

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 10511

(54) Procédé de préparation d'une eau dépourvue de métaux lourds en vue d'un usage médical, résine échangeuse d'ions conditionnée en vue de cette préparation et procédé de conditionnement.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). C 02 F 1/42; A 61 K 47/00; B 01 J 39/04 // A 61 M 1/03.

(22) Date de dépôt 25 mai 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 47 du 26-11-1982.

(71) Déposant : ETABLISSEMENTS CROUZAT SA et SA MECANIQUE MERIDIONALE, résidant en France.

(72) Invention de : Jean-Pierre Bayard et Gaston Bayard.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Barre-Gatti-Laforgue,
95, rue des Amidonniers, 31069 Toulouse Cedex.

PROCEDE DE PREPARATION D'UNE EAU DEPOURVUE DE METAUX
LOURDS EN VUE D'UN USAGE MEDICAL, RESINE ECHANGEUSE D'IONS
CONDITIONNEE EN VUE DE CETTE PREPARATION ET PROCEDE DE
CONDITIONNEMENT

5 L'invention concerne un procédé de
préparation d'une eau à usage médical, qui soit dépourvue ou
sensiblement dépourvue de métaux lourds et compatible avec
un tel usage ; elle s'étend à un procédé de conditionnement
de résine et aux résines obtenues pour la mise en oeuvre du
10 procédé de préparation sus-évoqué. L'invention peut en par-
ticulier s'appliquer pour préparer des eaux pour des trai-
tements d'hémodialyse, de dialyse péritonéale et, de façon
plus générale, pour tout usage néphrologique.

Les procédés de prétraitement d'eau
15 utilisés dans le domaine médical pour éliminer les métaux
lourds sont essentiellement du type ^{adoucissement} ~~filtration~~, ultrafil-
tration ou osmose inverse. Toutefois, aucun de ces procédés
ne garantit de façon constante une suppression suffisante
des métaux lourds pour atteindre dans tous les cas les taux
20 néphrologiques recommandés qui sont extrêmement faibles :
par exemple aluminium $0,3 \cdot 10^{-4}$ g/l, mercure $0,04 \cdot 10^{-4}$ g/l,
cuivre $0,5 \cdot 10^{-4}$ g/l, zinc $50 \cdot 10^{-4}$ g/l , l'ensemble des mé-
taux présents ne devant pas dépasser un seuil de 10^{-4} g/l.

Certains appareillages d'osmose in-
25 verse permettent dans certaines conditions d'obtenir une
réduction de la teneur en métaux lourds, qui soit compati-
ble avec les taux précités. Toutefois, ce type de procédé
possède des performances très variables en fonction des
caractéristiques physico-chimiques des eaux traitées et ne
30 fournit pas une garantie absolue que les seuils seront res-
pectés, en particulier le seuil relatif à la teneur en alu-
minium. En effet, les eaux potables à partir desquelles
sont préparées les eaux utilisables en néphrologie possèdent
des caractéristiques physico-chimiques très différentes en
35 fonction des régions, des conditions météorologiques du
moment, du type de traitement effectué dans les usines de
traitement, des pollutions industrielles accidentelles ou
chroniques des nappes phréatiques ... L'aluminium est a

particulier un des métaux dont la teneur est la plus variable, pouvant devenir très élevée (en raison notamment de la désorption des silico-aluminates naturels lors de fortes pluies, des traitements en usine par des produits à base d'aluminium avec risque de reliquats dans les eaux, d'une éventuelle acidité des eaux qui favorisent la présence des cations Al^{+++} libres...). Or, au-delà du seuil admissible, l'aluminium est un métal particulièrement dangereux et est un des facteurs qui paraît être la cause des encéphalites mortelles dont on a pu constater l'apparition chez certains malades.

Par ailleurs, on connaît dans le ^{industriel} secteur ~~tout~~ à fait différent de la galvanoplastie, des résines échangeuses d'ions spécifiques pour le piégeage des métaux lourds. Ces résines n'ont jamais été utilisées dans le domaine médical, en partie en raison de l'éloignement du domaine médical par rapport au secteur industriel concerné et de l'absence complète de rapport entre les deux domaines, mais surtout en raison de l'impossibilité de les utiliser telles quelles dans le domaine médical. Les expérimentations des inventeurs ont en effet montré que des eaux traitées avec les résines de ce type disponibles sur le marché ^{pourraient} ~~posséder~~ des teneurs en métaux lourds situées au dessous des seuils recommandés en néphrologie, mais contiennent, d'une part, des traces de calcium variables et donc mal connues, d'autre part, une pollution non négligeable en molécules chimiques organiques ; ces éléments indésirables proviennent du processus de fabrication des résines et interdisent l'usage ^{dites} ~~des~~ résines dans le domaine néphrologique en raison, d'une part, des risques de passage direct dans le sang des molécules organiques, d'autre part, des difficultés qu'entraînent la présence de traces de calcium variables et mal connues, pour ajuster de façon précise le taux de calcium de l'eau à la valeur appropriée comme cela est nécessaire en néphrologie. De plus, à la sortie des lits de résines ^{de ce type,} ~~le pH~~ des eaux traitées est ^{généralement} ~~supérieur~~ à 10, ce qui est incompatible avec un usage médical (le pH des eaux devant être proche du pH sanguin égal à 7,4).

On pourrait penser ajouter à la sortie du lit de résine des unités de traitement pour débarrasser l'eau de ces éléments indésirables ou la neutraliser, mais, outre la complexité accrue des traitements (qui devien-
5 draient incompatibles avec certaines procédures de dialyse notamment à domicile), ces traitements ultérieurs présentent l'inconvénient d'introduire de nouveaux éléments indésirables ou ^{ayant} des teneurs mal connues, de sorte que le problème n'en est pas résolu pour autant.

10 La présente invention se propose d'indiquer un nouveau procédé de préparation d'eaux à usage médical notamment néphrologique, qui possèdent des teneurs en métaux lourds inférieures aux seuils recommandés.

Un objectif de l'invention est en particulier de permettre d'utiliser dans le domaine médical
15 les résines échangeuses d'ions précitées, afin de profiter dans ce domaine des remarquables performances de ces résines pour le piégeage des métaux lourds : teneurs résiduelles infimes, constances du piégeage au cours du temps jusqu'à la saturation ^{de la résine} sans relargage, indépendance des performances
20 par rapport aux qualités physico-chimiques de l'eau traitée.

A cet effet, le procédé visé par l'invention pour préparer une eau à usage médical, qui soit dépourvue ou sensiblement dépourvue de métaux lourds et
25 compatible avec une utilisation en néphrologie consiste :

. à utiliser une charge de résine échangeuse d'ions cationique spécifique, possédant des groupes actifs de nature à former des liaisons de type complexe, chélate ou hydrogène avec les cations métalliques, en vue de
30 fournir avec lesdits cations des complexes chimiques insolubles ou sensiblement insolubles en milieu aqueux,

. à faire subir à la charge de résine les étapes de conditionnement suivantes : (a) mise en contact en phase liquide avec un agent complexant à l'égard
35 du calcium et égouttage de la résine en fin d'opération en vue d'éliminer le complexe calcique formé dans la phase liquide ; (b) élution de la résine au moyen d'une eau prétraitée dépourvue de calcium et de résidus organiques, en vue

d'extraire de ladite résine les reliquats organiques d'origine ; (c) traitement de ladite résine par un agent acide de façon à transformer sous leur forme hydrogène une proportion de ses groupes actifs telle que l'ensemble de la charge de résine se trouve dans un état proche de la neutralité,

et à amener une eau potable à traverser un lit formé à partir de ladite charge de résine ainsi conditionnée en vue de fixer les métaux lourds de cette eau et d'obtenir une eau de qualité compatible avec un usage médical notamment néphrologique.

Selon un mode de mise en oeuvre préférentiel, on utilise avantageusement comme résine de départ une résine sous la forme mono ou disodique ou mono ou dicalcique, dans laquelle les groupes actifs présentent une des fonctions suivantes (ou fonctions dérivées) : iminodiacétique, aminophosphonique, iminooxime, thiourée, carboxylique.

Ces groupes sont généralement greffés sur des noyaux benzéniques ou dérivés, incorporés dans un réseau poreux de polymère organique (notamment de polystyrène).

A titre d'exemples, les résines de départ pourront être les suivantes qui sont couramment utilisées en galvanoplastie (les marques, références et noms de Sociétés, nécessaires à la parfaite identification de ces résines, sont indiquées en majuscules avec des guillemets) :

- résine "AMBERLITE référence IBC 718" fabriquée par la Société "ROHM ET HASS",
- résine "DUOLITE réf. S 466, S 467, S 468" fabriquée par la Société "DIAPROSIM",
- résine "DOWEX réf. XFS 4076" fabriquée par la Société "DOW CHEMICAL",
- résine "LEWATIT réf. TP 207 ou OC 1014" fabriquée par la Société "BAYER".

Toutes ces résines se présentent sous forme granulée qui sera préférée par rapport à l'état de gel, en raison de sa plus grande stabilité à l'abrasion.

(a), (b), (c)
 Le conditionnement de la résine par les étapes précitées est de préférence mis en oeuvre dans les conditions (non limitatives) décrites ci-après.

L'étape (a) est avantageusement mise en oeuvre au moyen d'un agent complexant constitué par une solution d'acide ethylène diaminotétracétique (EDTA). Ce traitement forme un complexe calcique et un complexe magnésique et ^{permet} d'éliminer de façon rigoureuse toute trace de calcium et de magnésium. On peut par exemple utiliser une solution de EDTA de concentration approximativement comprise entre 0,005 M et 0,1 M ; cette solution est mise en contact avec la résine pendant une durée au moins égale à 10 minutes, à raison de 2 à 6 litres de solution EDTA par litre de résine.

En outre, l'élution réalisée au cours de l'étape (b) de conditionnement est avantageusement effectuée au moyen d'une eau préalablement ^{ou adoucie} décationnée ^{par} passage sur une résine échangeuse d'ions cationique. Comme on le verra plus loin, cette élution est de préférence réalisée de façon séparée sur deux fractions de la résine en vue d'être mieux adaptée à la procédure préférentielle de l'étape (c) qui est décrite ci-après.

Cette étape (c) consiste à traiter une fraction de la résine au moyen de l'agent acide (par exemple solution aqueuse d'acide minéral fort) en vue de transformer sous la forme hydrogène tous les groupes actifs de cette fraction ; cette fraction est ensuite mélangée à une autre fraction de résine demeurée sous la forme mono ou - / disodique ou monocalcique jusqu'à obtenir pour l'ensemble un état proche de la neutralité. Les proportions du mélange entre les deux fractions sont en volume de l'ordre de 10 à 30 % de résine sous la forme hydrogène pour 90 % à 70 % de résine sous la forme monosodique ou monocalcique.

Selon un mode préféré de mise en oeuvre, l'élution de l'étape (b) est réalisée, pour la fraction mono ou disodique ou monocalcique, au moyen d'eau préalablement décationnée par passage sur une résine échangeuse d'ions cationique en phase hydrogène jusqu'à l'obtention

d'une concentration en calcium au plus égale à 0,2° THF et d'un pH au plus égal à 8,5, cependant que, pour l'autre fraction, l'élution est réalisée après traitement à l'acide au moyen d'une eau préalablement adoucie par passage sur une
5 résine échangeuse d'ions cationique en phase sodium jusqu'à l'obtention d'une concentration en calcium au plus égale à 0,2° F et d'un pH au moins égal à 4.

Il convient de rappeler qu'un degré
F (degré hydrotimétrique français) est égal à 1/5 milli-
10 équivalent par litre.

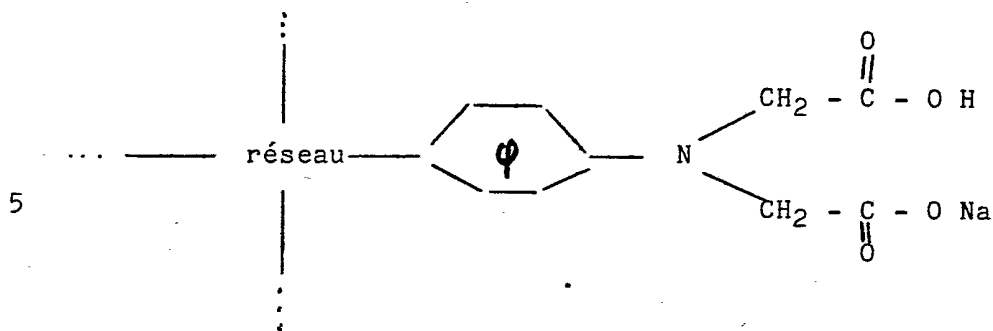
Par ailleurs, la résine conditionnée peut être soumise à une opération de stérilisation qui achève son adaptation à l'usage médical ; cette stérilisation sera de préférence réalisée par mise en contact de la
15 résine avec une solution de formaldéhyde ou de chloramine T.

Une eau potable traversant une telle résine est débarrassée de ses métaux lourds de façon parfaitement compatible avec un usage néphrologique et ne présente aucune contre-indication avec cet usage : elle possède
20 de un pH approprié et ne contient ni pollution organique susceptible de passer dans le sang, ni traces de calcium ou de magnésium susceptibles de fausser les teneurs en ces corps des dialysats préparés à partir de cette eau.

On a pu constater que la plage optimale de températures où le piégeage des métaux lourds est le plus efficace est de l'ordre de 15 à 40° C et, en pratique, on évitera de s'écarter de façon importante de cette
25 plage.

L'invention est illustrée par les
30 exemples non limitatifs décrits ci-après.

Exemple 1 - Dans cet exemple, la résine de départ est constituée par une résine ayant la formule chimique suivante :



10 Cette résine présente des groupes
actifs possédant la fonction iminodiacétique sous la forme
monosodique ; ces groupes sont greffés sur des noyaux ben-
zéniques, eux-mêmes rattachés à un réseau qui en l'exemple
est du type polystyrène. Ce type de résine est en particu-
15 lier fabriqué par la Société "BAYER" sous la marque "
"LEWATIT" référence "TP 207" et c'est cette résine qui a été
utilisée dans cet exemple.

Le conditionnement a été effectué
sur un volume de 100 litres de résines.

20 Dans un premier temps, on prépare
400 litres de solution 0,01 M de EDTA dans de l'eau adoucie.
On percole dans une colonne le volume de résine au moyen de
cette solution, de façon que la durée de mise en contact
soit de l'ordre de 30 minutes. La charge spécifique est de
25 4 litres de solution de EDTA par litre de résine.

On laisse égoutter la résine et on la
divise en deux fractions de 80 litres et 20 litres.

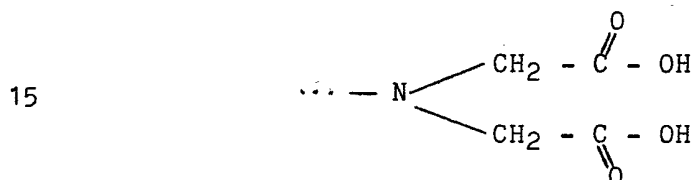
30 On dispose la fraction de 80 litres
en lit compact dans une colonne, raccordée en aval d'une
colonne classique de décationation, contenant une résine
échangeuse cationique forte en phase hydrogène. En l'exem-
ple, cette résine est une résine sulfonique (fabriquée par
"BAYER" sous la marque "LEWATIT réf. S 100").

35 L'élution de la fraction de 80 li-
tres par l'eau décationnée issue de cette colonne amont est
poursuivie pendant 5 à 6 heures, jusqu'à l'obtention d'un
pH de l'ordre de 8 et d'un titre de l'ordre de 0,1° F. Les
analyses en sortie de colonne sont effectuées par des mesu-
res classiques électrométriques ou titrimétriques.

Cette élution élimine les reliquats de complexes calciques et magnésiques formés à l'étape précédente et désorbe les micropolluants organiques de la résine (monomères et dimères non entièrement polymérisés, reliquats de fabrication).

La fraction de 20 litres est d'abord soumise à un traitement par une solution d'acide chlorhydrique 2 N pendant une durée d'environ 1 heure. La charge spécifique de cette percolation est comprise entre 4 et 4,5 litres de solution acide/heure/litre résine.

Ce traitement transforme les groupes monosodiques en groupe hydrogène de formule :



On réalise ensuite une élution de cette fraction dans les mêmes conditions que précédemment mais avec de l'eau adoucie, sortant d'une colonne contenant une résine échangeuse cationique /mais/ forte en phase sodium (même résine que précédemment/conditionnée en phase sodium).

Cette élution est poursuivie pendant 1 heure environ jusqu'à l'obtention d'un pH de l'ordre de 4,5 et d'un titre de l'ordre de 0,1° F.

Les deux fractions de résine ainsi traitées sont intimement mélangées et soumises à une stérilisation par contact avec une solution aqueuse contenant 0,3 % de formaldéhyde ; la durée de contact est de l'ordre de 10 heures avant évacuation à l'égout de la solution stérilisante. La résine est ensuite rincée jusqu'à élimination totale de l'aldéhyde formique, constatée par un test colorimétrique.

Le conditionnement de la résine est alors terminé et celle-ci se trouve prête pour un usage néphrologique.

Lors des essais, l'eau potable utilisée était issue d'un adoucisseur conventionnel, la résine

conditionnée étant disposée dans une colonne de 10 litres.

Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau à l'entrée de la colonne étaient les suivantes :

- 5 . température : 20° C
 . pH de l'ordre de 6,5
 . teneur en aluminium : $4 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en nickel : $8 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en cuivre : $9 \cdot 10^{-4}$ g/l
 10 . teneur en zinc : $9 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en plomb : $1,4 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en cadmium : $26 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en calcium et magnésium : inférieure à 0,1° F

15 Le débit de passage de la colonne était ajusté à 50 litres/heure (soit 5 litres/litre de résine/heure), ce qui est largement suffisant pour alimenter un dialyseur. A la sortie, les caractéristiques de l'eau étaient les suivantes :

- 20 . pH de l'ordre de 7 (excellente stabilité au cours du temps)
 . teneur en aluminium : $0,15 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en nickel : $\leq 0,05 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en cuivre : $0,16 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en zinc : $0,21 \cdot 10^{-4}$ g/l
 25 . teneur en plomb : $\leq 0,05 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en cadmium : $\leq 0,03 \cdot 10^{-4}$ g/l
 . teneur en calcium et magnésium : toujours inférieure à 0,1° F

. micropolluants organiques : non décelables.

30 Cette eau est parfaitement adaptée pour servir à la préparation d'un bain de dialyse rénale.

Exemple 2 - Cet exemple a été mené au moyen d'une résine de départ du type "DUOLITE réf. S 466" fabriquée par la Société "DIAPROSIM".

35 La première étape de conditionnement est menée au moyen de EDTA dans les mêmes conditions que pour l'exemple 1.

Dans cet exemple, l'étape d'élution

est menée sur tout le volume de résine avec une eau adoucie par passage sur un lit de résine échangeuse cationique forte en phase sodium (type "BAYER S 100"). Cette étape d'élution est menée pendant 4 heures jusqu'à l'obtention d'un pH de l'ordre de 8 et d'un titre de l'ordre de 0,1° F.

Le traitement à l'acide est ensuite effectué en continu sur la totalité de la résine, au moyen d'une solution 0,1 N d'acide chlorhydrique pendant environ 1 heure, avec une charge spécifique de 4 litres de solution acide/heure/litre résine.

On arrête ce traitement lorsque le pH parvient à une valeur de 7,5 : une proportion appropriée de groupes actifs a alors été transformée en phase hydrogène.

Le contenu de la colonne est brassé pour homogénéiser les différentes couches, et une stérilisation au chloramine T est effectuée dans les conditions suivantes :

On dissout 0,30 g de poudre de chloramine T par litre d'eau et on remplit la colonne au moyen de cette solution. Après 12 heures, on évacue la solution stérilisante à l'égout et on effectue un rinçage à contrecourant, au moyen de 10 à 15 litres d'eau par litre de résine ; ce rinçage est suivi par un détassage à contrecourant de la résine pendant une durée de quelques minutes.

La résine est prête à l'utilisation néphrologique. L'eau obtenue dans les mêmes conditions que précédemment contenait en sortie une teneur de $0,25 \cdot 10^{-4}$ g d'aluminium par litre pour une teneur d'entrée de $2 \cdot 10^{-4}$ g/l, le pH à l'entrée et à la sortie étant proche de la neutralité. (Pour cet essai et l'essai suivant, seule la teneur en aluminium a été mesurée puisque, comme le montre l'exemple 1, la capacité de fixation des autres métaux est supérieure ou égale à celle de l'aluminium.

Exemple 3 - La résine conditionnée conformément à l'exemple 1 est utilisée dans cet exemple pour piéger les ions aluminium d'une eau artificiellement enrichie au moyen de sulfate d'alumine.

Les caractéristiques d'entrée de cette eau étaient :

- . température : 20° C environ,
- . pH de l'ordre de 6,5,
- . teneur en aluminium : $160 \cdot 10^{-4}$ g/l d'ions Al^{+++} ,
- . teneur en calcium et magnésium : inférieure 0,1° F,

En sortie, on obtient les caractéristiques suivantes :

- . pH de l'ordre de 7,
- . teneur en aluminium : $0,25 \cdot 10^{-4}$ g/l ions Al^{+++} ,
- . teneur en calcium et magnésium : inférieure à $0,1^{\circ} F$,
- 5 . micropolluants organiques : non décelables.

Cette eau est parfaitement adaptée à un usage néphrologique.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux termes de la description qui précède mais en comprend toutes
10 les variantes. En particulier la résine conditionnée selon le procédé de l'invention peut être utilisée en l'état ou bien, dans certaines applications particulières, être soumise à des traitements complémentaires (par exemple abaissement du pH). De plus, elle peut être utilisée dans des colonnes à fonction uni-
15 que de rétention des métaux lourds ou encore dans des colonnes ayant, outre la fonction précitée, des fonctions complémentaires satisfaites grâce à la présence d'un équipement particulier (tête spéciale de colonne). Par exemple, pour fournir une eau directement adaptée aux dialyses du type bicarbonaté, l'équi-
20 pement de la colonne peut comprendre une tête d'aspiration analogue à celle d'un adoucisseur ménager. Cette tête garantit une acidité résiduelle permanente des eaux traitées en assurant de façon manuelle ou automatique (asservissement avec capteur de pH) les opérations suivantes lorsque le pH des eaux traitées
25 s'élèvent au-dessus d'un seuil prédéterminé (de l'ordre de 5 pour des dialyses bicarbonatées) :

- . détassage à contre-courant de la résine,
- . élution à co-courant par une solution acide aspirée par la tête (acide chlorhydrique ou acétique de concen-
30 tration en volume de l'ordre de 6 à 10 %),
- . rinçage à co-courant.

Grâce à ces opérations complémentaires séquentielles, la colonne fournit en cycle d'utilisation, une eau parfaitement adaptée aux dialyses bicarbonatées aussi bien en ce qui
35 concerne la teneur en métaux qu'en ce qui concerne l'acidité.

REVENDEICATIONS

1/ - Procédé de préparation d'une eau à usage médical notamment néphrologique, dépourvue ou sensiblement dépourvue de métaux lourds et compatible avec cet usage, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il

5 consiste :

. à utiliser une charge de résine échangeuse d'ions cationique spécifique, possédant des groupes actifs de nature à former des liaisons de type

10 complexe, chélate ou hydrogène avec les cations métalliques, en vue de fournir avec lesdits cations des complexes chimiques insolubles ou sensiblement insolubles en milieu aqueux,

. à faire subir à la charge de résine les étapes de conditionnement suivantes : (a) mise en contact en phase liquide avec un agent complexant à l'égard du calcium et égouttage de la résine en fin d'opération en vue d'éliminer le complexe calcique formé dans la phase

15 liquide ; (b) élution de la résine au moyen d'une eau pré-traitée dépourvue de calcium et de résidus organiques, en vue d'extraire de ladite résine les reliquats organiques d'origine ; (c) traitement de ladite résine par un agent

20 acide de façon à transformer sous leur forme hydrogène une proportion de ses groupes actifs telle que l'ensemble de la charge de résine se trouve dans un état proche de la neutralité,

25

. et à amener une eau potable à traverser un lit formé à partir de ladite charge de résine ainsi conditionnée en vue de fixer les métaux lourds de cette

30 eau et d'obtenir une eau de qualité compatible avec un usage médical notamment néphrologique.

2/ - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise une résine du type dans laquelle les groupes actifs présentent une des fonctions

35 suivantes (ou fonctions dérivées) : iminodiacétique, aminophosphonique, aminooxime, thiourée, carboxylique.

3/ - Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'on utilise une

résine du type dans lequel les groupes actifs sont greffés sur des noyaux benzéniques ou dérivés, incorporés dans un réseau poreux de polymère organique, notamment de polystyrène.

5 4/ - Procédé selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que l'on utilise une ^{que} ~~se trouvant initialement~~ résine ^{la} ~~sous la forme mono ou disodique ou mono ou dicalcique~~, l'étape (a) du conditionnement étant mise en oeuvre au moyen d'un agent complexant constitué par une solution d'acide éthylène diamino-tétracétique (EDTA).

10 5/ - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'on utilise une solution de EDTA de concentration approximativement comprise entre 0,005 M et 0,1 M, qui est mise en contact avec la résine pendant 15 une durée au moins égale à 10 minutes, à raison de ^{2 à 6} ~~1~~ litres de solution EDTA par litre de résine.

20 6/ - Procédé selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce que l'élution réalisée au cours de l'étape (b) de conditionnement est effectuée au moyen d'une eau préalablement ^{ou adoucie} ~~décalcinée~~ par passage sur une résine échangeuse d'ions cationique.

25 7/ - Procédé selon l'une des revendications 4, 5 ou 6, caractérisé en ce que l'étape (c) de conditionnement consiste à traiter une fraction de la résine au moyen de l'agent acide en vue de transformer sous la forme hydrogène tous les groupes actifs de cette fraction, et à mélanger à cette fraction, une autre fraction de résine ^{que} ~~de~~ ^{de} ~~restant~~ sous la forme mono ou disodique ou mono ou dicalcique jusqu'à obtenir pour l'ensemble un état proche de la neutralité.

30 8/ - Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'agent acide utilisé pour traiter la fraction précitée est une solution aqueuse d'acide minéral fort.

35 9/ - Procédé selon les revendications 6 et 7 prises ensemble, caractérisé en ce que l'élution (b) est réalisée de façon séparée pour les deux fractions de résine :

. la fraction mono ou disodique ^{ou mono ou di-} ~~calcique~~ ^{calcique}

étant éluée au moyen d'eau préalablement décationnée par passage sur une résine échangeuse d'ions cationique en phase hydrogène jusqu'à l'obtention d'une concentration en calcium au plus égale à 0,2° F (degré hydrométrique français) et d'un pH au plus égal à 8,5,

5 . l'autre fraction étant éluée après traitement à l'acide au moyen d'une eau préalablement adoucie par passage sur une résine échangeuse d'ions cationique en phase sodium jusqu'à l'obtention d'une concentration en calcium au plus égale à 0,2° F et d'un pH au moins égal à 4.

10 10/ - Procédé selon l'une des revendications 7, 8 ou 9, caractérisé en ce que l'on mélange à la résine demeurée sous la forme mono ou disodique ou mono ou dicalcique une fraction comprise en volume entre 10 et 30 % de résine sous le forme hydrogène.

15 11/ - Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'eau potable est amenée à traverser le lit de résine conditionnée à une température approximativement comprise entre 15° et 40° C.

20 12/ - Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la résine conditionnée est soumise à une opération de stérilisation par mise en contact avec une solution de formaldéhyde ou de chloramine T.

25 13/ - Procédé de conditionnement d'une résine échangeuse d'ions spécifique pour le piégeage des cations métalliques, en vue de son utilisation dans le domaine médical, notamment néphrologique, caractérisé en ce qu'il consiste :

30 . (a) à mettre en contact la résine en phase liquide avec un agent complexant à l'égard du calcium, en particulier EDTA, et à égoutter celle-ci en fin d'opération,

35 . (b) à éluer ladite résine au moyen d'une eau prétraitée dépourvue de calcium et de résidus organiques,

. (c) à traiter ladite résine par

un agent acide de façon à constituer une charge de résine se trouvant dans un état proche de la neutralité.

14/ - Charge de résine échangeuse
d'ions, conditionnée par le procédé conforme à la revendi-
5 cation 13.