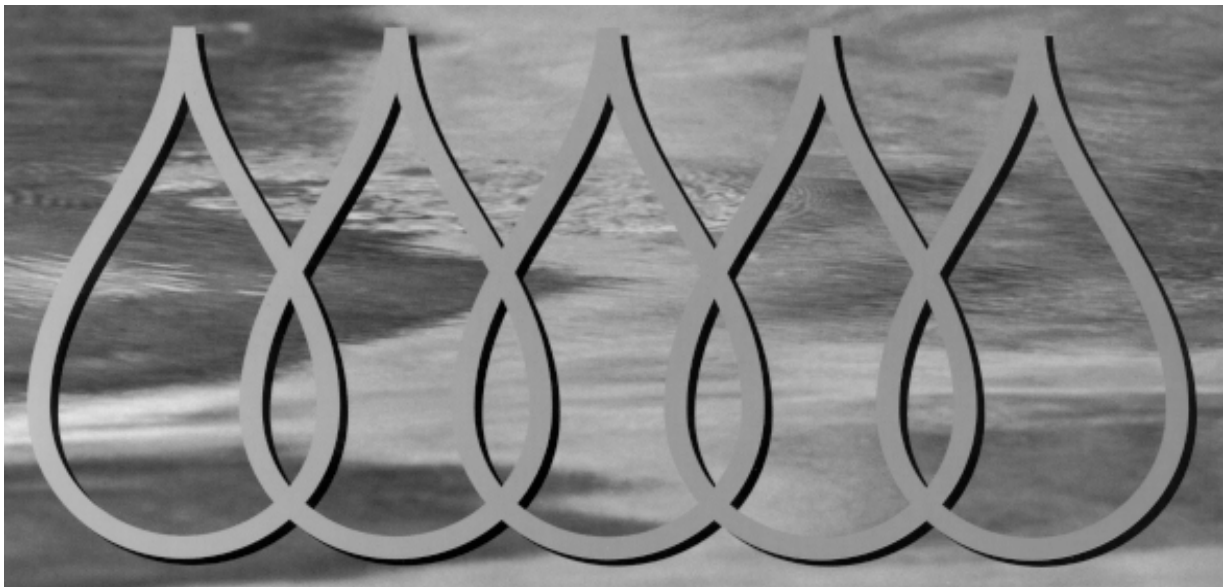


ZeeWeed[®] 1000 (ZW-1000) avec coagulation

Niveau de développement :

EN VALIDATION À L'ÉCHELLE RÉELLE

Janvier 2008



Québec 

1- DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

Système d'ultrafiltration ZeeWeed® 1000 (ZW-1000) avec coagulation

- **Nom et coordonnées du promoteur**

GE Water & Process Technologies, Zenon Membrane Solutions
3239, Dundas Street West
Oakville (Ontario) L6M 4B2
Téléphone : 905 465-3030
Télécopieur : 905 465-3050
M. Bernard Dussault, P.Eng.
Site Internet : www.zenon.com
Courriel : Bernard.Dussault@ge.com

- **Nom et coordonnées du distributeur**

Mabarex inc.
2021, rue Halpern
Montréal (Québec) H4S 1S3
Téléphone : 514 334-6721
Télécopieur : 514 332-1775
M. François Séguin, ing., M. Ing.
Site Internet : www.mabarex.com
Courriel : fseguin@mabarex.com

2- DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

Généralités

La technologie vise le traitement par ultrafiltration, avec dosage de produits chimiques, d'une eau de surface pour l'élimination de la turbidité, l'abattement des micro-organismes pathogènes (coliformes fécaux et totaux, virus, *Giardia* et *Cryptosporidium*) et la réduction de la matière organique (couleur et carbone organique total). Il s'agit d'une chaîne de traitement membranaire impliquant la mise en place de modules de fibres creuses, assemblés en cassettes de plusieurs modules, fonctionnant sous faible pression et immergés à l'intérieur d'un bassin d'eau préalablement coagulée et floculée chimiquement.

Il est à noter que, pour le seul enlèvement de la turbidité et des micro-organismes pathogènes, l'ajout de coagulant chimique n'est pas nécessaire. Cette application de la technologie membranaire ZeeWeed® 1000 sans coagulation est traitée dans une autre fiche technique (fiche 28). La question des crédits d'enlèvement des virus et des parasites pour les modules ZeeWeed® 1000 est aussi le sujet d'une fiche d'évaluation technique distincte (fiche 30).

Dans la chaîne de traitement proposée, l'eau brute tamisée est soumise à une coagulation et à une floculation chimique par addition de sels métalliques. L'eau brute floculée est ensuite aspirée par le vide partiel créé à l'intérieur des fibres creuses des modules **ZeeWeed® 1000** immergés dans le bassin d'eau floculée. L'eau ainsi traitée après passage de l'extérieur à l'intérieur des membranes (perméat) est ensuite recueillie et emmagasinée.

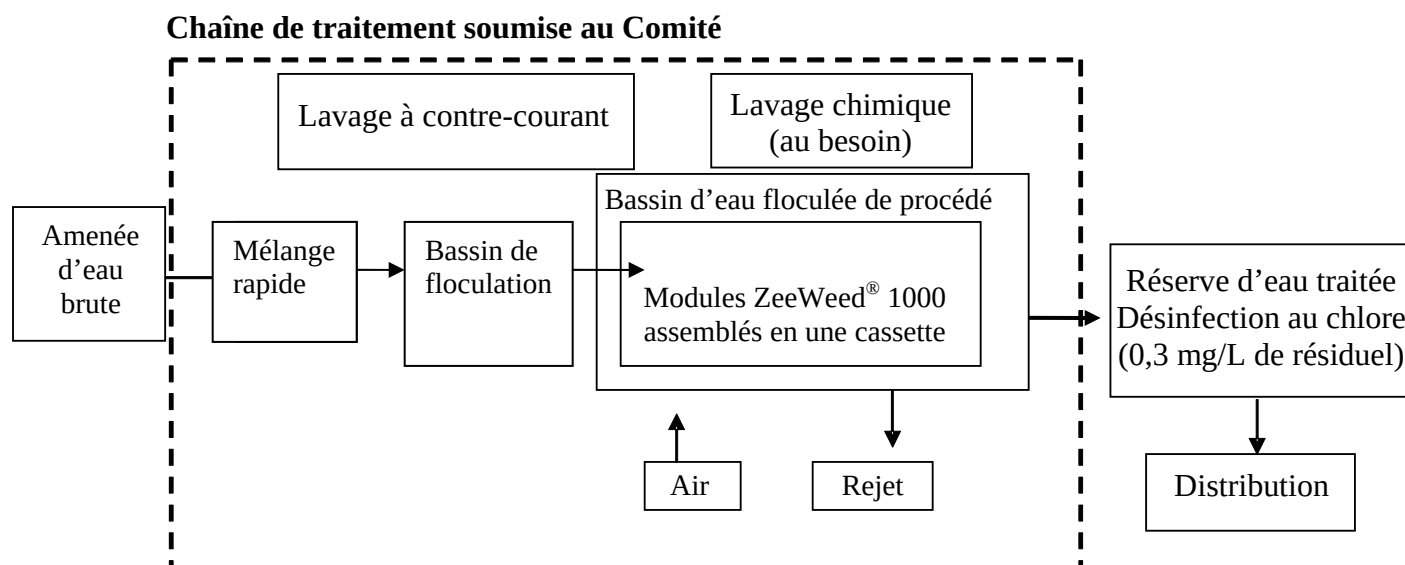
Les modules **ZeeWeed® 1000** sont nettoyés automatiquement par rétrolavage à des fréquences régulières en utilisant le perméat non chloré. Pendant le rétrolavage, de l'air est aussi introduit à la base des modules pour créer une agitation et une turbulence afin de contribuer au maintien d'une surface membranaire propre. Le rétrolavage et l'aération ont typiquement une durée d'environ 30 secondes. Après chaque rétrolavage, une vidange partielle ou totale du bassin d'eau de procédé est effectuée pour éliminer les solides accumulés. La fréquence des rétrolavages est donc fonction du débit du système membranaire, du taux de récupération des membranes et du volume du bassin d'eau floculée de procédé. La fréquence typique de rétrolavage est de 20 à 60 minutes.

Les membranes **ZeeWeed® 1000** sont soumises à des lavages d'entretien. Ces lavages sont typiquement exécutés à une fréquence d'une fois par jour à une fois par semaine par la recirculation d'une solution de faible concentration de chlore (de 50 à 100 mg/L) ou le trempage dans une telle solution pendant environ 10 minutes. Un lavage de récupération des membranes impliquerait une recirculation d'une concentration plus élevée de chlore (de 250 à 500 mg/L) ou le trempage dans une telle solution pour l'enlèvement de la matière organique accumulée sur les membranes, tandis qu'un acide serait plutôt employé pour l'enlèvement de la matière inorganique.

Le traitement de l'eau est complété par une chloration pour assurer l'inactivation complète des virus et le maintien d'un résiduel à l'entrée du système de distribution.

Note : Il incombe au concepteur de vérifier que tous les autres paramètres du Règlement sur la qualité de l'eau potable sont respectés.

Schéma d'écoulement



3- CRITÈRES DE CONCEPTION

Prétraitement :

- Type de tamis recommandé : fin.
- Taille des ouvertures : de 0,5 à 1 mm.
- Nettoyage : automatique ou manuel.
- Lors des essais pilotes :
 - o Tamis de 0,5 mm à l'eau brute du Conewago Creek (essai à Elizabethtown, PA);
 - o Tamis de 0,5 mm à l'eau brute de la rivière Missouri (essai à Mid Dakota, SD);
 - o Tamis de 0,5 mm à l'eau brute du lac Simcoe (essai à Barrie, ON).

Coagulation :

- Temps de rétention : de 1 à 10 secondes au débit maximum, avec un maximum de 30 secondes au débit minimum.
- Type d'équipement : mécanique dans un bassin de mélange rapide ou statique en ligne.
- Produits chimiques utilisés : les mêmes que lors des essais pilotes ou coagulant équivalent avec ou sans ajustement de pH :
 - o Essais à Elizabethtown, PA : dosage de PACL variant de 15 à 20 mg/L (de 0,8 à 1,1 mg/L Al);
 - o Essai à Mid Dakota, SD : dosage de 10 à 30 mg/L d'alun (de 0,9 à 2,7 mg/L Al), dosage de 5 à 15 mg/L d'ACH (de 0,6 à 1,8 mg/L Al) et dosage de 10 à 30 mg/L de chlorure ferrique (de 2,1 à 6,2 mg/L Fe);
 - o Essai à Barrie : dosage de 8 à 32 mg/L d'ACH (de 0,96 à 3,84 mg/L Al).

Floculation :

- Temps de rétention : de 3 à 20 minutes au débit maximum (Elizabethtown : 3-5 min, Mid Dakota : 3-20 min, Barrie : 20 min).
- Type d'équipement : mécanique dans un bassin de floculation.
- Produit chimique utilisé : aucun.

Bassin d'eau de procédé :

- Volume du bassin lors de l'essai pilote : de 130 à 166 L.
- À pleine échelle : le volume du bassin d'eau brute floculée de procédé dépend du type et du nombre de modules installés; le tableau présentant les caractéristiques des modules qui figure à la section « Configuration des modules » permet d'évaluer le volume du bassin d'eau de procédé nécessaire.

Système d'aération :

- Débit d'air lors des essais pilotes : 5,1 m³/h par colonne de deux ou trois modules, pendant le rétrolavage et la vidange du bassin d'eau de procédé.
- Débit d'air à pleine échelle : *idem*.

Filtration sur membrane ZeeWeed® 1000 :

- Configuration des fibres :
 - o Fibre creuse en mode de filtration de l'extérieur vers l'intérieur;
 - o Matériel de fabrication : polyfluorure de vinylidène (PVDF);
 - o Diamètre intérieur : 0,47 mm;
 - o Diamètre extérieur : 0,80 mm;
 - o Diamètre nominal des pores : 0,02 µm;
 - o Diamètre absolu des pores (seuil de coupure absolu) : 0,1 µm;
 - o Gamme de pH recommandée : de 5 à 9,5.

- Caractéristiques des modules :
 - o Modèle : ZeeWeed® 1000;
 - o Mode de filtration : frontal (*dead-end*);
 - o Flux de filtration recommandé à 20 °C : 68 L/m².h;
 - o Pression transmembranaire maximale d'opération : - 90 kPa (vacuum de 0,90 bar);
 - o Essai pilote à **Elizabethtown**, PA :
 - Capacité du module lors de l'essai pilote : de 6,4 à 9,6 m³/h,
 - Surface totale de filtration lors de l'essai pilote : 125,4 m² (trois modules de 41,8 m²),
 - Flux de filtration testé : de 50,9 à 76,4 L/m².h (pour des températures entre 10 et 28 °C),
 - Pression transmembranaire moyenne d'opération lors de l'essai pilote : de - 16,6 à - 87,1 kPa (vacuum de 0,166 à 0,871 bar);
 - o Essai pilote à **Mid Dakota**, SD :
 - Capacité du module lors de l'essai pilote : de 4,3 à 12,8 m³/h,
 - Surface totale de filtration lors de l'essai pilote : 125,4 m² (trois modules de 41,8 m²),
 - Flux de filtration testé : de 61,2 à 71,4 L/m².h (pour des températures entre 10 et 23 °C),
 - Pression transmembranaire moyenne d'opération lors de l'essai pilote : de - 16,2 à - 79,2 kPa (vacuum de 0,162 à 0,792 bar);
 - o Essai pilote à **Barrie**, ON :
 - Capacité du module lors de l'essai pilote : de 5,9 à 8,5 m³/h,
 - Surface totale de filtration lors de l'essai pilote : 139,2 et 167,1 m² (trois modules de 46,4 ou 55,7 m²),
 - Flux de filtration testé : de 42,5 à 51,0 L/m².h (pour des températures entre 1,5 et 3,8 °C);
 - Pression transmembranaire moyenne d'opération lors de l'essai pilote : de - 30 à - 77 kPa (vacuum de 0,30 à 0,77 bar).
- Configuration des modules :

	Module			
Paramètres	1000			
Hauteur (mm)	684			
Largeur (mm)	695			
Profondeur (mm)	104			
Surface de filtration (m ²)	41,8, 46,45 ou 55,7 ⁽¹⁾			
Nombre de modules par cassette ⁽²⁾	40	60	64	96
Surface de filtration par unité de volume d'eau de procédé (m ² /m ³)	900			
Volume du bassin d'eau brute nécessaire par module (L)	63	50	59	45

⁽¹⁾ Il existe plusieurs configurations possibles pour le module 1000, comprenant un nombre différent de fibres pour le même volume de module.

⁽²⁾ Il est possible de remplir partiellement les cassettes, mais chacune doit contenir au moins 50 % des modules.

- Lavage des membranes :
 - Rétrolavage (*backpulsing*) à l'eau ultrafiltrée non chlorée :
 - Fréquence : typiquement toutes les 20 à 60 minutes pour une durée de 15 à 30 secondes, mais la fréquence sera établie selon le taux de récupération visé, le flux de filtration en opération activité et le volume du bassin de procédé (qui dépend de la taille de l'installation),
 - Débit de rétrolavage lors de l'essai pilote à **Elizabethtown** : de 6,4 à 9,6 m³/h,
 - Débit de rétrolavage lors de l'essai pilote à **Mid Dakota** : de 4,3 à 12,8 m³/h,
 - Débit de rétrolavage lors de l'essai pilote à **Barrie** : de 5,9 à 8,5 m³/h,
 - Flux de rétrolavage à pleine échelle : 1 fois le flux de filtration;
 - Lavage chimique d'entretien : d'une fois par jour à une fois par semaine, les modules sont lavés par recirculation au même flux que le flux de filtration (ou par trempage) avec une solution de faible concentration de chlore (50 à 100 mg/L) pendant environ 10 minutes. Le volume d'eau de lavage représente au maximum le volume du bassin d'eau de procédé. À la suite du lavage, la solution de lavage est déchlorée avec du bisulfite de sodium et neutralisée avant d'être rejetée selon les indications du *Guide de conception des installations de production d'eau potable*;
 - Lavage chimique de récupération : d'une fois par mois à quatre fois par année, les modules sont lavés par recirculation au même flux que le flux de filtration (ou par trempage) avec une solution concentrée de chlore (250 à 500 mg/L) ou d'acide citrique (pH de 2,2), maintenue entre 35 et 40 °C pendant environ six heures. Le volume d'eau de lavage représente au maximum le volume du bassin d'eau de procédé. À la suite du lavage, la solution de lavage chlorée est déchlorée avec du bisulfite de sodium et neutralisée, tandis que la solution de lavage acide est simplement neutralisée, avant d'être rejetée selon les indications du *Guide de conception des installations de production d'eau potable*.
- Norme à atteindre relativement à la turbidité après les membranes :
 - **0,1 UTN**, 95 % du temps (selon le Règlement sur la qualité de l'eau potable);
 - Performance atteinte lors de l'essai pilote à **Elizabethtown** :
 - Turbidité < 0,041 UTN, 95 % du temps,
 - Turbidité < 0,1 UTN, 99,9 % du temps;
 - Performance atteinte lors de l'essai pilote à **Mid Dakota** :
 - Turbidité < 0,038 UTN, 95 % du temps,
 - Turbidité < 0,1 UTN, 99,9 % du temps;
 - Performance atteinte lors de l'essai pilote à **Barrie** :
 - Turbidité < 0,033 UTN, 95 % du temps,
 - Turbidité < 0,1 UTN, 100 % du temps.
- Formation de sous-produits de chloration avec le perméat :
 - Les résultats des essais de SDS-THM effectués selon la Procédure d'analyse des technologies de traitement en eau potable du Comité doivent permettre de respecter la valeur de 80 µg/L prévue par le Règlement sur la qualité de l'eau potable;
 - Les valeurs moyenne et maximale de la simulation de la formation de trihalométhanes en réseau (SDS-THM) avec le perméat obtenues lors de l'essai pilote à Barrie sont respectivement de 56,5 et de 66 µg/L.

Eaux résiduelles de rejet :

- Taux de récupération du procédé :
 - o Les membranes fonctionnent à un taux de récupération variant de 92 à 97 %.
- Caractéristiques des eaux de rejet :
 - o Le volume d'eau rejeté pour un lavage chimique d'entretien représente au maximum une fois le volume du bassin d'eau de procédé. Le lavage comprend une vidange du bassin d'eau de procédé, et peut inclure une vidange à volume égal des eaux de lavage;
 - o Le volume d'eau rejeté pour un lavage chimique de récupération représente jusqu'à deux fois le volume du bassin d'eau de procédé. Le lavage comprend généralement une vidange du bassin d'eau de procédé et une vidange à volume égal de la solution de lavage traitée;
 - o Le volume journalier des eaux de rejet représente environ 3 à 8 % du volume d'eau brute à traiter. L'évacuation des eaux de rejet se fait par vidange complète du bassin d'eau de procédé selon une fréquence déterminée;
 - o Les matières en suspension dans le rejet peuvent dépasser la limite permise pour un rejet sans traitement (20 mg/L) selon le niveau de matières en suspension dans l'eau brute.

Pour des eaux de procédé ne pouvant être rejetées directement dans un cours d'eau, un traitement des rejets devra être prévu selon les recommandations du *Guide de conception des installations de production d'eau potable*.

4- NIVEAU DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES EN EAU POTABLE

Le Comité a évalué le niveau de développement de la technologie sur la base de la Procédure d'analyse des technologies de traitement en eau potable. **Il juge que les données disponibles obtenues lors des essais pilotes effectués à Elizabethtown en Pennsylvanie, à Mid Dakota au Dakota du Sud et à Barrie en Ontario sont suffisantes pour répondre aux critères permettant l'implantation d'un projet de validation à l'échelle réelle du système ZeeWeed® 1000 avec coagulation.** L'implantation d'un projet de validation reste toutefois limitée à toutes les eaux brutes dont les caractéristiques correspondent aux paramètres critiques suivants :

Paramètres critiques	Eau brute	Autres paramètres mesurés	Eau brute
Turbidité (UTN) (basée sur 95 % des échantillons)	< 10,6	Turbidité (UTN) (maximum)	73
Carbone organique total (mg/L) (basé sur 90 % des échantillons)	< 4,4*	Carbone organique total (mg/L) (maximum)	4,6
		Couleur (UCV) (basée sur 90 % des échantillons)	12
		Température (Celsius)	0,5 à 28,4
		pH	8,0 à 8,72
		Alcalinité totale (mg/L CaCO ₃)	94 à 170

* Tout projet comportant une valeur de carbone organique total supérieure à la valeur indiquée nécessite une confirmation de la performance de la chaîne de traitement relative à la formation de sous-produits de la désinfection au chlore et au respect de la norme des THM en réseau de 80 µg/L du Règlement sur la qualité de l'eau potable. Des essais définis dans la fiche de recommandation 1 du Comité sont requis.

Les paramètres ci-dessus représentent la qualité de l'eau brute lors de l'essai pilote, mais ne tiennent pas compte des limites de la technologie. Pour des valeurs supérieures aux paramètres critiques mentionnés dans ce tableau, en particulier en ce qui concerne la turbidité, le Comité serait disposé à reconnaître les données d'un nouvel essai pilote, mené sur une période d'au moins deux semaines, avec des critères de conception identiques à ceux que contient la fiche.

Le nombre d'installations en validation à l'échelle réelle est limité à cinq.

Note : Le niveau de développement peut être révisé suivant l'obtention d'autres résultats.