

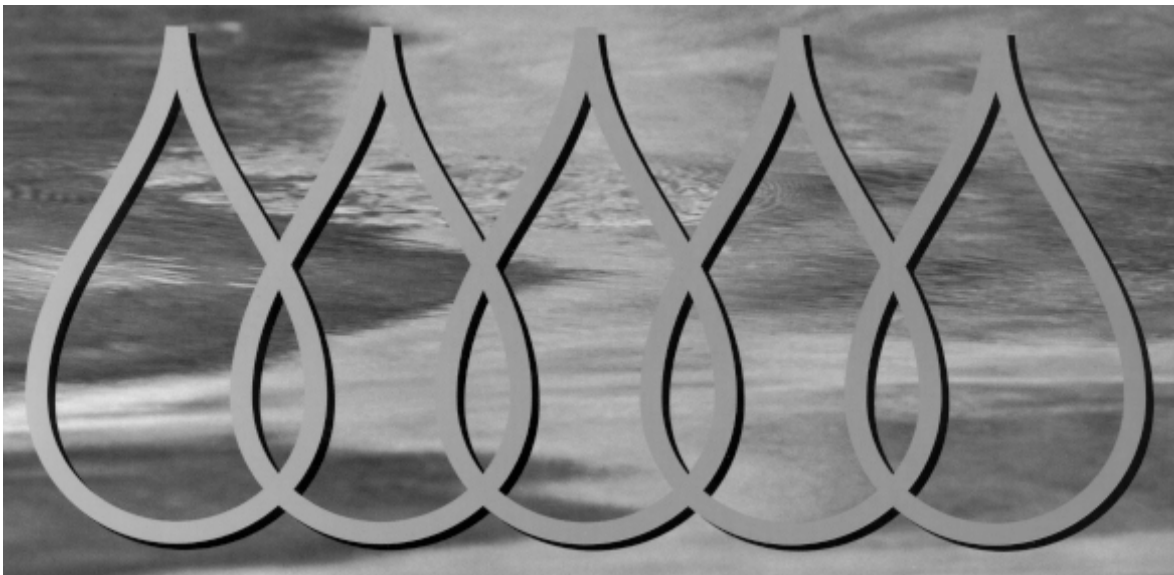
FICHE D'ÉVALUATION TECHNIQUE DU
COMITÉ SUR LES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT EN EAU POTABLE

NANOFILTRATION LAPIERRE (SIX MODULES PAR CAISSON)

Niveau de développement :

ÉPROUVÉ

Septembre 2009



Québec 

1. DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

Nanofiltration LAPIERRE (six 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 : www.equipementslapierre.com
Courriel : info@equipementslapierre.com
M. Donald Lapierre

2. DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE

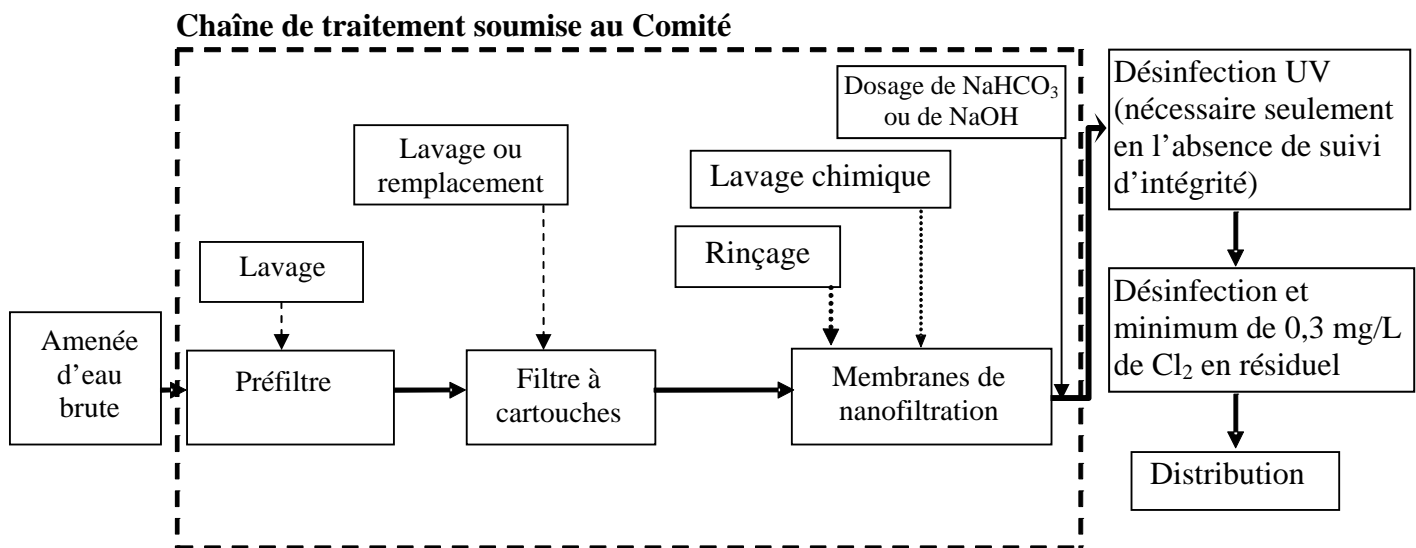
- **Généralités**

La technologie vise le traitement par nanofiltration d'une eau de surface pour l'élimination de la turbidité, de la couleur, de la matière organique naturelle et des micro-organismes pathogènes (coliformes fécaux, totaux, *Giardia* et *Cryptosporidium*). Il s'agit d'une chaîne complète de traitement impliquant deux étapes de prétraitement (préfiltres rotatifs et filtre à cartouches) et une filtration membranaire sans produits chimiques. La question des crédits d'enlèvement des parasites pour la technologie **Nanofiltration LAPIERRE** est traitée dans une fiche d'évaluation technique distincte. Les essais visant l'accréditation pour l'enlèvement des virus n'ayant pas été effectués sur cette technologie, une désinfection de l'eau traitée pour l'inactivation des virus devra être effectuée pour assurer la conformité au Règlement sur la qualité de l'eau potable.

Dans la chaîne de traitement **Nanofiltration LAPIERRE**, l'eau brute passe à travers un prétraitement constitué de filtres autonettoyants à disques avec tissus filtrants de 1 µm (taille nominale). Cette filtration permet la réduction de la turbidité et la diminution de la fréquence de remplacement des filtres à cartouches de 5 µm qui sont installés en amont des membranes pour leur protection. Le lavage de surface des filtres autonettoyants se fait à l'aide d'eau préfiltrée en fonction de la perte de charge. Les cartouches de 5 µm sont changées environ deux fois par année pour protéger les membranes. L'eau passe ensuite à travers des membranes de nanofiltration. Environ deux tiers du débit d'eau à traiter sont filtrés à travers les membranes (perméat), et le restant (concentrat) est acheminé vers le rejet. Cette étape de nanofiltration permet la réduction de la turbidité, de la couleur et de la matière organique (précurseurs de trihalométhanes [THM]) ainsi que l'obtention des crédits d'enlèvement. Lorsque le système de traitement membranaire est arrêté, un rinçage est effectué sur l'ensemble des membranes afin de libérer les canaux d'écoulement. De plus, un lavage chimique est effectué une fois par semaine selon les consignes basées sur la perte de débit ou de pression dans le caisson. Le traitement sera complété 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. DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE (issue du suivi de validation de 12 mois de l'installation de Lebel-sur-Quévillon)

- Prétraitement

- Préfiltres :

- Type de filtre utilisé : filtre rotatif autonettoyant fonctionnant sous pression et constitué de 18 disques avec support en fibre de verre de 1,2 m de diamètre; chaque disque possède 2 tissus filtrants d'une porosité de 1 μm
- Montage testé : 2 préfiltres en parallèle fournis par US Filter
- Surface de chaque préfiltre : 40,7 m^2
- Vitesse maximale de filtration : 2,2 m/h
- Capacité maximale par préfiltre : 90,7 m^3/h
- Lavage : lavage automatique séquentiel par l'atteinte d'une perte de charge maximale de 275 kPa aux préfiltres ou par l'atteinte d'une pression minimale de 35 kPa à la sortie des filtres à cartouches
- Fréquence de lavage : de 1 par saison (hiver) à 4 par jour (été)
- Durée maximale de lavage : 20 min
- Quantité d'eau maximale consommée par lavage : 2,5 m^3 d'eau traitée par préfiltre

- Filtre à cartouches :

- Type de filtre utilisé : filtre à cartouches à corde synthétique de 5 μm nominal de la compagnie Filterite/Pall
- Hauteur d'une cartouche : 101,6 cm
- Diamètre d'une cartouche : 7,6 cm
- Surface par cartouche : 0,24 m^2
- Montage utilisé : 2 filtres en parallèle composés de 88 cartouches chacun
- Vitesse maximale de filtration : 4,3 m/h
- Capacité maximale : 90,7 m^3/h
- Changement des cartouches : lorsque le différentiel de pression maximal de 250 kPa est atteint (environ 2 fois par année)

- **Filtration sur membrane de nanofiltration**

- **Caractéristiques de la membrane :**

- Types de membranes utilisées : NF70-400 et NF270-400 de la compagnie Dow/FilmTec
- Mode de filtration : par gradient de pression avec écoulement tangentiel
- Caractéristiques des membranes : modules spiralés
- Composition : membranes composites en polyamide et polysulfone
- Diamètre d'un module : 20,1 cm
- Longueur d'un module : 101,6 cm

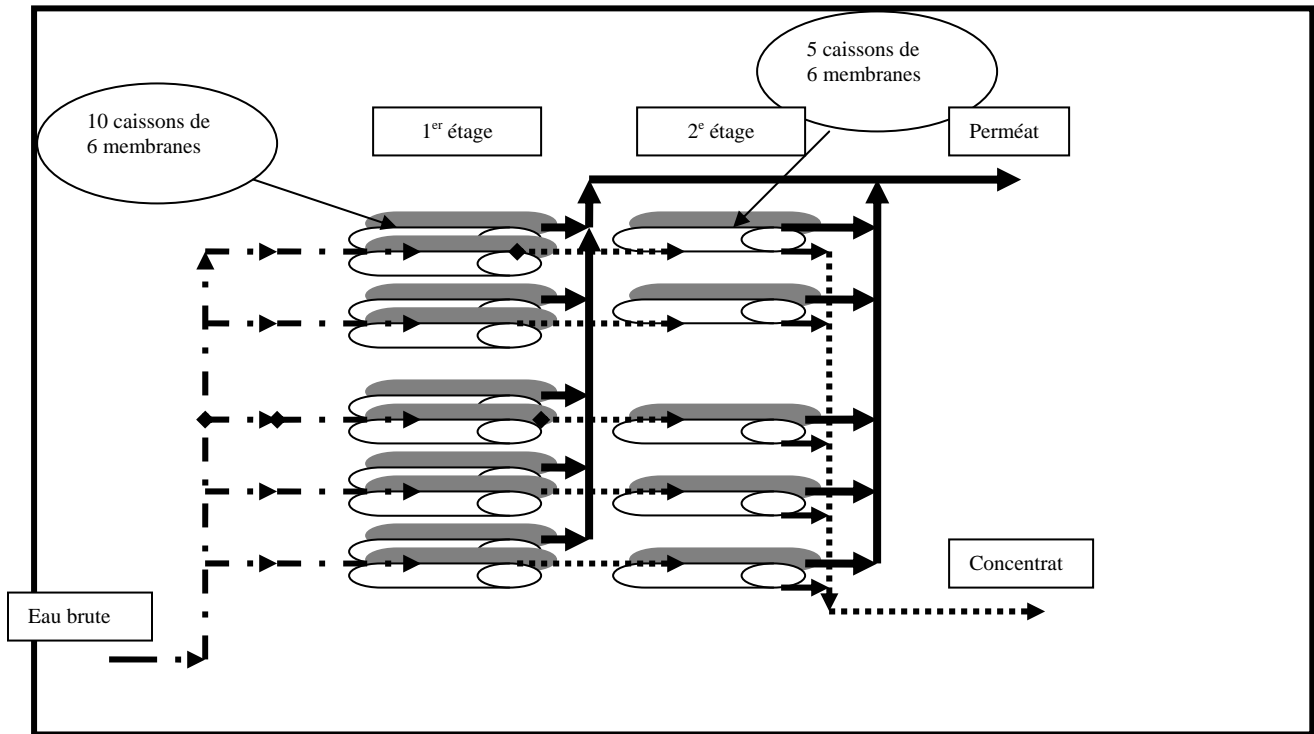
	NF70-400	NF270-400
Surface de filtration (m ² /module)	37	37
Seuil de coupure moyen (Da)	300	300
Diamètre du tube de perméat (cm)	2,9	3,8
Flux de filtration recommandé par le fabricant pour un SDI (Silt Density Index) < 5 (L/m ² -h)	Gamme de 21 à 28	Gamme de 22 à 30
Perte de charge maximale (entrée-sortie) d'un module (kPa)	103,4	103,4
Flux de filtration moyen testé pour le système (L/m ² -h, 1 à 22 °C)	16,9 (11,5 à 18)	19,27 (19,24 à 19,39)

- **Caractéristiques des caissons et du train :**

- Montage utilisé : 2 trains en parallèle
- Configuration de chaque train :
 - ◆ Premier étage de 10 caissons en parallèle
 - ◆ Deuxième étage de 5 caissons en parallèle (1 caisson par paire de caissons au premier étage)
- Nombre de modules dans chacun des caissons : 6

	NF70-400	NF270-400
Capacité du premier étage (m³/h)	42 à 43	42 à 43
Débit d'alimentation maximal en eau (m ³ /h)	90,9	90,9
Débit maximal de perméat (m ³ /h)	45,5	45,5
Flux maximal de perméat testé (L/m ² -h)	21,5	21,5
Pression d'alimentation en eau (kPa)	517 à 832	275 à 690
Capacité du deuxième étage (m³/h)	21 à 21,5	21 à 21,5
Débit d'alimentation maximal en eau (m ³ /h)	45,5	45,5
Débit maximal de perméat (m ³ /h)	22,8	22,8
Flux maximal de perméat testé (L/m ² -h)	21,5	21,5
Pression d'alimentation en eau (kPa)	517 à 832	275 à 690
Caractéristiques de l'ensemble du système		
Débit de concentrat (m ³ /h)	22,7 à 36,4	22,7 à 36,4
Taux de récupération moyen global (%)	69,9	69,9
Pression transmembranaire maximale pour amorcer un lavage (kPa)	≤ 344	≤ 344
Événement qui indique la nécessité de faire un lavage chimique :		
Perte de débit (% du filtrat)	> 10	> 10
Perte de pression dans le caisson (%)	> 15	> 15

- Configuration d'un train de l'installation de Lebel-sur-Quévillon :



- Caractéristiques et paramètres de fonctionnement de l'installation :

- Deux (2) trains en parallèle à 2 étages utilisant en tout 30 caissons contenant chacun 6 modules spiralés; 1 train est doté de modules NF70-400 et l'autre, de modules NF270-400
- Débit total de conception de perméat des 2 trains : 3114 m³/d
- Débit total maximal de perméat sur la période de suivi : 3002 m³/d
- Débit instantané maximal de perméat : 125 m³/h
- Flux transmembranaire moyen : 15 L/m²/h
- Taux de récupération global sur la période de suivi : de 58,5 % à 72,6 %
- Débit d'alimentation maximal en écoulement tangentiel à l'entrée d'un train : 97,7 m³/h
- Débit d'alimentation maximal en eau brute à l'entrée d'un train : 97,7 m³/h
- Débit de concentrat maximal à la sortie d'un train : 27,7 m³/h
- Pression de fonctionnement maximale à l'entrée : 1172 kPa
- Perte de charge (pression différentielle entrée-sortie) : 124 kPa
- Pression transmembranaire moyenne corrigée à 25 °C : 663 kPa
- Température de fonctionnement : minimum 1 °C, maximum 22 °C
- Nombre de lavages chimiques : 72/an pour les NF70-400 (membranes de 7 ans) et 14/an pour les NF270-400 (membranes de 1 an)

- Stratégie de lavage des membranes :

- Rinçage pour libérer les canaux d'écoulement lors de l'arrêt du système :
 - ◆ Débit : 1,5 m³/h (2 étages, 15 caissons en tout)
 - ◆ Fréquence : à chaque arrêt du traitement (environ 1 fois par jour)
 - ◆ Durée : de 2 à 5 min
 - ◆ Perte maximale en eau : 1000 L (2 étages, 15 caissons en tout)

○ Lavage chimique :

◆ Séquence :

- Rinçage à l'eau nanofiltrée, chauffée à un minimum de 30 °C, d'une durée de 2 à 5 min (120 L par caisson de 6 modules)
- Circulation en boucle fermée d'une solution basique d'hydroxyde de sodium Ultrasil 110 à un pH de 11 à 12 maximum, à une température de 35 à 38 °C, d'une durée de 45 à 60 min; le premier étage se lave en premier; l'eau de lavage est utilisée pour le nettoyage du préfiltre US Filter
- Rinçage du premier étage à l'eau nanofiltrée, chauffée à un minimum de 30 °C, d'une durée de 2 à 5 min (120 L par caisson de 6 modules); l'eau de rinçage du premier étage est utilisée pour la préparation de la solution basique de lavage du deuxième étage
- Rinçage du deuxième étage à l'eau nanofiltrée, chauffée à un minimum de 30 °C, d'une durée de 2 à 5 min (120 L par caisson de 6 modules); l'eau de rinçage du deuxième étage est utilisée pour le nettoyage des filtres à cartouche
- ◆ Fréquence : 1 fois par semaine selon les consignes basées sur le pourcentage de perte de débit ou de perte de pression dans le caisson (voir plus haut)
- ◆ Lecture de conductivité, de turbidité et de pression avant et après lavage
- ◆ Durée totale : 3,5 à 4 h
- ◆ Perte maximale en eau nanofiltrée (pour toute la séquence de lavage chimique) : 14 m³ d'eau traitée/train/lavage

• Norme de turbidité :

- Performance atteinte lors du suivi :
 - ◆ Turbidité < 0,1 UTN, 95 % du temps

• Formation de sous-produits de chloration (THM et AHA)

- La valeur maximale des THM mesurés en réseau obtenue lors du suivi de validation à Lebel-sur-Quévillon a été de 5,6 µg/L.
- La valeur moyenne des AHA (acides haloacétiques) mesurés en réseau obtenue lors du suivi de validation à Lebel-sur-Quévillon n'a pas été déterminée.

• Eaux de rejet

• Caractéristiques et volumes des rejets obtenus lors du suivi à Lebel-sur-Quévillon :

Type de rejet	Rejet au cours d'eau	MES (mg/L)	Volumes
Concentrat des membranes	N.D.	N.D.	1175 m ³ /d
Eaux de rinçage des membranes	N.D.	N.D.	120 L/caisson/ rinçage
Eaux de lavage des membranes (incluant les rinçages)	non	N.D.	311 L/caisson/ lavage

N.D. : Non déterminé. Ces rejets 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 du *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 du suivi à Lebel-sur-Quévillon avec les modules NF70-400 et NF270-400 sont suffisantes pour répondre aux critères permettant de valider le suivi de la technologie Nanofiltration LAPIERRE 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 critiques suivants :

Paramètres critiques	Eau brute	Autres paramètres mesurés	Eau brute
Turbidité (UTN) (basée sur 95 % des échantillons)	< 6,1	Turbidité (UTN) (maximum)	7,5
COT (mg/L) (basé sur 95 % des échantillons)	< 11	COT (mg/L) (maximum)	12
Fe total (mg/L) (basé sur 95 % des échantillons)	< 0,43	Couleur (UCV) (basée sur 95 % des échantillons)	65
Mn total (mg/L) (basé sur 95 % des échantillons)	< 0,01	Coliformes fécaux (UFC/100 ml) (maximum)	8
		Température (°C)	1 à 22
		pH	5,7 à 7
		Alcalinité totale (mg/L CaCO ₃)	4 à 8
		Dureté (mg/L CaCO ₃)	8 à 15

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 pilote. Celui-ci devrait être conduit sur une période d'au moins deux semaines, inclure au minimum deux lavages chimiques selon le protocole proposé par le Comité et présenter des critères de conception identiques à ceux contenus dans cette fiche. Tous les équipements devront fonctionner adéquatement avant que ne commence le nouvel essai pilote.

Note : Le niveau de développement peut être révisé suivant l'obtention d'autres résultats.