

## L'électrodéionisation en pharmacie



Une eau de haute qualité ionique et bactériologique devant répondre aux spécifications des différentes Pharmacopées, européenne, américaine ou japonaise est habituellement produite avec des techniques membranaires.

ROBERT  
SCHIEDLBAUER  
directeur commercial  
de la société Epuro



Article paru dans  
Industrie Pharma  
n°34 de Juin 2008

L'osmose inverse s'est clairement imposée face aux techniques conventionnelles d'échange d'ions.

L'usage de produits chimiques (HCl et NaOH) nécessaires à la régénération des résines, mais surtout l'instabilité de la qualité bactériologique et organique de l'eau produite ont définitivement écarté cette technologie du monde de la Pharmacie.

Si les exigences bactériologiques ont eu raison de ce système, il n'en demeure pas moins que la qualité ionique de l'eau produite était inégalée.

Pour améliorer les performances ioniques de l'osmose inverse, les traiteurs d'eau ont développé un standard qui s'est rapidement imposé et que l'on retrouve encore dans de nombreux cahiers des charges : la double osmose inverse. Certes, cette combinaison permet de garantir une haute qualité bactériologique.

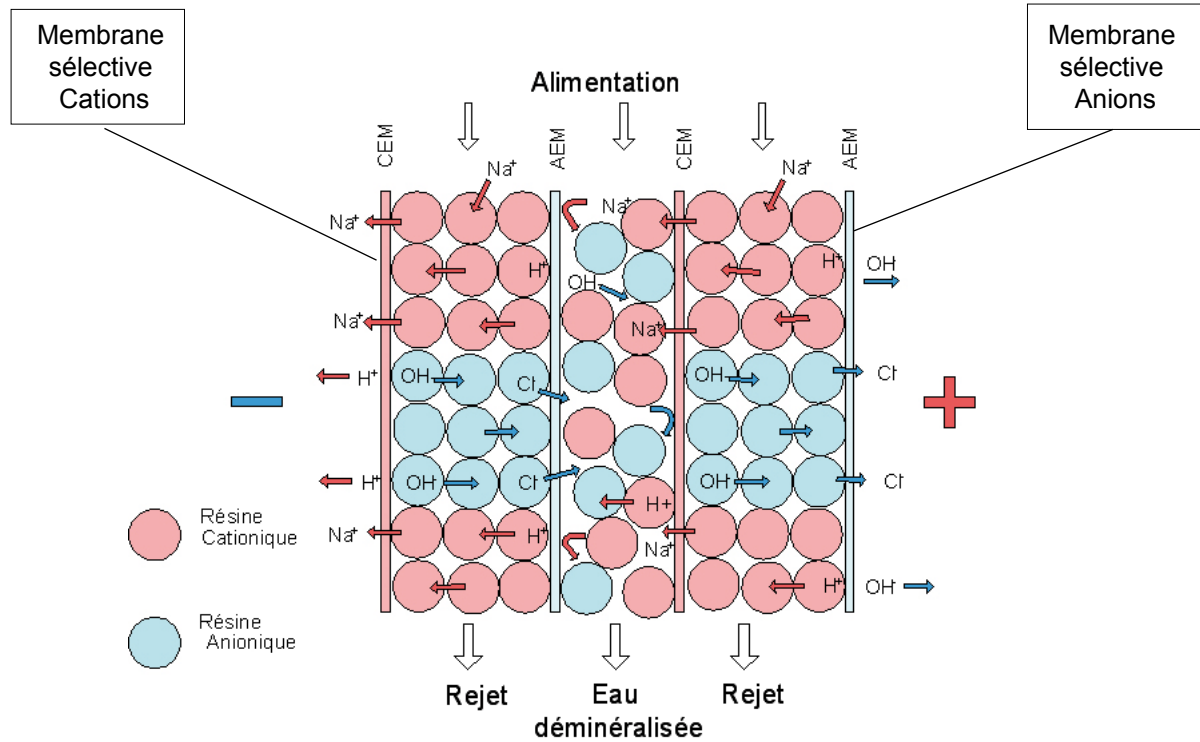
Elle permet également d'atteindre les spécifications ioniques relatives à la fabrication de l'eau hautement purifiée qui exige une conductivité inférieure ou égale à  $1,3\mu\text{s}$  à une température de  $25^\circ\text{C}$ .

En revanche, il est avéré que le maintien de cette qualité se fait au prix d'une consommation d'eau plus élevée et d'un contrôle permanent de la correction du pH nécessitant une maintenance accrue du dosage de soude.

Il y a plus d'une vingtaine d'années est apparue une nouvelle technologie considérée comme révolutionnaire permettant de produire une eau hautement déminéralisée sans ajout de produits chimiques.

Le procédé d'électrodéionisation (EDI) est une combinaison de résines échangeuses d'ions, de membranes sélectives d'ions et d'un courant électrique.





L'eau passe à travers un ou plusieurs compartiments chargés en résines cationiques et anioniques. Ces résines permettent d'une part de fixer les ions et d'autre part d'optimiser la cinétique de passage dans les compartiments. Un courant électrique est généré selon le principe de l'électrolyse à l'aide d'une cathode et d'une anode disposées de part et d'autre des chambres d'échange. Le champ créé attire les ions positifs vers l'anode et les ions négatifs vers la cathode. Chaque chambre d'échange est délimitée par des membranes sélectives non perméables à l'eau. Le courant continu appliqué provoque le transfert des ions à travers les membranes sélectives dans la direction du gradient d'électricité et donc vers les compartiments « rejet ». Les membranes sélectives sont fabriquées avec des résines échangeuses d'ions disposées sous forme d'une feuille. Les résines anioniques et cationiques échangent leur charge (OH<sup>-</sup> et H<sup>+</sup>) avec les ions de l'eau d'alimentation (Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, CO<sub>2</sub>, SiO<sub>2</sub>...). Elles sont régénérées en continu par l'apport du courant continu. Le phénomène de l'échange ionique crée un déséquilibre électrochimique rééquilibré par l'hydrolyse de l'eau. Le procédé de l'électrodéionisation entraîne donc de fortes fluctuations du pH qui se traduisent par un effet bactéricide.

## LES AVANTAGES DE L'ELECTRODEIONISATION



Les intérêts d'un tel système sont multiples et ont convaincu la plupart des laboratoires pharmaceutiques intéressés par la production d'une eau de haute qualité. En effet, l'électrodéionisation peut être utilisée en continu, n'occasionne aucun rejet chimique et se traduit par un faible coût d'exploitation (0,05 Kw/m<sup>3</sup>). La qualité ionique de l'eau produite est comprise entre 16 et 18,1Mohms ce qui se traduit en combinaison avec une osmose inverse par un abattement de 99,9% des ions de l'eau d'adduction. Le TOC est inférieur à 20ppb et la silice inférieure à 5ppb.

La mise en œuvre d'un système EDI est simple et n'exige pas une automatisation complexe. La compacité des modules EDI se traduit par de faibles frais de montage. La durée de vie des modules est longue car il y a absence totale de pièces tournantes.



Une électrodéionisation s'utilise en combinaison avec une osmose inverse placée en amont de l'EDI. L'osmose inverse produit en effet de manière stable une eau faiblement minéralisée et exempte de germes. Les modules d'électrodéionisation sont particulièrement sensibles à la présence de calcium. Il est donc impératif de prévoir un adoucissement sur résines échangeuses d'ions en amont de l'osmose inverse.

Une injection d'anti-scalant peut également être envisagée à condition que l'EDI soit précédé d'une double osmose.

Le gaz carbonique se présente sous forme dissoute dans l'eau et n'est pas piégé par les membranes d'osmose.

En revanche il est bien piégé sur l'EDI. Si l'on cherche à réduire la charge de CO<sub>2</sub> en amont de l'EDI, c'est pour obtenir une conductivité de l'eau d'alimentation qui soit la plus basse possible (CO<sub>2</sub> compris), sachant qu'en fonction du module sélectionné, on ne doit pas dépasser un seuil de 40µs.cm<sup>2</sup>.

Le gaz carbonique sera donc soit piégé par une injection de NaOH en amont de l'osmoseur, soit par un dispositif de dégazage membranaire placé entre l'osmoseur et l'électrodéionisation.

Compte tenu du fait que l'électrodéionisation permet de s'affranchir de tout produit chimique, l'usage d'un dispositif de dégazage membranaire est à préférer à une injection de soude. Le chlore doit également impérativement être éliminé en amont du producteur (RO + EDI) soit sur cartouches de charbons actifs, par injection de bisulfite ou par photo-oxydation par rayonnement UV.

En résumé, le prétraitement à prévoir en amont d'une production (RO + EDI) est identique à celui d'une double osmose avec une attention particulière sur l'efficacité de la déchloration.

## LA MISE EN OEUVRE

Comme tout dispositif de traitement d'eau bien conçu, il est important de veiller à un fonctionnement sans stagnation et donc en permanente recirculation. Le mode « batch » est bien entendu envisageable et donne de bons résultats. Il est alors indispensable de prévoir des rinçages préliminaires et une délivrance du perméat sur consigne pré-programmée.

Bien entendu, une chaîne soumise à un challenge bactérien élevé sera gérée en mode recirculation continu, garant d'une qualité de perméat élevée et stable. Par ailleurs, le mode de recirculation occasionne nettement moins de contraintes mécaniques, ce qui se traduit par une durée de vie plus élevée de la plupart des organes de fonctionnement.



➤ **L'électrodéionisation consomme beaucoup d'eau.**

**Faux !** Le taux de conversion se situe habituellement entre 90 et 95%. Certains systèmes fonctionnent même à un taux de 99%. De plus, le concentrat de l'EDI peut être renvoyé en totalité sur la cuve de disconnexion placée en amont de la chaîne de traitement d'eau. (L'économie d'eau est une préoccupation permanente chez Epuro).

➤ **Consommation électrique élevée.**

**Faux !** En comparaison avec une double osmose, le deuxième étage fonctionne habituellement à une pression élevée

nettement plus énergétivore que l'usage d'un ou plusieurs modules d'électrodéionisation.

➤ **La décontamination est compliquée.**

**Faux !** Le ou les modules d'électrodéionisation peuvent être sanitisés avec de l'acide péracétique de préférence injecté en amont de l'osmoseur. En optant pour des modules résistant à des températures élevées, il est possible d'envisager en mode prophylactique des procédures de pasteurisation à 85°C.

➤ **Maintenance lourde et compliquée.**

**Faux !** Seul le serrage des petits modules garantissant l'étanchéité doit être vérifié régulièrement. Les modules plus importants sont de conception spiralée et ne nécessitent pas cette vérification. L'instrumentation autour des modules EDI est relativement restreinte.

CONCLUSION

Par rapport à des systèmes conventionnels et plus particulièrement en comparaison avec des dispositifs de double osmose, il est indéniable que l'électrodéionisation confère à l'utilisateur une marge de sécurité et une qualité d'eau nettement plus importantes.

Epuro a été une des premières entreprises de traitement d'eau à installer des systèmes d'électrodéionisation en France.

Forte d'une expérience de plus de 20 ans dans la conception et l'installation de chaînes de production d'eau hautement purifiée, Epuro a fait de l'électrodéionisation un standard technologique reconnu et exigé par la plupart des grands laboratoires pharmaceutiques.

Afin d'optimiser les chaînes de traitement existantes fonctionnant en mode de double osmose et ne pouvant produire un perméat au delà d'un  $1\mu\text{s.cm}^2$  à 20°C, Epuro propose des systèmes EDI montés sur skid inox qui viennent s'ajouter aux producteurs existants. Ces opérations sont relativement simples et permettent aux utilisateurs d'atteindre une conductivité  $<0,1\mu\text{s.cm}^2$  à 20°C.

