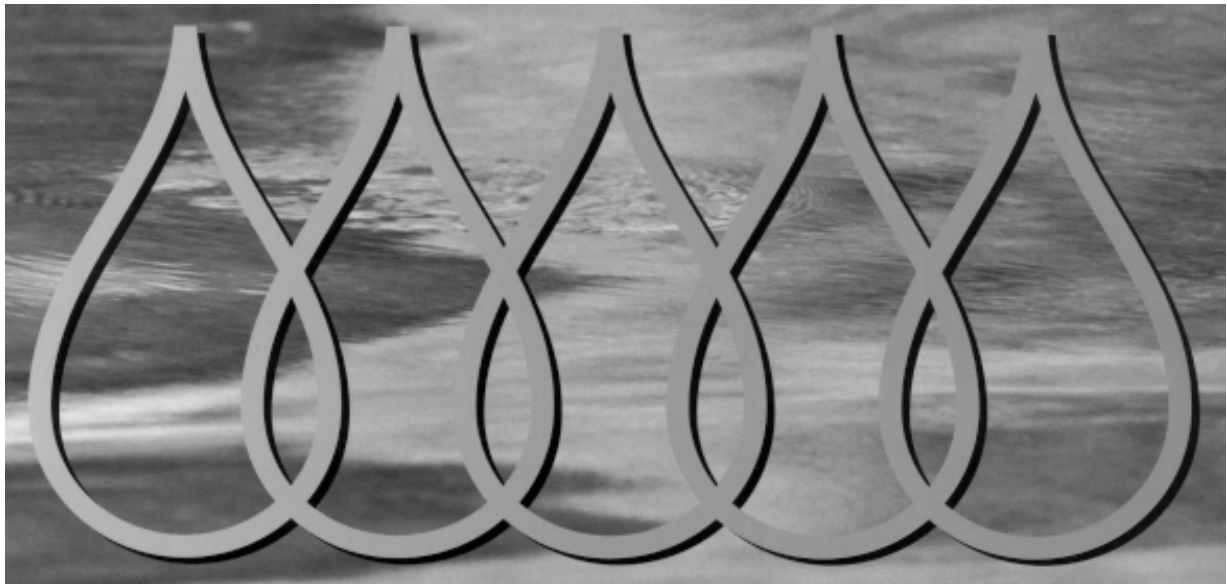


# Degrémont NF-Azur

Niveau de développement :

**EN VALIDATION À L'ÉCHELLE RÉELLE**

Janvier 2011



Québec 

---

## 1- DONNÉES GÉNÉRALES

- **Nom de la technologie**

Systeme membranaire **Degrémont NF-Azur**

- **Nom et coordonnées du promoteur**

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

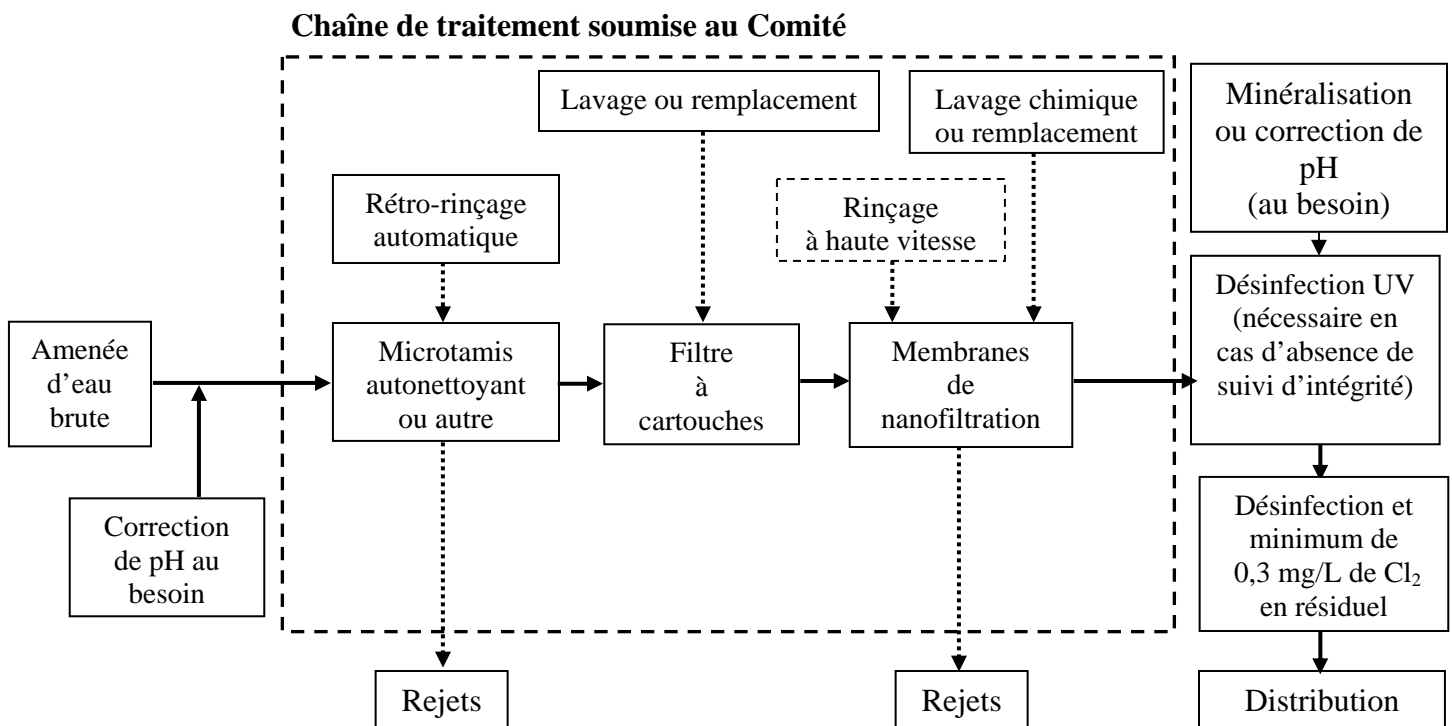
La technologie vise le traitement par nanofiltration d'une eau de surface pour l'élimination de la turbidité, de la couleur, de la matière organique naturelle et des micro-organismes pathogènes (coliformes fécaux, totaux, *Giardia* et *Cryptosporidium*). Il s'agit d'une chaîne complète de traitement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

Dans la chaîne de traitement **Degrémont NF-Azur**, l'eau brute passe à travers un prétraitement constitué d'un microtamis autonettoyant de 10 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 rétro-rinçage de ce microtamis est réglé en fonction de la perte de charge et se fait avec de l'eau brute. Les cartouches de 5 µm sont changées à une fréquence qui dépend des caractéristiques de l'eau à traiter. Cette eau prétraitée passe ensuite à travers des membranes de nanofiltration. Environ les deux tiers du débit d'eau prétraitée sont filtrés à travers les membranes (perméat), et le restant (concentrat) est acheminé vers le rejet. Une boucle de recirculation du concentrat est prévue pour augmenter la vitesse d'écoulement vers les membranes et ainsi réduire leur colmatage. Cette étape de nanofiltration permet la réduction de la turbidité, de la couleur et de la matière organique (précurseurs de trihalométhanes). Un dispositif de rinçage automatique à haute vitesse avec de l'eau prétraitée permet de libérer à basse pression les canaux d'écoulement et de réduire la concentration de la matière organique colmatante à la surface de la membrane. Un lavage chimique est nécessaire lorsque la pression transmembranaire normalisée a augmenté de 30 % par rapport à la pression de référence.

Le traitement est 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- CRITÈRES DE CONCEPTION

## Prétraitement

- **Microtamis autonettoyant :**
  - Type de filtre utilisé : Amiad, modèle SAF avec ouverture nominale maximale de 10  $\mu\text{m}$  ou équivalent approuvé
  - Rétro-rinçage : automatique lorsque la perte de charge atteint 40 à 46 kPa
  - Durée du rétro-rinçage : environ 18 sec
  - Intervalle entre les rétro-rinçages : environ 1 h
  - Perte en eau : 0,4 % à 0,5 % de l'eau brute pompée
- **Correction du pH (au besoin) :**
  - Type de produit à utiliser : NaOH ou Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>
  - Dosage proportionnel au débit (pompe doseuse)
- **Filtre à cartouches :**
  - Type de cartouche : cartouche en polyester, plissée, avec ouverture nominale de 5  $\mu\text{m}$
  - Hauteur de la cartouche utilisée : 50,8 cm
  - Diamètre extérieur de la cartouche utilisée : 7,0 cm
  - Capacité utilisée par cartouche : 11,4 L/min
  - Capacité typique de conception par cartouche : 11 à 22 L/min
  - Différentiel de pression maximal : 130 kPa et lors des lavages chimiques
  - Fréquence de remplacement des cartouches : 1 à 8 fois par mois selon les caractéristiques de l'eau

---

**Filtration sur membrane de nanofiltration****● Caractéristiques de la membrane filtrante :**

- Type de module utilisé lors de l'essai pilote : NF270-4040 fabriqué par Filmtec
- Type de module utilisé dans les installations en validation à l'échelle réelle : NF270-400 fabriqué par Filmtec
- Mode de filtration : par gradient de pression avec écoulement tangentiel
- Caractéristique du module : enroulement spiralé de feuilles multiples de membranes
- Composition de la membrane : membrane composite à film mince de polyamide
- Pression de fonctionnement maximale à l'entrée d'un module : 4137 kPa
- Perte de charge maximale (pression différentielle entrée/sortie du module) : 103,4 kPa
- Seuil de coupure moyen : 300 Da
- Température maximale de fonctionnement : 45 °C
- pH minimal et maximal en activité continue : 3 à 10 (35 °C)
- pH minimal et maximal en activité de courte durée pour lavage (30 min) : 1 à 12
- Tolérance au chlore libre : < 0,1 mg/L
- **Module NF270-4040 :**
  - Diamètre d'un module : 9,9 cm
  - Longueur d'un module : 101,6 cm
  - Surface totale de filtration : 7,6 m<sup>2</sup>
  - Débit de perméat maximal par module : 0,24 m<sup>3</sup>/h pour un SDI < 5
  - Taux de récupération maximal d'un module : 15 % pour un SDI < 5
  - Débit de concentrat minimal à la sortie d'un module : 0,7 m<sup>3</sup>/h pour un SDI < 5
  - Débit d'alimentation maximal en écoulement tangentiel à l'entrée du module : 3,6 m<sup>3</sup>/h (SDI < 5)
- **Module NF270-400 :**
  - Diamètre d'un module : 20,1 cm
  - Longueur d'un module : 101,6 cm
  - Surface totale de filtration : 37 m<sup>2</sup>
  - Débit de perméat maximal par module : 1,13 m<sup>3</sup>/h pour un SDI < 5
  - Taux de récupération maximal d'un module : 15 % pour un SDI < 5
  - Débit de concentrat minimal à la sortie d'un module : 3,40 m<sup>3</sup>/h pour un SDI < 5
  - Débit d'alimentation maximal en écoulement tangentiel à l'entrée du module : 15 m<sup>3</sup>/h (SDI < 5)

**● Caractéristiques du caisson utilisé lors de l'essai pilote :**

- Caisson en fibre de verre renforcé ou en acier inoxydable résistant à une pression minimale de 4137 kPa
- Nombre de modules NF270-4040 utilisés lors de l'essai pilote : 1 caisson de 7 modules :
  - Débit d'alimentation moyen du caisson en eau brute : 1,78 m<sup>3</sup>/h (0,83 à 2,0 m<sup>3</sup>/h)
  - Débit de recirculation moyen : 0,33 m<sup>3</sup>/h (0 à 0,55 m<sup>3</sup>/h)
  - Débit d'alimentation moyen total du caisson en eau brute : 2,11 m<sup>3</sup>/h (0,83 à 2,55 m<sup>3</sup>/h)
  - Débit de perméat moyen : 1,12 m<sup>3</sup>/h (0,45 à 1,23 m<sup>3</sup>/h)
  - Flux moyen de filtration recommandé et/ou testé : 21,2 L/m<sup>2</sup>/h à SDI > 15
  - Débit de concentrat moyen : 0,71 m<sup>3</sup>/h (0,38 à 0,77 m<sup>3</sup>/h)
  - Taux de récupération moyen : 63,5 %
  - Pression de fonctionnement des caissons (en fonction de la température de l'eau) : 407 à 1475 kPa
  - Pression transmembranaire de fonctionnement (en fonction de la température de l'eau) : 345 à 1516 kPa
  - Pression transmembranaire pour amorcer un lavage (en pourcentage d'augmentation de la pression transmembranaire corrigée en fonction de la température) : 30 à 100 %
  - Pression différentielle maximale permise dans des conditions normales de fonctionnement : 345 kPa

- **Caractéristiques du caisson à utiliser lors des projets à l'échelle réelle :**

- Caisson en fibre de verre renforcé ou en acier inoxydable résistant à une pression minimale de 4137 kPa
- Détermination du choix de un à sept modules par caisson :
  - Tous les caissons sont identiques.
  - Le choix du nombre de modules par caisson et du nombre de caissons totaux doit résulter d'une optimisation technico-économique du projet.
  - **Seul le caisson de sept modules NF270-4040 a fait l'objet de l'essai pilote.** Les caractéristiques de fonctionnement des caissons avec des modules NF270-400, inscrites dans les tableaux suivants, ont été obtenues par simulation à partir d'un logiciel informatique. La conception d'une usine de production d'eau potable à partir de ces simulations est possible, mais le nombre d'installations en validation à l'échelle réelle est limité à cinq, peu importe le nombre de modules par caisson.

Nombre de modules NF270-400 par caisson	1	2	3	4	5	6	7
Débit d'alimentation moyen en eau brute (m <sup>3</sup> /h)	1,18	2,35	3,54	4,72	5,91	7,09	8,26
Débit de recirculation moyen (m <sup>3</sup> /h)	5,5	5,0	4,5	3,6	3,0	2,5	2,1
Débit d'alimentation total moyen (m <sup>3</sup> /h)	6,68	7,35	8,04	8,32	8,91	9,59	10,36
Débit de perméat moyen (m <sup>3</sup> /h)	0,79	1,57	2,36	3,15	3,94	4,73	5,51
Flux moyen de filtration recommandé et/ou testé (SDI > 15) (L/m <sup>2</sup> /h)	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
Débit de concentrat (m <sup>3</sup> /h)	0,39	0,78	1,18	1,57	1,97	2,36	2,75
Taux de récupération moyen (%)	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7
Pression de fonctionnement des caissons entre 0,5 °C et 30 °C (en fonction de la température de l'eau) (kPa)	246-613	256-628	269-649	281-667	296-690	314-718	335-750
Pression transmembranaire de fonctionnement entre 0,5 °C et 30 °C (en fonction de la température de l'eau) (kPa)	202-564	203-564	205-568	209-573	213-579	219-587	226-595
Pression transmembranaire pour amorcer un lavage (en pourcentage d'augmentation de la pression transmembranaire corrigée en fonction de la température)	30	30	30	30	30	30	30
Pression différentielle maximale permise dans des conditions normales de fonctionnement (kPa)	103	207	310	345	345	345	345

- **Stratégie de lavage et de désinfection des membranes :**

Le tableau suivant résume les caractéristiques des divers types de nettoyages utilisés. Certains paramètres de fonctionnement de ces divers types de nettoyages (fréquence, débits d'eau, durée, concentration de produits chimiques, etc.) dépendent de la qualité de l'eau à traiter et peuvent être ajustés pour optimiser les coûts. Ainsi, lors des lavages alcalins, un produit de nettoyage à base d'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA), le produit Bio Membrane du laboratoire Constant de Montréal, a été utilisé. Toutefois, les produits PermaClean PC33, PC67 et PC99 de Nalco ont aussi été utilisés lors du dernier lavage de l'essai pilote (après quatre mois) et ont permis une récupération plus importante de la perméabilité des membranes pour atteindre un niveau acceptable. Selon la qualité de l'eau brute, il faudra prévoir un tel lavage chimique de une à quelques fois par année afin de maintenir la perte de perméabilité à un niveau acceptable.

Lors du lavage chimique, l'étape de désinfection suivie du rinçage peut être effectuée une fois tous les deux lavages. Par ailleurs, si le colmatage des membranes est provoqué par des composés inorganiques, un lavage acide peut être effectué juste avant l'étape de désinfection, en surplus ou en remplacement d'un lavage alcalin. Ce lavage acide sera effectué à un pH de 2 à 3 à l'aide d'acide citrique ou chlorhydrique, incluant au besoin un produit de nettoyage. Les conditions de réalisation de ce lavage, à part le pH, sont les mêmes que celles du deuxième lavage alcalin.

Paramètres	Gamme typique recommandée (SDI < 5)	Valeur utilisée lors de l'essai pilote de Saint-Tite (SDI > 15)
<b>Rinçage à haute vitesse</b>		
Fréquence (programmable en option)	1 à 24/jour	N.D.
Durée du rinçage (programmable en option)	30 à 600 sec	N.D.
Débit de l'eau	1,25 à 1,5 fois le débit de fonctionnement	N.D.
Pression d'eau	> 0,6 fois la pression de fonctionnement	N.D.
Perte en eau	N.D.	N.D.
<b>Lavage chimique et désinfection</b>		
Fréquence	3,5 à 30 jours	4 à 13 jours
Perte en eau globale	330 L/cycle <sup>1</sup> /module	N.D.
<b>Vidange rapide</b>		
	5 min	7 à 30 min
<b>Premier lavage alcalin</b>		
Quantité de produit <sup>2</sup>	350 ml	200 à 850 ml
pH (NaOH)	11 à 12	10,8 à 12,3
Température	25 à 35 °C	9 à 40 °C
Durée de la recirculation à basse pression	10 min	10 à 41 min
<b>Vidange et rinçage</b>		
	5 min	18 à 43 min
<b>Deuxième lavage alcalin</b>		
Quantité de produit <sup>2</sup>	350 ml	300 à 1100 ml
pH (NaOH)	11 à 12	10,9 à 12
Température	35 à 40 °C	9,5 à 40 °C
Durée de la recirculation à basse pression	60 min	45 à 62 min
<b>Trempage</b>		
	60 min	10 à 88 min
<b>Recirculation</b>		
Quantité de produit <sup>2</sup> (au besoin)	0 à 350 ml	0 à 300 ml
pH (NaOH)	11 à 12	11,1 à 11,9
Température	35 à 40 °C	25 à 40 °C
Durée de la recirculation à basse pression	60 min	46 à 60 min
<b>Trempage</b>		
	60 min (optionnel)	0 à 60 min
<b>Vidange et rinçage</b>		
	30 min	10 à 75 min
<b>Désinfection</b>		
Quantité de désinfectant <sup>3</sup>	210 ml	200 à 400 ml
pH (acide citrique ou chlorhydrique)	4	3,0 à 5,8
Température	20 °C	7 à 27 °C
Durée de la recirculation à basse pression	20 à 30 min	15 à 26 min
<b>Vidange et rinçage</b>		
	30 min	10 à 32 min
<b>Troisième lavage alcalin (maintenant ou avant la désinfection)</b>		
Quantité de produit <sup>2</sup>	350 ml	100 à 1100 ml
pH (NaOH)	11 à 12	10,2 à 11,9
Température	35 à 40 °C	9,2 à 40 °C
Durée de la recirculation à basse pression	60 min	10 à 30 min
<b>Vidange et rinçage</b>		
	30 min	9 à 21 min

N.D. : Valeurs non mesurées lors de l'essai pilote.

1. Ce volume est à considérer pour chaque lavage alcalin, acide ou de désinfection. On doit aussi y ajouter 16 L/cycle/module de concentrat lors du remplissage de la cuve de lavage. Ainsi, pour une séquence de lavage comprenant trois lavages alcalins et une étape de désinfection, le volume de rejet à considérer sera de 1320 L/module plus 64 L/module de concentrat.
2. Produit de nettoyage à base d'acide éthylène diamine tétra acétique (EDTA). Le produit Bio Membrane du laboratoire Constant de Montréal a été utilisé lors de l'essai pilote, ainsi que les produits PermaClean PC33, PC67 et PC99 de Nalco lors du dernier lavage.
3. Produit à base d'acide peracétique et de peroxyde d'hydrogène. Le produit OXISAN du laboratoire Constant de Montréal a été utilisé lors de l'essai pilote.

**Norme de turbidité :**

- Norme à atteindre au cours de cette étape : 0,1 UTN, 95 % du temps (selon le Règlement sur la qualité de l'eau potable)
- Performance atteinte sur le perméat lors de l'essai pilote effectué à la municipalité de Saint-Tite :
  - Turbidité  $\leq$  0,021 UTN, 95 % du temps
  - Turbidité  $\leq$  0,031 UTN, 100 % du temps

**Normes de sous-produits de chloration (THM et AHA) :**

- Lors de l'utilisation du chlore comme désinfectant secondaire, les résultats des essais relatifs aux SDS-THM et aux SDS-AHA effectués selon la *Procédure d'analyse des technologies de traitement en eau potable* du Comité doivent respectivement respecter la valeur de 80  $\mu\text{g/L}$  de THM (trihalométhanés) du Règlement sur la qualité de l'eau potable et la recommandation de 60  $\mu\text{g/L}$  de AHA (acides haloacétiques).
- La valeur moyenne obtenue pendant la simulation de la formation de THM en réseau (SDS-THM) sur le perméat lors de l'essai pilote à la municipalité de Saint-Tite est de 1,07  $\mu\text{g/L}$ , et la valeur maximale obtenue est de 1,3  $\mu\text{g/L}$ .
- La valeur maximale obtenue pendant la simulation de la formation de AHA en réseau (SDS-AHA) sur le perméat lors de l'essai pilote à la municipalité de Saint-Tite est de 0,6  $\mu\text{g/L}$  (basée sur l'analyse des acides dichloroacétique et trichloroacétique seulement).

**Eaux de rejets**

Caractéristiques et volumes journaliers maximaux des rejets obtenus lors des essais pilotes à Saint-Tite (un caisson de sept modules NF270-4040 de Filmtec) et prévus pour les installations en validation à l'échelle réelle (caissons de modules NF270-400 de Filmtec) :

Type de rejet	MES (mg/L)	Rejet au cours d'eau	Volumes (modules NF270-4040)	Volumes (modules NF270-400)
Concentrat des membranes	< 3	Oui	330 L/m <sup>3</sup> d'eau brute	330 L/m <sup>3</sup> d'eau brute
Eaux des filtres autorinçables	10 à 100	Non	5 L/m <sup>3</sup> d'eau brute	5 L/m <sup>3</sup> d'eau brute
Eaux de rinçage à haute vitesse	< 3	Oui	N.D.	7 L/min/module
Eaux de lavage et de désinfection des membranes (incluant évacuation et rinçages)	< 3	Non	N.D.	330 L/cycle <sup>1</sup> /module

N.D. : Valeurs non mesurées lors de l'essai pilote.

1. Ce volume est à considérer pour chaque lavage alcalin, acide ou de désinfection. On doit aussi y ajouter 16 L/cycle/module de concentrat lors du remplissage de la cuve de lavage. Ainsi, pour une séquence de lavage comprenant trois lavages alcalins et une étape de désinfection, le volume de rejet à considérer sera de 1320 L/module plus 64 L/module de concentrat.

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 de l'essai pilote effectué à la municipalité de Saint-Tite sur l'eau du ruisseau Éric sont suffisantes pour répondre aux critères permettant l'implantation d'un projet de validation à l'échelle réelle de la technologie Degrémont NF-Azur.** 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)	<b>1,51</b>	Turbidité (UTN) (maximum)	<b>1,9</b>
COT (mg/L) (basé sur 90 % des échantillons)	<b>7,35</b>	COT (mg/L) (maximum)	<b>8,12</b>
Fer total (mg/L) (basé sur 90 % des échantillons)	<b>0,74</b>	Couleur (UCV) (basée sur 90 % des échantillons)	<b>45</b>
Manganèse total (mg/L) (basé sur 90 % des échantillons)	<b>0,075</b>	Coliformes fécaux (UFC/100 ml) (maximum)	<b>130</b>
		Température (°C)	<b>1,3 à 15,1</b>
		pH	<b>6,17 à 7,25</b>
		Alcalinité totale (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	<b>14 à 32</b>
		Dureté (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	<b>7 à 9</b>

Les paramètres ci-dessus représentent la qualité de l'eau brute lors de l'essai effectué à Saint-Tite, 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 en validation à l'échelle 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.**