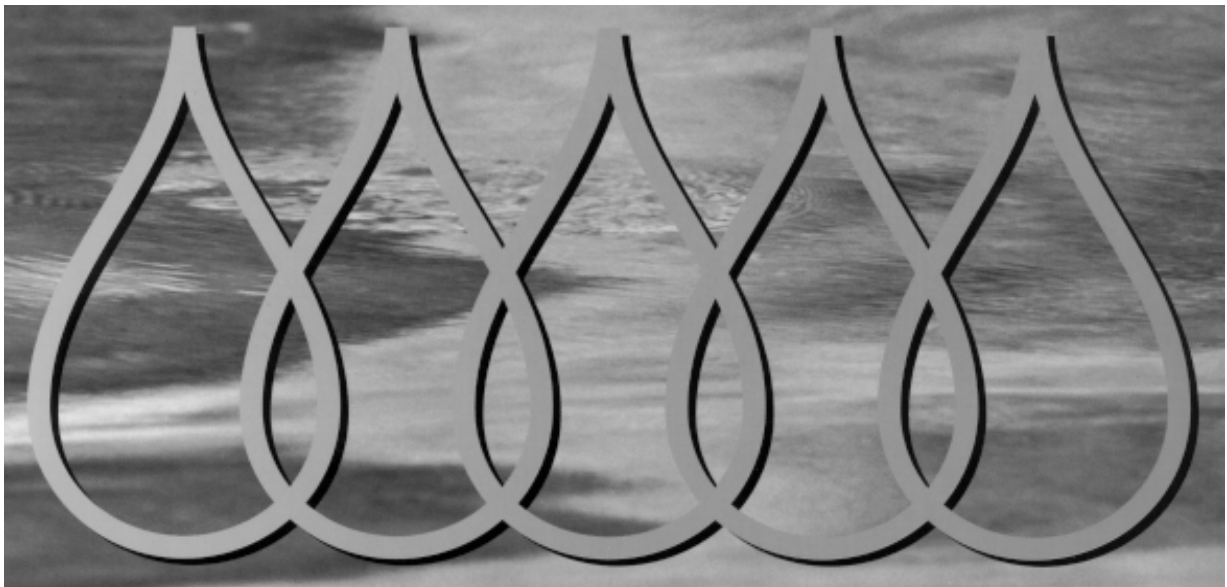


NANH₂O FILTRATION, série ALPHA et OMÉGA CRÉDITS D'ENLÈVEMENT ET SUIVI D'INTÉGRITÉ

Niveau de développement :

EN VALIDATION À L'ÉCHELLE RÉELLE

Octobre 2010



Québec 

Avec la participation

- Ministère des Affaires municipales, du Sport et du Loisir
- Ministère de l'Environnement

1. DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

NANH₂O FILTRATION, série ALPHA (1 membrane/caisson) et série OMÉGA (4 membranes/caisson)

- **Nom et coordonnées du promoteur**

H₂O Innovation inc.
420, boul. Charest Est, bureau 240
Québec (Québec) G1K 8M4
Téléphone : (418) 688-0170
Télécopieur : (418) 688-9259
Site Internet : www.h2oinnovation.com
Courriel : helene.dermigny@h2oinnovation.com
M^{me} Hélène Dermigny, ingénieure d'application

2. DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE ET DU PROTOCOLE

- **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 unités ALPHA et OMÉGA de la compagnie H₂O Innovation (2000) Inc. : l'application d'une pression négative (test sous vide), la séparation de particules précalibrées et le suivi de l'évolution de la conductivité du perméat suivant la séparation d'un sel bivalent.

Le test d'application d'une pression négative a été fait d'abord séparément sur chacune des membranes, puis sur le caisson de quatre membranes, avant le démarrage du système. Ce test a pour but de vérifier l'étanchéité des différents éléments composant le caisson (joints toriques, tube de perméat, joint de colle entre les membranes) ainsi que l'intégrité générale des membranes.

Les tests de séparation de particules fluorescentes ont été utilisés dans un premier temps pour déterminer les crédits d'enlèvement pour les unités ALPHA et OMÉGA. Ce même test a par la suite servi au contrôle et au suivi de l'intégrité des unités. Pour le suivi d'intégrité, ce test a permis d'établir une relation entre la perte d'intégrité et l'évolution de la conductivité du perméat de la nanofiltration suivant la séparation d'une solution d'un sel d'ions bivalents.

Ces travaux ont été réalisés à l'usine de H₂O Innovation (2000) Inc., à Ham-Nord, selon le protocole décrit dans le rapport intitulé « Détermination du crédit d'enlèvement et développement d'une méthode de contrôle et de suivi de l'intégrité des unités ALPHA et OMÉGA » soumis par H₂O Innovation (2000) Inc. au Comité. Les résultats mentionnés dans la section 3 sont tirés de ce rapport. Les résultats des tests sous vide réalisés lors de l'installation des membranes à Latulipe-et-Gaboury ont aussi été pris en considération pour établir la perte de vide des membranes intègres.

• **Description des unités**

L'unité ALPHA est constituée d'un caisson cylindrique de 20,19 cm de diamètre intérieur et de 139,7 cm de longueur dans lequel se loge une membrane NF-270 (20,1 cm de diamètre et 101,6 cm de longueur). L'unité OMÉGA est constituée d'un caisson cylindrique de 20,19 cm de diamètre intérieur et de 444,5 cm de longueur dans lequel se logent quatre membranes NF-270. Pour ces deux unités, les connexions entre les membranes et le caisson sont munies de trois joints toriques à chaque extrémité. L'interconnexion entre les membranes est aussi assurée par le même nombre de joints. Un joint d'étanchéité en forme de « U » doit être placé sur les membranes qui se trouvent aux extrémités du caisson pour éviter que l'eau non traitée atteigne la sortie de perméat. Les joints et les caissons doivent supporter des pressions d'opération de 2 068 kPa tout en assurant l'étanchéité du système dans une gamme de température variant de 0,5 °C à 30 °C.

3. RÉSULTATS

• **Tests d'intégrité des membranes par pression sous vide**

Les résultats des tests ont été obtenus par H₂O Innovation (2000) Inc. à une pression de vide de 80 kPa et à une température de 20 °C.

	Taux de la perte du vide pour les 10 premières minutes
Module ALPHA (une membrane NF 270-400)	1,5 kPa/min
Module OMÉGA (quatre membranes NF 270-400)	1,5 kPa/min

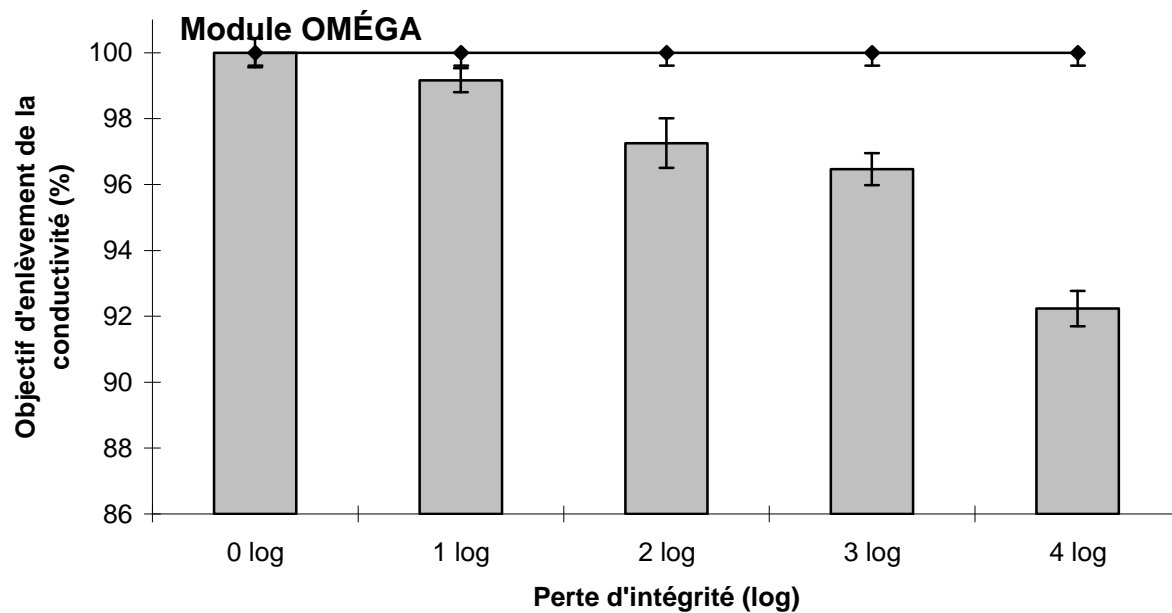
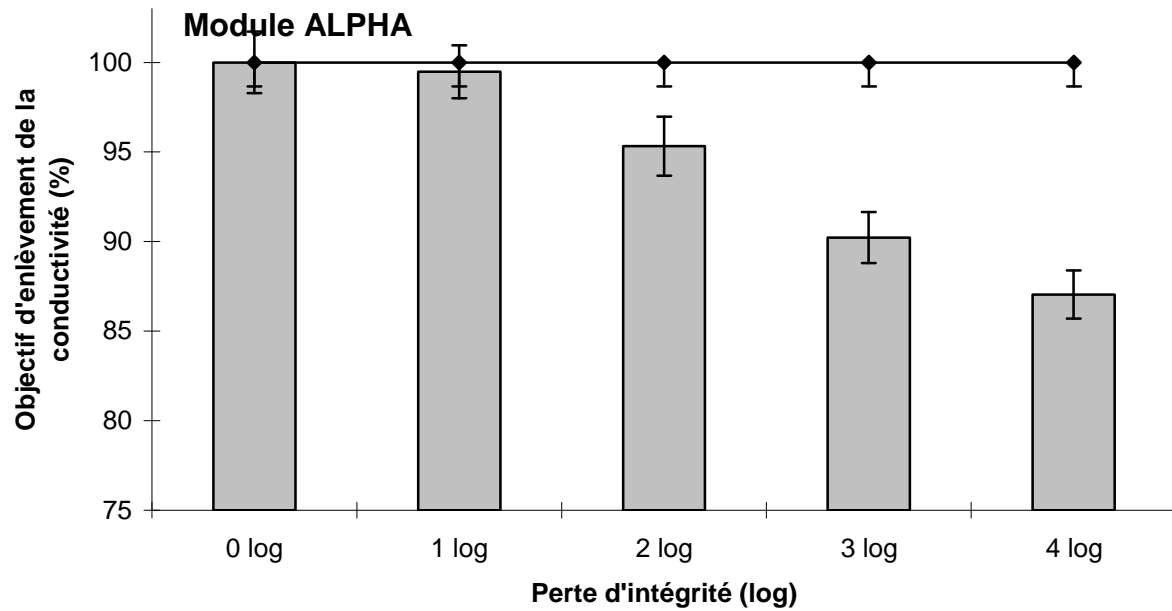
• **Crédits d'enlèvement pour un module intègre déterminés par cytométrie en phase solide**

	Concentration moyenne de particules dans l'alimentation (particule/ml)	Concentration moyenne de particules dans le perméat (particule/ml)	Log d'enlèvement obtenu lors des essais
Module ALPHA	2,3 x 10 ⁵	0,34	5,8
Module OMÉGA	5,7x 10 ⁵	0,30	6,3

Les conditions de test des modules ALPHA et OMÉGA sont les suivantes :

Paramètres	Module ALPHA	Module OMÉGA
Concentration effective de la solution préparée (part./mL)	1,04 x 10 ⁶	1,0 x 10 ⁶
Diamètre nominal des particules fluorescentes	2,1 microns	2,1 microns
Température initiale (°C)	30	17
Température finale (°C)	38,5	28,5

- Contrôle d'intégrité par mesure de la réduction de la conductivité d'une solution de carbonate de sodium (Na₂CO₃) à 5 g/l



4. LOG D'ENLÈVEMENT DES PARTICULES DE DIAMÈTRE NOMINAL DE 2,1 µm RECONNU PAR LE COMITÉ POUR LES UNITÉS ALPHA ET OMÉGA

Lors des essais de mesure de la réduction de la conductivité d'un cation bivalent, les résultats de contamination des perméats des unités ALPHA et OMÉGA, par des solutions de carbonate de sodium (Na₂CO₃), ont montré que cette méthode est viable quand la perte d'intégrité est égale ou supérieure à deux log.

En tenant compte de l'influence de la basse température sur le passage de carbonate de sodium (Na₂CO₃) par les membranes ainsi que de l'accroissement possible du passage de sels minéraux dissous avec le temps, le Comité recommande de retrancher 2,8 log d'enlèvement sur les log d'enlèvement des particules de diamètre nominal de 2,1 µm déterminés sur les unités ALPHA et OMÉGA par la cytométrie. Par conséquent, le Comité reconnaît des valeurs de 3,0 et 3,5 respectivement comme crédits d'enlèvement pour *Cryptosporidium* et *Giardia* par les modules ALPHA et OMÉGA.

Description	Module ALPHA	Module OMÉGA
Log d'enlèvement obtenu lors des essais et déterminé par cytométrie	5,8	6,3
Log d'enlèvement retranché par la sensibilité de la méthode de suivi d'intégrité par conductivité	-2,0	-2,0
Log d'enlèvement retranché par l'incertitude de l'effet de la température et du temps sur le passage des sels	-0,8	-0,8
Crédits d'enlèvement reconnus par le Comité pour <i>Giardia</i> et <i>Cryptosporidium</i>	3,0	3,5

5. PROCÉDURE GÉNÉRALE POUR LE CONTRÔLE ET LE SUIVI D'INTÉGRITÉ DES UNITÉS ALPHA ET OMÉGA

- Procédure générale pour le contrôle et le suivi d'intégrité des membranes

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

Étape 1 : Test sous vide

Une fois le système construit à l'usine, les membranes seront montées dans les caissons et le test sous vide se fera sur les caissons. Tous les caissons du système seront d'abord complètement drainés puis testés. La limite pour décider si un caisson est intègre ou non sera une perte de vide de 1,5 kPa/min pour un vide initial d'au moins 80 kPa et une durée de test de 10 minutes par caisson.

Si un caisson échoue au test, chacune des membranes du caisson sera alors testée dans les mêmes conditions. La membrane qui échouera au test sera remplacée par une nouvelle qui aura passé le test sous vide.

Le test sous vide, réalisé dans les mêmes conditions que celles citées plus haut, sera aussi exigé après la mise en fonction du système de traitement, lorsque les membranes ne respecteront pas le contrôle d'intégrité par mesure de conductivité.

Étape 2 : Mesure de la conductivité du perméat pendant la séparation du Na₂CO₃ (avant la mise en fonction du système de traitement)

Le volume de solution de Na₂CO₃ utilisé pour le test sera celui utilisé pour effectuer le lavage des membranes. La concentration de cette solution sera de 5 g/l.

La séparation sera effectuée dans les conditions de fonctionnement de l'unité de traitement (pression et débit).

La procédure détaillée de ce test est présentée à la section 3.1.

Si les résultats de mesure de la conductivité montrent un taux de séparation inférieur à 75 % et à 87 % pour les unités ALPHA et OMÉGA respectivement, les membranes de ces caissons seront testées à nouveau sous vide.

Les taux de séparation obtenus pour ces tests seront conservés à titre de valeurs de référence.

Étape 3 : Mesure de la conductivité du perméat pendant la séparation du Na₂CO₃ (lorsque le système de traitement est en fonction)

3.1 Tests de contrôle d'intégrité par mesure de la conductivité par le carbonate de sodium (Na₂CO₃)

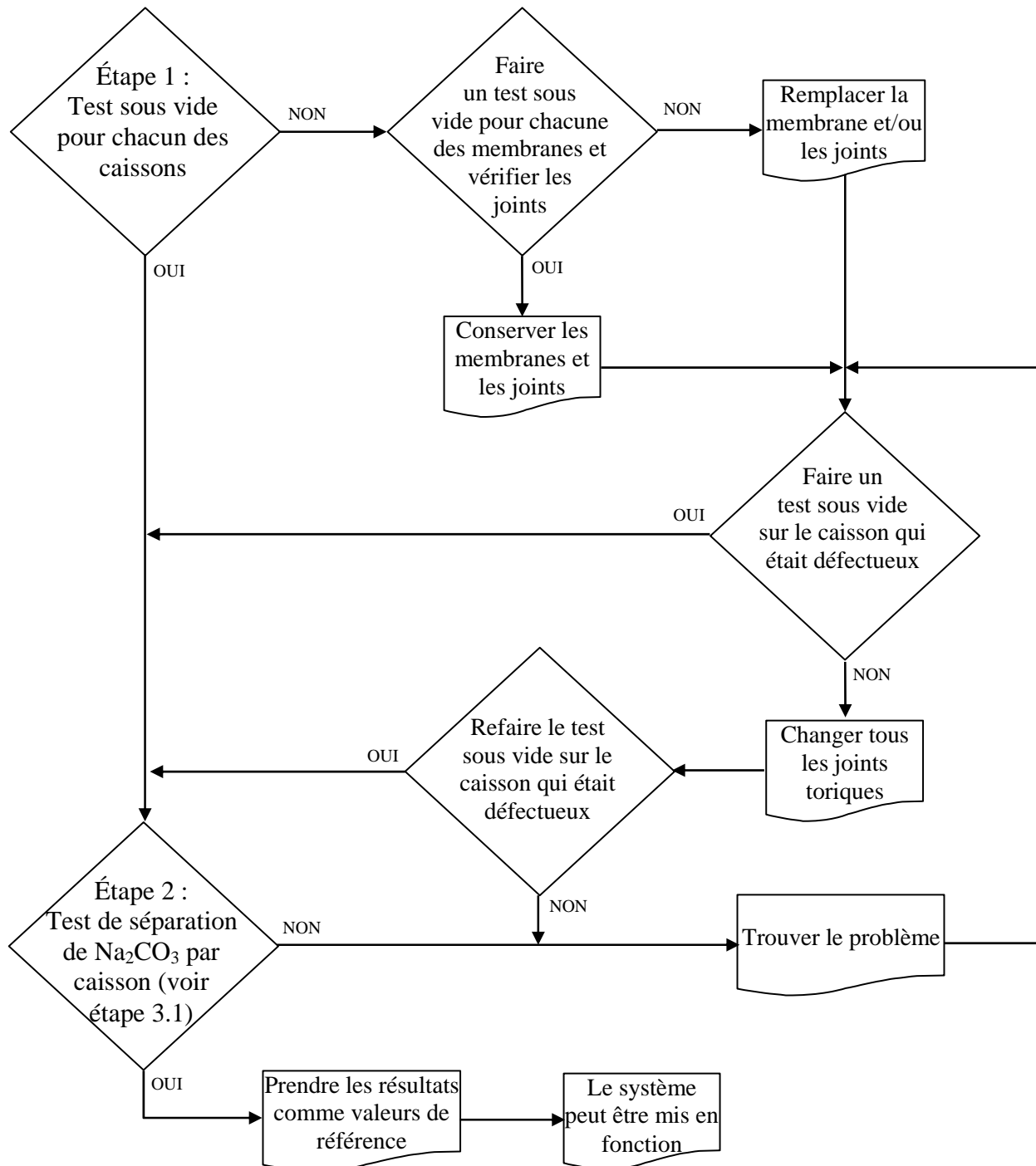
Les étapes détaillées du test de contrôle d'intégrité par mesure de la conductivité sont les suivantes :

- Envoyer vers le réservoir de lavage (propre) le volume d'eau nécessaire pour faire le test (le volume de solution est identique à celui utilisé pour le lavage des membranes);
- Préparer dans le réservoir de lavage une solution de 5g/l de Na₂CO₃. Il est important de dissoudre le Na₂CO₃ par petites quantités, surtout à faible température. Une bonne manière de faire est de prélever quelques dizaines de litres d'eau à partir du réservoir de lavage vers un petit réservoir de mélange. Effectuer les pesées et dissoudre le Na₂CO₃ dans le réservoir de mélange;
- Une fois le Na₂CO₃ dissous, envoyer la solution du réservoir de mélange vers le réservoir de lavage;
- Mélanger la solution dans le réservoir de lavage;
- Arrêter le système et purger l'eau dans les caissons en ouvrant les valves de perméat et de concentrat;
- Une fois les caissons drainés, fermer les valves et actionner celles qu'il faut (comme lors du lavage des membranes);
- Noter, en triplicata, la conductivité et la température de l'alimentation;
- Mettre en marche le système en boucle fermée et attendre que les débits s'ajustent;
- Laisser tourner le système; au bout de 10 minutes, prendre les données de conductivité de chacun des caissons en triplicata;
- Arrêter le système;
- Comparer les valeurs obtenues aux valeurs de référence obtenues lors du démarrage. Si les résultats sont comparables (variation du taux de séparation inférieure à 2 % par rapport aux valeurs de référence), poursuivre la démarche. Si les résultats s'éloignent des valeurs de référence (variation supérieure à 2 %), reprendre l'étape 1. Si le test sous vide sur le caisson échoue, trouver et remplacer la ou les membranes et/ou les joints toriques défectueux, puis recommencer l'étape 3.1. Si le test sous vide est passé avec succès, prendre le nouveau taux de séparation comme valeur de référence;
- Purger les caissons;
- Rincer le système;
- Neutraliser la solution pour pouvoir la rejeter;
- Reprendre la production.

3.2 Planification des tests de suivi (en production)

- un test tous les jours pendant la première semaine;
- un test tous les deux jours pendant les trois semaines suivantes;
- un test chaque semaine par la suite (ou après un lavage s'il survient avant une semaine de fonctionnement depuis le dernier lavage).

Le schéma ci-dessous illustre les différentes étapes de vérification avant la mise en service :



Le schéma ci-dessous illustre les différentes étapes de vérification lorsque le système est en fonction :

