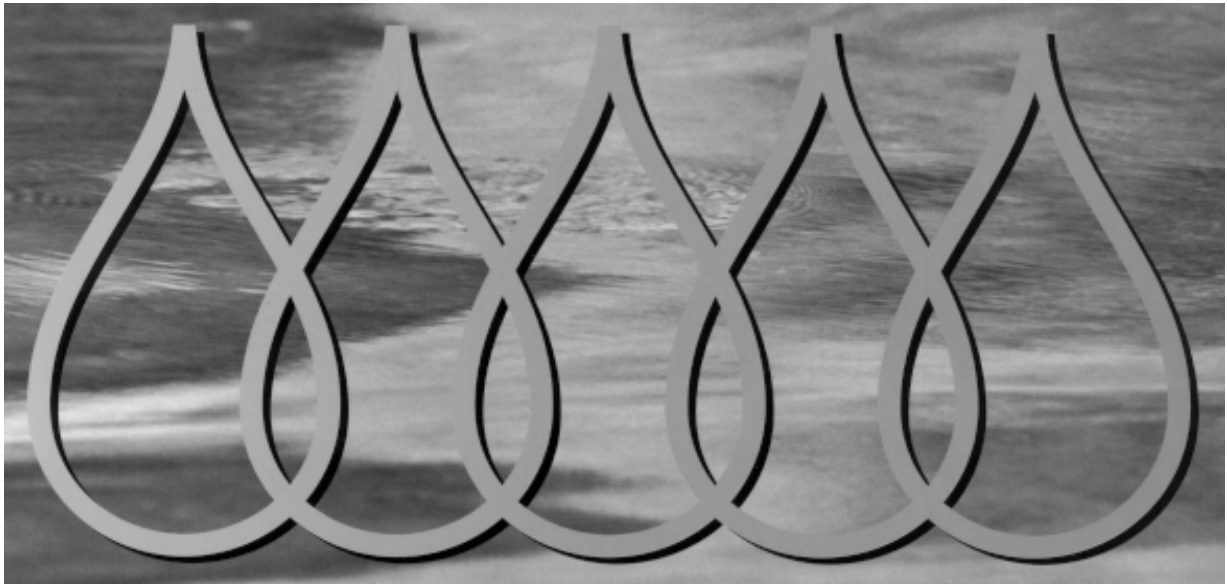


Nanozur

Niveau de développement :
EN VALIDATION À L'ÉCHELLE RÉELLE

Août 2009



Québec 

1. DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

Système membranaire NANOZUR (MemProTec)

- **Nom et coordonnées du promoteur**

MemProTec inc.
700, route 161
Ham-Nord (Québec) G0P 1A0
Téléphone : 819 344-2200
Télécopieur : 819 344-2255
Site Internet : www.memprotec.com
Courriel : info@memprotec.com
Personne-ressource : M. Denis Côté, président

- **Nom et coordonnées du distributeur**

Degrémont limitée
1375, route Transcanadienne, bureau 400
Dorval (Québec) H9P 2W8
Téléphone : 514 683-1200
Télécopieur : 514 683-1203
Personne-ressource : M. Nicolas Minel
Courriel : nicolas.minel@degremont.com
Site Internet : www.degremont.ca

2. DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

- **Généralités**

La technologie vise le traitement par nanofiltration d'une eau souterraine pour la réduction du fer et du manganèse ainsi que l'enlèvement de la dureté, du sodium, des chlorures, des sulfates et des solides dissous en général. Il s'agit d'une chaîne de traitement impliquant l'ajout d'un agent séquestrant suivi d'une étape de prétraitement (filtre à cartouches) et d'une filtration membranaire sous pression à travers des modules spiralés. Comme aucun crédit d'enlèvement des virus n'est considéré dans cette chaîne, une désinfection finale de l'eau traitée sera effectuée afin de se conformer au Règlement sur la qualité de l'eau potable.

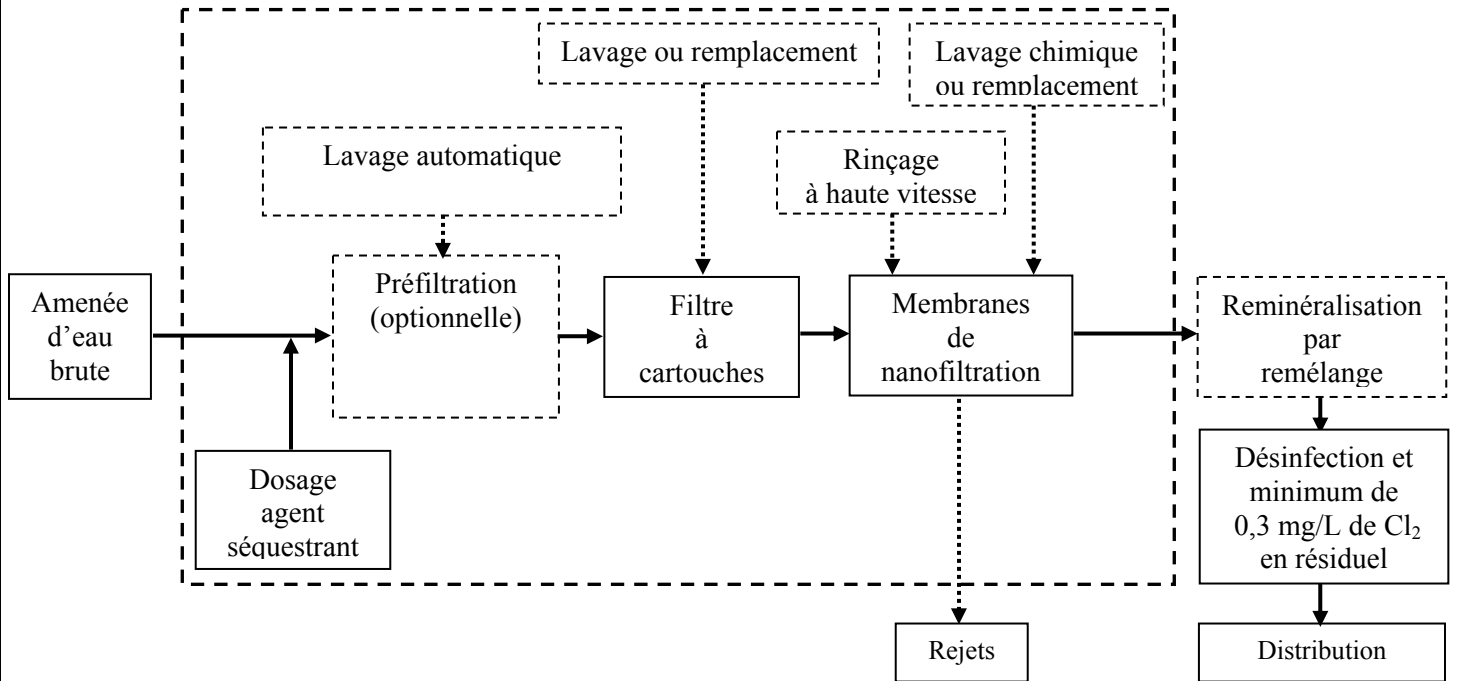
Dans la chaîne de traitement NANOZUR (MemProTec) faisant l'objet du suivi à Rigaud, un agent séquestrant est injecté dans l'eau brute venant du puits. Cette eau prétraitée est préfiltrée sur des filtres à cartouches de 5 µm (taille nominale). L'eau ainsi prétraitée passe ensuite à travers des membranes de nanofiltration. Une boucle de recirculation du concentrat est prévue pour augmenter la vitesse d'écoulement aux membranes, réduisant ainsi le colmatage tout en augmentant le taux de récupération. Les trois quarts du débit d'eau à traiter sont filtrés à travers les membranes (perméat), et le quart restant (concentrat) est acheminé à l'égout.

Un dispositif de rinçage automatique à haut débit est prévu à chaque arrêt du traitement pour libérer les canaux d'écoulement des membranes. Un lavage chimique complet est nécessaire lorsque la pression transmembranaire normalisée a augmenté de 15 %.

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**

Chaîne de traitement soumise au Comité



3. CRITÈRES DE CONCEPTION

Prétraitement

- **Dosage agent séquestrant :**
 - Produit : Nalco PermaTreat PC-191
 - Dosage : de 0,5 à 6,0 mg/L; utilisé : 3,0 mg/L
- **Préfiltration :**
 - Pas de préfiltres à Rigaud
- **Filtre à cartouches :**
 - Type : cartouche en polyester, plissée, d'une ouverture nominale de 5 µm
 - Hauteur : 24,8 cm
 - Diamètre extérieur : 7,0 cm
 - Capacité utilisée : 11,4 Lpm par cartouche
 - Modèle de caisson pressurisé pour filtres : Harmsco HIF-42
 - Montage : 42 cartouches superposées en 3 étages de 14 cartouches disposées en parallèle
 - Changement de cartouche : lorsque le différentiel de pression maximal atteint 138 kPa et lors des lavages chimiques; fréquence : 4 fois/an

Filtration sur membrane de nanofiltration

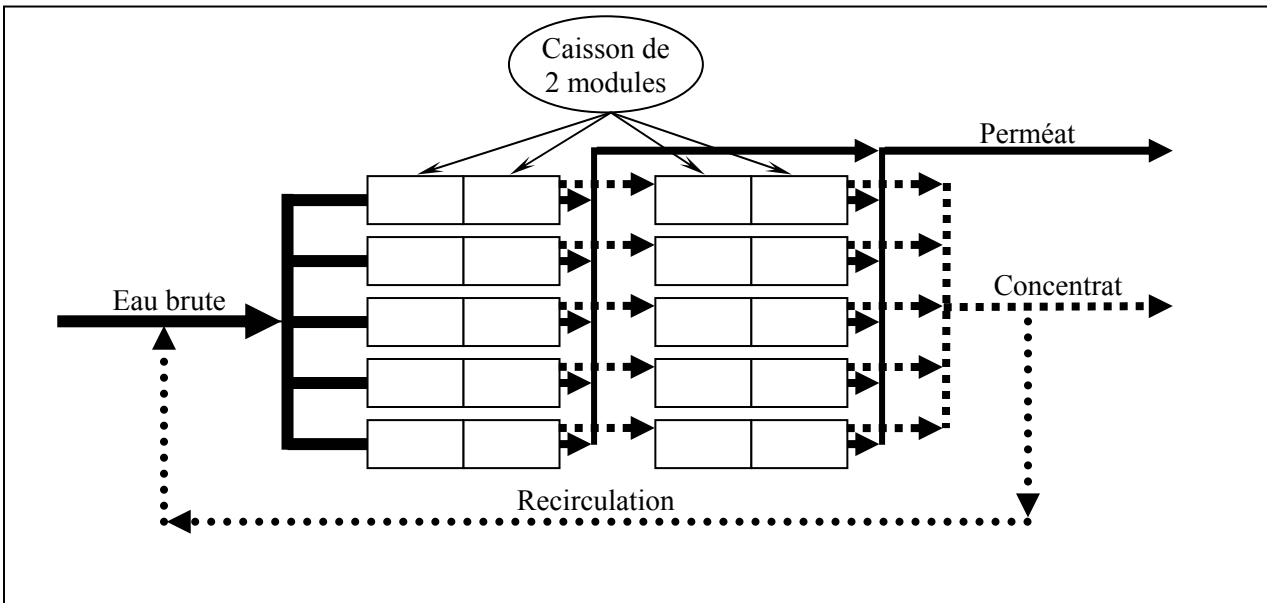
- **Caractéristiques de la membrane filtrante :**

- Type de membrane : FILMTEC NF90-400
- Mode de filtration : par gradient de pression avec écoulement tangentiel
- Caractéristiques de la membrane : enroulement spiralé de feuilles multiples
- Composition de la membrane : membrane composite de polyamide
- Diamètre d'un module : 20,1 cm
- Diamètre du tube de perméat : 3,81 cm
- Longueur d'un module : 101,6 cm
- Surface totale de filtration : 37 m²
- Seuil de coupure moyen : 200 daltons
- Débit d'alimentation maximal en écoulement tangentiel à l'entrée : 17 m³/h
- Flux de filtration maximal recommandé par le fabricant du module : 47,3 L/m²-h pour un SDI < 1; 38,37 L/m²-h pour un SDI < 3 et 30,54 L/m²-h pour un SDI < 5
- Débit de concentrat minimal à la sortie : 2,3 m³/h pour un SDI < 1; 3,0 m³/h pour un SDI < 3 et 3,4 m³/h pour un SDI < 5
- Taux de récupération maximal recommandé par le fabricant : 30 % pour un SDI < 1; 19 % pour un SDI < 3 et 15 % pour un SDI < 5
- Perte de charge maximale (entrée-sortie) d'un module : 103,4 kPa
- Flux de filtration testé : 33,0 L/m²-h à 10,6 °C

- **Caractéristiques des caissons :**

- Nombre de modules par caisson : 2
- Caissons en acier inoxydable SS-304 résistant à une pression maximale de 4137 kPa
- Caissons connectés en série sur le concentrat jusqu'à un maximum de 4 modules
- Débit d'alimentation en eau brute : 6,0 m³/h par voie de 4 modules en série
- Débit de recirculation de concentrat : 4,4 m³/h par voie de 4 modules en série
- Débit d'alimentation en écoulement tangentiel à l'entrée du premier module du premier caisson : 10,4 m³/h
- Débit de perméat maximal pour le premier module du premier caisson : 1,22 m³/h
- Débit de concentrat à la sortie du dernier module du dernier caisson : 5,9 m³/h
- Taux de récupération maximal pour le dernier module du dernier caisson : 14 %
- Taux de récupération global du caisson : 74,8 %
- Pression de fonctionnement à l'entrée du caisson : 1172 kPa
- Perte de charge (pression différentielle entrée-sortie du caisson) : 124 kPa

- **Configuration de l'installation de Rigaud :**



- **Caractéristiques et paramètres de fonctionnement :**

- Train à 1 étage utilisant en tout 20 modules spiralés et composé de 5 voies parallèles ayant chacune 2 caissons de 2 modules disposés en série et connectés sur le concentrat
- Train utilisant une boucle de recirculation ajustable faisant recirculer une partie du concentrat à l'entrée
- Débit quotidien total de conception en perméat du train : 545 m³/jour
- Débit quotidien total maximal du perméat pendant la période de suivi : 550 m³/jour
- Débit instantané maximal en perméat du train : 22,92 m³/h
- Flux membranaire moyen maximal du train : 30,97 L/m²/h
- Taux de récupération global du train pendant la période de suivi : de 73,1 % à 75,3 %
- Débit d'alimentation maximal en écoulement tangentiel à l'entrée des caissons : 52,42 m³/h
- Débit d'alimentation en eau brute au train : 30,42 m³/h
- Débit de recirculation du concentrat : 22,0 m³/h
- Débit de concentrat à la sortie des caissons : 29,5 m³/h
- Pression de fonctionnement à l'entrée de l'étage : 1172 kPa
- Perte de charge (pression différentielle entrée-sortie de l'étage) : 124 kPa
- Pression transmembranaire moyenne du train corrigée à 25 °C : 663 kPa
- Température de fonctionnement : minimum 8,0 °C, maximum 9,5 °C
- Nombre moyen de lavages chimiques : 4/an

- **Rinçage, lavage et désinfection des membranes :**

- Rinçage à haute vitesse :
 - ◆ Débit de balayage tangentiel : 11,8 m³/h (eau brute) par voie de 4 modules en série
 - ◆ Durée : 1,5 min
 - ◆ Fréquence : au besoin lorsque la pression de fonctionnement atteint plus de 1380 kPa
 - ◆ Perte maximale en eau brute préfiltrée : 0,213 m³

- Lavage chimique n :
 - ◆ Circulation à basse pression et en boucle fermée d'une solution de lavage (préparée avec l'eau nanofiltrée chauffée à une température de 25 à 35 °C) pendant 30 minutes :
 - Solution de lavage acide : acide chlorhydrique pour obtenir un pH entre 2 et 3
 - Solution basique : hydroxyde de sodium et EDTA pour obtenir un pH alcalin entre 11 et 12
 - Fréquence des lavages chimiques : 1 fois/mois à 1 fois/6 mois
 - Perte d'eau par lavage chimique (acide ou alcalin), incluant la vidange de la cuve de lavage : 45 L/module
 - ◆ À chaque entretien, arrêt du système et trempage des membranes dans ces solutions pendant 30 minutes à 2 heures.
 - ◆ Rinçage des membranes lavées pendant 5 minutes minimum avec de l'eau brute préfiltrée avant la remise en service. Perte d'eau par rinçage de 5 minutes : 125 L/module.
- Désinfection :
 - ◆ Désinfection des membranes effectuée tous les 6 mois après un lavage acide ou alcalin.
 - ◆ Circulation en boucle fermée pendant 20 minutes de la solution de désinfection préparée avec l'eau nanofiltrée maintenue à une température en bas de 25 °C. La solution est constituée de 0,2 % d'acide peracétique, avec un pH acide maintenu entre 3 à 3,9 par l'ajout, au besoin, d'acide chlorhydrique.
 - ◆ Perte d'eau par la désinfection, incluant la vidange de la cuve de lavage : 45 L/module.
 - ◆ Au besoin, arrêt du système et trempage des membranes dans ces solutions pendant 30 minutes à 2 heures.
 - ◆ Rinçage des membranes désinfectées pendant 5 minutes minimum avec de l'eau brute préfiltrée avant la remise en service. Perte d'eau par rinçage de 5 minutes : 125 L/module.
- **Entretien et remplacement des modules :**
 - Entretien préventif : par année, en moyenne, 4 lavages chimiques et 2 désinfections.
 - Remplacement de 5 modules et rotation de tous les modules une fois par année. À Rigaud, après les 4 premières années de service du système neuf, 5 modules sur 20 sont remplacés tous les ans. La rotation consiste à enlever le premier module de chaque voie, à remplacer tous les joints d'étanchéité, à faire avancer les autres modules d'une position dans chaque voie et à mettre les nouveaux modules en dernière position de chaque voie, pour équilibrer les débits de perméat. Les 5 plus vieux modules auront fait 7 années de service avant d'être remplacés.
- **Eaux de rejets**

Caractéristiques et volumes des rejets obtenus lors du suivi à Rigaud

Type de rejet	MES (mg/L)	Rejet au cours d'eau	Volumes
Concentrat des membranes	ND	ND	7,5 m ³ /h
Eaux de rinçage des membranes à haute vitesse	ND	ND	0,213 m ³ /rinçage
Eaux de rinçage des membranes	ND	ND	2,5 m ³ /rinçage
Eaux de lavage chimique des membranes	ND	ND	900 L/lavage
Eaux de lavage chimique des membranes (incluant les rinçages)	ND	ND	3,4 m ³ /lavage
Eaux de désinfection des membranes (incluant les rinçages)	ND	ND	3,4 m ³ /lavage

ND : Non déterminé. Ces rejets doivent être caractérisés pour vérifier s'ils peuvent être dirigés vers le cours d'eau, ce qui est très peu probable avec les eaux de lavage.

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

4. PERFORMANCE DU SYSTÈME

Paramètres analysés

Paramètres (moyennes)	Analyse eau brute	Analyse perméat	Pourcentage d'enlèvement
pH	7,40	5,85	s. o.
Coliformes fécaux	< 1	< 1	s. o.
Coliformes totaux	< 1	< 1	s. o.
BHAA	< 1	< 1	s. o.
Couleur vraie	s. o.	< 2	s. o.
Carbone organique total	0,78	< 0,20	s. o.
Turbidité	0,41	< 0,20	s. o.
Oxygène dissous	1,4	1,5	s. o.
Nitrites	< 0,2	< 0,2	s. o.
Nitrates et nitrites	< 0,4	< 0,4	s. o.
Alcalinité totale	265,0	2,6	99,0 %
Dureté totale	237,0	0,4	99,8 %
Calcium	38,54	0,1	99,8 %
Fer total	0,053	< 0,005	> 90,6 %
Fer dissous	0,014	< 0,001	> 92,6 %
Manganèse total	0,155	0,001	99,7 %
Manganèse dissous	0,142	0,0004	99,7 %
Chlorures	328,0	7,3	97,8 %
Fluorures	0,67	< 0,02	> 97,0 %
Sulfates	65,45	< 1,5	> 97,7 %
Sulfures	< 0,02	< 0,02	s. o.
Sodium	233,42	4,6	98,0 %
Magnésium	34,17	0,06	99,8 %
Baryum total	0,058	< 0,001	s. o.
Azote ammoniacal	0,34	0,03	91,0 %
Orthophosphates	0,10	< 0,03	s. o.
Arsenic total	< 0,008	< 0,008	s. o.
Solides dissous	869,5	75,4	91,3 %
Solides totaux	889,5	43	95,2 %
Conductivité	1405,6	133,09	90,5 %
Demande en chlore (24 h) idem THM	< 0,1	< 0,1	s. o.
SDS-THM (24 h Cl ₂ 0,5 mg/L; pH 7,5)	s. o.	s. o.	s. o.
SDS-AHA (24 h Cl ₂ 0,5 mg/L; pH 7,5)	s. o.	s. o.	s. o.

Caractéristiques particulières de l'eau brute

- SDI < 1 mesuré le 6 décembre 2007, selon la méthode ASTM D4189-95, sur l'eau brute du puits Agathe de la municipalité de Rigaud.
- Taux de colmatage moyen des membranes de 38 % obtenu le 26 novembre 2007 par simulation informatique avec les paramètres de l'eau brute du puits Agathe de la municipalité de Rigaud.

5. 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*. **Le Comité juge que les données disponibles obtenues lors du suivi partiel à la municipalité de Rigaud sont suffisantes pour répondre aux critères permettant l'implantation d'un projet de validation à l'échelle réelle de la technologie NANOZUR (MemProTec).** L'implantation d'un projet de validation reste toutefois limitée aux 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)	< 0,70	Turbidité (UTN) (maximum)	0,75
Dureté totale (mg/L) (basée sur 90 % des échantillons)	< 238	Alcalinité (mg/L) (maximum)	265
Calcium (mg/L) (basé sur 90 % des échantillons)	< 39	Magnésium (mg/L) (maximum)	34
Sodium (mg/L) (basé sur 90 % des échantillons)	< 236	Baryum (mg/L) (maximum)	0,06
Chlorures (mg/L) (basés sur 90 % des échantillons)	< 333	Fluorures (mg/L) (maximum)	0,68
Fer (mg/L) (basé sur 90 % des échantillons)	< 0,06	Fer (mg/L) (maximum)	0,06
Manganèse (mg/L) (basé sur 90 % des échantillons)	< 0,16	Manganèse (mg/L) (maximum)	0,16
Sulfates (mg/L) (basés sur 90 % des échantillons)	< 67	Arsenic (mg/L) (maximum)	0,008
Solides dissous (mg/L) (basés sur 90 % des échantillons)	< 880	Azote ammoniacal (maximum)	0,35
		Conductivité (µS/cm) (maximum)	1440
		pH	8,0

Les paramètres ci-dessus représentent la qualité de l'eau brute lors du suivi à Rigaud, mais ne tiennent pas compte des limites de la technologie. Pour des valeurs supérieures aux paramètres critiques mentionnés dans le tableau ci-dessus, le Comité serait prêt à reconnaître les données d'un nouvel essai ou d'un autre suivi. Celui-ci devrait être effectué sur une période d'au moins deux semaines sur une installation pilote ou réelle avec des critères de conception identiques à ceux contenus dans 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.