

Helmstetter Fanny

L3 ingénierie de la santé  
Parcours ingénierie biomédical et ergonomie



RAPPORT DE STAGE AU CENTRE HOSPITALIER DE  
VERDUN/SAINT-MIHIEL

## Traitement de l'eau en hémodialyse



## Remerciements :

Je tiens à remercier dans un premier temps Monsieur Jean Pierre MAZUR Directeur du centre hospitalier de Verdun/Saint Mihiel de m'avoir accepté en stage dans son établissement.

Je tiens à remercier Madame Marie José ORY, ingénieur biomédical pour son accueil, pour m'avoir orienté encadré et conseillé dans mes travaux et avoir favorisé mon intégration dans l'hôpital.

Je remercie l'équipe de techniciens biomédicaux, Monsieur BATTIN David, BELLEMANIERE Sylvain, COING Sylvain et HARDY Jean-Luc pour m'avoir accordé une grande partie de leur temps, nécessaire à la découverte du milieu hospitalier et de leurs activités. Ainsi que de m'avoir offert la possibilité de participer à l'ensemble de leurs travaux me permettant d'appréhender le rôle de technicien biomédical.

Je remercie Madame TELLIER Francine, cadre infirmière du service hémodialyse pour m'avoir permis d'accéder librement au service d'hémodialyse.

Je remercie également la société Fresenius pour la mise à disposition de toute la documentation nécessaire à la réalisation de mon projet. Et tout particulièrement Monsieur VAVON Loïc qui a su répondre à toutes mes interrogations.

De même je tiens à remercier tout le personnel de l'établissement (médecins, infirmières, techniciens, personnel administratif,...) pour leur coopération dans mes démarches, leur disponibilité et les renseignements qu'ils ont pu me fournir.

Et enfin je remercie toute l'équipe pédagogique pour la qualité de leur enseignement et leur écoute nous permettant de progresser. Ainsi que le service administratif qui a permis la mise en place de ce stage.

## Sommaire :

Introduction :	4
I. CH Verdun Saint Mihiel :	5
a) Historique :	5
Saint Nicolas :	5
Désandrouins :	5
Sainte Catherine :	5
Saint Mihiel :	5
b) Les activités :	6
c) Le service biomédical :	7
II. L'insuffisance rénale :	8
a) L'insuffisance :	8
b) Pourquoi traiter ?	8
c) Le traitement :	9
La diffusion :	9
L'ultrafiltration :	9
La convection :	9
Le système d'hémodialyse :	10
III. Traitement de l'eau en hémodialyse :	10
a) L'eau pour l'hémodialyse :	10
b) Procédés de purification et de distribution :	12
Le prétraitement :	12
Le traitement :	14
La distribution:	17
IV. Analyses des risques :	18
a) Objectifs d'un traitement des eaux :	18
b) Risques liés à un mauvais traitement des eaux :	18
c) Contrôle et maintenance :	20
Qualité chimique et bactérienne :	20
Maintenance préventive :	22
Désinfection du traitement :	24
V. Conclusion.....	24

## Liste des figures :

Figure 1 : CH Verdun .....	4
Figure 2 : Plan CH Verdun .....	6
Figure 3 : Atelier biomédical .....	7
Figure 4 : Diffusion .....	9
Figure 5 : Ultrafiltration .....	9
Figure 6 : La convection .....	9
Figure 7 : Hémodialyse Hémodiafiltration.....	10
Figure 8 : Surpresseur et filtre 5 $\mu$ m .....	12
Figure 9 : Mécanisme d'échange dans l'osmoseur .....	13
Figure 10 : Adoucisseur .....	13
Figure 11 : Filtre charbon actif et Testomat .....	14
Figure 12 : Osmoseur inverse .....	14
Figure 13 : Principe de l'osmoseur .....	15
Figure 14 : Schéma hydraulique simplifié .....	15
Figure 15 : Contaminants .....	19

## Liste des Tableaux :

Tableau 1 : Valeurs limites des paramètres.....	12
Tableau 2 : Consommation d'eau avant / après .....	12
Tableau 3 : Qualité de l'eau dans l'aqua A .....	16
Tableau 4 : Qualité de l'eau dans l'aqua A2 .....	17
Tableau 5 : Comparaison des concentrations en éléments dans l'eau potable et en dialyse.....	19
Tableau 6: Seuil de toxicité et symptômes .....	20
Tableau 7 : Zone de prélèvement.....	21
Tableau 8 : Paramètre bactériologique.....	21
Tableau 9 : Paramètres physico-chimique.....	22

## Introduction :

A la suite de la formation théorique en 3<sup>ème</sup> année de licence en ingénierie biomédicale à la faculté de Médecine, il était demandé d'effectuer un stage dit de technicien biomédical. Ce stage constitue une mise en situation professionnelle dans le domaine biomédical. Il est l'opportunité d'accompagner une équipe de technicien dans ces interventions de tous les jours en milieu hospitalier et de mettre à profit mes connaissances apprises lors de la formation.

La mise en situation professionnelle a plusieurs objectifs. Elle permet de découvrir l'organisation d'un service biomédical que ce soit d'un point de vue administratif, hiérarchique ou technique. Mais également de découvrir les différentes formes de maintenances, tel que la maintenance préventive ou la maintenance corrective. Et leurs applications et de se concentrer sur un dispositif en particulier.

J'ai désiré réaliser mon stage au centre hospitalier de Verdun-Saint Mihiel du fait de sa petite dimension en comparaison à un centre hospitalier universitaire ainsi que la polyvalence de l'établissement et donc la polyvalence des dispositifs médicaux. J'ai décidé de tourner mon stage vers le nouveau traitement des eaux destiné à l'hémodialyse. C'est pourquoi après une brève présentation du centre hospitalier Verdun-Saint Mihiel, j'aborderais les principes généraux de l'insuffisance rénale et de la dialyse pour ensuite aborder le traitement de l'eau en hémodialyse ainsi que les objectifs et les risques encourus par sa défaillance.



Figure 1 : CH Verdun

## I. CH Verdun Saint Mihiel :

Verdun capitale mondiale de la paix est une ville de la Meuse en Lorraine, on compte près de 18 291 habitants. Saint Mihiel est le chef-lieu du canton du département de la Meuse, il compte 4 479 habitants.

Le CH de Verdun St Mihiel est réparti sur quatre sites :

- Saint Nicolas (médicale et chirurgie)
- Sainte Catherine (établissement hospitalier pour personnes âgées dépendantes EHPAD)
- Site Désandrouins (psychiatrie)
- Site de St-Mihiel (centre de soins non programmés, centre spécialisé de soins aux toxicomanes, EHPAD, état végétatif persistant, service de soins infirmiers à domicile, soins de suite)

### a) Historique :

#### Saint Nicolas :

- 1807 : Création de l'hôpital militaire à Pré l'Evêque.
- 1834 : L'hôpital Saint Nicolas soigne les militaires et les civils
- 1895-1898 : Agrandissement (pavillon Maillot et Villemin)
- 1916 : Destruction partielle de l'hôpital
- 1935- 1936 : Construction du bâtiment Saint Hippolyte
- 1940-1946 : Hôpital uniquement militaire
- 1947 : Hôpital civils les militaires étant transférés à Metz
- 1948 : Bâtiment Laennec créé
- 1983 : Nouvelle hôpital Saint Nicolas
- Mars 2005 : Pôle mère enfant créé
- 2014 : Fusion avec l'hôpital Saint Mihiel

#### Désandrouins :

- 18 octobre 1958 : Hôpital Américain
- 1972 : Devient un hôpital psychiatrique
- 2010 : Ouverture d'une nouvelle unité

#### Sainte Catherine :

- 1570 : Création de l'hôpital
- 1916 : Destruction partielle
- 1940-1946 : Hôpital principal pour civil, nouvelle maison de retraite
- 2000 : Ouverture de l'unité de soin longue durée

#### Saint Mihiel :

- 1256 : Hôpital issu de la fusion de l'aumônerie et de la Maison-Dieu
- 1995 : Création de l'EHPAD

b) Les activités :

Laennec

- Cardiologie
- Unité de soins intensifs de cardiologie
- URCV
- Médecine interne
- Néphrologie diabétologie
- Hémodialyse
- Hôpital de jour de médecine
- Explorations fonctionnelles
- Pneumologie
- Allergologie
- Education thérapeutique
- Unité de consultations et de soins ambulatoires
- Oncologie à orientation hématologie, gastrotérologie et thoracique
- Médecine physique et de réadaptation
- Hôpital de jour de MPR

Pôle mère enfant

- Obstétrique-Maternité
- Gynécologie
- Chirurgie gynécologique
- Chirurgie oncologique
- Pédiatrie
- Hôpital de jour de pédiatrie
- Néonatalogie
- Centre de dépistage Anonyme et Gratuit
- Centre de lutte contre la tuberculose et de vaccinations

Urgences

- Service d'urgence
- Centre d'enseignement aux soins d'urgences

Bâtiment P

- Unité d'hospitalisation Adolescent
- Equipe Mobile Douleur
- Equipe Mobile de Soins Palliatifs
- Médecine du travail

Saint Hypolyte

- Endocrinologie
- Gastroentérologie
- HAD
- Addictologie
- Permanence d'accès aux soins de santé
- Unité d'hygiène
- Service technique
- Standard
- Assistantes sociales
- Unité de communication
- Aumônerie
- DIM

Saint Nicolas

- Réanimation-Anesthésie
- Surveillance continue
- SAMU SMUR
- Unité de don et prélèvement d'organes et tissus
- Consultation médico-judiciaires
- Unité d'hébergement de très courte durée
- Chirurgie viscérale
- Chirurgie vasculaire
- Chirurgie urologique
- Chirurgie ambulatoire
- Ophtalmologie
- Bloc opératoire
- Exploration fonctionnelle
- Administration
- Chirurgie traumatologique
- Chirurgie ORL et Maxillo-faciale
- Court séjour gériatrique
- Equipe mobile gériatrie
- Equipe mobile rééducation
- Neurologie
- Rhumatologie
- Dermatologie
- Pharmacien
- Stérilisation
- Laboratoire
- Nettoyage-désinfection
- Dépôt de sang
- Service d'imagerie médicale



Figure 2 : Plan CH Verdun

c) Le service biomédical :



Figure 3 : Atelier biomédical

Le service biomédical constitué actuellement d'un ingénieur biomédical et de quatre techniciens fut créé en 1999 du à la nécessité de préparer et de surveiller le passage des équipements à l'an 2000.

En 2001, la gestion de la maintenance assistée par ordinateur (GMAO) fut installée pour faciliter et assurer la traçabilité des dispositifs médicaux.

En 2002, les générateurs à dialyse viennent rejoindre les dispositifs médicaux.

Il est constitué de quatre techniciens polyvalents qui sont chargés de :

- Diagnostiquer les pannes et remettre en état des équipements biomédicaux
- Maintenance préventive et contrôle qualité des équipements biomédicaux
- Planification des interventions sur les équipements
- L'inventaire des équipements, maintenances dans la GMAO
- Rédaction de protocole de maintenance et de contrôle
- Planification des mises en services des équipements biomédicaux
- Mise en service
- Formation du personnel

Ils doivent également assurer :

- L'assistance technique aux services de soins,
- Garder la performance des dispositifs,

- Générer des économies,
- Réduire les coûts des contrats de maintenance,
- Assurer des résultats de qualité (performances des équipements).

Après cette brève introduction sur l'organisation du CH de Verdun-Saint Mihiel nous allons évoquer le problème de l'insuffisance rénale nécessitant l'hémodialyse et donc un bon traitement des eaux.

## II. L'insuffisance rénale :

Le rein est un organe du corps humain appartenant au système urinaire, l'humain disposant de deux reins. Il a aussi bien des fonctions excrétrices que des fonctions sécrétrices.

Dans les fonctions excrétrices le rein élimine les déchets, les liquides en excès, il permet de réguler l'équilibre acido-basique (avec l'élimination des ions H<sup>+</sup>) et de réguler les taux d'électrolytes.

Dans les fonctions sécrétrices le rein permet de réguler la tension artérielle à l'aide de la rénine qui est une protéine qui est sécrétée en cas de baisse de la pression sanguine, réguler la production des globules rouges avec la sécrétion d'érythropoïétine, et de réguler le calcium avec la production de vitamine D qui permet sa réabsorption.

### a) L'insuffisance :

L'insuffisance rénale désigne la difficulté pour les reins d'éliminer les déchets et d'excréter certaines hormones. Il existe deux types d'insuffisance rénale. L'insuffisance rénale aiguë et l'insuffisance rénale chronique. L'insuffisance rénale aiguë est la perte de la fonction rénale de façon brutale mais qui est réversible à la différence de l'insuffisance rénale chronique.

### b) Pourquoi traiter ?

Si les reins sont non fonctionnels il y a des risques cardio vasculaire, de par l'accumulation de toxiques, déchets métaboliques ou encore sels minéraux dans le sang.

On aura également une augmentation de la pression artérielle du à l'accumulation de sels et sécrétion exagérée d'hormones hypertensives. L'hypertension artérielle élevée dans les vaisseaux du rein déjà lésé, va engendrer une augmentation des lésions.

Un déficit en érythropoïétine provoquera des anémies.

Et enfin, le calcium qui sera mal absorbé et l'accumulation des phosphores dans le sang engendrent des problèmes osseux. Comme un retard de croissance chez les enfants ou de l'ostéoporose chez les adultes. Le calcium se déposera également sur

les artères ce qui provoquera la calcification de celle-ci et donc une diminution du calibre.

D'où la nécessité de traiter l'insuffisance rénale.

c) Le traitement :

L'objectif de l'hémodialyse est d'épurer le sang en éliminant les liquides excédentaires et les déchets indésirables comme les toxines urémiques par la création d'un circuit extracorporel et son passage dans un dialyseur (rein artificiel permettant les échanges entre le sang et le dialysat constitué de concentré liquide et d'eau ultra pure et stérile).

L'hémodialyse repose sur trois principes : la diffusion, l'ultrafiltration et la convection.

La diffusion : règle les échanges de molécules à travers une membrane semi-perméable selon le gradient de concentration (entre le sang et le dialysat). Du compartiment le plus concentré vers le moins concentré pour tendre vers un équilibre de part et d'autre de la membrane. Le transfert dépend du gradient et de la membrane (taille des pores ...).

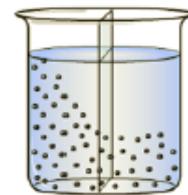


Figure 4 : Diffusion

L'ultrafiltration : c'est le déplacement de liquide à travers la membrane provoqué par un gradient de pression.

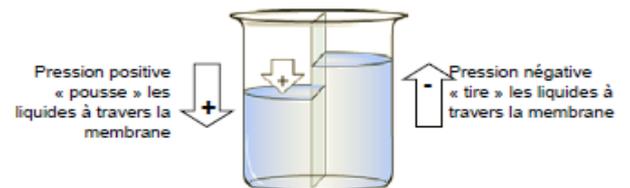


Figure 5 : Ultrafiltration

La convection : est le transfert de solvant et de soluté à travers la membrane semi perméable par différence entre les deux compartiments. Les solutés pour lesquels la membrane est perméable vont être entraînés au travers de la membrane par le liquide d'ultrafiltration.

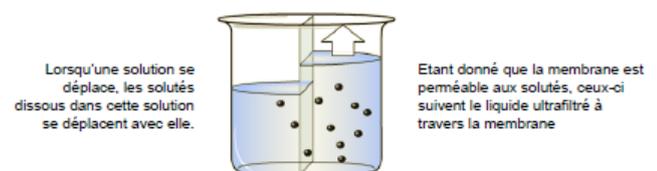


Figure 6 : La convection

Le système d'hémodialyse : est constitué du dialyseur qui joue le rein artificiel et du générateur de dialyse qui correspond au reste de l'organisme assurant le passage du sang dans le dialyseur. Le générateur possède différents rôles, tout d'abord il transporte le sang du patient dans le système extracorporel et le restitue ensuite au patient. Il prépare en continu le bain de dialyse pour le traitement composé de concentré acide contenant des électrolytes ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ...) et le concentré bicarbonate composé des bicarbonates de sodium dilué à de l'eau osmosée. Il contrôle également la perte de poids (la quantité de liquide en excès à prélever au patient), les pressions sanguines et la qualité du dialysat reconstitué. Au centre hospitalier de Verdun/Saint Mihiel on pratique également l'hémodiafiltration (HDF) qui combine l'hémodialyse et l'hémofiltration permettant d'éliminer les substances de faibles et de moyens poids moléculaire qui ne sont généralement pas éliminés avec l'hémodialyse ou l'hémofiltration seul.

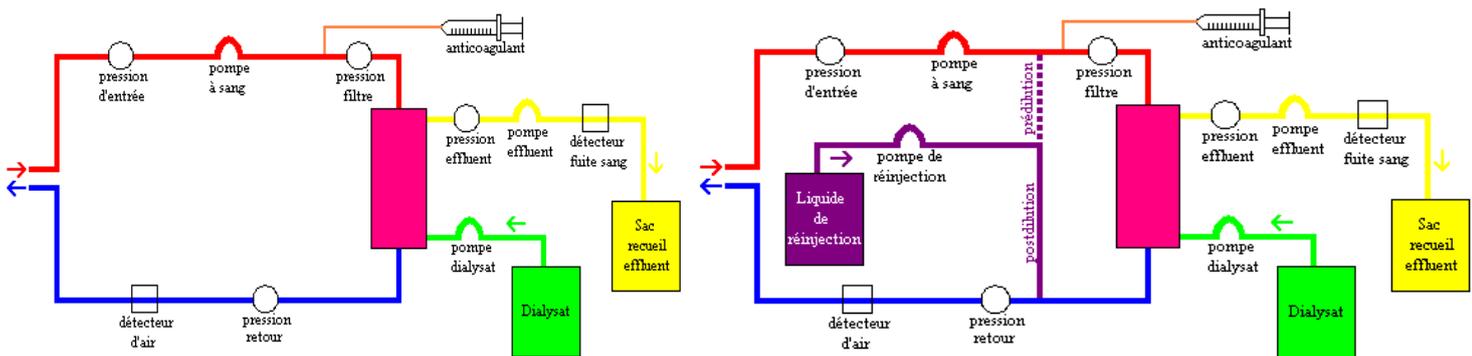


Figure 7 : Hémodialyse

Hémodiafiltration

L'eau en hémodialyse est utilisée pour la préparation du bain, qui sera en contact indirectement avec le sang du patient via une membrane, on comprend donc bien la nécessité de traiter cette eau.

### III. Traitement de l'eau en hémodialyse :

#### a) L'eau pour l'hémodialyse :

L'eau en hémodialyse est un élément vital dans l'épuration extracorporelle, ces critères de qualités sont donnés par la pharmacopée et sont sous la responsabilité du pharmacien. La qualité de cette eau est primordiale car elle est au contact du sang du patient indirectement. A raison de 0,5L/min en une séance de 4h, le tout 3 fois par semaine. En une semaine le sang du patient sera en contact avec 360L d'eau osmosée. Ce qui correspond à 18 720L par ans. Il est donc important et vital que cette eau soit traitée en vérifiant l'absence de contamination. Le traitement des eaux doit être efficace et fiable.

L'eau utilisée est de l'eau de ville provenant d'une nappe phréatique. Il faut donc contrôler sa qualité, car elle est constituée de matières organiques, de matières minérales (sels, métaux lourds sous forme ionique), de bactéries et de particules en

suspensions (risque d'obturation du traitement des eaux). Il faudra également surveiller sa composition dans le temps qui pourra varier par exemple en fonction du climat de la température, ainsi que de la pression.

Lors de l'installation d'un traitement d'eau il faut faire attention au local dans lequel il se situera (température et humidité qui peuvent influencer le taux de bactérie), il faudra donc un local assez bien insonorisé et avec un bon système de ventilation.

Les textes qui définissent ces critères de qualités sont multiples :

- Afin d'assurer une sécurité sanitaire, le Conseil des Communautés Européennes a adopté le 16 juin 1986, la résolution 86/c 184/04 relative à la protection des patients en dialyse par une réduction maximale de l'aluminium.
- Circulaire DGS/38/DH/4D de 1986 relative au traitement de l'eau.
- "Eau pour dilution des solutions concentrées pour hémodialyse" de 1993 - Xème édition - Monographie.
- Lettre-circulaire n° 99-415 du 11 janvier 1999 portant sur les incidents ou risques d'incident d'une hémolyse aiguë liés au traitement par hémodialyse
- Les décrets n° 2002-1197 et 2002-1198 relatifs à l'activité de traitement de l'insuffisance rénale chronique par la pratique de l'épuration extrarénale
- Circulaire DGS/DH/AFSSAPS n° 2000-311 du 7 juin 2000 relative aux spécifications techniques et à la sécurité sanitaire de la pratique de l'hémofiltration et de l'hémodiafiltration en ligne dans les établissements de santé.

Les paramètres essentiels de l'eau à mesurer sont :

- La dureté de l'eau : dépendra de sa concentration en calcium et magnésium
- Le pouvoir colmatant : aptitude de l'eau à boucher les pores d'une membrane
- Le potentiel d'hydrogène (pH) : pour exprimer l'alcalinité ou l'acidité de l'eau
- La conductivité : capacité de l'eau à transmettre le courant électrique (plus il y a d'ions plus l'eau à une grande conductivité).
- Les contaminants

Paramètres	Valeur limite
Dureté de l'eau	0,9 °F
Potentiel d'hydrogène	4,4 <pH>7,6
La conductivité	60 µS/cm
Aspect	Limpide
Couleur	Incolore
Chlore	< 0,1 mg/l
Chlorure	< 50 mg/l

Fluorures	< 0,2 mg/l
Nitrates	< 2 mg/l
Sulfates	< 50 mg/l
Aluminium	< 0,001 mg/l
Ammonium	<0 ,2 mg/l
Mercure	< 0,001 mg/l
Métaux lourd	< 0,1 mg/l
Potassium	< 2 mg/l
Sodium	< 50 mg/l
Zinc	< 0,1 mg/l

**Tableau 1 : Valeur limite des paramètres**

### Consommation :

Le CH de Verdun dispose d'un nouveau traitement des eaux depuis décembre 2013. **Voir annexe [1]**. L'ancien traitement des eaux datant de mai 2001 provenait comme le nouveau de la société Fresenius Medical Care. Nous verrons dans la partie suivante quel procédé installé sur le nouveau a permis de réduire de 50% la consommation d'eau journalière.

Ancien traitement	Nouveau traitement
20 m <sup>3</sup> (jour)	10m <sup>3</sup> (jour)
500 ml/min (dialyse normal)	500 ml/min (dialyse normal)
800 ml/min (dialyse HDF)	800 ml/min (dialyse HDF)

**Tableau 2 : Consommation d'eau avant / après**

### b) Procédés de purification et de distribution :

Il existe dans le procédé de purification de l'eau trois grandes étapes le prétraitement, le traitement qui constitue l'osmose inverse et la distribution.

Le prétraitement est un processus permettant d'éliminer les grosses particules, le carbonate de calcium ainsi que d'autres substances chimiques.

### Le prétraitement :



On part de l'eau de ville qui passe dans un surpresseur pour adapter la pression en sortie et avoir toujours la même (il peut être aussi utilisé pour limiter la perte de charge qui correspond à la dissipation de l'énergie mécanique en chaleur).

Ensuite l'eau passe dans un filtre de 5µm pour éliminer les grosses particules en suspensions dans l'eau. Il s'agit d'un filtre qui permet d'assurer la sécurité et la longévité des autres systèmes situés en aval. Après le passage dans le filtre l'eau va traverser un triplex d'adoucisseur.

**Figure 8 : Surpresseur et filtre 5µm**

L'adoucisseur qui sert à déminéraliser l'eau, c'est-à-dire à la débarrasser de ces minéraux, est constitué d'une résine qui est chargée en sodium, l'eau dure passe dans l'adoucisseur, le magnésium et le calcium vont se fixer sur les billes de sodium libre. Jusqu'à saturation c'est-à-dire lorsque plus aucune bille n'est libre. Ensuite l'eau douce (dont le magnésium et le calcium ont été remplacé par du sodium) sort. Au centre hospitalier de Verdun il y a trois adoucisseurs qui fonctionnent en alternance, lorsque l'adoucisseur est à saturation il se régénère pendant que les deux autres fonctionnent. La régénération se fait en rinçant à contre-courant pour décoller les billes et par lavage par injection de saumure (eau + sel), on aura décollé du magnésium et du calcium pour que le sodium se refixe à la résine. Lors de cette régénération le deuxième adoucisseur prend le relais et ainsi de suite.



Figure 10 : Adoucisseur

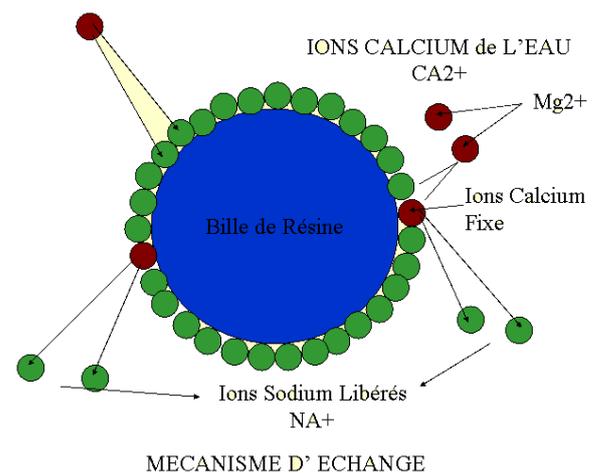


Figure 9 : Mécanisme d'échange dans l'osmoseur

L'eau douce passe ensuite dans une batterie de filtres au charbon actif qui élimine par absorption le chlore présent dans l'eau de ville. A la sortie du prétraitement l'eau adoucie passe dans un TESTOMAT qui nous indiquera les quantités de magnésium, de chlore et de calcium. Cet appareil prélève un échantillon de l'eau adoucie tous les 1 m<sup>3</sup> dans lequel il va ajouter des réactifs. Et il va ensuite calculer la dureté de l'eau et la présence de chlore. Le chlore ne devant pas dépasser 0,1 mg/L nous sommes généralement à 0,04 µg/L et pour la dureté il ne faut pas dépasser 0,90 °F nous sommes inférieur à 0,45°F. Le technicien pourra ainsi vérifier si ces valeurs sont dans les normes et si elles ne le sont pas, il pourra refaire lui-même un test pour vérifier ces valeurs puis agir en fonctions des résultats.

L'eau passera en dernière étape dans un filtre de 0,5 µm pour se débarrasser de particules déposées par la résine de l'adoucisseur et par le charbon actif et assurer la sécurité du système de traitement.



Figure 11 : Filtre charbon actif et Testomat

Le traitement :



Figure 12 : Osmoseur inverse

Le traitement de l'eau est effectué à l'aide d'un processus dit d'osmose inverse. L'osmose est un phénomène naturel, deux solutions de concentrations différentes sont séparées par une membrane semi-perméable, il s'agit du passage de la solution la moins concentrée vers la solution la plus concentrée, la pression osmotique fait passer l'eau à travers la membrane pour diluer la solution la plus concentrée afin d'obtenir un équilibre.

Pour l'eau de dialyse le procédé est inversé, il est appelé l'osmose inverse, le dispositif s'appelle un osmoseur. Il sert à éliminer les ions et les bactéries présent dans l'eau, en appliquant une pression hydraulique sur la solution concentrée pour contre balancer la pression osmotique. La membrane d'osmose est spiralée et est constituée d'une fine membrane de différentes couches enroulées autour d'un tube collecteur central. Le perméat qui correspond à l'eau pure (débarrassé de ces ions et bactéries) ce qui est passé à travers la membrane est collecté à la sortie du tube central et le concentrât qui correspond à l'eau n'ayant pas passé la membrane et

étant constitué des molécules et particules retenus, est récupéré sur le côté opposé à l'alimentation.

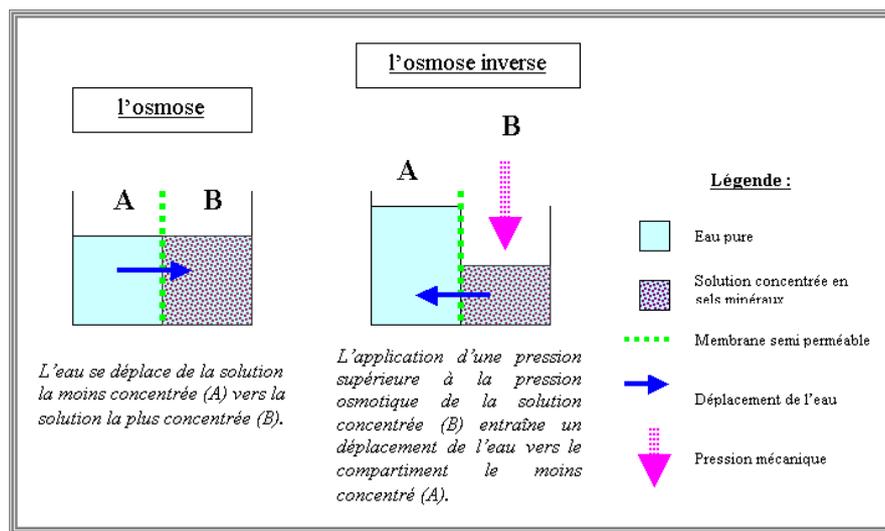


Figure 13 : Principe de l'osmoseur

Le Dynamics Flushing (voir annexe 2) permet l'adaptation de la consommation de l'eau et de l'énergie en fonction du nombre de générateur en fonctionnement par l'ajout d'une troisième pompe et d'une vanne. Un contrôle régulier du débit de départ par rapport au débit de retour permet de réguler l'apport en eau adoucie. Ce principe permet une adaptation du rythme en fonction du service de dialyse. La consommation d'électricité est régulée par une pompe basse pression de recirculation au niveau du circuit de rejet, ce qui permet en aval la recirculation par les pompes haute pression sans vanne pour diminuer cette pression. Les deux pompes haute pression sont disposées en série ce qui permet un fonctionnement étagé en fonction de la consommation d'eau dans la boucle.

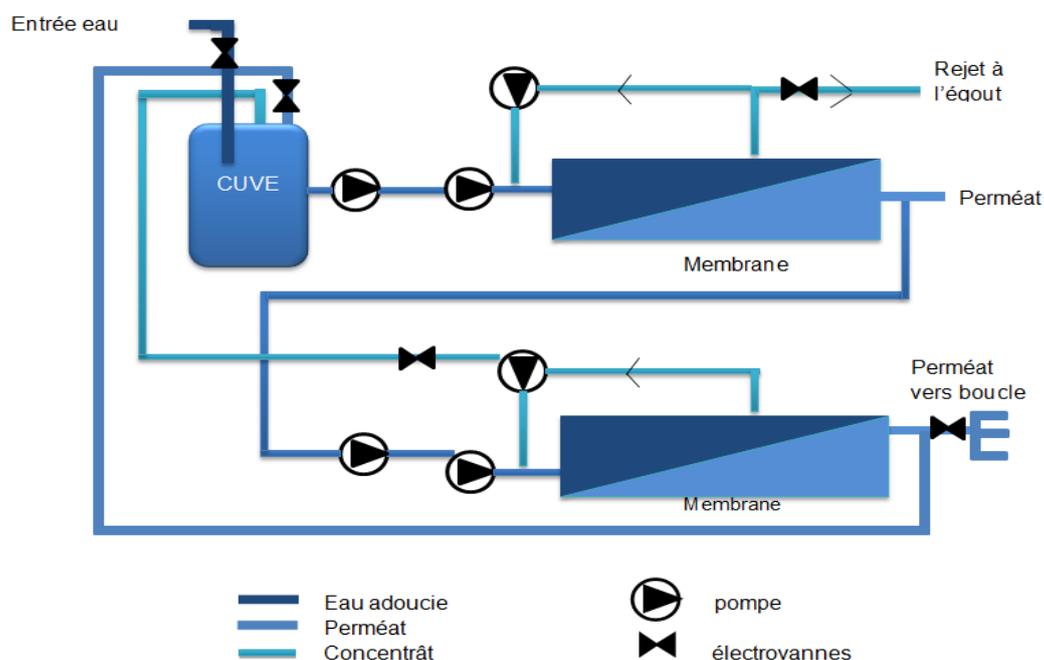


Figure 14 : schéma hydraulique simplifié

L'osmoseur inverse dans le traitement d'eau est nommé l'aqua A il est combiné à un deuxième aqua formant ainsi un système de bi osmose indispensable à l'HDF et à la sécurité, pour permettre la production de perméat et la distribution à travers deux boucles (il existe une troisième boucle qui sera pour l'extension du service).

Principe de production de l'eau osmosée **annexe [3]:**

Le système est composé de deux osmoseurs en série.

L'eau adoucie entre dans l'osmoseur 1, le volume d'eau est mesuré et est contrôlé en fonction du débit. L'eau est ensuite stockée dans une cuve (jusqu'au niveau 3) qui sera mise en pression par 2 pompes en série. P1 se déclenche **annexe [4]**. On aura ouverture des vannes V21, V41 et la DV 3 qui est un régulateur automatique de débit sera ouvert à 50%.

L'eau va traverser les membranes semi-perméables qui sont aux nombres de trois pour ensuite se diriger vers un collecteur de perméat.

Si la pression au niveau de P-k est supérieure à 2 bars alors on passera à l'étape suivante, qui consiste à la fermeture du DV 3 jusqu'à une pression de P-k de 4 bars. Si cette étape est vérifiée, on aura une activation de la pompe P3 **annexe [5]** avec fermeture de la vanne V22 et ouverture de VR24 et V46. Le concentrât sera rejeté à l'égout. Puis on aura ouverture de la vanne 22 pour refaire circuler une nouvelle fois l'eau à travers les membranes par l'intermédiaire de la troisième pompe.

Si le débit au niveau de FL-k > 5L/min, alors le fonctionnement sera continu, DV3 sera ouverte avec un taux de conversion de 75% et V36 sera ouverte.

Si le débit au niveau de FL-K < 5L/min, le fonctionnement est discontinu, DV3 sera ouverte à 50% vers la pompe P3 et la cuve par VR31.

La production s'arrête en refermant la vanne V22 et en ouvrant la V21, le taux de conversion sera donc nul.

C'est ce système qui permet de diminuer la consommation d'eau en fonction du débit qui dépend lui-même du nombre de générateurs en production.

Au niveau de cet aqua il existe un certain nombre de valeurs à ne pas dépasser qui seront vérifiées et qui pourront engendrer une alarme.

Qualité de l'eau au niveau de l'aqua A :

	Valeur Seuil	Perméat
Température	30°C	21°C
Conductivité	60 µS/cm	7,6 µS/cm
Pression		
• Concentrât	0,5 Bar < P < 18,5 Bar	7,7 Bar
• Perméat	0,1 Bar < P < 8,5 Bar	2,2 Bar
Débit	< 30 L/min	6,6 L/min

Tableau 3 : Qualité de l'eau dans l'aqua A

Si la qualité de l'eau est conforme, le perméat de l'osmoseur 1 alimentera l'osmoseur 2 **annexe [6]**, il est constitué de pompes plus petites. Il sert à limiter les risques liés aux défaillances du premier osmoseur et il augmente le degré d'épuration des contaminants.

#### Qualité de l'eau pour l'aqua A2 :

	Valeur Seuil	Perméat
<b>Température</b>	35°C	21°C
<b>Conductivité</b>	60 µS/cm	7,6 µS/cm
<b>Pression</b>		
• <b>Concentrât</b>	0,5 Bar < P < 18,5 Bar	8 Bar
• <b>perméat</b>	0,1 < P < 8,5	2,4 Bar
<b>Débit</b>	< 30 L/min	6,6 L/min

**Tableau 4 : Qualité de l'eau aqua A2**

Au niveau des alarmes on aura dans un premier temps, une pré-alarme dans le premier osmoseur si l'eau dépasse 30°C. Puis dans le second si l'eau est supérieure à 35°C, le système ouvre une vanne qui envoie une partie de cette eau osmosée à l'égout, pour avoir l'arrivée de nouvelle eau douce adoucie, pour permettre l'abaissement de la température.

Une fois que l'eau adoucie est passée dans les deux osmoseurs inverses elle est envoyée dans un dernier micro filtre de 0,22 µm absolue c'est-à-dire que tout ce qui sera supérieur à 0,22 µm sera arrêté, il a un rôle stérilisant et cela permet de retenir les micros particules mais pas les endotoxines et les virus.

#### Distribution :

Après le filtre de 0,22 µm les osmoseurs alimentent deux boucles de distribution. Une première boucle distribue de l'eau à 14 générateurs et la deuxième boucle à 10 générateurs. Le CH de Verdun dispose de deux boucles pour éviter les pertes de pression et de charges en arrivant sur les derniers générateurs à alimenter, ainsi que pour diminuer le bruit dû au fort débit passant dans les boucles. Il y a une troisième boucle qui pour l'instant n'est pas reliée et qui servira à la réhabilitation des anciens locaux.

La cuve thermique sert à désinfecter la boucle 2 fois par semaine (mardi et vendredi à 1h du matin) et les membranes d'osmoseur (les dimanches à 1 heure du matin) en injectant de l'eau à 85°C pendant 10 minutes pour ne désinfecter que la boucle. Et environ 1h si on désinfecte les générateurs et leur tuyau d'alimentation.

#### IV. Analyses des risques :

##### a) Objectifs d'un traitement des eaux :

Comme nous l'avons déjà vu, l'eau en hémodialyse représente 97% du dialysat reconstitué. Elle est en contact indirect avec le sang du patient par la membrane semi perméable du dialyseur, d'où la nécessité d'avoir une bonne qualité garantissant la sécurité du patient.

##### L'eau en hémodialyse doit répondre à différents impératifs :

- Maintenir la constance physico-chimique de la solution diluée
- Absence de toxicité pour le patient
- Bonnes qualités bactériologique et pyrogéniques

##### En ce qui concerne la qualité bactériologique du traitement des eaux :

- Eliminer les bactéries présentes dans l'eau de ville
- Eviter la recontamination bactérienne du système
- Inhiber la croissance bactérienne
- Produire de l'eau de qualité bactériologique compatible avec l'application finale.

##### b) Risques liés à un mauvais traitement des eaux :

L'eau en hémodialyse est utilisée de façon massive environ 19 000L d'eau osmosée sont en contact indirect avec le sang du patient sur une année et exige une préparation extemporanée. La qualité physico-chimique et une absence de nocivité est indéniable. Il faut au minimum qu'elle réponde aux exigences de la pharmacopée Xème édition de 1993. L'eau de dialyse est préparée à partir d'eau potable, la qualité de l'eau produite doit être constante quelques soit les variations de saison ou accidentelles de l'eau de ville.

Il faut savoir qu'il existe deux catégories de contaminants : la contamination chimique et la contamination biologique. La contamination chimique entraînant la toxicité et la contamination biologique une réaction sanguine.

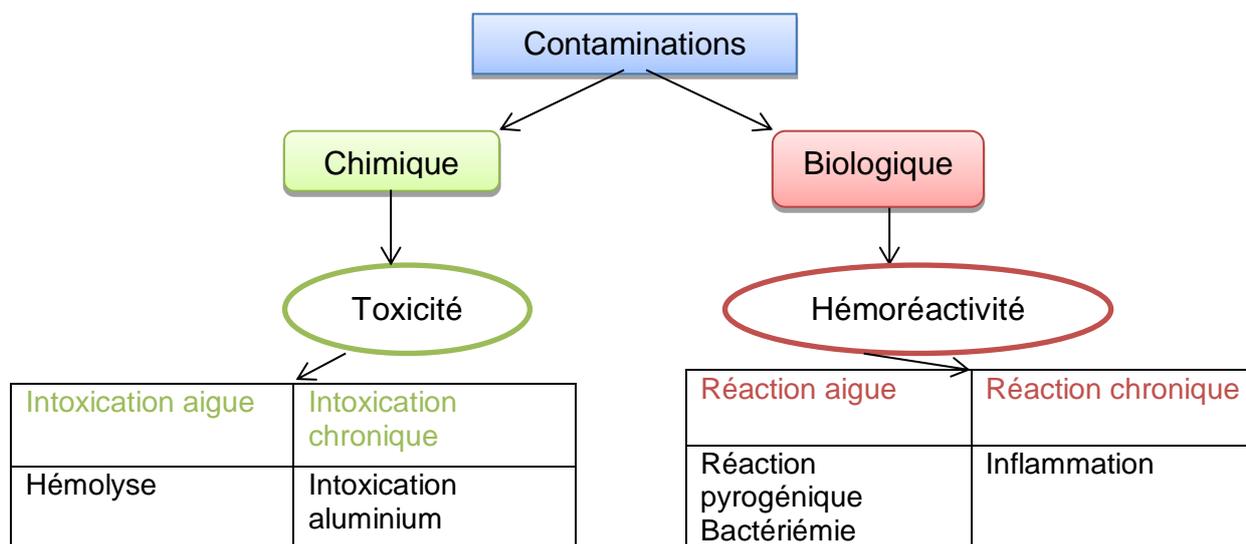


Figure 15 : Contaminants

Nous allons observer la différence de concentration qu'il doit y avoir entre l'eau potable et l'eau pour la dialyse pour éviter les contaminations. Ainsi que les risques liés à un dépassement du seuil de toxicité.

Eléments	Eau dialyse (mg/l)	Eau potable (mg/l)
<b>Eléments chlorés</b>	0,1	-
<b>Chlorures</b>	50	250
<b>Fluore</b>	0,2	1,5
<b>Nitrates</b>	2	50
<b>Nitrites</b>	0,005	0,1
<b>Phosphates</b>	5	5
<b>Sulfates</b>	50	250
<b>Aluminium total</b>	0,01	0,2
<b>Ammonium</b>	0,2	0,5
<b>Calcium</b>	2	-
<b>Etain</b>	0,1	-
<b>Magnésium</b>	2	50
<b>Mercure</b>	0,001	0,001
<b>Sodium</b>	50	150
<b>Potassium</b>	2	12
<b>Zinc</b>	0,1	5
<b>Métaux lourds : Hs, As, Ag, Pb, Cd, Sn, Sb, Bi...</b>	< 0,1	-
<b>Cuivre</b>	< 0,1	3
<b>Matière organique</b>	0	5

Tableau 5 : Comparaison des concentrations en éléments dans l'eau potable et en dialyse

A travers ce tableau on voit bien l'importance d'un traitement des eaux vu les valeurs auxquelles il faut réduire les différents éléments.

<b>Éléments</b>	<b>Seuil de toxicité (mg/l)</b>	<b>Symptômes</b>
<b>Chlore</b>	0,25	Anémie hémolytique aiguë
<b>Chlorures</b>	50	Modification du bain de dialyse et donc du liquide extracellulaire.
<b>Fluore</b>	1	Ostéomalacie, ostéoporose
<b>Nitrites</b>	10	Méthémoglobinémie
<b>Sulfates</b>	200	Nausées vomissements, fièvre, anémie
<b>Aluminium total</b>	200	Encéphalopathie
<b>Calcium</b>	88	Syndrome de l'eau dure, céphalées, nausées, vomissements, convulsion, hypertension
<b>Magnésium</b>	88	Blocage de la transmission neuromusculaire
<b>Sodium</b>	0,25	Hypertension, œdème pulmonaire, tachycardie, tachypnée, vomissement, céphalée, insuffisance respiratoire, possible coma et mort
<b>Potassium</b>	300	Troubles neuromusculaire et cardiaques par hyperkaliémie
<b>Zinc</b>	0,2	Anémie hémolytique, nausées, vomissements
<b>Cuivre</b>	0,49	Lésion hépatique

**Tableau 6: Seuils de toxicité et symptômes**

Le traitement des eaux permet donc de limiter voir de supprimer des éléments qui peuvent entraîner de graves désordres au niveau du métabolisme.

c) Contrôle et maintenance :

Le bon fonctionnement optimal d'un système de production d'eau osmosée, dépend tout d'abord d'un contrôle de la qualité physico-chimique et bactérienne de l'eau, ensuite d'une maintenance préventive et enfin d'une bonne désinfection de la chaîne de production d'eau pour hémodialyse.

Qualité chimique et bactérienne :

Pour le traitement des eaux il existe divers contrôles à réaliser qui ne sont pas tous à la charge du technicien biomédical. Les pharmaciens ainsi que divers laboratoires et entreprises en ont la charge. Nous parlerons des contrôles réalisés par les techniciens biomédicaux.

Pour le contrôle de la qualité chimique et bactérienne des contrôles sont réalisés toutes les semaines pour la bactériologie, les techniciens prélèvent l'échantillon dans un flacon stérile et prennent les mesures nécessaires pour ne pas contaminer

l'échantillon lavage des mains,... On prélèvera de 120ml à 1L en fonction de la zone. Ensuite l'échantillon est identifié c'est-à-dire qu'il faut mettre la date, l'heure, la zone de prélèvement. Il est transmis au laboratoire pour analyse dans l'heure qui suit. Il faudra compter 72 heures pour dénombrer le nombre d'unité formant des colonies (UFC) et pour l'identification des contaminants.

Point	Localisation	Localisation précise	Fréquence des analyses
PH 1	Prétraitement	Amont filtre 10 µm	5 semaines
PH 2	Prétraitement	Entre filtre 10 µm et adoucisseurs	5 semaines
PH 3	Prétraitement	Entre adoucisseurs et filtres charbon	5 semaines
PH 4	Prétraitement	Entre filtres charbon et filtre 0,45 µm	5 semaines
PH 5	Prétraitement	Sortie prétraitement	5 semaines
PH 6	Traitement	Départ boucle avant filtre 0,22 µm	5 semaines
PH 7	Boucle	Retour boucle après régulateur de pression	1 semaine
PH 8	Boucle	Retour boucle après régulateur de pression	5 semaines
B1	Boucle	Retour boucle 1	Si besoin
B2	Boucle	Retour boucle 2	Si besoin

Tableau 7 : Zone de prélèvement

Les règles utilisées pour ne pas contaminer l'échantillon à ce moment sont toujours d'actualité. La tenue professionnelle doit être propre, fermée. Il faut porter un masque chirurgical, lavage antiseptique des mains, et placer le flacon de prélèvement sur le générateur, dévisser le capuchon, ensuite il y a mise en place d'une compresse de Bétadine sur le site de prélèvement pendant une minute. L'utilisation de gant stérile, identifier le flacon date, heure, numéro du générateur, nom du préleveur. Amener l'échantillon le plus rapidement possible au laboratoire. Une fois les prélèvements effectués les résultats seront analysés et archivés. En fonction des résultats il faudra ou non enclencher une désinfection.

Paramètres Bactériologiques	Volume	Délai obtention résultats	Seuil d'alerte	Seuil de décontamination	Seuil LIMITE Limite Ph. Eu. Add. 2001
Eau pour HD - HDF					
Numération sur PH6, PH7, PH8	1000 ml	48 h et 1 semaine	50 UFC/ l	50 UFC/ l	100 UFC / l

Tableau 8 : Paramètres bactériologique

Paramètre Physico-chimiques	Seuil LIMITE
Aspect	limpide
Couleur	incolore
Saveur	insipide
Matières en suspension	-
Acidité ou alcalinité/pH	4,4 à 7,6
Substances oxydables	< 0,8 mg/l d'O <sub>2</sub> consommée
Chlore total disponible	< 0,1 mg/l
Chlorures	< 50 mg/l
Fluorures	< 0,2 mg/l
Nitrates	< 2 mg/l
Sulfates	< 50 mg/l
Aluminium	< 0,01 mg/l
Ammonium	< 0,2 mg/l
Calcium	< 2 mg/l
Magnésium	< 2 mg/l
Mercure	< 0,001 mg/l
Métaux lourds	< 0,1 mg/l
Potassium	< 2 mg/l
Sodium	< 50 mg/l
Zinc	< 0,1 mg/l

Tableau 9 : Paramètres physico-chimique

Pour un **seuil d'alerte** atteint sur les points PH6, PH7 et PH8 il faut refaire un prélèvement le jour des résultats pour avoir une confirmation. Une désinfection totale du traitement des eaux est réalisée si besoin.

Pour un **seuil de décontamination**, sur les points PH6, 7, et 8, si une désinfection du réseau a été effectuée moins de 48heures avant les résultats, il faudra faire un diagnostic poussé et sinon une désinfection totale du traitement.

Pour un **seuil de pharmacopée** atteint, un arrêt de l'installation peut être envisagé. Si une contamination microbiologique est constatée, il faudra faire une désinfection totale du traitement rapidement.

#### Maintenance préventive :

La contamination et la prolifération bactérienne sont quasiment inévitables dans un tel système. D'où l'importance d'une maintenance préventive et la surveillance des paramètres bactériologique et physico chimique.

La maintenance passe tout d'abord par le remplacement des filtres de 5µm, 0,5µm, le filtre de charbon actif et le filtre de 0,22µm. Au niveau du changement des filtres, il y a des durées de changement défini par Fresenius sur un devis mais les techniciens du CH de Verdun test la durée, allonge au fur et à mesure en prenant bien évidemment en compte le colmatage la perte de charge du filtre. La maintenance doit s'adapter au site d'installation et c'est l'exploitation dans le temps qui permet de connaître la durée entre chaque changement de filtre. En moyenne le filtre de 5µm est changé tous les trois mois, le filtre de charbon dix tous les deux mois, en effet à l'intérieur il s'agit de deux fois cinq filtres, le filtre de 0,22µm constitué de trois filtres est changé tous les six mois.

Les techniciens vérifient également l'efficacité de la préfiltration, en vérifiant la perte de charge à l'aide de manomètres situés en amont et en aval des filtres pour vérifier leur degré d'obturation et leur fonctionnalité. Ils effectuent un relevé journalier de ces pressions pour mesurer ce degré et agir en conséquence pour le remplacement.

Il faut également vérifier l'efficacité de l'adoucissement, l'installation est constituée de trois adoucisseurs, ils se régénèrent automatiquement et régulièrement. Ils sont montés en série pour que lorsque l'un est en fonctionnement les autres se régénèrent. La présence de calcium, de magnésium et de chlore total dans l'eau est vérifiée en continu par le testomat qui affiche un signal vert si les seuils d'alarme TH et CL- ne sont pas dépassés et un signal rouge si les consignes sont dépassées. Une alarme est déclenchée dans le service et au standard du centre Hospitalier. Il faut ensuite prendre contact avec le technicien. Au niveau de l'adoucisseur il faut également nettoyer régulièrement le bac à sel tous les 6 mois environ.

Au niveau du testomat qui mesure la dureté de l'eau et le chlore, les réactifs pour la mesure de la dureté sont à changer toutes les 38 semaines et le kit de réactif ABC pour le chlore une fois tous les trois semaines.

La maintenance préventive comprend aussi les contrôles journaliers qui sont effectués et répertoriés dans un carnet de bord **voir annexe [7]**.

Il s'agit de relever plusieurs paramètres sur toute la chaîne de traitement. Ces relevés portent sur :

- la consommation en eau par jour,
- les différents points de mesure de pression,
- les différents points de mesure de débit,
- la température de l'eau à l'arrivée du traitement d'eau et au départ de la boucle,
- des mesures de chlore totale et avec testeur de mesure.
- des mesures de chloramines avant chaque séance sur la production.

Toutes ces maintenances préventives ont pour but d'éviter au maximum, les dysfonctionnements ainsi que de maintenir le bon état de marche du traitement d'eau.

#### La maintenance curative :

Lors de mon stage, on a eu une panne sur le traitement d'eau lors d'une désinfection, la désinfection n'a pas pu avoir lieu en raison d'un débit insuffisant. Après un appel à la société un technicien est venu sur place pour constater le problème. Il s'agit d'une vanne défectueuse. Qui a été remplacée.

Il y a eu également quelques valeurs limites au niveau du testomat, mais après relance d'un test manuellement les valeurs étaient correctes. Comme le traitement des eaux est tout récent nous n'avons pas assez de recul pour pouvoir observer d'autres interventions curatives.

#### Désinfection du traitement :

Il est nécessaire de désinfecter l'unité de traitement d'eau pour hémodialyse régulièrement. Elle est effectuée toutes les semaines automatiquement, et une désinfection chaleur de la boucle est aussi réalisée par le technicien au changement de filtre.

Les désinfections de la boucle seule ont lieu le mardi et le vendredi de 1h à 3h et le dimanche de 1h à 4h la désinfection de la boucle et de l'osmoseur est réalisées.

La remise en production s'effectue le lendemain matin avant le début des séances de dialyse par un contrôle qualité sur le retour de boucle.

### V. Conclusion

La thérapie de l'insuffisance rénale permet en France à des milliers de personnes de survivre à une maladie mortelle. La qualité de l'eau est donc un élément primordial de cette thérapie, elle est l'essence même de l'hémodialyse. Le nouveau traitement des eaux a permis une diminution d'environ 50% de la consommation d'eau du service d'hémodialyse de CH de Verdun. Quant à la qualité de l'eau le strict respect des normes définies par la pharmacopée européenne contribue à l'amélioration de la qualité du traitement. Ceci ne peut être obtenu que par la coordination et la collaboration des équipes médicales, paramédicales, et techniques. L'utilisation de l'HDF, de membranes de plus en plus perméables et de solutions tampons bicarbonatés demandent une eau pour hémodialyse de qualité se rapprochant de celle pour préparation injectable. Avec la future extension annexe [8] il faudrait refaire une observation de la consommation de l'eau engendrée par les générateurs supplémentaires en fonctionnement.

Ce stage, effectué au sein d'une équipe dynamique et compétente, m'a permis de mettre à profit mes connaissances mais aussi les approfondir dans les domaines de l'hémodialyse notamment le traitement d'eau, la maintenance et le contrôle des dispositifs médicaux. Il m'a également apporté une culture hospitalière ainsi qu'une meilleure vision du rôle d'un technicien biomédical.

## **BIBLIOGRAPHIE**

### **Sites internet :**

[www.gambro.fr](http://www.gambro.fr)

[www.fresenius.fr](http://www.fresenius.fr)

[www.legifrance.gouv.fr](http://www.legifrance.gouv.fr)

[www.utc.fr](http://www.utc.fr) : Université de Technologie de Compiègne

<http://ansm.sante.fr/> : agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé

[www.aamb.asso.fr](http://www.aamb.asso.fr) : association des agents de maintenance biomédicaux

[http://www.dialyse.asso.fr/sens\\_traitement.php4](http://www.dialyse.asso.fr/sens_traitement.php4) : association des techniciens de dialyse

<http://www.sante.gouv.fr/fichiers/bo/2000/00-31/a0312255.htm>

Circulaire DGS/DH/AFSSAPS n° 2000-337 du 20 juin 2000

### **Publications diverses :**

Eau pour hémodialyse du Docteur Wissem Abdelkafi 29 mars 2012.

Eau pour hémodialyse de S. Gardes unité d'hygiène et d'épidémiologie CH Lyon Sud.

Avant-projet rev 0- 08/11/2012 CH Verdun production d'eau bi somosée Fresenius Care.

Traitement des eaux Fresenius Care journée de l'eau Nancy 24 octobre 2012.

Les appareils d'EER et leur fonctionnalité du docteur Catherine Fleureau

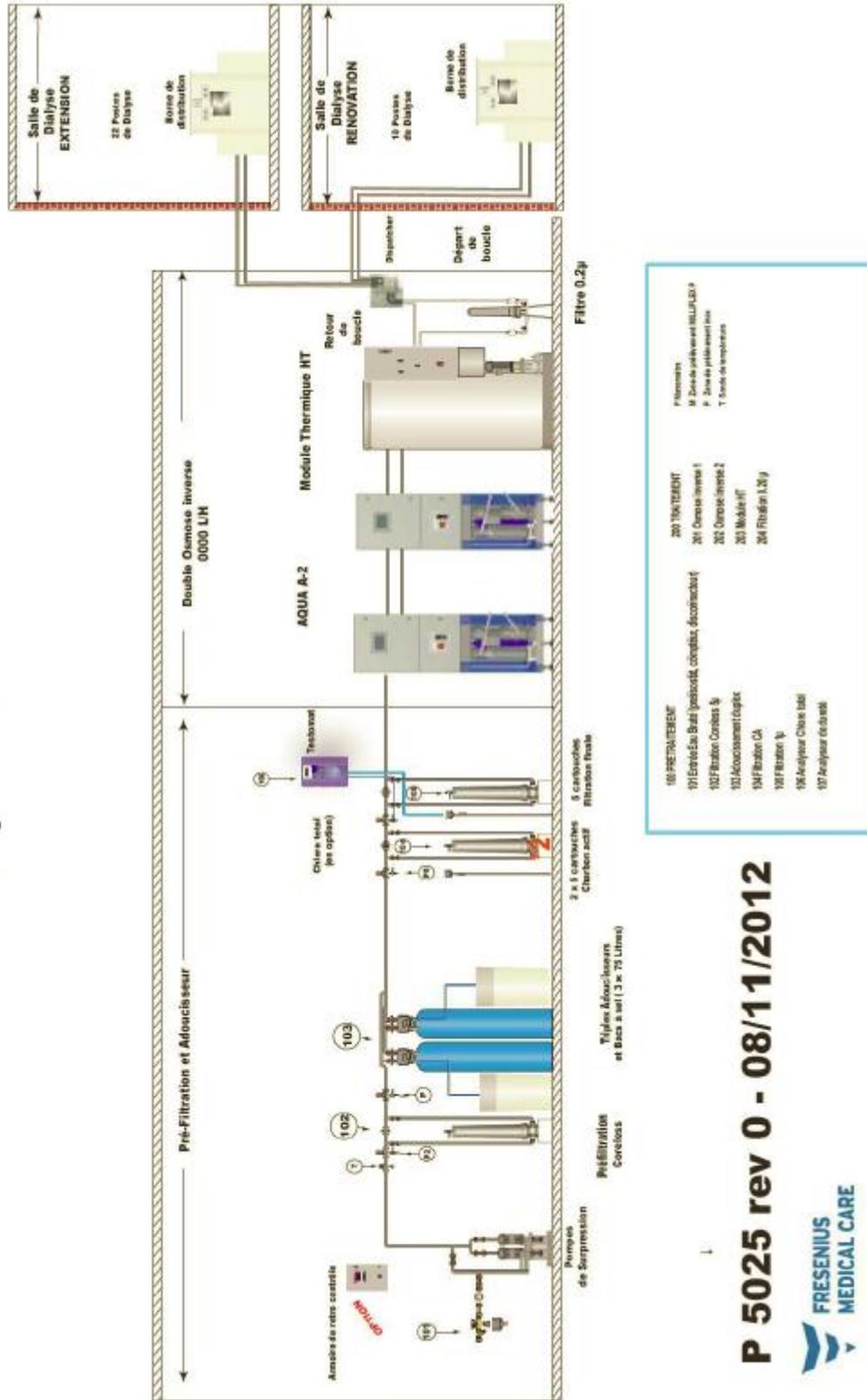
Contrôle de l'eau pour hémodialyse guide de méthodologie du CH Hubert Jegourel

Anatomie, physiologie, pathologie du rein Dr A. Sarraj, Dr J.F. de Frémont, Dr M.Tolani polyclinique Saint-Côme Compiègne

# ANNEXES

## [1] Plan traitement des eaux

### Projet Traitement d'eau CH VERDUN AquaA - 2

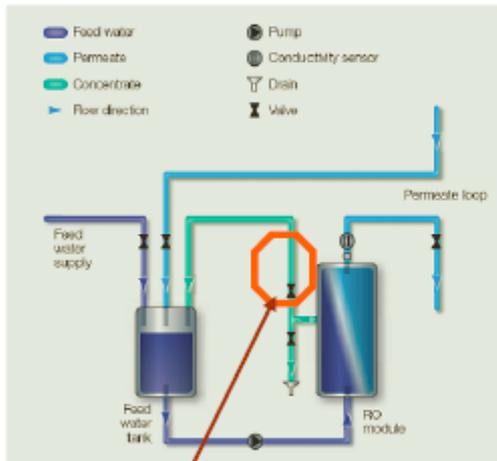


P 5025 rev 0 - 08/11/2012



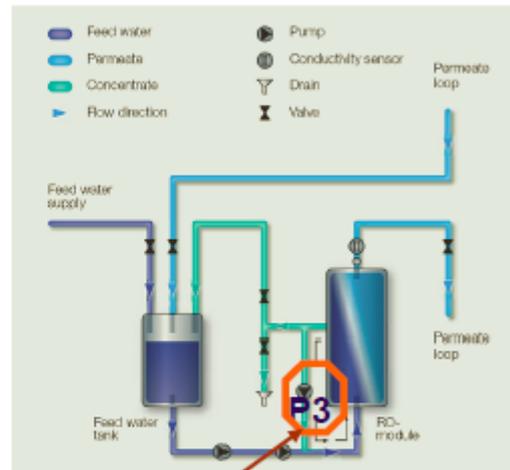
[2] Schéma hydraulique

Osmose inverse classique



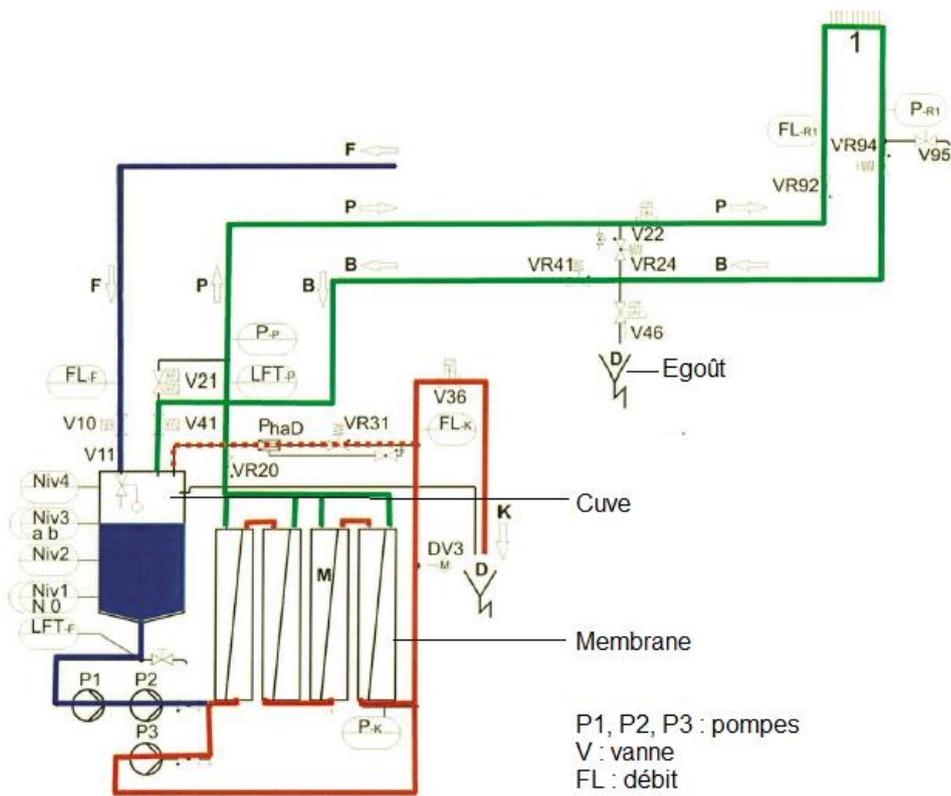
Vanne de réduction de pression de la recirculation de reiet

Aqua A 2

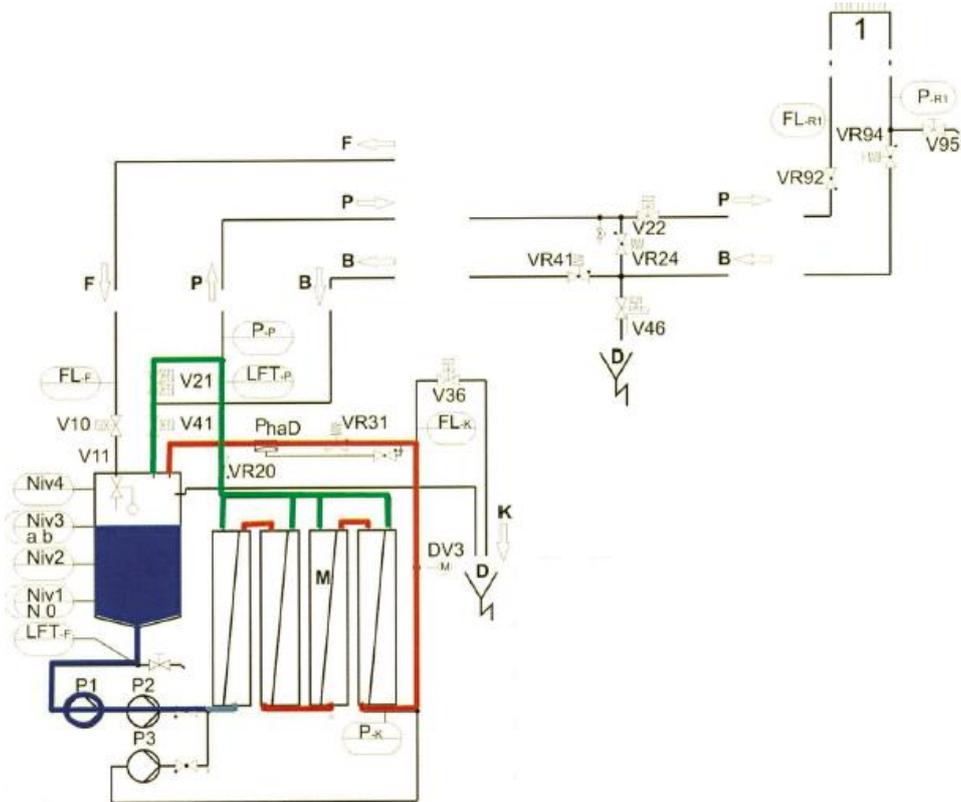


Pompe de recirculation de rejet en HP

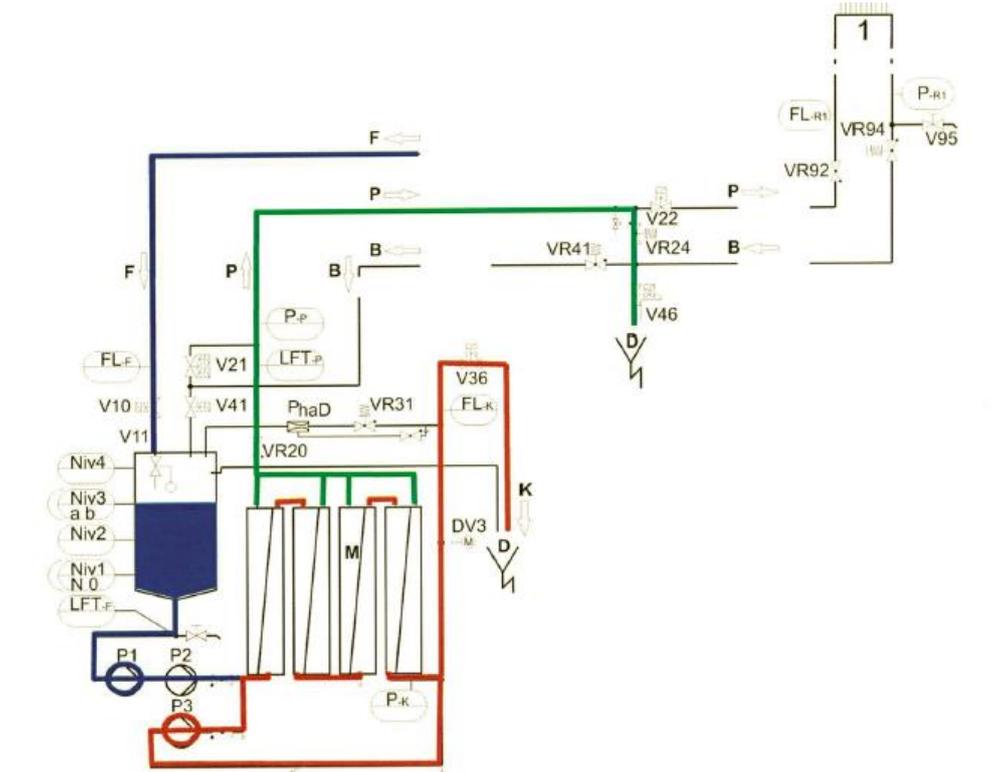
[3] Fonctionnement aqua A : production



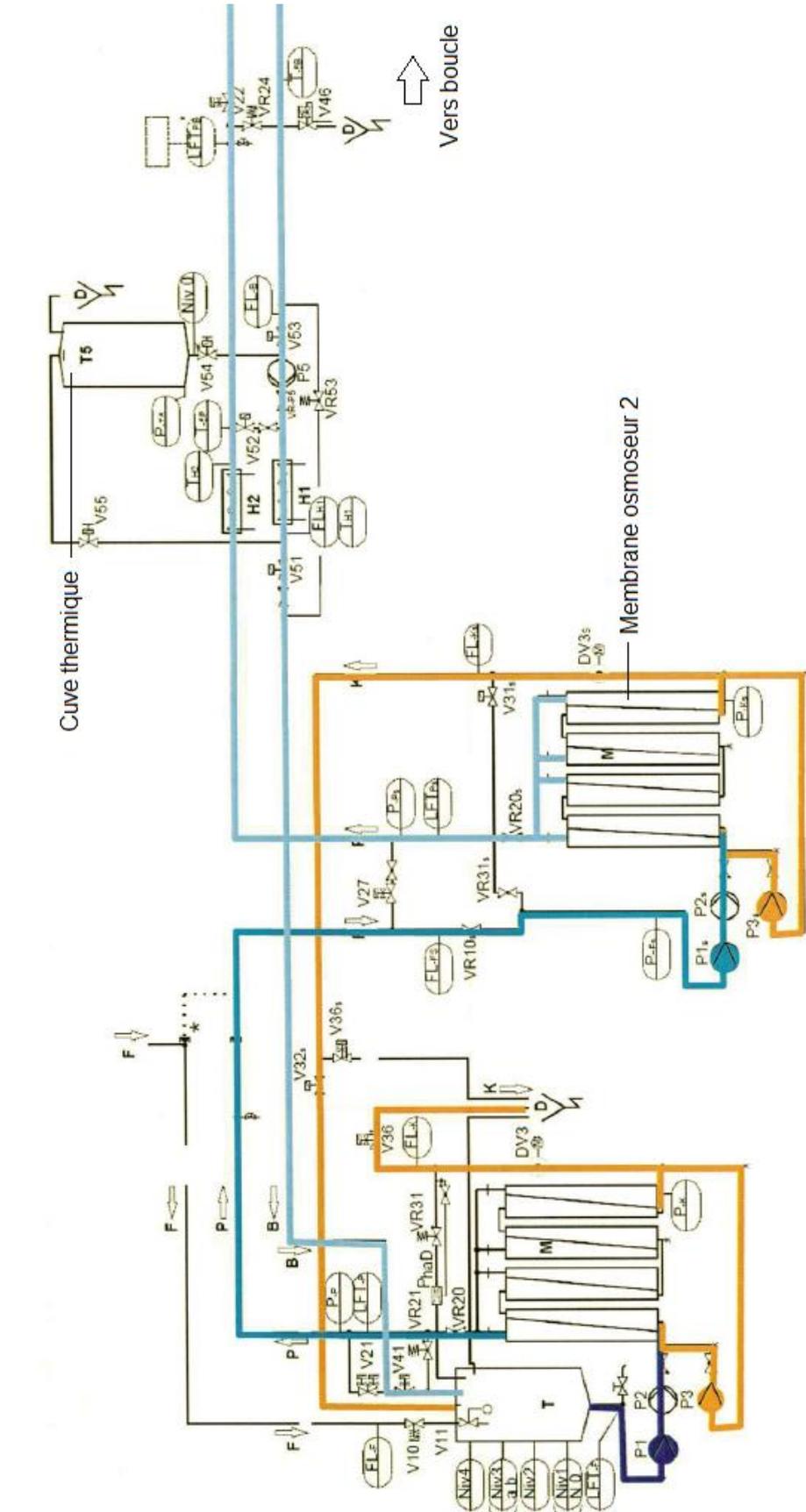
[4] Démarrage Pompe P1 :



[5] Démarrage pompe P3



[6] : Production globale



Feuille de relevé Traitement d'eau en date du :							au						
							CH VERDUN						
Paramètres à vérifier	Unité	Fréq	Valeur type	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche			
<b>Surpression</b>													
Pression d'eau de ville statique avant surpresseurs	Mano 1	bar	> 3,5 bars										
Pression d'eau de ville dynamique avant surpresseurs	Mano 1	bar	> 0 bars										
Pression d'eau de ville statique après surpresseurs	Mano 2	bar	> 4,0 bars										
Pression d'eau de ville dynamique après surpresseurs	Mano 2	bar	> 3,8 bars										
Surpresseurs en position AUTO	----	J	Ok										
<b>PRETRAITEMENT</b>													
Volume compteur	M3	J	> Vj-1										
Dureté d'eau d'alimentation	°TH	S	Idem origine										
Pression dyn aval filtre 10µm	Mano 3	bar	> 3,5 bars										
Pression dynamique aval triplex Adou	Mano 4	bar	6,0 < P > 3,5 bars										
Pression dynamique aval duplex charbon	Mano 5	bar	6,0 < P > 3,0 bars										
Pression dynamique aval filtration 0,5µm	Mano 6	bar	6,0 < P > 2,0 bars										
Volume/débit adoucisseur 1	M3/M3/h	J	<-> Vj-1										
Volume/débit adoucisseur 2	M3/M3/h	J	<-> Vj-1										
Volume/débit adoucisseur 3	M3/M3/h	J	<-> Vj-1										
Testomat 2000 Std vert / Niveau du réactif	Ok / %	J	Ok / 100%										
Testomat 2000 Cit Vert / Niveau du réactif	Ok / %	J	Ok / 100%										
Testomat 2000 lecture chlore total	mg/L	J	<0,1mg/L										
Testomat lecture TH	°f	J	<2										
Débit d'alimentation osmoseur max FL-F	L/min	J	40 L/min										
<b>INFORMATIONS OSMOSEURS</b>													
Conductivité perméat (production)	µS/cm	J	< 30µS										
Température perméat (production)	°C	J	< 35°C										
Conductivité osmoseur 1	µS/cm	J	< 30µS										
Température osmoseur1	°C	J	< 35°C										
<b>BOUCLE</b>													
Pression départ boucle avant filtre	Mano 7	bar	6,0 bars < P > 2,0 bars										
Pression départ boucle après filtre, avant dispatcher	Mano 8	bar	6,0 bars < P > 2,0 bars										
Pression retour de boucle 1	Mano 9	bar	6,0 bars < P > 2,0 bars										
Pression retour de boucle 2	Mano 10	bar	6,0 bars < P > 2,0 bars										
Pression retour de boucle 3	Mano 11	bar	6,0 bars < P > 2,0 bars										
<b>RECHERCHE DE CHLORE PAR COLORIMETRIE</b>													
PH01 chlore libre DPD1		mg/L											
PH05 chlore total DPD1+DPD3		mg/L	< 0,1 mg/l										
PH07 chlore total DPD1+DPD3 6h30		mg/L	< 0,08 mg/l										
PH07 chlore total DPD1+DPD3 13h30		mg/L	< 0,08 mg/l										
Initiales ou signature													



## Résumé :

Ce rapport réalisé dans le cadre de la formation en Licence Science de la Santé spécialité Ingénierie Biomédicale à la faculté de Médecine de Nancy, traite de l'activité du service biomédical du Centre Hospitalier de Verdun/Saint-Mihiel. Immérgé au sein de celui-ci pendant neuf semaines, j'ai pu observer le fonctionnement d'un centre hospitalier aux domaines variés. D'autre part j'ai pu m'intéresser plus particulièrement au nouveau traitement des eaux du service d'hémodialyse, et en expliquer son fonctionnement et son importance. La dialyse étant un domaine autant passionnant que complexe.

---

## Abstract :

The report is prepared within the framework of the training in license sciences of health speciality Biomedical Engineering at the faculty of Medicine in Nancy; draft the activity of biomedical service in hospital of Verdun/Saint-Mihiel. Immersed during nine weeks, I was able to observe the functioning of a hospital center in the varied domains. I was able to be more particularly interested in the new water treatment of their service of hemodialysis and so that to explain his functioning and his importance. The dialysis is a domain as fascinating as complex.