TABLEAU 1

Numéro de l'échangeur	17I	17I	17I	17I	17II	17II	17II
débits de dose de l'échangeur en 1/100 mg/h, au début du procédé, en :	phase de dégraissage basique	1ère phase acide	2ème phase acide	phase de dégraissage basique	1ère phase acide	2ème phase acide	
bas de l'échangeur	9,00	7,00	2,00	7,00	7,00	2,00	
milieu de l'échangeur	16,00	15,00	2,00	6,00	5,00	0,60	
haut de l'échangeur	15,00	16,00	3,00	10,00	3,00	0,60	
Débit de dose des échantillons	1,20	1,60	0,40	1,00	0,70	0,30	
de 50 ml	0,50	1,60	0,40	0,55	0,70	0,35	
(activité en 1/100 mg/h) to+3h	0,50	1,60	0,40	-	1,00	0,35	
teneur en fer	-	-	-	-	0,60	0,90	
des échantillons (g/l) to+2h	-	2,00	2,10	-	2,00	2,90	
to+3h	-	1,90	2,30	-	3,50	4,30	
débit de dose de l'échangeur en 1/100 mg/h, à la fin du procédé, en :							
bas de l'échangeur	7,00	2,00	1,20	7,00	2,00	1,00	
milieu de l'échangeur	15,00	2,00	1,60	5,00	0,60	0,35	
haut de l'échangeur	16,00	3,00	1,60	3,00	0,60	0,60	
contamination enlevée (Bq)	4,9.10 ⁸	1,3.10 ⁹	2,85.10 ⁸	1,23.10 ⁹	1,78.10 ⁹	4,83.10 ⁹	
quantité de Ce consommé (en kg)	SO	16,00	16,00	SO	6,00	6,00	
quantité d'O ₃ consommé (en kg)	SO	0,00	0,00	SO	0,75	1,60	

SO: sans objet

Revendications

1. Mousse de décontamination à l'ozone, caractérisée en ce qu'elle comprend :

- a) une phase liquide comprenant une solution d'au moins un agent tensio-actif et un couple oxydo-réducteur formant agent de décontamination, et
- b) une phase gazeuse dispersée dans la phase liquide et comprenant de l'air enrichi en ozone ou de l'oxygène enrichi en ozone.

2. Mousse de décontamination selon la revendication 1, caractérisée en ce que la phase gazeuse comprend entre 1 et 1000 g d'ozone/Nm³ d'oxygène, de préférence entre 10 et 200 g d'ozone/Nm³ d'oxygène.

3. Mousse de décontamination selon la revendication 1, caractérisée en ce que le couple oxydo-réducteur formant agent de décontamination est choisi parmi les couples $\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+}$, $\text{Co}^{3+}/\text{Co}^{2+}$, $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$, $\text{Ag}^{2+}/\text{Ag}^{+}$, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ ou $\text{Cr}^{4+}/\text{Cr}^{3+}$ et en ce qu'il est associé à au moins un acide.

4. Mousse de décontamination selon la revendication 3, caractérisée en ce que l'acide est choisi parmi HCl, HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 ou leurs mélanges.

5. Mousse de décontamination selon la revendication 1, caractérisée en ce que le couple oxydo-réducteur formant agent de décontamination est $\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2$ et en ce qu'il est associé à au moins une base forte.

6. Mousse de décontamination selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'agent tensio-actif est choisi parmi une bétaine, un éther alkylé d'oligosaccharide ou leurs mélanges.

7. Mousse de décontamination selon la revendication 3, caractérisée en ce que la phase liquide est constituée par une solution aqueuse comprenant :

- 0,1 à 3 mol/l d'acide sulfurique,
- 0,1 à 3 mol/l d'acide nitrique,
- 0,001 à 0,1 mol/l de sulfate cérique,
- 0,2 à 1 % en poids d'agent tensio-actif.

8. Mousse de décontamination selon la revendication 7, caractérisée en ce que la phase liquide est constituée par une solution aqueuse comprenant environ 1 mol/l d'acide sulfurique, 1 mol/l d'acide nitrique, 0,005 mol/l de sulfate cérique et 0,5% en poids d'agent tensio-actif.

9. Procédé de décontamination caractérisé en ce qu'il consiste à mettre une surface à décontaminer en contact avec la mousse de décontamination selon l'une quelconque des revendications précédentes.

10. Procédé de décontamination selon la revendication 9, caractérisé en ce que la température de décontamination est comprise entre 10 et 70°C, de préférence entre 20 et 30°C.

11. Procédé de décontamination selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'après avoir réalisé l'étape de décontamination, on effectue au moins une fois une étape de rinçage à l'aide d'une mousse de rinçage dont la phase gazeuse est de l'air et dont la phase liquide est une solution aqueuse d'au moins un agent tensio-actif.

12. Procédé de décontamination selon la revendication 9 ou 11, caractérisé en ce qu'avant l'étape de décontamination, on effectue au moins une étape de dégraissage à l'aide d'une mousse de dégraissage dont la phase gazeuse est de l'air et dont la phase liquide est une solution aqueuse d'au moins un agent tensio-actif, d'une base et d'un agent viscosant.

13. Procédé de décontamination selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'après la décontamination et lorsque la phase aqueuse de la mousse de décontamination contient un acide, les mousses de dégraissage, de décontamination et de rinçage sont mélangées pour former un effluent neutre dans lequel l'ozone résiduel oxyde l'agent tensio-actif.

14. Procédé de décontamination selon la revendication 9, 11 ou 12, caractérisé en ce qu'après la décontamination,

chaque mousse de décontamination utilisée est récupérée et recyclée dans le procédé de décontamination.

5 **15.** Procédé de décontamination selon la revendication 9, 11 ou 12, caractérisé en ce qu'après l'étape de décontamination, la phase gazeuse de la mousse de décontamination est traitée sur un catalyseur pour détruire l'ozone résiduel avant le rejet de la phase gazeuse dans l'atmosphère.

10 **16.** Procédé de décontamination selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est appliqué au nettoyage de surfaces contaminées réalisées en cuivre, en alliage de cuivre, en acier, ou en alliage de fer, de chrome et de nickel tel que l'acier inoxydable.

10

15

20

25

30

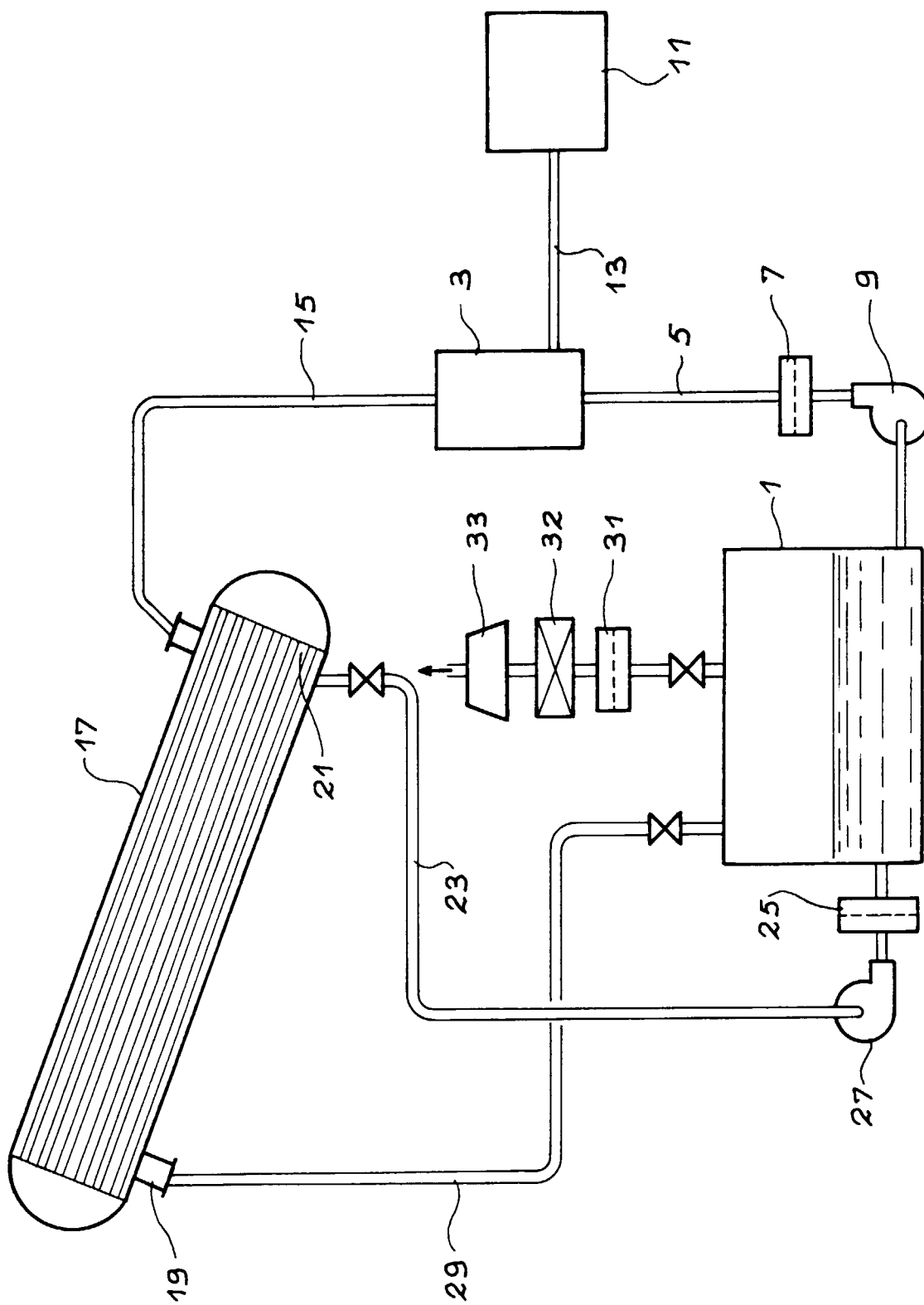
35

40

45

50

55





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 96 40 0331

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	WO-A-84 03170 (STUDSVIK ENERGITEKNIK AB) 16 Août 1984 * page 6, ligne 22 - ligne 30 * * revendications *	1-5	A62D1/00 G21F9/00
Y	---	1-5	
D,Y	WASTE MANAGEMENT '92, 1992, TUSCON, pages 738-743, XP002005131 J.R.COSTES & J.P.GAUCHON: "foam decontamination of large nuclear components before dismantling " * page 739, colonne de gauche, alinéa 2 *	1-5	
Y	EP-A-0 526 305 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 3 Février 1993 * page 3, ligne 12-20 * * page 3, ligne 34 - page 4, ligne 12 * * page 7; exemple 3; tableau 1 *	1-16	
Y	EP-A-0 555 127 (FRAMATOME SA) 11 Août 1993 * colonne 9, ligne 3-23 *	1-16	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	WO-A-89 03113 (BBC REAKTOR GMBH ;SCHERRER INST PAUL (CH)) 6 Avril 1989 -----		A62D G21F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 10 Juin 1996	Examineur Dalkafouki, A
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		I : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant	
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			

EPO FORM 1501 03.92 (P04C02)