



knowledge to share . du savoir à partager

Formation sur les membranes dans le domaine de l'acériculture

Préparé par:

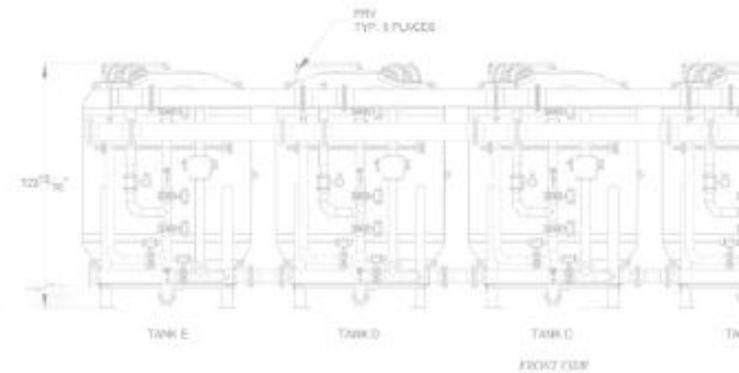
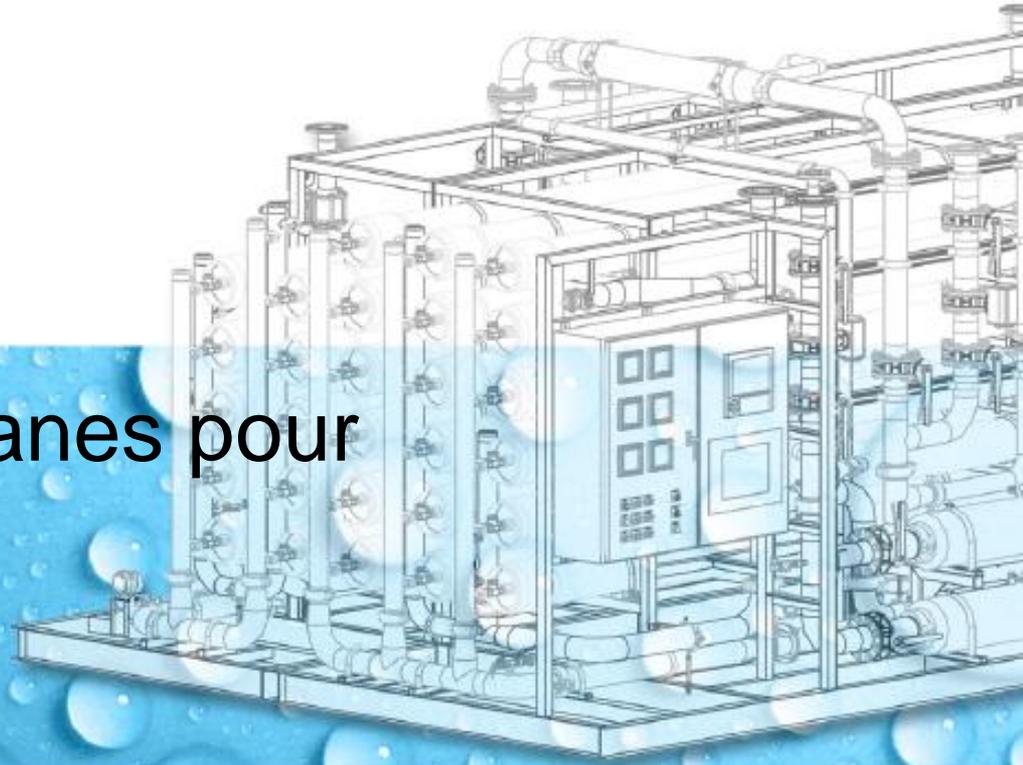
Rock Gaulin

Pierre Courtois

Plan de la formation

- Les différentes membranes pour l'érablière;
- Quels sont les facteurs qui influencent le colmatage des membranes?
- Quand laver sa membrane;
- Procédures de lavage;
- La concentration à haut degré Brix;
- Le remisage de la membrane à la fin de la saison;

Les différentes membranes pour l'érablière;

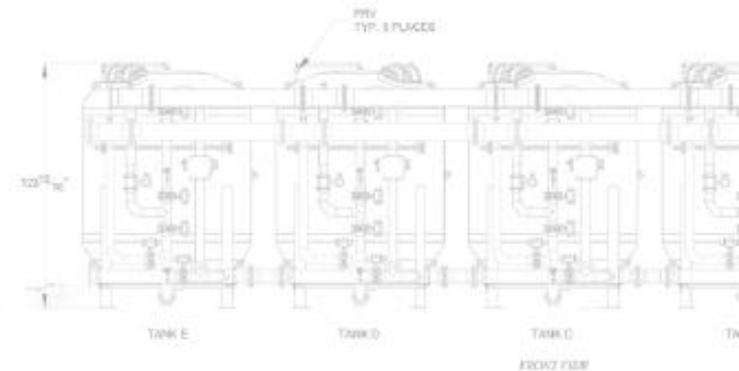
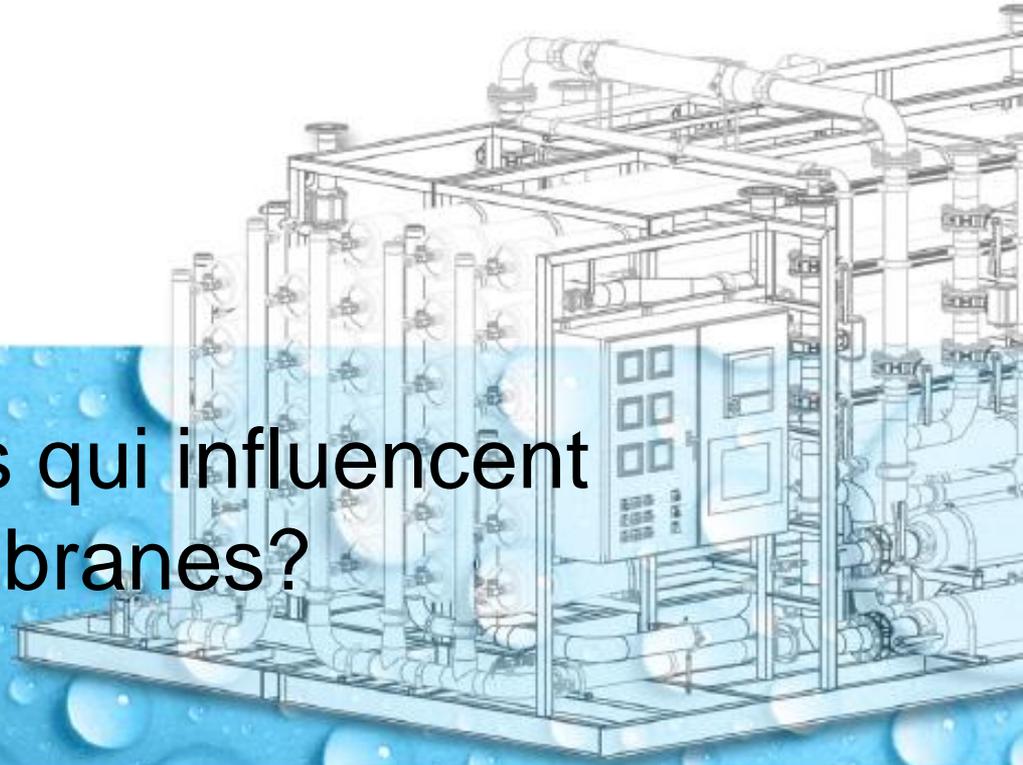


Les différentes membranes pour érablière

		Temp max. lavage	pH max. lavage	Temp max. lavage	pH max. lavage	Pression	Débit Perméat Produit (GPD)	Pression d'opération max	Matériel	Taux de rejection	Surface active (pi2)	Diamètre du manchon
Filmtec	Bw 30	45° C	2-10.5	35° C	1-12	225 psi	10 500	600 psi	Polyamide Thin-Film Composite	99.0%	440	1-1/4"
Filmtec	Mark I	45° C	2-10.5	35° C	1-12	Na	Na	600 psi	Polyamide Thin-Film Composite	ND*	450	1-1/4"
Filmtec	Nf 270	40° C	2-10	35° C	1-11	75 psi	12 500	600 psi	Polyamide Thin-Film Composite	50.0%	400	1-1/2"
Filmtec	Nf 90	45° C	2-10.5	35° C	1-12	75 psi	7 500	600 psi	Polyamide Thin-Film Composite	85-95.0%	400	1-1/2"
Filmtec	Xle 440	45° C	2-10.5	35° C	1-12	225 psi	12 700	600 psi	Polyamide Thin-Film Composite	99.0%	440	1-1/2"
Hydranautics	PVD1	40° C	2-9	35° C	2-9.5	Na	11 000	400 psi	Polyvinyl Alcohol Derivative	80.0%	365	1-1/4"
H2O Innovation	H2O 70	45°C	2-12	35° C	2-12	100 psi	13 000	600 psi	Polyamide Thin-Film Composite	99.5%	400	1-1/4"

Voici un tableau comparatif sur les différentes membranes de l'industrie acéricole. Veuillez noter que les pH de lavage maximum dépendent de la température de l'eau. Pour ce qui est du colmatage organique, **il a été démontré qu'un lavage à pH 12 est 9 fois plus efficace qu'un lavage à 11.**

Quels sont les facteurs qui influencent le colmatage des membranes?



Quels sont les facteurs qui influencent le colmatage des membranes?

- Le non respect du taux de recouvrement d'une membrane;
- Le non respect du volume de perméat produit par membrane;
- L'entretien des cartouches de pré-filtration;
- La qualité de l'eau d'alimentation;
- *La pression d'opération*

Le taux recouvrement d'une membrane

Taux de recouvrement

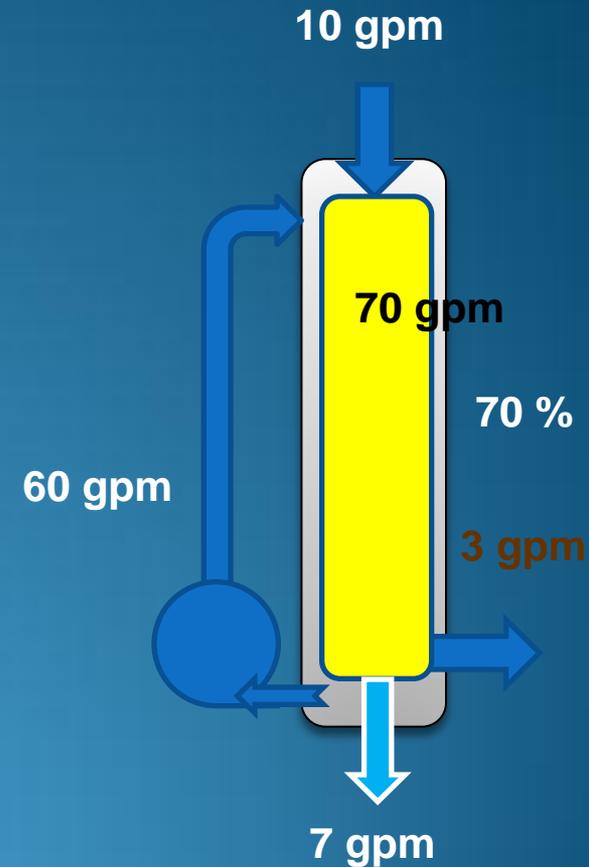
Débit de Perméat/ Débit total

- La RECIRCULATION permet d'augmenter le taux de recouvrement total d'un système sans endommager les membranes.

- Calcul du taux de recouvrement:

Taux de recouvrement = Débit de Perméat/ Débit total
(Concentré et Perméat) X 100

Ex: Perméat 7 Concentré 3,
 $(7 / (7 + 3)) = 0.7 \times 100 = 70\%$



Le non respect du taux de recouvrement d'une membrane

Plus un système contient de membrane, plus le taux de recouvrement total peut être élevé.

Voici un tableau qui donne quelques exemples, il est possible de dépasser ces critères mais le colmatage sera beaucoup plus rapide.

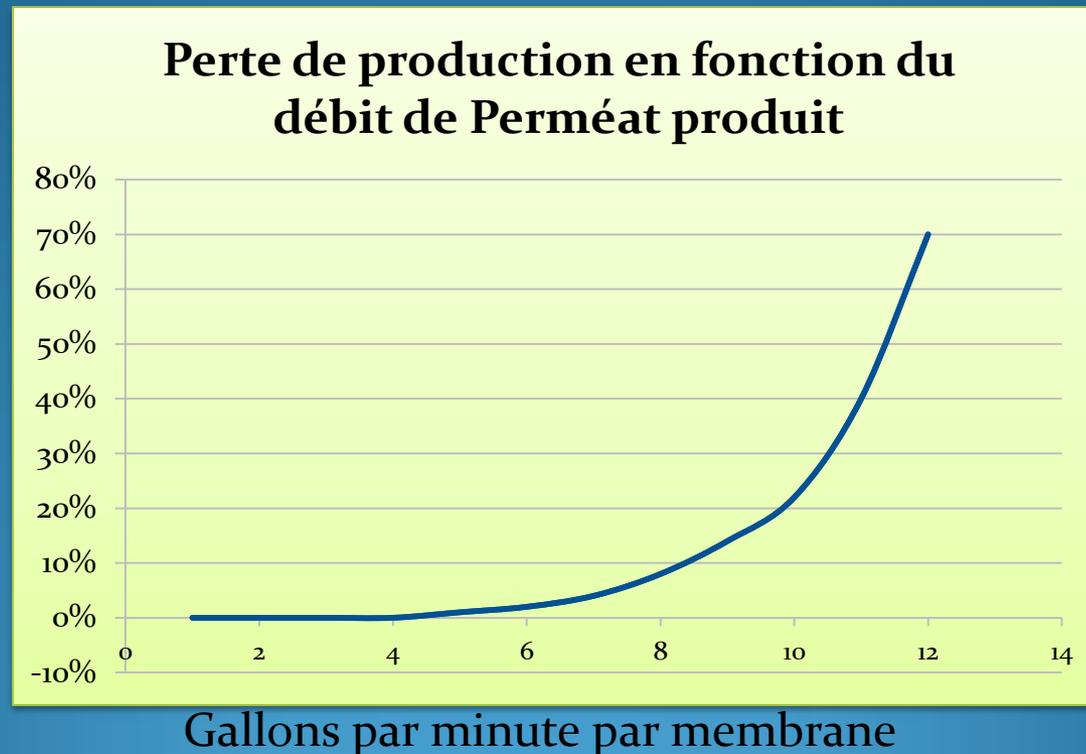
Notez qu'il ne faut pas opérer le système en tenant compte de la concentration en brix du concentré, cette dernière varie en fonction de la qualité de l'eau d'alimentation et aussi de la température de l'eau. Il faut toujours opérer en tenant compte du taux de recouvrement.

Nombre de membrane en série	1	2	3	4	5	6	7	8
Taux de recouvrement maximum recommandé à 8°C	75%	78%	80%	82%	84%	86%	87%	88%
Exemple de concentration si entrée de 2 Brix	8.0	9.1	10.0	11.1	12.5	14.3	16.7	18.2
Exemple de concentration si entrée de 2.5 Brix	10.0	11.4	12.5	13.9	15.6	17.9	20.8	21
Exemple de concentration si entrée de 3 Brix	12.0	13.6	15.0	16.7	18.8	21.0	21.0	21

H2O recommande de ne pas dépasser 21 Brix dans le concentré.

Le non respect du volume de perméat produit par membrane

- Les membranes sont conçues pour produire un certain volume de Perméat maximum par minute / jour. La moyenne se situe aux alentours de 450 gph.
- Lorsque ce volume est dépassé le colmatage est accéléré exponentiellement.

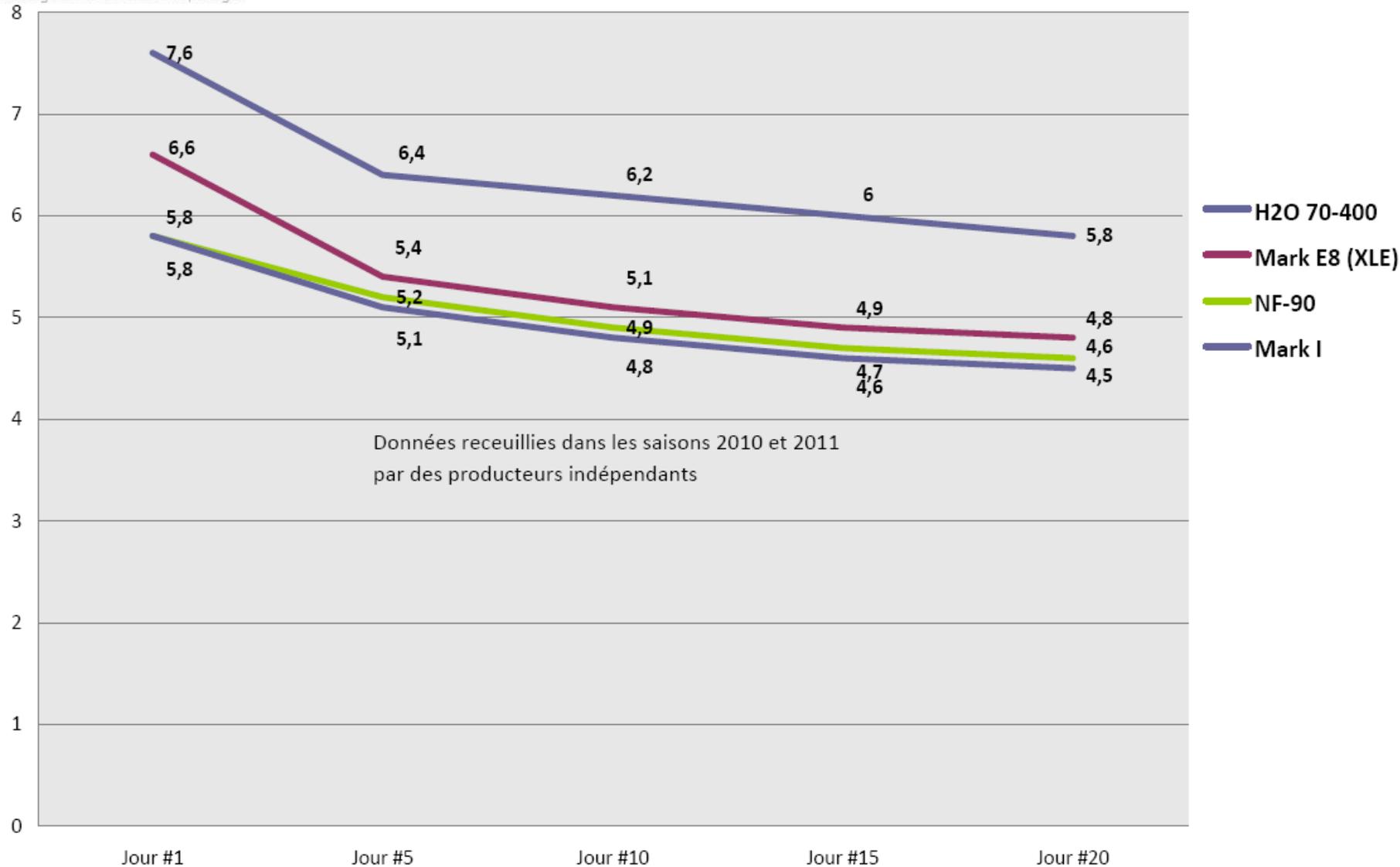


Perte de Production
% par heure

C'est pourquoi il est important d'équilibrer le débit de production entre les membranes.

Évolution du débit de Perméat normalisé (PEP) durant la saison entre les différentes membranes disponibles

Knowledge to share, du savoir à partager



L'entretien des cartouches de pré-filtration

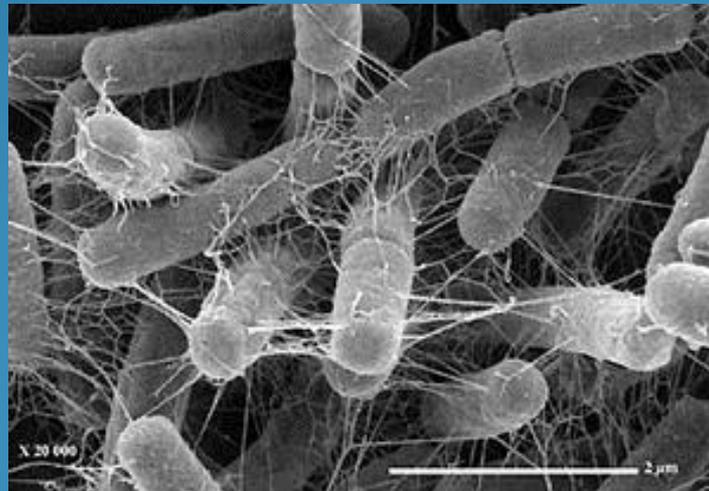
- Lorsque les pré-filtres atteignent un différentiel de 40 psi et plus il peut y avoir de l'emportement et certaines particules peuvent aller se loger sur la membrane et le colmatage sera **irréversible**. Il est important d'utiliser des cartouches de qualités, H2O recommande les cartouches 3M Polyclean ou Puretrex.



- Pour espacer la fréquence entre les remplacements de filtre, H2O recommande d'ajouter un filtre à sac en série avec les autres cartouches. La durée de vie des cartouches sera augmentée jusqu' à 4 fois.

La qualité de l'eau d'alimentation

- L'eau d'érable contient divers micro-organismes (Polysaccharides, métabolites bactérien). Ces divers organismes se déposent sur la surface de la membrane et crée une glue qui est appelé Bio-Film.
- Le Bio-film est très difficile à enlever avec les produits de lavage traditionnel et nécessite un traitement en profondeur.
- Pour limiter le bio-film, il est important de ne pas laisser l'eau se réchauffer dans les bassins. Plus la température est élevée dans les bassins et plus la division cellulaire sera rapide, c'est pourquoi il est important de bien rincer votre système après chaque utilisation.



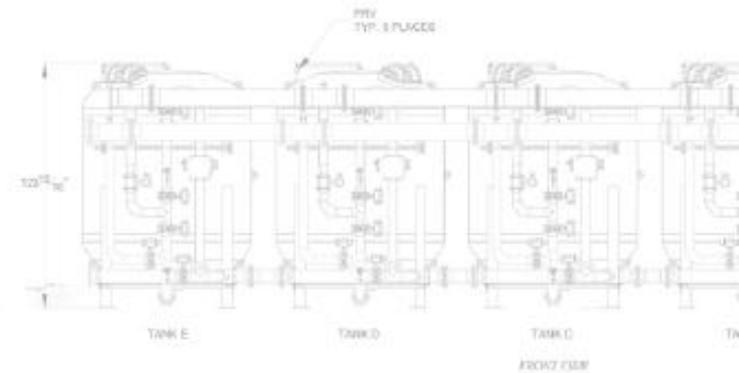
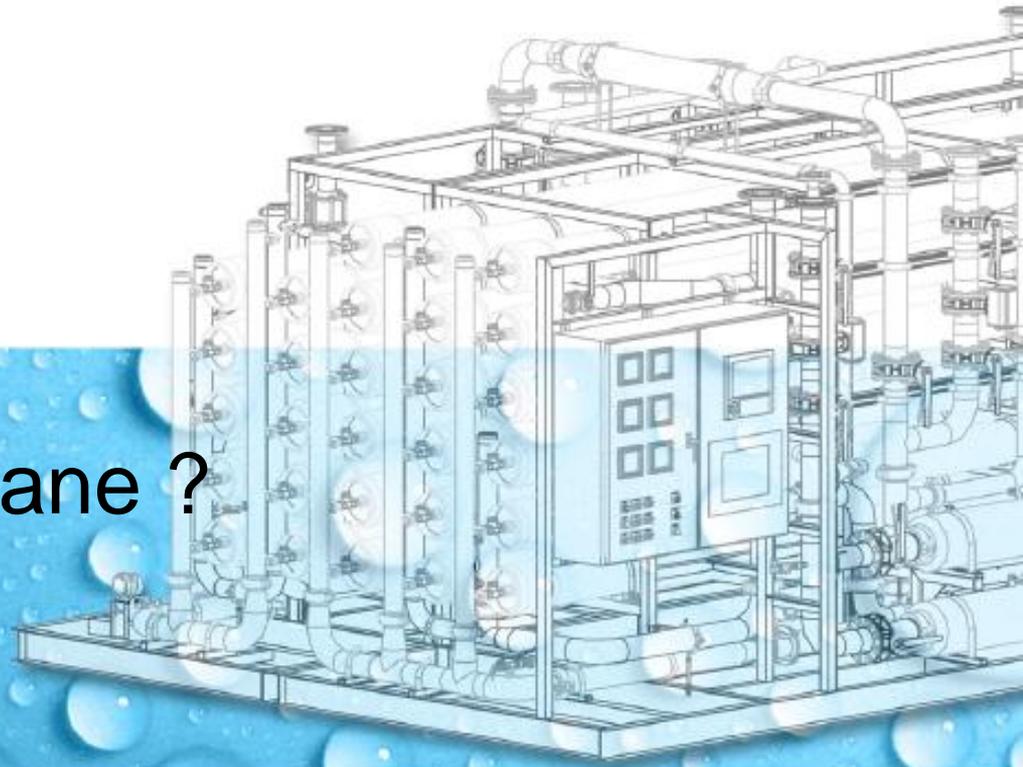
La pression d'opération

- Contrairement à la croyance populaire, la pression d'opération n'est pas un facteur qui colmate les membranes. Mais lors d'une mauvaise utilisation des principes de Recouvrement ou de Volume maximum, cela entraîne une augmentation de la pression aux membranes ce qui est vu par plusieurs comme le problème mais qui n'est en fait que la résultante.
- Voici un tableau qui représente la pression osmotique en fonction de la concentration de l'eau d'alimentation.

Concentration en Brix	Pression Osmotique (psi)
3.5 %	40 psi
8 %	100 psi
12 %	145 psi
14.5 %	185 psi
17 %	225 psi
20 %	275 psi
25 %	380 psi
30 %	500 psi

La Pression Osmotique est la pression minimum nécessaire pour produire une goutte d'eau à une concentration et température donnée.

Quand laver sa membrane ?



La perte de Perméabilité PEP

- Voici une procédure simple pour déterminer si vos membranes ont besoin d'un lavage. Veuillez noter qu'il est important d'avoir le PEP initial, (le PEP initial se prend en début de saison, et est mis à jour après chaque lavage).
- PEP = Perméabilité à l'Eau Pure, soit la quantité de Perméat produite dans une eau pure à une pression et température donnée.
- Lorsque le PEP atteint 15% , vous devez initier une séquence de lavage. Si le PEP se rend à plus de 20 % il sera difficile de nettoyer la membrane correctement (voir tableau ci-bas).



Le PEP

- Quand prendre le PEP?
- Il est recommandé de prendre le PEP après 6 heures d'opération continue, ou lorsque la pression d'opération à augmenter de 20 %, ainsi qu'au début ou à la fin de chaque période de production.
- **Procédures:**
- Rincer les membranes avec du perméat pendant 15 minutes ou jusqu'à ce que la conductivité soit moins que 10 micro siemens. H₂O recommande d'utiliser les pompes recirculatrices pour rincer, le rinçage sera effectué beaucoup plus rapidement ainsi.
- Ajuster la pression aux membranes à **150 psi** ; (H₂O recommande un PEP à 150 psi), en effet à 150 psi, le débit de Perméat est très près du débit de production réel.
- Lire et noter le débit du perméat total, et si possible de chaque membrane ;
- Lire et noter la température de l'eau ;
- Utiliser la table de correction pour corriger votre PEP à 13°C.

Le calcul du PEP

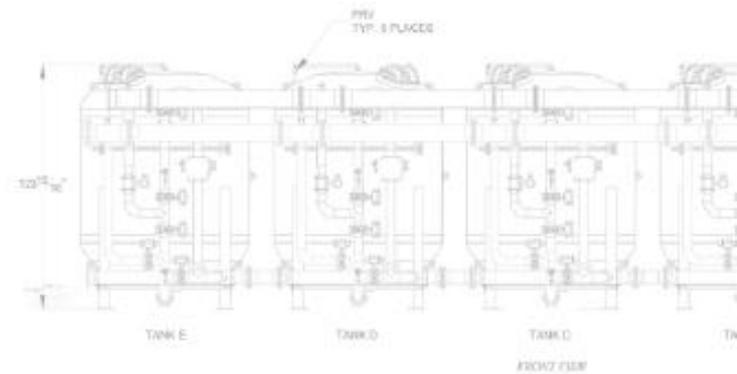
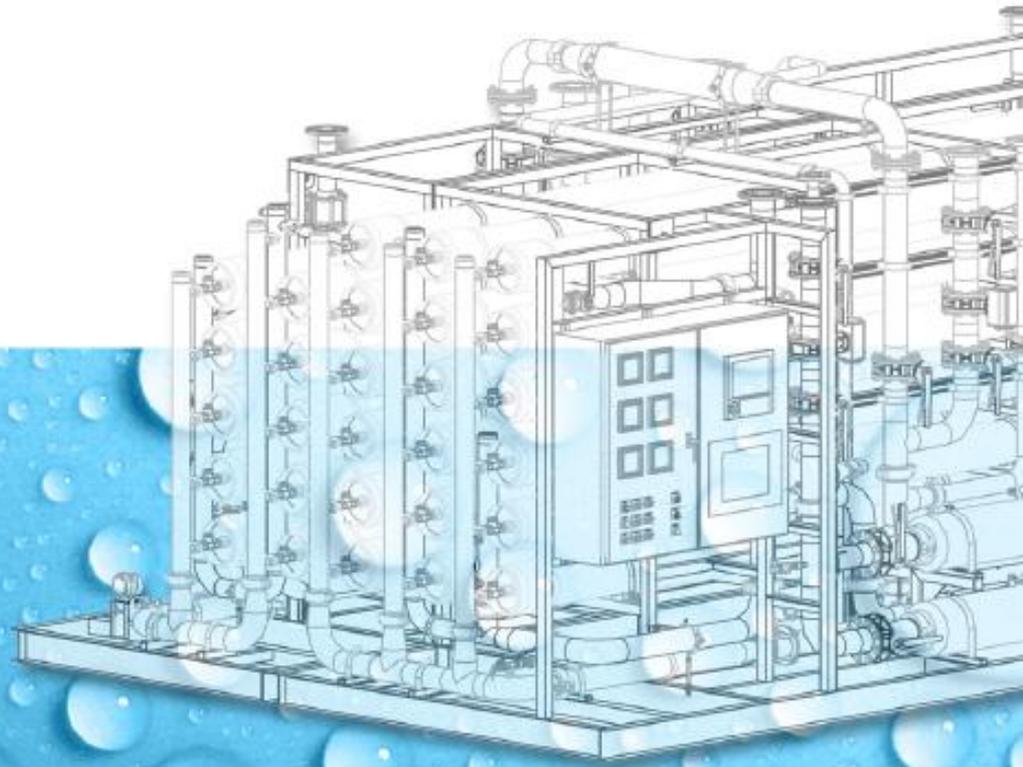
- Exemple de données:
- $PEP_{initial} = 25 \text{ gpm à } 150 \text{ psi à } 13^{\circ}\text{C}$
- Données actuelles : 150 psi, 14 gpm de perméat, 3°C
- $PEP = \text{débit de perméat} / \text{facteur de correction de température}$
- $PEP = 14 \text{ gpm} / 0.742 = 18.8 \text{ gpm (débit à } 13^{\circ}\text{C)}$
- Calcul de la perte de rendement:
- $100\% - ((PEP / PEP_{initial}) \times 100) = \text{Taux de rendement en } \%$
- $(18.8 / 25) \times 100 = 75.4 \%$ de rendement
- $100\% - 75.4\% = 24.6\%$ perte de rendement en %
-
- Dans ce cas-ci un lavage est indispensable car la perte est supérieure à 15%.

Facteur de Correction de Température

- *P.E.P. à l'eau froide : Température de référence de 13°C*

Température °C	Facteur de correction	Température °C	Facteur de correction
0	0,672	13	1,000
1	0,695	14	1,028
2	0,718	15	1,055
3	0,742	16	1,084
4	0,766	17	1,112
5	0,790	18	1,142
6	0,816	19	1,170
7	0,842	20	1,200
8	0,866	21	1,229
9	0,893	22	1,259
10	0,919	23	1,289
11	0,946	24	1,319
12	0,973	25	1,350

Procédure de lavage



Le Lavage simple

- Outils nécessaires:

- pH mètre



- Conductimètre



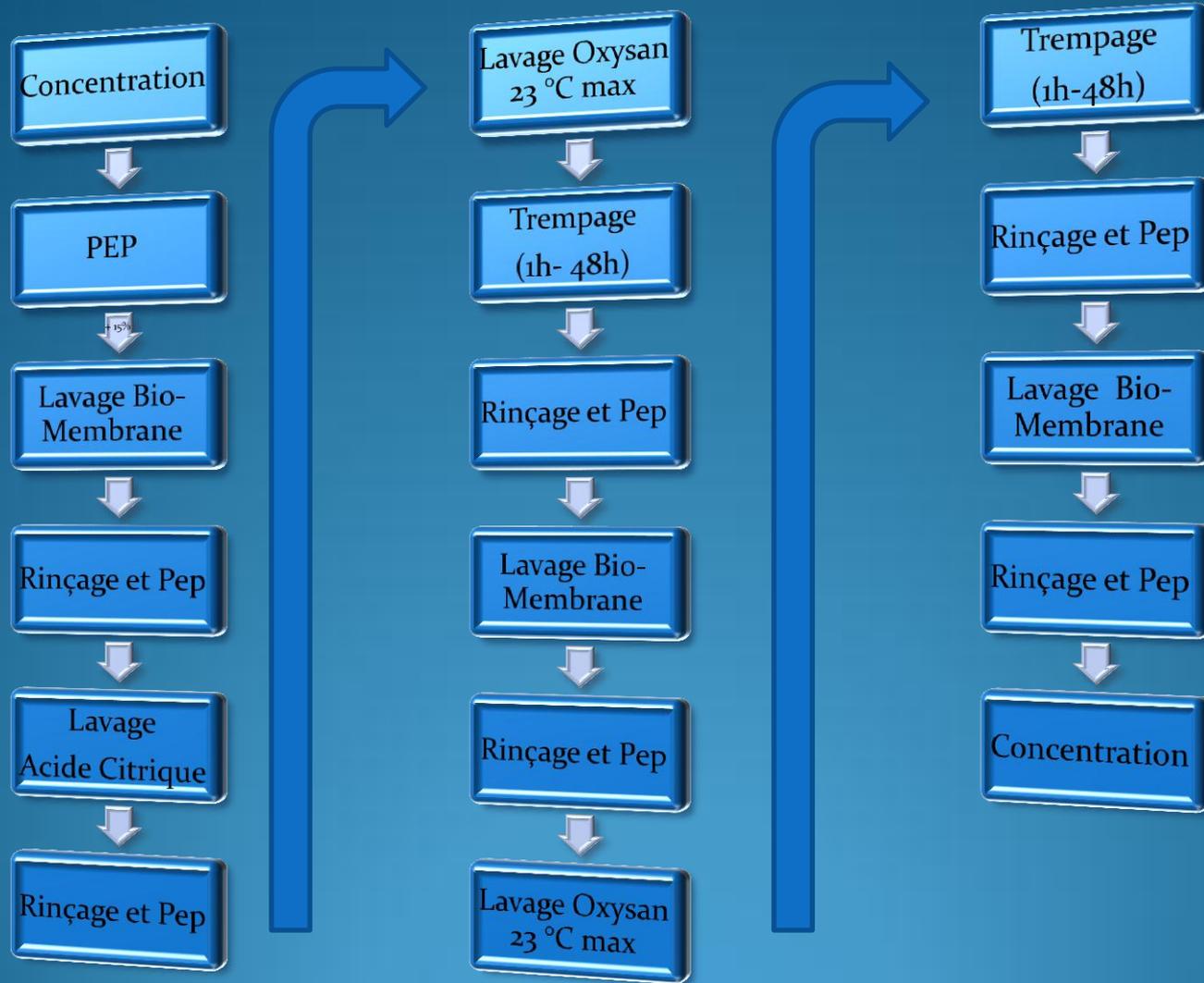
Le Lavage simple

- **Cycle de lavage simple (basique):**
- Remplir la cuve de lavage de la machine
- Ajouter 350 ml de Lavasol VII ou 700 ml de Bio-Membrane par 100 litres de perméat dans la cuve de lavage, ou ajuster la solution à un pH de **12** ou (voir tableau pour les respects des températures en lavage selon les membranes). Par la suite, démarrer le système en lavage. Pour un lavage optimal, il est important que le débit soit rapide. En effet lorsque le débit est rapide il se produit un effet de **balayage de la membrane**. Nous recommandons d'utiliser la pompe pression en lavage pour augmenter le débit (effet balayage), mais si votre séparateur ne vous permet pas de laver à moins de 100 psi vous devez laver sans utiliser la pompe pression.
- Laisser recirculer la solution de lavage jusqu'à ce que la température atteigne un maximum de 45 °C (veuillez valider avec le tableau des membranes).
- Effectuer un rinçage du système pendant 15 minutes ou jusqu'à ce que la conductivité soit moins que 10 micro siemens.
- Reprendre le PEP, si les gains ne sont pas satisfaisant, vous pouvez refaire un autre lavage au Lavasol VII ou Bio membrane.

Tableau informatif sur les membranes et les tolérances en lavages

		Temp max. lavage	pH max. lavage	Temp max. lavage	pH max. lavage	Temp max. lavage	pH max. lavage
Filmtec	Bw 30	45 °C	2-10.5	35°C	1-12	25°C	1-13
	Mark I	45 °C	2-10.5	35°C	1-12	25°C	1-13
	Nf 270	40 °C	2-10	35°C	1-11	25°C	1-12
	Nf 90	45 °C	2-10.5	35°C	1-12	25°C	1-13
	Xle 440	45 °C	2-10.5	35°C	1-12	25°C	1-13
Hydranautics	PVD1	40 °C	2-9	35°C	2-9.5	25°C	2-10
H2O Innovation	H2O 70	45 °C	2-12	35°C	2-12	25°C	1-12

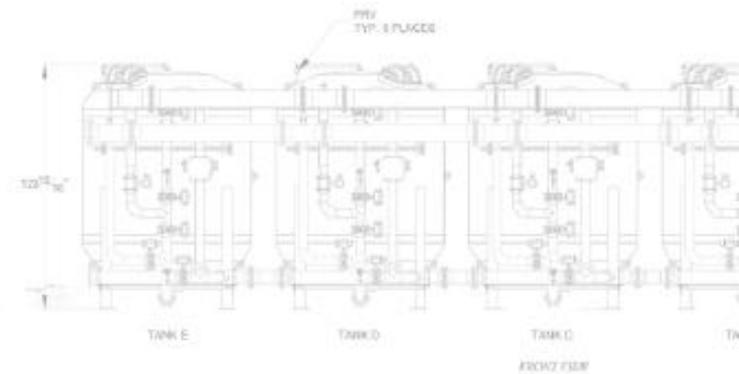
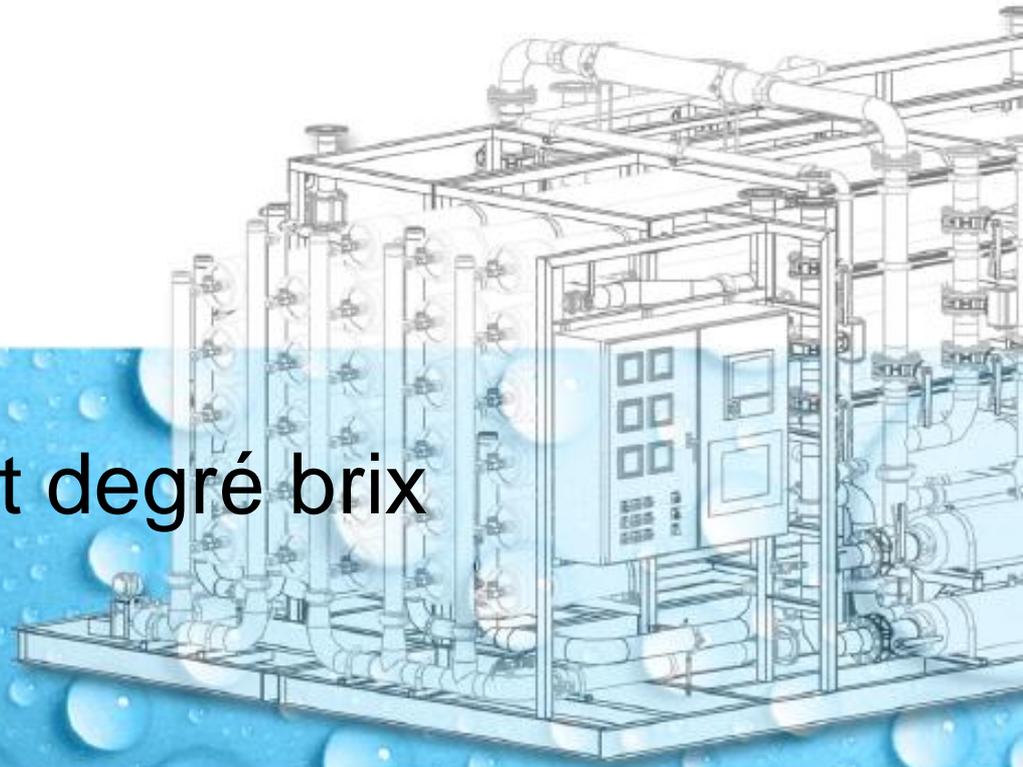
Le Lavage Complet



Le Lavage Complet

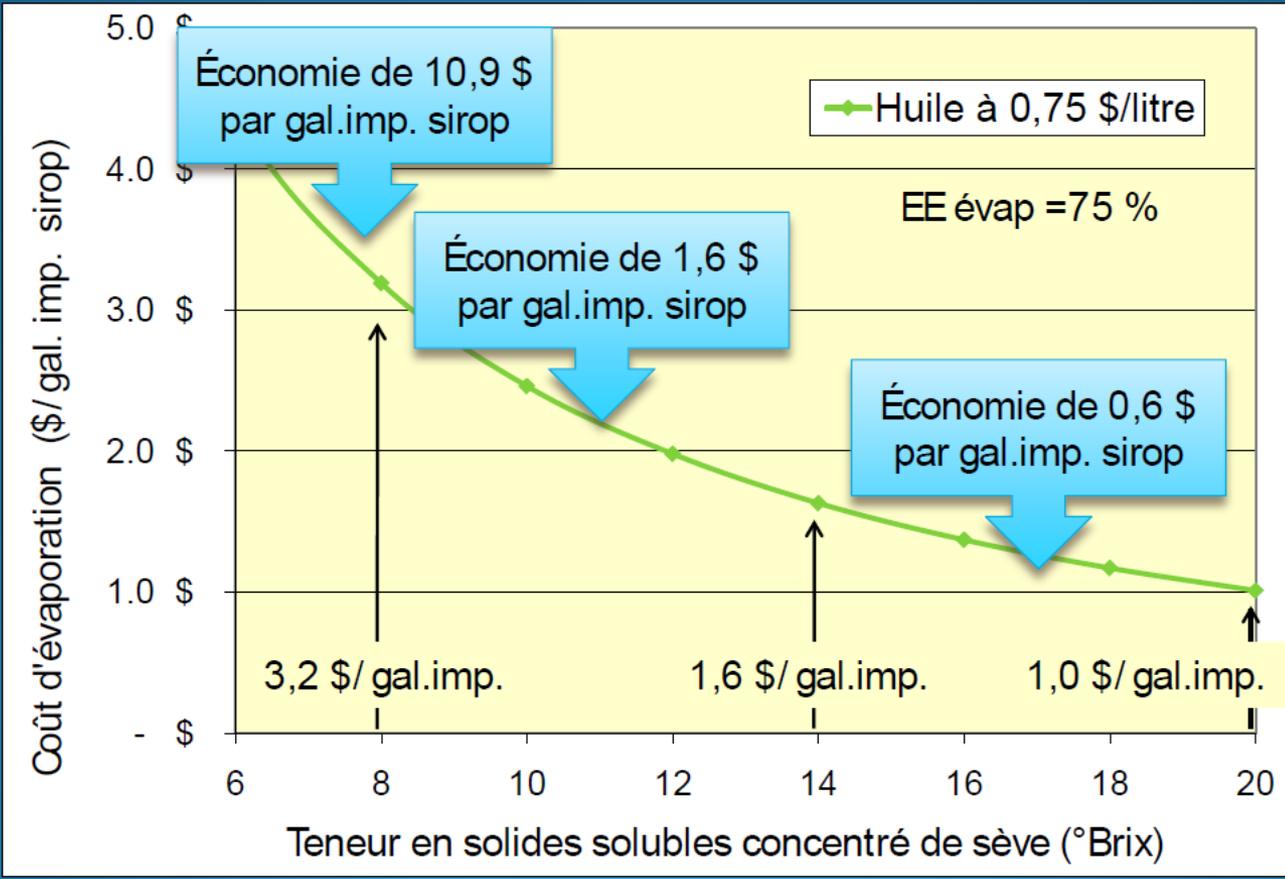
- Remplir la cuve de lavage de la machine
- Effectuer un lavage au Lavasol VII ou Bio membrane à pH 12.
- Après 5 minutes de lavage nous recommandons de prendre le pH et d'ajouter des produits au besoin. En effet quand la membrane est remplie de résidu organique, le pH aura tendance à diminuer car l'agent actif du Bio-membrane ou Lavasol VII se lie à cette matière organique.
- Laisser recirculer la solution de lavage jusqu'à ce que la température atteigne 45° C.
- Effectuer un rinçage du système.
- Reprendre le PEP.
- Effectuer un lavage à l'acide Citrique, 1 kg par 100 litres de volume mort.
- Effectuer un rinçage du système.
- Reprendre le PEP.
- Effectuer un lavage à Oxysan, attention à ne pas dépasser 23°C, mettre 700 ml par 100 litres de volume total.
- Laisser tremper le système, entre 1 heure et 48 heures avec cette solution. (plus le temps de trempage est long, plus il est efficace).
- Effectuer un rinçage du système.
- Reprendre le PEP.
- Effectuer un lavage au Lavasol VII jusqu'à 45° C.
- Répéter les lavages Lavasol VII et Oxysan jusqu'à ce que le PEP ne remonte plus, toujours terminer avec un Lavasol VII.

La concentration à haut degré brix



La concentration à haut degré Brix

- Voici un tableau démontrant la rentabilité de concentré à haut degré brix.



La concentration à haut degré Brix

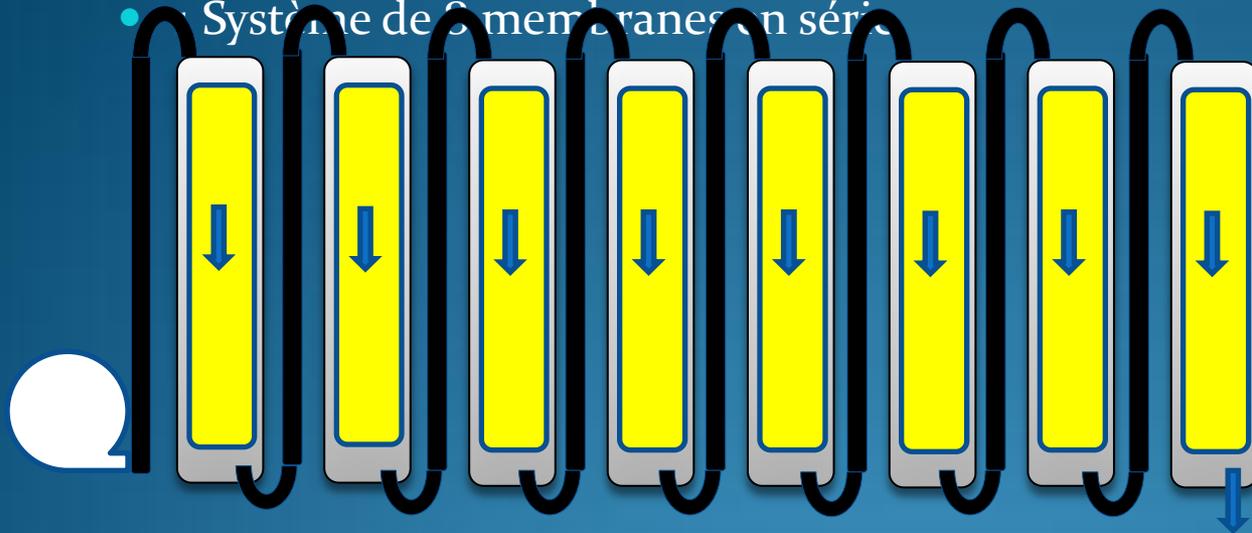
- Pour concentrer à un haut taux de brix, il faut avoir un minimum de membrane en série sur votre système (voir tableau). Pour ce faire il est aussi possible d'effectuer 2 ou 3 passages dans les membranes avec des appareils plus petits.
- Fait à noter que l'évaporation ne se fait pas de la même façon à 20 ° brix qu'à 8 ° brix.

Nombre de membrane en série	1	2	3	4	5	6	7	8
Taux de recouvrement maximum recommandé à 8°C	75%	78%	80%	82%	84%	86%	87%	88%
Exemple de concentration si entrée de 2 Brix	8.0	9.1	10.0	11.1	12.5	14.3	16.7	18.2
Exemple de concentration si entrée de 2.5 Brix	10.0	11.4	12.5	13.9	15.6	17.9	20.8	21
Exemple de concentration si entrée de 3 Brix	12.0	13.6	15.0	16.7	18.8	21.0	21.0	21

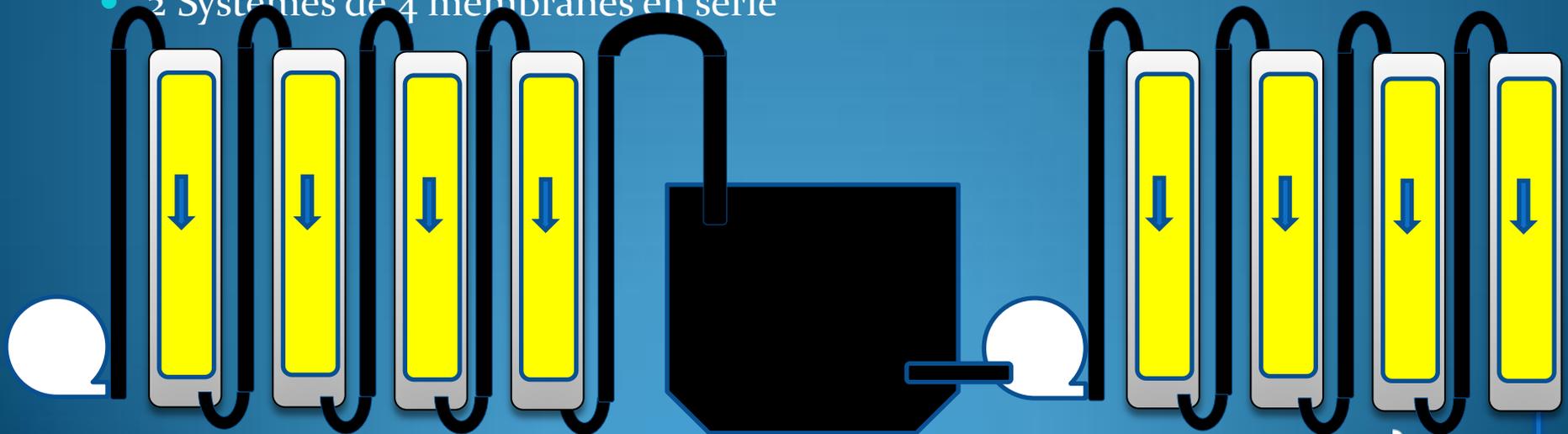
- Le tableau nous montre que pour concentrer à 20 ° Brix, un minimum de 6 membranes est requis si l'eau d'alimentation est à 3 ° brix.

La concentration à haut degré Brix

- Système de 8 membranes en série

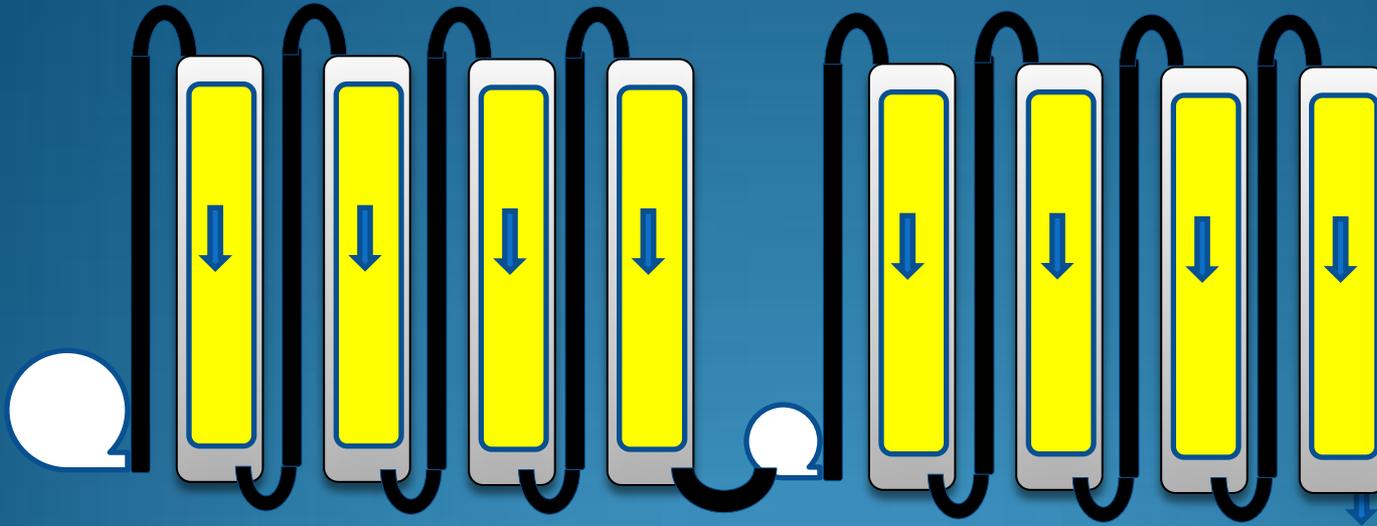


- 2 Systèmes de 4 membranes en série



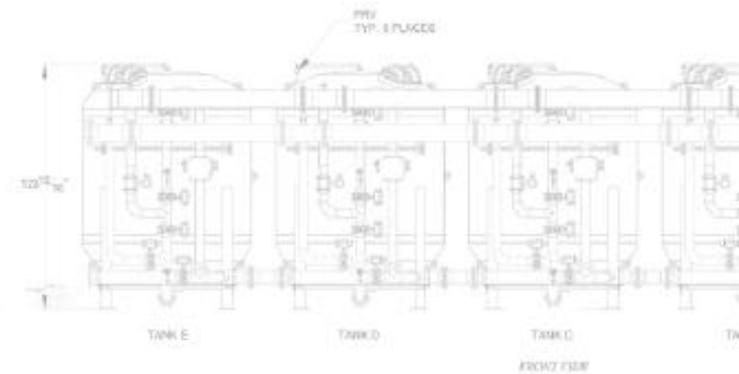
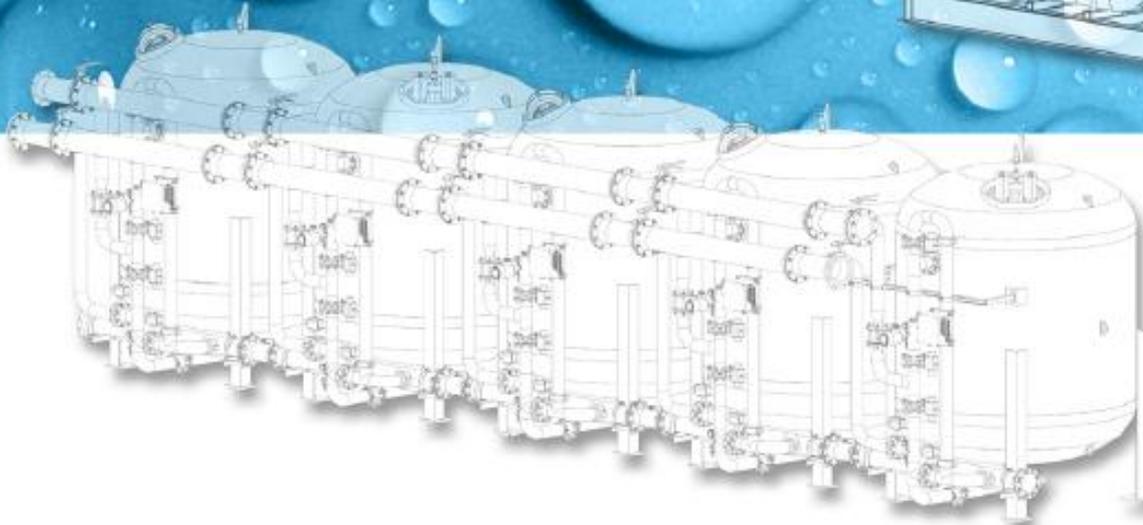
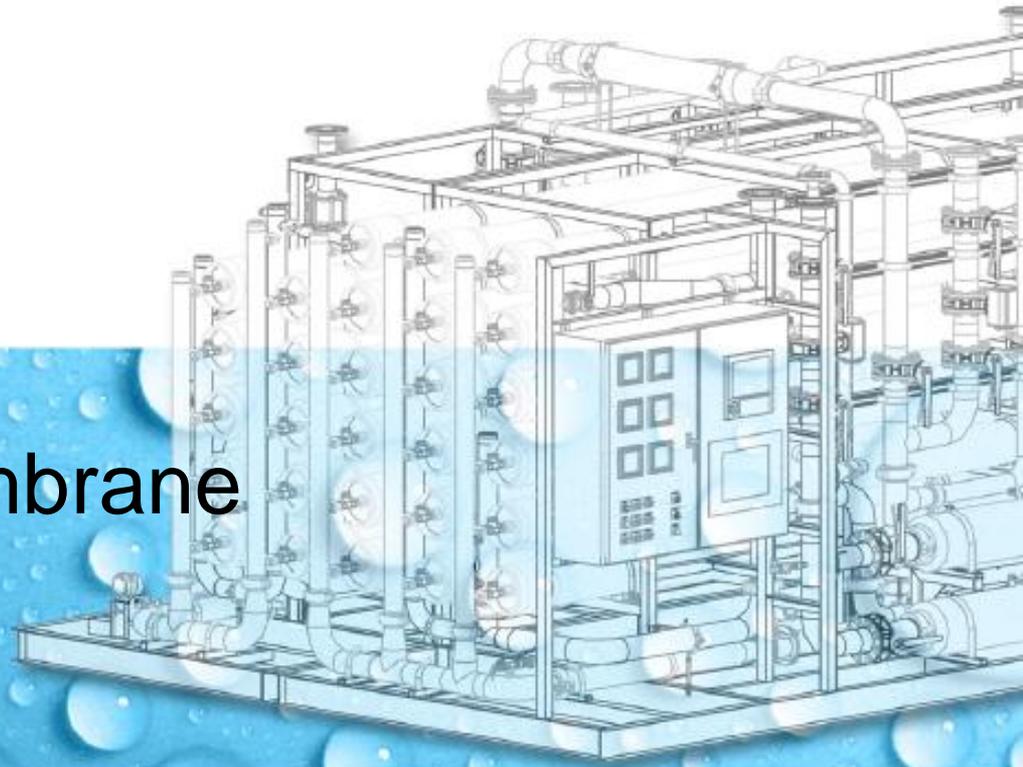
La concentration à haut degré Brix

- 1 Système de 8 membranes en série avec Booster Pompe



- Ce type de système est le plus efficace car il permet le fonctionnement continue en plus d'éviter la prolifération bactérienne dans les bassins.
- Il est important de noter que pour les lavages il ne faut pas dépasser 4 membranes en série , sinon l'efficacité du lavage sera grandement diminué.

Le remisage de la membrane



Le remisage de la membrane à la fin de la saison

- Après la saison, il est important de bien laver les membranes
- Suite au lavage on doit entreposer cette dernière dans un milieu humide exempt de prolifération bactérienne.
- C'est pourquoi il faut ajouter un additif tel que le Métabisulfite de sodium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$), ou le Benzoate de Sodium ($\text{Na}^+ + \text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$). Ces additif sont des désoxygénant (absorbe l'oxygène) empêchant la prolifération bactérienne.
- Il faut par la suite sceller l'emballage (soit dans un sac ou un caisson).
- Et garder la membrane au-dessus de 0°C .

Question?

