

# PREMIÈRE NATION D'ATTAWAPISKAT

## Étude de système pilote de membrane FYNE

### Des résultats de haut niveau

L'étude pilote de membrane FYNE a augmenté notre compréhension des éléments suivants:

- la qualité de l'eau brute provenant de la source d'eau communautaire (Intake Lake)
- l'impact de la variabilité de la qualité de l'eau brute sur la performance de la membrane et sur la qualité de l'eau traitée
- l'impact de la formation de biofilm (contamination microbiologique) sur les membranes et concentrations élevées de fer/manganèse dans l'eau brute, par rapport au flux membranaire, la qualité de l'eau traitée et la fiabilité des instruments de surveillance
- les défis reliés à l'opération de systèmes de traitement d'eau en conformité avec les règlements régissant l'eau potable dans une communauté isolée

### Contexte du projet

La Première nation d'Attawapiskat est une communauté isolée accessible seulement par avion, avec environ 2 000 personnes, situé à 12 km de la côte de la Baie James. La communauté obtient son eau potable d'un bourbier intérieur peu profond (Intake Lake) entouré de basses terres humides.

L'usine de filtration conventionnelle avec procédé chimique de classe III n'est pas en mesure de produire de l'eau potable répondant aux normes et recommandations sur l'eau potable (Ontario et Canada) sur une base régulière.



Depuis de nombreuses années on voit des dépassements réguliers des valeurs des sous-produits de la désinfection tel que le Trihalométhane (THM), ce qui a incité Santé Canada à émettre un avis aux résidents en 2007 avec la recommandation que les résidents réduisent leur exposition aux THM en ne buvant pas « l'eau du robinet » et en réduisant la durée des douches.

Bien que la communauté désire changé leur source d'eau pour la rivière Attawapiskat River, la construction d'une nouvelle prise d'eau en rivière nécessiterait d'importantes capitaux (> 20\$ million), donc la solution intérim recommandé par Affaires autochtones et Développement du Nord Canada

## *Promotion des innovations en technologies de l'eau*

(AADNC) consiste en la mise à niveau ou le remplacement du système de filtration/traitement de l'eau afin de produire de l'eau traitée conforme aux règlements d'eau potable.

### **Défi**

Une revue des procédés de l'usine de traitement d'eau, de la qualité de l'eau brute, et de la qualité de l'eau traitée actuelle indique que même une opération d'usine pleinement optimisée ne permettrait pas l'élimination d'assez de matières organiques pour prévenir les dépassements du niveau de THM, surtout compte tenu de la grande variabilité de la qualité de l'eau brute durant l'année. Par conséquent, la communauté examine des procédés et technologies de remplacement pour résoudre cette problématique de l'eau potable.

Il y a de nombreux défis dans la recherche de procédés et technologies appropriés pour la mise à niveau et l'opération d'un réseau d'eau à Attawapiskat tel que :

- source d'eau brute très pauvre
- ressources financières limitées (capital et opérationnel)
- accès limité à des opérateurs en eau qualifiés
- temps de livraison plus long pour les matériaux, les fournitures et les pièces
- coûts de transport élevés
- communications internet limité pour le dépannage via SCADA et le transfert de données (internet à base vitesse)

Du point de vue des technologies de traitement, le défi primaire est la réduction de la matière organique naturelle (MON) dans l'eau brute qui est caractérisé par de hautes quantités de carbone organique dissous (15 à 24 mg/L), une haute coloration (50 à 125 unité de couleur vraie (UCV) et une faible transmission de l'ultraviolet (UVT) (12% à 30%). De plus, d'autres paramètres compliquant le processus de filtration dont la présence a été décelée dans l'eau brute sont : des teneurs élevées en fer (3.5 mg/L), manganèse (0.37 mg/L) et sodium (30 mg/L) pendant la période hivernale de janvier à avril, bromure (0.27 mg/L) et des bactéries de fer et des bactéries réductrices des sulfates.

Nous avons étudié et considéré la désinfection au rayonnement ultraviolet; cependant, les résultats préliminaires indiquent que cette solution serait difficile à opérer et d'assurer une désinfection UV adéquate avec l'UVT de l'eau filtrée à moins de 80%.

On ne recommande pas la désinfection par ozonation pour de l'eau avec du bromure car on pourrait potentiellement avoir une formation de bromate (une substance cancérigène). On pourrait employer l'échange d'ions ou un traitement MIEX pour réduire la MON; cependant ces processus risqueraient d'augmenter les teneurs déjà élevées en sodium dans l'eau potable. L'installation d'unités de Charbon actif en grain (CAG) après filtration pourrait réduire les THM dans l'eau traitée; par contre, on considérerait que les coûts opérationnels de la régénération et du remplacement de la matière filtrante étaient très élevés.

### **Buts/objectifs du projet**

WSP (ainsi que First Nations Engineering Services Ltd) ont conseillé La Première nation d'Attawapiskat que le processus le plus efficace à long terme pour réduire la formation de THM serait la réduction de MON dans l'eau brute via filtration. Donc, le but de ce projet était de piloter un processus de filtration/traitement qui :

## *Promotion des innovations en technologies de l'eau*

- ne nécessiterait pas de processus chimiques ou de prétraitement,
- produirait de l'eau potable qui respecteraient de manière fiable tous les normes et recommandations en matière de qualité de l'eau potable établies pour l'Ontario et le Canada,
- pourrait respecter les Protocoles (Canada) et Règlements (Ontario) en eau potable en ce qui a trait à la conception du système de filtration, des essais d'intégrité ainsi que les exigences relatives à la désinfection primaire et secondaire,
- serait simple à opérer pour des opérateurs avec des compétences limitées et des besoins en équipements minimales, et
- aurait de faibles coûts d'exploitation.

Les résultats des études pilote fourniraient des données de performance et opérationnelles qui permettrait à la communauté d'Attawapiskat de prendre une décision éclairée sur la mise en œuvre complète de cette technologie.

Les objectifs ou les critères de performance du système pilote peuvent être résumés comme suit :

- Confirmer le choix de la membrane (ES404 ou AFC30) qui produirait l'eau traitée qui respecterait les teneurs cibles pour les paramètres de Couleur, THM, HAA<sub>5</sub>, Fer, Manganèse, Turbidité, Carbone organique dissous et la Transmission de l'ultraviolet .
- Confirmer la relation entre la pression et le flux de conception pour 2 membranes différentes
- Déterminer les paramètres de conception optimaux, y compris les taux du flux, les cycles de nettoyage, les solutions de nettoyage, la durée de vie projetée de la membrane et les besoins en énergie
- Établir si le nettoyage aux boules de mousse maintiendrait la performance des membranes pendant la durée des essais ou si un nettoyage chimique supplémentaire serait nécessaire
- Confirmer si le flux membranaire piloté est conformes aux spécifications publiées pour le choix final de membrane avec des recouvrements de au moins 80%
- Confirmer la solidité et la fiabilité de la technologie à travers les quatre saisons
- Évaluer la main-d'œuvre nécessaire (temps et compétences) pour le fonctionnement du système FYNE
- Confirmer l'efficacité du contacteur au calcaire après filtration
- Évaluer le volume et de la qualité du flux de déchets pour évaluer les options et besoins en matière d'élimination des déchets.

On analysera la qualité de l'eau ainsi que les données opérationnelles pour déterminer la pertinence de cette technologie pour répondre aux objectifs de traitement ainsi que les besoins de la communauté.

### **Solution**

Affaires autochtones et Développement du Nord Canada (AANDC) et le département des services technique de l'Ontario First Nations Technical Services Corporation (OFNTSC) ont recommandé à la Première nation d'Attawapiskat de procéder à l'essai pilote du système nanofiltration avec membrane FYNE. Le processus de membrane FYNE a été préféré aux autres technologies de membrane en raison des caractéristiques particulières suivantes:

## Promotion des innovations en technologies de l'eau

- les membranes de nanofiltration sont conçues de manière à enlever les matières organiques
- normalement le processus ne nécessite pas de prétraitement ou de post-traitement ni l'utilisation de produits chimiques pendant le processus de traitement,
- les eaux usées générés en conditions normales d'exploitation ne contiennent pas de produits chimiques et donc sont plus susceptibles de répondre aux critères d'élimination des eaux usées
- l'opération du système est simple avec peu de pièces mobiles.

Affaires autochtones et Développement du Nord Canada s'est engagé à financer 2 mois d'essais pilote pour le système de membrane FYNE; cependant, l'ajout du support financier du programme Promotion des innovations en technologies de l'eau du Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario (MEACC), fait en sorte qu'on pourra réaliser les essais pilote sur une période de 12 mois, ainsi permettant de recueillir des données sur le rendement opérationnel des 4 saisons. Le MEACC a aussi fait bénéficier l'équipe de projet de l'expertise de leurs ingénieurs direction du contrôle de la qualité de l'eau potable approbations.

La Première nation d'Attawapiskat a retenu les services de WSP Canada Inc. (WSP) pour effectuer la coordination du programme pilote, analyser les données et réaliser les rapports. Northern Waterworks Inc. constitue l'autorité responsable de l'exploitation du réseau d'eau à Attawapiskat et ils ont été retenus pour fournir un support technique sur le terrain aux opérateurs de services d'eau locaux de la Première nation d'Attawapiskat. Les services de gestion de projet global pour Attawapiskat ont été assurés par Feherty and Associates Ltd.

### Description et configuration du système pilote

Le système pilote de membrane FYNE fourni à Attawapiskat a été fabriqué et distribué par Membrane Specialist LLC de Hamilton, Ohio, États-Unis. La technologie de membrane FYNE a originellement été développée en Écosse pour le traitement d'eau hautement colorée et avec des teneurs élevés en humiques organiques dissous et en acides fulviques, créant ainsi des sous-produits de la désinfection lorsque chlorés.

Il y a de nombreuses installations dans les petites communautés éloignées d'Écosse ou c'est plus difficile de trouver la main-d'œuvre qualifiée ou les coûts sont élevés. Il y a plusieurs installations de membrane FYNE aux États-Unis, principalement en Alaska, et moins de 5 installations au Canada. Au moment de la réalisation des essais pilote il n'y avait pas d'installation de membrane FYNE en opération en Ontario. Depuis, on a prévu la construction d'une usine de membrane FYNE en 2014/15 à la Première nation Serpent River situé entre Sault Ste. Marie et Sudbury Ontario.

On a installé le système pilote à l'usine de traitement d'eau de la communauté et on l'a configuré pour

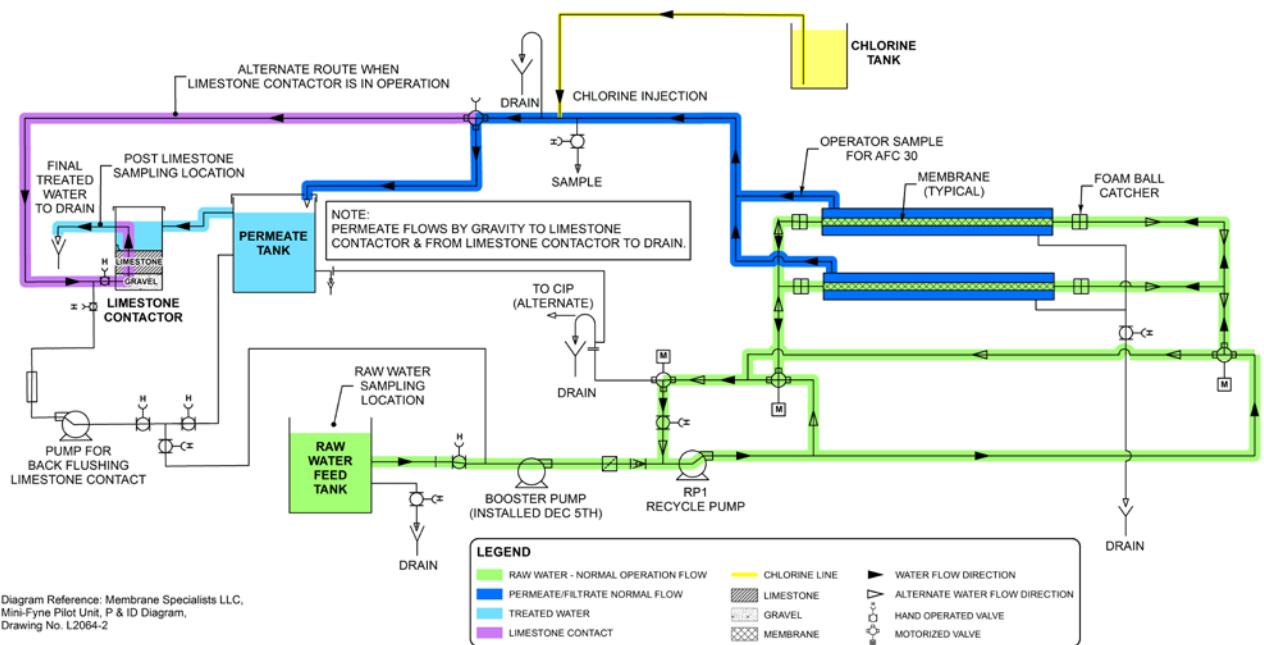


*L'installation du système pilote de membrane FYNE dans l'ancienne chambre à ozonation à WTP*

puiser de l'eau des conduites d'alimentation en eau brute, remplissant un petit réservoir.

En conditions normales d'exploitation, l'eau brute du réservoir était pompée à travers 2 modules à membrane d'une longueur de 900 mm contenant 72 – 12 mm diameter AFC 30 film polyimide membranes tubulaires nanofiltration. L'eau filtré/perméat s'est recueilli dans le module et a par la suite coulé vers un réservoir de perméat.

Un réservoir de contacteur au calcaire contenant du calcaire broyé a été installé après le système de filtration à membrane et a été utilisé seulement quand il y avait des teneurs de manganèse et de fer élevées. De l'hypochlorite de sodium a été injecté dans le filtrat avant le contacteur au calcaire pour aider la précipitation du fer et du manganèse dans le contacteur au calcaire. Par la suite le filtrat a monté à travers un lit de calcaire avant de se déverser dans un drain ouvert.



### Débit du processus du système pilote - Opérations normales

Pendant le cycle de nettoyage au boules de mousse, la direction du débit d'eau brute dans le module est inversé. Le boules de mousse donc passe à travers chacune des 72 tubes à membrane à l'intérieur du module, nettoyant par le fait la surface intérieur de la membrane tout en rejetant l'eau brute concentré et amenant une nouvelle quantité d'eau brute dans la boucle de recirculation.

Il est nécessaire de laver les membranes avec des agents nettoyants appropriés à des intervalles allant de 2 à 4 mois selon la qualité de l'eau brute. Une solution à faible pH (acide acétique) est circulée à travers les membranes sous pression pour enlever le encrassement de l'intérieur des membranes.



Membranes typiques et boules de mousse

Après le nettoyage chimique des membranes, on pompe de l'eau brute tel que pour l'opération normale; par contre, le filtrat est rejeté.

On a installé l'instrumentation suivante au système pilote :

- débitmètre – pour enregistrer le débit du perméat
- capteur de pression – à l'entrée et la sortie des membranes
- capteur de température – utilisé pour l'eau brute
- turbidimètres – turbidimètres laser capable d'enregistrer la turbidité en milli-NTU dans les lignes d'eau brute et filtrées à des intervalles de 1 à 5 secondes.

### **Exploitation et suivi du système pilote**

Le système pilote a été mis en service en mai 2012 et les opérations ont commencé en juin 2012 et ont continué jusqu'à l'arrêt du système à la fin mai 2013. Pendant cette période, le fournisseur du système pilote a effectué 5 visites sur place pour dépannage, réparation/ajustement d'équipement et pour le nettoyage chimique des membranes.

L'enregistrement en ligne en continue des données de débit, pression, température et turbidité effectué par l'instrumentation du système pilote a facilité le calcul du flux membranaire et le suivi de la turbidité pour le respect de la réglementation.

Les opérateurs locaux de réseau d'eau ont réalisés des échantillonnages et des analyses de terrain de routine/quotidien pour le pH, la couleur, l'UVT, la turbidité ainsi que le fer et le manganèse dans l'eau brute, filtré et après le contacteur au calcaire. Les échantillons d'eau ont été recueillis de façon mensuelle afin de réaliser des analyses en laboratoire pour les métaux, la chimie générale de l'eau, les paramètres bactériologiques, le potentiel pour de la formation de sous-produits de la désinfection (THM et HAA<sub>5</sub>) et au printemps des ferrobactéries et des bactéries réductrices des sulfates.

Les opérateurs locaux n'ont eu à réaliser qu'un minimum d'activités opérationnelles pour le système pilote outre de l'échantillonnage et des ajustements occasionnels de la pression et du dosage de chlore. Le fournisseur de la membrane a pu faire des ajustements mineurs à distance via le PLC qui était relié par internet; par contre, la lenteur et l'instabilité de la connexion internet a limité la capacité du fournisseur à effectuer de la surveillance et de télécharger des données.

### Défis opérationnels

De nombreuses problématiques et défis opérationnelles ont été rencontrés pendant le projet pilote du Système de membrane FYNE. Plusieurs des problèmes et questions rencontrés étaient exagérés et ont donc réduit la quantité de données fiables qu'on a pu recueillir en raison des contraintes d'accès rapide au site par le fournisseur de la membrane pour fins de dépannage et réparation (nécessitait un déplacement des États-Unis à Attawapiskat). Par conséquent, il y a certaines périodes (mois) pour lesquelles on a des doutes sur la validité des données opérationnelles enregistrés.

Voici un bref résumé de quelques-uns des problématiques opérationnelles/événements qui ont eu lieu pendant la période pilote de 12 mois :

## Promotion des innovations en technologies de l'eau

- La configuration originelle de l'approvisionnement de l'eau brute au Système pilote faisait en sorte que l'eau brute demeurait dans le réservoir pendant une longue période de temps, augmentant ainsi la température de l'eau et favorisant la multiplication de bactéries, et par conséquent favorisant aussi la formation de biofilm dans les membranes et les turbidimètres. On a reconfigurer l'approvisionnement en eau brute en mars 2013 pour permettre un débit continu d'eau brute fraîche vers le Système pilote.
- Le fournisseur de la membrane a dû réaliser des essais de différentes procédures de nettoyage chimique de la membrane, le choix des produits chimiques, la température de l'eau et le temps de trempage dans la solution nécessaire pour restaurer les conditions d'origine du flux membranaire. La sensibilité des membranes aux oxydants tel que le peroxyde d'hydrogène, le chlore ainsi qu'un pH trop bas ou trop élevé, a grandement limité le choix des produits chimiques pour l'enlèvement de salissures et la désinfection des membranes. On a constaté que pendant l'automne et l'hiver, le nettoyage chimique des membranes auraient dû être réaliser plus souvent (tous les 3 à 5 semaines) que ce qui l'a été fait (tous les 8 semaines) pour le maintien du flux membranaire à l'intérieur des valeurs cibles de 12 à 14 L/m<sup>2</sup>/h.
- On a originellement configuré le Système pilote pour faire l'essai de 2 types de membranes (ES 404 et AFC 30). Après qu'on a déterminé que l'ES404 ne rencontrerait pas les objectifs de qualité de l'eau le module ES404 a été isolé du système. Pas longtemps après, on a rencontré des complications en lien avec la pompe ainsi que le débitmètre et le transmetteur du débitmètre. Ces problèmes ont eu lieu entre octobre 2012 et février 2013 jusqu'à ce que qu'on remplace le débitmètre, qu'on installe une nouvelle pompe relais et que le système soit ré-calibrer.
- Pendant la période de novembre 2012 à janvier 2013, il y a eu de nombreuses pannes et surtensions d'électricité qui ont provoqué l'arrêt du Système pilote (nécessitant un démarrage manuel) ainsi que la perte de données et la reconfiguration de l'enregistreur de données.
- On a reconfiguré le flux de procédé du contacteur au calcaire d'un système à pompe pour un système à gravité, ainsi éliminant les problèmes associés avec le pompage et le pliage des tuyaux créant un obstacle au débit vers le contacteur au calcaire. Le dosage de la pompe d'alimentation de chlore n'était pas bien configurer de façon à maintenir un dosage adéquat.
- La formation excessive de biofilm, bactéries Hétérotrophes ainsi que de ferrobactéries et de bactéries réductrices des sulfates ont résulté en un important encrassement des membranes et des turbidimètres. On pense que l'encrassement en biofilm des capteurs des turbidimètres est la raison primaire des pics de turbidité enregistrés, car les niveaux de turbidité retournaient aux valeurs normales immédiatement après le nettoyage du turbidimètre.



*Encrasser internes of Turbidimètre*

### Résultats du programme pilote

Membrane Specialists ont téléchargé et compilé les données du programme pilote qui ont ensuite été étudiés et analysé par WSP. Les opérateurs locaux de réseau d'eau ainsi que Northern Waterworks Inc.

ont fournis des observations opérationnelles sur place qui ont été importants pour l'évaluation de la performance globale du processus de membrane FYNE.

Un résumé des résultats et de l'expérience de l'Étude pilote de membrane FYNE est présenté par rapport aux objectifs originaux du projet comme suit :

### La qualité de l'eau

- Pendant la période de décembre 2012 à mai 2013 lorsque la membrane de nanofiltration AFC30 était en fonction (après le retrait de la membrane ES404), la membrane AFC30 a été très efficace pour enlever la Matière organique naturelle (tel que mesuré par COD, la couleur et l'UVT) pour atteindre des niveaux bien en-dessous des Objectifs cibles de l'étude pilote qui ont été établit à des niveaux égal ou en-dessous des normes et recommandations pour l'eau potable pour le Canada et l'Ontario. On a estimé que le THM maximum qui devrait se former dans l'eau filtrée par membrane FYNE serait de moins de 50 ug/L (essai du potentiel de formation de THM), comparé au seuil cible de 80 ug/L.
- Les résultats des analyses laboratoires mensuelles de l'eau filtrée par la membrane ont indiqués que la majorité des paramètres analysés étaient bien en-dessous les normes pour eau potable sauf pour le fer et le manganèse pour lesquelles on a parfois vu des dépassements des normes de 0.3 mg/L et 0.05 mg/L ainsi que pour le sodium qui était de l'ordre de 20 mg/L pendant la période hivernale (essentiellement le même que pour l'eau brute qui se trouve au seuil standard intermédiaire pour l'eau potable).
- Voici l'efficacité d'élimination de la Membrane AFC30 pour les paramètres sélectionnés :

○ UVT	330%
○ COD	95%
○ Couleur	99%
○ Fer	73%
○ Manganèse	55%
○ Sodium	11%
○ THM et HAA <sub>5</sub> FP	98%
- Les membranes à elles seules n'ont pas pu réduire les niveaux de fer et de manganèse pour pouvoir respecter les normes d'eau potable sans un processus de traitement soit avant ou après. Le poste contacteur au calcaire a réduit de façon significative les concentrations de fer et de manganèse, en-dessous des normes d'eau potable ; par contre, les niveaux de sodium ont demeurés essentiellement les mêmes, tel que prévu.

### Flux membranaire

- On a déterminé que le flux de conception de la Membrane AFC30 était 14 litres/m<sup>2</sup>/heure.
- Des facteurs ayant des impacts sur le flux membranaire sont entre autre: une réduction de l'efficacité du processus de nettoyage aux boules de mousse, des concentrations élevés en fer et en Manganèse au-dessus de respectivement 2,5 mg/L et 0,1 mg/L, augmentation de la croissance microbologique/biofilm sur les membranes, concentrations en COD au-dessus de 20 mg/L.



## *Promotion des innovations en technologies de l'eau*

- Compte tenu que la majorité des impacts précédents ont été constaté de façon simultanée, il a été difficile de déterminer avec exactitude les impacts de chacune de ces paramètres pris individuellement sur le flux membranaire.
- On a constaté que la Membrane AFC30 opérait à une récupération d'entre 78% et 82%

### Nettoyage de membrane

- Le système unique de nettoyage aux boules de mousse a été en mesure de repousser de façon significative la nécessité d'effectuer le nettoyage chimique des membranes. Bien qu'on n'a pas fait l'essai d'un scénario sans cycles de nettoyage avec boules de mousse, lors de la période hivernale lorsque la qualité de l'eau est à son plus bas, les boules de mousse se sont usées beaucoup plus rapidement qu'en période estivale, après quelques semaines plutôt qu'en quelques mois pour l'été.
- Pendant la période hivernale (pire qualité de l'eau), les boules de mousse devront être remplacées à tous les 2 à 3 semaines et un nettoyage chimique réalisé à tous les 3 à 5 semaines en raison de l'accumulation importante de fer/manganèse et de biofilm sur les membranes ce qui mène à l'encrassement prématuré des membranes.
- On n'a pas remarqué de changement significatif dans le flux membranaire immédiatement avant et après le nettoyage aux boules de mousse. Comme le processus prévoit un nettoyage aux boules de mousse à tous les 40 à 55 minutes d'opération, le processus de nettoyage aux boules de mousse est considéré comme étant un processus de nettoyage préventif/continu pour s'assurer que les membranes demeurent propres plutôt que d'attendre que le flux baisse pour initier le nettoyage aux boules de mousse.
- Les nettoyages chimiques des membranes étaient beaucoup plus fréquents qu'anticipés par le fournisseur de la membrane. De plus, il y a eu des changements d'une saison à l'autre dans le type de produits chimiques, le niveau du pH et le besoin d'effectuer un trempage chimique à chaud pendant toute une nuit.
- L'étude pilote a déterminé que les boules de mousse seraient à remplacer 10 fois par an et qu'un nettoyage chimique des membranes seraient à réaliser environ 7 fois par an. Cette fréquence est environ deux fois ce qui est « normal » en termes de cycles de nettoyage, qui pourrait réduire la durée de vie des membranes de 50%.

### Évaluation de la condition des membranes

- Malheureusement la portée du projet initiale n'incluait pas une inspection/vérification détaillée de l'intégrité des membranes, et donc n'a pas été réalisé. Les concentrations de carbone organique dissous (COD) dans les échantillons de laboratoire (mesure de l'efficacité d'élimination du COD) étaient très similaires au début et à la fin de la période de pilotage, et les enregistrements très faibles de turbidité au laser à la fin de la période pilote ainsi que les enregistrements élevés d'UVT indiquent qu'il est peu probable qu'une rupture s'est produite dans les membranes pendant la période pilote.

### Conformité réglementaire

- Le Système de membrane FYNE à elle seule ne peut réduire les teneurs de fer, de manganèse ou de sodium dans l'eau filtrée de sorte qu'elle respecte les normes d'eau potable sans avoir recours à des processus de traitement avant ou après le passage par les membranes. Les

## *Promotion des innovations en technologies de l'eau*

concentrations en sodium dans l'eau filtrée sont de l'ordre de 20 mg/L qui se trouve être le seuil standard intermédiaire pour l'eau potable. Outre l'osmose inverse, il y a peu de processus de traitement pouvant réduire davantage les concentrations de sodium dans l'eau.

- Si le Système de membrane FYNE est nécessaire pour réclamer crédits d' réduction 2+ journaux de oocystes de *Cryptosporidium* dans un processus de traitement, il doit répondre aux critères de performance indiqués dans la réglementation MEACC "Procédure de désinfection de l' eau potable en Ontario". Par contre, si le processus de membrane FYNE est utilisé surtout pour l'enlèvement de la COD et de d'autres paramètres chimiques et non de paramètres microbiologiques (processus de désinfection), le processus de membrane FYNE n'aurait pas à conformer aux critères de performance indiqués dans la réglementation sur la désinfection.
- Les résultats de l'expérience du programme pilote indiquent que la membrane FYNE ne pourrait pas répondre de façon complète ni systématique aux critères de performance de désinfection suivants :
  - turbidité de l'eau filtrée inférieure ou égale à 0,1 NTU dans 99% des mesures enregistrées à chaque mois;
  - le suivi de l'intégrité des membranes par le moyen du comptage en continu des particules ou procédures équivalents pour s'assurer du respect des exigences pour la turbidité de l'eau filtrée en tout temps.
- On croit que les défis opérationnels (formation de biofilm sur les capteurs des turbidimètres) ont contribué largement aux mesures élevées de turbidité au-dessus de 0,1 NTU.
- Le contrôle de l'intégrité du processus de membrane FYNE a été une problématique tout au long de l'étude pilote, car le processus FYNE ne permet pas de mettre en œuvre les membranes des mesures de diminution de la pression. Le MEACC de l'Ontario a rencontré le fournisseur de la membrane pour discuter de d'autres protocoles d'essais de l'intégrité des membranes qui pourraient être acceptables mais le fournisseur de la membrane n'a pas poursuivi cette réflexion avec le MEACC. Donc, la problématique de l'intégrité des membranes n'a pas été résolue avant la fin du projet.

### Facilité d'exploitation et d'entretien

- En conditions normales d'exploitation, le système de membrane ne demande pas l'utilisation de produits chimiques donc les exploitants n'ont pas à effectuer la gestion/surveillance de dosages chimiques dans le cadre du processus de traitement (sauf pendant la période hivernale pour l'opération du contacteur au calcaire pour améliorer la réduction du fer et du manganèse).
- L'exploitation au quotidien du Système pilote était simple avec un minimum, sinon aucun, temps requis de la part de l'exploitant. Le Système pilote a produit de l'eau sans avoir besoin de beaucoup de surveillance sauf en cas de dépannage mécanique, de la reconfiguration du système d'approvisionnement d'eau brute et du nettoyage chimique des membranes. Un entretien de routine plus important (le nettoyage et la calibration des instruments) auraient contribué à améliorer la quantité et la qualité de données de turbidité.
- Il y avait de longues périodes de septembre 2012 à février 2013 où le système pilote a vu de nombreuses pannes d'équipement (pompe de recirculation et pompe de chlore) ainsi que des problèmes avec les instruments de surveillance (débitmètre et turbidimètre), faisant en sorte que les données opérationnelles recueillies étaient souvent peu fiables. Pendant la période de février

## Promotion des innovations en technologies de l'eau

2013 au début d'avril 2013, les membranes sont rapidement devenues encrasser, augmentant ainsi la fréquence des nettoyages chimiques.

- Dans la plupart des cas, l'absence de mesures d'entretien de la part des exploitants n'a pas fait baisser la qualité, mais plutôt la quantité, de l'eau produite, ainsi qu'un manque de fiabilité des mesures de turbidité et l'augmentation du potentiel de l'eau stagnant dans les membranes de devenir instable du point de vue biologique, augmentant ainsi la production de biofilm à travers le système de membrane. Ces conditions demandent un travail approfondi de désinfection et de stérilisation du système avant de mettre le système pilote en service.

### Coût d'immobilisation et d'exploitation

- On a estimé que les coûts d'immobilisations relié au réaménagement de l'usine de traitement d'eau existante pour inclure le Système de membrane FYNE avec une capacité de 1 600 m<sup>3</sup>/jour (demande quotidienne maximale) seraient de l'ordre de 12,2 million \$ avec des coûts d'exploitation et d'entretien annuels de 535 000\$/an.
- Le coût de l'approvisionnement des membranes à elle seule a été estimé à 4 million \$ et on a estimé que le coût projeté pour le remplacement des membranes monterait à entre 700 000\$ et 1,4 million \$ selon le nombre de membranes à remplacer. Le fournisseur de la membrane anticipait que les membranes seraient à remplacer à tous les 5 ans compte tenu de la qualité de l'eau brute et la fréquence des cycles de nettoyage des membranes.
- Les coûts opérationnels par mètre cube d'eau produite ont été estimés à 1,83 \$, l'électricité étant la composante de coût la plus importante à 0,86\$/m<sup>3</sup>, suivi des coûts de main-d'œuvre à 0,65\$/m<sup>3</sup>.
- À long terme, les coûts d'exploitation et d'immobilisation sont très sensibles au coût de l'électricité et de la durée de vie des membranes. Fait intéressant, le coût présent des produits chimiques nécessaires à l'exploitation d'une installation de filtration chimique conventionnelle seraient environ le même que le coût projeté de l'électricité nécessaire à l'exploitation du Système de membrane FYNE.

### **Prochaines étapes**

Sur la base de l'expérience du programme pilote de 12 mois des membranes FYNE, l'équipe de projet a conclu que l'implantation d'un Système de membrane FYNE complète et indépendante dans la Première nation d'Attawapiskat tel que considéré au début ne serait pas la meilleure solution pour la Première nation d'Attawapiskat, pour les raisons suivantes :

1. Le Système pilote n'a pu démontrer de façon convaincante qu'il pourrait satisfaire aux exigences et critères de performance (turbidité de l'eau filtrée régulièrement en-dessous de 0,1 NTU et les essais d'intégrité des membranes) nécessaires pour l'obtention des crédits d'enlèvement des pathogènes tel que prévu dans la législation et les normes de l'Ontario.
2. Les défis opérationnels (bris d'équipement, formation de biofilm dans les composantes de l'eau filtrée et les complications qui en résultent, etc.) ont été assez importants pour mettre en question la capacité d'une installation complète de résoudre ces problématiques.
3. Les concentrations élevées en fer et en Manganèse ainsi que l'instabilité biologique de l'eau brute et l'eau filtrée pendant la période hivernale ont produits un important encrassement prématuré des membranes, demandant ainsi un nettoyage chimique plus fréquent des membranes pour le maintien de la production. On peut donc s'attendre à ce que la durée de vie

## *Promotion des innovations en technologies de l'eau*

maximale des membranes ne dépasse pas 5 ans, augmentant de façon importante les coûts pour la communauté.

4. De l'incertitude pour ce qui est de la disponibilité d'un support technique local (en Ontario) et fiable pour le système de membrane FYNE était préoccupant pour la communauté.

Comme le programme pilote du Système de membrane FYNE n'a pas produit des résultats assez positifs pour encourager la poursuite du projet, à court terme, la communauté examine la possibilité d'optimiser le système de filtration d'eau actuel en remplaçant les médias filtrants, réparant le système de lavage par l'air et envisageant l'implantation de mesures anticorrosion pour minimiser les problèmes dans la distribution et les conduites domestiques. Ces mesures ne pourront pas éliminer les problèmes de THM découlant des teneurs élevées de matières organiques dans l'eau, mais feront en sorte d'offrir la meilleure qualité d'eau traitée possible jusqu'à ce que l'on puisse mettre à niveau ou remplacer l'usine de traitement d'eau. À moyen terme, la communauté va poursuivre le développement d'une nouvelle source d'eau (Attawapiskat River) ainsi que la recherche et réexamen de d'autres technologies et procédés de filtration/traitement pour l'amélioration de la qualité de l'eau traitée.

### **Application pour les communautés de l'Ontario**

La technologie de membranes FYNE muni de membranes de nanofiltration AFC 30 s'est avéré efficace pour enlever jusqu'à 99% des éléments organiques de l'eau brute sans l'utilisation de produits chimiques ni de processus de traitement avant ou après filtration. Dans des communautés où l'objectif première est l'enlèvement de matière organique, où les concentrations en fer ou en manganèse sont respectivement de moins de 2 mg/L et 0,1mg/L, et où des crédits de désinfection ne sont pas requis du système de filtration, la technologie FYNE pourrait être une option intéressante en tant que système de filtration unique ou ajouter à d'autres processus de traitement lorsqu'il y a des dépassements des paramètres de qualité de l'eau brute mentionné ci-haut.

Ce projet pilote confirme la nécessité de réaliser des essais pilote pendant les quatre saisons lorsque la source d'eau brute varie durant l'année et/ou quand elle a une chimie complexe. Si on aurait arrêté le programme pilote après 3 ou 4 mois, la conclusion de la communauté aurait pu être différente.

Ce projet pilote a fait en sorte que les Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, le Ontario First Nations Technical Service Corporation, le Mushkegowuk Tribal Council et le Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique de l'Ontario sont plus conscients des complexités techniques et opérationnelles en lien avec le choix des technologies de traitement d'eau appropriés qui sont conformes avec la réglementation en matière d'eau potable dans les communautés éloignées et nordiques.

Ce projet a aussi mis en évidence les leçons apprises dans l'implantation d'un projet pilote d'un système de filtration à Attawapiskat, faisant en sorte d'améliorer l'efficacité de l'implantation de tout futur projet pilote de processus de traitement.

La Première nation d'Attawapiskat a bénéficié du programme de financement Promotion des innovations en technologies de l'eau, permettant ainsi à Attawapiskat de bien examiner et évaluer la technologie de membrane FYNE qui leur a été recommandé par les agences techniques et de financement en conditions

## Promotion des innovations en technologies de l'eau

réelle de terrain. Sans l'importante assistance financier pour la réalisation du programme pilote de l'installation de membrane FYNE pendant une période de 12 mois, la communauté aurait pu être encore à la recherche de financement pour l'implantation du programme pilote ou aurait pu tout simplement implanter une installation complète de membrane FYNE dans leur communauté simplement sur la base d'une période pilote de 2 mois.

### Personnes-ressources

	<b>Propriétaire</b>	<b>Directeur de projet</b>	<b>Chargé de projet</b>
Nom	Wayne Turner	Brian Feherty, P. Eng.	Rod Peters, P. Eng.
Position	Directeur exécutif	Principal	Ingénieur sénior
Organisation	Première nation d'Attawapiskat	Feherty and Associates Ltd	WSP Canada Inc.
Téléphone	705-997-2166	905-898-3543	519-376-7612
Courriel	awturner@sympatico.ca	brianfeherty@bellnet.ca	rod.peters@wspgroup.com
Adresse	Box 248 Attawapiskat, ON P0L 1A0	411 Queen St, Newmarket, ON L3Y 2G9	1450 1 <sup>st</sup> Ave. W Suite 101 Owen Sound, ON N4K 6W2

*« Ce projet a reçu du soutien au financement du gouvernement de l'Ontario et du gouvernement du Canada. Un tel soutien n'indique pas une acceptation du contenu de ce matériel par le gouvernement de l'Ontario ni le gouvernement du Canada »*