

Traitement des eaux potables

Osmose inverse

Le procédé de filtration par osmose inverse est de loin le plus efficace en ce qui concerne la potabilisation des eaux. L'osmose inverse est une des nombreuses techniques dites membranaires, c'est à dire utilisant un film de faible épaisseur semi-perméable.



L'eau pénètre dans la cartouche et sous la pression d'alimentation, les molécules d'eau traversent la membrane, tandis que les autres molécules sont rejetées en permanence avec une partie de l'eau non filtrée.

On obtient donc d'un côté de cette membrane séparatrice une solution très peu concentrée (eau pure) et de l'autre côté, une solution surconcentrée qui est progressivement évacuée.

L'atout majeur des osmoseurs demeure évidemment dans l'élimination de la quasi totalité des nitrates et des molécules cytotoxiques.

Cette technique permet soit d'épurer un solvant de ses polluants, soit de concentrer une solution en éliminant le solvant.

Les applications les plus importantes de l'osmose inverse sont les dessalements d'eaux de mer et d'eaux saumâtres.

En ce qui concerne le solvant "eau" et son épuration les techniques membranaires sont des améliorations d'une technique ancienne : la filtration.

L'ordre de grandeur de la taille des éléments arrêtés est le suivant :

Technique séparative	Taille des particules	Applications
Filtration conventionnelle	supérieure à 2 μm	Toutes !
Micro filtration	entre 2 μm et 0,05 μm	la potabilisation de l'eau et le traitement des effluents.
Ultrafiltration	entre 50 nm et 1 nm	industrie agroalimentaire, bio-industries, ...
Nanofiltration	entre 1 nm et 0.4 nm	élimination d'ions multivalents, régénération de bains usés de

Traitement des eaux potables

		traitements de surface,...
Osmose inverse	inférieure à 0,4 nm	production d'eau ultra-pure, dessalement d'eau de mer.

Rappel : la "taille" de la molécule d'eau est de l'ordre de 0,3 nm.

Types de membranes :

- **membranes organiques :**
la plupart d'entre elles sont actuellement fabriquées à partir de polymères organiques (acétate de cellulose, polysulfones, polyamides, etc.) dont les qualités leurs confèrent une grande adaptabilité aux différentes applications. Elles sont souvent utilisées en ultrafiltration et microfiltration.
- **membranes minérales ou inorganiques :**
ces membranes sont composées de corps entièrement minéraux, principalement les matières céramiques, le métal fritté et le verre. Leur arrivée a permis de travailler dans des conditions extrêmes de température et d'agression chimique, ce qui a ouvert de nouvelles voies dans la séparation par membrane ;
- **membranes composites :**
elles sont caractérisées par une structure asymétrique dont la peau est beaucoup plus fine que celle des membranes classiques non composites et par une superposition de plusieurs couches différenciées soit par leur nature chimique, soit par leur état physique. Elles peuvent être organiques (superposition de polymères organiques différents), organo-minérales ou minérales (association de carbone ou d'alumine comme support et de métaux tels le zircon, l'alumine et le titane) ;
- **membranes échangeuses d'ions :**
introduites en 1950, elles fonctionnent sur le principe du rejet d'ions grâce à leur charge. Les techniques d'électrodialyse, la dialyse et l'électro-désionisation font appel à cette technologie. Leur principal domaine d'application actuel est le dessalement de l'eau et le traitement des effluents des installations de protection et de décoration des métaux.

Une unité d'osmose inverse consiste en une juxtaposition de modules élémentaires selon une géométrie déterminée.

Concernant leur géométrie, il existe 4 types de modules commercialisés :

- **Les modules tubulaires :**
technologie simple, facile d'utilisation et de nettoyage, grands consommateurs d'énergie pour une très faible surface d'échange par unité de volume (compacité réduite).
- **Les modules fibres creuses :**
faisceau de fibres creuses de diamètre inférieur au micromètre, forte densité d'écoulement par module.
- **Les modules plans :**
simples, les membranes sont empilées en mille-feuilles séparés par des cadres intermédiaires qui assurent la circulation des fluides.

Traitement des eaux potables

- **Les modules spirales :**

une membrane plane est enroulée sur elle-même autour d'un tube poreux qui recueille le filtrat. On obtient ainsi un cylindre multi-couches où le perméat s'écoule selon un chemin spiralé vers le tube poreux tandis que l'alimentation circule axialement dans les canaux.

Principe de l'osmose inverse :

L'osmose **normale** a lieu quand l'eau passe d'une solution moins concentrée vers une solution plus concentrée par une membrane semi-perméable.

La loi de l'évolution naturelle d'un système chimique découle du second principe de la thermodynamique : à température et pression constante cette évolution est caractérisée par une diminution de l'enthalpie libre, jouant le rôle d'un potentiel.

De même qu'une masse ne pourra évoluer naturellement que d'une altitude plus élevée vers une altitude plus basse (d'un potentiel élevé vers un potentiel faible), de même un système chimique évoluera naturellement d'une enthalpie libre plus élevée vers une enthalpie libre plus faible.

L'enthalpie libre d'un système chimique constitué d'un solvant (l'eau pour ce qui nous intéresse) et de solutés (sels minéraux et corps dissous), est fonction de la concentration de chacun de ses constituants dans le système : le potentiel d'une solution saline est plus élevé que le potentiel d'une solution moins saline et la tendance naturelle sera une diminution du potentiel le plus élevé :

- si les deux solutions sont mises en contact direct, les solutés se répartiront de manière homogène par diffusion (qui peut être accélérée par la convection libre ou forcée)
- si les deux solutions sont mises en contact par l'intermédiaire d'une membrane semi-perméable, les solutés ne pouvant la traverser, ce sera le solvant qui la traversera.

Le phénomène d'osmose est **réversible** à condition de fournir de l'énergie : si l'on applique une pression à une solution, l'eau (et quelques solutés) traversera la membrane : on obtiendra une solution de faible concentration en solutés.

Le problème sera, dans ce cadre "statique", que la concentration dans le compartiment mis sous pression augmentera, la pression osmotique à vaincre aussi : pour produire de l'eau il faudra vider le compartiment salin régulièrement et la production sera discontinue.

Industriellement cette solution est invalide d'où la solution viable : l'eau mise sous pression par une pompe dans le compartiment salin s'échappera par un orifice calibré.

On obtient ainsi une esquisse du principe de l'osmoseur .

Les raccordement sont conventionnellement appelés :

Traitement des eaux potables

1-**Alimentation** : Solution à épurer et qui est mise sous pression par l'intermédiaire d'une pompe.

2-**Production ou perméat** : Solution qui traverse la membrane.

3-**Rejet ou concentrat ou retentat** : Solution qui quitte l'osmoseur et n'a pas traversé la membrane. Elle est enrichie en solutés et peut être soit rejetée vers le circuit d'effluents.

On ne s'intéressera par la suite qu'à la production d'eau osmosée et non à l'enrichissement d'une solution peu concentrée (domaines pharmaceutique, agroalimentaire, du traitements des métaux,...)

On voit donc que la production d'eau osmosée conduira forcément à une consommation d'eau (rejetée) : l'amélioration de la qualité implique forcément un tribut à payer (énergie mécanique pour la pompe et une part de l'eau d'alimentation), qui peut être réduit par divers types de montage.

Même avec cette solution il y a risque d'accumulation de solutés (et de matières non dissoutes), au contact de la membrane : pour éviter ceci on essaiera de faire passer la solution tangentiellement à la membrane ce qui aura pour effet de la "balayer" et ainsi de limiter son encrassement.

Précautions et Traitements préalables:

-Utilisation de cartouches filtrantes de seuil de coupure de l'ordre de 1 à 5µm pour éviter le colmatage des membranes.

-Le presstotat coupe l'alimentation en cas de trop fortes pressions

-Le chlore, produit oxydant, doit être éliminé par une cartouche à charbon actif en amont des membranes en polyamide

-A cause des micro-organismes, les modules doivent être régulièrement désinfectés et rincés avant leur remise en service

-Un adoucissement de l'eau est obligatoire à cause des précipitations de sels minéraux comme le carbonate de calcium (dans le compartiment alimenté).

hydranet

TRAITEMENT DES EAUX

<http://www.hydranet.net>

Traitement des eaux potables