

# Le choix d'un traitement d'eau pour l'obtention d'une eau ultrapure.

Hubert METAYER, Claude MENDEZ.

*Polyclinique SAINT-COME - COMPIÈGNE.*

## 1 - INTRODUCTION

L'amylose des dialysés est une nouvelle forme de complication apparaissant à long terme. La cause de ces complications en particulier celles qui résultent des dépôts amyloïdes de bêta II microglobuline est nécessairement multifactorielle.

En effet, les facteurs susceptibles de favoriser l'amylose sont nombreux : la biocompatibilité des membranes et des tubulures, le mode de stérilisation des machines peut intervenir, de même que la présence potentielle de bactéries dans les concentrés bicarbonate et bien sûr la qualité de l'eau pour hémodialyse.

Pour cet exposé, nous nous concentrons plus volontiers sur ce point ; mais lutter contre l'amylose implique une évolu-

tion des techniques et des matériaux de dialyse pour une meilleure "biocompatibilité" mais aussi par la qualité de l'eau utilisée pour ce traitement.

Cette condition devient évidente en cas d'injection directe, comme il en va dans les techniques de type hémodiafiltration ou hémofiltration et pour une préparation facile d'un dialysat au bicarbonate stérile et apyrogène.

L'eau qui est un élément vital dans les conditions normales de la vie, prend les caractères d'un véritable médicament lors de l'épuration sanguine extracorporelle.

L'expérience en hémodialyse a provoqué des exigences très poussées sur la qualité de l'eau et donc sur les traitements à effectuer.

L'eau est donc un médicament administré à très forte dose puisque l'hémodialyse permet d'éliminer les substances toxiques du sang d'un patient par l'emploi de 20 à 25000 litres d'eau par an et par personne.

Etant donné les risques encourus en cas d'utilisation d'une eau non traitée, des agents de contamination présents pourraient diffuser à travers la membrane de dialyse et se concentrer dans l'organisme au point d'atteindre des doses dangereuses.

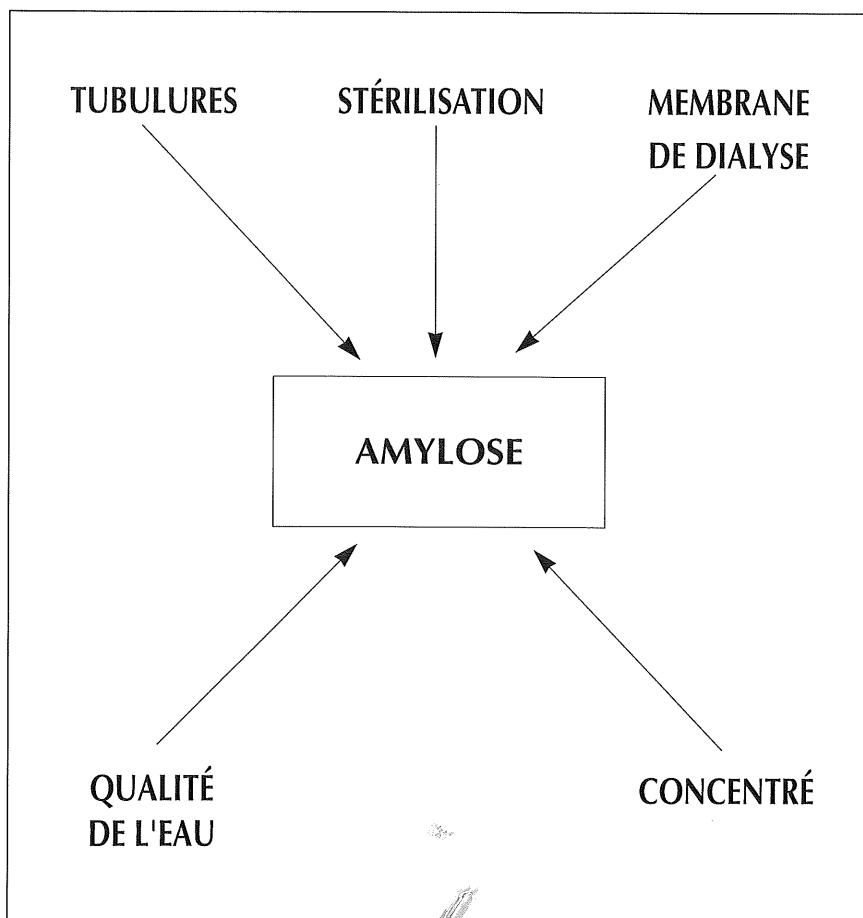
C'est pourquoi, la pureté de l'eau utilisée en dialyse est essentielle pour protéger le patient d'effets secondaires indésirables.

La qualité recherchée ne pourra être acquise qu'à partir d'un système permettant d'obtenir une eau hautement purifiée avec un contrôle très rigoureux suivant les normes de la pharmacopée.

A l'heure actuelle la contamination bactérienne fait l'objet d'une attention accrue. Non seulement, les bactéries et les virus peuvent migrer à travers une lésion de la membrane de dialyse, mais surtout une forte colonisation bactérienne génère des substances pyrogènes qui peuvent déclencher des chocs fébriles quand elles passent dans le sang du patient.

L'usage croissant de membrane à forte perméabilité, et de dialysat au bicarbonate, qui favorisent la prolifération bactérienne, imposent une eau à très faible charge microbiologique.

Pour cela, il est évident que l'osmose inverse, la microfiltration et l'ultrafiltration, qui sont des techniques très fiables, permettront l'élimination spécifique des impuretés. Une combinaison de ces procédés aura un effet positif pour l'obtention d'une eau ultrapure et permettra d'arriver aux normes de la Pharmacopée française.



## 2 - NOUVEAUX OBJECTIFS :

L'objectif que nous nous étions fixés lors de notre nouvelle installation était de répondre aux normes de la pharmacopée et d'obtenir une eau ultrapure.

C'est-à-dire :

- Une résistivité > à 300000  $\Omega$
- Élimination maximum du risque de contamination.

## 3 - INSTALLATION PRÉ-CÉDENTE

Nous disposions d'une installation dont le prétraitement était composé de :

- filtres pour les particules et charbon actif
- Adoucisseur
- Anticolléoïde

Le traitement final avait lui :

- Un osmoseur
- Une filtration 0,2  $\mu$
- Une cuve de stockage

### LIMITES DU SYSTÈME

Il ne permettait pas l'obtention d'une eau de résistivité supérieure à 50000  $\Omega$  et nous avions le risque d'un début de développement bactérien dans la cuve de 2000 l. L'eau était puisée dans ce stockage sans autre traitement qu'un passage dans

SOLUTÉS	EAU POTABLE Normes C.E.E. 1980		EAU POUR HÉMODIALYSE Pharmacopée Franç (10e éd.)	TAUX MINIMUM DE REJECTION  P. Cent
	NIVEAU GUIDE	MAXIMUM ADMISSIBLE	MAXIMUM ADMISSIBLE	
CHLORE	-	-	0,1 ppm	-
CHLORURE	25 ppm	-	50 ppm	0
FLUORURE	-	1,5 ppm	0,5 ppm	80
NITRATES	25 ppm	50 ppm	10 ppm	95
NITRITES	-	0,1 ppm	5 ppb	95
PHOSPHATES	0,4 ppm	5 ppm	5 ppm	-
SULFATES	25 ppm	250 ppm	50 ppm	80
ALUMINIUM TOTAL	50 ppb	200 ppm	30 ppb	85
AMMONIUM	50 ppb	500 ppb	200 ppb	60
CALCIUM	100 ppm	-	2 ppm	98
ÉTAIN	-	-	0,1 ppm	-
MAGNÉSIUM	30 ppm	50 ppm	2 ppm	96
MERCURE	-	1 ppb	1 ppb	-
SODIUM	20 ppm	75 ppm	50 ppm	72
POTASSIUM	10 ppm	12 ppm	2 ppm	83
ZINC	100 ppb	5000 ppb	50 ppb	99
MÉTAUX LOURDS	-	-	100 ppm	-

Bactéries "autorisées" : 200 germes/ml.

un filtre 0,2  $\mu$  pour être distribuée dans la boucle.

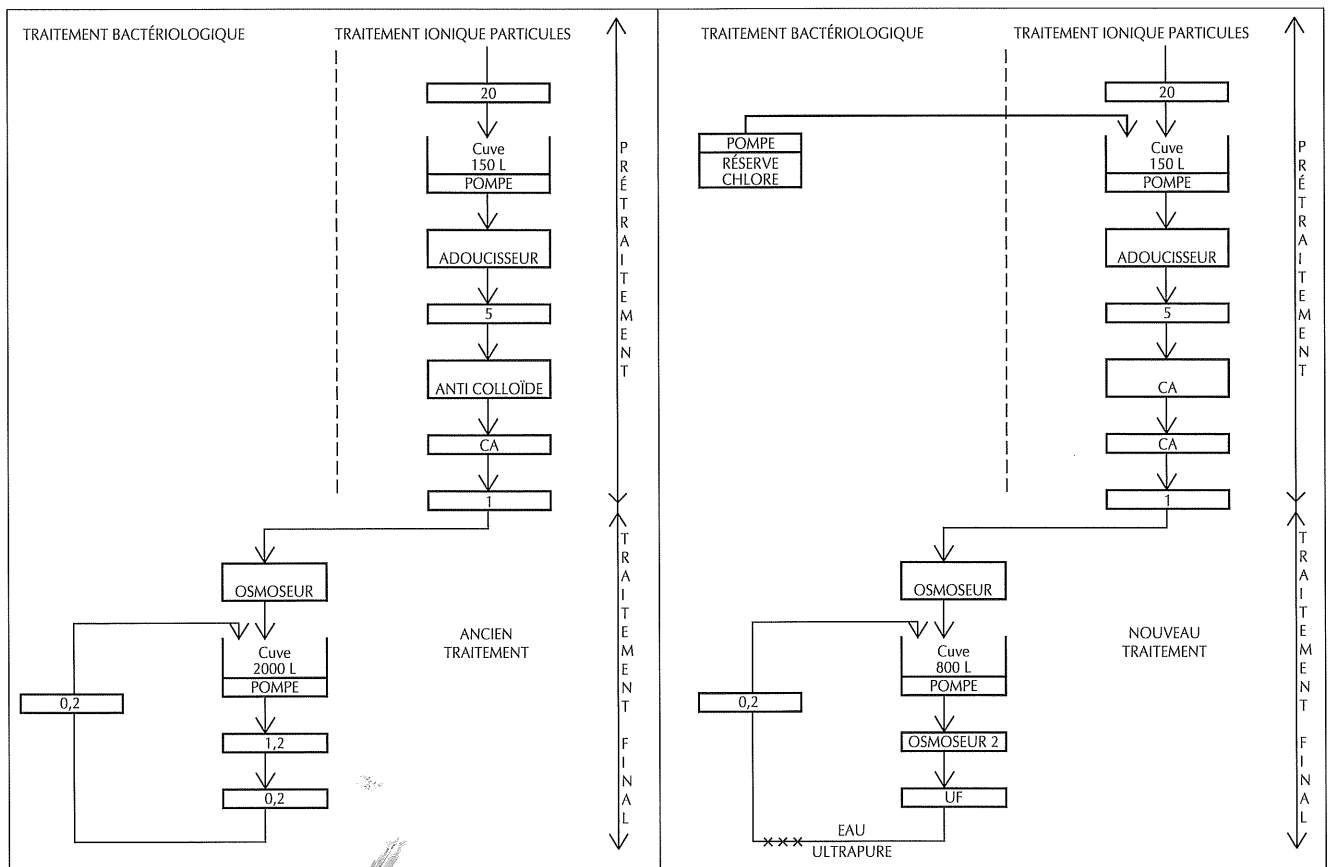
## 4 - NOUVELLE INSTALLATION :

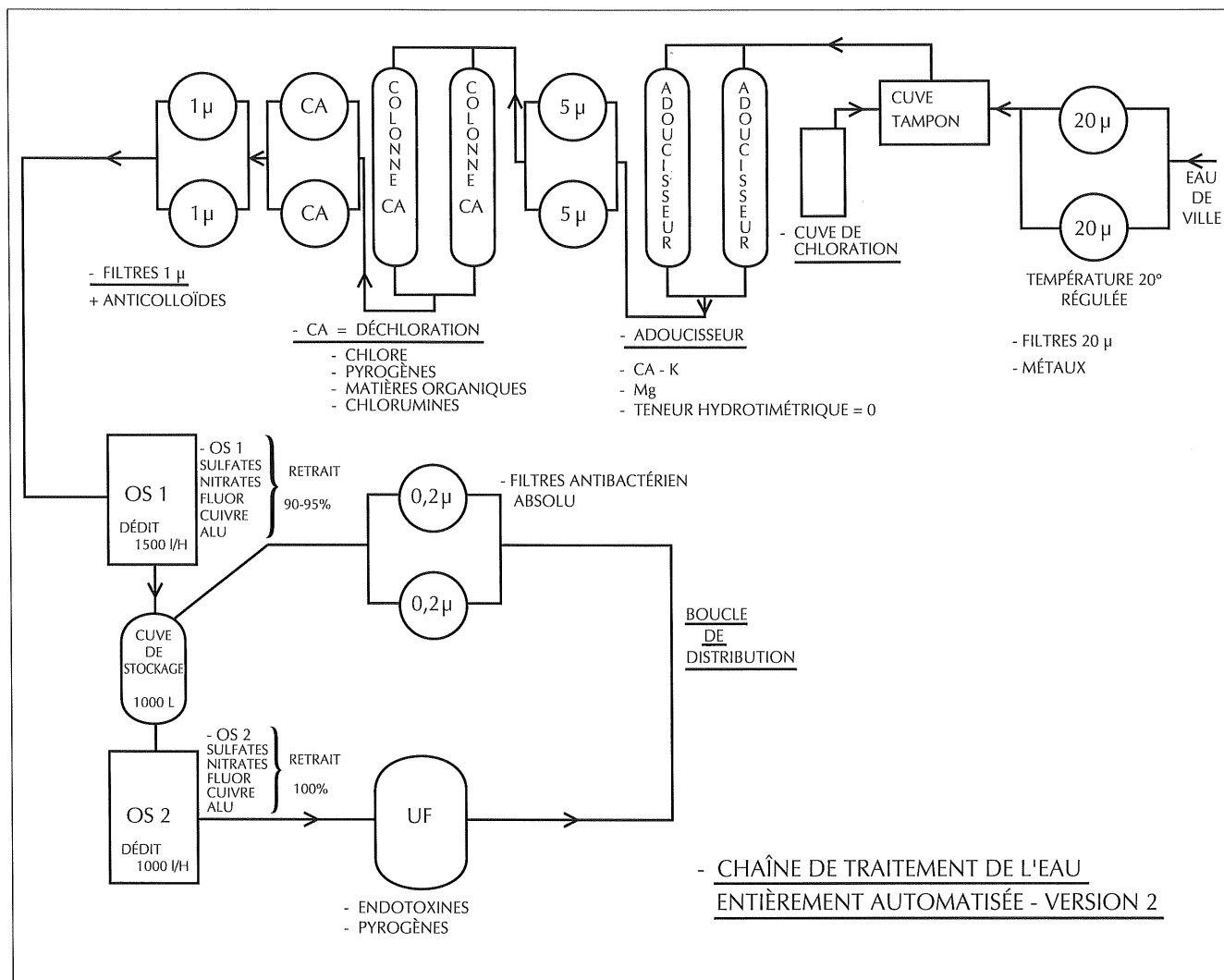
- Traitement bactérien dès le prétraitement.
- Bio osmose

- Distribution directe dans la boucle sans cuve de stockage.

- UF tangentielle avant postes de distribution.

- Environnement limitant les poussières dans la salle de traitement d'eau, salle fermée et climatisée.





## 5 - PRÉSENTATION SYNOPTIQUE DU PRÉ- TRAITEMENT

La filtration au départ de la chaîne de traitement est de l'ordre de 20  $\mu$  ce qui

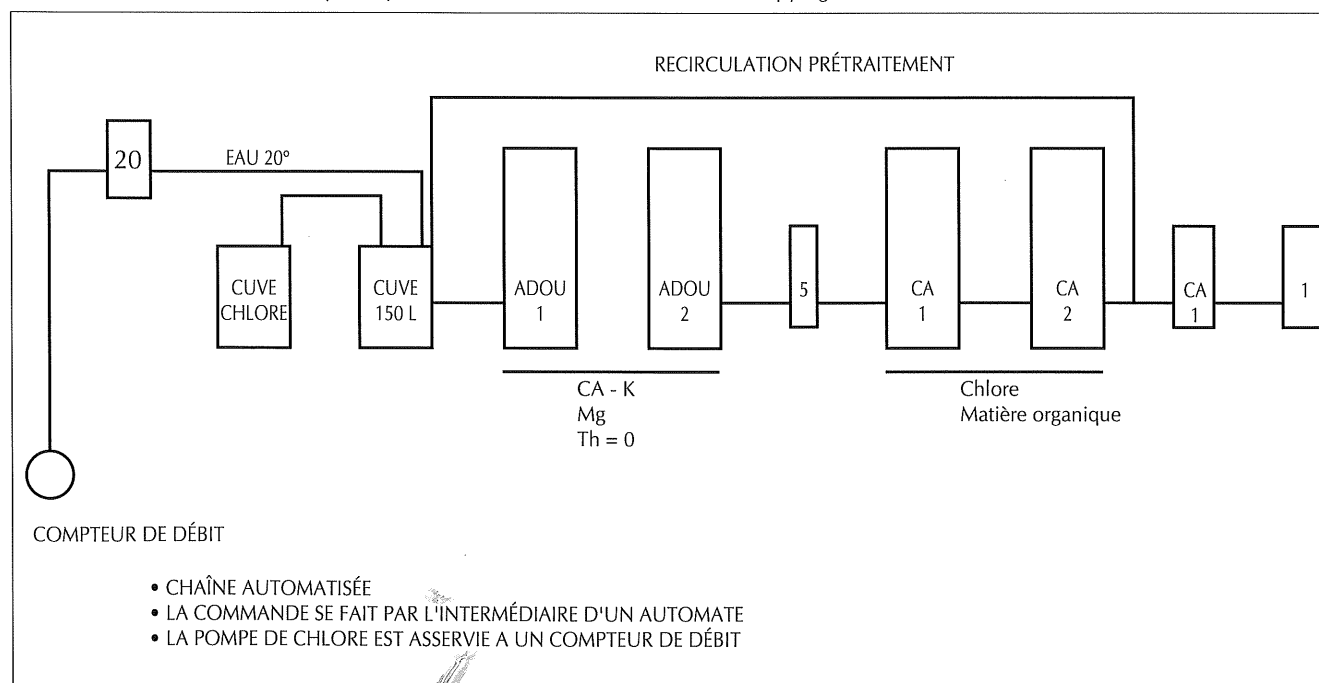
permet d'éliminer les matières en suspension, les minéraux, le sable etc...

Ce prétraitement est équipé d'une cuve de surpression afin d'établir une pression constante à travers le circuit.

Un système de stérilisation au chlore a été installé afin d'éliminer tous pyrogènes

se trouvant dans l'eau et notamment issus des adoucisseurs (teneur en chlore 1 ppm).

Ce système est asservi au compteur d'eau et injecte par pulsation la dose nécessaire pour une quantité d'eau réellement utilisée.



## 5-1 - PREMIER ÉLÉMENT IMPORTANT DANS LE PRÉTRAITEMENT

### - L'adoucisseur :

Il échange les cations présents dans l'eau en ions sodium. L'adoucissement permet donc d'éliminer en priorité le calcium et le magnésium et de réduire la dureté de l'eau voire à la supprimer.

Cet adoucisseur sera toujours placé avant l'osmoseur afin d'éviter une précipitation de carbonate de calcium et l'endommagement de la membrane d'osmose.

Une lecture photométrique, contrôle toutes les 10 minutes, l'efficacité de l'adoucissement. Cependant, ce contrôle ne permet pas de détecter le relargage des autres cations, en particulier l'aluminium. En effet, au cours de la phase de saturation des résines, il peut se produire un relargage d'ions aluminium qui ont été retenus auparavant.

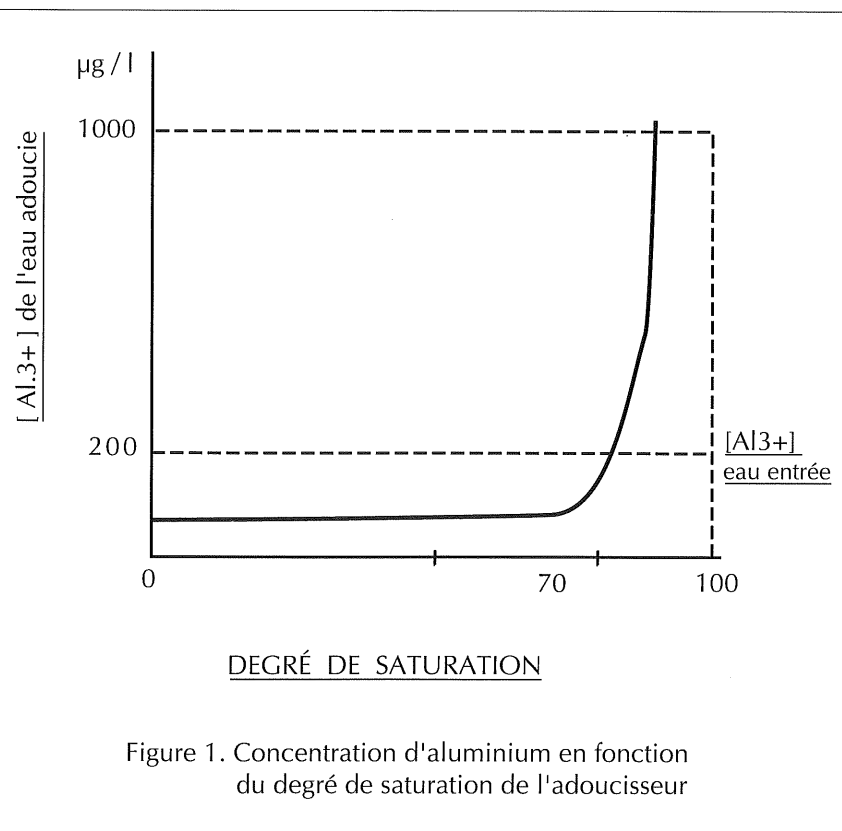
Il est donc nécessaire de régénérer les résines à 70% de saturation.

### 5-2 - CHARBON ACTIF :

Un dispositif de déchloration est installé afin d'assurer une excellente rétention du chlore et des matières organiques.

### 5-3 - FILTRATION ANTICOLLOÏDALE :

Assurant une excellente rétention des matières colloïdales. Son seuil de porosité est inférieur à 1 micron.



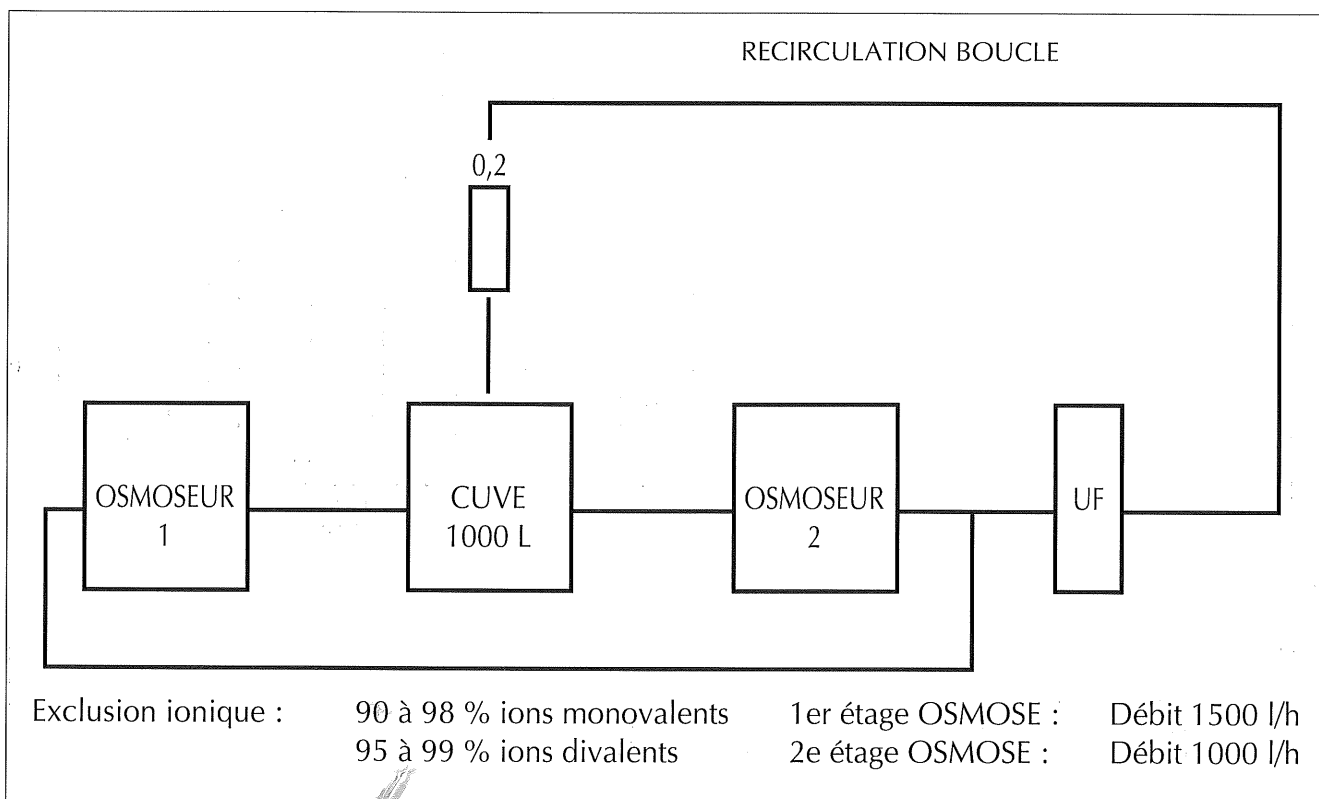
## 6 - TRAITEMENT FINAL

La boucle de distribution et recirculation nous permet de distribuer cette eau ultrapure dès sa production, sans stockage ni stagnation, aux générateurs. Si cette eau n'est pas entièrement consommée, il y a récupération dans une cuve avant retraitement. Entre la distribution et la cuve de récupération se trouve des filtres de 0,2 µ

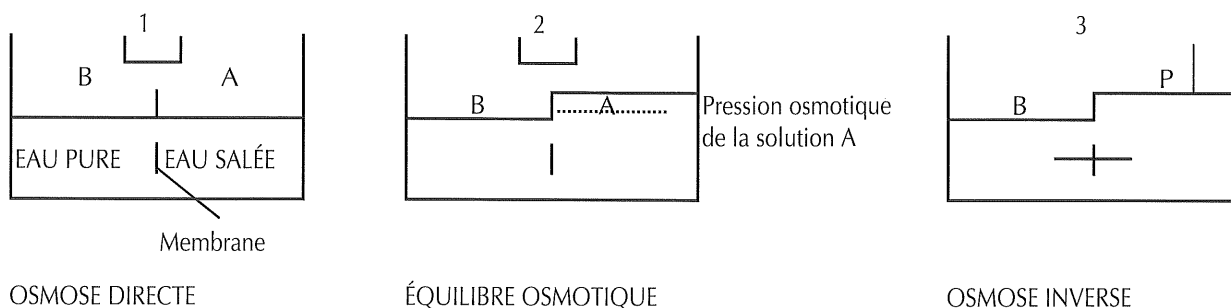
qui éviteront une éventuelle prolifération bactérienne par rétro-action.

Dans le principe de notre installation, nous avons :

- Un premier étage d'osmose 1500 l/H
- Une cuve de stockage 1000 l.
- Deuxième étage d'osmose 1000 l.
- Une UF tangentielle.



## PRINCIPE DE L'OSMOSE



### 6-1 - L'OSMOSE INVERSE

L'osmose est un phénomène naturel de diffusion entre deux solutions de concentration différentes à travers une membrane semi-perméable faisant office de cloison de séparation.

Elle est basée sur le principe suivant :

Prenons une membrane semi-perméable qui sépare deux compartiments : dans le premier une eau chargée en éléments ioniques et dans l'autre de l'eau pure.

L'eau va passer au travers de la membrane semi-perméable pour diluer le compartiment le plus concentré jusqu'à équilibre des pressions : c'est l'osmose.

Si on applique une force sur l'eau du compartiment chargé en ions, elle va passer au travers de la membrane semi-perméable dans le sens inverse que précédemment. Nous arrivons alors à une osmose inverse.

Une pression de 15 à 20 bars est appliquée à l'entrée de l'osmoseur, l'eau pure passe à travers la membrane et ce qui reste est éliminé et se nomme l'eau du rejet.

#### EXCLUSION IONIQUE :

- 90 à 98% ions monovalents
- 95 à 99% ions divalents.

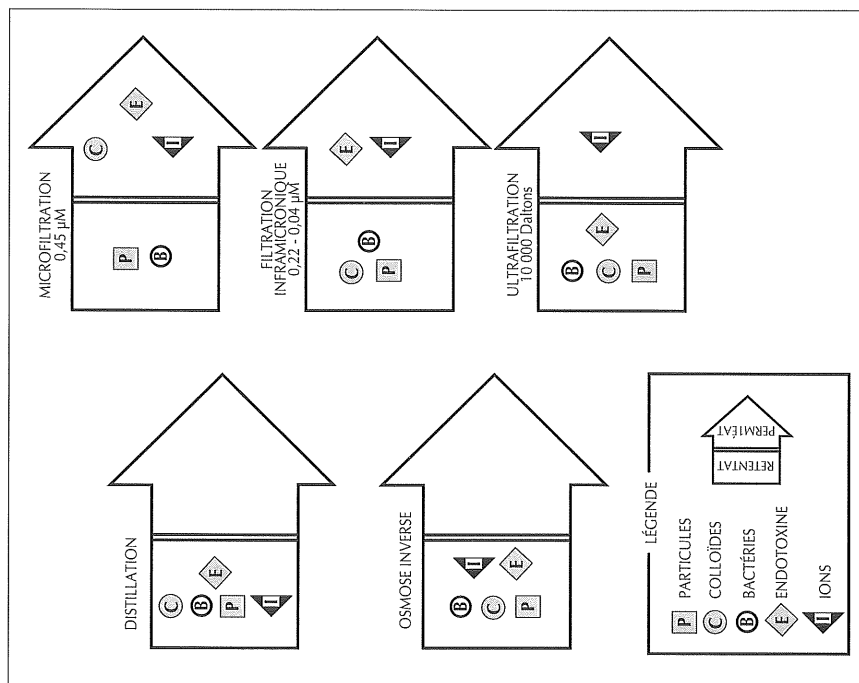
Filtration moléculaire :

- Poids moléculaire inférieur à 200 dalton.

#### CONSTITUTION MEMBRANES :

- Polyamide
- Polysulfone

Les différents types de membranes commercialisées par les Laboratoires sont de type spiralé ou fibre creuse et de composition polyamide ou polysulfone.



L'osmose inverse donne de bons résultats physico-chimiques et bactériologiques.

Suite à la bio osmose, nous pouvons procéder à une amélioration de la qualité bactériologique par méthode d'ultrafiltration ou d'ultraviolet.

### 6-2 - UF TANGENTIELLE

Dans notre cas, nous avons une UF tangentielle. Ce procédé utilise des membranes synthétiques de nature variée : polyamide ou polysulfone. Ces membranes permettent d'éliminer les micro-organismes et les endotoxines malgré leur perméabilité sur des poids moléculaires atteignant 10 à 20 Kdaltons. Des travaux expérimentaux permettent de penser que les membranes éliminent des endotoxines non seulement en fonction de leur taille moléculaire, mais encore par adsorption car nous avons une faible pression sur les fibres grâce au balayage tangentiel et au rejet continu.

### 6-3 - FILTRATION

Une filtration de 0,2 µ est installée sur le retour boucle afin d'éviter tous risques de contamination.

## 7 - CONCLUSION

L'eau ultrapure est une nécessité d'avenir quelle que soit la chaîne de traitement d'eau ; l'entretien, le nettoyage, la surveillance méthodique sont une priorité pour respecter une installation de très haute qualité. Toutefois ceci est insuffisant pris isolément pour éviter l'amylose. Celle-ci étant multifactorielle, les critères restant à traiter sont la biocompatibilité des tubulures et des membranes, la stérilisation des générateurs et le concentré bicarbonate.