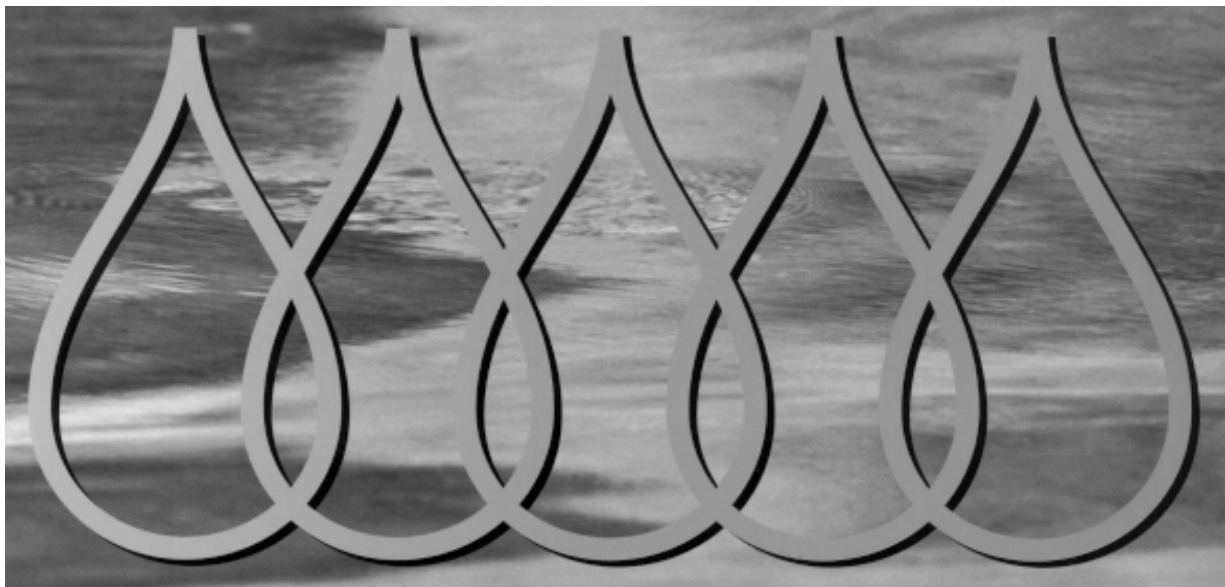


ZeeWeed 500 de Zenon

CRÉDITS D'ENLÈVEMENT ET SUIVI D'INTÉGRITÉ

Niveau de développement :
EN VALIDATION À L'ÉCHELLE RÉELLE

Juillet 2007



Québec 

1. DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

Système d'ultrafiltration ZeeWeed® 500 (ZW-500) modèles a, b, c et d

- **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
Saint-Laurent (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 DU PROTOCOLE ET DE LA TECHNOLOGIE

Description du protocole

Les techniques utilisées pour établir le niveau d'enlèvement des pathogènes et pour contrôler et suivre l'intégrité des membranes lors du traitement de l'eau par la filtration membranaire sont actuellement en développement à l'échelle internationale. Dans ce projet, les tests suivants ont été sélectionnés et expérimentés sur les modules ZW500a de la compagnie ZENON Environmental inc. : l'application d'une pression (test de décroissance de pression), la séparation de particules précalibrées, la séparation de *Giardia*, de *Cryptosporidium* et de virus MS-2 ainsi que le suivi par turbidité et par compte de particules supérieures ou égales à 2 microns.

Les tests ont été réalisés à quatre endroits différents soit en Californie en 1999 pour le compte du California Department of Health Services, en Californie en 2000 pour le compte du programme Environmental Technology Verification (ETV), en Oregon en 2001 pour le compte du programme ETV et en Pennsylvanie en 2000 pour le compte du programme ETV. Le test de décroissance de pression a permis de déterminer l'intégrité initiale des modules membranaires et pourra servir de test direct pour le suivi d'intégrité. La séparation des particules calibrées et des organismes a permis de déterminer les crédits d'enlèvement tandis que le suivi de turbidité et le compte de particules ont permis de faire le lien entre l'enlèvement des particules ou des organismes avec le suivi indirect d'intégrité des équipements en fonction.

Description de la technologie

Le module d'ultrafiltration ZW500a est décrit dans les fiches d'évaluation technique portant sur le système ZW500 sans coagulation (fiche 13) et le système ZW500 avec coagulation (fiche 20). Le suivi d'intégrité décrit dans cette fiche-ci doit être mis en place avec tout système d'ultrafiltration utilisant les modules ZW500 a, b, c ou d, avec ou sans coagulation, pour que les crédits d'enlèvement reconnus soient accordés.

3- RÉSULTATS

Tests d'intégrité des membranes par pression sous vide

Les résultats des tests ont été obtenus à une pression initiale d'environ 28 kPa et à une température se situant entre 6 °C et 15 °C.

Module ZW500a	Décroissance de pression (P/P ₀)					Décroissance globale
	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min	kPa/min
Intègre	0,94	0,88	0,84	0,82	0,8	< 0,6
Avec une fibre coupée	0,64	0,48	0,34	0,24	0,16	> 2,3

Tests de séparation de particules et d'organismes

Essais en Californie (1999) :

	Eau brute	Perméat	Log d'enlèvement
Système intègre			
Cryptosporidium (oocystes/100 L)	1,5 x 10 ⁹	< 1	> 9,2
Giardia (kystes/100 L)	2 x 10 ⁹	< 1	> 9,3
Virus MS-2 (UFC/100 ml)	1,3 - 22 x 10 ⁸	2,7 - 54 x 10 ⁴	2,5 - 4,7
Particules 2 - 5 µm (particules/ml)	10 000	0,5 - 1	4 - 4,3
Particules 5 - 15 µm (particules/ml)	3 000	0,05 - 0,07	4,6 - 4,7
Système avec une fibre coupée			
Particules 2 - 5 µm (particules/ml)	10 000	200	1,7
Particules 5 - 15 µm (particules/ml)	3 000	60	1,7

Essais en Californie (2000) :

	Log d'enlèvement
Particules 2 - 3 µm	3,5 - 4,9
Particules 3 - 5 µm	3,6 - 4,7
Particules 5 - 15 µm	3,5 - 4,6
Virus MS-2	1,7-5,8

Essais en Oregon (2001) :

	Log d'enlèvement
Cryptosporidium	4,3 – 5,4
Giardia	3,3 – 5
Virus MS-2	3,3 – 3,6

Essais en Pennsylvanie (2000) :

	Log d'enlèvement
Cryptosporidium	6,4
Giardia	5,3

4- CRÉDITS D'ENLÈVEMENT RECONNUS PAR LE COMITÉ

La capacité du système ZW500 d'enlever les parasites et virus dépend non seulement de ce qui est utilisé pour le démontrer (particules ou organismes vivants), mais aussi de la concentration à l'eau brute de ces particules ou organismes et de la méthode de suivi d'intégrité qui est retenue. Les crédits d'enlèvement accordés au système ZW500 refléteront donc cette réalité et prendront aussi en compte les besoins réels des installations de traitement d'eau de surface au Québec ainsi que la volonté de mettre en place une approche de traitement par barrières multiples.

Pour établir les crédits d'enlèvement, le Comité s'est appuyé sur les résultats des différents essais réalisés sur le système ZW500 pour lesquels des organismes visés ont été utilisés (*Cryptosporidium*, *Giardia* et virus). Pour les protozoaires, les crédits d'enlèvement reconnus et retenus par le Comité sont fonction des performances atteintes, de la performance de la méthode de suivi d'intégrité par test de décroissance de pression et de la volonté du Comité de limiter les crédits d'enlèvement accordés à une seule étape de traitement. Pour les virus, les crédits d'enlèvement reconnus et retenus par le Comité sont fonction des performances atteintes, de la porosité absolue des membranes ainsi que des crédits accordés pour les traitements conventionnels équivalents.

Les crédits d'enlèvement reconnus par le Comité pour la technologie ZW500 se listent comme suit :

	Crédit d'enlèvement accordé (log) avec tests quotidiens de décroissance de pression et suivi en continu de la turbidité		
Suivi d'intégrité	Cryptosporidium	Giardia	Virus
ZW500 sans coagulation	4	4	0
ZW500 avec coagulation			1
ZW500 avec coagulation et clarification			2

Pour obtenir ces crédits d'enlèvement, la procédure générale pour le contrôle et le suivi d'intégrité des membranes doit être mise en place (voir section suivante).

Note : Les crédits d'enlèvement reconnus par le Comité peuvent faire l'objet d'une révision suivant l'obtention d'autres résultats.

5- PROCÉDURE GÉNÉRALE POUR LE CONTRÔLE ET LE SUIVI D'INTÉGRITÉ

La procédure de contrôle et de suivi d'intégrité des membranes peut se décrire comme suit :

Étape 1 : Tests pour les nouveaux modules

Dans le cadre du programme de contrôle de la qualité des modules, chaque module fabriqué est soumis aux tests suivants pour assurer leur intégrité avant de quitter l'usine :

- Test à bulles :
 - pression initiale de 83 kPa;
 - absence de bulles.
- Test de décroissance de pression :
 - pression initiale de 69 kPa;
 - baisse de pression maximale de 2 kPa sur 2 minutes.

Étape 2 : Suivi d'intégrité par le test de décroissance de pression quotidien

Le test de décroissance de pression est conçu pour détecter les défauts de 3 microns ou plus selon les principes du *Long-term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule (LT2ESWTR)* de l'USEPA tels qu'ils sont décrits dans l'édition de juin 2003 du *Membrane Filtration Guidance Manual*.

Le test de décroissance de pression a lieu selon la séquence suivante :

1. Le train est isolé par la fermeture de la vanne d'alimentation.
2. La pompe de perméation continue de fonctionner pour réduire le niveau d'eau dans le bassin d'eau de procédé à un niveau juste au-dessus des fibres membranaires.
3. La vanne du côté perméat est fermée.
4. L'intérieur des fibres membranaires est pressurisé à 69 kPa avec de l'air comprimé.
5. L'entrée d'air comprimé est fermée, et la pression initiale du test d'intégrité est enregistrée.
6. La pression finale du test est enregistrée après 10 minutes.
7. Le taux de décroissance de pression est utilisé pour calculer le log d'enlèvement correspondant en utilisant les paramètres d'opération du système avant le test d'intégrité (voir équation ci-après).

(En aucun cas, ce taux de décroissance de pression doit être supérieur à 1,0 kPa/min; dans l'affirmative, le train doit être isolé, et le problème doit être solutionné avant sa remise en service) [voir étape 3 ci-après].

8. Le log d'enlèvement calculé est comparé à un niveau d'alarme fixé au crédit d'enlèvement accordé par le Comité. Il y a ensuite deux possibilités :
 - a. si le log d'enlèvement calculé est égal ou excède le niveau d'alarme, le train retourne en production;
 - b. si le log d'enlèvement est en dessous du niveau d'alarme, le train est automatiquement isolé, et une alarme est postée pour le personnel d'opération qui devra corriger le problème (voir étape 3 ci-après).

La baisse de pression est utilisée pour calculer le log d'enlèvement correspondant selon l'équation suivante :

$$LRV = \log_{10} \left(\frac{Q_{perméat} \cdot P_{atm} \cdot ALCR}{CF \cdot PDR_{ajusté} \cdot V_{système}} \right) \quad ALCR = \frac{P_{u,test}^2 - P_{d,test}^2}{2P_{atm} \cdot TMP} (102,31 - 3,2998T + 0,0444T^2)$$

où :

LRV	= valeur de réduction (log)
$Q_{perméat}$	= débit de l'eau filtrée (perméat) (m ³ /s)
P_{atm}	= pression atmosphérique (Pa absolu)
CF	= facteur de concentration relié au mode d'opération
$PDR_{ajusté}$	= baisse de pression due aux défauts (Pa/s)
$V_{système}$	= volume pressurisé pendant le test (m ³)
$P_{u,test}$	= pression moyenne lors du test ($P_i + P_f$)/2 (Pa absolu)
$P_{d,test}$	= pression statique maximale sur la surface extérieure de la membrane (Pa absolu)
TMP	= pression transmembranaire pendant la filtration (Pa)
T	= température (°C)

Étape 3 : Réaction en cas d'échec au test de décroissance de pression

À la suite d'un échec du test de décroissance de pression, un test à bulles doit être effectué. Lors de ce test, l'intérieur des membranes est pressurisé à 69 kPa, et les bulles qui montent à la surface de l'eau dans le bassin d'eau de procédé indiquent les modules qui requièrent des réparations.

Une fois les réparations effectuées, un test d'intégrité par décroissance de pression doit être réalisé avec succès.

Étape complémentaire : Suivi d'intégrité par la turbidité

Comme l'exige la réglementation, un turbidimètre doit être installé au perméat de chaque train membranaire. Pour respecter la réglementation et les performances attendues du système ZW500, la turbidité doit être :

- < 0,3 UTN 100 % du temps;
- < 0,1 UTN 95 % du temps.

Un excès de turbidité au-delà de 0,3 UTN pour une durée de 15 minutes consécutives doit déclencher une alarme et isoler le train pour qu'un test de décroissance de pression puisse être effectué.