

FICHE D'ÉVALUATION TECHNIQUE DU
COMITÉ SUR LES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT EN EAU POTABLE

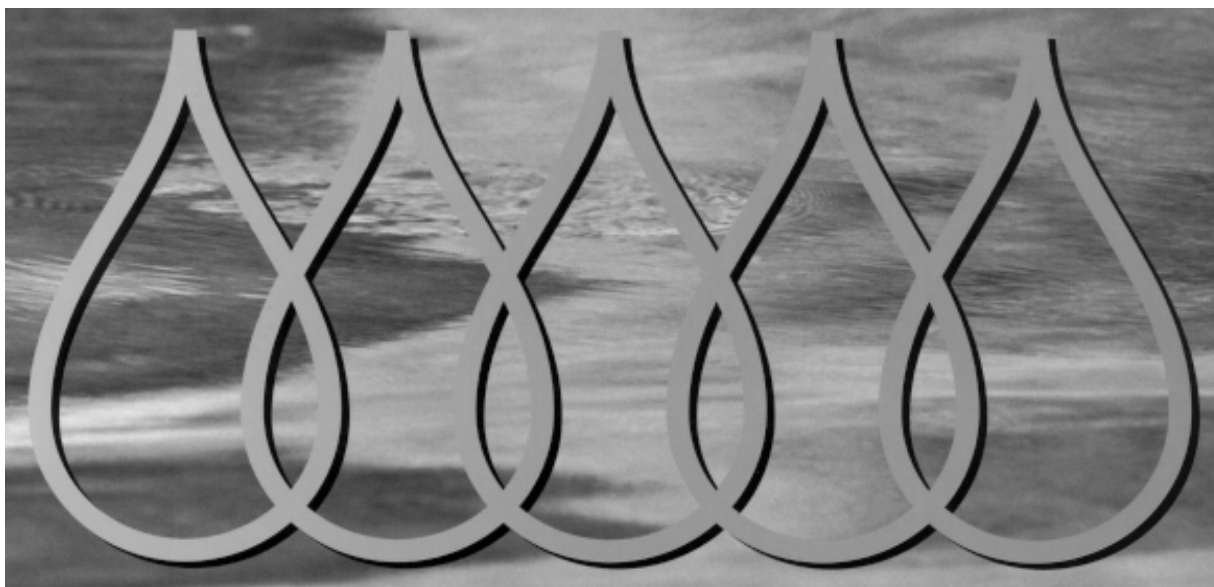
ZeeWeed[®] 1000 (ZW-1000)

CRÉDITS D'ENLÈVEMENT ET SUIVI D'INTÉGRITÉ

Niveau de développement :

EN VALIDATION À L'ÉCHELLE RÉELLE

Juillet 2011



Québec 

1. DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

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

- **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 ZW1000 de la compagnie GE Water & Process Technologies, Zenon Membrane Solutions : l'application d'une pression (test de décroissance de pression), la séparation de particules précalibrées, la séparation 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 en Californie en 2004 pour le compte du California Department of Health Services. 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 ZW1000 est décrit dans les fiches d'évaluation technique portant sur le système ZW1000 sans coagulation (fiche 28) et avec coagulation (fiche 29). Le suivi d'intégrité décrit dans cette fiche-ci doit être mis en place avec tout système d'ultrafiltration utilisant les modules ZW1000 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 70 kPa et à une température se situant à environ 8 °C (tests réalisés sur 3 modules de 37,1 m² comprenant au total 83 400 fibres).

Module ZW-1000	Décroissance de pression (P/P ₀)					Décroissance globale
	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min	kPa/min
Intègre	0,98	0,96	0,95	0,94	0,93	< 0,5
Avec une fibre coupée	0,96	0,92	0,88	0,85	0,82	> 1,3
Avec trois fibres coupées	0,80	0,64	0,52	0,42	0,34	> 4,6

Tests de séparation de particules et d'organismes

	Eau brute	Perméat	Log d'enlèvement
Système intègre			
Virus MS-2 (UFC/ml)	5,2E+05 – 2,7E+06	2 - 620	3,3 – 6,0
Particules 2 - 5 µm (particules/ml)	8 000 - 10 000	0,05 - 10	2,5 – 5,0
Particules 5 – 15 µm (particules/ml)	1 000 - 2 000	0,05 – 5	2,5 – 4,5

4- CRÉDITS D'ENLÈVEMENT RECONNUS PAR LE COMITÉ

La capacité du système ZW1000 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 ZW1000 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 ZW1000. Pour les protozoaires, les crédits d'enlèvement reconnus et retenus par le Comité sont fonction des performances atteintes pour les particules de taille 2 à 5 µm, 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.

Par contre, les essais réalisés en Californie ont montré des résultats inférieurs à ceux obtenus avec le système ZW500 bien que le système ZW1000 utilise une membrane avec un seuil de coupure inférieur. Le mode opératoire de la ZW1000 semble entraîner des bulles d'air du côté perméat qui peuvent interférer avec la lecture des compteurs de particules, expliquant ainsi ces résultats inférieurs. Mais en considérant le critère d'intégrité du système ZW1000 qui est plus sévère que celui du système ZW500 et la performance d'enlèvement des virus qui est plus élevée pour le système ZW1000, le Comité considère que la performance d'enlèvement des protozoaires du système ZW1000 est au moins équivalente à celle du système ZW500.

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 ZW1000 se listent comme suit :

Suivi d'intégrité	Crédit d'enlèvement accordé (log) avec tests quotidiens de décroissance de pression et suivi en continu de la turbidité		
	Cryptosporidium	Giardia	Virus
ZW1000 sans coagulation	4	4	0
ZW1000 avec coagulation			1
ZW1000 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) (m³/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 (m³)
 $P_{u,test}$ = 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 ZW1000, 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.