



Disponible en ligne sur  
 ScienceDirect  
 www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France  
  
 www.em-consulte.com



MISE AU POINT

# L'eau de dialyse en réanimation

## *Dialysis water in intensive care unit*

D. Dorez<sup>a,\*</sup>, H. Soule<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Service de réanimation, centre hospitalier de la région d'Annecy, 1, rue de l'Hôpital, BP 90074, 74374 Metz Tessy, France

<sup>b</sup> Unité de lutte contre les infections nosocomiales, centre hospitalier de la région d'Annecy, 1, rue de l'Hôpital, BP 90074, 74374 Metz Tessy, France

Reçu le 10 mars 2009 ; accepté le 10 mai 2009

Disponible sur Internet le 29 mai 2009

### MOTS CLÉS

Eau osmosée ;  
 Dialysat ultrapur ;  
 Hémodialyse ;  
 Biofilm ;  
 Désinfection ;  
 Assurance qualité

**Résumé** L'hémodialyse intermittente reste sous-utilisée en réanimation malgré des résultats cliniques équivalents à l'hémofiltration continue en termes de tolérance hémodynamique ou de mortalité. La qualité de l'eau osmosée produite est un facteur essentiel de la biocompatibilité de l'hémodialyse. La possibilité de rétrodiffusion du dialysat rend impératif le respect de normes physicochimiques et microbiologiques strictes. L'absence de norme spécifique à la réanimation conduit à se référer aux exigences décrites pour la dialyse chronique. La norme française, parfois différente de la pharmacopée européenne, doit être appliquée. Elle décrit également les seuils pour le dialysat ultrapur et le liquide de substitution nécessaires à l'utilisation des techniques d'épuration avec réinjection en ligne. Les appareils de traitement d'eau peuvent être portables ou intégrés dans une boucle d'eau osmosée. Ils comportent, tous, des étapes de préfiltration, d'adoucissement, de filtration et d'osmose inverse. Les générateurs de dialyse modernes doivent intégrer une filtration supplémentaire de l'eau osmosée ou du dialysat produit pour répondre à l'objectif de dialysat ultrapur. Quels que soient les appareils utilisés, ils représentent un assemblage, en série, d'un traitement d'eau de dialyse, d'un générateur et d'un hémodialyseur. Séparément, ces dispositifs permettent d'obtenir les résultats voulus dans le cadre d'une norme CE et d'un usage conforme aux recommandations des constructeurs. La prévention de la formation du biofilm repose sur les étapes successives de rinçage, détartrage et stérilisation qui sont le plus souvent automatisées sur les appareils modernes. Les points faibles de cet assemblage sont donc souvent dans les connexions entre ces appareils et dans le respect des procédures d'entretien spécifiques à chacun des maillons de la chaîne. L'élaboration pluridisciplinaire de règles rigoureuses d'usage, de désinfection, d'entretien, de maintenance et de contrôle des dispositifs est indispensable pour la phase de qualification du traitement par dialyse. La collaboration des équipes de réanimation, du service biomédical, de la pharmacie et d'hygiène reste indispensable pour maintenir dans le temps les performances de l'ensemble de la chaîne aboutissant à la dialyse. Les situations de non-conformité doivent être anticipées afin de mener les actions nécessaires

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [ddorez@ch-annecy.fr](mailto:ddorez@ch-annecy.fr) (D. Dorez).

**KEYWORDS**

Water osmosis;  
 Ultrapure dialysate;  
 Haemodialysis;  
 Biofilm;  
 Disinfection;  
 Quality insurance

rapidement. Il faut insister sur l'utilisation régulière et normalisée de l'ensemble de la chaîne de dialyse car c'est elle qui permet d'obtenir une qualité d'eau de dialyse conforme à la biocompatibilité indispensable à l'hémodialyse en réanimation.

© 2009 Société de réanimation de langue française. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Summary** Although comparable to continuous hemofiltration in terms of mortality or hemodynamic stability, intermittent haemodialysis is underused in intensive care units. Water quality is a key factor for haemodialysis biocompatibility. Backdiffusion of dialysate makes the good observance of official quality recommendations regarding microbiology and chemistry necessary. As specific guidelines for dialysis water quality in intensive care are lacking, one should refer to chronic dialysis standards. For on-line haemofiltration, more strict criteria have to be met for ultrapure dialysate and reinfusion. Water treatment systems could be portable or integrated in a dialysis loop. All of them contain prefiltration, softener, filtration and reverse osmosis. For production of ultrapure dialysate, modern dialysis machines incorporate an additional step for filtration of water osmosis or dialysate. In the water system of a dialysis chain, the clean side of reverse osmosis, distribution piping, inlet lines to dialysis machine and the dialysis machines themselves are included. The use of different components that comply to the European standards is a warranty of chemical and bacteriological purity. Weak links of the water chain are often located at connexions between the different devices or due to partial compliance in maintenance and disinfection procedures. Multidisciplinary conception and practice of strict usage rules, disinfection, maintenance and control procedures are indispensable for qualification phase of dialysis treatment system. Over time, success in achieving dialysate purity relies on a quality insurance process that involves all intensive care unit staff members, and requires strict protocols, a permanent documentation of results and quick corrective actions when results deviate from their norm. Biocompatibility is the prerequisite for haemodialysis in intensive care unit and is achieved by frequent and regular use of all the dialysis water treatment chain.

© 2009 Société de réanimation de langue française. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Introduction**

Des résultats cliniques similaires entre hémodialyse intermittente et hémofiltration continue, les améliorations technologiques importantes et surtout une grande convivialité d'utilisation des générateurs de dialyse récents, devraient rendre plus fréquente l'utilisation de l'hémodialyse en réanimation [1]. Cette technique, trop rapidement étiquetée difficile à maîtriser, nécessite l'alimentation du générateur en eau de dialyse et permet de s'affranchir des liquides de dialysats et de substitution stériles du commerce. Quelques services de réanimation disposent de générateurs de dialyse alimentés en eau « osmosée » par des traitements d'eau « portable » et un plus petit nombre de centre encore, disposent d'un traitement d'eau intégré distribuant l'eau de dialyse dans les chambres.

L'eau de dialyse sert de liquide de dilution des solutions concentrées d'acide et de tampon permettant l'élaboration du dialysat par le générateur d'hémodialyse. Le dialysat est un élément majeur de l'efficacité et de la biocompatibilité du système d'épuration et donc de la sécurité du traitement [2]. En effet, chaque séance d'hémodialyse expose le malade, par l'intermédiaire de la membrane de dialyse, au contact du dialysat dont 120 à 200 l parcourent la membrane au cours d'une séance de traitement. Par ailleurs, les techniques de réinjection en ligne utilisent, après filtration, une partie du dialysat préparé comme liquide de réinjection et nécessitent des précautions supplémentaires

puisque le même volume de substitution peut être administré au malade.

Le couple appareil de traitement d'eau-générateur de dialyse doit être appréhendé comme un système. Les procédures d'utilisation, de sécurité et de maintenance doivent intégrer l'ensemble des éléments aboutissant à la production du dialysat : eau de ville, traitement d'eau, générateur, utilisation régulière, contrôles et dispositions à prendre en cas de non-conformité.

L'objectif de cette revue est donc de présenter l'ensemble des dispositions nécessaires pour une utilisation simple et sécurisée du système de production d'eau de dialyse.

**Systèmes de production d'eau de dialyse**

La qualité de l'eau de ville alimentant l'hôpital, sous la responsabilité du distributeur, doit correspondre aux articles R.1321-2 et R.1321-3 du Code de la Santé publique mais cette eau contient différents contaminants (minéraux, organiques, colloïdes et bactériens), incompatibles avec l'utilisation directe par le générateur de dialyse.

Les systèmes de traitement d'eau de dialyse utilisables en réanimation se classent en deux catégories : les traitements « portables » et les traitements intégrés. Le débit du traitement d'eau de dialyse doit pouvoir atteindre 2 l par minute.

Parmi les traitements d'eau portables, les systèmes n'intègrent pas tous un adoucisseur ; ils doivent alors être

complétés par un adoucisseur portable interposé entre le robinet et le traitement d'eau. Les points de fragilité de ces équipements sont les connexions à l'eau de ville et au réseau d'eaux usées des chambres.

L'équipement de tout ou une partie des chambres de réanimation avec une boucle distribuant l'eau de dialyse est un choix raisonnable pour les services utilisant régulièrement l'hémodialyse ou la réinjection en ligne. C'est aussi une décision structurante majeure lors des opérations de rénovation ou de construction d'un service de réanimation. Les boucles actuelles sont réalisées en inox ou en polyéthylène réticulé (PEXA) car ces matériaux supportent les contraintes thermochimiques de la désinfection régulière de la boucle, principal facteur de prévention de la formation d'un biofilm. La boucle doit être conçue par des équipementiers spécialisés, la plus courte possible, sans autre raccord que les points de connexion du générateur et sans aucun bras mort. L'ensemble des évacuations de rejets (eau, dialysat usé) doit se faire avec une connexion comportant une rupture de charge et une pente suffisante.

Quel que soit le dispositif de traitement d'eau utilisé, il doit permettre la production à partir de l'eau de ville d'une eau osmosée et, après dilution des concentrés d'un dialysat conforme aux normes de la circulaire DGS/DH/Afssaps n° 2000-337 du 20 juin 2000. Cette norme est applicable aux services de dialyse chronique et par défaut à la réanimation. En cas d'utilisation des techniques de réinjection en ligne, une norme plus stricte est à respecter (circulaire DHOS/E4/AFSSAPS/DGS n° 2007-52 du 30 janvier 2007). Dans la suite de l'exposé, il est aussi fait référence, dans certains cas, aux recommandations européennes de bonnes pratiques de la dialyse.

Les principaux composants du traitement d'eau sont un prétraitement, un traitement par osmose inverse, une distribution de l'eau osmosée. Le générateur de dialyse participe enfin au résultat final.

### Prétraitement d'eau

**Filtration.** De la préfiltration (450 µm) à la nanofiltration (0,1 µm), plusieurs étapes en série permettent d'éliminer les impuretés et particules en suspension. La grande efficacité de ces filtres n'est maintenue dans le temps que si les fréquences de changement, préconisées par les constructeurs, sont respectées.

**Adoucisseur.** L'abaissement de la dureté de l'eau permet la prévention de l'entartrage des canalisations et des étapes de filtration terminale. Cependant, l'adoucisseur est fréquemment le siège d'une prolifération bactérienne et il doit bénéficier des mêmes procédures de désinfection que l'ensemble du système. Il est généralement disposé entre la préfiltration et la filtration. Un dispositif de nanofiltration permet de s'affranchir de l'adoucisseur.

**Filtre au charbon actif.** L'absorption des résidus chlorés et halogénés est réalisée par charbon actif. La saturation est prévenue par des rétrolavages programmés dans les cycles de maintenance. Le charbon actif est aussi un siège potentiel de pullulation microbienne.

### Traitement

**Osmose inverse.** L'application d'une très forte pression sur une membrane d'osmose permet d'éliminer tous les

composants organiques et 99% des ions résiduels dans le concentrat et fournit un perméat d'eau pure. Lorsqu'une seconde étape d'osmose est disposée en série, la chaîne de traitement arrive à la production d'eau ultrapure. Le guide européen de bonnes pratiques de la dialyse recommande l'usage d'un dialysat ultrapur afin de prévenir ou minimiser les complications liées à la dialyse [3,4]. L'absence de contaminant minéral de l'eau alimentant le générateur est suivi en continu par la mesure de la résistivité. Les systèmes fixes de traitement d'eau intègrent un dispositif d'ultrafiltration supplémentaire en retour de boucle.

**Générateur de dialyse.** La plupart des générateurs de dialyse comportent maintenant une ultime étape de filtration de l'eau osmosée ou du dialysat avant sa circulation dans l'hémodialyseur afin d'éliminer tous contaminants microbiologiques et endotoxines, tout en respectant la composition ionique du dialysat. L'utilisation, en réanimation, de la technique de réinjection en ligne est faisable et sûre, il faut alors un ultrafiltre supplémentaire, avant connexion de la ligne de réinjection au circuit sanguin [5].

### Normes physicochimiques et microbiologiques

Les références françaises et européennes pour les qualités microbiologiques de l'eau pure et de l'eau ultrapure sont parmi les plus exigeantes. Les résultats physicochimiques sont facilement obtenus avec les dispositifs actuels de même que les normes microbiologiques [6]. Le niveau de complexité des tests à réaliser peut être stratifié selon les points et la fréquence des prélèvements prévus. Ceux-ci doivent être prédéfinis et équipés de robinets stérilisables à la chaleur avant réalisation des échantillons. L'enjeu essentiel est le maintien dans le temps de ces performances ce qui nécessite un programme assurance qualité rigoureusement appliqué.

#### Normes physicochimiques

Les analyses sont mensuelles et complètes durant une phase de qualification initiale de trois mois [3]; elles doivent ensuite être répétées régulièrement; la même exhaustivité n'est pas requise selon les phases de contrôle (Tableau 1).

Deux éléments sont importants à surveiller en raison de la fréquence d'anomalie et de la toxicité potentielle d'une contamination. Le calcium en excès est responsable du syndrome de l'eau dure et doit être contrôlé par une mesure hebdomadaire ou un contrôle continu automatisé. Lors des cycles de désinfection, les résidus chlorés peuvent se lier à l'ammoniacal et former des chloramines responsables d'anémie hémolytique aiguë [7]; le dépistage est réalisé facilement avant chaque séance par une bandelette colorimétrique appropriée, de même si les désinfectants utilisés sont du peroxyde d'hydrogène ou de l'acide péracétique.

#### Normes microbiologiques

Deux références peuvent être appliquées en France mais la pharmacopée européenne est moins exigeante que la pharmacopée française (Tableau 2). Le concept d'eau ultrapure bien répandu en dialyse chronique devrait progressivement s'étendre à la réanimation compte tenu de la biocompatibilité qu'il présente. La fréquence des contrôles doit être mensuelle que le système de traitement d'eau soit utilisé

**Tableau 1** Qualité physicochimique de l'eau de dialyse (référence française).

Analyse	Limite	Effets secondaires	Fréquence analyse	
			De base	Approfondie
Conductivité	< 4 $\mu$ S/cm		Continue	
TH <sup>o</sup>			Quotidien	
pH	4,4–7,4		Mensuelle	
Carbone organique	< 0,8 mg/l		Mensuelle	
Sodium	< 50 mg/l	HTA, œdème pulmonaire	Mensuelle	
Potassium	< 2 mg/l		Mensuelle	
Calcium	< 2 mg/l	Syndrome de l'eau dure	TH quotidien	
Magnésium	< 2 mg/l	<i>Flush</i> , myalgies, vomissements	Mensuelle	
Chlore	< 0,1 mg/l	Anémie hémolytique aiguë méthémoglobine	Continue	
Nitrates	< 2 mg/l	Méthémoglobine	Mensuelle	
Aluminium	< 10 $\mu$ g/l	Vomissements, fièvre, anémie hémolytique	Mensuelle	
Fluorures	< 0,2 mg/l			Trimestrielle
Ammonium	< 0,2 mg/l			Trimestrielle
Nitrites	< 0,005 mg/l			Trimestrielle
Sulfates	< 50 mg/l			Trimestrielle
Orthophosphates	< 5 mg/l			Trimestrielle
Zinc	< 100 $\mu$ g/l			Trimestrielle
Plomb	< 5 $\mu$ g/l			Trimestrielle
Mercure	< 1 $\mu$ g/l			Trimestrielle
Fer	< 100 $\mu$ g/l			Trimestrielle
Cuivre	< 100 $\mu$ g/l			Trimestrielle
Cadmium	< 1 $\mu$ g/l			Trimestrielle
Étain	< 100 $\mu$ g/l			Trimestrielle
Manganèse	< 100 $\mu$ g/l			Trimestrielle

ou non. Les milieux de culture appropriés sont pauvres, de type R2A et TGEA, et observés après sept jours à 22 °C.

La recherche d'endotoxines est couplée à ces prélèvements. En effet, les réactions fébriles à l'injection d'endotoxines sont observées à partir de 5 UI/kg, soit 300 UI pour 60 kg. Cette quantité représente la rétrofiltration de 1,2 l de dialysat à 0,250 UI/ml facilement obtenue même avec des membranes faiblement perméables [8]. Pour cette raison, il est préférable de s'approcher des normes d'eau pure inférieures à 0,25 UI/ml et pour le liquide de réinjection en ligne de respecter le seuil inférieur à 0,05 UI/ml.

### Maintenance de la chaîne de production

Si les résultats initiaux sont faciles à obtenir, le maintien au fil du temps de cette qualité repose sur la prévention de la formation du biofilm [9,10]. Cela nécessite l'élaboration d'un programme d'utilisation, de maintenance et de contrôles écrit et partagé par tous les acteurs : médecins et équipe technique de réanimation, ingénieurs et techniciens biomédicaux, néphrologues, pharmaciens et équipe d'hygiène. Cette collaboration est d'autant plus facile à mettre en place que l'établissement possède un service de dialyse chronique [11,12].

Les opérations concernant le traitement d'eau doivent être planifiées annuellement et coordonnées avec le planning des contrôles physicochimiques et microbiologiques. La fréquence de changement des filtres, du charbon activé, des membranes d'osmose doivent être conformes aux pré-

conisations du constructeur. La prévention de la formation du biofilm repose sur des désinfections chimiques programmées par semaine pour les traitements portables. Pour les boucles fixes, une désinfection thermique hebdomadaire et thermochimique trimestrielle est suffisante [3]. Dans les deux types d'installation, ces fréquences sont définies en collaboration entre utilisateurs, biomédicaux, pharmaciens et hygiénistes et selon la technique utilisée et les recommandations du constructeur. Les points faibles du traitement d'eau de dialyse sont généralement les adoucisseurs, les filtres charbons et les membranes d'osmose ainsi que les points de piquage ou les raccords sur la boucle [13].

La maintenance du générateur de dialyse est assurée efficacement par des cycles de rinçage, détartrage et stérilisation réalisés au minimum deux fois par semaine en cas de non-usage et systématiquement après chaque utilisation [14]. Les recommandations de désinfection des constructeurs doivent être respectées car elles sont garantes du résultat. Lors de l'utilisation de réinjection en ligne, chaque séance doit être précédée d'un cycle de désinfection thermochimique complet. Les points faibles du générateur de dialyse sont les connexions :

- d'eau osmosée ;
- des concentrés acide et bicarbonate—surtout liquide— ;
- à l'hémodialyseur ;
- à l'évacuation ;
- au liquide désinfectant.

Tableau 2 Pureté microbiologique de l'eau selon les pharmacopées.

Niveaux maxima	Pharmacopée européenne		Pharmacopée française		
	Eau dialyse	Eau ultrapure	Eau dialyse conventionnelle	Hémodiafiltration avec réinjection en ligne	
			Eau ultrapure	Dialysat	Réinjection
Compte de germe unités	< 100 UFC/ml	< 0,1 UFC/ml	< 100 UFC/1000 ml	< 10UFC/100 ml	< 1 UFC/500 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>			< 1 UFC/ml		
Endotoxine UI/ml	< 0,25	< 0,03	< 0,25	< 0,25	< 0,05
Site prélèvement	Départ boucle/retour boucle	Point piquage	1/générateur	1/générateur	Ligne de réinjection
Fréquence validation	Hebdomadaire sur trois mois	Hebdomadaire sur trois mois	Mensuelle quatre prélèvements	Mensuelle	Mensuelle
Fréquence routine	Mensuelle	Mensuelle	Mensuelle	Trimestrielle	Trimestrielle

Les procédures d'entretien et de désinfection doivent donc inclure des descriptions précises des manipulations.

Chaque intervention technique réalisée sur le circuit hydraulique du traitement d'eau ou du générateur de dialyse doit être suivie d'une désinfection et de contrôles prédéfinis. Le suivi longitudinal de ces procédures est assuré par chaque responsable du maillon que représente la chaîne de traitement d'eau. Un suivi pluridisciplinaire, avec revue quadrimestrielle des résultats et des actions réalisés, doit être mis en place.

### Comment réagir en cas de non-conformité ?

Les réactions cliniques observables durant la dialyse sont peu discriminantes en réanimation. La fièvre, les frissons et l'hypotension doivent, en premier, faire l'objet de la recherche de causes propres au malade [15]. Toutefois, en cas d'événements répétés uniquement lors des dialyses ou se répétant sur des malades dialysés successivement, il faut savoir réaliser des prélèvements microbiologiques sur le dialysat ou le liquide de réinjection en ligne.

La procédure assurance qualité doit prévoir les actions à mener en cas de non-conformité des résultats. La plupart du temps, il faut classer les résultats sur une échelle dont les seuils servent à définir des actions précises. Celles-ci peuvent aller du simple contrôle du prélèvement jusqu'à l'arrêt d'utilisation de l'eau de dialyse. La dérive des résultats microbiologiques et endotoxiques conduit :

- à s'assurer de l'absence de contamination de l'échantillon ;
- à vérifier la bonne réalisation des opérations de maintenance et de désinfection du traitement d'eau et du générateur de dialyse ;
- à interrompre l'usage de la réinjection en ligne quand elle est utilisée ;
- à réunir une cellule de crise pluridisciplinaire ;
- à multiplier les sites de prélèvements pour trouver le site de contamination le plus probable ;
- à réaliser les réparations nécessaires et parfois à interrompre tout usage de la dialyse.

Dans ce cas extrême, une solution de remplacement par un moniteur d'hémodiafiltration doit être disponible dans le service [16].

### Conclusion

Le point critique de l'utilisation de l'hémodialyse en réanimation reste la qualité d'eau osmosée produite. Quel que soit le dispositif technique utilisé, il doit permettre de produire une eau en conformité avec le référentiel d'hémodialyse chronique. Les progrès technologiques et l'informatisation permettent une mise en œuvre sécurisée et relativement simple des traitements d'eau portables ou intégrés. Le risque infectieux doit être particulièrement maîtrisé mais la garantie de résultats conformes est facilement obtenue en établissant un protocole d'usage, de cycles de désinfection, de maintenance et de contrôles respectant les recommandations des constructeurs adaptées aux possibilités locales. C'est en exigeant un haut niveau de respect

de ces procédures techniques que le système de traitement d'eau de dialyse et le générateur assurent les performances pour lesquelles ils sont conçus et validés. Cette qualité est l'élément fondamental de la biocompatibilité de l'épuration extrarénale en réanimation.

### Conflits d'intérêts

D. D. Conférences : invitations en qualité d'intervenant pour Fresenius Medical Care.

H. S. aucun conflit d'intérêts.

### Références

- [1] Pannu N, Klarenbach S, Wiebe N, Manns B, Tonelli M. Renal replacement therapy in patients with acute renal failure: a systematic review. *J Am Med Assoc* 2008;299:793–805.
- [2] Hoenich NA, Levin R. Water treatment for dialysis technology and clinical implications. In: Ronco C, Cruz DN, editors. *From basic research to clinical trials*. Contrib. Nephrol. Basel: Karger; 2008, 1–6.
- [3] Kessler M. European best practice guidelines for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17(Suppl. 7):45–62.
- [4] Kooman J. European best practice guidelines on hemodynamic instability. *Nephrol Dial Transplant* 2007;22(Suppl. 2):ii22–44.
- [5] Delabre JP, Jausset A, Picot MC, Klouche K, Jonquet O, Amigues L, et al. Hémodiafiltration en ligne dans le traitement de l'insuffisance rénale aiguë en réanimation : évaluation de la tolérance, de l'efficacité et du risque infectieux (résumé). *Reanimation* 2009;18(Suppl. 1).
- [6] Canaud B, Bosc JY, Leray-Moragues H, Stec F, Argiles A, Leblanc M. On-line haemodiafiltration. Safety and efficacy in long-term clinical practice. *Nephrol Dial Transplant* 2000;15(Suppl. 1):60–7.
- [7] Davidovits M, Barak A, Cleper R, Krause I, Gamzo Z, Eisenstein B. Methaemoglobinaemia and haemolysis associated with hydrogen peroxide in a paediatric haemodialysis centre: a warning note. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:2354–8.
- [8] Pereira BJG. Diffusive and convective transfer of cytokine-inducing bacterial products across hemodialysis membranes. *Kidney Int* 1995;47:603–10.
- [9] Cappelli G, Sereni L, Scialoja MG, Morselli M, Perrone S, Ciuffreda A, et al. Effects on biofilm formation on haemodialysis monitor disinfection. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:2105–11.
- [10] Cappelli G, Riccardi M, Perrone S, Bondi M, Ligabue G, Albertazzi A. Water treatment and monitor disinfection. *Hemodialysis Int* 2006;10:S13–18.
- [11] Nystrand R. Microbiology of water and fluids for hemodialysis. *J Chin Med Assoc* 2008;71:223–9.
- [12] Pontoriero G, Pozzoni P, Andrulli S, Locatelli F. The quality of dialysis water. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18(Suppl. 7):vii21–25.
- [13] Poli D, Pavone L, Tansinda P, Goldoni M, Tagliavini D, David S, et al. Organic contamination in dialysis water: trichlorethylene as a model compound. *Nephrol Dial Transplant* 2006;21:1618–25.
- [14] Baron R, Bourzeix de Larouziere S, Dumartin C. Bonnes pratiques d'hygiène en hémodialyse. *Hygienes* 2005;13:114–24.
- [15] Brunet P, Berland Y. Water quality and complications of haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2000;15:578–80.
- [16] Journal Officiel. Décrets n° 2002-465 et 2002-466 du 5 avril 2002.