



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Numéro de publication: **0 412 916 A1**

12

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: **90420362.7**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **C25B 13/04**

22 Date de dépôt: **31.07.90**

Le titre de l'invention a été modifié (Directives relatives à l'examen pratiqué à l'OEB, A-III, 7.3)

30 Priorité: **10.08.89 FR 8910937**

43 Date de publication de la demande:  
**13.02.91 Bulletin 91/07**

84 Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI NL SE**

71 Demandeur: **RHONE-POULENC CHIMIE**  
**25, quai Paul Doumer**  
**F-92408 Courbevoie Cédex(FR)**

72 Inventeur: **Bachot, Jean**  
**9, rue Jean-Roger Thorelle**  
**F-92340 Bourg La Reine(FR)**  
Inventeur: **Stutzmann, Pascal**  
**45, rue Rébéval**  
**F-75019 Paris(FR)**  
Inventeur: **Perineau, Jean-Maurice**  
**18, Allée du Sabot**  
**F-38640 Claix(FR)**

74 Mandataire: **Varnière-Grange, Monique et al**  
**RHONE-POULENC CHIMIE Service Brevets**  
**Chimie Centre de Recherches des Carrières**  
**B.P. 62**  
**F-69192 Saint-Fons Cédex(FR)**

54 **Diaphragme comprenant des fibres d'amiante, association d'un tel diaphragme à un élément cathodique et procédé d'obtention.**

57 La présente invention concerne des diaphragmes comprenant des fibres d'amiante pour des cellules d'électrolyse, l'association de tels diaphragmes à un élément cathodique et un procédé d'obtention de tels diaphragmes et d'association de tels diaphragmes à un élément cathodique, par voie humide.

Elle vise plus particulièrement un diaphragme microporeux susceptible d'être formé in-situ par voie humide comprenant une nappe fibreuse, à base d'amiante, dont les fibres sont microconsolidées par un polymère fluoré, l'ensemble étant fritté, ladite nappe renfermant essentiellement de 3 à 35 % en poids de polymère fluoré, liant des fibres, de 1 à 50 % en poids d'un gel d'oxohydroxyde d'au moins un métal des groupes IVA, IVB, VB et VIB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides, de 20 à 95 % en poids de fibres, les fibres d'amiante représentant au moins 1 % en poids desdites fibres, et son éventuelle association à une nappe précathodique.

Ces diaphragmes et associations sont notamment utilisables dans les cellules d'électrolyse chlore-soude.

EP 0 412 916 A1

**PERFECTIONNEMENT D'UN DIAPHRAGME COMPRENANT DES FIBRES D'AMIANTE, ASSOCIATION D'UN  
TEL DIAPHRAGME A UN ELEMENT CATHODIQUE ET LEUR PROCEDE D'OBTENTION**

La présente invention concerne des diaphragmes comprenant des fibres d'amiante pour des cellules d'électrolyse, l'association de tels diaphragmes à un élément cathodique et un procédé d'obtention de tels diaphragmes et d'association de tels diaphragmes à un élément cathodique.

Elle vise plus particulièrement un perfectionnement à des diaphragmes susceptibles d'être produits par  
5 voie humide, à base de fibres d'amiante, pour des cellules d'électrolyse chlore-soude.

Depuis très longtemps, on utilise des fibres d'amiante comme matière conventionnelle de réalisation des diaphragmes employés dans des cellules d'électrolyse. Ces diaphragmes sont formés par dépôt sur une cathode perméable aux électrolytes, de fibres d'amiante contenues dans une bouillie aqueuse, l'opération de dépôt étant réalisée sous vide. Ainsi dans le brevet français n° 2 213 805, il a été proposé  
10 de préparer des séparateurs microporeux par dépôt d'une couche d'amiante, ladite couche étant consolidée par un polymère fluoré. La porosité d'une telle couche peut être mieux contrôlée par addition d'un agent porogène conformément à l'enseignement du brevet français n° 2 229 739.

Comme cela est bien connu de l'homme de l'art, ce type de préparation de séparateurs microporeux par dépôt sous vide d'une bouillie aqueuse renfermant des fibres et un liant présente un très grand intérêt  
15 tant sur le plan technique que sur le plan économique. Toutefois la qualité des séparateurs ainsi obtenus n'est pas pleinement satisfaisante.

En effet, le rendement Faraday est insuffisant ce qui se traduit par une consommation d'énergie, par tonne de chlore produit, importante. Plus la concentration en soude est élevée, plus le rendement en cause  
20 baisse dans une installation industrielle. Or il est du plus haut intérêt de pouvoir travailler avec de la soude concentrée pour pouvoir diminuer le coût énergétique de l'évaporation nécessaire ensuite à la concentration de la soude produite. Il serait donc souhaitable de disposer d'un diaphragme perfectionné à base de fibres d'amiante, susceptible d'être produit par voie humide.

Dans la demande de brevet européen n° 132 425 il a été proposé des éléments cathodiques, matériaux composites résultant de l'association d'une cathode élémentaire constituée par une surface métallique  
25 fortement poreuse telle une grille métallique présentant un vide de maille compris entre 20 µm et 5 mm et d'une nappe renfermant des fibres et un liant, l'association et la nappe résultant de l'aspiration sous vide programmé d'une suspension, contenant essentiellement des fibres conductrices de l'électricité et un polymère fluoré, directement au travers de ladite cathode élémentaire, suivie du séchage, puis de la fusion du liant. De tels matériaux composites sont susceptibles de constituer la cathode elle-même d'une cellule  
30 d'électrolyse et peuvent être associés à un diaphragme, le diaphragme pouvant être fabriqué directement par voie humide sur le composite.

Divers perfectionnements ont été apportés tant aux matériaux composites eux-mêmes qu'à leur procédé de fabrication.

Dans la demande de brevet européen n° 214 066 il a été proposé des matériaux renfermant des fibres  
35 de carbone présentant une distribution monodispersée de longueurs, matériaux dont la qualité et les propriétés sont très sensiblement améliorées, ce qui se traduit par un rapport performance/épaisseur beaucoup plus favorable.

Dans la demande de brevet européen n° 296 076 il a été proposé des matériaux électroactivés renfermant un agent électrocatalytique uniformément réparti dans leur masse, ledit agent étant choisi parmi  
40 les métaux de Raney et les alliages de Raney dont on a éliminé la majeure partie du (des) métal (métaux) facilement éliminable(s).

L'ensemble des éléments cathodiques proposés qui assurent une répartition appréciable du courant est susceptible d'être utilisé dans une cellule d'électrolyse qui comprendra une membrane ou un diaphragme  
45 entre les compartiments anodique et cathodique. Des détails techniques complémentaires pourront être trouvés dans les demandes de brevets européens précitées, qui sont incorporées par référence pour éviter de plus amples développements sur lesdits éléments cathodiques.

Il a maintenant été trouvé qu'il est possible de préparer des séparateurs microporeux comprenant de l'amiante améliorés, par voie humide, par aspiration sous vide d'une bouillie aqueuse renfermant des fibres  
50 à travers un support poreux et d'obtenir un séparateur microporeux ne présentant pas les inconvénients précités.

La présente invention a donc pour objet un diaphragme microporeux susceptible d'être formé in-situ par voie humide comprenant une nappe fibreuse, comprenant de l'amiante dont les fibres sont microconsolidées par un polymère fluoré, l'ensemble étant fritté, ladite nappe renfermant essentiellement :

- de 3 à 35 % en poids de polymère fluoré, liant des fibres,

- de 1 à 50 % en poids d'un gel d'oxohydroxyde d'au moins un métal des groupes IVA, IVB, VB et ViB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides,
- de 20 à 95 % en poids de fibres, les fibres d'amiante représentant au moins 1 % en poids desdites fibres.

La présente invention a également pour objet l'association d'un tel diaphragme et d'un élément cathodique composite.

La présente invention a également pour objet un procédé de préparation de tels diaphragmes comprenant essentiellement la succession d'étapes suivantes :

- a) la préparation en milieu essentiellement aqueux d'une dispersion comprenant les fibres, le liant à base de polymère fluoré sous forme de particules, le cas échéant au moins un précurseur d'oxohydroxyde d'au moins l'un des métaux des groupes IVA, IVB, VB et ViB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides, sous forme de particules et, le cas échéant des additifs,
- b) le dépôt d'une nappe par filtration sous vide programmé de ladite dispersion à travers un matériau poreux,
- c) l'élimination du milieu liquide et, le cas échéant, le séchage de la nappe ainsi formée,
- d) le frittage de la nappe et,
- e) le traitement, le cas échéant, in-situ dans les conditions de l'électrolyse, par une solution aqueuse d'hydroxyde alcalin. Le matériau poreux (support) en cause peut être un élément cathodique composite et le procédé permet alors de réaliser une association au sens de la présente invention.

La présente invention a également pour objet un procédé de préparation de telles associations, comprenant essentiellement la succession d'étapes suivantes :

- a) le dépôt d'une nappe précathodique par filtration sous vide programmé d'une dispersion en milieu essentiellement aqueux de fibres, de liant sous forme de particules et, le cas échéant d'additifs, à travers une cathode élémentaire constituée d'une surface métallique présentant un vide de maille ou des perforations compris entre 20  $\mu\text{m}$  et 5 mm,
- b) l'élimination du milieu liquide et, le cas échéant, le séchage de la nappe ainsi formée,
- c) la filtration sous vide programmé, à travers la nappe précathodique, d'une dispersion en milieu essentiellement aqueux de fibres, de liant à base d'un polymère fluoré sous forme de particules, d'au moins un précurseur d'oxohydroxyde d'au moins l'un des métaux des groupes IVA, IVB, VB et ViB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides, sous forme de particules, et, le cas échéant des additifs,
- d) l'élimination du milieu liquide et, le cas échéant, le séchage de la nappe ainsi formée,
- e) le frittage de l'ensemble et,
- f) le traitement, le cas échéant in-situ dans les conditions de l'électrolyse, par une solution aqueuse d'hydroxyde alcalin.

Les diaphragmes selon la présente invention présentent une stabilité dimensionnelle appréciable, une porosité fine et régulière et une mouillabilité permanente. Les diaphragmes selon la présente invention présentent en outre des tensions de fonctionnement très basses ce qui constitue un autre avantage de la présente invention.

Les diaphragmes selon la présente invention sont susceptibles d'être obtenus par des voies, classiquement utilisées dans l'industrie, de dépôts d'une suspension par aspiration sous vide et permettent le fonctionnement efficace (rendement en courant élevé) des cellules d'électrolyse de saumure les renfermant sous des densités de courant élevées pouvant atteindre 40 A/dm<sup>2</sup> et davantage. Ils permettent en outre de travailler avec des concentrations de soude élevées (de l'ordre de 140 à 200 g/l ou davantage) dans le catholyte, ce qui limite la consommation énergétique utile à la concentration ultérieure de la soude.

Les diaphragmes selon l'invention comprennent une nappe fibreuse à base d'amiante. Par nappe on entend un assemblage ou empilement tridimensionnel dont l'épaisseur est sensiblement plus faible que les autres dimensions, ledit assemblage pouvant, le cas échéant, présenter deux surfaces parallèles. Ces nappes peuvent se présenter sous des formes diverses, généralement déterminées par la géométrie des éléments cathodiques auxquels elles pourront être associées. Dans leur utilisation comme diaphragmes microporeux dans des cellules d'électrolyse du chlorure de sodium et à titre indicatif, leur épaisseur est usuellement comprise entre 0,1 et 5 mm, l'une de leurs grandes dimensions, correspondant sensiblement à la hauteur de l'élément cathodique pourra atteindre 1 m, voire d'avantage et l'autre grande dimension, reflétant sensiblement le périmètre de l'élément en cause, atteindra couramment plusieurs dizaines de mètres.

Les fibres de la nappe sont microconsolidées en ce sens qu'elles sont, en quelque sorte, fixées les unes aux autres surtout par un réseau tridimensionnel de points discrets, ce qui contribue à assurer à la nappe une porosité à la fois fine et régulière et une très grande cohésion.

Ces nappes (ou empilements fibreux) selon l'invention sont à base d'amiante et renferment essentielle-

ment, comme indiqué en tête du présent mémoire :

- de 3 à 35 % en poids de polymères fluoré, liant des fibres,
- de 1 à 50 % en poids d'un gel d'oxohydroxyde d'au moins un métal des groupes IVA, IVB, VB et ViB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides,
- 5 - de 20 à 95 % en poids de fibres, les fibres d'amiante représentant au moins 1 % en poids desdites fibres.

Par polymère fluoré on entend un homopolymère ou un copolymère dérivé au moins en partie de monomères oléfiniques totalement substitués avec des atomes de fluor ou totalement substitués avec une combinaison d'atomes de fluor et de l'un au moins des atomes de chlore, brome ou iode par monomère.

Des exemples d'homo- ou copolymères fluorés peuvent être constitués par les polymères et copolymères dérivés de tétrafluoroéthylène, hexafluoropropylène, chlorotrifluoroéthylène, bromotrifluoroéthylène.

De tels polymères fluorés peuvent aussi contenir jusqu'à 75 moles pour cent de motifs dérivés d'autres monomères éthyléniquement insaturés contenant au moins autant d'atomes de fluor que d'atomes de carbone, comme par exemple le (di)fluorure de vinylidène, les esters de vinyle et de perfluoroalkyle, tel que le perfluoroalcoxyéthylène.

On peut naturellement utiliser dans l'invention plusieurs homo-ou copolymères fluorés tels que définis ci-avant. Il va sans dire qu'on ne sortirait pas du cadre de l'invention en associant à ces polymères fluorés une faible quantité, par exemple jusqu'à 10 ou 15 % en poids de polymères dont la molécule ne renferme pas d'atomes de fluor, comme par exemple du polypropylène.

Le polytétrafluoroéthylène est le liant préféré des diaphragmes selon l'invention.

Le polymère fluoré utilisé ici comme liant d'un ensemble de fibres peut être présent dans les diaphragmes en cause en des quantités variables dans de larges limites compte-tenu de la teneur en fibres et de la nature des divers constituants desdits diaphragmes.

Toutefois, pour assurer une bonne consolidation de l'ensemble, le liant représentera, de préférence de 5 à 40 % en poids dans le sous ensemble (fibres + liant).

Les diaphragmes selon l'invention renferment également de 20 à 95 % en poids de fibres.

Ces fibres dont au moins 1 % (en poids) et, de préférence au moins 40 % (en poids) sont des fibres d'amiante, peuvent être de nature diverses. En effet il est possible d'utiliser des fibres minérales différentes, des fibres organiques ou des mélanges de fibres minérales et de fibres organiques. Parmi les fibres organiques susceptibles d'entrer dans la constitution des diaphragmes selon la présente invention on peut citer les fibres de polymères fluorés au sens indiqué précédemment et, plus particulièrement des fibres de polytétrafluoroéthylène (PTFE).

Les fibres de PTFE, susceptibles d'être utilisées dans le cadre de la présente invention peuvent présenter des dimensions variables ; leur diamètre (D) et généralement compris entre 10 et 500  $\mu\text{m}$  et leur longueur (L) est telle que le rapport L/D soit compris entre 5 et 500. De préférence, on recourt à des fibres de PTFE dont les dimensions moyennes sont comprises entre 1 et 4 mm pour la longueur et entre 50 et 200  $\mu\text{m}$  pour le diamètre. Leur préparation est décrite dans le brevet américain n° 4,444,640 et ce type de fibres de PTFE est connu des hommes de l'art.

Parmi les fibres minérales susceptibles d'entrer dans la constitution des diaphragmes selon la présente invention on peut citer les fibres de zircone, de carbone, de graphite ou de titanate.

Les fibres de carbone ou de graphite se présentent sous forme de filaments dont le diamètre est généralement inférieur à 1 mm et, de préférence, compris entre  $10^{-5}$  et 0,1 mm et, dont la longueur est supérieure à 0,5 mm et, de préférence comprise entre 1 et 20 mm.

De préférence, ces fibres de carbone ou de graphite présentent une distribution de longueurs monodispersée, c'est-à-dire une distribution de longueurs telles que la longueur d'au moins 80 % et, avantageusement d'au moins 90 %, des fibres correspond à la longueur moyenne des fibres à  $\pm 20$  % près et, de préférence à  $\pm 10$  % près. Lorsqu'elles sont présentes, ces fibres de carbone représentent avantageusement au maximum 10 % en poids de l'ensemble des fibres.

Les fibres de titanate sont des matériaux fibreux connus en eux-mêmes. Ainsi les fibres de titanate de potassium sont disponibles dans le commerce. D'autres fibres dérivant de l'octatitanate de potassium  $\text{K}_2\text{Ti}_8\text{O}_{17}$  par remplacement partiel des ions titane au degré d'oxydation 4 par des cations métalliques au degré d'oxydation II tels les cations magnésium et nickel, ou au degré d'oxydation III tels les cations fer ou chrome et par compensation de charge assurée par des ions alcalins tels les cations sodium et potassium, sont décrites dans la demande de brevet français n° 2 555 207.

D'autres fibres de titanates telles celles en tétratitanate de potassium ( $\text{K}_2\text{Ti}_4\text{O}_9$ ) ou en dérivant, peuvent être utilisées.

Si les fibres de titanates peuvent, sans inconvénients majeurs, représenter jusqu'à 80 % en poids du mélange de fibres utilisé, lorsqu'on recourt à des fibres de carbone ou de graphite il est préférable que leur proportion dans le mélange de fibres n'excède pas 10 % en poids.

Bien entendu des mélanges de fibres minérales différentes par leur nature peuvent être utilisés.

Les diaphragmes selon l'invention renferment également de 1 à 50 % en poids d'un gel d'oxohydroxyde d'au moins un métal des groupes IVA, IVB, VB et VIB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides. De préférence, la teneur en gel représente de 2 à 25 % en poids et, pour une  
5 meilleure réalisation, au moins 3 % en poids.

Le gel en cause est réparti uniformément tant à la surface des diaphragmes selon l'invention que dans leur épaisseur.

La teneur en gel, initialement imbibé de chlorure de sodium, d'hydroxyde de sodium et d'eau, est déterminée après contact à 85 °C avec une solution aqueuse à 140 g/l de soude et à 160 g/l de chlorure de sodium, suivi du refroidissement à 25 °C, du lavage à l'eau et du séchage pendant 24 heures à 100 °C.  
10

Parmi les métaux des groupes et séries de la classification périodique énumérés ci-avant on peut citer à titre d'exemples : le titane, le zirconium, le thorium, le cérium, l'étain, le tantale, le niobium, l'uranium, le chrome et le fer. Bien entendu des mélanges de tels métaux ou de tels métaux et des métaux alcalins tels le sodium ou le potassium peuvent être présents dans les diaphragmes selon l'invention.

De préférence, les diaphragmes selon l'invention renferment un gel d'oxohydroxyde d'au moins un  
15 métal des groupes IVA et IVB.

De préférence, ils renferment un gel d'oxohydroxyde de titane, de zirconium ou de cérium.

Les diaphragmes selon la présente invention ont été définis par leurs constituants essentiels. Il va de soi que ces matériaux peuvent renfermer divers autres additifs en quantité mineure n'excédant générale-  
20 ment pas 5 % en poids qui auront été ajoutés soit simultanément soit successivement au cours de l'une ou l'autre des phases de leur élaboration. Ainsi ils pourront renfermer des traces d'agents tensioactifs ou surfactifs, d'agents porogènes dont le rôle est de régler la porosité du diaphragme, et/ou d'épaississants, bien qu'en principe de tels agents soient décomposés ou éliminés lors de l'élaboration dudit diaphragme.

Les diaphragmes selon la présente invention présentent avantageusement un poids par unité de surface  
25 compris entre 0,4 et 3 kg/m<sup>2</sup> et, de préférence entre 0,7 et 1,9 kg/m<sup>2</sup>.

La présente invention a également pour objet l'association d'un élément cathodique composite et d'un diaphragme, décrit ci-avant.

Les éléments cathodiques (ou précathodiques) composites en cause résultent de l'association d'une cathode élémentaire constituée par une surface métallique fortement poreuse et d'une nappe fibreuse  
30 microporeuse renfermant une proportion notable de fibres conductrices de l'électricité, les fibres étant microconsolidées par un polymère fluoré.

Les éléments cathodiques (ou précathodiques) préférés dans le cadre de la présente invention renferment comme fibres conductrices de l'électricité des fibres de carbone ou de graphite. De préférence, ces fibres présentent une répartition des longueurs monodispersée.

Bien que le polymère fluoré, liant de la nappe précathodique puisse être choisi parmi les polymères fluorés définis en tête du présent mémoire, on recourt de préférence, au polytétrafluoroéthylène.  
35

Ces éléments cathodiques (ou précathodiques) composites sont décrits dans les demandes de brevet européen précédemment incorporées par référence.

Il va de soi, que l'association en cause est en quelque sorte un assemblage, d'une face vers l'autre de  
40 trois couches, à savoir la cathode élémentaire, une première nappe fibreuse renfermant les fibres conductrices de l'électricité, cette nappe présentant des propriétés intrinsèques décrites dans lesdites demandes de brevet européen, et le diaphragme, ledit assemblage constituant un ensemble cohérent.

Comme indiqué en tête du présent mémoire la présente invention a également pour objet un procédé de préparation des diaphragmes qui viennent d'être décrits.

Le procédé de préparation des diaphragmes en cause comprend essentiellement la succession  
45 d'étapes suivantes :

- a) la préparation en milieu essentiellement aqueux d'une dispersion comprenant les fibres, le liant à base de polymère fluoré sous forme de particules, au moins un précurseur d'oxohydroxyde d'au moins l'un des métaux des groupes IVA, IVB, VB et VIB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides, sous forme de particules et, le cas échéant des additifs,  
50
- b) le dépôt d'une nappe par filtration sous vide programmé de ladite dispersion à travers un matériau poreux,
- c) l'élimination du milieu liquide et, le cas échéant, le séchage de la nappe ainsi formée,
- d) le frittage de la nappe et,
- e) le traitement, le cas échéant, in-situ dans les conditions de l'électrolyse, par une solution aqueuse  
55 d'hydroxyde alcalin.

Par milieu essentiellement aqueux on entend un milieu ne renfermant pas d'autres composés organiques que les constituants précédemment énumérés et les additifs tels les tensioactifs, surfactifs et

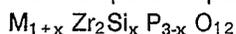
épaississants. Ainsi le milieu en cause ne renferme pas de solvant organique.

En effet, si la présence de solvants organiques n'est pas nuisible en elle-même, un avantage présenté tant par le présent procédé que par les diaphragmes selon l'invention réside dans le fait que la présence de solvants organiques n'est pas nécessaire à l'élaboration desdits diaphragmes et que, de ce fait, il n'est pas  
5 nécessaire de prévoir une étape supplémentaire d'évaporation dudit solvant.

Par précurseurs d'oxohydroxyde de l'un des métaux des groupes IVA, IVB, VB et VIB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides, on entend des sels desdits métaux, aussi peu solubles que possible dans l'eau dont l'anion est choisi dans le groupe comprenant les anions phosphate, pyrophosphate, hydrogénophosphate ou polyphosphate, substitué le cas échéant par un métal  
10 alcalin, et silicate.

A titre d'exemples de sels utilisables dans le cadre du présent procédé on peut citer :

- le phosphate de titane ( $\alpha$ -TiP)
- le phosphate de zirconium ( $\alpha$ -ZrP)
- le phosphate de cérium
- 15 -  $\text{Ti}(\text{NaPO}_4)_2$
- $\text{TiNaH}(\text{PO}_4)_2$
- $\text{TiP}_2\text{O}_7$
- $\text{TaH}(\text{PO}_4)_2$
- $\text{NbOPO}_4$
- 20 -  $\text{UO}_2\text{HPO}_4$
- $\text{Cr}_5(\text{P}_3\text{O}_{10})_3$
- $\text{Fe}_4(\text{P}_2\text{O}_7)_3$
- les composés répondant à la formule



25 dans laquelle :

- . M représente un atome de sodium ou de lithium
- . x est un nombre pouvant être nul et inférieur à 3

Ces précurseurs sont introduits sous forme de particules. Ils peuvent être introduits sous forme d'une poudre de granulométrie généralement inférieure à 500  $\mu\text{m}$  ou sous forme de fibres dont les dimensions  
30 sont généralement comprises entre 0,1 et 50  $\mu\text{m}$  pour le diamètre et entre 3  $\mu\text{m}$  et 5 mm pour la longueur.

Le liant à base de polymère fluoré se présente généralement sous forme de poudre sèche ou de dispersion aqueuse (latex) dont l'extrait sec représente de 30 à 80 % en poids.

Comme cela est bien connu de l'homme de l'art la dispersion ou suspension en cause est en général fortement diluée, la teneur en matières sèches (fibres, liant, précurseurs et additifs) représentant de l'ordre  
35 de 1 à 15 % du poids de l'ensemble pour en faciliter la manipulation à l'échelle industrielle.

Divers additifs peuvent également être introduits dans la dispersion en particulier des agents tensio-actifs ou surfactifs tel l'octoxynol (Triton X-100®), des agents porogènes tel la silice, des agents épaississants tels des polysaccharides naturels ou synthétiques.

Bien entendu la dispersion renfermera tous les constituants essentiels du diaphragme à l'exception du  
40 gel d'oxohydroxyde dont il a été question précédemment, mais des précurseurs du gel au sens indiqué ci-avant seront présents.

Les quantités relatives des constituants essentiels du diaphragme à introduire dans la dispersion sont aisément déterminables par l'homme de l'art compte-tenu du fait qu'elles sont sensiblement les mêmes que celles retrouvées dans le diaphragme lui-même, aux exceptions près du porogène qui est en principe  
45 éliminé par action, par exemple, de la soude électrolytique et du précurseur du gel d'oxohydroxyde. En effet le précurseur est transformé totalement en gel d'oxohydroxyde dont la partie "active", obtenue après lavage et séchage du gel, représente de 10 à 90 % en poids du précurseur introduit.

L'homme de l'art sera également à même de déterminer au moyen d'essais simples la quantité de matières sèches à disperser dans le milieu aqueux en fonction du taux d'arrêt observable sur le matériau  
50 poreux au travers duquel la dispersion est filtrée dans les conditions de vide programmé.

En général, l'extrait sec en suspension renferme comme constituants principaux :

- de 30 à 80 % en poids de fibres
- de 1 à 50 % en poids d'au moins un précurseur de gel d'oxohydroxyde
- de 5 à 35 % en poids de poudre de PTFE (liant) et,
- 55 - de 5 à 40 % en poids de silice.

Pour une bonne mise en oeuvre de la présente invention la teneur en poudre de PTFE représente de 5 à 40 % en poids de l'ensemble (poudre de PTFE + fibres). Pour une bonne mise en oeuvre de la présente invention la teneur en poids d'au moins un précurseur de gel d'oxohydroxyde dans ledit extrait sec sera

comprise entre 5 et 40 %.

La nappe est alors formée par filtration sous vide programmé, de la dispersion à travers un matériau poreux telles des toiles ou des grilles dont le vide de maille, les perforations ou la porosité peut-être compris entre 1  $\mu\text{m}$  et 2 mm.

5 Le programme de vide peut être continu ou par paliers, de la pression atmosphérique à la pression finale (0,01 à 0,5 bar absolu)

Après élimination du milieu liquide et, le cas échéant le séchage de la nappe ainsi formée, l'ensemble est fritté.

10 Le frittage est réalisé de manière en elle-même connue à une température supérieure au point de fusion ou de ramollissement du polymère fluoré, liant de ladite nappe. Cette étape qui permet la consolidation de la nappe, est alors suivie d'une étape de traitement par lequel la nappe est mise en contact avec une solution aqueuse d'hydroxyde alcalin, et plus particulièrement avec une solution de soude électrolytique.

15 Cette mise en contact peut être réalisée in-situ c'est-à-dire lors de la mise en place de la nappe consolidée dans la cellule d'électrolyse, au contact de la solution de soude électrolytique.

Le traitement est avantageusement réalisé au contact d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium dont la concentration est comprise entre 40 et 200 g/l et à une température comprise entre 20 et 95 °C.

20 Les précurseurs du gel d'oxohydroxyde, définis précédemment sont susceptibles de subir diverses transformations au cours des diverses opérations d'élaboration du diaphragme, et notamment une transformation non destructive lors de l'opération de frittage, c'est-à-dire conduisant uniquement à des pertes de molécules d'eau d'hydratation ou de constitution ; ils seront transformés par l'étape de traitement précitée en un gel frais d'oxohydroxyde du métal concerné, imprégné d'électrolyte et d'eau.

Les propriétés d'un tel diaphragme sont notablement améliorées.

Par ailleurs le recours à des précurseurs sous forme de poudre facilite grandement la mise en oeuvre.

25 Selon une variante avantageuse de mise en oeuvre du présent procédé la filtration de la dispersion ou suspension est réalisée à travers un élément cathodique (ou précathodique) au sens indiqué dans le présent mémoire.

Par la mise en oeuvre d'une telle variante il est possible de réaliser une association diaphragme - élément précathodique.

30 Une telle association, présente des propriétés remarquables de cohérence, couplant les avantages procurés par l'élément précathodique et les diaphragmes selon l'invention.

L'invention a également pour objet un procédé de préparation de telles associations comprenant essentiellement la succession d'étapes suivantes :

35 a) le dépôt d'une nappe précathodique par filtration sous vide programmé d'une dispersion en milieu essentiellement aqueux de fibres, de liant sous forme de particules et, le cas échéant d'additifs, à travers une cathode élémentaire constituée d'une surface métallique présentant un vide de maille ou des perforations compris entre 20 et 5 mm,

b) l'élimination du milieu liquide et, le cas échéant, le séchage de la nappe ainsi formée,

40 c) la filtration sous vide programmé, à travers la nappe précathodique, d'une dispersion en milieu essentiellement aqueux de fibres, de liant à base d'un polymère fluoré sous forme de particules, au moins un précurseur d'oxohydroxyde de l'un au moins des métaux des groupes IVA, IVB, VB et VIB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides, sous forme de particules, et, le cas échéant des additifs,

d) l'élimination du milieu liquide et, le cas échéant, le séchage de la nappe ainsi formée,

45 e) le frittage de l'ensemble et,

f) le traitement, le cas échéant in-situ dans les conditions de l'électrolyse, par une solution aqueuse d'hydroxyde alcalin.

50 Un tel procédé présente l'avantage de contribuer à l'élaboration d'associations de forte cohésion. Un autre avantage réside dans sa grande simplicité de mise en oeuvre du fait qu'une seule étape de frittage est suffisante pour élaborer des associations de forte cohésion et du fait qu'une seule étape permet d'éliminer les porogènes, tant de la nappe précathodique que du diaphragme, et de donner naissance au gel frais d'oxohydroxyde du métal en cause.

Selon une variante avantageuse dudit procédé on utilise comme liant de la nappe précathodique et du diaphragme, du PTFE.

55 Les exemples ci-après illustrent la présente invention.

#### EXEMPLES :

On prépare une suspension sous agitation de :

A - eau adoucie, dont la quantité est calculée pour obtenir environ 4 litres de suspension

B - 100 g de fibres d'amiante chrysotile de diamètre 200 Angström et de moins d'1 mm de longueur.

C - 1,2 g d'octoxynol sous forme d'une solution dans l'eau à 40 g/l.

5 On agite 30 mn puis on ajoute successivement les divers ingrédients suivants sous agitation :

D - 25 g de PTFE sous forme de latex à environ 65 % en poids d'extrait sec

E - 30 g de silice précipitée sous forme de particules de granulométrie moyenne de 3  $\mu\text{m}$  et dont la surface B.E.T. est de 250  $\text{m}^2/\text{g}$ .

10 F - le cas échéant, X g de poudre de phosphate de titane ( $\alpha\text{-TiP}$ ), de phosphate de zirconium ( $\alpha\text{-ZrP}$ ) ou de phosphate de cérium (CeP)

G - 1,5 g de gomme xanthane.

On agite durant 30 mn.

Le volume total d'eau est calculé de manière à ce que le pourcentage pondéral de matière sèche (B + D + E + F)/A soit d'environ 4,5 %.

15 On abandonne la solution pendant 48 heures

On prélève le volume de solution requis de manière à ce qu'il contienne la quantité d'extrait sec que l'on compte déposer pour former le diaphragme (de l'ordre de 1,3  $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

La suspension est réagitée pendant 30 mn avant utilisation.

20 La filtration est conduite sous vide programmé sur cathode volumique (préparée au préalable selon l'exemple 7 de la demande de brevet européen n° 296 076) comme suit :

. 1 mn à un vide -5 à -10 mbar de pression relative par rapport à la pression atmosphérique

. montée du vide à raison de 50 mbar/mn

. essorage de 15 mn au vide maximum (environ -800 mbar de pression relative par rapport à la pression atmosphérique)

25 Le composite est alors fritté après séchage éventuel à 100 °C et/ou stabilisation intermédiaire de la température, en portant l'ensemble cathodique et le diaphragme à 350 °C pendant 7 mn.

On a alors évalué les performances des divers matériaux composites, dont la fabrication vient d'être décrite, dans une cellule d'électrolyse qui présente les caractéristiques suivantes et dont les conditions de fonctionnement sont indiquées ci-après :

30 . Anode en titane déployé, laminé, revêtu de  $\text{TiO}_2\text{-RuO}_2$

. élément cathodique en acier doux tressé et laminé ; fils de 2 mm, maille de 2 mm recouvert de la nappe précathodique et du diaphragme.

. Distance anode-élément cathodique : 6 mm

. Surface active de l'électrolyseur : 0,5  $\text{dm}^2$

35 . Cellule assemblée selon le type filtre-presse

. Densité de courant : 25  $\text{Adm}^{-2}$

. Température : 85 °C

. Fonctionnement à chlorure anodique constant : 4,8  $\text{mole}\cdot\text{l}^{-1}$

. Titre de la soude électrolytique : 120 ou 200 g/l

40 Les conditions particulières et les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau ci-après :

. RF : rendement Faraday

.  $\Delta U$  : tension aux bornes de l'électrolyseur sous la densité de courant spécifiée.

. performance ( $\text{kwh}/\text{TCI}_2$ ) = consommation énergétique du système en kilowattheure par tonne de chlore produit.

45

50

55

Ex N°	Nature Phosphate	Quantité X(g)	Poids déposé 1g/m <sup>2</sup>	Δ U volts	RF (%)	Concentration NaOH g/l	Performance kwh/TCI <sub>2</sub>
5	-	0	1,25	3,13	96,5	120	2450
					85	200	2785
2	α-TiP	10	1,31	3,18	88,5	200	2715
10	α-TiP	25	1,30	3,13	98,5	120	2400
					90	200	2630
4	α-TiP	35	1,21	3,35	91	200	2785
5	α-ZrP	15	1,25	3,08	86,5	200	2690
15	CeP	15	1,34	3,20	90	200	2690

20

**Revendications**

- 1° - Diaphragme microporeux susceptible d'être formé in-situ par voie humide comprenant une nappe fibreuse, à base d'amiante, dont les fibres sont microconsolidées par un polymère fluoré, l'ensemble étant fritté, ladite nappe renfermant essentiellement :
- de 3 à 35 % en poids de polymère fluoré, liant des fibres,
  - de 1 à 50 % en poids d'un gel d'oxohydroxyde d'au moins un métal des groupes IVA, IVB, VB et VIB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides,
  - de 20 à 95 % en poids de fibres, les fibres d'amiante représentant au moins 1 % en poids desdites fibres.
- 2° - Diaphragme selon la revendication 1, caractérisé en ce que les fibres d'amiante représentent au moins 40 % en poids de l'ensemble des fibres.
- 3° - Diaphragme selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il renferme un gel d'oxohydroxyde d'au moins un métal des groupes IVA et IVB.
- 4° - Diaphragme selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce qu'il renferme un gel d'oxohydroxyde de titane, de zirconium ou de cérium.
- 5° - Diaphragme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le polymère fluoré, liant des fibres, est le polytétrafluoroéthylène.
- 6° - Diaphragme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le liant représente de 5 à 40 % en poids dans le sous ensemble (fibres + liant).
- 7° - Diaphragme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la proportion de gel d'oxohydroxyde est comprise entre 1 et 25 % en poids.
- 8° - Diaphragme selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la proportion de gel d'oxohydroxyde est supérieure à 3 % en poids.
- 9° - Association d'un élément cathodique composite et d'un diaphragme selon l'une quelconque des revendications précédentes.
- 10° - Association selon la revendication 9, caractérisée en ce que l'élément cathodique résulte de l'association d'une cathode élémentaire constituée par une surface métallique fortement poreuse et d'une nappe fibreuse microporeuse renfermant une proportion notable de fibres conductrices de l'électricité, les fibres étant microconsolidées par une polymère fluoré.
- 11° - Association selon la revendication 10, caractérisée en ce que l'élément cathodique composite renferme comme fibres conductrices de l'électricité des fibres de carbone ou de graphite dont la répartition de longueurs est monodispersée.
- 12° - Association selon la revendication 10 ou 11, caractérisée en ce que le polymère fluoré constituant le liant des fibres tant du diaphragme que de la nappe précathodique est le polytétrafluoroéthylène.
- 13° - Procédé de préparation d'un diaphragme selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend essentiellement la succession d'étapes suivantes :
- a) la préparation en milieu essentiellement aqueux d'une dispersion comprenant les fibres, le liant à base de polymère fluoré sous forme de particules, au moins un précurseur d'oxohydroxyde de l'un des

métaux des groupes IVA, IVB, VB et VIB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides, sous forme de particules et, le cas échéant des additifs,

b) le dépôt d'une nappe par filtration sous vide programmé de ladite dispersion à travers un matériau poreux

5 c) l'élimination du milieu liquide et, le cas échéant, le séchage de la nappe ainsi formée,

d) le frittage de la nappe et,

e) le traitement, le cas échéant, in-situ dans les conditions de l'électrolyse, par une solution aqueuse d'hydroxyde alcalin.

14° - Procédé de préparation d'une association selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend essentiellement la succession d'étapes suivantes :

10 a) le dépôt d'une nappe précathodique par filtration sous vide programmé d'une dispersion en milieu essentiellement aqueux de fibres, de liant sous forme de particules et, le cas échéant d'additifs, à travers une cathode élémentaire constituée d'une surface métallique présentant un vide de maille ou des perforations compris entre 20  $\mu$ m et 5 mm,

15 b) l'élimination du milieu liquide et, le cas échéant, le séchage de la nappe ainsi formée,

c) la filtration sous vide programmé, à travers la nappe précathodique, d'une dispersion en milieu essentiellement aqueux de fibres, de liant à base d'un polymère fluoré sous forme de particules, d'au moins un précurseur d'oxohydroxyde d'au moins l'un des métaux des groupes IVA, IVB, VB et VIB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides, sous forme de particules, et, le cas échéant des additifs,

20 d) l'élimination du milieu liquide et, le cas échéant, le séchage de la nappe ainsi formée,

e) le frittage de l'ensemble et,

f) le traitement, le cas échéant in-situ dans les conditions de l'électrolyse, par une solution aqueuse d'hydroxyde alcalin.

25 15° - Procédé selon la revendication 13 ou 14 caractérisé en ce que le précurseur d'oxohydroxyde est choisi parmi les sels des métaux des groupes IVA, IVB, VB et VIB de la classification périodique ou des séries des lanthanides et des actinides, aussi peu solubles que possible dans l'eau dont l'anion est choisi parmi les anions phosphate, pyrophosphate, hydrogénophosphate ou polyphosphate, substitué le cas échéant par un métal alcalin, et silicate.

30 16° - Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que le précurseur est  $1'\alpha$  - TiP,  $1'\alpha$  - Zrp ou le CeP.

17° - Procédé selon l'une quelconque des revendications 13 à 16 caractérisé en ce que l'extrait sec de la suspension destinée au dépôt du diaphragme renferme comme constituants principaux :

- de 30 à 80 % en poids de fibres

35 - de 1 à 50 % en poids d'au moins un précurseur de gel d'oxohydroxyde

- de 5 à 35 % en poids de poudre de PTFE (liant) et,

- de 5 à 40 % en poids de silice.

18° - Procédé selon l'une quelconque des revendications 14 à 17 caractérisé en ce que le liant de la nappe précathodique et du diaphragme est du polytétrafluoroéthylène.

40

45

50

55



<b>DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
Y	US-A-4 447 566 (L.W. HRUSKA) * Colonnes 7,8; exemple 1; colonne 12; revendications * - - -	1-6,8,9, 13,15	C 25 B 13/04
Y	FR-A-2 495 195 (DIAMOND SHAMROCK CORP.) * Page 6, lignes 11-25; page 12, lignes 3-16; page 29, revendications 1,2 * - - -	1-6,8,9, 13,15	
D,A	EP-A-0 214 066 (RHONE-POULENC-CHIMIE DE BASE) * Page 1, lignes 14-17; page 10, revendications 1-4 * - - - - -	10,11,12	
			<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)</b>
			C 25 B 13
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche <b>La Haye</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>12 novembre 90</b>	Examineur <b>GROSEILLER PH.A.</b>
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> 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 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	