

FICHE D'INFORMATION TECHNIQUE

Crédits d'enlèvement et suivi d'intégrité NANOFILTRATION LAPIERRE

Domaine d'application : *Eau potable*
Niveau de la fiche : *En validation à l'échelle réelle*

Date de révision : 2024-11-04
Date d'expiration : 2027-11-30



Québec 

Fiche d'information technique : FTEP-LPR-EQFM-01EV

MANDAT DU BNQ

Depuis le 1^{er} janvier 2014, la coordination des activités du Comité sur les technologies de traitement en eau potable (CTTEP) est assumée par le Bureau de normalisation du Québec (BNQ). Le BNQ est ainsi mandaté par le gouvernement du Québec pour être l'administrateur de la procédure suivante :

- *Procédure de validation de la performance des technologies de traitement en eau potable*, MELCCFP, mars 2021.

Cette procédure, qui est la propriété du gouvernement du Québec, peut être consultée dans le site Web du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCCFP) à l'adresse suivante :

- http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/CTTEP_ProcedureAnalyseEauPotable.pdf

Les procédures du BNQ, qui décrivent la marche à suivre pour la validation de la performance d'une technologie en vue de la diffusion d'une fiche d'information technique par le gouvernement du Québec, sont décrites dans les documents suivants :

- BNQ 9922-200 *Technologies de traitement de l'eau potable et des eaux usées d'origine domestique — Validation de la performance — Procédure administrative*, BNQ, mars 2021;
- BNQ 9922-201 *Technologies de traitement de l'eau potable et des eaux usées d'origine domestique — Reconnaissance des compétences des experts externes pour l'analyse des demandes de validation de la performance des technologies de traitement*, BNQ, octobre 2020.

Ces procédures, dont le BNQ est responsable, peuvent être téléchargées à partir du site Web du BNQ au lien suivant :

- [Validation des technologies de traitement de l'eau](#)

Cadre juridique régissant l'installation de la technologie

L'installation d'équipements de traitement en eau potable doit faire l'objet d'une autorisation préalable du ministre de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE) et des règlements qui en découlent.

La présente fiche d'information technique ne constitue pas une certification ou une autre forme d'accréditation. L'entreprise demeure responsable de l'information fournie, et les vérifications effectuées par le CTTEP ne dégagent en rien l'ingénieur concepteur et l'entreprise de fabrication ou de distribution de leurs obligations, garanties et responsabilités. L'expert externe, le BNQ, le CTTEP et les ministères du gouvernement du Québec ne peuvent être tenus responsables de la contreperformance d'un système de traitement en eau potable conçu en fonction des renseignements contenus dans la présente fiche d'information technique. En outre, cette fiche d'information technique pourra être révisée à la suite de l'obtention d'autres résultats.

Documents d'information publiés par :

- le MELCCFP.

Nanofiltration Lapierre, Crédits d'enlèvement et suivi d'intégrité

DATE DE RÉVISION	OBJET	VERSION DE LA PROCÉDURE DU MELCCFP	VERSION DE LA PROCÉDURE ADMINISTRATIVE BNQ 9922-200
2015-11-12	1 ^{re} édition	Septembre 2014	Septembre 2014
2018-12-04	1 ^{re} révision – Renouvellement	Septembre 2014	Octobre 2017
2021-11-30	2 ^e révision – Renouvellement	Mars 2021	Mars 2021
2024-11-04	3 ^e révision – Renouvellement	Mars 2021	Mars 2021

1. DONNÉES GÉNÉRALES

Nom de la technologie :

Nanofiltration Lapierre, Crédits d'enlèvement et suivi d'intégrité

Nom et coordonnées du distributeur

LES ÉQUIPEMENTS LAPIERRE INC.
Saint-Ludger (Québec) G0M 1W0
Téléphone : 819 548-5454
Télécopieur : 819 688-9259
Personne-ressource : M. Donald Lapierre
Courriel : info@elapierre.com

2. DESCRIPTION DU PROTOCOLE ET DE LA TECHNOLOGIE

Description du protocole

Les techniques utilisées pour établir le niveau d'enlèvement des pathogènes ainsi que 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 essais suivants ont été sélectionnés et expérimentés sur les unités d'un module par caisson et de deux modules par caisson de l'entreprise Les Équipements Lapierre inc. : en présélection, un essai de séparation d'une solution de sulfate de magnésium ($MgSO_4$) sur chaque module sélectionné et, en usine, la séparation de particules précalibrées pour obtenir les crédits d'enlèvement et la séparation d'un colorant alimentaire pour un suivi manuel d'intégrité.

L'essai de séparation d'une solution de $MgSO_4$ a d'abord été fait séparément sur chacun des modules par le fabricant FilmTec afin que soient sélectionnés huit modules membranaires NF270 ayant un taux de séparation moyen se situant dans le dixième centile inférieur d'une courbe normale basée sur un échantillon de 2 000 modules.

Les essais de séparation de particules fluorescentes ont été utilisés pour déterminer les crédits d'enlèvement des unités de deux à six modules par caisson alors que la séparation d'un colorant alimentaire a été utilisée pour établir le suivi manuel d'intégrité à mettre en place pour assurer le maintien des crédits d'enlèvement dans le temps.

Description des unités

La fiche d'évaluation technique Nanofiltration Lapierre (FTEP-LPR-PRFM-01VA) contient la description des différents caissons traités dans la présente fiche. Pour ces unités, les connexions entre les modules et le caisson sont munies de joints toriques à chaque extrémité. L'interconnexion entre les modules est aussi assurée par le même type de joint. Un joint d'étanchéité en forme de U doit être placé sur les modules qui se trouvent aux extrémités du caisson pour éviter que l'eau non traitée n'atteigne la sortie de perméat. Les joints et les caissons doivent supporter des pressions de fonctionnement pouvant aller jusqu'à 1 700 kPa tout en assurant l'étanchéité du système dans une gamme de températures variant de 0,5 °C à 30 °C.

NOTE : Il incombe au concepteur de vérifier que tous les autres paramètres du *Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP)* sont respectés.

3. RÉSULTATS

Essais d'intégrité des modules membranaires par séparation d'une solution de MgSO₄

Les résultats des essais ont été obtenus par FilmTec à une pression de 480 kPa, à une concentration initiale de MgSO₄ de 2000 mg/l, à un taux de récupération de 15 % et à une température de 25 °C.

Caractéristiques des modules NF270-400			
Modules choisis (8)		Modules testés (2000)	
Numéro de série	% de séparation	Centile	% de séparation
F1614158	97,1	100	99,1
F1614157	97,9	90	98,8
F1614161	97,7	75	98,6
F1535536	97,8	50	98,3
F1613956	97,7	25	97,9
F1614138	97,0	10	97,7
F1614076	97,9	2,5	97,13
F1613971	97,9	0	97,1
Moyenne	97,63	Moyenne	98,2

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

	Concentration de particules dans l'alimentation (en particules/ml)	Concentration de particules dans le perméat (en particules/ml)	Log d'enlèvement obtenu lors des essais
1 module par caisson à 6 °C	2,2 x 10 ⁵	60 à 3150	1,90 à 3,62
1 module par caisson à 20 °C	1,9 x 10 ⁵	50 à 1700	2,09 à 3,87
6 modules par caisson à 6 °C	2,2 x 10 ⁵	200 à 400	2,74 à 3,04
6 modules par caisson à 20 °C	1,9 x 10 ⁵	76 à 240	2,90 à 3,40

La performance de séparation des modules NF270 installés depuis deux ans et des modules NF70 installés depuis neuf ans a été meilleure que celle des modules NF270 neufs. De plus, le taux de séparation d'une solution de MgSO₄ des modules NF70 neufs est supérieur à celui des modules NF270 neufs. Ainsi, puisqu'ils représentent le pire scénario, seuls les résultats des modules NF270 ont été utilisés dans le cadre de ces essais.

Les paramètres relevés lors de ces essais ont été les suivants :

Paramètres	1 ou 6 modules par caisson en eau froide	1 ou 6 modules par caisson en eau chaude
Concentration effective de la solution préparée (en particules/ml)	2,2 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁵
Diamètre nominal des particules fluorescentes (en µm)	1,0	1,0
Température initiale (en °C)	5,6	19,8
Température finale (en °C)	6,5	20,2

Essais manuels d'intégrité des modules par séparation d'un colorant alimentaire

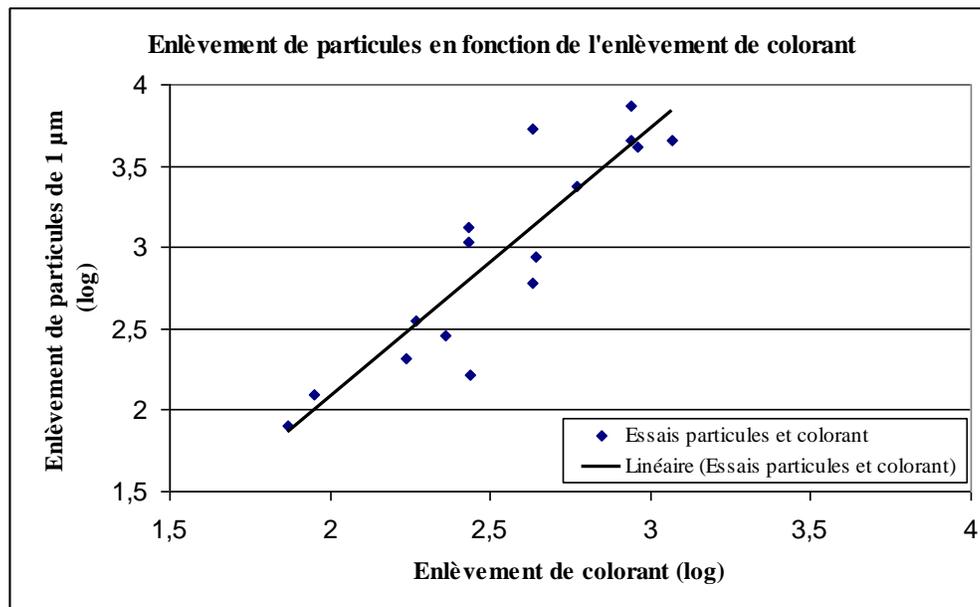
Les résultats des essais ont été obtenus par Les Équipements Lapierre inc. lors des essais effectués à l'installation de production d'eau potable de Lebel-sur-Quévillon sur les modules NF270-400 neufs. Les essais ont été faits avec un colorant (rouge n° 3) d'un poids moléculaire de 880 Da et les prélèvements ont été mesurés en colorimétrie.

Log d'enlèvement de colorant et de microsphères de 1 µm pour les modules NF270-400							
Module		Essai en eau froide (4,5 °C à 5,3 °C)			Essai en eau chaude (20 °C)		
Position	Numéro de série	Couleur (FAU)	Enlèvement couleur (log)	Enlèvement particules (log)	Couleur (FAU)	Enlèvement couleur (log)	Enlèvement particules (log)
Entrée		2668			2772		
1	F1614158	11	2,43	3,12	4	3,07	3,66
2	F1614157	11	2,43	3,03	4	2,94	3,66
3	F1614161	5	2,77	3,38	5	2,94	3,87
4	F1535536	7	2,63	2,78	8	2,64	2,94
5	F1613956	37	1,87	1,90	35	1,95	2,09
6	F1614138	10	2,44	2,22	13	2,36	2,46
7	F1614076	3	2,96	3,62	8	2,63	3,73
8	F1613971	16	2,24	2,32	16	2,27	2,55
Sortie		3056			3736		

Il est donc possible d'établir une relation entre l'enlèvement de la couleur et l'enlèvement des particules. Le graphique suivant montre cette relation qui peut être approximée au moyen d'une relation linéaire dont voici l'équation :

$$\text{Log}(\text{microsphères}) = 1,65 * \text{Log}(\text{colorant}) - 1,22$$

Le coefficient de corrélation de cette équation est 0,899 et son coefficient de détermination (R²) est 81 %. Cette relation permet de déterminer le crédit d'enlèvement accordé à cette technologie.



4. CRÉDITS D'ENLÈVEMENT RECONNUS PAR LE CTTEP

La capacité du système Nanofiltration Lapierre d'enlever les parasites et les virus dépend non seulement des éléments utilisés pour le démontrer (particules ou organismes vivants), mais aussi de la concentration dans l'eau brute de ces particules ou organismes et de la méthode de suivi d'intégrité qui est retenue. Les crédits d'enlèvement accordés au système Nanofiltration Lapierre reflètent donc cette réalité et prennent aussi en compte les besoins réels des installations de traitement d'eau de surface au Québec ainsi que la volonté de mettre en place une approche de traitement par barrières multiples.

Pour établir les crédits d'enlèvement, le CTTEP s'est appuyé sur les résultats des différents essais réalisés sur le système Nanofiltration Lapierre, pour lesquels des particules de 1,0 µm ont été utilisées.

Pour les protozoaires, les crédits d'enlèvement reconnus et retenus par le CTTEP dépendent des performances atteintes, de la performance de la méthode de suivi d'intégrité par enlèvement de colorant et de la volonté du CTTEP de limiter les crédits d'enlèvement accordés à une seule étape de traitement.

Pour les virus, le CTTEP n'accordera aucun crédit d'enlèvement au système Nanofiltration Lapierre puisque les particules utilisées ont un diamètre de loin supérieur à celui des virus.

Les crédits d'enlèvement reconnus par le CTTEP pour le système Nanofiltration Lapierre se listent comme suit :

Suivi d'intégrité	Crédits d'enlèvement accordés (log)		
	<i>Cryptosporidium</i>	<i>Giardia</i>	Virus
Essai d'enlèvement de colorant > 2,6 log	3	3	0
Essai d'enlèvement de colorant > 2,9 log	3,5	3,5	0
Essai d'enlèvement de colorant > 3,2 log	4	4	0

Pour obtenir ces crédits d'enlèvement, la procédure générale pour le contrôle et le suivi d'intégrité des modules doit être mise en place (voir section suivante).

NOTE : Les crédits d'enlèvement reconnus par le CTTEP peuvent faire l'objet d'une révision suivant l'obtention d'autres résultats.

5. PROCÉDURE GÉNÉRALE POUR LE CONTRÔLE ET LE SUIVI D'INTÉGRITÉ

La procédure de contrôle et de suivi d'intégrité des modules NF70 et NF270 se décrit comme suit :

Étape 1 : Essai de séparation d'une solution de MgSO₄ et de séparation d'un colorant pour les nouveaux modules

Avant livraison, les modules qui seront utilisés doivent avoir subi un essai de séparation d'une solution de MgSO₄ dans les conditions prévues par le fabricant FilmTec (concentration initiale de MgSO₄ de 2000 mg/L, pression de 480 kPa, taux de récupération de 15 % et température de 25 °C). Pour que les modules puissent être utilisés en production d'eau potable, leur taux de séparation doit être supérieur ou égal à 98 %.

À l'installation de traitement, avant le début de la production d'eau potable, les modules qui auront été retenus seront montés dans les caissons pour y subir un essai de séparation d'un colorant alimentaire. Le colorant utilisé sera un colorant rouge n° 3 d'un poids moléculaire de 880 Da, et les essais seront effectués dans le respect des conditions suivantes : pression minimale de 480 kPa, lecture initiale de colorant ≥ 2700 FAU et recirculation de la solution colorée jusqu'à l'obtention de conditions stables (débit, pression, température). Tous les caissons du système seront mis à l'essai. La limite pour décider si un caisson est intègre ou non sera une séparation minimale de 2,6 log de colorant, basée sur la lecture colorimétrique (FAU).

Si un caisson échoue l'essai, chacun de ses modules sera alors mis à l'essai dans les mêmes conditions. Le module qui échouera l'essai sera remplacé par un nouveau module qui aura réussi l'essai de séparation du colorant.

L'essai de séparation du colorant, effectué dans les mêmes conditions que celles décrites plus haut, sera aussi exigé après la mise en fonction du système de traitement.

Étape 2 : Suivi d'intégrité par essai de séparation d'un colorant

En exploitation, chacun des caissons du système de traitement par membranes doit réussir un essai de séparation d'un colorant. Les conditions d'exécution de cet essai sont les mêmes que celles de l'essai initial de séparation d'un colorant, soit pression minimale de 480 kPa, lecture initiale de colorant ≥ 3100 FAU et recirculation de la solution colorée jusqu'à l'obtention de conditions stables (débit, pression, température). La limite pour décider si un caisson est intègre ou non sera une séparation minimale de 2,6 log de colorant, basée sur la lecture colorimétrique (FAU).

L'essai de séparation d'un colorant doit être effectué régulièrement pendant l'utilisation des équipements de traitement par membranes. Cet essai pourra être effectué plus fréquemment, mais il devra être effectué au moins une fois par semaine ou à chacune des occasions suivantes :

- après chaque lavage;
- avant la remise en service d'un caisson qui aura été ouvert, changé, rééquipé, etc.;
- lorsque le suivi d'autres paramètres (turbidité, conductivité, débit) fera soupçonner un bris d'intégrité.

L'essai de séparation d'un colorant doit être effectué dans le respect des indications du fabricant et en s'assurant que les conditions minimales d'exécution décrites auparavant sont respectées. Le manuel du fabricant doit décrire les étapes d'exécution de l'essai de séparation d'un colorant en précisant ce qu'il faut faire avant (lavage et rinçage), pendant et après l'essai (remise en service des caissons, gestion du rejet de colorant, etc.).

Étape 3 : Réaction en cas d'échec à l'essai de séparation d'un colorant

Si un ou plusieurs caissons ne réussissent pas l'essai de séparation d'un colorant, le problème peut être lié à un module, à un joint d'étanchéité ou au branchement entre les modules et le ou les caissons. Lorsqu'un tel évènement se produit, les vérifications suivantes doivent être faites :

- Isoler le ou les caissons qui ont échoué l'essai. Alternativement, il est possible de diriger le filtrat du ou de ces caissons vers l'égout pluvial avec le concentrat, le temps de permettre à l'opérateur de faire une inspection plus détaillée.
- Remettre en service les caissons intègres, si possible.
- Établir le diagnostic pour le ou les caissons qui ont échoué l'essai de séparation d'un colorant afin d'établir si le problème provient des joints d'étanchéité, des modules eux-mêmes ou des connexions entre les modules membranaires ou entre les modules et les caissons. Le diagnostic pour le ou les caissons qui ont échoué l'essai de séparation d'un colorant doit être établi en respectant les indications du fabricant. Le manuel du fabricant doit préciser les étapes d'exécution du diagnostic en décrivant les manipulations à effectuer pour vérifier l'absence de fuites possibles et trouver la ou les causes de l'échec du caisson à l'essai de séparation d'un colorant.
- Réparer les bris, si possible, ou remplacer les pièces défectueuses.
- Effectuer un second essai d'intégrité sur le ou les caissons réparés en suivant les indications de l'étape 2.
- Ne remettre en service que le ou les caissons réparés qui réussiront l'essai de séparation d'un colorant précédemment décrit.

Étape complémentaire : Suivi d'intégrité par la turbidité

Comme l'exige la réglementation, un turbidimètre doit être installé au perméat de chaque train membranaire. Pour respecter la réglementation et les performances attendues du système Nanofiltration Lapierre, la turbidité doit être :

- < 0,2 UTN 100 % du temps;
- < 0,1 UTN 95 % du temps.

Un excès de turbidité au-delà de 0,2 UTN pour une période de 15 minutes consécutives doit déclencher une alarme et isoler le train afin qu'un essai de décroissance de pression puisse être effectué. Pour un système membranaire où un suivi par échantillonnage quotidien est réalisé (article 22.1 du RQEP), le système d'alarme n'est pas requis; la turbidité doit être inférieure à 0,3 UTN 100 % du temps et inférieure à 0,2 UTN 95 % du temps.

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