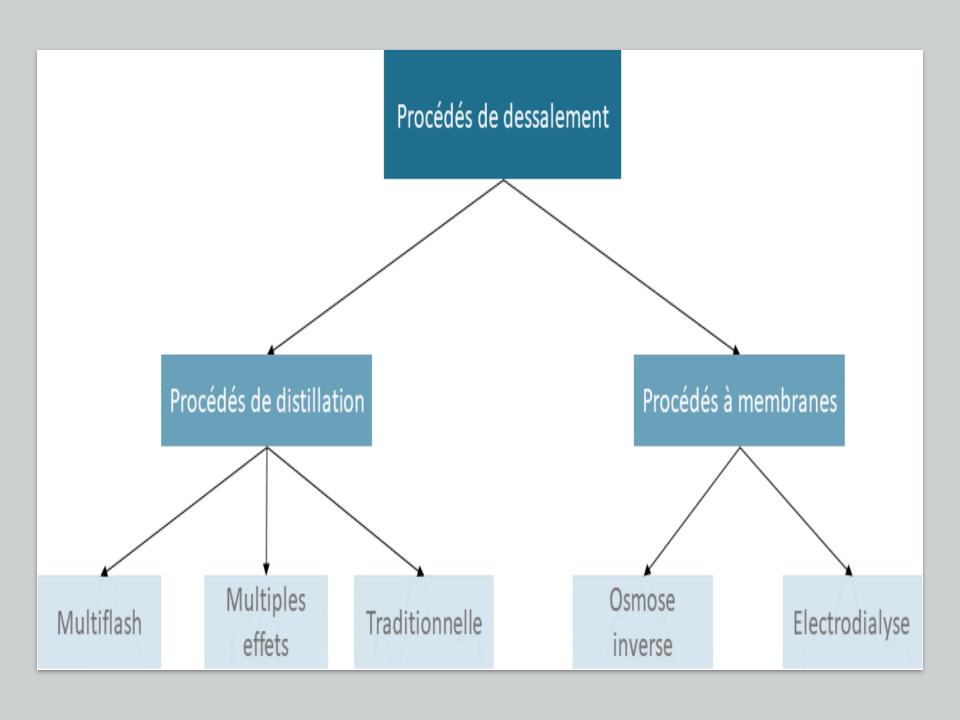


Plan

Problématique retenue: Quels sont les différents paramètres qui gouvernent le rendement des techniques de dessalement? Comment peut-on optimiser ce dernier?

- Différents techniques de dessalement et leur aspect économique.
- Fonctionnement de l'osmose.
- Expérience humble qui permet de dessaler l'eau en utilisant une manipulation très simple stimulant l'osmose inverse.
- V.Influence des paramètres de dimensionnement du système membranaire sur le fonctionnement de l'osmose.
- V. Stratégies pour augmenter le taux de récupération.



Aspect économique

Distillation

 $P = mC_p \Delta T + m\Delta H_v$

- Les valeurs à pression atmosphérique pour l'eau sont:
- Cp: 4,18 kJ/kg.K
- ΔHv : 2257,92 kJ/kg.
- PourT=20°C et s=35g/l,
 une masse volumique de
 1024,81kg/m³.

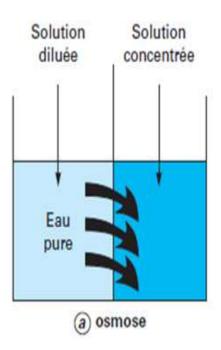
: P = 277,3 MW

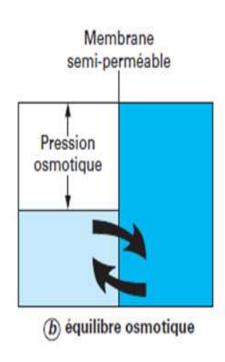
L'osmose inverse

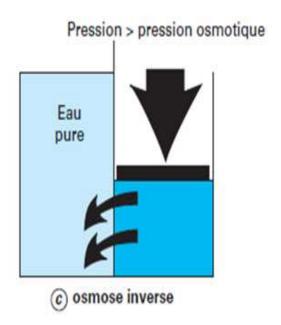
- $P = \rho gQHm = P'*Q$
- Pompe volumétrique (ou pompe haute-pression) :
- Q'1 = 10 000 m³/j
- P'1 = 60 bars
- Pompe centrifuge (ou turbo-pompe):
- Q'2 = 100 000 m³/j
- P'2 = 1 bar
- La puissance consommée totale devient donc :Ptot = Q'1*P'1 + Q'2*P'2
- P = 810,2 kW

Dessalement par osmose inverse

Principe de fonctionnement de l'osmoseur:







Résultat de l'expérience

La conductivité est passée de 40.0 ms/cm à 31 ms/cm.

Conclusion:

Cette diminution de la conductivité montre que le taux de sel a lui aussi diminué. Nous avons donc réussi à dessaler l'eau en utilisant une manipulation très simple simulant l'osmose inverse.

<u>Calcul de la</u> <u>pression osmotique :</u>

La formule des gaz p arfaits

• π.V =k.R.T ου π = i.C.R.T

L'équation fournie par ASTM (2000) basée sur l'équation de van't Hoff:

•
$$\pi_f = 8.308 \times \varphi \times (T_f + 273,15) \times \sum_i m_i$$

- φ = coefficient osmotique.
- = Estimations des coefficients osmotiques pour l'eau saumâtre et l'eau de mer, 0,93 et 0,90, respectivement.
- $T_f = \text{température du flux d'alimentation}$ (oC)
- $\sum m_i$ = somme des molalités de tous les constituants ioniques et non ioniques dans le l'eau

La pression effective ou la pression d'entraînement nette(NDP)

 \bullet NDP = $(\Delta P - \Delta \pi)$

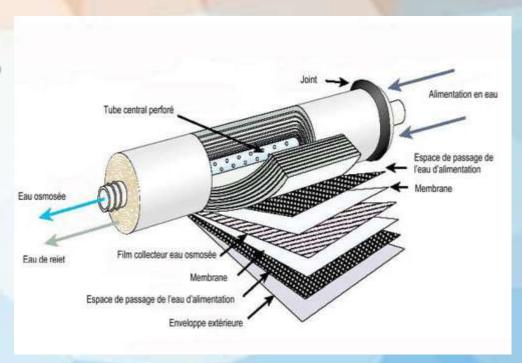
Influence des paramètres de dimensionnement du système membranaire sur le fonctionnement de l'osmose

La quantité d'eau (Q_w) traversant une membrane

$$Q_w = (\Delta P - \Delta \pi).K_w$$
·
A

 K_w = constante de perméabilité à l'eau

ΔP = pression différentielle (pression d'alimentation pression perméat)



Le flux:

• J=
$$\frac{Q_w}{A}$$
 = ($\Delta P - \Delta \pi$). K_w (L/ m^2 /h)

Rejet du sel

•
$$SR = \frac{c_f - c_p}{c_f}$$
. 100%



 C_f est la concentration en sel dans l'eau d'alimentation

 C_P est la concentration en sel dans l'eau du produit

Passage de sel

$$^{\bullet}SP = \frac{C_p}{C_f}.100\%$$

$$^{\circ}$$
SP = 100% - SR

La salinité de l'eau produite

$$C_p = \frac{Q_s}{Q_w}$$

Où Q_s est défini par l'équation suivante :

$$Q_s = \Delta C. K_s. A$$
 Et $\Delta C = C_f - C_p$

Sachant:

 Q_w = débit de perméat (m^3 / h)

 Q_s = Débit de sel à travers la membrane (Kg/s)

 ΔC = Différence de concentration de sel à travers la membrane (Kg/ m^3)

 K_s = Coefficient de perméabilité de la membrane au sel . $(m^3/m^2.s)$

• En remplaçant la formule de Q_s par la formule de C_p , on obtient :

•
$$C_p = \frac{\Delta C.K_s.A}{(\Delta P - \Delta \pi).K_w.A} = \frac{(C_f - C_p)K_s.}{(P_f - P_p - \Delta \pi).K_w.}$$

En divisant l'équation entière par C_f et en réarrangeant l'équation, nous avons le passage du sel :

$$\frac{c_p}{c_f} = \frac{\left(1 - \frac{c_p}{c_f}\right) \cdot K_s}{(P_f - P_p - \Delta \pi) \cdot K_w}$$

Alors:

passage du sel (SP :salt passage)=
$$\frac{c_p}{c_f} \times 100\%$$

Le flux de sel

$$J_s = (C_f - C_p) \times K_s$$

En général, C_p est faible par rapport à C_f . Ainsi, C_p peut être négligé dans cette formule.

$$J_s \approx C_f \times K_s$$

• K_s : le coefficient de perméabilité de la membrane pour les sels (ions).

Récupération

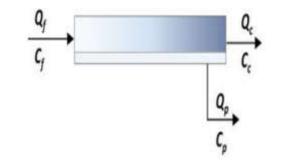
$$R = \frac{Q_p}{Q_f} \times 100\%$$

Avec:

 Q_p = Débit d'eau du produit (m^3/h)

 Q_f = Débit d'eau d'alimentation (m^3/h)

Un bilan massique peut être réalisé dans un système d'osmose inverse pour définir le facteur de concentration comme illustré:



$$Q_f = Q_p + Q_c$$

En multipliant ensuite par la concentration des sels dans chaque courant, on a :

$$Q_f. C_f = Q_c. C_c + Q_p. C_p$$

 Réarrangement de l'équation pour la concentration de l'alimentation :

$$C_f = \frac{Q_p}{Q_f} \times C_p + \frac{Q_c}{Q_f} \times C_c$$

 A partir de la définition de la récupération, nous pouvons modifier l'équation précédente.

$$\frac{Q_c}{Q_f} = \frac{Q_f - Q_p}{Q_f} = \frac{Q_f}{Q_f} - \frac{Q_p}{Q_f} = 1 - R$$

Nous avons :

$$C_f = R \times C_p + (1 - R) \times C_c$$

D'après la définition de la récupération :

$$R = \frac{Q_p}{Q_f} = \frac{Q_f - Q_p}{Q_f} = 1 - \frac{Q_p}{Q_f}$$

Influence des paramètres de dimensionnement du système

membranaire sur la consommation électrique		
Paramètres	Consomm ation électrique	Autres effets
Sels dissous Totaux	7	Qualité perméat 🔪
Température /	A	Durée vie membranes - Passage sels 🧪
Perméabilité membranaire	7	Passage en sels - Production
Taux de rejet en sels		Surface membranaire // – Investissements //
Surface membranaire	Ā	Passage en sels - Investissements Débit d'alimentation - Durée vie membranes

Taux de conversion

cycle entre nettoyages chimiques

Passage en sels Investissements équipements

-Débit d'alimentation

Stratégies pour augmenter le taux de récupération

Prétraitement et post-traitement de <u>Nettoyage des membranes</u> <u>l'eau d'alimentation</u>

Prétraitements chimiques

Hypochlorite sodique, Chlorure ferrique, Acide sulfurique, Méta Bisulfite Sodique, Dispersant.

Prétraitements physique/mécaniq ue:

Pré filtration(filtre rotatif), Filtres à sable et anthracite, Filtres à cartouche

- Il comporte deux sous système:
- Le sous-système de nettoyage chimique
- le sous-système de déplacement d'eau dans les membranes

<u>Le système de</u> <u>récupération</u> <u>d'énergie :</u>

Il existe actuellement deux systèmes de récupération de l'énergie hydraulique :

A- Les turbines couplées directement aux pompes HP.

B- échangeurs de pression, considéré le système présentant le meilleur rendement.



Le système de récupération d'énergie de la station de Fouka