

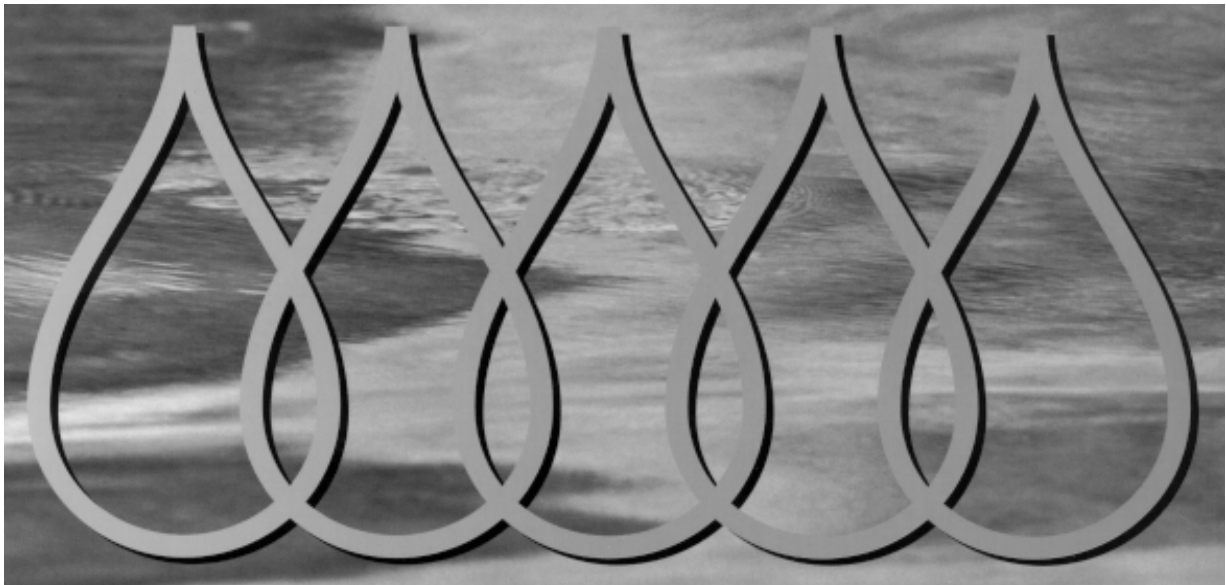
NANOFILTRATION

LAPIERRE/SYDOR (6 MODULES PAR CAISSON)

Niveau de développement :

EN VALIDATION À L'ÉCHELLE RÉELLE

Août 2005



Québec 

1- DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

Nanofiltration LAPIERRE/SYDOR (6 modules par caisson)

- **Nom et coordonnées du promoteur**

Les Équipements Lapierre inc.
99, rue de l'Escale
Saint-Ludger (Québec) G0M 1W0
Téléphone : (819) 548-5454
Télécopieur : (819) 688-9259
Site Internet : <http://www.equipementslapierre.com>
Courriel : info@equipementslapierre.com
M. Donald Lapierre

S.E.S. Service d'évaluation des systèmes inc.
C.P. 82137, 1100 boul. Maloney O
Gatineau (Québec) J8T 8B0
Téléphone : (819) 743-9722
Télécopieur : (819) 561-9448
Courriel : maurice.sydor@videotron.ca
M. Maurice Sydor, ing. M Sc.

2- DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

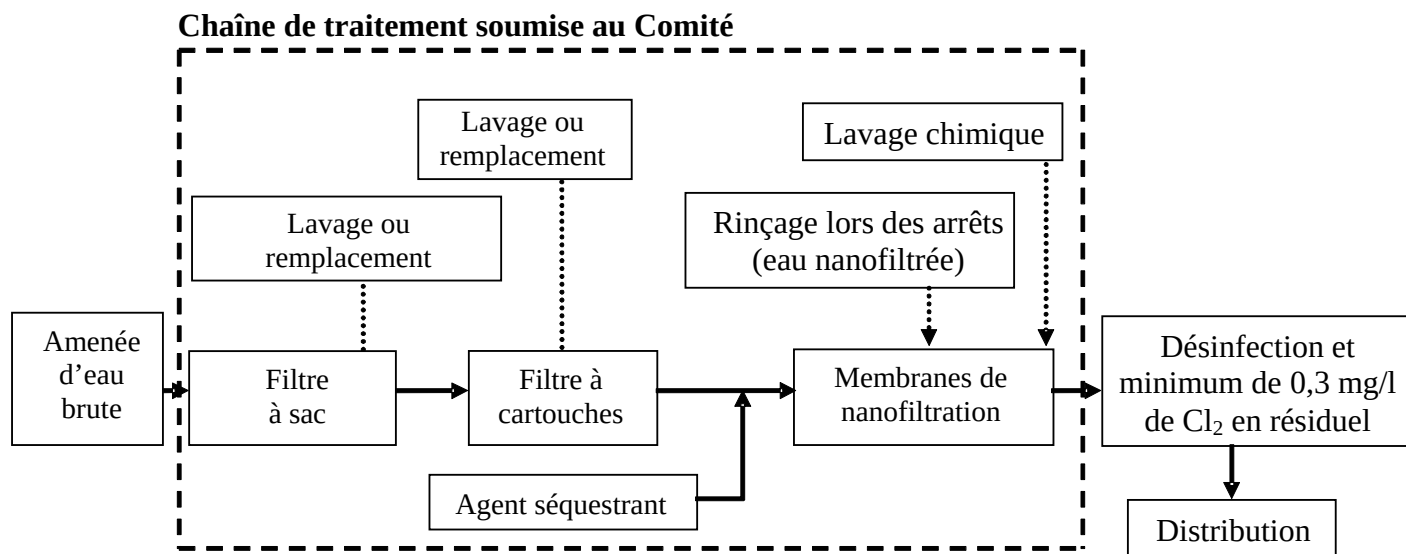
Généralités

La technologie vise le traitement par nanofiltration d'une eau souterraine pour l'élimination du fer et du manganèse ainsi que la réduction de la dureté, des sulfates et des solides dissous en général. Il s'agit d'une chaîne complète de traitement impliquant deux étapes de préfiltration (filtre à sac et filtre à cartouche), l'ajout d'un agent séquestrant pour contrôler la précipitation du fer et une filtration membranaire de nanofiltration. Comme aucun crédit d'enlèvement des virus n'est considéré dans cette chaîne de traitement, une désinfection finale sera effectuée à l'eau traitée afin de se conformer au *Règlement sur la qualité de l'eau potable*.

Dans la filière de traitement de nanofiltration LAPIERRE/SYDOR, l'eau brute passe à travers un filtre à sac de 5 microns (taille nominale) et ensuite dans un filtre à cartouche de 5 microns (taille nominale). Pour ces deux filtres, aucun lavage n'a été requis pendant les trois mois de pilotage, mais il serait bon de prévoir un lavage des filtres à sac une à deux fois par année. Un agent séquestrant est ensuite ajouté à l'eau préfiltrée, et le dosage varie selon la quantité de fer dissous présent dans l'eau brute. L'eau préfiltrée avec l'agent séquestrant passe ensuite sur des membranes de nanofiltration. Trois quarts du débit d'eau à traiter seront filtrés à travers les membranes (perméat) et le quart restant (concentrat) sera acheminé vers le rejet. Cette étape de nanofiltration permet l'élimination du fer et du manganèse ainsi que la réduction de la dureté, des sulfates et des solides dissous en général. Lors de l'arrêt du traitement, un rinçage à l'eau préfiltrée à haut débit est effectué sur l'ensemble des membranes afin de libérer les canaux d'écoulement. De plus, un lavage chimique sera requis lorsque le débit de perméat ou le taux de récupération aura diminué. On complétera le traitement par une chloration pour assurer l'inactivation des virus et le maintien d'un résiduel à l'entrée du système de distribution.

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



3- CRITÈRES DE CONCEPTION

Prétraitement :

- **Filtre à sac :**
 - o Type de filtre utilisé : sac d'une porosité de 5 microns nominale ;
 - o Montage testé : 2 filtres en parallèle de 12 cm de diamètre sur 50 cm de haut ;
 - o Capacité maximale : 4,5 m³/h ;
 - o Débit testé : 3,6 m³/h ;
 - o Lavage : manuellement une à deux fois par année, ou remplacement lorsque la perte de charge atteint 100 kPa ;
 - o Durée maximale de lavage : variable selon la sévérité du colmatage (30 min à 24 h) ;
 - o Quantité d'eau maximale consommée par lavage : variable (20 l/ filtre + tuyauterie).
- **Filtre à cartouches :**
 - o Type de filtre utilisé : filtre à cartouche à corde synthétique de 5 microns nominal de la compagnie Durpro ou équivalent ;
 - o Hauteur : 25,4 cm ;
 - o Diamètre : 10,2 cm ;
 - o Montage utilisé : quatre caissons en parallèle ;
 - o Capacité maximale : 9 m³/h (pour les 4) ;
 - o Débit testé : 3,6 m³/h ;
 - o Augmentation maximale du différentiel de pression : 138 kPa ;
 - o Changement de cartouches : lorsque le différentiel de pression maximal est atteint (environ 2 fois par année).

- **Agent séquestrant :**
 - o Produit et dosage utilisé : Flocon 260, de 4 à 6 mg/l selon la concentration en fer ;
 - o Acide chlorhydrique : selon le pH à obtenir à l'eau traitée.

Filtration sur membrane de nanofiltration :

- **Caractéristiques de la membrane :**
 - o Type de membrane utilisée : NF90-4040 de la compagnie Filmtec ;
 - o Mode de filtration : par gradient de pression avec écoulement tangentiel ;
 - o Caractéristiques des membranes : modules spiralés ;
 - o Composition : membranes composites en polyamide et polysulfone ;
 - o Diamètre d'un module : 10,05 cm ;
 - o Diamètre du tube de perméat : 1,9 cm ;
 - o Longueur d'un module : 101,6 cm ;
 - o Surface totale de filtration : 7,6 m²/module ;
 - o Seuil de coupure moyen : 350 Daltons ;
 - o Flux de filtration recommandé par le fabricant (SDI < 1) : gamme de 21 à 28 l/m²-h ;
 - o Flux de filtration testé et retenu (SDI<1) : 27,2 l/m²-h ;
 - o Flux de perméat testé pour le système : 21,5 l/m²-h (9 °C).
- **Caractéristiques des caissons et du train :**
 - o Configuration du train :
 - ◆ 1^{er} étage de deux caissons en parallèle (ou multiple de 2) ;
 - ◆ 2^e étage d'un caisson par paire de caissons au 1^{er} étage.
 - o Nombre de modules dans chacun des caissons : 6 ;
 - o Capacité du premier étage (2 caissons en parallèle de 6 modules) :
 - ◆ Débit d'alimentation maximal d'eau brute : 3,84 m³/h ;
 - ◆ Débit maximal de perméat : 2,33 m³/h ;
 - ◆ Flux maximal de perméat testé: 25,6 l/m²-h (9 °C) ;
 - ◆ Pression d'alimentation (en fonction de la température de l'eau) : 633 à 700 kPa.
 - o Capacité du deuxième étage (1 caisson de 6 modules) :
 - ◆ Débit d'alimentation maximal d'eau brute : 1,74 m³/h ;
 - ◆ Débit maximal de perméat : 0,839 m³/h ;
 - ◆ Flux maximal de perméat testé : 18,4 l/m²-h (9 °C) ;
 - ◆ Débit de concentrat : 0,91 m³/h ;
 - ◆ Pression d'alimentation (en fonction de la température de l'eau) : 633 à 700 kPa.
 - o Taux de récupération minimal global (pour les deux étages) : 75 % ;
 - o Pression transmembranaire de fonctionnement (en fonction de la température de l'eau) : 600 à 670 kPa ;
 - o Pression différentielle maximale permise sous des conditions normales de fonctionnement : 1 667 kPa ;
 - o Événement qui indique la nécessité de faire un lavage chimique : perte de débit de perméat global > 10 % ou taux de récupération global < 75 %.

- **Stratégie de lavage des membranes :**

- o Rinçage pour libérer les canaux d'écoulement lors de l'arrêt du système :
 - ♦ Débit : 1,8 à 2,0 m³/h (2 étages, 3 caissons en tout) ;
 - ♦ Fréquence : à chaque arrêt du traitement (environ 1 fois par jour) ;
 - ♦ Durée : 5 minutes ;
 - ♦ Perte maximale en eau : 420 litres (2 étages, 3 caissons en tout).
- o Lavage chimique :
 - ♦ Séquence :
 - Rinçage à l'eau nanofiltrée : 5 minutes (45 litres par caisson de 6 modules) ;
 - Prendre une lecture comme référence (avant lavage) : perméabilité, pH, turbidité, fer et conductivité ;
 - Circulation en boucle fermée d'une solution d'acide chlorhydrique à pH de 2 à 3 et à température de 35 °C : 30 à 60 minutes ;
 - Rinçage à l'eau nanofiltrée : 5 minutes (45 litres par caisson de 6 modules) ;
 - Prendre une deuxième lecture (après lavage acide) : perméabilité, pH, turbidité, fer et conductivité ;
 - Circulation en boucle fermée d'une solution basique d'hydroxyde de sodium à pH de 11 à 12 et à température de 30 °C à 40 °C : 30 à 60 minutes ;
 - Rinçage à l'eau nanofiltrée : 5 minutes (45 litres par caisson de 6 modules) ;
 - Prendre une dernière lecture de perméabilité (après lavage complet) : perméabilité, pH, turbidité, fer et conductivité.
 - ♦ Fréquence : 2 à 4 fois par année selon les consignes basées sur le pourcentage de perte de débit ou sur la baisse du taux de récupération (voir plus haut) ;
 - ♦ Perte maximale en eau nanofiltrée (pour toute la séquence de lavage chimique) : 600 litres par caisson de 6 membranes.

- **Eaux de rejet :**

Caractéristiques et volumes des rejets obtenus lors des essais pilotes à Napierville (2 étages, 3 caissons de 6 modules en tout) :

Type de rejet	Rejet au cours d'eau	MES (mg/l)	Volumes
Concentrat des membranes	N.L.	N.D.	19,6 m ³ /d
Eaux de rinçage des membranes	N.D.	N.D.	200 l/arrêt
Eaux de lavage des membranes (incluant les rinçages)	N.D.	N.D.	950 l/lavage

N.L. : Non létal, selon les critères de mortalité reliés aux truites arc-en-ciel et aux daphnies. Il y a eu 0 % de mortalité lors du rejet des membranes après une concentration de 75 % et plus.

N.D. : Non déterminé. Ces lavages doivent être caractérisés pour vérifier s'ils peuvent être dirigés vers le cours d'eau, ce qui est probable avec les eaux de rinçage des membranes, mais 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 mentionnées dans le *Guide de conception des installations de production d'eau potable*.

4- 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 de l'essai pilote effectué à Napierville sur l'eau du puits Poupart sont suffisantes pour répondre aux critères permettant l'implantation d'un projet de validation à l'échelle réelle.** L'implantation d'un projet de validation reste toutefois limitée à toutes les eaux brutes dont les caractéristiques correspondent aux paramètres obligatoires suivants :

Paramètres obligatoires	Eau brute	Autres paramètres mesurés à Napierville	Eau brute
Solides dissous (mg/l) (basée sur 95 % des échantillons)	< 1 395	Alcalinité totale (mg/l CaCO ₃)	170 à 190
Solides dissous (mg/l) (maximum)	1 500	pH	7,3 à 7,5
Dureté (mg/ l CaCO ₃) (basée sur 95 % des échantillons)	< 785	Sulfates (mg/l)	390 à 870
Dureté (mg/ l CaCO ₃) (maximum)	800	Température (°C)	8,3 à 9,6
Fe (mg/l) (maximum)	1,2	Turbidité (UTN)	0,06 à 1,13
Mn (mg/l) (maximum)	0, 386		

Pour des valeurs supérieures aux paramètres obligatoires mentionnés dans le tableau ci-dessus, le Comité serait prêt à reconnaître les données d'un nouveau pilotage. Celui-ci devrait être réalisé sur une période d'au moins deux semaines et inclure au moins un lavage chimique selon le protocole proposé par le Comité, avec des critères de conception identiques à ceux contenus dans la fiche. Il faut s'assurer que tous les équipements fonctionnent de façon optimale avant que les essais ne débutent.

Le nombre d'installations en validation à l'échelle réelle est limité à cinq.

Note : Le niveau de développement peut faire l'objet d'une révision suivant l'obtention d'autres résultats.