

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

⑪ N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 518 421

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑯

N° 81 24343

⑤

Empotage de membranes plastifiées, thermosensibles.

⑥

**Classification internationale (Int. Cl.º). B 01 D 13/00; C 09 J 3/16; C 09 K 3/10//
C 08 L 63/00, 75/04.**

⑦

Date de dépôt..... 23 décembre 1981.

⑧ ⑨ ⑩

Priorité revendiquée :

⑪

**Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 25 du 24-6-1983.**

⑫

Déposant : HOSPAL-SODIP SA. — FR.

⑬

Invention de : Marc Robert.

⑭

Titulaire : *Idem* ⑫

⑮

**Mandataire : Jacques Gauckler, Centre de Recherches de Saint-Fons,
Service Brevets Hospital, BP 62, 69190 Saint-Fons.**

EMPOTAGE DE MEMBRANES PLASTIFIEES, THERMOSENSIBLES

La présente invention concerne des dispositifs de séparation et/ou d'échanges à membrane généralement semi-perméable, pour le 05 traitement de liquides biologiques, notamment de sang, dans lesquels de nouvelles compositions adhésives sont employées pour assurer l'étanchéité, d'une part entre les extrémités de cette membrane et d'autre part entre la membrane et le boitier de contention.

Elle concerne plus spécialement de tels dispositifs dans 10 lesquels les membranes sont imprégnées d'eau et/ou d'un composé hygroscopique tel que la glycérine et sont en outre thermosensibles.

Ces dispositifs sont notamment utilisés comme hémodialyseurs, hémofiltres, échangeurs de chaleur, oxygénateurs de sang, filtres à sang et appareils de traitement de sang par 15 plasmaphérèse.

Les membranes peuvent être utilisées sous diverses formes, planes, tubulaires, ou sous forme de fibres creuses. On sait généralement coller ou empoter leurs extrémités de manière relativement satisfaisante, lorsqu'elles sont, au moins, localement, sèches ou 20 seulement humides.

Mais on s'est rendu compte d'une part, que l'amélioration recherchée des capacités d'ultrafiltration de ces membranes et de leur perméabilité à des substances de poids moléculaire plus élevés correspondaient à une porosité accrue, et d'autre part, que de telles 25 membranes ne conservaient généralement leurs remarquables propriétés que si elles restaient en permanence imprégnées par exemple d'eau et/ou d'un composé hygroscopique tel que la glycérine; Cf par exemple le brevet français n° 70/32 762 pour les membranes planes et le brevet français n° 72/32 285 pour les fibres creuses. On se heurte alors au 30 problème de coller ou d'empoter de telles membranes, généralement thermosensibles, alors qu'elles sont fortement imprégnées d'eau et/ou de glycérine.

En effet, les contraintes exigées sont particulièrement sévères, une composition adhésive devant satisfaire simultanément aux 35 conditions suivantes, quelle que soit la forme de la membrane :

- a) procurer et conserver une excellente adhérence sur des surfaces fortement imprégnées d'eau et/ou d'un composé hygroscopique tel que la glycérine,
- b) avoir une durée de réticulation généralement inférieure à 1 heure 30 et ceci à une température inférieure à 70° C et de préférence inférieure à 55° C, pour ne pas endommager la membrane,
- c) avoir une excellente stabilité chimique et dimensionnelle: notamment pas de retrait,
- d) être hémocompatible et satisfaire à des critères sévères de non toxicité.

En outre, pour des dispositifs munis de fibres creuses, des contraintes supplémentaires sont imposées : la composition adhésive doit en effet de plus :

- e) présenter une structure homogène : être notamment exempt de bulles et être de préférence incolore,
- f) présenter lors de sa mise en oeuvre une viscosité relativement basse à température ambiante, comprise généralement entre 10 et 150 poises et de préférence entre 30 et 100 poises, pour pouvoir enrober totalement chaque fibre creuse,
- g) enfin, avoir, après réticulation, une dureté shore D comprise entre 30 et 80 et de préférence entre 40 et 70, pour permettre une ouverture nette de l'extrémité des fibres creuses par tranchage, sans écrasement ni écaillage.

Un objet de la présente invention est un dispositif à membrane semi-perméable, notamment pour traiter du sang, à l'intérieur duquel les étanchéités sont obtenues grâce à une composition adhésive satisfaisant à l'ensemble des conditions énoncées ci-dessus.

Un autre objet de la présente invention est un procédé simple, fiable et économique permettant la mise en oeuvre de ladite composition adhésive.

D'autres objets de la présente invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre.

Il a maintenant été trouvé, et ceci fait l'objet de la présente invention à la réalisation de laquelle a participé Monsieur Marc ROBERT, un dispositif de séparation et/ou d'échanges pour

le traitement de liquides biologiques, comportant une membrane généralement sélectivement perméable à l'intérieur d'un boitier, caractérisé en ce que, ladite membrane étant thermosensible et au moins superficiellement imprégnée d'eau et/ou d'un composé hygroscopique,

05 l'étanchéité entre les extrémités adjacentes de ladite membrane et/ou entre l'extrémité de ladite membrane et une partie dudit boitier est effectuée, au moins partiellement, à l'aide d'une composition adhésive comportant au moins :

- un composé époxyde,
- 10 - un composé polyuréthane,
- un agent de réticulation dudit composé époxyde.

La présente invention concerne des dispositifs de séparation et/ou d'échanges de matières et/ou de calories de tout type connu en soi et dont une membrane est l'élément essentiel. De tels dispositifs 15 sont utilisés pour le traitement de liquides biologiques, notamment de sang.

Par dispositif de séparation on entend un dispositif dans lequel le fluide traité est séparé par la membrane en au moins deux de ses composants : c'est le cas par exemple d'un ultrafiltre pour le 20 sang. Par dispositif d'échanges, on entend un dispositif séparé schématiquement par la membrane en deux compartiments parcourus, l'un par le fluide traité (le sang par exemple) et l'autre, généralement à contre-courant, par un autre fluide, par exemple un liquide de dialyse dans le cas d'un hémodialyseur.

25 Bien que la membrane puisse être imperméable aux fluides dans le cas d'un échangeur de chaleur, elle est généralement sélectivement perméable, par exemple dans le cas de l'hémodialyse ou de l'hémofiltration. Elle peut aussi être microporeuse dans le cas d'oxygénéation du sang ou de traitement du sang par plasmaphérèse.

30 De manière connue en soi, la membrane est disposée à l'intérieur d'un boitier et les différents compartiments d'un tel dispositif sont disposés de part et d'autre de zones de scellements étanches effectués soit entre des extrémités de la membrane et des parties internes du boitier, soit entre des extrémités de la membrane 35 elle-même.

La présente invention s'applique à des dispositifs munis de membrane de type plane, celle-ci pouvant être, soit pliée en accordéon autour d'intercalaires superposés, soit découpée en éléments disposés entre et/ou autour d'intercalaires superposés. Elle s'applique 05 également à des dispositifs munis de membrane de type tubulaire aplatie; celle-ci peut être roulée en spirale par exemple autour d'un mandrin pour constituer un dispositif du type bobiné.

Mais elle est particulièrement intéressante pour des dispositifs munis de membrane constituée par une pluralité de fines 10 fibres creuses, généralement groupées en faisceau. En effet, c'est avec ce type de dispositif que les problèmes d'étanchéité sont les plus délicats à résoudre et, sans que l'invention ne soit nullement limitée à ce mode de réalisation particulier, c'est pour simplifier la description, qu'il sera par la suite essentiellement fait référence à 15 ce type de dispositif.

La présente invention concerne des dispositifs munis de membranes généralement thermosensibles, c'est-à-dire qui risquent d'être endommagées par des températures excessives, soit en intensité soit en durée. C'est ainsi que l'invention convient particulièrement 20 bien pour coller ou empoter des membranes qui ne doivent pas être soumises à des températures dépassant 70° C et de préférence 55° C pendant le temps de la réticulation, c'est-à-dire au plus égal à 1 heure 30 et de préférence à 1 heure.

La présente invention concerne des dispositifs dont la 25 membrane est au moins superficiellement imprégnée d'eau et/ou d'un composé hygroscopique tel que la glycérine. On sait en effet que, pour le traitement de liquides biologiques, notamment de sang, on est conduit à utiliser des membranes qui, pour offrir des taux d'ultrafiltration et de perméabilité améliorés, et pour conserver leurs 30 propriétés mécaniques et notamment leur souplesse initiale, peuvent être imprégnées, généralement à coeur et de façon homogène, mais parfois aussi en surface seulement, de matières telles que l'eau et/ou la glycérine, en quantités suffisantes.

L'eau emplit notamment les pores qui contribuent à donner à 35 la membrane ses caractéristiques de taux d'ultrafiltration et de taux

de perméabilité aux impuretés à éliminer dont les poids moléculaires peuvent être compris dans une gamme prédéterminée.

Le taux de polymère entrant dans la composition de la membrane est généralement compris entre 15 % et 70 % et de préférence 05 entre 20 % et 50 %. La différence pouvant être constituée notamment par l'eau et/ou par un composé hygroscopique.

Le taux d'imprégnation en eau de la membrane est généralement compris entre des traces et 80 % et de préférence entre 5 % et 55 %. Le taux d'imprégnation en composé hygroscopique de la 10 membrane est généralement compris entre des traces et 80 % et de préférence entre 10 % et 65 %.

Pour conserver une bonne étanchéité, on a trouvé avantageux que dans la membrane le rapport d'eau et de composé hygroscopique soit stable, afin qu'il n'y ait pas migration de ces constituants, par 15 exemple exsudation d'eau hors de la membrane, soit par suite de variations de conditions hygrométriques, soit lors de l'application de l'adhésif. Ainsi, avec des membranes en copolymères d'acrylonitrile, le rapport entre les poids respectifs de glycérine et d'eau est avantageusement d'environ 70 % et 30 %.

20 La présente invention s'applique notamment à des membranes de structure homogène, dites symétriques, c'est-à-dire présentant une microporosité uniforme et par exemple dépourvue de peau .

Avec des membranes en copolymères d'acrylonitrile, le taux de polymère est généralement compris entre 20 et 40 %, le taux 25 d'imprégnation en eau est généralement compris entre 5 et 20 % et le taux d'imprégnation en glycérine est généralement compris entre 55 % et 65 %.

30 Comme composé hygroscopique, autre que la glycérine, on peut employer par exemple et d'une manière non limitative : l'urée et les produits non toxiques dans les classes suivantes : les glycols, les polyoxyéthylèneglycols, les alcools, les polyols, les glycérides, les éthers de glycol, les dextrans, les xanthanes (polymères hydrosolubles) et d'une manière générale les solvants lourds de l'eau.

35 Compte tenu des multiples efforts restés jusqu'ici infructueux pour trouver une composition adhésive qui satisfasse à

l'ensemble des conditions énoncées précédemment pour des membranes existant depuis plusieurs années; compte tenu aussi des résultats négatifs obtenus jusqu'à présent avec des élastomères silicones, des résines époxydes, des polyuréthanes associés ou non à des groupes 05 époxydes, même lorsqu'ils étaient réputés peu sensibles à l'eau, il était tout à fait inattendu de trouver des compositions adhésives qui permettent enfin d'obtenir satisfaction.

Les compositions adhésives qui conviennent à l'application particulière envisagée selon la présente invention comportent au moins :

- 10 - un composé époxyde,
 - un composé polyuréthane,
 - un agent de réticulation du composé époxyde.

On a trouvé que la combinaison de ces trois éléments est nécessaire pour obtenir une composition adhésive qui satisfasse aux 15 conditions énoncées précédemment.

Le composé époxyde, généralement une résine époxyde a pour fonction essentielle d'assurer une bonne adhérence de l'adhésif sur un support humide et glycériné. Le composé polyuréthane a pour fonction essentielle d'apporter à l'adhésif la flexibilité nécessaire après 20 réticulation de la résine époxyde. Il peut intervenir en outre en tant que constituant de l'agent de réticulation.

On ne fabrique l'adhésif généralement que juste avant sa mise en oeuvre et il est nettement plus simple et donc préférable pour cela de n'avoir à mélanger que deux composants.

25 On peut ainsi avantageusement obtenir un premier composant en mélangeant préalablement le composé polyuréthane et un agent de réticulation de la résine époxyde auquel on peut le cas échéant, ajouter d'autres constituants tels que des diluants, des plastifiants ou des accélérateurs de la réticulation de la résine époxyde. La 30 stabilité d'un tel mélange permet généralement d'assurer son stockage et son transport.

Lors de la mise en oeuvre de l'adhésif, il suffit de mélanger le deuxième composant constitué par la résine époxyde au mélange préalable ainsi obtenu, dans les conditions qui seront 35 précisées plus loin.

Les composés époxydes contiennent un et généralement plusieurs groupes époxydes par molécule. Ils peuvent consister en éthers glycidyliques de polyols, tels que la glycérine, le diphénololpropane hydrogéné, ou de polyphénols tels que le résorcinol, 05 le diphénololpropane ou des condensats phénol-aldehydes. On peut également utiliser les esters glycidyliques d'acides polycarboxyliques comme l'acide hexahydrophthalique ou des acides gras dimérisés.

On préfère toutefois les résines époxydiques liquides à base d'épichlorhydrine et de diphénololpropane, notamment avec un poids 10 moléculaire de 340 à 450.

Le cas échéant, on peut abaisser la viscosité des mélanges et ainsi faciliter leur mise en oeuvre à l'aide de composés époxydes monofonctionnels.

On peut ainsi utiliser par exemple des éthers glycidyliques 15 aliphatiques et aromatiques comme l'oxyde de butyle et de glycidyle, l'oxyde de phényle et de glycidyle, ou des esters glycidylique comme l'acrylate de glycidyle ou encore des époxydes comme l'oxyde de styrène.

Dans le même but on peut aussi et le cas échéant, en combinaison, utiliser des diluants réactifs tels que des agents avec un 20 groupe aminé de faible réactivité et de faible viscosité, et/ou ajouter des diluants non réactifs tels que des phtalates, par exemple le dioctylphthalate. Cependant, on est limité dans cette voie car la présence de plastifiants diminue généralement l'adhérence de l'adhésif.

Le composé polyuréthane est avantageusement constitué par un 25 polyuréthane bloqué prépolymérisé qui ne dispose plus de groupes isocyanates libres, afin d'éviter tout dégagement gazeux en présence d'humidité, notamment au contact de la membrane, dégagement gazeux qui serait susceptible de former des bulles.

Ces composés polyuréthanes portent de préférence des groupes 30 amines en position terminale; ils sont obtenus par réaction de pré-adducts d'isocyanates avec des cétimines ou des énamines contenant des groupes hydroxyles.

Les pré-adducts d'isocyanates sont eux-mêmes obtenus par réaction de polyalkylène-éther-polyols linéaires ou ramifiés, de 35 préférence des polyoxydes de propylène, par exemple le polypropylène

glycol, avec des di- ou des polyisocyanates.

Parmi les di- ou polyisocyanates, on préfère utiliser les diisocyanates aliphatiques ou cycloaliphatiques, comme le diisocyanate d'hexaméthylène et le diisocyanate d'isophorone.

05 Pour la préparation des pré-adducts, on mélange les polyalkylène-éther-polyols et les diisocyanates en quantités correspondant à un rapport NCO/OH de 1,5 à 2,5 : 1 et de préférence de 2 : 1.

Après addition d'un catalyseur approprié, par exemple du dilaurate de dibutyle-étain en proportions de 0,1 %, on chauffe pendant quelques heures à une température de 50 à 100° C jusqu'à ce que la teneur en isocyanate déterminée par analyse coïncide pratiquement avec la valeur calculée.

Les cétilamines ou énamines portant des groupes hydroxyle et convenant à l'utilisation selon l'invention sont obtenues par des moyens connus. On mélange les pré-adducts d'isocyanates avec les énamines ou cétilamines portant des groupes hydroxyles, à froid, dans un rapport NCO/OH de 1 : 1 et on agite jusqu'à ce que le spectre infrarouge ne contienne plus la raie des groupes NCO.

20 Les polyéther-uréthannes portant des groupes terminaux amines peuvent donner des mélanges stables à la conservation avec des durcisseurs aminés à bas poids moléculaires usuels du commerce portant au moins deux liaisons hydrogène d'amines réactives. L'adjonction de ces durcisseurs provoque une diminution importante de la viscosité des polyéther-uréthannes et une augmentation de la réactivité lors d'une réaction avec des résines époxydes.

Le nombre de durcisseurs aminés présentant des fonctionnalités et des viscosités différentes qu'on peut utiliser permet une grande souplesse d'emploi.

30 Parmi ces durcisseurs aminés de type usuel, on peut citer des amines aliphatiques, par exemple des polyéthylène-polyamines et des polypropylène-polyamines, entre autres la diéthylène triamine et la dipropylène triamine; des diamines cycloaliphatiques; des amines hétérocycliques comme la pipérazine; des polyéther-amines à longue chaîne; des amines aromatiques; des poly amido-amines dérivées d'acides

gras naturels ou synthétiques et de polyamines; des adducts aminés; des condensats phénol-aldéhydamines.

Pour la préparation de mélanges à un composant avec des résines époxydes, on peut combiner également des composés libérant une 05 amine, par exemple des cétilamines ou des énamines, avec des polyéther-uréthannes portant des groupes terminaux cétilamines ou énamines.

Les durcisseurs aminés peuvent être combinés de manière connue en soi avec des régulateurs de viscosité, des accélérateurs tels 10 que des amines tertiaires, du phosphite de triphényle, des alkylphénols, ou avec des durcisseurs rapides tels que des bases de MANNICH. Les résines époxydes peuvent être durcies à chaud ou à froid à l'aide de ces durcisseurs ou mélanges de durcisseurs.

Selon la présente invention, la mise en oeuvre de l'adhésif 15 s'effectue, d'une manière générale, en procédant successivement aux principales opérations suivantes :

- le cas échéant chauffage préalable de un ou plusieurs des composants de l'adhésif, pour obtenir une viscosité suffisamment basse,
- 20 - mélange des composants pour obtenir l'adhésif souhaité,
- introduction de l'adhésif à l'état fluide dans la zone à empoter, au contact de la membrane à sceller,
- réticulation et moulage de l'adhésif,
- découpe, ébavurage ou tranchage éventuel de l'adhésif 25 moulé au contact de la membrane.

EXEMPLE

Pour la fabrication d'un hémodialyseur, on dispose d'un faisceau de 8000 fibres creuses de diamètre extérieur 350 μ , du type décrit dans le brevet français n° 72/32.285, dont la composition en 30 poids est la suivante :

- copolymères d'acrylonitrile et de méthallylsulfonate de sodium 29 %
- glycérine 59 %
- eau 12 %

35 Pour lier de manière étanche ces fibres creuses à leurs extrémités, on

utilise un adhésif constitué des deux composants suivants :

Le premier composant est une résine époxyde liquide constituée d'éther diglycidique de bisphénol A et de bisphénol F, de viscosité comprise entre 65 et 90 poises à 25° C, de densité à 20° C : 05 1,17 g/cm³. Cette résine offre une valeur époxyde comprise entre 0,52 et 0,55 et un poids équivalent époxy de 182 à 192.

Le second composant est constitué par le mélange préalable de :

- a) un polyuréthane aminé de faible réactivité constitué par un mélange 10 de tri-diméthylaminométhyl-2-4-6 phénol, et de polyétheruréthane obtenu à partir de polypropyléneglycol et d'isophorone diisocyanate, de viscosité à 25° C environ 200 poises et de densité à 20° C : 1,02 g/cm³. Il offre un indice d'amine d'environ 70 et un poids équivalent H/amine d'environ 890.
- 15 b) comme accélérateur, un durcisseur polyamine modifié, constitué par un mélange de m-xylylénediamine et de bisphénol A, à forte réactivité, de viscosité 4 poises environ à 25° C et de densité 1,01 g/cm³. Il offre un indice d'amine d'environ 392 et un équivalent H actif de 76.

20 On effectue les mélanges à raison de 100 g de résine époxyde pour 113 g de polyuréthane aminé et 30 g de durcisseur polyamine modifié.

Parallèlement on coupe le faisceau de fibres creuses à la longueur désirée. On place ce faisceau dans une coquille en 25 polycarbonate, de forme générale cylindrique qui constituera un élément de la contention définitive d'un hémodialyseur. On fixe à chaque extrémité de la coquille un bouchon provisoire destiné à contenir l'adhésif d'empotage. Chaque bouchon est relié à un mélangeur contenant l'adhésif résultant du mélange des deux composants. Ceux-ci 30 sont préalablement chauffés à 50° C puis simultanément introduits dans l'édit mélangeur.

L'ensemble est monté sur un dispositif centrifugeur tournant à 500 tours/minute. Sous l'action combinée de la gravité et de l'effet centrifuge, l'adhésif, maintenu à une température de 40° C 35 correspondant à une viscosité de 35 poises, s'écoule vers les

11

extrémités du faisceau de fibres creuses en s'infiltrant entre les fibres creuses, jusqu'aux bouchons provisoires. Une heure plus tard la réticulation de la résine époxyde est sensiblement achevée, on arrête le dispositif centrifuge et on retire les bouchons pour procéder au

05 tranchage, à l'aide d'un microtome, de l'extrémité des plaques tubulaires d'étanchéité ainsi obtenues et ouvrir l'extrémité des fibres creuses. On remplace ensuite les bouchons par des capuchons définitifs portant les orifices pour respectivement l'entrée et la sortie du sang.

A l'état final, l'adhésif forme des plaques lisses, 10 parfaitement étanches, exemptes de bulles, ayant une légère coloration jaune, de dureté shore 50 D, non toxiques et hémocompatibles.

15

20

25

30

35

REVENDICATIONS

- 1°) Dispositif de séparation et/ou d'échanges pour le traitement de liquides biologiques, comportant une membrane généralement sélectivement perméable à l'intérieur d'un boitier, caractérisé en ce que, ladite membrane étant thermosensible et au moins superficiellement imprégnée d'eau et/ou d'un composé hygroscopique, l'étanchéité entre les extrémités adjacentes de ladite membrane et/ou entre l'extrémité de ladite membrane et une partie dudit boitier est effectuée, au moins partiellement, à l'aide d'une composition adhésive comportant au moins :
- un composé époxyde,
 - un composé polyuréthane,
 - un agent de réticulation dudit composé époxyde.
- 15 2°) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite composition adhésive est mise en oeuvre à partir de deux constituants seulement, ledit composé époxyde, généralement une résine époxyde, d'une part, le composé polyuréthane et l'agent de réticulation de ladite résine époxyde d'autre part, ces derniers après avoir été préalablement mélangés.
- 25 3°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit composé époxyde est à l'état liquide, à base d'épichlorhydrine et de diphenylolpropane.
- 30 4°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit composé polyuréthane est un polyuréthane bloqué prépolymérisé qui ne dispose plus de groupes isocyanates libres.
- 35 5°) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit composé polyuréthane entre dans la composition dudit agent de réticulation de la résine époxyde.
- 6°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications

précédentes, caractérisé en ce que ledit composé polyuréthane porte des groupes amines en position terminale et est obtenu par réaction de pré-adducts d'isocyanates avec des cétilamines ou des énaminines contenant des groupes hydroxyles.

05

7°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'agent de réticulation de la résine époxyde est constitué par un mélange stable de polyéther-uréthane portant des groupes terminaux aminés et d'au moins un durcisseur aminé à bas poids moléculaire portant au moins 2 liaisons hydrogène d'amines réactives.

10

8°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite membrane est constituée par une pluralité de fibres creuses.

15

9°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le taux d'imprégnation en eau de la membrane, au moins à l'endroit de contact avec ledit adhésif, est compris entre des traces et 80 %.

20

10°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le taux d'imprégnation en composé hygroscopique de la membrane, au moins à l'endroit de contact avec ledit adhésif, est compris entre des traces et 80 %.

25

11°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite membrane est thermosensible.

30

12°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite membrane est en copolymères d'acrylonitrile.

35

13°) Dispositif selon l'une quelconque des revendications

• précédentes, caractérisé en ce qu'il est utilisé comme hémodialyseur, hémodfiltration, oxygénateur de sang, appareil de traitement de sang par plasmaphérèse, filtre à sang et/ou échangeur de chaleur pour le sang.

05

14°) Procédé de mise en oeuvre dudit adhésif pour la fabrication du dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, qui consiste à :

- a) le cas échéant chauffer au préalable au moins un des composants de l'adhésif,
- b) mélanger lesdits composants pour obtenir l'adhésif souhaité,
- c) introduire l'adhésif à l'état fluide dans la zone à empêter, au contact de la membrane à sceller,
- d) réticuler la résine époxyde et mouler l'adhésif,
- e) couper, ébavurer ou trancher éventuellement l'adhésif moulé au contact de la membrane.

10

15

20

25

30

35