

GUIDE
DE CONCEPTION DES
PETITES INSTALLATIONS
DE PRODUCTION
D'EAU POTABLE

ÉQUIPE DE PRODUCTION DE LA VERSION 2019

Auteurs :

Anoucka Bolduc, Néry Charles et Donald Ellis
Direction générale des politiques de l'eau

Direction générale des politiques de l'eau (2019). *Guide de conception des petites installations de production d'eau potable*. Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 978-2-550-84624-6 (PDF), 135 p.

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2019

ISBN 978-2-550-84624-6 (PDF) (3^e édition, 2019)

ISBN 978-2-550-79196-6 (PDF) (2^e édition, 2017)

ISBN 978-2-550-56419-5 (PDF) (1^{re} édition, 2009)

© Gouvernement du Québec, 2019

ÉQUIPE DE PRODUCTION DE LA VERSION 2017

Auteurs :	Claude Onikpo et Donald Ellis Direction générale des politiques de l'eau
Révision :	Yaye Diarra Diouf Direction générale des politiques de l'eau

ÉQUIPE DE PRODUCTION DE LA VERSION PRÉLIMINAIRE (2009)

Auteur :	Donald Ellis Direction des politiques de l'eau
----------	---

Les personnes suivantes (nommées ici avec leur affiliation de l'époque) ont participé à la validation et à la révision du contenu :

- Du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) :
 - **Annick Décréon**
(Estrie et Montérégie)
 - **Daniel Drolet**
(Québec et Chaudière-Appalaches)
 - **Guyline Lamarre**
(Côte-Nord)
 - **Daniel Paradis**
(Québec et Chaudière-Appalaches)
 - **Simon Picard**
(Québec et Chaudière-Appalaches)
 - **Simon Théberge**
(Direction des politiques de l'eau)
- Du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT) :
 - **Benoît Bernier**
 - **Thien Tu-Tran**
- Du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) :
 - **Michel Lavallée**
- De la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) :
 - **Michel Légaré**

Les personnes suivantes (nommées ici avec leur affiliation de l'époque) ont participé à la rédaction des documents qui ont servi de soutien à la rédaction de ce guide :

- **Hubert Demard**, RÉSEAU environnement (responsable)
- **Noël McFadden**, MAMROT
- **Pierre Coulombe**, BPR
- **Jean-Yves Lavoie**, Technika
- **Christian Thibault**, CIMA+
- **Normand Villeneuve**, Roche
- **Gilles Verrier**, Techn'eau Conseil
- **Alain Bérubé**, Culligan
- **André Janelle**, Magnor
- **Jérôme Papaya**, Puribec

RÉSUMÉ

Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (Ministère) a mis en avant plusieurs outils ayant comme objectif d'assurer la protection de la santé publique ainsi que la préservation de la qualité de la ressource en eau de la province. Dans la foulée de l'adoption du Règlement sur la qualité de l'eau potable en juin 2001, plusieurs outils ont été mis à la disposition de la population, dont certains ont été conçus en collaboration avec le Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) pour l'aider à comprendre cette nouvelle réglementation et à s'y conformer. Parmi ceux-ci notons le *Règlement en bref*, le Guide d'interprétation (du règlement), le *Guide de conception des installations de production d'eau potable*, etc. On trouve ces documents sur le site Internet du Ministère à l'adresse suivante :

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/index.htm>

Ces documents permettent de mieux comprendre les problèmes entourant la production d'eau potable et offrent des solutions pour les résoudre, mais ils sont généralement mal adaptés pour les petites installations de production et de distribution d'eau potable. Le Ministère, en collaboration avec le MAMH a donc produit ce guide qui concerne spécialement ces petites installations. Ce guide s'adresse à toutes les personnes qui ont à intervenir auprès des propriétaires ou des exploitants de petites installations de distribution d'eau potable, souvent éloignés des centres urbains, qui sont aux prises avec des difficultés liées à leur approvisionnement en eau potable. Il est offert lui aussi sur le site Internet du Ministère, à la même adresse que précédemment. Le Ministère est présent pour soutenir les efforts de chacun, notamment par l'entremise de ses directions régionales, dont on trouve les coordonnées à l'adresse Internet suivante :

http://www.environnement.gouv.qc.ca/ministere/rejoindr/adr_reg.htm

En 2019, le Ministère a procédé à une révision du présent guide afin de tenir compte de la nouvelle recommandation publiée par Santé Canada concernant le manganèse dans l'eau potable. Cette recommandation propose désormais une valeur pour protéger la santé et un nouvel objectif d'ordre esthétique. Dans le cadre des mesures à mettre en place, le Ministère considère qu'il est souhaitable de prendre en considération ces recommandations comme objectifs à atteindre. Les passages qui ont été mis à jour sont en italique et soulignés dans le texte.

TABLE DES MATIÈRES

Sigles et acronymes	VIII
Liste des tableaux.....	X
Liste des figures	XIII
1 INTRODUCTION	1
1.1 <i>Personnes visées par ce guide</i>	1
1.2 <i>Portée du guide</i>	1
1.3 <i>Consultation du guide et marche à suivre</i>	2
2 POINT DE DÉPART	3
2.1 <i>Amorce d'un projet</i>	3
2.1.1 <i>Le choix des acteurs</i>	3
2.1.2 <i>Le mandat de l'ingénieur</i>	3
2.2 <i>Choix de la source d'eau : souterraine ou de surface?</i>	5
2.3 <i>Sources de contamination et protection</i>	6
2.4 <i>Situation existante</i>	8
2.4.1 <i>Caractérisation de la source d'eau</i>	8
2.4.2 <i>Débit de conception</i>	10
2.4.3 <i>Équipements existants</i>	11
3 OBJECTIFS ET STRATÉGIES DE TRAITEMENT.....	12
3.1 <i>Objectifs de traitement</i>	12
3.1.1 <i>Objectifs réglementaires</i>	12
3.1.2 <i>Objectifs d'innocuité</i>	14
3.2 <i>Stratégie de traitement : central, aux bâtiments ou autre?</i>	14
3.2.1 <i>Branchement sur un réseau voisin</i>	15
3.2.2 <i>Distribution d'une eau non potable</i>	15
3.2.3 <i>Changement de la source d'eau</i>	15
3.2.4 <i>Modification de la prise d'eau</i>	16
3.2.5 <i>Traitement à chacun des bâtiments</i>	16
3.2.6 <i>Traitement centralisé</i>	18
4 CHOIX DU TRAITEMENT.....	19
4.1 <i>Types d'eau couverts par ce guide</i>	19

4.2	<i>Chaînes de traitement retenues et mises de côté</i>	21
4.2.1	Chaînes de traitement mises de côté	21
4.2.2	Chaînes de traitement retenues	22
4.3	<i>Chaînes de traitement retenues pour l'eau souterraine</i>	24
4.3.1	Enlèvement du fer et du manganèse.....	24
4.3.2	Enlèvement de la dureté et du baryum.....	28
4.3.3	Enlèvement du fer, du manganèse, de la dureté et du baryum	28
4.3.4	Enlèvement du fer, du manganèse et des sulfures	30
4.3.5	Enlèvement des nitrates	32
4.4	<i>Chaînes de traitement retenues pour l'eau de surface</i>	35
4.4.1	Couleur inférieure à 5 UCV	35
4.4.2	Couleur supérieure à 5 UCV	37
4.5	<i>Désinfection</i>	40
4.5.1	Désinfection de l'eau souterraine	41
4.5.2	Désinfection de l'eau de surface	41
4.5.3	Désinfection de l'eau de surface par la nanofiltration	42
4.5.4	Désinfection de l'eau de surface par la filtration lente	42
4.6	<i>Reconnaissance des technologies de traitement</i>	43
4.6.1	Équipements de traitement pouvant être installés sans validation préalable.....	43
4.6.2	Équipements de traitement devant être validés.....	44
5	DIMENSIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS	45
5.1	<i>Niveau de service</i>	45
5.1.1	Débits utilisés	45
5.1.2	Continuité du service	46
5.1.3	Redondance des équipements.....	47
5.2	<i>Configurations des équipements</i>	47
5.2.1	Exemples de configurations possibles.....	47
5.2.2	Évaluation des coûts des différentes options possibles.....	50
5.3	<i>Gestion des rejets d'eaux résiduaires</i>	56
5.3.1	Gestion des rejets d'eau résiduaire de lavage des filtres	56
5.3.2	Gestion des rejets d'eau résiduaire de régénération des résines.....	57

ANNEXE 1	MODE DE CALCUL DE LA TAILLE DE LA CLIENTÈLE DESSERVIE	63
ANNEXE 2	AMÉNAGEMENT DES PRISES D'EAU DE SURFACE.....	64
ANNEXE 3	NORMES BACTÉRIOLOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DU RÈGLEMENT.....	67
ANNEXE 4	CONDITIONS À RESPECTER POUR LA DISTRIBUTION PERMANENTE D'EAU NON POTABLE.....	72
ANNEXE 5	ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER POUR EFFECTUER LE TRAITEMENT À CHACUN DES BÂTIMENTS.....	78
ANNEXE 6	PROCÉDURE DE VALIDATION POUR UN NOUVEAU PROCÉDÉ OU POUR UN PROCÉDÉ UTILISÉ EN DEHORS DU CADRE RECONNU	83
ANNEXE 7	ÉVALUATION DES COÛTS POUR LES CHAÎNES DE TRAITEMENT.....	90
ANNEXE 8	GLOSSAIRE	117

Sigles et acronymes

AESEQ	Association des entreprises spécialisées en eau du Québec
AHA	Acides haloacétiques (sous-produit de la réaction du chlore avec la matière organique)
BNQ	Bureau de normalisation du Québec
CCEQ	Centre de contrôle environnemental du Québec
CEAEQ	Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
CPTAQ	Commission de protection du territoire agricole du Québec
CTTEP	Comité sur les technologies de traitement en eau potable
DRASTIC	Indice permettant de porter un jugement sur la vulnérabilité à la contamination dissoute d'une source d'eau souterraine (de l'anglais Depth of water, net Recharge, Aquifer media, Soil media, Topography, Impact of vadose zone media, hydraulic Conductivity)
ESSIDES	Eau souterraine sous l'influence directe d'une eau de surface
G1	<i>Guide de conception des installations de production d'eau potable</i> (à moins d'indication contraire, on fait référence au volume 1)
G2	<i>Guide de conception des petites installations de production d'eau potable</i> (le présent guide)
L.R.Q.	Loi et règlement du Québec
MAMH	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
MEES	Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs
Ministère	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)
MRC	Municipalité régionale de Comté
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
OMS	Organisation mondiale de la santé
PdE	Point d'entrée ou Point of entry (en parlant d'un bâtiment)

PdU	Point d'utilisation ou Point of use (en parlant d'un robinet)
$Q_{INSTmax}$	Débit instantané maximal
Q_{Jmax}	Débit journalier maximal
Q_{Jmoy}	Débit journalier moyen
RAA32LQE	Règlement sur l'application de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'environnement
RBQ	Régie du bâtiment de Québec
Règlement	Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP)
RPEP	Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection
SDS-AHA	Analyse des acides haloacétiques à la suite d'une simulation de leur formation en réseau de distribution (de l'anglais Simulated Distribution System)
SDS-THM	Analyse des trihalométhanes à la suite d'une simulation de leur formation en réseau de distribution (de l'anglais Simulated Distribution System)
THM	Trihalométhanes (sous-produit de la réaction du chlore avec la matière organique)
USEPA	Agence américaine de protection de l'environnement (de l'anglais United States Environmental Protection Agency)
USGPM	Gallon américain par minute
UV	Ultraviolet

Liste des tableaux

TABEAU 1	Liste d'activités à faire, de l'amorce d'un projet à sa réalisation.....	4
TABEAU 2	Paramètres à analyser et fréquence d'échantillonnage.....	9
TABEAU 3	Débits utilisés dans le G2 pour illustrer différentes configurations et chaînes de traitement	11
TABEAU 4	Obligation de traitement et objectifs édictés par le Règlement.....	13
TABEAU 5	Types d'eau considérés dans ce guide.....	20
TABEAU 6	Chaînes de traitement retenues selon le type d'eau visé	23
TABEAU 7	Performance de traitement d'une résine cationique pour éliminer le fer et le manganèse	24
TABEAU 8	Performance de traitement d'une filtration sur sable vert pour éliminer le fer et le manganèse.....	26
TABEAU 9	Performance de traitement d'une filtration sur matériau catalytique pour éliminer le fer et le manganèse.....	27
TABEAU 10	Performance de traitement d'une résine cationique pour réduire la dureté et le baryum ...	28
TABEAU 11	Performance de traitement d'un filtre à sable vert suivi d'une résine cationique pour réduire le fer, le manganèse, la dureté et le baryum.....	29
TABEAU 12	Performance de traitement d'un filtre à matériau catalytique pour réduire les sulfures.....	30
TABEAU 13	Performance de traitement d'un filtre à charbon actif pour réduire les sulfures	31
TABEAU 14	Performance de traitement d'un filtre à charbon spécialisé pour réduire les sulfures	32
TABEAU 15	Performance de traitement d'une résine anionique pour réduire les nitrates	33
TABEAU 16	Performance de traitement d'un filtre granulaire suivi d'un filtre à cartouche pour le traitement d'une eau de surface peu colorée.....	35
TABEAU 17	Performance de traitement d'une résine anionique pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 30 UCV)	37
TABEAU 18	Performance de traitement d'une membrane de nanofiltration pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 70 UCV)	38
TABEAU 3	Débits utilisés dans le G2 pour illustrer différentes configurations et chaînes de traitement	45
TABEAU 19	Valeurs utilisées pour la détermination des débits considérés dans les cas présentés	46
TABEAU 20	Configurations typiques des équipements de traitement physico-chimique pour les trois cas présentés.....	48
TABEAU 21	Configurations typiques des équipements de désinfection pour les trois cas présentés ...	51
TABEAU 21	Configurations typiques des équipements de désinfection pour les trois cas présentés (suite)	52
TABEAU 22	Chaînes complètes de traitement retenues en fonction des caractéristiques de l'eau souterraine brute, de la taille de la population alimentée en eau et du type de réseau	53
TABEAU 22	Chaînes complètes de traitement retenues en fonction des caractéristiques de l'eau souterraine brute, de la taille de la population alimentée en eau et du type de réseau (suite)	54
TABEAU 23	Chaînes complètes de traitement retenues en fonction des caractéristiques de l'eau de surface brute, de la taille de la population alimentée en eau et du type de réseau.....	55

TABLEAU 24	Critères à respecter pour les paramètres à surveiller dans les rejets d'eau résiduaire de lavage des filtres	56
TABLEAU 25	Quantité de sel utilisée pour la régénération des résines.....	57
TABLEAU 26	Critères à respecter pour les composés présentes dans les rejets de régénération des résines.....	58
TABLEAU A1	Résultats de l'analyse de l'eau avant et après la prise d'eau	64
TABLEAU A2	Estimation des coûts pour la construction d'une prise d'eau en berge (matériaux et travaux)	66
TABLEAU A3	Paramètres concernant les composés inorganiques	67
TABLEAU A4	Paramètres concernant les composés organiques.....	68
TABLEAU A5	Exemples de crédits d'enlèvement accordés à différentes technologies de traitement	70
TABLEAU A6	Procédés adaptés aux PdU en fonction des composés visés (USEPA)	79
TABLEAU A7	Procédés adaptés aux PdE en fonction des Composés visés (USEPA).....	80
TABLEAU A8	Programme de suivi à mettre en place pour la validation des procédés	87
TABLEAU A9	Numérotation des configurations évaluées pour les chaînes de traitement	90
TABLEAU A10	Critères de conception pour les différents matériaux.....	91
TABLEAU A11	Caractéristiques des réservoirs utilisés dans les chaînes de traitement	91
TABLEAU A12	Nombre de réservoirs de filtration et de vannes automatiques nécessaires selon le débit de conception et la configuration retenue	92
TABLEAU A13	Nombre de réservoirs de résine et de vannes automatiques nécessaires selon le débit de conception et la configuration retenue	92
TABLEAU A14	Nombre d'unités de traitement au robinet en fonction du type de réseau et de la taille de la population alimentée en eau	94
TABLEAU A15	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination du fer et du manganèse des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	95
TABLEAU A16	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination de la dureté et du baryum des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	96
TABLEAU A17	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination du fer, du manganèse, de la dureté et du baryum des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	97
TABLEAU A18	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination du fer, du manganèse et des sulfures des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	98
TABLEAU A19	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination des nitrates des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	99
TABLEAU A20	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour le traitement d'une eau de surface ayant une couleur inférieure à 5 UCV selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	100
TABLEAU A21	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour le traitement d'une eau de surface ayant une couleur supérieure à 5 UCV selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	101
TABLEAU A22	Numérotation des configurations évaluées pour la désinfection	102

TABEAU A23	Valeurs de CT en fonction du nombre de log d'inactivation des virus recherché (à 0,5 °C, pour un pH entre 6 et 9)	103
TABEAU A24	Volume minimal du réservoir nécessaire pour assurer la désinfection de l'eau par le chlore (avec concentration en chlore libre résiduel de 0,5 mg/L, 2 log d'inactivation de virus, efficacité hydraulique de 0,2 et CT à atteindre de 6,0 mg·min/L)	104
TABEAU A25	Dimensions des réservoirs en fonction du volume minimal nécessaire	105
TABEAU A26	Volume minimal nécessaire pour assurer la désinfection de l'eau par le chlore dans une conduite (avec concentration en chlore libre résiduel de 0,5 mg/L, 2 log d'inactivation de virus, efficacité hydraulique de 0,2 et CT à atteindre de 6,0 mg·min/L)	106
TABEAU A27	Dimensions des conduites nécessaires en fonction du volume minimal pour effectuer une désinfection au chlore pour 2 log de virus	107
TABEAU A28	Coûts d'immobilisation et d'entretien pour la désinfection selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	108
TABEAU A29	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination du fer et du manganèse et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	110
TABEAU A30	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination de la dureté et du baryum et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	111
TABEAU A31	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination du fer, du manganèse, de la dureté et du baryum et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	112
TABEAU A32	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination du fer, du manganèse et des sulfures et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	113
TABEAU A33	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination des nitrates et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	114
TABEAU A34	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour le traitement et la désinfection d'une eau de surface ayant une couleur inférieure à 5 UCV selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	115
TABEAU A35	Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour le traitement et la désinfection d'une eau de surface ayant une couleur supérieure à 5 UCV selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)	116

Liste des figures

<i>Figure 1</i>	Étapes de réalisation d'un projet de mise aux normes pour les petites installations de production d'eau potable	2
<i>Figure 2</i>	Sources d'eau en fonction de leur vulnérabilité à la contamination microbiologique	6
<i>Figure 3</i>	Schéma d'écoulement basé sur une résine cationique pour l'élimination du fer et du manganèse.....	25
<i>Figure 4</i>	Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur sable vert pour l'élimination du fer et du manganèse.....	26
<i>Figure 5</i>	Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur matériau catalytique pour l'élimination du fer et du manganèse	27
<i>Figure 6</i>	Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur matériau catalytique pour l'élimination des sulfures.....	30
<i>Figure 7</i>	Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur charbon actif pour l'élimination des sulfures (l'ajout d'hypochlorite de sodium pour le réseau n'est pas nécessaire si la quantité ajoutée avant le filtre à charbon actif fournit un résiduel suffisant en chlore)	31
<i>Figure 8</i>	Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur charbon spécialisé pour l'élimination des sulfures (le chlore avant le filtre ne sert qu'à la régénération du charbon spécialisé)	32
<i>Figure 9</i>	Schéma d'écoulement basé sur une résine anionique pour l'élimination des nitrates : (1) écoulement si l'eau à traiter passe par la résine cationique et (2) écoulement où seule l'eau de régénération passe par la résine cationique	33
<i>Figure 10</i>	Schéma d'écoulement basé sur une membrane d'osmose inverse pour l'élimination des nitrates : (1) désinfection centralisée et osmose inverse aux robinets et (2) désinfection à l'entrée de chacun des bâtiments et osmose inverse aux robinets	34
<i>Figure 11</i>	Schéma d'écoulement basé sur une filtration granulaire suivie d'une filtration sur cartouche pour le traitement d'une eau de surface peu colorée.....	35
<i>Figure 12</i>	Schéma d'écoulement basé sur une filtration granulaire, une résine anionique ou mixte puis une filtration sur cartouche pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 30 UCV)	37
<i>Figure 13</i>	Schéma d'écoulement basé sur une membrane de nanofiltration pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 70 UCV)	38
<i>Figure 14</i>	Schéma d'écoulement basé sur une filtration lente pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 15 UCV)	39
<i>Figure A1</i>	Vue en plan d'une prise d'eau en fond de lac ou de rivière	65
<i>Figure A2</i>	Vue en élévation d'une prise d'eau en fond de lac ou de rivière	65
<i>Figure A3</i>	Schéma d'une prise d'eau en berge d'un lac ou d'une rivière	66
<i>Figure A4</i>	Modèles de pictogrammes acceptés par le Ministère (dans le pictogramme signalant une eau non potable, le cercle et la barre sont rouges, tandis que le cercle est vert dans le pictogramme signalant une eau potable).....	72
<i>Figure A5</i>	Algorithme illustrant les différentes étapes de la validation des technologies pour une application non municipale.....	85
<i>Figure A6</i>	Schéma d'écoulement typique dans un réservoir cylindrique : (a) avec l'entrée et la sortie du côté opposé; (b) avec l'entrée et la sortie du même côté	104
<i>Figure A7</i>	Schéma d'écoulement typique dans une conduite : (a) tronçon droit; (b) tronçon avec un coude à 180°; (c) ensemble d'une conduite en serpentif.....	105

1 INTRODUCTION

Dans la foulée de l'adoption du Règlement sur la qualité de l'eau potable (Règlement) en juin 2001, plusieurs documents ont été mis à la disposition de la population par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (Ministère) pour l'aider à comprendre cette nouvelle réglementation et à s'y conformer. Parmi ceux-ci, le Guide de conception des installations en eau potable (G1) couvre l'ensemble des problèmes liés à la production d'eau potable ainsi que les procédés de traitement pouvant les résoudre. Il s'agit d'un outil utile et pratique. Cependant, il est peu adapté aux petites installations. Le Guide de conception des petites installations en eau potable (G2) a donc été rédigé afin de simplifier la démarche de mise aux normes pour les petites installations et d'aider à réduire les coûts inhérents à la conception dans la mesure du possible. Il établit clairement les différentes options, et certains éléments de conception y sont détaillés. Pour cette raison, la présentation en tableaux, figures et puces est privilégiée par rapport à un texte plus descriptif. De plus, pour faciliter la lecture des textes, les éléments plus importants sont mis en caractères **gras**. Enfin, les mots ou expressions soulignés se retrouvent dans un glossaire à l'annexe 8.

1.1 Personnes visées par ce guide

Bien que les propriétaires ou les exploitants d'installations de production et de systèmes de distribution d'eau potable soient les premiers responsables à devoir se conformer à la réglementation, ils sont souvent démunis lorsqu'ils doivent intervenir sur leurs installations. Cela est d'autant plus vrai pour les petits systèmes comme les réseaux privés, les établissements touristiques, les institutions et les entreprises qui n'ont pas comme fonction première de fournir de l'eau potable.

C'est pourquoi ces personnes responsables doivent être soutenues par des professionnels qui pourront les conseiller et les guider dans la conception et l'exécution des travaux. Ces professionnels sont :

- les **ingénieurs** qui seront **mandatés** par les propriétaires ou exploitants et qui auront la responsabilité de superviser l'ensemble des étapes de conception et d'exécution des travaux;
- les **hydrogéologues** qui auront à porter un jugement lorsque la source d'alimentation est souterraine;
- les **fournisseurs d'équipements** qui auront à proposer des équipements de traitement permettant d'atteindre les performances attendues;
- les **analystes du Ministère** qui auront à intervenir avec l'ingénieur mandaté et qui auront à recommander la délivrance d'une autorisation sur la base de plans et devis accompagnés d'un rapport d'ingénieur;
- les **analystes du MAMH**, si un projet municipal reçoit une subvention.

1.2 Portée du guide

Ce guide s'adresse aux responsables de **petites installations** de production et de distribution d'eau potable. De façon plus précise, il s'adresse aux propriétaires ou exploitants d'installations qui alimentent en eau **500 personnes et moins**. Ce chiffre de 500 personnes correspond environ à un débit moyen journalier de 200 m³/d. L'annexe 1 présente le mode de calcul de la taille de la clientèle alimentée en eau prescrit par le Règlement. Au Québec, environ 2 300 réseaux entrent dans cette catégorie. De ce nombre, plus de 90 % desservent des établissements touristiques et la moitié s'alimentent en eau souterraine. Par ailleurs, près de 1 000 systèmes se prévalent de l'article 44.1 du Règlement pour distribuer de l'eau non potable en permanence. À ce titre, ils sont soumis à l'article 44.2 et affichent les pictogrammes indiquant la non-potabilité de l'eau, suivant les orientations de l'annexe 4 du présent guide.

La valeur de 500 personnes n'est pas un chiffre absolu, et les solutions qui sont proposées dans ce guide peuvent aussi s'appliquer pour des installations un peu plus grosses. Cependant, certaines obligations réglementaires peuvent être différentes pour les installations plus grandes; alors le lecteur doit être prudent en gardant en tête que l'information réglementaire comprise dans ce guide s'applique pour des installations qui alimentent en eau 500 personnes et moins. De plus, il est important d'établir avec les

analystes du Ministère et celui du MAMH, le cas échéant, s'il convient d'utiliser ce guide lorsque la clientèle dépasse 500 personnes. Par ailleurs, pour des projets municipaux desservant plus de 200 personnes, les solutions du G1 et des fiches du CTTEP sont généralement préconisées, mais les solutions du G2 peuvent être considérées si des justifications suffisantes sont fournies et sous réserve que des essais de traitabilité peuvent être requis.

Ensuite, bien que les installations alimentant en eau **20 personnes et moins** ne soient pas assujetties à une autorisation du Ministère (*sauf pour les systèmes visés par le Règlement sur les aqueducs et égouts privés*, (L.R.Q., c. Q-2, r.4.01)) ou au suivi obligatoire, elles doivent respecter les normes du Règlement. L'information comprise dans ce guide peut donc aider les propriétaires ou exploitants de ces installations à modifier leurs équipements de traitement afin de respecter les exigences de qualité prescrites dans le Règlement.

Pour terminer, ce guide pourra servir aussi aux propriétaires ou exploitants des installations de traitement qui n'alimentent en eau que des **entreprises**. Pour ces installations qui alimentent en eau plus de 20 personnes, l'établissement d'une prise d'eau ou la mise en place d'équipements de traitement **sont assujettis à une autorisation du Ministère**, conformément au chapitre II (de l'article 4 à l'article 9.2) du Règlement, bien que le suivi de la qualité de l'eau soit encadré par la section XVII du Règlement sur la santé et la sécurité du travail (L.R.Q., c. S-2.1, r.13).

1.3 Consultation du guide et marche à suivre

Ce guide est rédigé dans une suite logique où chacun des **chapitres** correspond à une **étape de la marche à suivre** pour mettre aux normes une installation de production d'eau potable. La figure 1 présente schématiquement les différentes étapes à franchir afin d'obtenir plus facilement une autorisation du Ministère et une subvention du MAMH le cas échéant. Le rôle de chaque intervenant y est aussi illustré.

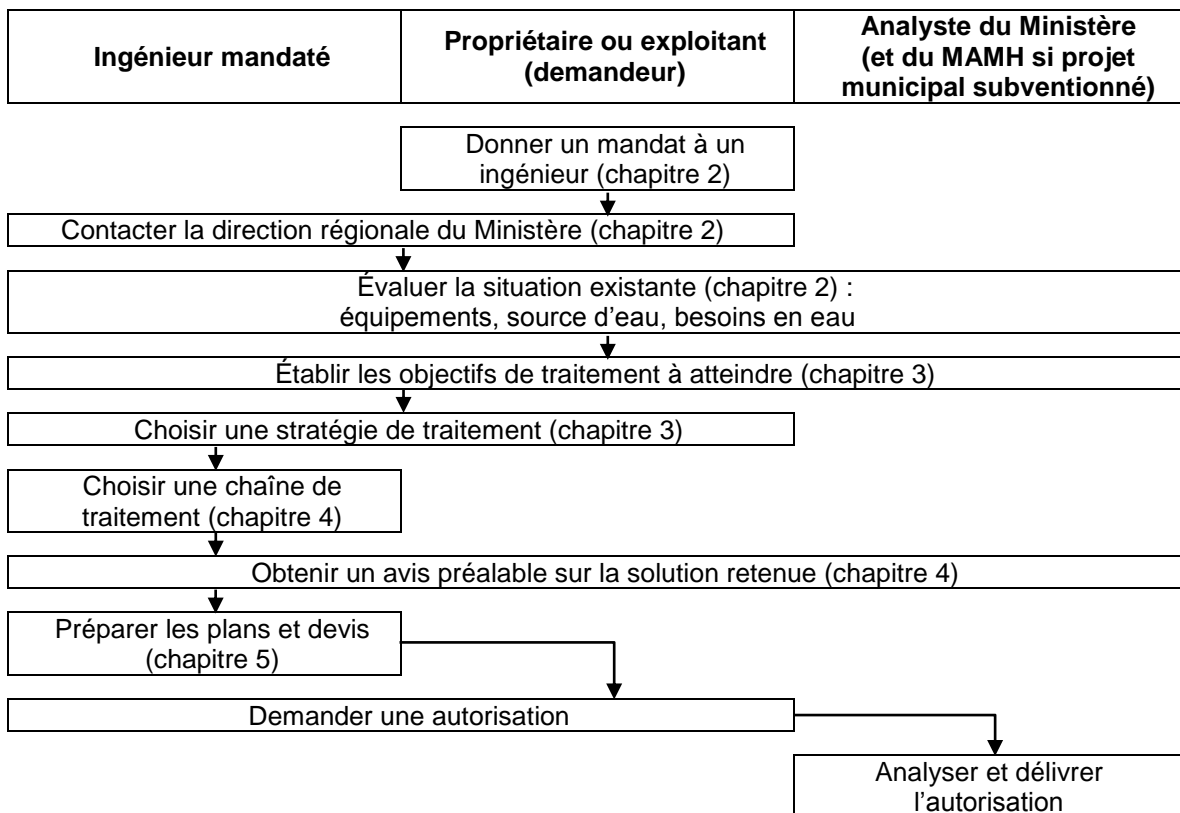


Figure 1 Étapes de réalisation d'un projet de mise aux normes pour les petites installations de production d'eau potable

2 POINT DE DÉPART

Ce chapitre présente les éléments essentiels pour bien démarrer un projet : qui contacter, comment choisir sa source d'eau, comment la caractériser et comment faire l'inventaire de ses équipements.

2.1 Amorce d'un projet

La plupart des responsables de petits systèmes n'ont pas les ressources humaines et techniques voulues pour mener à bien un projet de modification d'une installation de traitement. Un **spécialiste** est alors **nécessaire**. Comme l'autorisation du Ministère est donnée sur les plans et devis soumis et que la signature de plans est un acte réservé aux ingénieurs, le spécialiste en question **doit être un ingénieur**. Se posent alors deux questions : **comment le choisir** et **quel mandat lui donner**?

2.1.1 Le choix des acteurs

Le responsable d'une installation de production d'eau potable peut se procurer auprès de Réseau Environnement ou de l'Association des entreprises spécialisées en eau du Québec (AESEQ) des listes d'**ingénieurs spécialisés en traitement de l'eau** parmi leurs membres respectifs. Il est possible aussi de s'adresser à l'Ordre des ingénieurs du Québec ou à l'Association des ingénieurs-conseils du Québec. Ce responsable aura intérêt à **vérifier l'expérience** des candidats en production d'eau potable, et ce, tout particulièrement en ce qui concerne les petits systèmes, en s'informant des projets déjà réalisés et de la satisfaction des clients. Il est d'ailleurs de la **responsabilité de chaque ingénieur** de n'offrir ses services que pour les projets pour lesquels il est **compétent**. Plusieurs groupes de responsables de petits systèmes, comme Camping Québec ou la Fédération des pourvoiries du Québec, ont déjà fait affaire avec des bureaux d'ingénieurs, et leurs expériences peuvent être mises à profit. Le responsable peut chercher à se rattacher à de tels groupes. Finalement, il arrive que l'entreprise spécialisée en équipements de traitement d'eau ait dans son équipe un ingénieur capable de rédiger les plans et devis du projet. Par contre, le propriétaire ou l'exploitant devra s'assurer que les produits offerts par l'entreprise correspondent bien à ses besoins. Il est à noter par ailleurs que dans le cas d'un projet municipal, les contrats doivent être attribués dans le respect des lois qui encadrent le régime contractuel des municipalités, tant en ce qui concerne les services professionnels que les fournisseurs et les entrepreneurs.

Dans la mesure où le **Ministère recommande l'utilisation d'une eau souterraine** comme source d'approvisionnement en eau potable (voir section 2.2), le choix de l'hydrogéologue revêt aussi une grande importance. Il convient de choisir un **hydrogéologue** qui a une bonne **connaissance régionale** et qui a une sensibilité particulière à la qualité de l'eau soutirée.

Le **choix de l'entreprise spécialisée** en équipements de traitement d'eau est également important. Plusieurs ressources dont les Pages Jaunes, les requêtes effectuées sur Internet et certains sites spécifiques (<http://aeseq.com/>, <https://www.oiq.qc.ca/Pages/accueil.aspx> par exemple) permettent de trouver des entreprises spécialisées en traitement de l'eau. Celles-ci ont généralement une **expérience** à l'échelle résidentielle (quelques mètres cubes par jour). Il en va tout autrement lorsqu'il est question de systèmes de l'ordre de **75 à 250 m³/d ou plus**, pour lesquels l'on trouve peu d'entreprises spécialisées. Le responsable et l'ingénieur mandaté ont un rôle important à jouer dans le choix du fournisseur.

Finalement, les analystes du Ministère et du MAMH, le cas échéant, sont affectés à chacun des dossiers en fonction de la région où est situé le projet.

2.1.2 Le mandat de l'ingénieur

Les responsables de petits systèmes ont généralement une marge de manœuvre assez large pour choisir la façon de réaliser le projet (aucune obligation d'aller en appel d'offres par exemple). Le tableau 1 présente une **liste d'activités** à faire et un exemple de répartition des tâches entre le responsable,

l'ingénieur mandaté et le fournisseur d'équipement. Le **responsable** peut prendre en charge **le plus d'activités possible** afin de diminuer les coûts de la mise aux normes.

TABLEAU 1 Liste d'activités à faire, de l'amorce d'un projet à sa réalisation

	Activités	Responsable		
		Responsable	Ingénieur	Fournisseur
1.0	Préparation			
1.1	Évaluation des ressources financières disponibles	x		
1.2	Choix de l'ingénieur	x		
1.3	Dépôt d'une offre de services professionnels		x	
1.4	Confirmation du mandat de l'ingénieur	x		
1.5	Contacts préliminaires avec l'analyste du Ministère et du MAMH le cas échéant	x	x	
2.0	Évaluation de la situation existante			
2.1	Évaluation de la protection de la source d'eau	x	x	
2.2	Caractérisation de l'eau brute		x	
2.3	Évaluation des débits de conception		x	
2.4	Analyse des équipements existants		x	
3.0	Conception et demande d'autorisation			
3.1	Liste des solutions appropriées		x	
3.2	Choix d'une chaîne de traitement		x	
3.3	Évaluation des coûts de construction ¹		x	
3.4	Confirmation du choix de solution	x	x	
3.5	Choix des équipements ²	x	x	x
3.6	Démonstration (nouvelles technologies seulement)		x	x
3.7	Schéma de procédé		x	x
3.8	Croquis, spécifications, plans et devis, rapport d'ingénieur		x	
3.9	Estimation des coûts de construction		x	x
3.10	Demandes d'attestation (MRC, MFFP, CPTAQ, etc.)	x		
3.11	Demande d'autorisation au Ministère	x	x	
3.12	Obtention des ressources financières adéquates	x		
4.0	Construction et mise en service			
4.1	Commande des équipements et suivi des achats	x		
4.2	Construction	x		x
4.3	Soutien technique pendant la construction (facultatif)		(x)	
4.4	Surveillance partielle (facultatif)		(x)	
4.5	Visite du chantier (80 % d'avancement) (facultatif)		(x)	
4.6	Mise en service	x	x	x
4.7	Acceptation des travaux (conformité avec l'autorisation)	x	x	
4.8	Manuel et formation des opérateurs		x	x
4.9	Soutien pendant l'année de garantie			x
5.0	Paiements			
5.1	Paiement du consultant selon l'entente	x		
5.2	Paiement du fournisseur selon l'entente	x		

1. Une évaluation des coûts est présentée au chapitre 5. Ces coûts sont essentiellement ceux des équipements liés au traitement de l'eau. Selon le cas, il faut aussi prévoir les coûts liés au puits (ou à la prise d'eau), aux bâtiments, à la distribution ainsi qu'au fonctionnement des équipements en considérant aussi leur complexité.
2. Le recours à des appels d'offres sur invitation pour la fourniture et l'installation d'équipements, sauf pour le cas des municipalités où le régime contractuel est défini par des lois, peut contribuer à réduire les coûts, mais il revient au responsable d'évaluer ce bénéfice par rapport aux coûts supplémentaires des honoraires de l'ingénieur pour s'occuper de ces appels d'offres et de leur analyse.

La façon d'exécuter les travaux (activité 4.2 du tableau 1) offre également plusieurs possibilités au responsable d'une petite installation :

- Entreprise spécialisée comme entrepreneur général : quelques-unes des plus importantes entreprises québécoises spécialisées en traitement de l'eau agissent comme entrepreneur général au sens de la réglementation de la construction. Ces entreprises peuvent ainsi agir comme maître d'œuvre pour la totalité des travaux (incluant la construction de bâtiments). Cependant, pour faire des travaux d'électricité et de plomberie, elles doivent avoir aussi les licences correspondantes. Leurs employés doivent également détenir les cartes de compétence requises pour chacun des métiers impliqués. Elles peuvent aussi donner en sous-traitance certaines étapes à d'autres entreprises, qui ont alors les mêmes contraintes.
- Montage en atelier par l'entreprise spécialisée et installation par le responsable : l'entreprise spécialisée assemble les équipements de traitement d'eau dans son atelier et livre le tout au responsable du système de distribution. Celui-ci peut les installer lui-même. S'il fait faire l'installation, il doit retenir les services d'entreprises qui détiennent les licences appropriées et dont les employés détiennent les cartes requises.
- Entreprise spécialisée participant à l'installation : certaines entreprises spécialisées disposent des licences appropriées et ont un personnel qui détient les cartes requises pour effectuer une partie de l'installation (plomberie ou électricité par exemple). Il reste alors au responsable du système à faire, ou à faire faire selon le cas, les autres travaux.

Lorsque le responsable fait faire des travaux par ses propres employés, il doit détenir une licence d'entrepreneur général ou de constructeur « propriétaire » pour construire un bâtiment ainsi que les licences en électricité et en plomberie pour faire ces travaux. De plus, ses employés doivent détenir les cartes de compétence requises.

Il est important de noter aussi que la firme spécialisée tient habituellement à surveiller ou à vérifier l'installation de façon que sa garantie puisse s'appliquer. Pour le cas d'un projet municipal faisant l'objet d'une aide financière du MAMH, une surveillance adéquate des travaux est exigée ainsi qu'une attestation de conformité de l'ingénieur responsable de la surveillance.

2.2 Choix de la source d'eau : souterraine ou de surface?

Bien que la plupart des petites installations de production d'eau potable s'alimentent en eau souterraine, un nombre significatif de ces installations s'alimentent quand même à partir d'eaux de surface et, dans certains cas, n'ont aucun traitement en place. Pourtant, plusieurs arguments favorisent le choix d'une source d'eau souterraine par rapport à une eau de surface :

- les **contaminants** présents dans l'eau qui sont **les plus à risque** à court terme pour la santé publique sont les **organismes microbiologiques**;
- l'**eau souterraine** offre généralement une **meilleure protection** contre ce type de contamination (voir figure 2);
- la qualité de l'**eau souterraine** est **plus stable** et généralement **meilleure** que celle des eaux de surface en ce qui a trait à l'eau potable parce que le sol joue un rôle de filtre naturel;
- le **suivi exigé** pour le traitement de l'**eau de surface** est **plus rigoureux** et **plus contraignant** à cause de sa vulnérabilité à la contamination microbiologique;
- les **équipements de traitement** pour l'**eau souterraine** sont généralement **moins complexes** à faire fonctionner et **moins coûteux**;
- un **mauvais fonctionnement** des équipements de traitement peut être **plus dramatique** lorsque l'installation s'alimente **en eau de surface**, alors qu'avec de l'eau souterraine, il ne provoque généralement que des problèmes organoleptiques, sauf pour le cas de la désinfection.

Pour ces raisons, et particulièrement parce que les ressources humaines, techniques et économiques des petites installations sont limitées :

Le Ministère privilégie la recherche d'une eau souterraine comme source d'alimentation en eau potable avant d'envisager l'utilisation ou le maintien d'une alimentation en eau de surface.

Malgré les avantages que peut représenter l'alimentation en eau souterraine, plusieurs raisons peuvent faire que l'eau de surface demeure la solution à retenir : région éloignée (difficulté d'acheminer l'équipement de forage), eau souterraine de mauvaise qualité ou en quantité insuffisante, etc. Pour ces installations, le Ministère privilégie l'aménagement d'une prise d'eau dans un lac plutôt que dans une rivière, et ce, malgré que le phénomène des fleurs d'eau de cyanobactéries puisse se produire plus fréquemment dans les lacs que dans les rivières. L'aménagement d'une prise d'eau dans une rivière est souvent plus complexe et plus coûteuse à cause de la grande variabilité de la qualité de l'eau (fonte des neiges au printemps, événements pluviométriques, etc.). La figure 2 illustre la vulnérabilité à la contamination microbiologique des différentes sources d'alimentation en eau.

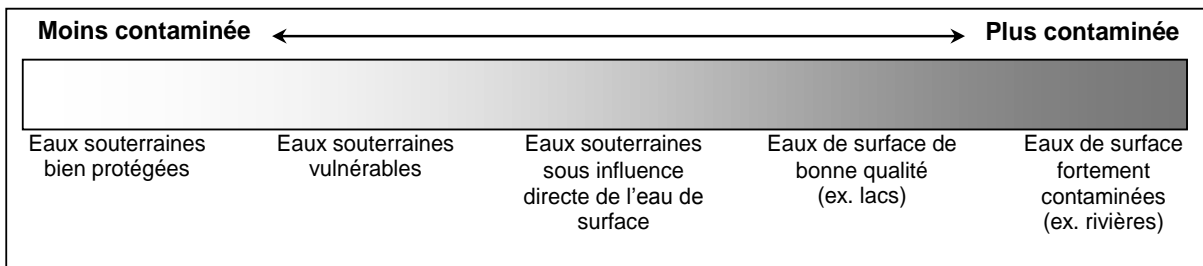


Figure 2 Sources d'eau en fonction de leur vulnérabilité à la contamination microbiologique

La section 2.4.1 présente les éléments de caractérisation de la source d'eau qui pourront permettre, entre autres, de distinguer les trois types d'eau souterraine mentionnés à la figure 2.

2.3 Sources de contamination et protection

Avant de s'investir dans la caractérisation de la qualité de l'eau brute et d'envisager la mise en place d'un traitement approprié, il est important de faire un inventaire des sources de contamination existantes et potentielles de la source d'eau, de vérifier les mesures de protection qu'il est possible de mettre en place et d'évaluer l'intégrité du captage d'eau souterraine ou de la prise d'eau de surface.

Pour les captages d'eau souterraine, les points suivants sont à vérifier afin d'évaluer les risques et de les limiter :

- étanchéité des parois ou du couvercle du captage (mauvaise construction ou dégradation);
- protection de l'accès au captage (clôture);
- proximité de sources de contamination et possibilité de contamination des eaux de surface environnantes;
- proximité de la nappe d'eau souterraine de la surface avec les risques qui y sont associés;
- proximité d'un affleurement rocheux fracturé;
- perméabilité naturelle élevée du sol à proximité du captage;

- étanchéité des puisards et des fosses septiques à proximité qui peuvent contaminer la nappe phréatique.

Ensuite, il faut éviter les situations suivantes, à moins de prendre les mesures nécessaires :

- proximité d'un système d'égout, d'un lieu d'élevage d'animaux de ferme ou de terres agricoles;
- proximité d'un lieu d'enfouissement sanitaire ou industriel;
- immersion de la tête du captage au printemps ou à la suite de fortes pluies;
- accumulation des eaux de ruissellement près du captage;
- présence de réservoirs d'essence ou d'huile dans l'aire d'alimentation;
- entreposage de sels de déglacage ou d'autres composés à risque à proximité.

Ces vérifications vont d'ailleurs dans le même sens que le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) ([Q-2, r. 35.2, chapitre VI](#)) en ce qui a trait à la protection des ressources en eau souterraine. C'est pourquoi tout captage d'eau souterraine pour l'alimentation en eau doit être autorisé par le Ministère, si la population touchée compte plus de 20 personnes, ou par la municipalité, si la population touchée compte 20 personnes ou moins.

Pour les prises d'eau de surface, les points suivants sont à vérifier :

- évaluation du débit d'étiage du plan d'eau (débit minimal sur une période de sept jours, à une récurrence de deux ans, communément appelé le Q_{2-7}) et évaluation de la quantité nécessaire;
- emplacement exact de la prise d'eau (profondeur, distance du fond, distance de la surface en période d'étiage);
- protection de l'accès à la prise d'eau (clôture ou autre restriction);
- protection de la prise d'eau à l'égard des gros débris (grille);
- courants préférentiels qui acheminent les débris vers la prise d'eau;
- sources de contamination à proximité (lessivage du sol en temps de pluie, occupation du terrain avoisinant avec activités à risque, rejet direct, activités au-dessus ou près de la prise d'eau, etc.);
- sources de contamination en amont (occupation du terrain avec activités à risque, provenance et contamination des affluents, etc.);
- proximité d'un système d'égout, d'un lieu d'élevage d'animaux de ferme ou de terres agricoles;
- proximité d'un lieu d'enfouissement sanitaire ou industriel;
- entreposage de sels de déglacage ou d'autres composés à risque à proximité.

Une fois l'inventaire effectué, le responsable peut prendre en considération les **interventions** à faire afin de **diminuer les sources de contamination** qui peuvent atteindre le captage en eau souterraine ou la prise d'eau de surface ou, du moins, en réduire les impacts.

Pour l'**eau souterraine**, le **chapitre 8 du G1** présente les **principaux captages** utilisés en eau souterraine ainsi que les éléments essentiels de l'**étude hydrogéologique** à effectuer. Cette étude hydrogéologique est relativement **restreinte pour les petites installations**, mais peut avoir une incidence importante sur la caractérisation de l'eau brute (section 2.4.1) et sur le traitement à mettre en place (chapitres 3 et 4).

Pour les **prises d'eau de surface**, l'**annexe 2** présente **deux aménagements** qui peuvent réduire les variations saisonnières de la qualité de l'eau brute et, jusqu'à un certain point, l'impact des sources de contamination.

2.4 Situation existante

L'évaluation de la situation existante est une étape essentielle dans la mise aux normes des équipements de traitement. Elle permet non seulement de dresser un inventaire des équipements existants, mais donne l'occasion de faire le point sur la source d'alimentation en eau potable et de porter un jugement sur sa vulnérabilité à la contamination. C'est pour cette raison que le Ministère préconise d'abord de réévaluer la source d'eau utilisée lorsque celle-ci provient de la surface (lac ou cours d'eau).

2.4.1 Caractérisation de la source d'eau

La **caractérisation** de l'eau brute est une **étape essentielle** pour établir le niveau de traitement à mettre en place (section 3.1) et pour déceler les composés les plus problématiques tant en matière de risque pour la santé que pour la qualité organoleptique de l'eau produite. À cet effet, le tableau 2 présente les paramètres d'intérêt et leur fréquence d'échantillonnage.

2.4.1.1 Paramètres à suivre, fréquence d'échantillonnage et durée de la caractérisation

Le **chapitre 6 du G1**, principalement les **tableaux 6.1, 6.2 et 6.3**, oriente la campagne de caractérisation et précise les **paramètres** à analyser ainsi que la **fréquence** d'échantillonnage à mettre en place selon la source d'eau. Pour les **petites installations**, le nombre de paramètres à analyser ainsi que la fréquence d'échantillonnage peuvent être **réduits**. Le **tableau 2** présente les paramètres à suivre ainsi que la fréquence d'échantillonnage demandée. Cette caractérisation est minimale, et le propriétaire ou l'exploitant, ou l'ingénieur mandaté, peut ajouter certains paramètres non réglementés s'ils représentent un problème.

2.4.1.2 Précautions à prendre

Comme la **caractérisation** de l'eau brute est une étape cruciale, il y a certaines **précautions à prendre** pour obtenir des **résultats représentatifs**, et ce, peu importe la source d'eau :

- ne pas échantillonner pendant l'hiver sauf si c'est la seule période d'ouverture de l'établissement;
- effectuer l'échantillonnage au moment où l'eau brute est la plus dégradée : pendant les fortes pluies au printemps ou à l'automne. Pour une nouvelle source d'eau souterraine, la meilleure période pour vérifier la qualité de l'eau d'un puits n'est pas nécessairement la même que pour vérifier sa capacité (en période d'étiage, généralement en hiver). Il peut donc arriver que la détermination de la capacité du nouveau captage et que la détermination de la qualité de l'eau se fasse à deux périodes distinctes;
- éviter l'échantillonnage après plusieurs jours de beau temps, favoriser l'échantillonnage un ou deux jours après une bonne pluie;
- prélever l'échantillon dans l'eau la plus représentative de celle qui sera traitée, c'est-à-dire celle qui sort de la pompe ou qui arrive de la prise d'eau (éviter de prélever en surface d'un lac, d'une rivière ou à la surface du puits);
- prendre des précautions particulières pour ne pas introduire de contamination dans les bouteilles d'échantillonnage;
- prélever l'échantillon, conserver et envoyer les bouteilles selon les indications de l'annexe 4 du Règlement en ce qui concerne les paramètres normés, puis suivre les orientations d'un laboratoire accrédité pour les paramètres qui ne le sont pas;
- faire analyser les échantillons par un laboratoire accrédité par le CEAEQ (fiabilité des résultats);
- faire des suivis sur place si possible (pH, turbidité, absorbance UV, température, etc.).

TABLEAU 2 Paramètres à analyser et fréquence d'échantillonnage

	Eau souterraine ¹		Eau de surface ²
	Source existante	Nouvelle source	
Paramètres microbiologiques			
Bactéries entérocoques (UFC/100 ml)	2 échantillons à une semaine d'intervalle	Après 24, 48 et 72 heures (essai de pompage)	Non requis
Coliformes totaux (UFC/100 ml)			1 échantillon par semaine pendant 12 semaines
<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)			
Paramètres inorganiques normés			
Antimoine ³ (mg/L)	2 échantillons à une semaine d'intervalle	Après 24 et 72 heures (essai de pompage)	1 échantillon pour toute la période de 12 semaines
Arsenic ³ (mg/L)			
Baryum ³ (mg/L)			
Bore ³ (mg/L)			
Cadmium ³ (mg/L)			
Chrome ³ (mg/L)			
Cuivre ³ (mg/L)			
Cyanures (mg/L)			
Fluorures (mg/L)			
Mercure (mg/L)			
Nitrates et nitrites (mg/L-N)			
Nitrites (mg/L-N)			
Plomb ³ (mg/L)			
Sélénium ³ (mg/L)			
Uranium ³ (mg/L)			
Turbidité (UTN)			1 échantillon par semaine pendant 12 semaines
Paramètres organiques			
Absorbance UV à 254 nm (cm ⁻¹)	1 échantillon	Après 72 heures (essai de pompage)	1 échantillon par semaine pendant 12 semaines
Carbone organique total (mg/L)			
Couleur vraie (UCV)			
composés organiques normés ⁴			
AHA, THM ou SDS-AHA, SDS-THM (µg/L)	1 échantillon ^{5, 6}	SDS (AHA et THM) après 72 heures (essai de pompage) ⁶	1 échantillon par mois pendant 12 semaines ^{5, 6}
Autres paramètres d'intérêt			
<i>Fer³ et manganèse^{3, 7} (mg/L)</i>	2 échantillons à une semaine d'intervalle	Après 24, 48 et 72 heures (essai de pompage)	1 échantillon par mois pendant 12 semaines
Dureté ³ (mg/L)			
Sulfures (mg/L)			
Conductivité (µS/cm)			
Chlorures (mg/L)			
Sodium ³ (mg/L)			
pH (sur place)			
Température (°C, sur place)			1 échantillon par semaine pendant 12 semaines
Azote ammoniacal (mg/L)			
Alcalinité (mg/L)			

1. Le suivi d'une eau souterraine **doit être ajusté** s'il est soupçonné qu'elle puisse être une ESSIDES et que l'avis de l'hydrogéologue ou de l'ingénieur mandaté ne permet pas de trancher (voir section 2.4.1.3).
2. La période de 12 semaines **peut être réduite** à 4 semaines si le traitement prévu est jugé assez robuste par le Ministère. Par contre, elle **devra être augmentée** jusqu'à 17 semaines si on vise à être exempté de la filtration (article 5 du Règlement).
3. La méthode dite « soluble à l'acide » est celle qui est utilisée pour analyser les métaux.
4. **Seulement si la présence** de ces composés est **soupçonnée** à la suite de l'inventaire des sources de contamination.
5. On peut utiliser le suivi réglementaire des THM en réseau si ce dernier est chloré ou l'analyse SDS-THM dans l'eau brute aux mêmes conditions que celles demandées pour les nouvelles sources d'eau souterraine.
6. THM et AHA mesurés après un temps de contact de 24 heures, une dose de chlore résiduel libre de 0,5 mg/L ± 0,2 mg/L, à un pH de 7,5 et à température ambiante (ou selon les conditions réelles du réseau de distribution).
7. *Bien que le manganèse ne soit pas dans la catégorie des paramètres normés, Santé Canada propose une concentration maximale acceptable dans l'eau potable pour protéger la santé humaine (voir la section 3.1.1.2).*

2.4.1.3 Classement de la prise d'eau

La **caractérisation** de l'eau brute, jumelée à l'étude hydrogéologique le cas échéant et à l'inventaire des activités à risque, permettra de **classer la source d'eau**, notamment si elle est souterraine. Ce classement servira à **déterminer les objectifs de traitement** à atteindre (section 3.1) ainsi que les équipements à mettre en place (chapitre 4).

Pour les eaux souterraines, les éléments suivants distinguent les différentes eaux qu'on retrouve dans la figure 2 :

- Eau souterraine bien protégée :
 - puits bien construit et intègre **et**;
 - sources de contamination microbiologique assez éloignées (à l'extérieur des aires de protection bactériologiques et virologiques) **ou**;
 - bonne filtration du sol pour les protozoaires et virus (DRASTIC < 100).
- Eau souterraine vulnérable :
 - puits bien construit et intègre **mais**;
 - sources de contamination microbiologique à proximité (à l'intérieur des aires de protection bactériologiques et virologiques) **et**;
 - faible capacité de filtration du sol pour les virus (DRASTIC > 100).
- Eau souterraine sous l'influence directe de l'eau de surface :
 - puits mal construit **ou**;
 - sources de contamination microbiologique à proximité (à l'intérieur des aires de protection bactériologiques et virologiques) **et**;
 - faible capacité de filtration du sol pour les protozoaires et virus (DRASTIC >> 100).

Dans certains cas, les eaux souterraines sont tellement vulnérables qu'il devient alors possible pour les bactéries, les virus et même les protozoaires et autres microorganismes de se retrouver dans ces eaux. On considère alors que cette eau souterraine est une ESSIDES et il y a une obligation de mettre en place le même traitement minimal que pour les eaux de surface. **Si les professionnels ne sont pas en mesure de déterminer clairement si l'eau souterraine est bien protégée, vulnérable ou une ESSIDES**, on pourra se référer à la section 6.6 du G1, qui présente un protocole d'évaluation d'une ESSIDES et de la vulnérabilité à la contamination microbiologique qui demande de modifier la caractérisation prévue au tableau 2.

2.4.2 Débit de conception

Pour **faciliter** la conception et le choix de la **taille des équipements**, on doit établir le débit journalier moyen (Q_{Jmoy}), le débit journalier maximal (Q_{Jmax}) et le débit maximal instantané ($Q_{INSTmax}$) correspondant à la consommation des usagers.

Lorsqu'il s'agit d'un système existant, des **données réelles** peuvent être **disponibles**. Il faut alors en évaluer la valeur et s'assurer qu'il est bien nécessaire d'avoir des équipements de cette taille. C'est le meilleur moment pour décider d'implanter des **mesures d'économie** en se référant au guide du MAMH (2011)¹. Lorsqu'il s'agit d'un nouveau système, on consultera le **chapitre 5 du G1** pour évaluer les débits journaliers moyen et maximal. Pour les besoins de la démonstration à partir de **cas types**, différents **débits sont utilisés** dans le G2. Ils sont indiqués au tableau 3.

1. MAMH (par Réseau Environnement), *L'économie d'eau potable et les municipalités*, Montréal, Réseau Environnement, 15 février 2011.
(<http://www.reseau-environnement.com/leconomie-deau-potable-dans-les-municipalites-volume-1-et-2/>).

TABLEAU 3 Débits utilisés dans le G2 pour illustrer différentes configurations et chaînes de traitement

Cas	Q_{Jmoy}	Q_{Jmax}	$Q_{INSTmax}$	Population approximative
I	2,5 m ³ /d	10 m ³ /d	83 m ³ /d ou 58 L/min (15 USGPM)	10 personnes
II	20 m ³ /d	75 m ³ /d	140 m ³ /d ou 96 L/min (25 USGPM)	75 personnes
III	100 m ³ /d	250 m ³ /d	400 m ³ /d ou 289 L/min (75 USGPM)	250 personnes

Il existe très **peu de références fiables** sur les débits utilisés par les petites installations, car les besoins sont souvent très variables. Néanmoins, le chapitre « Plomberie » du Code de construction permet une évaluation très sécuritaire du $Q_{INSTmax}$ (surestimation importante des débits réels). On peut le consulter sur le site Internet de la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) à l'adresse suivante :

<http://www.rbq.gouv.qc.ca/lois-reglements-et-codes/code-de-construction-et-code-de-securite.html>

2.4.3 Équipements existants

Pour terminer l'analyse de la **situation actuelle**, il est important d'**évaluer les équipements** déjà en place et de vérifier s'ils répondent toujours aux besoins. Ainsi, il est important :

- de **vérifier** l'état général des équipements en place et de porter un jugement sur la nécessité de les remplacer :
 - degré d'usure des pièces mobiles;
 - intégrité des caissons sous pression;
 - intégrité des accessoires hydrauliques (valves, tuyaux, réservoirs, etc.);
 - fiabilité et calibrage des équipements de mesure (cadran, jauge, capteurs, etc.);
 - degré d'usure par épuisement ou par attrition du matériel de traitement (sable, résine, charbon, etc.).
- de **vérifier** la capacité de ces équipements par rapport aux besoins en eau :
 - fréquence de mise en marche des pompes;
 - capacité des réservoirs hydropneumatiques;
 - pression de distribution de l'eau (une faible pression en période de forte demande indique une capacité de pompage insuffisante);
 - capacité de répondre aux besoins instantanés actuels et futurs ($Q_{INSTmax}$);
 - capacité quotidienne de production des équipements de traitement en fonction des périodes d'arrêt pour lavage ou régénération.
- de **vérifier** la performance des équipements de traitement par rapport aux paramètres problématiques :
 - pertinence de conserver les équipements en place par rapport aux problèmes révélés par la caractérisation;
 - efficacité réelle des équipements (analyser l'eau avant et après chaque équipement pour valider l'efficacité);
 - possibilité de réutiliser les équipements en place (changer de milieu filtrant, de résine, de place dans la chaîne de traitement, etc.).

Une fois que l'évaluation de la situation existante est terminée (choix de la source d'eau, détermination des sources de contamination, caractérisation de l'eau brute, évaluation des besoins en eau, évaluation des équipements existants), il s'agit de déterminer les objectifs de traitement et la stratégie de traitement qui sera employée.

3 OBJECTIFS ET STRATÉGIES DE TRAITEMENT

Après l'évaluation de la situation existante, il faut établir les objectifs de traitement afin, d'une part, d'atteindre les normes prévues par le Règlement mais aussi, d'autre part, que l'eau potable produite puisse être consommée par les utilisateurs. À cet effet, les paramètres de goût, d'odeur et de couleur de l'eau ne sont pas à négliger.

Ensuite, il faut choisir une stratégie de traitement qui, à son tour, aura une influence sur les investissements à faire, la souplesse d'exploitation et la complexité du suivi : traiter de façon centrale ou à chacun des bâtiments? Traiter à l'entrée du bâtiment ou aux robinets? La réponse à ces questions permettra ensuite de choisir une chaîne de traitement. Les chaînes de traitement sont présentées au chapitre 4.

3.1 Objectifs de traitement

Lorsqu'on veut traiter une eau pour la rendre potable, on vise essentiellement trois objectifs :

- la **rendre sécuritaire** en éliminant le plus possible les organismes et les composés susceptibles d'affecter la santé humaine;
- la **rendre agréable** à boire en éliminant la couleur, les goûts et les odeurs qu'elle peut avoir;
- **éviter de la contaminer** en s'assurant de l'innocuité des produits et des matériaux qui seront en contact avec elle.

Pour rendre l'**eau sécuritaire**, le Ministère fixe des **normes** dans le **Règlement**. Pour rendre l'**eau agréable**, il existe des **recommandations canadiennes** (voir section 3.1.2) qui couvrent les paramètres concernés. Pour **éviter de contaminer l'eau**, le **RAA32LQE** édicte certaines **exigences d'innocuité** des produits et des matériaux utilisés dans les traitements pour la production d'eau potable (voir section 3.1.3).

3.1.1 Objectifs réglementaires

Certaines normes visent des organismes microbiologiques qui peuvent affecter la santé dans un délai de quelques heures à quelques jours. Ce sont les **normes microbiologiques**, qui visent les virus, les bactéries (comme les bactéries *E. coli* et entérocoques) et les protozoaires (tels que *Cryptosporidium* et *Giardia*). D'autres normes visent des composés chimiques susceptibles, eux aussi, d'affecter la santé humaine. Ce sont les **normes inorganiques** et **organiques**. Selon le composé et les concentrations mesurées dans l'eau, l'effet sur la santé peut survenir à plus court terme (comme les nitrites et les nitrates) ou à plus long terme (comme le benzène). L'effet peut toucher toute la population (comme l'arsenic) ou un groupe précis de la population (par exemple, la norme relative au plomb qui vise à protéger plus particulièrement les jeunes enfants). L'**annexe 3** présente les différents **paramètres normés** dans le Règlement.

3.1.1.1 Normes microbiologiques

Les contaminants les plus problématiques à court terme pour la santé publique sont les organismes microbiologiques. Leur présence dans l'eau potable peut provoquer des épidémies entraînant parfois même la mort. Les événements survenus à Walkerton en Ontario en 2000 en sont un triste exemple. Pour diminuer les risques de voir un tel événement se produire au Québec, le Règlement fixe des objectifs minimaux d'enlèvement de certains organismes qui dépendent :

- du type de source d'eau;
- de l'organisme visé.

En se référant aux différentes sources d'eau présentées à la figure 2 du chapitre 2, le tableau 4 présente une vue d'ensemble des objectifs d'enlèvement ainsi que des obligations de traitement édictées par le Règlement en fonction de leur vulnérabilité à la contamination microbiologique.

Le Règlement prend en considération la qualité microbiologique potentielle de la source d'eau en fixant des objectifs de traitement différents. Les objectifs d'enlèvement pour les indicateurs que sont les bactéries coliformes totales, fécales et les *E. coli* sont les mêmes pour toutes les eaux potables, peu importe la source d'eau, puisqu'on peut les mesurer facilement à un coût raisonnable. Pour ce qui est des virus et des protozoaires, comme il y a des problèmes importants de mesure dans l'eau potable, le respect des objectifs d'enlèvement est vérifié à l'étape du traitement. On présume de leur présence dans la source d'eau, et le Règlement exige un certain niveau d'enlèvement en fonction de leur nombre potentiel et du nombre nécessaire pour infecter un être humain. L'annexe 3 présente une justification de ces objectifs d'enlèvement ainsi que la façon d'établir les crédits d'enlèvement pour les différents procédés utilisés pour produire de l'eau potable. Il est important de bien comprendre ces fondements afin de poursuivre correctement la démarche.

TABEAU 4 Obligation de traitement et objectifs édictés par le Règlement

Type de source d'eau	Enlèvement minimal			Traitement minimal
	<i>Cryptosporidium</i>	<i>Giardia</i>	Virus	
Eaux souterraines bien protégées	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun ¹
Eaux souterraines vulnérables	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun ^{1, 2}
Eaux souterraines contaminées ³	Aucun	Aucun	99,99 % (4 log)	Désinfection
Eaux souterraines sous influence directe d'une eau de surface	99,9 % (3 log)	99,9 % (3 log)	99,99 % (4 log)	Filtration et désinfection ^{4, 5}
Eaux de surface de bonne qualité	99,9 % (3 log)	99,9 % (3 log)	99,99 % (4 log)	Filtration et désinfection ⁵
Eaux de surface fortement contaminées ⁶	> 99,9 % (> 3 log)	> 99,9 % (> 3 log)	> 99,99 % (> 4 log)	Filtration et désinfection ⁵

1. Si le traitement de désinfection installé ne permet pas d'atteindre 4 log d'enlèvement de virus, un suivi mensuel des bactéries *E. coli* dans l'eau brute est requis (article 21.1 du Règlement).
2. S'il n'y a pas de traitement de désinfection, un suivi mensuel des bactéries *E. coli*, des bactéries entérocoques et des virus coliphages F-spécifiques, le cas échéant, dans l'eau brute est requis (article 13 du Règlement).
3. Pour les eaux souterraines qui ont déjà montré une contamination d'origine fécale, il faut installer un traitement minimal de désinfection permettant d'atteindre 4 log d'enlèvement de virus (article 6 du Règlement).
4. Les ESSIDES ne nécessitent généralement pas de filtration, mais une vérification des critères d'exclusion est demandée (article 5 du Règlement).
5. L'article 5 du Règlement prévoit certains critères qui permettent d'être exempté de la filtration obligatoire de l'eau de surface, mais les objectifs d'enlèvement des organismes visés demeurent les mêmes.
6. Pour les eaux de surface fortement contaminées, des log additionnels d'enlèvement sont requis comme indiqué à l'article 5.1 du Règlement.

3.1.1.2 Normes relatives aux paramètres organiques et inorganiques

Le Règlement exige aussi que l'eau potable respecte *les normes pour plusieurs composés organiques et inorganiques*. Parmi ces composés, les plus connus sont les nitrates, le baryum, l'arsenic, le plomb, les fluorures, le mercure et les trihalométhanes. Il y a aussi plus d'une soixantaine d'autres paramètres qu'il faut respecter pour considérer que l'eau est potable. Il serait fastidieux de couvrir chacun d'eux, et c'est pourquoi ce ne sont que les composés les plus usuels qui seront traités dans le présent ouvrage. Il est toujours possible de consulter le G1 pour le traitement des composés qui ne sont pas couverts par le présent guide. *Par ailleurs, il est important de noter que la recommandation canadienne pour le manganèse, publiée en mai 2019 par Santé Canada, propose*

maintenant une concentration maximale acceptable pour protéger la santé et un nouvel objectif d'ordre esthétique pour améliorer les qualités organoleptiques de l'eau potable (voir plus loin).

Objectifs esthétiques

Pour atteindre le deuxième objectif, rendre l'eau agréable à boire, il existe des recommandations canadiennes qui couvrent les paramètres concernés et qui sont diffusées sur le site Internet de Santé Canada à l'adresse suivante :

<https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/qualite-eau.html>

Parmi ces paramètres, les plus importants sont :

- le fer ($\leq 0,3$ mg/L);
- *le manganèse ($\leq 0,02$ mg/L);*
- la couleur (≤ 15 UCV);
- les sulfures ($\leq 0,05$ mg/L);
- les chlorures (≤ 250 mg/L);
- le sodium (≤ 200 mg/L).

Bien que ces composés, sauf le manganèse, ne représentent pas un risque pour la santé humaine et qu'ils ne soient pas couverts par le Règlement, ils doivent être pris en considération parce que les efforts et le coût associés à l'obtention d'une eau potable peuvent être anéantis si l'eau est orange (présence de fer) ou sent les œufs pourris (présence de sulfures). Pour cette raison, le **présent ouvrage** prendra aussi en considération **certains de ces composés**.

En petite quantité, le manganèse est un élément essentiel pour les humains, car il joue un rôle important dans la constitution de certaines enzymes. En concentration trop élevée, le manganèse dans l'eau potable pourrait avoir certains effets neurologiques indésirables, particulièrement chez les nourrissons et les enfants.

Santé Canada a publié en mai 2019 une recommandation pour le manganèse dans l'eau potable qui prévoit une concentration maximale acceptable de 0,12 mg/L pour protéger la santé. Par ailleurs, la recommandation canadienne d'ordre esthétique est passée de 0,05 à 0,02 mg/L afin d'améliorer davantage les qualités organoleptiques de l'eau et d'accroître la confiance des consommateurs en réduisant le nombre de plaintes qui y sont liées. Ainsi, lorsque des traitements doivent être mis en place pour réduire les impacts des concentrations de manganèse retrouvées dans l'eau potable, le Ministère invite les responsables à évaluer la pertinence d'utiliser la valeur de 0,02 mg/L comme un objectif de performance à atteindre.

3.1.2 Objectifs d'innocuité

Finalement, il faut **éviter de contaminer l'eau** avec les équipements mis en place et les produits chimiques utilisés dans le traitement. Pour cette raison, il faut s'assurer de l'**innocuité des produits et des matériaux** qui entreront en contact avec l'eau. Les normes ANSI/NSF 60 pour les produits chimiques et ANSI/NSF 61 ou BNQ 3660-950 pour les matériaux en contact avec l'eau peuvent servir à démontrer l'innocuité des produits et des matériaux utilisés.

3.2 Stratégie de traitement : central, aux bâtiments ou autre?

Le changement des équipements en place ou la mise en place de plusieurs équipements là où il n'y en avait pas avant peuvent souvent s'avérer très coûteux et complexes. Pour cette raison, **plusieurs**

stratégies s'offrent au propriétaire ou à l'exploitant d'une petite installation. En commençant par la plus simple, on note:

- le branchement sur un réseau voisin à proximité;
- la distribution d'une eau non potable;
- le changement de la source d'eau;
- la modification de la prise d'eau pour diminuer les variations de qualité de l'eau brute;
- le traitement à chacun des bâtiments, au complet ou en partie;
- le traitement centralisé.

3.2.1 Branchement sur un réseau voisin

Cette solution est vraiment la plus simple, puisqu'elle **évite les tracas** liés à la prise d'eau (mise en place et entretien) et au traitement (mise en place, exploitation, entretien et responsabilité). Lorsque c'est possible et que le prix de l'eau demandé par le réseau voisin est raisonnable, il peut être **plus profitable à long terme** d'investir dans une conduite en faisant l'acquisition de servitudes pour la brancher sur un réseau voisin que de payer, même moins cher, pour un traitement indépendant en considérant les questions d'exploitation, d'entretien, de renouvellement des équipements et de responsabilité envers la clientèle. Mais l'absence de voisin à proximité ou la complexité de l'acquisition des servitudes peut rendre cette solution inapplicable.

Le branchement sur un réseau voisin peut nécessiter l'obtention préalable d'une autorisation du Ministère. De plus, l'efficacité du système de traitement pour l'eau potable de ce réseau voisin doit être démontrée par un rapport signé par un ingénieur et soumis au Ministère. Finalement, s'il s'agit d'un réseau privé plutôt que d'un réseau municipal, le branchement peut aussi être assujéti au Règlement sur les aqueducs et égouts privés, ([L.R.Q., c. Q-2, r. 4.01](#)). Il est donc essentiel de s'adresser au bureau régional du Ministère de votre secteur pour vérifier les obligations qui s'appliquent à votre situation.

3.2.2 Distribution d'une eau non potable

Cette solution n'est permise que pour les **établissements touristiques saisonniers et**, depuis le 8 mars 2012, pour **certains établissements touristiques non saisonniers situés sur des territoires précis** (article 44.1 du Règlement). Les autres classes d'installations n'ont pas la possibilité de recourir à cette solution. Les réseaux privés et les municipalités regroupent principalement des résidents qui doivent avoir accès à de l'eau potable à l'année. Les institutions sont occupées principalement par des clientèles qui sont plus à risque et nécessitent un approvisionnement constant en eau potable : jeunes enfants dans les garderies, enfants dans les écoles, malades et personnes âgées dans les hôpitaux et les établissements de soins de longue durée, etc.

L'annexe 4 présente les conditions et les obligations à respecter pour pouvoir distribuer de l'eau non potable et un extrait des articles du Règlement qui s'appliquent à ces cas particuliers.

3.2.3 Changement de la source d'eau

Plutôt que de traiter la source d'eau actuelle, qui peut être fortement contaminée, il peut être plus avantageux à long terme de changer de source d'eau. Par exemple, on peut passer d'une source **d'eau de surface à une source d'eau souterraine**. En plus d'être assujéti à moins de contraintes réglementaires que l'eau de surface, l'eau souterraine a souvent une qualité plus stable et est moins propice aux contaminations microbiologiques. Il est donc plus facile de la traiter, puisque le traitement doit être ajusté moins souvent. Par contre, il peut arriver que l'eau souterraine contienne des composés variés qu'il est difficile de traiter en une seule étape. Autre exemple, on peut passer d'une

eau souterraine fortement chargée de composés variés à une eau souterraine dans une autre zone géologique qui peut être moins chargée ou dans un endroit où les activités à risque sont moins nombreuses, c'est-à-dire s'éloigner des lieux de traitement ou de récolte des eaux usées, des terres agricoles avec épandage de fumier, etc. Mais encore une fois, l'incertitude sur la qualité de l'eau qu'on peut trouver avec un nouveau forage, même dans un endroit bien étudié ou bien protégé, fait que cette solution comporte un certain risque qu'il faut évaluer. De plus, comme les petites installations sont sur des territoires restreints, la contrainte territoriale peut limiter l'applicabilité de cette solution.

3.2.4 Modification de la prise d'eau

Sans changer de source d'eau, il est possible d'**améliorer la qualité de la source d'eau** actuelle en procédant à quelques travaux. Même si le coût des travaux peut être relativement élevé, ils ne se produiront qu'une seule fois (ou à quelques reprises sur une très longue période) et sont avantageux à long terme, puisqu'ils permettront de **diminuer les obligations réglementaires** en ce qui concerne la potabilisation, de **simplifier les étapes de traitement** ainsi que de **réduire les coûts** de mise en place, d'exploitation et d'entretien qui y sont associés. Il est possible, par exemple :

- pour les prises d'eau de surface, d'**installer une prise d'eau en berge** plutôt que dans le cours d'eau afin de réduire la variabilité de la qualité de l'eau et de simplifier du même coup le traitement (voir des exemples à l'annexe 2). Le Ministère favorise les travaux en berge plutôt que dans le plan d'eau, et ceux-ci demeurent assujettis à son autorisation de même qu'à celle du MFFP en vertu de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune ([L.R.L.Q., c. C-61.1](#));
- pour les captages d'eau souterraine, d'**éliminer les activités à risque** près du captage, de **limiter l'accès** au captage en le clôturant, de **réaménager ou réhabiliter** le captage pour éliminer les infiltrations directes d'eau de surface, etc.

3.2.5 Traitement à chacun des bâtiments

Si le maintien de la source d'eau actuelle est la meilleure solution, le propriétaire ou l'exploitant peut choisir de traiter l'eau pour la rendre potable à chacun des bâtiments au lieu de faire un seul traitement centralisé. Le propriétaire ou l'exploitant peut aussi traiter en partie l'eau de façon centrale et terminer le traitement à chacun des bâtiments. Ces façons de faire sont **possibles** et sont désormais prévues par le Règlement. Par contre, les restrictions suivantes sont imposées pour encadrer cette nouvelle pratique :

- pour la désinfection et le traitement des composés volatils ou radioactifs, le traitement doit être complété à l'entrée de chacun des bâtiments;
- une autorisation est requise pour la mise en place de ces équipements;
- si l'ensemble des bâtiments alimente en eau potable plus de 20 personnes, le Règlement exige un contrôle obligatoire selon le nombre total de personnes alimentées en eau;
- le propriétaire ou l'exploitant du système de distribution demeure le responsable des équipements installés et doit s'entendre avec ses clients pour avoir accès aux équipements afin de procéder à leur entretien et à leur vérification;
- le propriétaire ou l'exploitant du système de distribution doit tenir un registre de la qualité de l'eau traitée pour chacun des bâtiments concernés qui alimente en eau plus de 20 personnes afin de démontrer que les équipements installés sont toujours adéquats.

Pour les contaminants comme les organismes microbiologiques, les composés volatils et les composés radioactifs, le risque pour la santé humaine n'est pas seulement lorsque l'eau potable est ingérée mais aussi lorsque le corps est exposé à cette eau, comme dans une douche, un bain ou au lavabo. C'est pourquoi le traitement de ces composés doit être fait à l'entrée du bâtiment afin que toute l'eau soit traitée. Pour les composés, comme les nitrates, le risque pour la santé humaine est surtout associé à l'ingestion, et il faut donc que les normes soient atteintes avant que l'eau soit bue.

C'est pourquoi le traitement de ces composés peut se faire indépendamment à l'entrée du bâtiment ou à tous les robinets d'eau froide alimentant un évier ou un lavabo, selon ce qui est le plus pratique ou le plus économique.

Pour mettre en place ces équipements, il faut une autorisation du Ministère, qui s'assure avant de la délivrer qu'ils seront adéquats en fonction de la qualité de l'eau à traiter, qu'ils seront bien installés et bien utilisés. En procédant ainsi, le Ministère s'assure que le suivi réglementaire sera fait et qu'il pourra réagir si un dépassement de normes est constaté.

Même si le traitement se fait à chacun des bâtiments, le propriétaire ou l'exploitant du système de distribution demeure responsable de la qualité de l'eau potable distribuée dans ces bâtiments et, de ce fait, doit pouvoir entretenir et vérifier les équipements installés. C'est pourquoi il doit prendre entente avec les propriétaires des bâtiments, s'ils sont différents de lui-même, pour pouvoir accéder aux équipements régulièrement ou au moment de situations particulières (panne, bris, urgence, etc.). Comme l'installation d'équipements à chacun des bâtiments a pu être justifiée par un coût moindre qu'un traitement centralisé, il ne devrait pas être trop difficile d'établir une entente avec les propriétaires des bâtiments.

NOTE SUR LE TRAITEMENT AUX ROBINETS

Dans le chapitre 4 du présent guide, certaines solutions de traitement aux robinets ont été retenues pour les nitrates dans l'eau souterraine et la couleur dans l'eau de surface. Pour ces deux situations, le Ministère considère que le traitement à chacun des robinets alimentant un évier ou un lavabo est suffisant. Conséquemment, il n'est pas nécessaire d'installer un traitement pour les nitrates ou la couleur pour la douche ou le bain. Le Ministère considère que le traitement à chacun des robinets alimentant un évier ou un lavabo est suffisant pour les paramètres inorganiques normés ainsi que tous les paramètres esthétiques.

Cependant, pour tous les autres paramètres normés, le traitement à chacun des robinets n'est pas permis. L'installation d'un traitement à l'entrée du bâtiment ou la mise en place d'une double tuyauterie d'alimentation en eau¹, en évitant les branchements croisés, peuvent s'avérer des solutions de rechange intéressantes.

Finalement, depuis le 2 octobre 2008, le chapitre « Plomberie » du Code de construction du Québec interdit la vente ou la location de dispositifs de traitement de l'eau qui n'ont pas été certifiés par la norme CSA B483.1 ou par les normes ANSI/NSF applicables et qui seront installés dans un bâtiment².

Finalement, le propriétaire ou l'exploitant de ces équipements doit tenir un **registre**, pour chacun des bâtiments où plus de 20 personnes sont alimentées en eau, où seront inscrites les données portant sur la qualité de l'eau traitée en relation avec les paramètres de conception des équipements de traitement. L'article 22.1 du Règlement précise les renseignements à inscrire au registre, soit, lorsque ces traitements sont utilisés :

- le **chlore résiduel libre** en précisant, dans ce cas, le **pH**, le **volume** d'eau dans le réservoir et le **débit** de l'eau;
- la **température**;

1. La double tuyauterie consiste en un réseau d'eau potable pour les robinets (éviers, lavabos), le réservoir d'eau chaude, les douches et les bains et un réseau d'eau non potable (désinfectée et traitée pour les composés volatils ou radioactifs le cas échéant) pour les toilettes, la machine à laver et le lave-vaisselle (voir aussi annexe 5).

2. Il est possible de consulter la publication de la RBQ à ce sujet sur son site Internet, à l'adresse suivante : <https://www.rbq.gouv.qc.ca/domaines-d'intervention/plomberie/interpretations-et-directives-techniques/dispositifs-de-traitement-de-leau-potable.html>.

- la **turbidité** de l'eau si la source d'eau est une eau de surface ou considérée comme telle;
- les **alarmes** qui ont été déclenchées en expliquant si possible la cause;
- la **date** et la **signature** de la personne qui a effectué ces mesures.

On trouve d'ailleurs un registre type sur le site Internet du Ministère à l'adresse suivante :

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/registre/modeles-suivi-installation.htm>

L'annexe 5 présente certains autres éléments à considérer pour effectuer le traitement à chacun des bâtiments.

3.2.6 Traitement centralisé

Si aucune des options précédentes n'est possible, plus simple ou économiquement avantageuse, la dernière possibilité est de faire un **traitement centralisé**. Puisque le traitement aux bâtiments n'était pas permis avant juin 2005, c'est le traitement centralisé qu'on retrouve partout au Québec.

NOTE SUR LA MUNICIPALISATION POSSIBLE D'UN RÉSEAU

La municipalisation d'un réseau demeure une solution possible; celle-ci étant de nature administrative plutôt que technique. Cette solution s'applique plus particulièrement aux **réseaux privés**. Bien que ce processus de municipalisation puisse être long et ardu, il est possible de **négoier avec la municipalité** pour qu'elle reprenne la responsabilité des installations d'eau potable. Cela dit, il faut aussi considérer le coût associé à cette solution, c'est-à-dire le coût de la municipalisation proprement dite, mais aussi le coût de la mise aux normes des installations d'eau potable qui devra quand même se faire. Pour ces raisons, cette solution administrative sera évaluée au cas par cas.

La municipalisation d'un réseau doit être autorisée par le Ministère qui statuera si cette prise en charge est aussi couverte par le *Règlement sur les aqueducs et égouts privés*, ([L.R.Q., c. Q-2, r. 4.01](#)) ou non.

À la suite du choix du consultant (voir section 2.1.2), de la caractérisation (voir section 2.4.1), de l'inventaire des équipements en place (voir section 2.4.3) et de la détermination des objectifs de traitement (voir section 3.1), il faut choisir la chaîne de traitement qui soit la plus simple et la moins chère possible tout en permettant de respecter le Règlement.

4 CHOIX DU TRAITEMENT

Une fois que l'évaluation de la situation existante a été effectuée (section 2.4), que les objectifs de traitement ont été fixés (section 3.1) et que la stratégie de traitement a été choisie (section 3.2), il est temps de sélectionner une chaîne de traitement qui permettra de satisfaire les besoins en matière de qualité de l'eau. Le choix final de la chaîne de traitement devra par contre prendre en compte le niveau de service, les coûts comparatifs des différentes solutions proposées ainsi que la gestion des rejets. Ces aspects seront présentés au chapitre 5.

Le G1 fournit des indications sur les procédés reconnus pour l'enlèvement en ce qui concerne les principaux paramètres de qualité de l'eau, et ce, aussi bien pour l'eau souterraine que pour l'eau de surface. On y trouve également des technologies reconnues. Les tableaux 8-1 et 9-1 du volume 1 du G1 orientent l'ingénieur dans son choix en fonction du ou des paramètres de qualité de l'eau à considérer. Cette information reste pertinente pour les petits systèmes.

Le G2 ajoute cependant une approche particulière aux petits systèmes car :

- le marché des systèmes de traitement résidentiels, commerciaux et industriels s'est développé depuis de nombreuses années. Il comporte des différences notoires par rapport à celui du traitement municipal (fournisseurs différents, par exemple);
- certains procédés utilisés pour les petits systèmes ne sont pas communs pour une application municipale (exemple : résine anionique pour l'eau de surface);
- la majorité des technologies des petits systèmes se regroupent autour d'un concept qui n'est pas utilisé dans les systèmes plus gros :
 - réservoir sous pression contenant le matériau requis ainsi que les conduites;
 - vanne en tête de réservoir regroupant tous les éléments de contrôle.

Par ailleurs, les solutions pour les petits systèmes peuvent, dans certains cas, présenter des avantages relativement au coût initial et à la simplicité de fonctionnement par rapport aux mêmes équipements utilisés dans des installations plus importantes.

Cela dit, avant d'aller plus loin dans la description des équipements de traitement, il est important de préciser quels types d'eau sont couverts par ce guide.

4.1 Types d'eau couverts par ce guide

La première étape de conception du G2 a été de déterminer les principaux problèmes affectant la qualité de l'eau auxquels les responsables de petites installations de traitement doivent faire face. Pour trouver ces problèmes, une évaluation de la situation a été effectuée à la fois au MAMH qu'au Ministère. Il en est ressorti que :

- plus de 90 % des petites installations alimentant moins de 500 personnes s'approvisionnent à partir d'eau souterraine;
- bien que plusieurs composés ou phénomènes problématiques puissent affecter la qualité de l'eau souterraine, les plus communs sont la contamination bactériologique, le fer et le manganèse, la dureté, le soufre, les nitrates et le baryum;
- l'approvisionnement en eau de surface ne pouvait être écarté, puisqu'il pouvait être la seule solution possible pour un certain nombre de cas.

C'est ainsi que les paramètres suivants ont été retenus pour la rédaction du G2 : fer (Fe), manganèse (Mn), dureté, baryum (Ba), sulfures (H₂S), nitrates, turbidité et contamination bactériologique pour l'eau souterraine, alors que pour l'eau de surface, le guide couvre la contamination bactériologique, la turbidité et la couleur. Pour faciliter la rédaction du guide, ces paramètres ont été regroupés de la façon suivante :

TABLEAU 5 Types d'eau considérés dans ce guide

Type d'eau	Composés ou phénomènes problématiques	Objectifs
Eau souterraine ayant une turbidité inférieure à 5,0 UTN	Fe < 5,0 mg/L Mn < 1,0 mg/L	Fe < 0,3 mg/L <u>Mn < 0,02 mg/L</u>
	Dureté < 300 mg/L Ba < 2,0 mg/L	Dureté < 80 à 100 mg/L Ba < 1,0 mg/L
	Fe < 1,0 mg/L Mn < 0,3 mg/L Dureté < 300 mg/L Ba < 2,0 mg/L	Fe < 0,3 mg/L <u>Mn < 0,02 mg/L</u> Dureté < 80 à 100 mg/L Ba < 1,0 mg/L
	Fe < 1,0 mg/L Mn < 0,3 mg/L H ₂ S < 1,0 mg/L	Fe < 0,3 mg/L Mn < <u>0,02 mg/L</u> H ₂ S < 0,05 mg/L
	Nitrites-nitrates < 20,0 mg/L	Nitrites-nitrates < 10 mg/L Nitrites < 1,0 mg/L
Eau de surface ¹ ayant une turbidité inférieure à 5,0 UTN (sauf dépassements saisonniers ²)	Couleur < 5 UCV	Turbidité < 5,0 UTN ³ Couleur < 15 UCV
	Couleur > 5 UCV	Turbidité < 5,0 UTN ³ Couleur < 15 UCV

1. Les eaux de surface sont considérées comme ayant toujours une contamination bactériologique, de sorte que la désinfection est obligatoire pour toutes ces eaux.
2. Par « dépassements saisonniers », on entend des pointes de turbidité de courte durée (de quelques heures à quelques jours tout au plus) qui surviennent sporadiquement au printemps ou à l'automne.
3. Selon le cas, la turbidité après la filtration devra être inférieure à cette valeur de 5,0 UTN. La valeur à atteindre sera spécifiée au moment de la présentation des solutions pour l'eau de surface.

Il est important de noter que la turbidité, le baryum, les nitrates et la présence de microorganismes pathogènes sont des paramètres normés de la qualité de l'eau. Le manganèse présent dans l'eau potable a des effets indésirables sur la santé humaine et sur les qualités organoleptiques de l'eau. Lorsque des traitements doivent être mis en place pour réduire les impacts des concentrations de manganèse, le Ministère invite les responsables à évaluer la pertinence d'utiliser la valeur de 0,02 mg/L comme un objectif de performance à atteindre. Les autres paramètres sont plutôt d'ordre esthétique ou opérationnel, sauf pour la couleur qui, lorsqu'elle est associée à la présence de matière organique, peut poser une problématique de sous-produits lors de la désinfection.

NOTE SUR LA CONCENTRATION EN NITRITES-NITRATES ≥ 5 mg/L

Le responsable du système est tenu de faire un contrôle de la concentration en azote (nitrates-nitrites) conformément à l'article 14 du Règlement. Dès qu'elle atteint 5 mg/L, le laboratoire doit en informer le Ministère et le responsable du système (article 35 du Règlement). Si cette situation se présente une deuxième fois dans un intervalle de deux années, le propriétaire ou l'exploitant doit transmettre au Ministère la liste des propriétés (foncières) qui se trouvent en totalité (ou en partie) dans l'aire de protection intermédiaire de la source d'approvisionnement (article 67 du RPEP).

Il faut noter aussi que :

- les cas types sont définis en fonction d'un nombre limité de paramètres. Le processus de conception exige une caractérisation plus large, en particulier pour des paramètres pouvant limiter l'application d'un procédé;
- le lecteur est renvoyé au G1 (tableaux 8-1 et 9-1) pour l'enlèvement de composés qui ne sont pas couverts par ce guide. Il peut également recourir aux procédés présentés dans ce guide mais pour des applications qui n'ont pas été abordées (voir section 4.6.2);

- des technologies prometteuses peuvent être en développement mais ne pas avoir atteint le niveau d'application visé par le G2 et elles en sont donc absentes (voir section 4.6.2);
- pour un procédé faisant partie d'une chaîne de traitement retenue dans ce guide, on trouve généralement plusieurs technologies distribuées par différents fournisseurs.

Finalement, il est bon de rappeler que les technologies applicables au traitement d'une eau de surface alimentant 500 personnes et moins sont généralement plus complexes à utiliser que les technologies applicables au traitement d'une eau souterraine. Il est donc recommandé de privilégier la recherche d'une source d'alimentation en eau souterraine avant d'envisager de traiter l'eau de surface. Le traitement d'une eau de surface ne devrait être considéré qu'en dernier recours.

4.2 Chaînes de traitement retenues et mises de côté

4.2.1 Chaînes de traitement mises de côté

L'objectif du G2 étant d'offrir les solutions de mise aux normes les plus simples possibles pour les petites installations afin de faciliter leur autorisation, certains procédés ou chaînes de traitement ont été mis de côté. Il y a d'abord certains procédés reconnus dans le G1, puisque leurs applications ne convenaient pas bien aux petites installations. Ensuite, certains procédés ou chaînes de traitement absents du G1 mais actuellement appliqués dans certaines petites installations ont aussi été mis de côté :

- Ozone, bioxyde de chlore et chloramines : ces procédés de désinfection n'ont pas été retenus pour les petites installations à cause de leurs exigences en matière d'utilisation.
- chloration de l'eau de surface en tête de chaîne de traitement : plusieurs cas de combinaison chloration-filtre sous pression à charbon actif pour traiter de l'eau de surface ont été relevés. Ils visent l'enlèvement de la couleur, d'une part, et la désinfection, d'autre part. Cette chaîne de traitement n'a pas été retenue, car elle présente l'inconvénient de former d'importantes quantités de sous-produits de chloration en présence de matière organique. Le filtre à charbon actif permet de remédier en partie à ce problème mais, après quelques mois d'utilisation, il laisse passer les sous-produits et y expose le consommateur d'eau. Sans chloration préalable, la filtration sur charbon actif (en mode d'adsorption) peut cependant être intéressante en traitement d'appoint.
- Dosage de produits chimiques : le traitement conventionnel de l'eau de surface fait appel à la coagulation suivie d'une floculation qui nécessite le dosage de produits chimiques en fonction de la qualité de l'eau brute. Comme cette dernière peut varier rapidement, le dosage des produits chimiques exige un suivi serré ainsi que des connaissances qui dépassent les ressources généralement disponibles sur place dans l'exploitation des petites installations. La coagulation suivie d'une floculation a ainsi été mise de côté.
- Dosage d'antitartre avant une membrane ou dosage d'agent séquestrant pour gérer le fer et le manganèse : pour les mêmes raisons d'ajustement de dosage de produits chimiques en fonction de la qualité de l'eau brute, ces procédés ont été mis de côté. *De plus, comme une recommandation pour protéger la santé humaine est désormais proposée par Santé Canada au sujet du manganèse, la séquestration pourrait devenir inappropriée pour atténuer le risque puisque celle-ci ne réduit pas la concentration de manganèse dans l'eau.*

Le fait de retirer certains procédés ou chaînes de traitement du G2 ne signifie pas qu'ils ne sont pas utilisables ou qu'ils ne permettent pas de répondre adéquatement aux exigences réglementaires. Ils ont été mis de côté parce que d'autres procédés ou chaînes de traitement présentaient des avantages en matière de simplicité d'utilisation.

4.2.2 Chaînes de traitement retenues

Pour déterminer les chaînes de traitement pouvant traiter adéquatement les sept types d'eaux brutes présentées au tableau 5, on a mis à contribution certains fournisseurs d'équipements. Ces fournisseurs devaient dresser la liste des chaînes de traitement qui pouvaient traiter un ou plusieurs types d'eau brute. Les chaînes de traitement à retenir devaient répondre aux critères suivants :

- être la plus simple possible en évitant l'utilisation de produits chimiques;
- avoir fait l'objet d'un suivi permettant une reconnaissance de performance de traitement (qualité d'eau brute et d'eau traitée connue) et de coût (installation et fonctionnement);
- utiliser des processus de traitement connus, pour éviter le procédé « boîte noire ».

L'expérience a montré que les fournisseurs d'équipements pour des petites installations, voire des installations résidentielles, possèdent très peu d'information sur les performances de traitement. Si la qualité de l'eau brute est souvent connue, celle de l'eau traitée, qui permet d'apprécier la performance de traitement des équipements en place, est rarement relevée dans la documentation. Les consultants impliqués dans le processus d'évaluation des chaînes proposées pouvaient porter un jugement sur la capacité de traitement de ces équipements en fonction de leur expérience respective, mais il était difficile de valider ce jugement par des résultats concrets. Il a donc fallu procéder à une caractérisation sur des installations réelles. Cette caractérisation a été effectuée selon les étapes suivantes :

- désignation, par les fournisseurs, d'installations réelles fonctionnant normalement;
- élaboration d'une campagne d'échantillonnage de l'eau brute et de l'eau traitée de ces installations;
- réalisation de la campagne d'échantillonnage (généralement un seul échantillon par site) et compilation des résultats;
- analyse des résultats en matière de performance de traitement.

À la suite de l'obtention des résultats de la campagne d'échantillonnage, les consultants ont analysé les chaînes proposées en considérant :

- les résultats de la campagne d'échantillonnage;
- leurs propres connaissances et expérience avec ces types de chaînes de traitement.

Comme les fournisseurs d'équipements associés au projet n'avaient soumis aucune chaîne de traitement contenant une filtration membranaire ou une filtration lente pour le traitement de l'eau de surface, un effort particulier a été fait pour trouver de l'information sur ces procédés de traitement. Pour les traitements membranaires, quatre fournisseurs ou fabricants spécialisés ont été sollicités et, pour la filtration lente, un seul fabricant d'unités préfabriquées a été trouvé. Le même type d'information leur a été demandé en matière de performances de traitement et de coûts selon les sept types d'eau brute visés par le présent guide. Ce travail a permis de compléter la liste de chaînes de traitement présentée dans le tableau 6.

Il est à noter que le tableau 6 présente deux options de chaînes de traitement pour une eau de surface dont la couleur est plus élevée que 5 UCV. Les chaînes de traitement qui incluent la filtration lente et les membranes de nanofiltration ont été placées dans une classe à part, puisque ces types de filtration reçoivent des crédits d'enlèvement pour les protozoaires et virus. En ce qui concerne la filtration lente, les crédits obtenus sont de 3 log pour *Giardia* et *Cryptosporidium*, et de 2 log pour les virus en fonction du suivi de la turbidité de l'eau filtrée. Pour la nanofiltration, les crédits d'enlèvement et le suivi d'intégrité qui y sont associés sont attribués à chaque technologie. Toutefois, même si certaines technologies de nanofiltration reçoivent des crédits d'enlèvement pour les protozoaires, il a été jugé plus simple, pour les petites installations, d'équiper ces chaînes de traitement avec une

désinfection UV plutôt que de mettre en place les équipements de suivi d'intégrité des systèmes membranaires.

Il est important de noter que, dans les chaînes de traitement présentées au tableau 6, la désinfection par rayonnement UV est toujours précédée d'un filtre à cartouche de 5 µm. Ce filtre permet de protéger le réacteur UV contre une intrusion importante de particules due au mauvais fonctionnement des équipements précédents. La présence de ce filtre à cartouche n'est cependant pas nécessaire dans la chaîne de traitement comprenant une nanofiltration pour l'eau de surface, puisque le niveau de filtration de cette membrane est beaucoup plus important que celui du filtre à cartouche.

Les sections suivantes présentent donc les chaînes de traitement retenues pour le traitement des sept types d'eau établis : cinq pour l'eau souterraine (section 4.3) et deux pour l'eau de surface (section 4.4). De l'information sera aussi présentée sur les options en ce qui a trait à la désinfection (section 4.5) et sur la question de la reconnaissance des technologies de traitement (section 4.6).

TABLEAU 6 Chaînes de traitement retenues selon le type d'eau visé

Type d'eau	Chaînes retenues	Désinfection ¹	
		Un seul bâtiment	Plusieurs bâtiments ²
Eau souterraine ayant une turbidité inférieure à 5,0 UTN			
Fer < 5,0 mg/L Mn < 1,0 mg/L	-Résine cationique -Filtre à sable vert -Filtre à matériau catalytique	-UV seuls -UV avec chlore -Chlore seul	-UV avec chlore -Chlore seul
Dureté < 300 mg/L Ba < 2,0 mg/L	-Résine cationique		
Fer < 1,0 mg/L Mn < 0,3 mg/L Dureté < 300 mg/L Ba < 2,0 mg/L	-Résine cationique seule -Filtre à sable vert et résine cationique -Filtre à matériau catalytique et résine cationique (coût non évalué)		
Fer < 1,0 mg/L Mn < 0,3 mg/L H ₂ S < 1,0 mg/L	Enlèvement du Fe et du Mn : -Filtre à sable vert -Résine cationique puis enlèvement du H₂S : -Filtre à matériau catalytique -Chlore et filtre à charbon actif en grains -Filtre à charbon spécialisé -Filtre à sable vert (coût non évalué)		
Nitrates < 20 mg/L	-Résine anionique -Résine cationique et osmose inverse		
Eau de surface ayant une turbidité inférieure à 5,0 UTN			
Couleur < 5 UCV	-Filtre granulaire bicouche -Filtre granulaire bicouche et résine anionique	-UV seuls -UV avec chlore	-UV avec chlore -Chlore seul
Couleur > 5 UCV	-Filtre granulaire bicouche et résine anionique		
Couleur > 5 UCV	-Filtration membranaire de nanofiltration avec prétraitement adapté -Filtration lente et résine anionique -Filtration lente et filtre à charbon actif en grains	-UV seuls -UV avec chlore -Chlore seul	

1. La désinfection de l'eau souterraine peut être optionnelle si la source d'eau n'est pas contaminée par les microorganismes visés par le Règlement.
2. La présence d'un résiduel de chlore libre d'au moins 0,3 mg/L est requise à la sortie du traitement dans un réseau de distribution.

4.3 Chaînes de traitement retenues pour l'eau souterraine

La présente section dresse un portrait des différentes chaînes de traitement énumérées au tableau 6. Leur présentation se fera toujours de la même façon :

- Présentation du type d'eau brute.
- Présentation de chacune des chaînes pouvant traiter cette eau brute en décrivant :
 - les différents équipements composant la chaîne de traitement étudiée;
 - les résultats de l'échantillonnage montrant les performances de traitement;
 - une description de la chaîne typique à installer;
 - un schéma d'écoulement de cette chaîne typique, comprenant la désinfection.

NOTE SUR LE POURCENTAGE D'EAU NON TRAITÉE À MÉLANGER À L'EAU TRAITÉE

L'enlèvement de certains paramètres en cause (manganèse, fer, sulfure, etc.) peut induire un adoucissement extrême de l'eau traitée. Cependant, l'OMS recommande d'éviter l'ingestion d'une eau trop douce. Pour cette raison, il est suggéré de ne traiter qu'une partie de l'eau brute, puis de la mélanger à l'eau non traitée afin de maintenir une dureté variant entre 80 et 100 mg de CaCO₃/L.

Le pourcentage d'eau non traitée est défini à partir des résultats du traitement effectif. Il doit permettre de se rapprocher le plus possible des valeurs cibles recommandées par Santé Canada, sans les dépasser. Pour les nitrites et les nitrates, c'est le tiers de la norme qui est visé.

La priorité est donnée aux paramètres normés (le baryum, par exemple), puis viennent la dureté et les autres paramètres organoleptiques. Ainsi, les pourcentages d'eau non traitée sont spécifiés dans chaque chaîne de traitement, pour satisfaire à la fois à la recommandation de l'OMS, aux critères organoleptiques de Santé Canada et aux normes du Règlement. Il est important de noter que dans les cas où le traitement final se fait au robinet du bâtiment, il n'est pas possible de procéder à un tel mélange.

4.3.1 Enlèvement du fer et du manganèse

Pour l'enlèvement du fer et du manganèse, trois procédés de traitement ont été retenus : l'échange d'ions sur une résine cationique, une oxydation suivie d'une filtration sous pression avec du sable vert ou une oxydation suivie d'une filtration sous pression avec un matériau catalytique.

4.3.1.1 Chaîne de traitement centrée sur une résine cationique

L'exemple étudié comprend une résine cationique comme seul traitement. Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont les suivants :

TABLEAU 7 Performance de traitement d'une résine cationique pour éliminer le fer et le manganèse

Paramètres	Unités	Résultats eau brute	Résultats eau traitée	Valeurs cibles
Fer (Fe)	mg/L	5,10	0,03	≤ 0,3
Manganèse (Mn)	mg/L	0,600	0,001	≤ 0,02
Dureté totale (CaCO ₃)	mg/L	212	2	80 - 100

L'enlèvement de ces trois paramètres est important. Aucun n'est normé. Cependant, considérant les recommandations de l'OMS quant à la consommation d'une eau trop douce (voir l'encadré de la section 4.3), il convient de faire un mélange avec l'eau non traitée. Ainsi, en mélangeant 5 % de volume d'eau non traitée à l'eau traitée, les concentrations seront respectivement de 0,28 mg/L pour le fer, de 0,03 mg/L pour le manganèse et de 12,6 mg CaCO₃/L pour la dureté. Avec un mélange de 10 %, les concentrations précédentes seraient doublées. Mais un pourcentage plus élevé d'eau non traitée donnerait une concentration de fer et de manganèse trop élevée dans l'eau produite.

Il faut mentionner par ailleurs que les résines cationiques utilisées pour l'enlèvement du fer et du manganèse ne sont pas entièrement régénérées par les ions sodium. Le fer et le manganèse enrobent la résine et créent un encrassement qui peut rendre nécessaire un nettoyage périodique de la résine à l'acide. De plus, l'enlèvement du fer et du manganèse par une résine cationique dépend de plusieurs facteurs : le choix de la résine, la dureté de l'eau brute, le choix du régénérant et de ses additifs, etc. Il incombe donc au fournisseur de s'assurer du bon fonctionnement de la chaîne de traitement. L'enlèvement du fer et du manganèse par une résine cationique pourrait alors se limiter aux eaux brutes comportant de faibles concentrations de fer et de manganèse (< 1,0 mg/L et < 0,3 mg/L respectivement).

La chaîne typique basée sur ce procédé comprendra une **résine cationique** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5.

La résine cationique est un procédé reconnu dans le G1 (section 8.5.4) qui donne également les domaines d'application et les critères de conception. Comme les résines sont régénérées avec des saumures, la question des rejets salés est traitée dans le chapitre 5. La figure 3 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne.

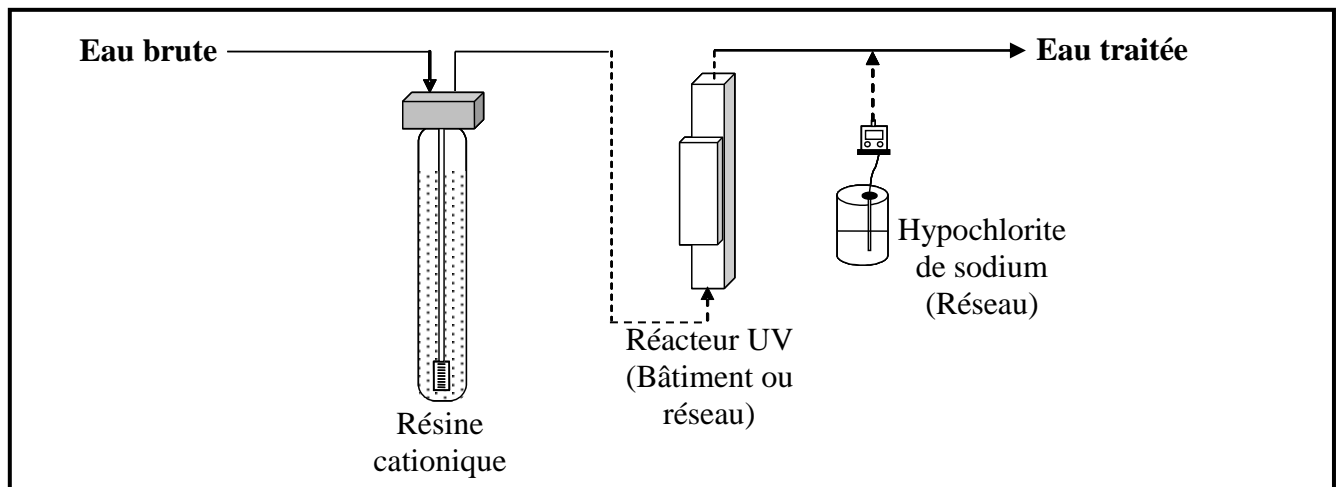


Figure 3 Schéma d'écoulement basé sur une résine cationique pour l'élimination du fer et du manganèse

4.3.1.2 Chaîne de traitement centrée sur un filtre sous pression à sable vert

L'exemple étudié comprend une filtration sous pression sur sable vert précédée d'un dosage en continu d'hypochlorite de sodium et de permanganate de potassium (KMnO_4). Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont les suivants :

TABLEAU 8 Performance de traitement d'une filtration sur sable vert pour éliminer le fer et le manganèse

Paramètres	Unités	Résultats eau brute	Résultats eau traitée	Valeurs cibles
Fer (Fe)	mg/L	0,5	0,05	$\leq 0,3$
Manganèse (Mn)	mg/L	0,69	0,19	$\leq 0,02$
Dureté totale (CaCO_3)	mg/L	350	350	80 - 100

L'enlèvement du fer et du manganèse est satisfaisant avec ce procédé, malgré une concentration résiduelle en manganèse supérieure à la valeur visée. Un ajustement du dosage de permanganate de potassium serait nécessaire. La chaîne typique basée sur ce procédé comprendra une **oxydation à l'hypochlorite de sodium et au permanganate** suivie d'un **filtre sous pression à sable vert** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5.

La filtration sur sable vert est un procédé reconnu dans le G1 (section 8.5.1.3), qui donne également les domaines d'application et les critères de conception. Selon les cas, les modes d'oxydation peuvent varier; dans le cas de dosages intermittents de KMnO_4 , il y a lieu de surveiller les rejets afin d'en réduire les impacts sur le milieu récepteur, le cas échéant. La figure 4 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

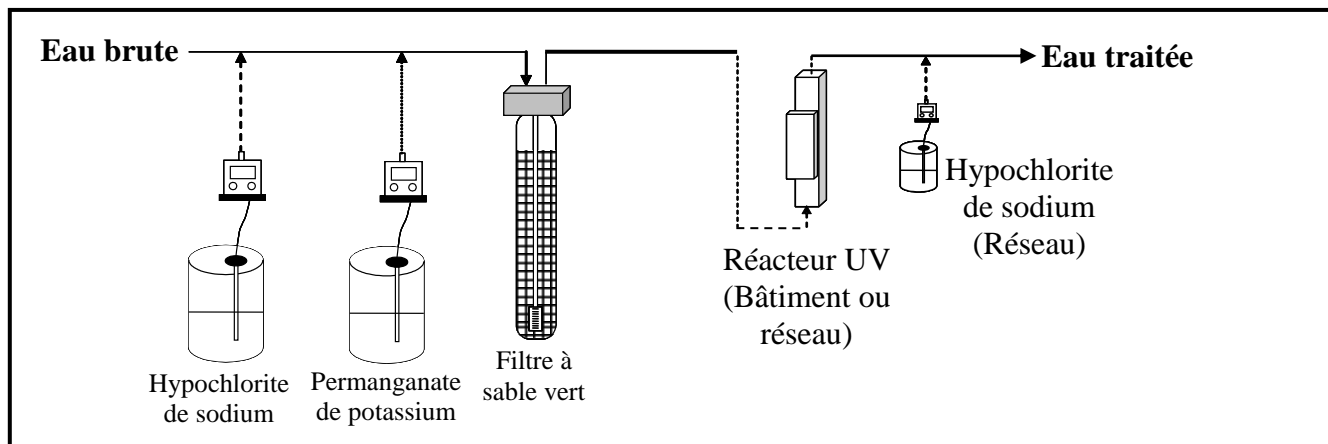


Figure 4 Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur sable vert pour l'élimination du fer et du manganèse

4.3.1.3 Chaîne de traitement centrée sur une oxydation et un matériau catalytique

L'exemple étudié comprend une filtration sur matériau catalytique précédée d'une oxydation à l'air, une résine anionique et des UV. La résine anionique ne visait pas l'enlèvement du fer et du manganèse, mais faisait partie de la chaîne de traitement étudiée. Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont les suivants :

TABLEAU 9 Performance de traitement d'une filtration sur matériau catalytique pour éliminer le fer et le manganèse

Paramètres	Unités	Résultats eau brute	Résultats eau filtrée	Valeurs cibles
Fer (Fe)	mg/L	1,34	0,13	≤ 0,3
Manganèse (Mn)	mg/L	0,103	0,003	≤ 0,02
Dureté totale (CaCO ₃)	mg/L	99,4	99,1	80 - 100
pH	-	7,1	7,2	6,5 - 8,5

L'enlèvement du fer et du manganèse est important, même si l'aération n'était pas fonctionnelle au moment de l'échantillonnage. L'absence d'aération implique que le matériau catalytique fonctionnera en mode d'adsorption. Une régénération du matériau sera donc nécessaire de façon périodique. Cette régénération est généralement faite en injectant un oxydant dans le filtre (permanganate de potassium, par exemple). Sur le marché, on trouve des matériaux catalytiques comme Filox, Pyrolox, Catalox, Macrolite, BIRM et autres. La chaîne typique basée sur ce procédé comprendra une **oxydation à l'air** suivie d'un **filtre sous pression à matériau catalytique** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5.

La filtration sur matériau catalytique est un procédé reconnu dans le G1 (section 8.5.1.5). Selon les projets et le matériau catalytique utilisé, l'air peut être remplacé par un oxydant plus fort comme le chlore. La figure 5 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

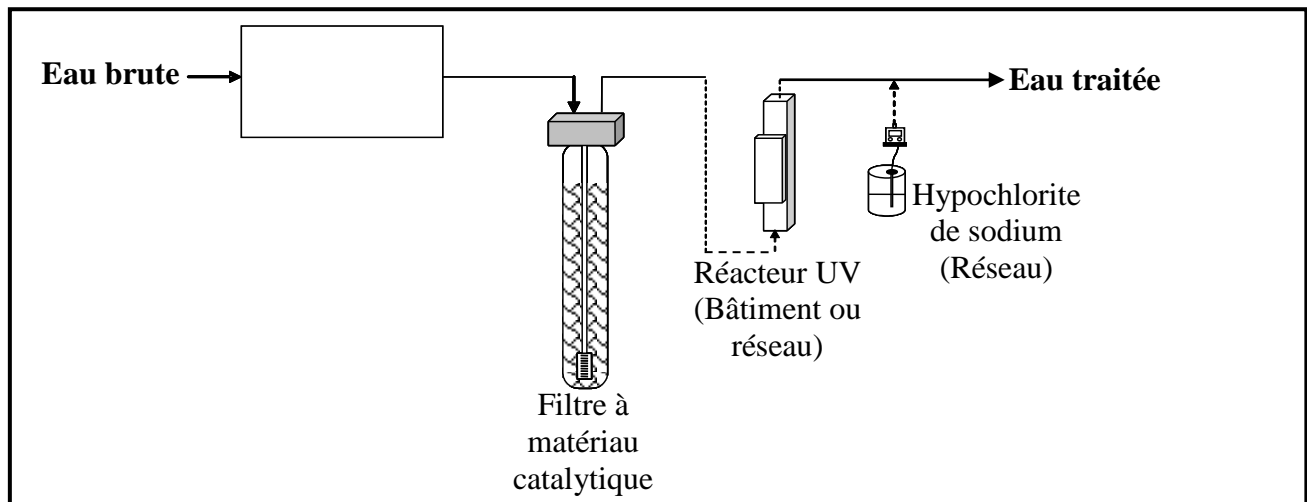


Figure 5 Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur matériau catalytique pour l'élimination du fer et du manganèse

4.3.2 Enlèvement de la dureté et du baryum

Seule la résine cationique a été retenue aux fins d'étude d'une application pour la réduction de la dureté et du baryum.

L'exemple étudié comprend une résine cationique seule. Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont les suivants :

TABLEAU 10 Performance de traitement d'une résine cationique pour réduire la dureté et le baryum

Paramètres	Unités	Résultats eau brute	Résultats eau traitée	Valeurs cibles
Dureté totale (CaCO ₃)	mg/L	350	10	80 - 100
Baryum (Ba)	mg/L	1,4	0,03	≤ 1
Fer total (Fe)	mg/L	0,05	0,03	≤ 0,3
Manganèse total (Mn)	mg/L	0,19	0,01	≤ 0,02

L'enlèvement de la dureté et du baryum correspond aux attentes. La chaîne typique basée sur ce procédé comprend une **résine cationique seule** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5.

La résine cationique est un procédé reconnu dans le G1 (section 8.6.2), qui donne également les domaines d'application et les critères de conception. Comme les résines sont régénérées avec des saumures, on aborde la question des rejets salés dans le chapitre 5. La figure 3 (section 4.3.1.1) présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

Selon les valeurs présentées au tableau 10, il serait possible de laisser passer 25 % du débit, pour satisfaire aux recommandations de l'OMS (voir l'encadré à la section 4.3). Cela permettrait à l'eau potable d'avoir une dureté d'environ 95 mg/L en CaCO₃ et une concentration de 0,4 mg/L de baryum. Dans le cas présent, un pourcentage plus élevé d'eau brute non traitée donnerait une concentration trop importante en dureté et en baryum à l'eau traitée, ce qui peut représenter, pour le baryum, des risques de ne pas respecter la norme.

4.3.3 Enlèvement du fer, du manganèse, de la dureté et du baryum

Ce cas correspond au regroupement des deux cas précédents (sections 4.3.1 et 4.3.2). On retrouve ainsi les mêmes procédés, soit la résine cationique seule ou en combinaison avec le filtre sous pression à sable vert.

4.3.3.1 Chaîne de traitement centrée sur une résine cationique seule

Ce procédé se retrouve dans la section 4.3.1.1 et dans la section 4.3.2. Il a été retenu pour les quatre paramètres sans que le procédé soit étudié de nouveau.

La chaîne typique comprendra ainsi une **résine cationique seule** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5. La résine cationique est reconnue dans le G1 pour les quatre paramètres. Comme les résines sont régénérées avec des saumures, on aborde la question des rejets salés dans le chapitre 5.

Le choix de la résine doit être adapté aux objectifs visés et il faut également examiner la question de l'enlèvement complet de la dureté. La figure 3 (section 4.3.1.1) présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement. Il faut mentionner par ailleurs que la résine n'est pas entièrement régénérée par l'ion sodium (voir section 4.3.1.1).

4.3.3.2 Chaîne de traitement centrée sur un filtre à sable vert et une résine cationique

Cette chaîne comprend, en succession, les procédés retenus pour traiter d'abord le fer et le manganèse (section 4.3.1.2) et ensuite pour réduire la dureté et le baryum (section 4.3.2). L'exemple étudié comprend le traitement au sable vert suivi d'une résine cationique. Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont donnés au tableau 11.

L'enlèvement correspond aux attentes pour ces procédés. Dans ce cas particulier, la résine cationique permet de finaliser l'enlèvement du manganèse. La chaîne typique basée sur ces procédés comprendra un **filtre sous pression à sable vert, précédé d'une oxydation** et suivi d'une **résine cationique**, et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5.

TABLEAU 11 Performance de traitement d'un filtre à sable vert suivi d'une résine cationique pour réduire le fer, le manganèse, la dureté et le baryum

Paramètres	Unités	Résultats eau brute	Résultats après le filtre	Résultats après la résine	Valeurs cibles
Fer total (Fe)	mg/L	0,5	0,05	0,03	≤ 0,3
Manganèse total (Mn)	mg/L	0,69	0,19	0,01	≤ 0,02
Dureté totale (CaCO ₃)	mg/L	350	350	10	80 - 100
Baryum (Ba)	mg/L	-	1,4	0,03	≤ 1

Selon les valeurs présentées au tableau 11, il serait possible de laisser passer 25 % du débit de l'eau après le filtre, ce qui permettrait à l'eau potable d'avoir une dureté d'environ 95 mg/L en CaCO₃, une concentration de 0,4 mg/L de baryum, une concentration très faible en fer (0,04 mg/L), mais une concentration supérieure au critère visé pour le manganèse (0,055 mg/L). Dans le cas présent, un pourcentage plus élevé d'eau après le filtre donnerait une concentration trop importante en manganèse, en dureté et en baryum à l'eau traitée, ce qui peut représenter, pour le baryum, des risques de ne pas respecter la norme si la concentration dans l'eau brute se met à augmenter. En laissant passer environ 6 % du débit d'eau après le filtre, l'eau potable comprendrait une dureté de 30 mg/L en CaCO₃, une concentration de 0,1 mg/L de baryum, une concentration très faible en fer (0,03 mg/L) et une concentration égale à la valeur visée pour le manganèse (0,02 mg/L).

La filtration sur sable vert et la résine cationique sont des procédés reconnus dans le G1. Comme les résines sont régénérées avec des saumures, on aborde la question des rejets salés dans le chapitre 5. La figure 4 de la section 4.3.1.2 et la figure 3 de la section 4.3.1.1 sont à combiner pour illustrer un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

NOTE SUR LE REMPLACEMENT DE LA DURETÉ, DU FER ET DU MANGANÈSE PAR DU SODIUM DANS UNE RÉSINE CATIONIQUE

Plusieurs procédés cités précédemment préconisent l'utilisation d'une résine cationique pour éliminer la dureté, le fer ou le manganèse d'une eau souterraine. Le cas échéant, ces éléments sont remplacés par du sodium à un taux d'environ 1 mg de Na pour 2 mg de dureté, de fer ou de manganèse. Cet échange d'ions aura donc pour effet d'augmenter la concentration de sodium dans l'eau traitée. Dans les eaux souterraines fortement minéralisées, celles qui présentent justement une dureté ou une concentration de fer ou de manganèse élevée, il est fréquent que la concentration de sodium soit aussi élevée. Il convient donc de faire attention à la quantité de sodium qui sera ajouté par l'utilisation d'une résine cationique, particulièrement pour les personnes qui suivent un régime faible en sodium ou sans sodium. Dans ces cas particuliers, la régénération des résines avec un sel à base de potassium peut devenir une solution de rechange intéressante malgré le coût plus élevé du chlorure de potassium.

4.3.4 Enlèvement du fer, du manganèse et des sulfures

Aucun procédé unique correspondant aux critères établis n'a pu être trouvé. C'est pourquoi les chaînes retenues comprennent les procédés pour l'enlèvement du fer et du manganèse (résine cationique, filtre à sable vert ou filtre à matériau catalytique) complétés par des procédés particuliers aux sulfures (H_2S). Pour ces derniers, trois procédés ont été retenus : filtre sous pression à matériau catalytique, filtre sous pression à charbon activé (précédé d'une oxydation) et filtre sous pression à charbon spécialisé.

4.3.4.1 Chaîne de traitement centrée sur un filtre sous pression à matériau catalytique

Le cas étudié comprend uniquement l'étape d'enlèvement des sulfures par filtration sur matériau catalytique. Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont les suivants :

TABLEAU 12 Performance de traitement d'un filtre à matériau catalytique pour réduire les sulfures

Paramètres	Unités	Résultats après l'enlèvement du Fe et du Mn	Résultats après le filtre	Valeurs cibles
Sulfures totaux (H_2S)	mg/L	2,3	0,04	$\leq 0,05$
Fer total (Fe)	mg/L	0,02	0,02	$\leq 0,3$
Manganèse total (Mn)	mg/L	0,02	0,04	$\leq 0,02$
Dureté totale ($CaCO_3$)	mg/L	23	29	80 - 100

L'enlèvement des sulfures correspond aux attentes pour ce procédé. La chaîne typique basée sur ce procédé comprendra un **procédé d'enlèvement du fer et du manganèse**, si nécessaire (section 4.3.1), puis une **filtration sur matériau catalytique** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5.

La filtration sur matériau catalytique pour l'enlèvement des sulfures est un procédé reconnu dans le G1 (section 8.8.4). La figure 6 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

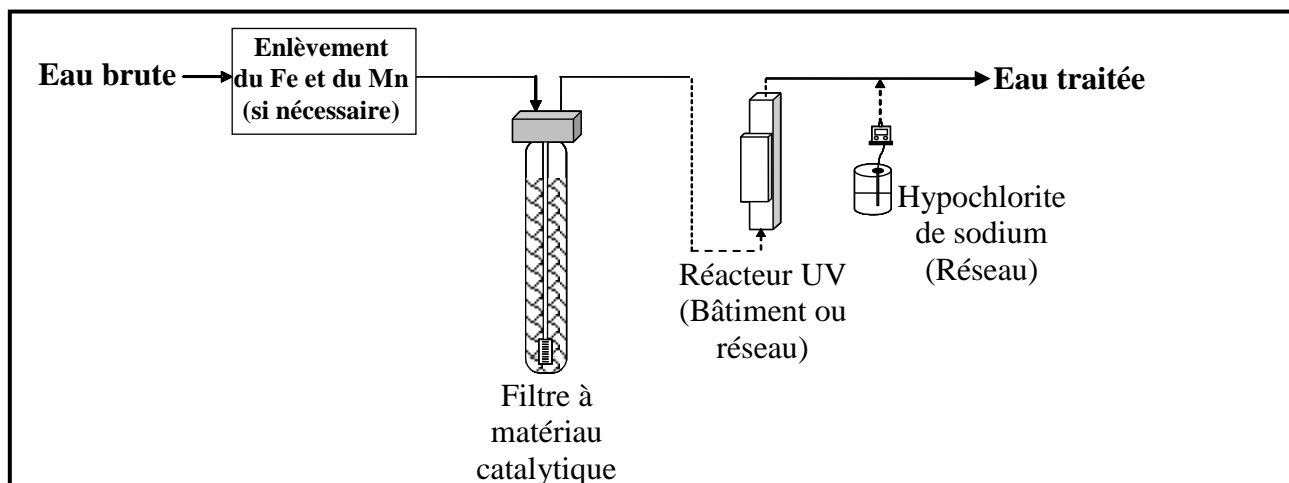


Figure 6 Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur matériau catalytique pour l'élimination des sulfures

4.3.4.2 Chaîne de traitement centrée sur un filtre sous pression à charbon actif précédé d'une chloration

Le cas étudié comprend une résine cationique pour l'enlèvement du fer, du manganèse et de la dureté suivie d'une chloration, d'un réservoir de contact et d'un filtre sous pression à charbon actif. L'ajout de chlore vise, dans ce cas-ci, un double objectif : l'enlèvement des sulfures et la désinfection. Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont les suivants :

TABLEAU 13 Performance de traitement d'un filtre à charbon actif pour réduire les sulfures

Paramètres	Unités	Résultats eau brute	Résultats eau traitée	Valeurs cibles
Sulfures totaux (H ₂ S)	mg/L	1,0	< 0,1	≤ 0,05
Fer total (Fe)	mg/L	2,5	< 0,01	≤ 0,3
Dureté totale (CaCO ₃)	mg/L	357	< 17	80 - 100

L'enlèvement des trois paramètres correspond aux attentes pour ces procédés. La chaîne typique basée sur ce procédé comprendra un **procédé d'enlèvement du fer et du manganèse**, si nécessaire (section 4.3.1), puis un **filtre sous pression à charbon actif précédé d'une chloration** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5.

L'oxydation au chlore suivie par une filtration sur charbon actif pour l'enlèvement des sulfures est un procédé reconnu dans le G1 (section 8.8.5). La figure 7 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

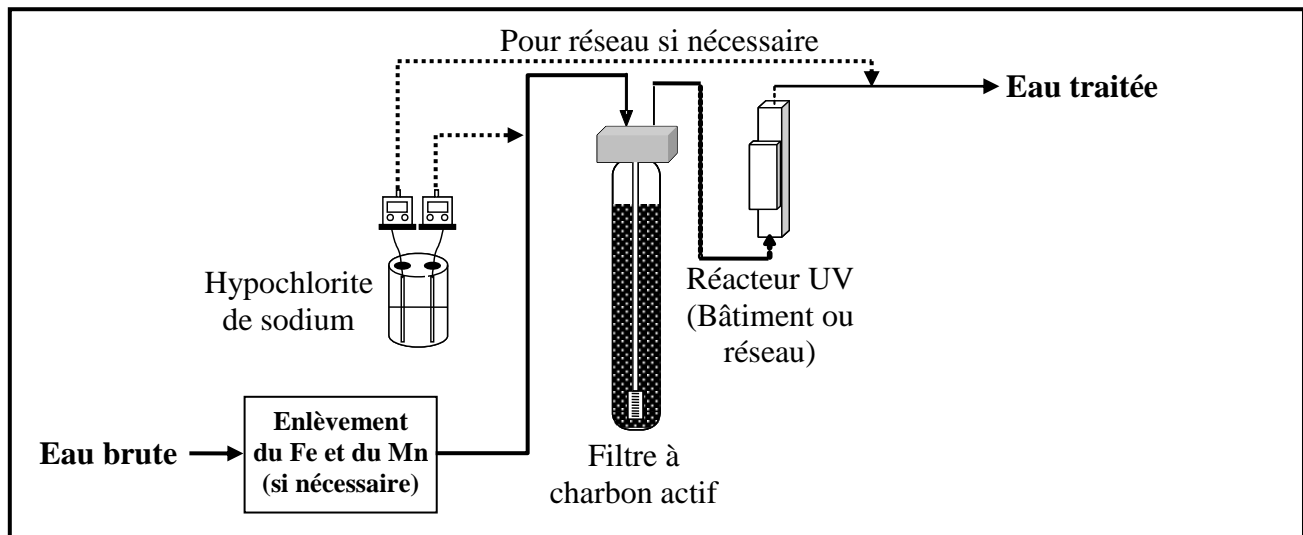


Figure 7 Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur charbon actif pour l'élimination des sulfures (l'ajout d'hypochlorite de sodium pour le réseau n'est pas nécessaire si la quantité ajoutée avant le filtre à charbon actif fournit un résiduel suffisant en chlore)

4.3.4.3 Chaîne de traitement centrée sur un filtre sous pression à charbon spécialisé

Le cas étudié porte uniquement sur l'enlèvement des sulfures. Il comprend un filtre à cartouche 5 µm suivi d'un filtre sous pression à charbon spécialisé régénéré périodiquement à l'hypochlorite de sodium. Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont les suivants :

TABLEAU 14 Performance de traitement d'un filtre à charbon spécialisé pour réduire les sulfures

Paramètres	Unités	Résultats eau brute	Résultats eau traitée	Valeurs cibles
Sulfures totaux (H ₂ S)	mg/L	5,5	< 0,01	≤ 0,05
Fer total (Fe)	mg/L	0,2	-	≤ 0,3

Les sulfures ont été enlevés jusqu'à la limite de détection. La chaîne typique basée sur ce procédé comprendra un **procédé d'enlèvement du fer et du manganèse**, si nécessaire (section 4.3.1), suivi d'un **filtre sous pression à charbon spécialisé** et de la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5. La figure 8 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

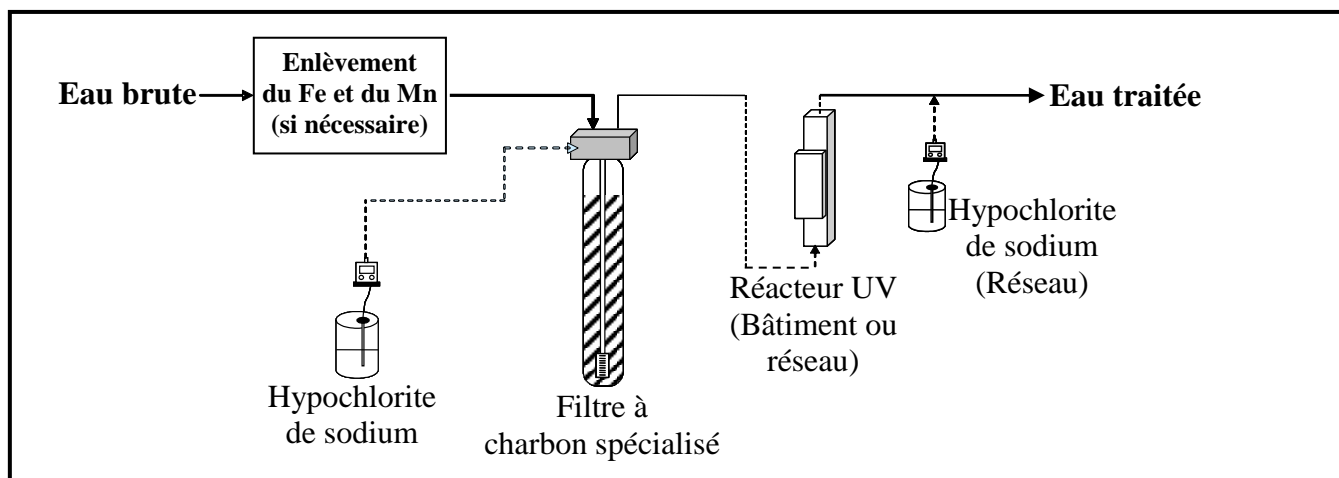


Figure 8 Schéma d'écoulement basé sur une filtration sur charbon spécialisé pour l'élimination des sulfures (le chlore avant le filtre ne sert qu'à la régénération du charbon spécialisé)

4.3.5 Enlèvement des nitrates

Pour l'enlèvement des nitrites et nitrates, deux procédés ont été retenus : résine anionique et osmose inverse aux robinets.

4.3.5.1 Chaîne de traitement centrée sur une résine anionique

La chaîne étudiée comprend un tamis, une résine cationique, la résine anionique, puis une chloration et un charbon actif ainsi qu'un ajustement du pH. Dans cette chaîne, seule la résine anionique réduit significativement les nitrites et nitrates. Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont les suivants :

TABLEAU 15 Performance de traitement d'une résine anionique pour réduire les nitrates

Paramètres	Unités	Résultats avant la résine anionique	Résultats après la résine anionique	Valeurs cibles
Nitrites et nitrates	mg/L	26,5	0,95	≤ 10
Fer total (Fe)	mg/L	0,02	0,02	≤ 0,3
Manganèse total (Mn)	mg/L	0,003	0,003	≤ 0,02
Dureté totale (CaCO ₃) ¹	mg/L	148	< 26	80 - 100
pH	-	5,8	6,1	6,5 - 8,5

1. C'est la résine cationique qui réduit la dureté.

La réduction des nitrates correspond aux attentes pour ce procédé. La présence d'une résine cationique en amont de la résine anionique est nécessaire surtout parce que la régénération de la résine anionique doit se faire avec une eau adoucie. La chaîne typique basée sur ce procédé comprendra ainsi **une résine anionique** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5. **Un adoucisseur de taille réduite** sera ajouté pour traiter l'eau de régénération seulement. Dans le cas de très petits débits, une résine cationique suivie d'une résine anionique pour traiter toute l'eau pourrait être moins coûteuse.

L'utilisation d'une résine anionique pour réduire les nitrites et nitrates est un procédé reconnu dans le G1 (section 8.7.1), qui donne également les domaines d'application et les critères de conception. Comme ces résines sont régénérées avec des chlorures, on aborde la question des rejets salés dans le chapitre 5.

Selon les valeurs présentées au tableau 15, il serait possible de laisser passer 10 % du débit, ce qui permettrait à l'eau potable d'avoir une dureté d'environ 35 mg/L en CaCO₃ et une concentration de 3,5 mg/L de nitrites et nitrates. Dans le cas présent, un pourcentage plus élevé d'eau brute non traitée donnerait une concentration trop importante en nitrites et nitrates à l'eau traitée, ce qui peut représenter des risques de ne pas respecter la norme si la concentration dans l'eau brute se met à augmenter. De plus, comme la concentration en nitrites seuls n'est pas spécifiée, le pourcentage d'eau sans traitement devra en tenir compte.

La figure 9 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne. L'écoulement 1 présente le cas où l'eau à traiter passe par la résine cationique et l'écoulement 2 représente le cas où seule l'eau de régénération est adoucie.

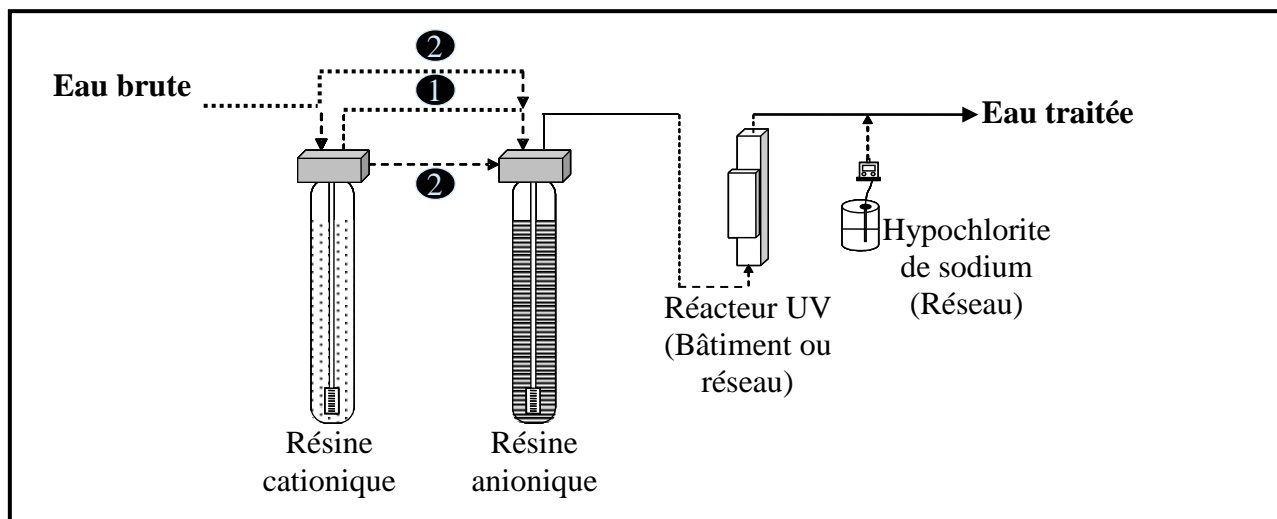


Figure 9 Schéma d'écoulement basé sur une résine anionique pour l'élimination des nitrates : (1) écoulement si l'eau à traiter passe par la résine cationique et (2) écoulement où seule l'eau de régénération est adoucie

4.3.5.2 Chaîne de traitement centrée sur une membrane d'osmose inverse au robinet

Plusieurs cas de traitement par osmose inverse au robinet pour l'enlèvement des nitrites et nitrates ont aussi été relevés. Bien que ce procédé n'ait pas été précisément étudié, il est admis par les experts dans le domaine qu'il est efficace pour l'élimination de nombreux composés, incluant les sels et solides dissous causant les goûts et odeurs, ainsi que les nitrites et nitrates. La chaîne typique basée sur ce procédé comprendra ainsi la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5 et un équipement d'osmose inverse placé au robinet dans chacun des bâtiments alimentés par le système de distribution d'eau potable. Il est aussi possible de traiter par osmose inverse toute l'eau qui sera distribuée, mais le coût sera alors beaucoup plus important, puisque l'unité d'osmose inverse devra aussi traiter l'eau qui ne sera pas consommée (toilettes, douches, lavages, arrosage, etc.).

Il est à noter que l'OMS recommande d'éviter l'ingestion d'une eau trop douce. Si le traitement est placé au robinet, l'eau traitée par une unité d'osmose inverse est généralement distribuée par son propre robinet et il n'est pas possible de la remélanger avec une partie de l'eau non traitée.

La figure 10 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne. L'écoulement 1 présente le cas où la désinfection est centralisée puis où l'eau est distribuée à chaque bâtiment pour le traitement des nitrites et nitrates par osmose inverse aux robinets, et l'écoulement 2 représente le cas où l'eau est distribuée sans être traitée puis désinfectée à l'entrée du bâtiment, et où le traitement des nitrites et nitrates se fait par osmose inverse aux robinets.

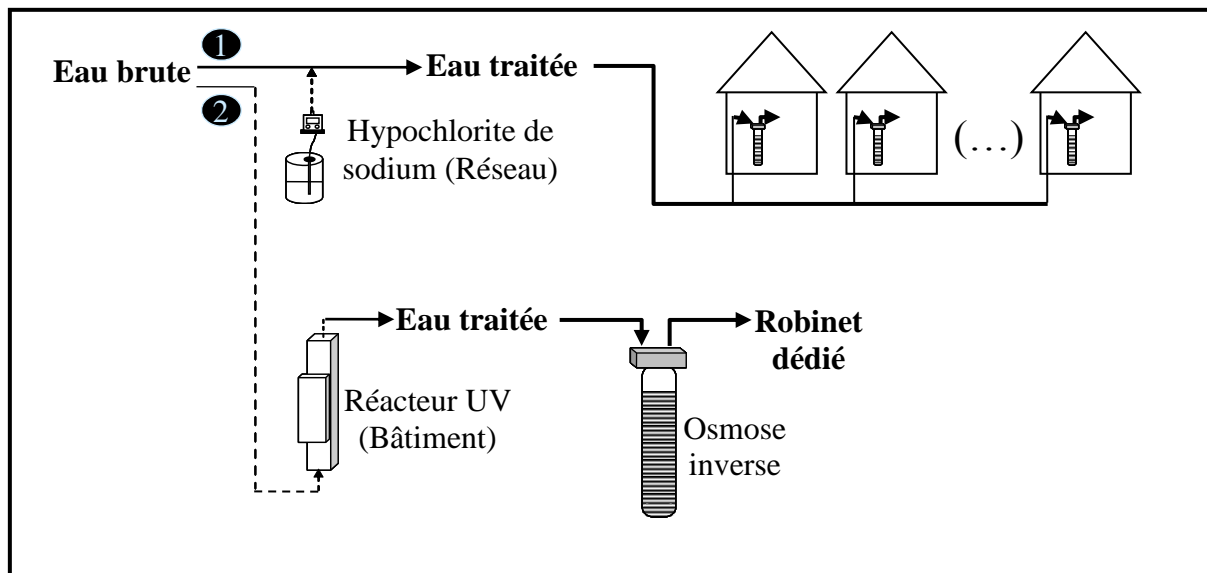


Figure 10 Schéma d'écoulement basé sur une membrane d'osmose inverse pour l'élimination des nitrates : (1) désinfection centralisée et osmose inverse aux robinets et (2) désinfection à l'entrée de chacun des bâtiments et osmose inverse aux robinets

4.4 Chaînes de traitement retenues pour l'eau de surface

4.4.1 Couleur inférieure à 5 UCV

Il s'agit typiquement d'une eau de lac de très bonne qualité avec peu ou pas de problèmes liés aux coups de vent ou à l'influence d'un affluent chargé. Les périodes de renversement peuvent être critiques (automne et printemps).

Une chaîne constituée d'un filtre granulaire sous pression à deux matériaux (sable et anthracite habituellement), d'un filtre à cartouche de 5 µm et d'une lampe UV a été étudiée, et les analyses ont donné les résultats suivants :

TABLEAU 16 Performance de traitement d'un filtre granulaire suivi d'un filtre à cartouche pour le traitement d'une eau de surface peu colorée

Paramètres	Unités	Eau brute	Eau traitée	Valeurs cibles
Couleur vraie	UCV	1	2	≤ 15
Carbone organique total (COT)	mg/L	4,7	4,6	-
Transmittance UV	%	89	89	-
Turbidité	UTN	0,3	< 0,2	≤ 5

Il est à noter qu'avec une telle qualité d'eau brute, les deux étapes de filtration n'améliorent pas sensiblement la qualité de l'eau relativement à la couleur, au COT et à la transmittance. La filtration jouera cependant un rôle important pendant les épisodes saisonniers de turbidité élevée. Par ailleurs, selon les réacteurs UV utilisés, la transmittance pourrait être à surveiller en eau très froide.

La chaîne typique comprendra donc **un filtre granulaire suivi d'un filtre à cartouche (ou à sac)** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5. Le filtre granulaire peut représenter une porosité de 5 à 10 µm selon le matériau utilisé. La porosité de la deuxième étape de filtration est à établir sur le terrain afin d'optimiser le remplacement : une porosité plus serrée sera plus efficace mais demandera un entretien plus fréquent. Il est recommandé que la porosité de cette deuxième étape soit inférieure ou égale à 5 µm (nominale). Il n'a pas été possible d'obtenir un exemple d'utilisation d'un filtre à cartouche d'une porosité absolue de 1 µm. La figure 11 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

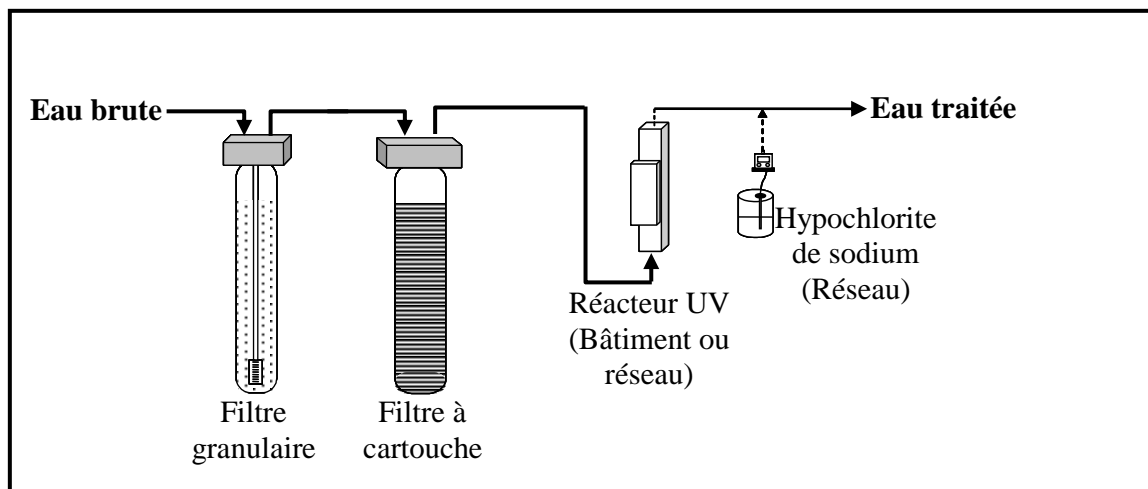


Figure 11 Schéma d'écoulement basé sur une filtration granulaire suivie d'une filtration sur cartouche pour le traitement d'une eau de surface peu colorée

Pour être conforme à la réglementation (article 5.1 de l'annexe 1 du Règlement), la turbidité à la sortie de chacun des filtres devra être toujours inférieure à 5,0 UTN. De plus, la moyenne des mesures de turbidité à la sortie de chacun des filtres, sur une période de 30 jours consécutifs, devra être inférieure à 1,0 UTN. On doit faire ces mesures quotidiennement au moins cinq jours par semaine (voir article 22.1 du Règlement) ou effectuer un suivi avec un turbidimètre en continu relevé toutes les quatre heures (voir article 22 du Règlement).

NOTE SUR LES FILTRES GRANULAIRES SOUS PRESSION (SABLE OU MULTICOUCHE) POUR LE TRAITEMENT D'UNE EAU DE SURFACE

Les filtres granulaires sous pression étudiés présentent peu ou pas de possibilité de réduction significative du carbone organique total (COT), de la couleur et de la transmittance de l'eau. Ils ont cependant leur place en tête du traitement, car ils permettent une réduction appréciable de la turbidité lorsque cette dernière est forte dans l'eau brute et ils protègent l'ensemble de la chaîne contre les sédiments et particules de 10 µm et plus. De plus, leur coût d'exploitation est très, très faible si on le compare à celui des filtres à cartouche ou des filtres à sac, qu'il faut remplacer périodiquement.

4.4.2 Couleur supérieure à 5 UCV

Il s'agit typiquement de sources d'eau comme des rivières de faible turbidité dont le bassin ne comprend pas d'importantes zones argileuses qui pourraient provoquer des hausses de turbidité fine, ou des lacs ayant des pertes de qualité saisonnières fréquentes ou importantes (période de renversement, fortes pluies, etc.). Les procédés retenus pour choisir des technologies à étudier sont les suivants : résine anionique ou mixte, membrane et filtration lente.

4.4.2.1 Chaîne de traitement centrée sur une résine anionique (couleur jusqu'à 30 UCV)

L'exemple étudié comprend un filtre granulaire bicouche sous pression (sable et anthracite), une résine mixte (deux tiers anionique et un tiers cationique), un filtre à cartouche 5 µm et un réacteur UV. Les résultats des analyses menées sur un échantillon sont les suivants :

TABLEAU 17 Performance de traitement d'une résine anionique pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 30 UCV)

Paramètres	Eau brute	Eau traitée	Valeurs cibles
Couleur vraie	21 UCV	7 UCV	≤ 15
COT	5,6 mg/L	1,5 mg/L	-
Transmittance	61 %	90 %	-
Manganèse	0,026 mg/L	0,008 mg/L	≤ 0,02
Turbidité	2,3 UTN	1,1 UTN	≤ 5

On constate des gains importants relativement à la couleur, au COT, à la transmittance UV et, à un degré moindre, à la turbidité. D'autres analyses ont par ailleurs démontré que les deux filtres (sous pression et à cartouche) jouent un rôle marginal dans ces performances, sauf pour ce qui est de la turbidité.

La chaîne typique basée sur cet exemple comprendra **un filtre granulaire sous pression, une résine anionique ou mixte, un filtre à cartouche** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5. Il est à noter que, selon les caractéristiques de l'eau brute et les fabricants de résine, on trouve des recommandations visant la combinaison d'une résine anionique et d'une résine cationique. L'information sur les rejets de régénération est présentée au chapitre 5. La figure 12 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

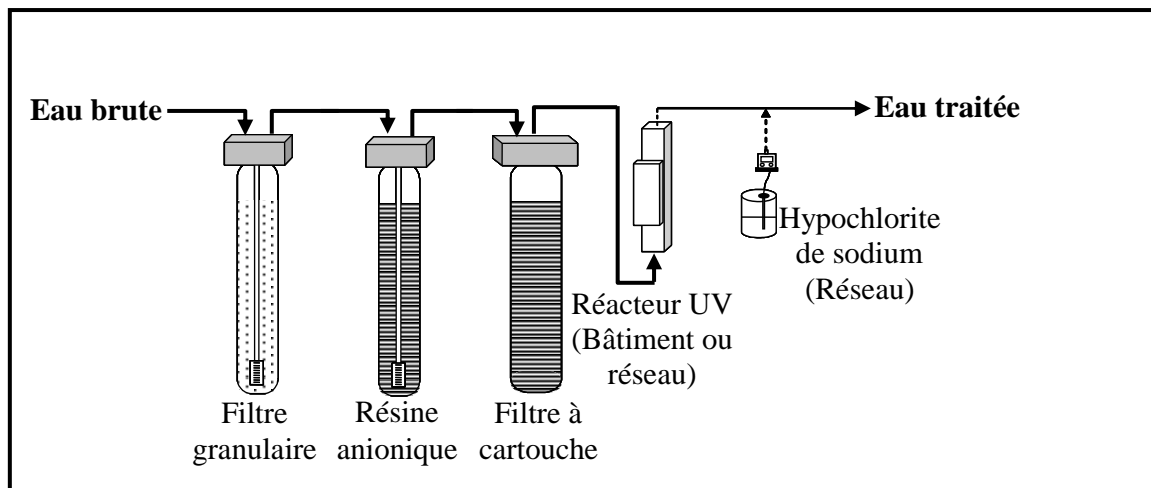


Figure 12 Schéma d'écoulement basé sur une filtration granulaire, une résine anionique ou mixte puis une filtration sur cartouche pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 30 UCV)

Pour être conforme à la réglementation (article 5.1 de l'annexe 1 du Règlement), la turbidité à la sortie de chacun des filtres devra être toujours inférieure à 5,0 UTN. De plus, la moyenne des mesures de turbidité à la sortie de chacun des filtres, sur une période de 30 jours consécutifs, devra être inférieure à 1,0 UTN. On doit prendre ces mesures quotidiennement au moins cinq jours par semaine (voir article 22.1 du Règlement) ou effectuer un suivi avec un turbidimètre en continu relevé toutes les quatre heures (voir article 22 du Règlement).

4.4.2.2 Chaîne de traitement centrée sur une membrane de nanofiltration (couleur jusqu'à 70 UCV)

Plusieurs procédés de traitement utilisant des membranes de nanofiltration sont maintenant reconnus par le CTTEP, notamment les agencements de type spiralé ou tubulaire. L'exemple étudié comprend une filtration sur disque en tissu (1 µm), une filtration sur cartouche de 5 µm et des membranes de nanofiltration de type spiralé. Les résultats des analyses menées lors d'un suivi de plus d'un an sont les suivants :

TABEAU 18 Performance de traitement d'une membrane de nanofiltration pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 70 UCV)

Paramètres	Eau brute			Eau traitée		
	95 ^e centile	Moyenne	5 ^e centile	95 ^e centile	Moyenne	5 ^e centile
Turbidité (UTN)	6,1	3,8	2,1	0,085	0,062	0,045
COT (mg/L)	11,0	9,7	8,6	1,9	1,0	0,1
Couleur vraie (UCV)	65	57	49	2	2	1
Transmittance (%)	66	65	64	99,9	99,6	99,2

Ces résultats sont d'un niveau nettement supérieur à ceux des autres chaînes de traitement. La chaîne typique basée sur cet exemple comprendra **un prétraitement par filtration grossière** pour gérer les pointes de turbidité et adapté en fonction de la qualité de la source d'eau, **un traitement membranaire de nanofiltration** et la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5. Il est de pratique courante d'ajuster le pH et de reminéraliser l'eau traitée. L'évaluation économique de cette filière de traitement (chapitre 5 et annexe 7) a aussi été réalisée avec des membranes de nanofiltration de type spiralé.

La figure 13 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

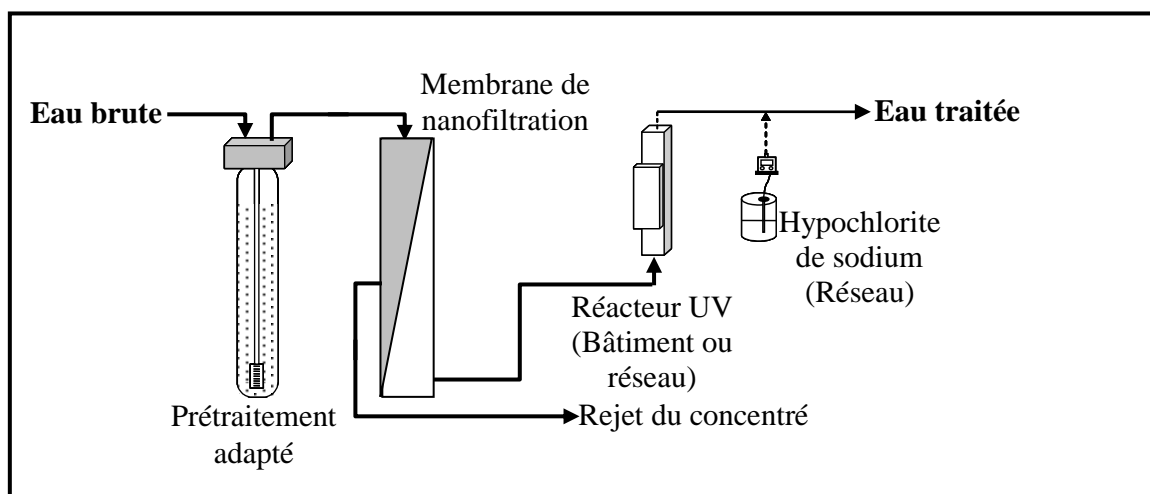


Figure 13 Schéma d'écoulement basé sur une membrane de nanofiltration pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 70 UCV)

Pour être conforme à la réglementation (article 5 de l'annexe 1 du Règlement), la turbidité à la sortie de chacun des trains membranaires (ensemble de caissons qui fonctionnent ensemble avec les mêmes pompes) devra être toujours inférieure à 0,2 UTN. De plus, les mesures de turbidité pour chacun des trains, sur une période de 30 jours consécutifs, devront être inférieures à 0,1 UTN, 95 % du temps, lorsque le suivi est fait avec un turbidimètre en continu relevé toutes les quatre heures (voir article 22 du Règlement). Lorsque le suivi de la turbidité est fait par des mesures quotidiennes au moins cinq jours par semaine (voir article 22.1 du Règlement), ces mesures doivent être inférieures à 0,2 UTN, 95 % du temps, sur une période de 30 jours consécutifs, et elles doivent toujours être inférieures à 0,3 UTN. Les valeurs acceptées dans ces conditions sont plus élevées à cause de la moins grande précision des appareils utilisés.

4.4.2.3 Chaîne de traitement centrée sur une filtration lente (couleur jusqu'à 15 UCV)

Il s'agit d'un procédé reconnu dans le G1 (section 9.9.5), qui donne également les domaines d'application et les critères de conception dont les applications ne font habituellement pas appel à des équipements préfabriqués. Néanmoins, un fabricant d'équipements préfabriqués a été trouvé, mais il n'a pas été possible d'obtenir de l'information sur les applications faites au Canada. Compte tenu de sa simplicité et de sa facilité d'exploitation, une chaîne basée sur ce procédé a quand même été retenue.

Les résultats attendus sont les suivants :

- Pour une application sur une eau brute ayant une couleur maximale de 15 UCV (voir G1) et une turbidité de 5,0 UTN, on peut s'attendre à une réduction de la couleur de 15 à 30 % et de la turbidité jusqu'à moins de 0,5 UTN. Le G1 reconnaît 2 log d'enlèvement de virus, et 3 log d'enlèvement de kystes de *Giardia* et *Cryptosporidium*.
- Plusieurs applications comprenant des UV sont rapportées. Selon les données précédentes, il est possible qu'une lampe UV puisse fonctionner adéquatement même en hiver avec une transmittance relativement faible.

La chaîne minimale basée sur cette technologie comprendra **une étape de filtration lente** avec la désinfection appropriée selon l'information présentée à la section 4.5.

Lorsque la couleur est plus élevée que 15 UCV, l'ajout d'un filtre sous pression à charbon actif ou d'une résine anionique pourrait être envisagé.

La figure 14 présente un exemple de schéma d'écoulement avec cette chaîne de traitement.

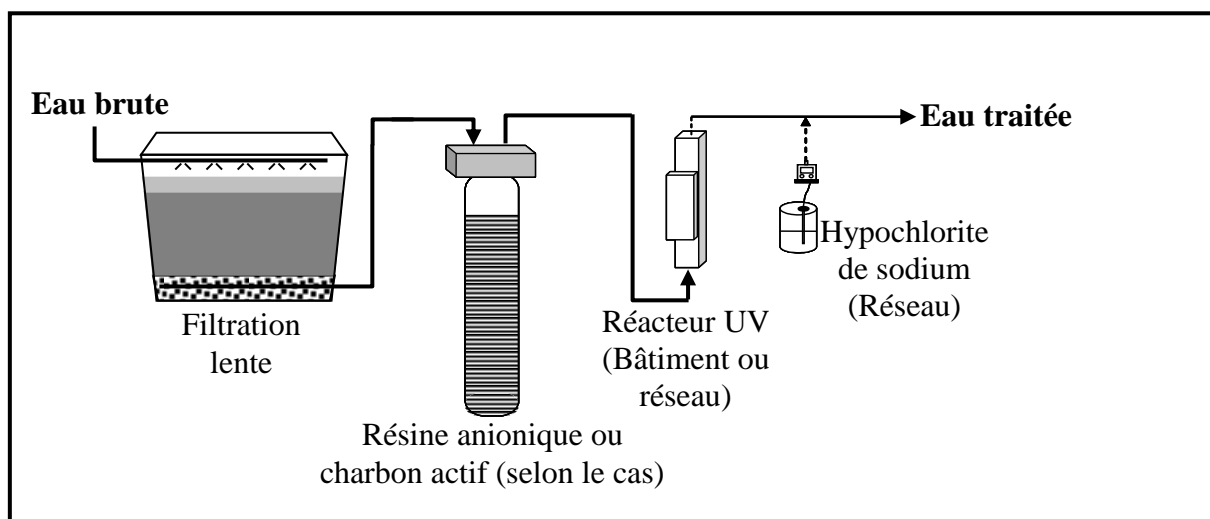


Figure 14 Schéma d'écoulement basé sur une filtration lente pour le traitement d'une eau de surface colorée (< 15 UCV)

Pour être conforme à la réglementation (article 5 de l'annexe 1 du Règlement), la turbidité à la sortie de chacun des filtres lents devra être toujours inférieure à 3,0 UTN. De plus, les mesures de turbidité pour chacun des filtres, sur une période de 30 jours consécutifs, devront être inférieures à 1,0 UTN, 95 % du temps. On doit prendre ces mesures quotidiennement au moins cinq jours par semaine (voir article 22.1 du Règlement) ou effectuer un suivi avec un turbidimètre en continu relevé toutes les quatre heures (voir article 22 du Règlement).

4.5 Désinfection

Les chaînes de traitement présentées pour l'eau de surface (section 4.4) nécessitent la présence d'équipements pour assurer ou compléter la désinfection de l'eau alors que, pour celles présentées pour l'eau souterraine (section 4.3), la désinfection n'est obligatoire que si l'eau brute est contaminée (voir section 3.1). Cela dit, que l'on veuille ou que l'on doive désinfecter, plusieurs options sont possibles et elles sont présentées dans les sections qui suivent, ainsi que dans le chapitre 5 et l'annexe 7 (coûts et dimension des équipements).

NOTE SUR L'UTILISATION DE LA CHLORAMINE POUR LA DÉSINFECTION RÉSIDUELLE

Bien que plusieurs produits soient utilisés pour la désinfection au Québec, la chloration est la plus répandue. Elle est facile à mettre en œuvre et économique. Cependant, la chloramination peut aussi être utilisée. Toutefois, les temps de contact ou le volume du réservoir nécessaire pour assurer la désinfection de l'eau à traiter sont très élevés. C'est la raison pour laquelle la chloramination n'est pas utilisée pour la désinfection lorsqu'on traite l'eau pour la rendre potable (voir section 4.2.1). Par contre, elle pourrait être utilisée pour maintenir la qualité de l'eau dans le réseau de distribution, comme l'indique l'article 8 du Règlement. Cela serait pertinent, par exemple, lorsque l'eau brute contient déjà une concentration significative d'azote ammoniacal, ce qui peut être le cas notamment en eau souterraine.

4.5.1 Désinfection de l'eau souterraine

Les chaînes de traitement proposées pour les eaux souterraines ne reçoivent pas de crédit d'enlèvement des virus. Pour effectuer l'enlèvement requis par la réglementation, le cas échéant, la désinfection ajoutée doit permettre d'éliminer 4 log de virus. Il y a donc quatre façons possibles d'assurer une bonne désinfection :

- UV seuls à une dose de 80 mJ/cm²; cette solution n'est possible que lorsqu'un seul bâtiment est alimenté par l'installation de traitement;
- UV à une dose de 80 mJ/cm² et chloration à 0,3 mg/L (sans réservoir)¹;
- UV à une dose de 40 mJ/cm² et chloration permettant d'atteindre 2 log d'enlèvement de virus¹;
- chloration seule permettant d'atteindre 4 log d'enlèvement de virus¹.

Il est à noter qu'avec l'eau souterraine, le problème lié à la température de l'eau pour la mise en place des technologies UV est moins important qu'avec l'eau de surface, puisque les températures minimales sont plus élevées. On peut cependant avoir à gérer des températures d'eau très froide si l'influence des eaux de surface est forte.

Par ailleurs, la caractérisation de la source d'eau pour connaître la teneur en matière organique permettra à la fois de choisir la technologie UV à mettre en place (transmittance minimale) et de gérer la formation de sous-produits de la chloration au moment de l'ajout de chlore et de la distribution de l'eau traitée.

4.5.2 Désinfection de l'eau de surface

Les cas de la nanofiltration et de la filtration lente étant différents des autres chaînes de traitement proposées pour les eaux de surface, la désinfection appropriée pour ces chaînes de traitement sera abordée aux sections 4.5.3 et 4.5.4. Quant aux autres chaînes de traitement proposées pour les eaux de surface, elles ne reçoivent pas de crédit d'enlèvement pour les microorganismes visés. Pour effectuer l'enlèvement requis par la réglementation, l'ajout minimal d'une désinfection par rayonnement UV est donc nécessaire.

Si un seul bâtiment est alimenté par l'installation de traitement, il est possible d'utiliser les UV seuls avec une dose minimale de 80 mJ/cm². Si l'installation de traitement alimente en eau plusieurs bâtiments, la chloration sera requise en plus des UV. Il y a donc trois cas possibles pour assurer une bonne désinfection (ces cas doivent être ajustés si des log d'enlèvement additionnels sont requis) :

- UV seuls à une dose de 80 mJ/cm²; cette solution n'est possible que lorsqu'un seul bâtiment est alimenté par l'installation de traitement;
- UV à une dose de 80 mJ/cm² et chloration à 0,3 mg/L (sans réservoir)¹;
- UV à une dose de 40 mJ/cm² et chloration permettant d'atteindre 2 log d'enlèvement de virus¹.

Notons que les contraintes d'utilisation des technologies UV en eau très froide (< 5 °C) peuvent être importantes selon la technologie UV retenue. Pour les éviter, il peut s'avérer nécessaire d'ajouter une étape de traitement pour augmenter la transmittance de l'eau ou d'envisager une solution de réchauffement de l'eau si la taille de l'installation le permet (dépense énergétique importante à prévoir, par contre).

1. La concentration de chlore résiduel libre après l'atteinte des log d'enlèvement de virus doit être d'au moins 0,3 mg/L si l'eau est envoyée dans un réseau de distribution.

4.5.3 Désinfection de l'eau de surface par la nanofiltration

Il peut arriver qu'un fournisseur d'un équipement faisant appel à la nanofiltration se soit vu accorder des crédits d'enlèvement pour les protozoaires à la condition que soit mis en œuvre un système de suivi d'intégrité particulier. Les crédits d'enlèvement accordés permettent d'atteindre au minimum, les enlèvements requis, soit 3 log pour *Cryptosporidium* et 3 log pour *Giardia*. Par contre, aucun crédit d'enlèvement n'est accordé à la nanofiltration pour l'enlèvement des virus, même si elle peut être efficace à cet égard.

Si des crédits d'enlèvement pour l'élimination des kystes de *Giardia* et de *Cryptosporidium* ont été accordés, le suivi d'intégrité défini peut être mis en place, ce qui réduira la nécessité de désinfecter par la suite. Par contre, un exercice d'évaluation des coûts, de la complexité d'exploitation et de l'impact sur la fréquence d'arrêt des équipements doit être fait pour comparer la mise en place du suivi d'intégrité par rapport à la mise en place d'un système de désinfection par rayonnement UV qui vise les mêmes objectifs (réduction des parasites). Il y a donc quatre possibilités pour assurer une bonne désinfection avec des membranes de nanofiltration :

- système de suivi d'intégrité défini pour la technologie de nanofiltration retenue et chloration permettant d'atteindre 4 log d'enlèvement de virus¹;
- UV seuls à une dose de 80 mJ/cm²; cette solution n'est possible que lorsqu'un seul bâtiment est alimenté par l'installation de traitement²;
- UV à une dose de 80 mJ/cm² et chloration à 0,3 mg/L (sans réservoir)^{1,2};
- UV à une dose de 40 mJ/cm² et chloration permettant d'atteindre 2 log d'enlèvement de virus^{1,2}.

Les mêmes contraintes d'utilisation des technologies UV en eau très froide (< 5 °C) mentionnées à la section précédente s'appliquent ici.

4.5.4 Désinfection de l'eau de surface par la filtration lente

Pour ce qui est de la filtration lente, tant que la turbidité de l'eau filtrée est inférieure à 1,0 UTN, 95 % du temps, sans jamais dépasser 3,0 UTN, les crédits d'enlèvement accordés à ce procédé sont de 3 log pour *Cryptosporidium* et *Giardia*, et de 2 log pour les virus. Pour terminer l'enlèvement requis par la réglementation, la désinfection ajoutée aux filtres lents doit permettre d'éliminer au moins 2 log de virus. Il y a donc trois cas possibles pour assurer une bonne désinfection :

- UV seuls à une dose de 40 mJ/cm²; cette solution n'est possible que lorsqu'un seul bâtiment est alimenté par l'installation de traitement;
- UV à une dose de 40 mJ/cm² et chloration à 0,3 mg/L (sans réservoir) ¹;
- chloration seule permettant d'atteindre 2 log d'enlèvement de virus¹.

Les mêmes contraintes d'utilisation des technologies UV en eau très froide (< 5 °C) mentionnées aux sections précédentes s'appliquent ici.

1. La concentration de chlore résiduel libre après l'atteinte des log d'enlèvement de virus doit être d'au moins 0,3 mg/L si l'eau est envoyée dans un réseau de distribution.

2. Dans cette solution, le suivi d'intégrité pour la nanofiltration n'est pas requis, puisque les UV assurent la désinfection pour l'ensemble des organismes visés (*Cryptosporidium*, *Giardia* et virus).

NOTE SUR L'OPÉRATION ET L'ENTRETIEN DES ÉQUIPEMENTS DE TRAITEMENT

Plusieurs chaînes de traitement ont été présentées dans les sections précédentes. Bien que ce guide mette l'accent sur la conception de ces équipements, il est essentiel qu'ils soient bien opérés et entretenus de manière à toujours fournir le rendement attendu. C'est pourquoi il est essentiel que les **gens qui feront l'opération** et l'entretien de ces équipements **soient formés** à cet effet **et qu'ils aient un manuel d'opération** clair, précis et complet **à leur disposition**.

4.6 Reconnaissance des technologies de traitement

Comme il a été mentionné à la section 4.2, certaines chaînes de traitement ont été écartées du G2 et certaines autres ont été retenues pour être présentées dans les sections 4.3 et 4.4. Ce choix est basé sur des critères visant une plus grande simplicité d'utilisation : réduction du dosage de produits chimiques (complexité de suivi mais aussi complexité d'approvisionnement pour les régions éloignées), suivi de performance simple, entretien et utilisation simples, etc. Mais il ne faut pas conclure que les chaînes écartées ne peuvent pas être utilisées avec succès. C'est pourquoi les deux sections suivantes présentent les cas où la validation d'une chaîne de traitement n'est pas requise et les cas où elle l'est.

4.6.1 Équipements de traitement pouvant être installés sans validation préalable

En fonction des éléments présentés dans ce guide et dans d'autres ouvrages, il est possible de mettre en place des chaînes de traitement avec des équipements :

- qui sont issus d'un procédé reconnu dans le G1 (comme l'ozone, le sable vert, la coagulation-clarification-filtration, etc.);
- qui sont issus d'un procédé reconnu au chapitre 4 du présent guide;
- dont l'application est encadrée par une fiche d'information technique du CTTEP ou;
- dont l'application est déjà encadrée par une fiche issue de la procédure prévue dans ce guide <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/etab-touris/index.htm>.

Pour être installés, les équipements doivent être compatibles avec une utilisation en eau potable. Les normes ANSI/NSF 61 et NQ 3660-950 sont des exemples de références qui permettent de s'assurer de l'innocuité des matériaux qui seront en contact avec l'eau. De plus, d'autres normes ANSI/NSF permettent de s'assurer que les équipements seront performants pour l'élimination de certains composés :

- ANSI/NSF 42 : équipement de traitement visant des paramètres esthétiques (goût, odeur, particules, etc.)
- ANSI/NSF 44 : équipement d'adoucissement (réduction de la dureté, du baryum, etc.)
- ANSI/NSF 53 : équipement de traitement pour des paramètres liés à la santé (plomb, turbidité, etc.)
- ANSI/NSF 55 : équipement UV pour la désinfection en eau potable (seuls les équipements certifiés selon le protocole ANSI/NSF 55A peuvent être utilisés pour la production d'eau potable)
- ANSI/NSF 58 : équipement d'osmose inverse
- ANSI/NSF 62 : équipement de distillation

Finalement, il est requis en vertu de l'article 9.2 du Règlement d'utiliser des produits chimiques qui sont certifiés pour leur innocuité à l'eau potable selon la norme ANSI/NSF 60.

Plusieurs organismes se servent des normes ANSI/NSF afin de certifier des équipements qui seront utilisés en eau potable : NSF, la Water Quality Association (WQA), Underwriters Laboratories (UL), le Bureau de normalisation du Québec (BNQ), la Canadian Standards Association (CSA), etc. Dans tous les cas, pour les équipements certifiés autant par NSF que par les autres organismes, il faut s'assurer que l'équipement a été certifié pour le paramètre que l'on doit traiter. Ainsi, même si la norme ANSI/NSF 44 permet de vérifier la performance d'un équipement pour l'enlèvement du baryum, c'est le fournisseur d'équipement qui décide si ce paramètre sera testé pendant les essais. Donc, ce ne sont pas nécessairement tous les équipements certifiés ANSI/NSF 44 qui sont certifiés pour la réduction du baryum, quoique la plupart le sont.

4.6.2 Équipements de traitement devant être validés

Avec l'évolution des connaissances et avec l'arrivée sur le marché de nouveaux produits, il peut arriver que de nouvelles solutions soient possibles et deviennent très intéressantes autant en matière de coût qu'en matière de performance ou de simplicité d'utilisation. Pour s'assurer que ces équipements permettront de résoudre les problèmes liés à la qualité de l'eau à traiter, un processus de validation est mis en place. Ce processus de validation est décrit à l'annexe 6 et est nécessaire pour les équipements de traitement :

- qui sont issus d'un procédé reconnu au chapitre 4 du présent guide ou dans le G1 mais qui seront utilisés en dehors des limites d'application qui y sont spécifiées (qualité de l'eau brute, paramètres de conception);
- qui ne sont pas issus d'un procédé reconnu dans le G1;
- qui ne sont pas issus d'un procédé reconnu au chapitre 4 du présent guide;
- dont l'application n'est pas encadrée par une fiche d'information technique du CTTEP ou;
- dont l'application n'est pas encadrée par une fiche issue de la procédure prévue à l'annexe 6 de ce guide.

5 DIMENSIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS

Une fois que l'évaluation de la situation existante a été effectuée (section 2.4), que les objectifs de traitement ont été fixés (section 3.1), que la stratégie de traitement a été choisie (section 3.2) et que la chaîne de traitement a été trouvée (sections 4.3 à 4.6), il reste à prendre en compte le niveau de service ainsi que les coûts comparatifs des différentes solutions possibles. Ces éléments seront considérés en définissant le niveau de service qui sera offert, ce qui aura un impact sur la dimension des équipements et sur le mode de gestion des rejets. Ce sont ces aspects qui seront traités dans ce chapitre.

5.1 Niveau de service

Outre le choix de la chaîne de traitement, le travail du concepteur comprend deux autres éléments essentiels :

- la définition des besoins quantitatifs (quels débits seront nécessaires);
- la définition du nombre et de la capacité des équipements en tenant compte de la redondance nécessaire.

Entre un système résidentiel qui ne comporte ni réserve ni redondance et un système municipal qui doit assurer un service de qualité sans interruption, il existe de nombreuses solutions intermédiaires pour la configuration des équipements et leur redondance. La gamme des petites installations visées par le G2 couvre de tels cas. Le concepteur a à cet égard plusieurs choix importants à faire dont les conséquences sur les coûts seront majeures.

5.1.1 Débits utilisés

Le tableau 3, présenté dans la section 2.4.2, est repris ici afin de préciser les débits qui seront utilisés pour illustrer les dimensions possibles des équipements.

TABLEAU 3 Débits utilisés dans le G2 pour illustrer différentes configurations et chaînes de traitement

Cas	Q_{Jmoy}	Q_{Jmax}	$Q_{INSTmax}$	Population approximative
I	2,5 m ³ /d	10 m ³ /d	83 m ³ /d ou 58 L/min (15 USGPM)	10 personnes
II	20 m ³ /d	75 m ³ /d	140 m ³ /d ou 96 L/min (25 USGPM)	75 personnes
III	100 m ³ /d	250 m ³ /d	400 m ³ /d ou 289 L/min (75 USGPM)	250 personnes

Pour une même population, on trouve trois valeurs différentes de débit. Ces débits se définissent comme suit :

- Q_{Jmoy} : Quantité d'eau utilisée dans une journée normale sur une base annuelle (débit journalier moyen).
- Q_{Jmax} : Quantité d'eau utilisée pendant la journée dans l'année où la quantité d'eau consommée est la plus élevée (débit journalier maximal).
- $Q_{INSTmax}$: Quantité d'eau utilisée pendant le moment de la journée où la quantité d'eau consommée est la plus élevée (débit instantané maximal).

Le Q_{Jmoy} est évalué en considérant l'utilisation domestique de l'eau : toilette, bain, douche, lessive, cuisine, arrosage, piscine, boissons, etc. Plus la population alimentée en eau est grande, plus la consommation d'eau par personne est importante, parce qu'il faut considérer d'autres types de consommation : fuites, usages communs, etc. Le tableau 19 donne le volume d'eau par personne considéré dans chacun des cas présentés.

Le Q_{Jmax} est évalué en multipliant le Q_{Jmoy} par un facteur de pointe. Ce facteur de pointe prend en considération qu'il y a des jours dans l'année où la consommation d'eau est plus élevée : journée où on remplit les piscines, journée d'hiver où on laisse couler un robinet pour éviter que les tuyaux ne gèlent, etc. Plus la population alimentée en eau est grande, plus le facteur de pointe diminue, parce que ces consommations particulières ne se produisent pas nécessairement la même journée. Le tableau 19 donne le facteur de pointe considéré dans chacun des cas présentés.

Finalement, le $Q_{INSTmax}$ est évalué en multipliant le Q_{Jmoy} par un facteur de pointe instantané. Ce facteur de pointe instantané prend en considération qu'il y a des moments dans la journée où la consommation d'eau est plus élevée : le matin au réveil (toilette, douche), sur l'heure du souper (toilette, cuisine), à la récréation dans une école (toilette, lavabo), etc. Plus la population alimentée en eau est grande, plus le facteur de pointe instantané diminue, parce que ces consommations particulières sont mieux réparties dans la journée. Le tableau 19 donne le facteur de pointe instantané considéré dans chacun des cas présentés.

TABLEAU 19 Valeurs utilisées pour la détermination des débits considérés dans les cas présentés

Cas	Population	Consommation unitaire de base	Facteur de pointe considéré	
			Q_{Jmax}	$Q_{INSTmax}$
I	10 personnes	250 L/personne	x 4	x 33
II	75 personnes	266 L/personne	x 3,75	x 7
III	250 personnes	400 L/personne	x 2,5	x 4

La très grande majorité des installations municipales de production d'eau potable a des équipements de traitement dont la capacité est basée sur le Q_{Jmax} et a une réserve d'eau traitée pour répondre aux variations horaires de la demande ($Q_{INSTmax}$) ainsi qu'aux besoins de protection contre les incendies. Dans la majorité des cas, l'eau sera pompée de la réserve vers le réseau de distribution.

Il en va autrement dans le cas des petites installations où l'on trouve un traitement en ligne et un petit réservoir hydropneumatique dont la seule fonction est d'éviter des démarrages trop fréquents des pompes. Dans cette configuration, les équipements de traitement doivent être conçus pour répondre au $Q_{INSTmax}$, ce qui conduit à installer des équipements ayant une capacité beaucoup plus grande (voir tableaux 3 et 19). Par contre, cette solution de traitement du $Q_{INSTmax}$ présente l'avantage d'éviter un nouveau pompage pour la distribution.

L'avantage d'utiliser un réservoir, même pour une très petite installation, sera abordé avec des exemples à la section 5.2.2. Le concepteur aura donc à faire un choix parmi les configurations qui y sont présentées.

5.1.2 Continuité du service

En plus du débit à utiliser pour choisir la taille des équipements, le concepteur et le responsable doivent établir quelle sera la continuité du service assurée. Dans le présent guide, trois niveaux de service ont été définis :

- Service continu : Réduire au minimum les interruptions en s'appuyant sur des réserves, de la redondance et un temps de réaction rapide de l'opérateur.
- Service avec capacité réduite : Assurer un service continu mais avec une capacité de traitement plus faible dans certaines occasions (lavages de filtres, régénération de résines, etc.).

- **Service interrompu :** Le responsable du système et les usagers acceptent de subir des interruptions complètes de service à certaines occasions (pannes, lavages de filtres, régénération de résines, etc.).

Plusieurs situations peuvent justifier qu'on réduise le niveau de service, sans toutefois cesser d'offrir une eau de qualité, mais à un moindre coût. Dans une résidence pour personnes âgées ou sur un terrain de camping par exemple, la consommation d'eau la nuit est très réduite sans être tout à fait nulle. Un service avec capacité réduite assurera alors une production d'eau minimale tout en permettant l'entretien des équipements (lavages, régénérations, etc.). Il en va de même pour un réseau qui alimente des résidences où le débit de nuit est très faible sans être tout à fait nul.

Un équipement de traitement dans une école est un excellent exemple où un service interrompu est possible. Comme il n'y a aucune consommation d'eau la nuit (aucune activité dans l'école), l'absence de production d'eau pendant l'entretien des équipements n'affectera pas les usagers. Par contre, le Ministère juge que l'interruption de service n'est pas acceptable dans un bâtiment ou un réseau qui sert une population **résidente** et, pour cette raison, il ne considère pas comme acceptable l'interruption de service dans un bâtiment ou dans un réseau alimentant en eau plus de 20 **résidents**.

Enfin, les pannes électriques sont des événements qui peuvent interrompre le service de distribution d'eau potable. Il revient donc au concepteur d'évaluer, si, pour le projet sur lequel il travaille, la fragilité du réseau de distribution électrique et les conséquences d'une panne font en sorte que la mise en place d'un équipement d'approvisionnement électrique d'appoint deviendrait nécessaire. C'est une évaluation qui doit être faite au cas par cas.

5.1.3 Redondance des équipements

Le choix qui sera fait relativement au débit à traiter et à la continuité du service aura un impact sur le nombre d'équipements à prévoir. Comme les équipements de traitement seront en arrêt de façon périodique (lavage, bris, entretien, etc.), le fait d'avoir plusieurs équipements identiques en parallèle permettra une plus grande flexibilité. C'est ce qu'on appelle la redondance. La nécessité d'assurer cette dernière dépend de plusieurs éléments :

- **Objectif visé :** La nécessité de prévoir des équipements supplémentaires est plus évidente lorsqu'il s'agit d'équipements visant des substances réglementées (liés à la santé) que des paramètres esthétiques (goût, odeur et couleur).
- **Présence d'un réservoir :** Lorsque l'opérateur dispose de plusieurs heures de réserve, il a le temps de réagir à un bris, par exemple; en l'absence d'un réservoir, il pourra être nécessaire d'assurer la redondance.
- **Continuité de service :** Si le responsable du système vise à assurer un service continu, la redondance devient nécessaire (article 9 du Règlement).

5.2 Configurations des équipements

Pour faciliter le travail de conception, les chaînes de traitement présentées au chapitre 4 ont fait l'objet d'une conception préliminaire. L'exercice permet de mieux comprendre les principaux facteurs qui influencent le choix des équipements et l'impact sur les coûts. Il permet également au responsable d'un petit système d'avoir une idée des coûts liés à l'achat, à l'installation et à l'exploitation de ces équipements.

5.2.1 Exemples de configurations possibles

En fonction de la taille de la population à alimenter en eau potable (nombre de personnes), du type de réseau (un seul bâtiment ou plusieurs) et du niveau de service possible (débits, continuité et redondance), plusieurs possibilités s'offrent au propriétaire ou à l'exploitant. Ces possibilités amènent à faire un choix qui aura un impact sur la qualité du service offert et sur les coûts (achat, installation

et exploitation), sans l'empêcher d'offrir une qualité d'eau constante. Le tableau 20 présente l'impact du niveau de service sur le nombre et la taille des équipements nécessaires pour les cas retenus (tableau 19).

TABEAU 20 Configurations typiques des équipements de traitement physico-chimique pour les trois cas présentés

Type de réseau	Niveau de service ¹	Débit (L/min)		Nombre et capacité des unités de traitement ²	Réservoir et pompage d'eau traitée ³
		Trait.	Distr.		
Cas I : population de 10 personnes ($Q_{Jmax} = 10 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $7 \text{ L}/\text{min}$; $Q_{INSTmax} = 83 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $58 \text{ L}/\text{min}$)					
Un seul bâtiment	Continu avec réservoir	7	58	1 unité à $7 \text{ L}/\text{min}$ ⁴	1 réservoir de 1250 L 1 pompe à $58 \text{ L}/\text{min}$
	Continu avec redondance	58	58	2 unités à $58 \text{ L}/\text{min}$	
	Interrompu	58	58	1 unité à $58 \text{ L}/\text{min}$	
Réseau	Continu avec réservoir	7	58	1 unité à $7 \text{ L}/\text{min}$ ⁴	1 réservoir de 1250 L 2 pompes à $58 \text{ L}/\text{min}$
	Continu avec redondance	58	58	2 unités à $58 \text{ L}/\text{min}$	
	Interrompu	58	58	1 unité à $58 \text{ L}/\text{min}$	
Cas II : population de 75 personnes ($Q_{Jmax} = 75 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $52 \text{ L}/\text{min}$; $Q_{INSTmax} = 140 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $96 \text{ L}/\text{min}$)					
Un seul bâtiment	Continu avec réservoir	52	96	1 unité à $52 \text{ L}/\text{min}$	1 réservoir de 9400 L 1 pompe à $96 \text{ L}/\text{min}$
	Continu avec redondance	96	96	2 unités à $96 \text{ L}/\text{min}$ ou 3 unités à $48 \text{ L}/\text{min}$	
	Capacité réduite	96	96	2 unités à $48 \text{ L}/\text{min}$	
Réseau	Continu avec réservoir	52	96	1 unité à $52 \text{ L}/\text{min}$	1 réservoir de 9400 L 2 pompes à $96 \text{ L}/\text{min}$
	Continu avec redondance	96	96	2 unités à $96 \text{ L}/\text{min}$ ou 3 unités à $48 \text{ L}/\text{min}$	
	Capacité réduite	96	96	2 unités à $48 \text{ L}/\text{min}$	1 réservoir de 9400 L 2 pompes à $48 \text{ L}/\text{min}$
Cas III : population de 250 personnes ($Q_{Jmax} = 250 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $174 \text{ L}/\text{min}$; $Q_{INSTmax} = 400 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $290 \text{ L}/\text{min}$)					
Un seul bâtiment	Continu avec réservoir	174	290	1 unité à $174 \text{ L}/\text{min}$ ou 2 unités à $87 \text{ L}/\text{min}$	2 réservoirs de 15 000 L 1 pompe à $290 \text{ L}/\text{min}$
	Continu avec redondance	290	290	3 unités à $145 \text{ L}/\text{min}$	
	Capacité réduite	290	290	2 unités à $145 \text{ L}/\text{min}$	
Réseau	Continu avec réservoir	174	290	1 unité à $174 \text{ L}/\text{min}$ ou 2 unités à $87 \text{ L}/\text{min}$	2 réservoirs de 15 000 L 2 pompes à $290 \text{ L}/\text{min}$
	Continu avec redondance	290	290	3 unités à $145 \text{ L}/\text{min}$	
	Capacité réduite	290	290	2 unités à $145 \text{ L}/\text{min}$	2 réservoirs de 15 000 L 2 pompes à $145 \text{ L}/\text{min}$

1. Continu avec réservoir : Service assuré par le réservoir lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
Continu avec redondance : Service assuré par une unité supplémentaire lorsqu'une autre unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
Capacité réduite : Service disponible mais à un plus faible débit lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
2. Interrompu : Service interrompu lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
3. Le nombre et la capacité des unités de traitement peuvent varier selon les fabricants.
4. En l'absence d'une pompe à l'eau traitée, vérifiez la capacité de la pompe au puits pour assurer le service visé.
5. La capacité minimale des équipements sur le marché dépasse cette valeur.

Parmi les 24 configurations possibles (3 populations étudiées, 4 niveaux de service et 2 types de réseau), certaines n'ont pas été intégrées dans le tableau 20. Il s'agit des configurations prévoyant un service à capacité réduite pour le cas I, parce que les unités de traitement nécessaires pour ce cas sont trop petites pour que cela soit envisageable, et de celles prévoyant un service d'eau interrompu dans les cas II et III, parce que les usagers ne trouveraient pas cela acceptable. Il reste donc 18 configurations, qui sont présentées au tableau 20.

Le portrait est similaire pour les équipements de désinfection, pour lesquels le nombre et la taille des équipements nécessaires dans les cas retenus (tableau 19) seront dépendants du niveau de service visé, du type de réseau et du type de désinfection qu'on veut mettre en place.

Les types de désinfection qu'il est possible de mettre en place sont les suivants :

- UV seuls;
- UV avec désinfection secondaire (pour maintenir uniquement une désinfection résiduelle dans le réseau) : la dose UV requise sera alors de 80 mJ/cm²;
- UV avec chloration pour assurer une partie du traitement de l'eau et maintenir une désinfection résiduelle dans le réseau : la dose UV requise sera alors de 40 mJ/cm²;
- Chloration seule pour assurer le traitement de l'eau et maintenir une désinfection résiduelle dans le réseau.

Avec les 18 configurations présentées au tableau 20 et les 4 types de désinfection possibles, on obtient 72 configurations complètes qui comprendront à la fois le traitement des substances visées à la section 4.1 et les unités de désinfection. De ce nombre de configurations possibles, on peut éliminer les cas où l'eau serait désinfectée par les UV seulement et distribuée dans le réseau. Cette solution n'est pas permise par le Règlement, qui demande la présence d'un résiduel de désinfectant à l'entrée du réseau. Par ailleurs, pour une question pratique, il est beaucoup plus simple, lorsque l'eau est distribuée dans un seul bâtiment, d'effectuer la désinfection de l'eau avec des UV seulement (exception de l'article 8). Ces deux précisions permettent d'éliminer la moitié des 72 configurations possibles.

Ensuite, on peut considérer que, dans les cas II et III où l'alimentation se fait par l'entremise d'un réseau, le service avec capacité réduite risque d'occasionner une perte de pression qui pourra provoquer l'intrusion d'une contamination dans le réseau (par les fuites dans le réseau ou par l'aspiration d'eau contaminée provenant de certains bâtiments), ce qui n'est pas acceptable. De plus, les petites installations font face à des contraintes particulières : difficulté de recruter et de garder des opérateurs qualifiés, affectation de ces opérateurs à d'autres tâches, caractérisation et protection déficientes de la source d'eau, etc. Pour ces raisons, il est avantageux d'installer deux systèmes de désinfection pour diminuer les risques microbiologiques les plus importants, et la désinfection par le chlore seul n'est pas une solution qui a été retenue pour l'évaluation des coûts des systèmes comportant un réseau de distribution. **Toutefois, lorsqu'on distribue de l'eau potable dans un réseau à partir d'une eau souterraine, le gain économique réel de la mise en place de la désinfection UV doit être évalué au cas par cas face à la chloration seule qui demeure souvent un excellent choix en termes de coûts et de simplicité d'opération.**

Dans la même veine, les solutions avec désinfection comprenant UV et chloration secondaire n'ont été retenues que pour les configurations où le service en continu est assuré avec une réserve d'eau traitée. Finalement, pour le cas I, la taille des équipements fait que le coût associé à la redondance est trop élevé; cela élimine la série de solutions correspondantes (voir section 5.2.2).

Ainsi, des 72 configurations initiales possibles, seules 18 ont été envisagées et étudiées afin de les comparer les unes avec les autres. Ces 18 configurations d'équipement de désinfection sont présentées au tableau 21.

5.2.2 Évaluation des coûts des différentes options possibles

L'annexe 7 présente l'évaluation des coûts des différentes options de traitement possibles en fonction des caractéristiques de la source d'eau, de la taille de la population desservie, du type de réseau, de la désinfection à envisager et du niveau de service souhaité. Les résultats détaillés pour les chaînes complètes sont présentés aux tableaux A29 à A35 et les options de traitement retenues sont reprises ici dans les tableaux 22 (eau souterraine) et 23 (eau de surface) en fonction des caractéristiques de l'eau brute, de la taille de la population desservie et du type de réseau.

Pour l'eau souterraine, les solutions les plus avantageuses comportent des résines échangeuses d'ions. Le mode de fonctionnement de ces équipements implique une gestion des rejets d'eau saumâtre au moment de la régénération des résines. Cet élément sera considéré dans la section suivante (section 5.3) mais n'a pas été intégré dans l'évaluation des coûts de l'annexe 7. Il est aussi intéressant de noter que les solutions les plus avantageuses comportent généralement un réservoir d'eau traitée pour diminuer la taille des équipements de traitement, et ce, même si on doit pomper de nouveau l'eau pour la distribution. Ce réservoir donne aussi du temps pour réagir en cas de panne ou de bris. Finalement, en ce qui concerne la désinfection pour la distribution en réseau, le faible coût des réacteurs UV en fait un choix intéressant. La présence de chlore (ou de chloramines) demeure essentielle pour respecter la réglementation (article 8) et le chlore offre une solution de recharge en cas de panne des réacteurs UV. Toutefois, le gain économique réel de la mise en place de la désinfection UV doit être évalué au cas par cas face à la chloration seule qui demeure souvent un excellent choix en eau souterraine en termes de coûts et de simplicité d'opération.

Pour l'eau de surface, les solutions avec résines sont intéressantes aussi et pourraient le devenir davantage, dans le cas des eaux colorées, si le nombre d'unités de traitement au robinet (osmose inverse) devenait trop important. Il est aussi intéressant de noter, comme c'est le cas pour l'eau souterraine, que les solutions les plus avantageuses comportent généralement un réservoir d'eau traitée pour diminuer la taille des équipements de traitement, et ce, même si on doit pomper de nouveau l'eau pour la distribution. Par contre, pour ce qui est de la désinfection en réseau, les options retenues pour l'eau de surface comportent toutes des réacteurs UV à une dose de 40 mJ/cm² avec une désinfection au chlore permettant d'atteindre une réduction de 2 log de virus. Ce choix a été fait pour avoir deux barrières efficaces de désinfection, et ce, malgré le fait que d'autres configurations étaient possibles à des coûts équivalents ou même moindres. Comme on considère que les eaux de surface sont contaminées d'un point de vue microbiologique, leur vulnérabilité est beaucoup plus grande que les eaux souterraines.

Pour terminer, il faut rappeler que, **malgré les choix faits dans le présent guide, d'autres configurations, de même que d'autres chaînes de traitement, peuvent être envisagées mais que, dans le cadre de l'exercice qui a été fait ici, elles sont soit plus chères, soit jugées moins sécuritaires. Comme il est difficile de parer à toutes les éventualités, il revient aux personnes impliquées dans chacun des dossiers, c'est-à-dire le propriétaire ou l'exploitant de l'installation de traitement, le concepteur, l'analyste du Ministère et celui du MAMH le cas échéant, de juger de la meilleure solution à mettre en place.**

TABLEAU 21 Configurations typiques des équipements de désinfection pour les trois cas présentés

Type de réseau	Niveau de service ¹	Débit considéré (L/min)	Nombre et capacité des unités de traitement UV ²			Réservoir dédié à la désinfection	Réservoir de chloration et pompe doseuse	Réservoir et pompage d'eau traitée ³
			Filtre à cartouche	Réacteur UV	Dose totale (mJ/cm ²)			
Cas I : population de 10 personnes (Q_{Jmax} = 10 m³/d ou 7 L/min; Q_{INSTmax} = 83 m³/d ou 58 L/min)								
Un seul bâtiment	Continu avec réservoir	7	2 unités ⁴ à 7 L/min ⁵	2 unités à 7 L/min ⁵ ou 1 unité à 14 L/min	80			Oui
	Continu avec redondance	58	2 unités à 58 L/min	2 * 2 unités ⁶ à 58 L/min	80			Non
	Interrompu	58	2 unités ⁴ à 58 L/min	1 * 2 unités à 58 L/min	80			Non
Réseau	Continu avec réservoir ⁷	7	2 unités ⁴ à 7 L/min ⁵	2 unités à 7 L/min ⁵ ou 1 unité à 14 L/min	80		1	Oui
	Continu avec réservoir	7	2 unités ⁴ à 7 L/min ⁵	1 unité à 7 L/min ⁵	40	5800 L	2	Non
	Interrompu	58	2 unités ⁴ à 58 L/min	1 unité à 58 L/min	40	5800 L	2	Non
Cas II : population de 75 personnes (Q_{Jmax} = 75 m³/d ou 52 L/min; Q_{INSTmax} = 140 m³/d ou 96 L/min)								
Un seul bâtiment	Continu avec réservoir	52	2 unités ⁴ à 52 L/min	1 * 2 unités à 52 L/min ou 1 unité à 104 L/min	80			Oui
	Continu avec redondance	96	2 unités à 96 L/min	2 * 2 unités à 96 L/min ou 3 * 2 unités à 48 L/min	80			Non
	Capacité réduite	96	2 unités à 96 L/min	2 * 2 unités à 48 L/min	80			Non
Réseau	Continu avec réservoir ⁷	52	2 unités ⁴ à 52 L/min	1 * 2 unités à 52 L/min ou 1 unité à 104 L/min	80		1	Oui
	Continu avec réservoir	52	2 unités ⁴ à 52 L/min	1 unité à 52 L/min	40	5200 L	1	Oui
	Continu avec redondance	96	2 unités à 96 L/min	2 * 1 unité à 96 L/min ou 3 * 1 unité à 48 L/min	40	9600 L	2	Non

TABLEAU 21 Configurations typiques des équipements de désinfection pour les trois cas présentés (suite)

Type de réseau	Niveau de service ¹	Débit considéré (L/min)	Nombre et capacité des unités de traitement UV ²			Réservoir dédié à la désinfection	Réservoir de chloration et pompe doseuse	Réservoir et pompage d'eau traitée ³
			Filtre à cartouche	Réacteur UV	Dose totale (mJ/cm ²)			
Cas III : population de 250 personnes (Q_{Jmax} = 250 m³/d ou 174 L/min; Q_{INSTmax} = 400 m³/d ou 290 L/min)								
Un seul bâtiment	Continu avec réservoir	174	2 unités à 87 L/min	1 * 2 unités à 174 L/min ou 2 * 2 unités à 87 L/min	80			Oui
	Continu avec redondance	290	3 unités à 145 L/min	3 * 2 unités à 145 L/min	80			Non
	Capacité réduite	290	3 unités à 145 L/min	2 * 2 unités à 145 L/min	80			Non
Réseau	Continu avec réservoir ⁷	174	2 unités à 87 L/min	1 * 2 unités à 174 L/min ou 2 * 2 unités à 87 L/min	80		1	Oui
	Continu avec réservoir	174	2 unités à 87 L/min	1 unité à 174 L/min ou 2 * 1 unité à 87 L/min	40	17 400 L	1	Oui
	Continu avec redondance	290	3 unités à 145 L/min	3 * 1 unité à 145 L/min	40	29 000 L	2	Non

- Continu avec réservoir : Service assuré par le réservoir lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
Continu avec redondance : Service assuré par une unité supplémentaire lorsqu'une autre unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
Capacité réduite : Service disponible mais à un plus faible débit lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
Interrompu : Service interrompu lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
- Le nombre et la capacité des unités de traitement peuvent varier selon les fabricants (voir aussi la section 4.5 pour la question de l'eau très froide).
- Voir détails dans le tableau 20.
- La redondance n'est pas nécessaire mais elle est peu coûteuse et très pratique.
- La capacité minimale des équipements sur le marché dépasse cette valeur.
- Dans cette configuration, il y a deux chaînes parallèles de traitement, chacune comprenant deux réacteurs UV en série pour obtenir la dose de 80 mJ/cm².
- Dans cette configuration, le chlore est utilisé pour la désinfection résiduelle dans un réseau seulement.

TABEAU 22 Chaînes complètes de traitement retenues en fonction des caractéristiques de l'eau souterraine brute, de la taille de la population alimentée en eau et du type de réseau

Type de réseau	Équipement et service	Caractéristiques de l'eau souterraine				
		Fe et Mn	Dureté et baryum	Fe, Mn, dureté et baryum	Fe, Mn et H ₂ S	Nitrates
Cas I : population de 10 personnes (Q_{Jmax} = 10 m³/d ou 7 L/min; Q_{INSTmax} = 83 m³/d ou 58 L/min)						
Un seul bâtiment	Traitement	Résine cationique ¹ ou filtration sur matériau catalytique	Résine cationique	Résine cationique ¹	Résine cationique avec 1) filtre à charbon ou 2) matériau catalytique	Résine cationique avec 1) osmose inverse ou 2) résine anionique
	Service	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement
Réseau	Traitement	Résine cationique ¹ ou filtration sur matériau catalytique	Résine cationique	Résine cationique ¹	Résine cationique avec 1) filtre à charbon ou 2) matériau catalytique	Résine cationique avec 1) osmose inverse ou 2) résine anionique
	Service	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau
Cas II : population de 75 personnes (Q_{Jmax} = 75 m³/d ou 52 L/min; Q_{INSTmax} = 140 m³/d ou 96 L/min)						
Un seul bâtiment	Traitement	Résine cationique ¹	Résine cationique	Résine cationique ¹	Résine cationique avec 1) filtre à charbon ou 2) matériau catalytique	Résine cationique avec 1) osmose inverse ou 2) résine anionique
	Service	Capacité réduite, sans réservoir	Capacité réduite, sans réservoir	Capacité réduite, sans réservoir	En continu avec réservoir ou capacité réduite sans réservoir	En continu avec réservoir ou capacité réduite sans réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement

1. Voir section 4.3.1.1 pour les limites de cette solution pour l'enlèvement du fer et du manganèse.

TABEAU 22 Chaînes complètes de traitement retenues en fonction des caractéristiques de l'eau souterraine brute, de la taille de la population alimentée en eau et du type de réseau (suite)

Type de réseau	Équipement et service	Caractéristiques de l'eau souterraine				
		Fe et Mn	Dureté et baryum	Fe, Mn, dureté et baryum	Fe, Mn et H ₂ S	Nitrates
Cas II : population de 75 personnes (Q_{Jmax} = 75 m³/d ou 52 L/min; Q_{INSTmax} = 140 m³/d ou 96 L/min)						
Réseau	Traitement	Résine cationique ¹	Résine cationique	Résine cationique ¹	Résine cationique avec 1) filtre à charbon ou 2) matériau catalytique	Résine cationique avec résine anionique
	Service	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV avec chlore en désinfection ou pour le réseau seulement	Réacteurs UV avec chlore en désinfection ou pour le réseau seulement	Réacteurs UV avec chlore en désinfection ou pour le réseau seulement	Réacteurs UV avec chlore en désinfection ou pour le réseau seulement	Réacteurs UV avec chlore en désinfection ou pour le réseau seulement
Cas III : population de 250 personnes (Q_{Jmax} = 250 m³/d ou 174 L/min; Q_{INSTmax} = 400 m³/d ou 290 L/min)						
Un seul bâtiment	Traitement	Résine cationique ¹	Résine cationique	Résine cationique ¹	Résine cationique avec 1) filtre à charbon ou 2) matériau catalytique	Résine cationique avec 1) osmose inverse ou 2) résine anionique
	Service	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement
Réseau	Traitement	Résine cationique ¹	Résine cationique	Résine cationique ¹	Résine cationique avec 1) filtre à charbon ou 2) matériau catalytique	Résine cationique avec résine anionique
	Service	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau	Réacteurs UV avec chlore pour le réseau

1. Voir section 4.3.1.1 pour les limites de cette solution pour l'enlèvement du fer et du manganèse.

TABEAU 23 Chaînes complètes de traitement retenues en fonction des caractéristiques de l'eau de surface brute, de la taille de la population alimentée en eau et du type de réseau

Type de réseau	Équipement et service	Caractéristiques de l'eau de surface	
		Couleur < 5 UCV	Couleur > 5 UCV
Cas I : population de 10 personnes ($Q_{Jmax} = 10 \text{ m}^3/\text{d}$ ou 7 L/min; $Q_{INSTmax} = 83 \text{ m}^3/\text{d}$ ou 58 L/min)			
Un seul bâtiment	Traitement	Filtre granulaire	Filtre granulaire avec osmose inverse aux robinets
	Service	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement
Réseau	Traitement	Filtre granulaire	1) Filtre granulaire bicouche avec résine anionique ou 2) filtre granulaire avec osmose inverse aux robinets
	Service	En continu avec réservoir ou interrompu sans réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV avec chlore en désinfection	Réacteurs UV avec chlore en désinfection
Cas II : population de 75 personnes ($Q_{Jmax} = 75 \text{ m}^3/\text{d}$ ou 52 L/min; $Q_{INSTmax} = 140 \text{ m}^3/\text{d}$ ou 96 L/min)			
Un seul bâtiment	Traitement	Filtre granulaire	Filtre granulaire avec osmose inverse aux robinets
	Service	Capacité réduite sans réservoir	Capacité réduite sans réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement
Réseau	Traitement	Filtre granulaire	Filtre granulaire bicouche avec résine anionique
	Service	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV avec chlore en désinfection	Réacteurs UV avec chlore en désinfection
Cas III : population de 250 personnes ($Q_{Jmax} = 250 \text{ m}^3/\text{d}$ ou 174 L/min; $Q_{INSTmax} = 400 \text{ m}^3/\text{d}$ ou 290 L/min)			
Un seul bâtiment	Traitement	Filtre granulaire	Filtre granulaire avec osmose inverse aux robinets
	Service	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV seulement	Réacteurs UV seulement
Réseau	Traitement	Filtre granulaire	Filtre granulaire bicouche avec résine anionique
	Service	En continu avec réservoir	En continu avec réservoir
	Désinfection	Réacteurs UV avec chlore en désinfection	Réacteurs UV avec chlore en désinfection

5.3 Gestion des rejets d'eaux résiduaires

La gestion des eaux résiduaires de rejet est un élément important à considérer au moment de la conception des installations de traitement en eau potable. Comme les chaînes de traitement retenues dans ce guide n'utilisent peu ou pas de produits chimiques, outre le chlore et le permanganate de potassium, les rejets seront essentiellement des eaux brutes concentrées. La section 5.3.1 abordera cette question. Il y a quelques exceptions toutefois en ce qui a trait, entre autres, aux solutions de lavage des membranes, au rejet des eaux chlorées ainsi qu'à la régénération des résines. Dans ce dernier cas, la régénération se fait à l'aide d'une solution concentrée en sel, et l'eau rejetée sera fortement chargée en ions sodium, en chlorure ainsi qu'en ions qui ont été retirés de l'eau brute : calcium, magnésium, fer, manganèse, baryum, nitrates, etc. Il sera donc important de considérer la gestion de ces eaux saumâtres avant de fixer le choix de la chaîne de traitement. La section 5.3.2 aborde la question des rejets d'eau saumâtre.

Pour ce qui est des eaux de lavage des membranes, les rejets ponctuels seront traités au cas par cas pour chacun des projets. En ce qui a trait aux eaux chlorées, que ce soit les eaux issues du traitement, du lavage régulier des équipements ou des opérations de désinfection avant la mise en route de certains équipements, elles doivent être déchlorées avec un agent réducteur avant leur rejet dans l'environnement afin d'atteindre le critère opérationnel de 0,02 mg/L de chlore dans les eaux de rejet. Finalement, pour chacun des projets et pour l'ensemble des eaux rejetées, un programme de suivi des rejets pourra être prévu dans la demande d'autorisation.

Pour terminer, rappelons que, lorsque la capacité de la nappe est proche de la capacité maximale de production d'eau des équipements en place, il est possible qu'un débit plus important soit nécessaire momentanément pendant les lavages ou l'entretien des équipements.

5.3.1 Gestion des rejets d'eau résiduaire de lavage des filtres

À l'instar de ce qui est préconisé pour les plus grosses installations d'eau potable, le rejet des eaux résiduaires de lavage des filtres doit préférablement se faire à l'égout sanitaire communautaire lorsque c'est possible. Si celui-ci est trop éloigné ou s'il n'y en a pas, il faut soit acheminer les eaux résiduaires de lavage des filtres vers une installation de traitement des eaux usées sur place, soit les acheminer vers un milieu récepteur.

L'eau résiduaire de lavage des filtres ne contient généralement que les composés qu'on retrouve dans la source d'eau mais de façon plus concentrée. Il peut arriver aussi que les eaux résiduaires de lavage contiennent du chlore si le lavage se fait à l'eau chlorée. La première option est de retourner ces eaux résiduaires vers le système de traitement des eaux usées existant. Les volumes de ces eaux résiduaires sont généralement faibles, alors l'impact sur le traitement des eaux usées sera négligeable. Sinon, il est toujours possible d'envoyer ces eaux résiduaires de lavage vers un milieu récepteur. Avant de le faire, toutefois, il faut vérifier que certains critères sont respectés. La section 14.3 du chapitre 14 du G1 donne les paramètres qu'il faut considérer pour le rejet des eaux résiduaires de lavage. Pour les chaînes de traitement retenues dans le G2, seuls les critères relatifs à la matière en suspension (MES), au fer et au chlore sont pertinents. Le tableau 24 reprend ces critères.

TABLEAU 24 Critères à respecter pour les paramètres à surveiller dans les rejets d'eau résiduaire de lavage des filtres

Paramètres	MES	Chlore	Fer	Toxicité générale
Valeur à l'effluent	≤ 20 mg/L	≤ 0,02 mg/L	≤ 5 mg/L	Aucune mortalité ¹

1. Critère évalué sur les daphnies et à considérer pour les cas où des produits chimiques autres que le chlore sont présents dans le rejet (produits utilisés dans le traitement ou pour l'entretien des équipements).

Avant de rejeter les eaux résiduelles de lavage des filtres dans le milieu récepteur, il faut les caractériser, au besoin, les traiter et obtenir une autorisation du Ministère. La section 14.1 du chapitre 14 du G1 présente le programme d'échantillonnage permettant de caractériser les eaux résiduelles de lavage des filtres, tandis que la section 14.4.1 présente les traitements possibles des eaux résiduelles de lavage des filtres lorsque le traitement est requis.

5.3.2 Gestion des rejets d'eau résiduaire de régénération des résines

Les résines utilisées pour le traitement dans les petits systèmes de production d'eau potable sont régénérées avec du chlorure de sodium à un intervalle qui dépend des concentrations d'ions présents dans l'eau à traiter, de la capacité d'échange de la résine pour ces ions (il existe plusieurs types de résines), du volume d'eau traité et de la concentration de la saumure utilisée pour la régénération de la résine (exprimée en kg/L).

La quantité de sel généralement utilisée pour la régénération des résines est présentée au tableau 25.

TABLEAU 25 Quantité de sel utilisée pour la régénération des résines

Type de résine	Ions enlevés	Quantité de sel (NaCl) nécessaire pour une régénération (kg de sel/L de résine)
Cationique	Calcium, magnésium, fer et manganèse	0,10
Cationique	Baryum	0,25
Anionique	Nitrates	0,13 à 0,17
Anionique	Matière organique	0,13 à 0,25

La fréquence de la régénération dépendra de la quantité d'ions enlevés dans l'eau par la résine, de la capacité de rétention par litre de résine et du nombre de litres dont dispose le réservoir de résine. La régénération est nécessaire lorsque les ions enlevés réapparaissent dans l'effluent de l'échangeur. Habituellement, les échangeurs ioniques sont conçus pour se régénérer à une fréquence de plus de 12 heures de fonctionnement continu afin de laisser le temps suffisant à la fabrication de la saumure (temps de saturation). Il appartient au fournisseur de l'équipement de calculer et d'ajuster la fréquence de régénération ainsi que la quantité de sel utilisée à chaque régénération. Sachant que 1 kg de sel de régénération (NaCl) contient 0,4 kg de sodium (Na) et 0,6 kg de chlorures (Cl), il est alors facile de calculer les quantités rejetées de chacun de ces sels.

5.3.2.1 Impacts environnementaux potentiels

Les critères de qualité de l'eau pour la protection de la vie aquatique au Québec sont établis pour certains composés et phénomènes qui peuvent avoir un impact sur la faune et la flore aquatiques. En ce qui concerne les rejets de régénération des résines, les chlorures, le baryum et les nitrates sont encadrés par des critères du Ministère. Ces derniers sont plus contraignants que les composés que nous avons étudiés (fer, manganèse, dureté, baryum, sulfure d'hydrogène, nitrates, matière organique). Il existe bien sûr plusieurs critères relatifs à d'autres paramètres qui ne sont pas traités dans le présent guide mais qui peuvent aussi faire l'objet d'un traitement par résine, notamment l'arsenic, les fluorures, les bromures, le cuivre, etc. On trouve les critères à respecter sur le site Internet du Ministère à l'adresse suivante :

http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp

Le tableau 26 présente les critères les plus contraignants à respecter pour les paramètres à surveiller dans les rejets de régénération des résines.

TABEAU 26 Critères à respecter pour les composés présents dans les rejets de régénération des résines

Composés	Chlorures	Baryum	Nitrates
Valeur aiguë à l'effluent ¹	1720 mg/L	$e^{[1,0629 (\ln \text{dureté}) + 2,9285]}/1000$	124 mg/L
Critère à respecter dans le milieu : protection de la vie aquatique contre les effets chroniques	230 mg/L	$e^{[1,0629 (\ln \text{dureté}) + 1,1869]}/1000$	3 mg/L ²

1. Valeur pouvant créer 50 % de mortalité chez les espèces sensibles exposées. Elle correspond à deux fois le critère aigu.
2. Cette valeur ne tient pas compte des effets d'eutrophisation. Il semble que ces derniers peuvent se produire à certains endroits, à des concentrations bien inférieures à celle-ci. Dans les cours d'eau où les apports en azote doivent être limités, la valeur à respecter est de 0,5 mg/L.

Le rejet des saumures usées dans l'environnement peut provoquer la contamination de la nappe phréatique et affecter la salinité de l'eau des utilisateurs de cette nappe. Cette situation peut, entre autres, devenir préoccupante lorsque la quantité de saumure usée est importante (rejet important d'une station ou multiples petits rejets) par rapport à la capacité de l'aquifère (débit de dilution). En effet, comme ils ne se dégradent pas, les sels rejetés par plusieurs rejets s'additionnent dans les milieux fermés. Il en sera de même dans les lacs, qui sont les autres milieux sensibles au rejet de saumures comme ils le sont aux sels de déglacage des routes. Par contre, les rejets de saumures dans les cours d'eau (ruisseau, rivière, fleuve) sont moins problématiques, puisque le transport des ions s'ajoute à la dilution pour réduire leurs impacts.

Pour la vie aquatique, les chlorures ne sont pas des composés qui ont un potentiel toxique très élevé, mais, au-delà de certaines concentrations, ils peuvent commencer à nuire aux espèces qui y sont exposées. Les organismes d'eau douce ne peuvent vivre dans les eaux salées (les eaux douces sont définies comme des eaux contenant des concentrations de sels totaux inférieures à 1000 mg/L, les chlorures étant l'un de ces sels).

Le rejet de saumures usées peut également laisser des dépôts de sel blanchâtres (évaporation) ou brunâtres (évaporation si une résine est utilisée pour enlever la couleur de l'eau) près des points de rejet, et ainsi occasionner une pollution visuelle. Lorsque la saumure est chargée en nitrates à la suite d'un traitement de l'eau, elle ne devrait **jamais** être rejetée dans un lac ou un fossé sans écoulement d'eau permanent en raison des risques d'eutrophisation.

La saumure usée est évidemment corrosive si elle demeure en contact prolongé avec des matériaux sensibles à la corrosion (ponceau en acier galvanisé par exemple).

Il faut savoir aussi que :

- le sel s'élimine difficilement d'une solution, il faut des méthodes assez sophistiquées; l'atténuation de sa nuisance, vu sa faible toxicité, est envisageable par dilution lorsque celle-ci est suffisante ou par évaporation si les volumes des rejets sont relativement faibles;
- les rejets de saumures ne contiennent pas que des chlorures, la dilution ne doit pas être tout le temps la seule solution envisagée;
- le rejet de la saumure usée dans une installation septique n'affecte pas son rendement épuratoire pour les eaux usées tant que le volume quotidien d'eau traitée pour l'eau potable correspond à peu près au volume quotidien d'eaux usées envoyées à l'installation septique (voir section 5.3.2.3).

5.3.2.2 Modes de rejet à prioriser

En principe, les critères de qualité de l'eau doivent être respectés dans le milieu après une zone de mélange restreinte. Si on s'en tient aux chlorures, qui est le composé pour lequel les critères sont les

plus contraignants compte tenu du fait que la régénération se fait avec du chlorure de sodium, c'est donc dire qu'un rejet de chlorures doit permettre de respecter le critère de qualité de protection de la vie aquatique de 230 mg/L dans le cours d'eau ou de s'en rapprocher le plus possible, et ce, peu de temps après le rejet. Ce critère de qualité doit être respecté en période critique, c'est-à-dire à l'étiage. Par ailleurs, le respect de ce critère doit être évalué sur une période de quelques jours. De légers dépassements une fois de temps en temps peuvent survenir sans effet sur la faune.

De plus, pour éviter que des effets draconiens et immédiats se produisent sur la faune aquatique au point de rejet, on peut utiliser la valeur aiguë finale à l'effluent (VAFe) de 1720 mg/L comme barème avant rejet. Ce critère doit idéalement être respecté en tout temps même pour un rejet de courte durée. La VAFe est la concentration qui peut théoriquement tuer 50 % des organismes sensibles qui seraient exposés directement à l'effluent. Si le rejet de saumure prévu contient des teneurs beaucoup plus élevées que la VAFe, pour pouvoir le rejeter dans un cours d'eau, il faudra le prédiluer pour se rapprocher le plus possible du critère de 1720 mg/L de chlorures et éviter ainsi un impact sur la vie aquatique directement au point de rejet. Ensuite, il faut s'assurer que la capacité de dilution du cours d'eau, par rapport au débit du rejet, est suffisante pour respecter le critère de 230 mg/L en chlorures. Habituellement, cela se fait en tenant compte de la concentration déjà présente dans le cours d'eau et des autres rejets de chlorures dans le même secteur. De plus, dans de petits cours d'eau où il y a très peu d'eau, et donc très peu de dilution, les rejets doivent normalement respecter le critère chronique de protection de la vie aquatique au point de rejet (230 mg/L en chlorures au lieu de 1720 mg/L). En pratique, il est utopique de penser que tous les petits systèmes pourront satisfaire à cette exigence en raison des coûts exorbitants que cela entraînerait, tant du point de vue de l'ingénierie que de la construction. Parmi les difficultés survenues au cours de la mise en application de ce mode de rejet, notons :

- la difficulté de trouver de l'eau pour la prédilution, puis l'absence d'un cours d'eau suffisamment important sur le terrain du propriétaire pour obtenir la dilution finale requise (230 mg/L);
- la nécessité d'évaluer le débit d'étiage du cours d'eau pour calculer la dilution et vérifier le respect des critères de toxicité aquatique;
- la difficulté de tenir compte des autres producteurs de saumures usées pour calculer la concentration maximale dans le cours d'eau à l'endroit du rejet et de ceux existants en aval.

Pour ces raisons, les modes de rejet possibles, tenant compte des impacts environnementaux susmentionnés, ont été regroupés en quatre solutions correspondant à un niveau d'impact croissant sur l'environnement. Pour accéder à une catégorie moins exigeante, le responsable devra démontrer que la solution précédente n'est pas faisable ou raisonnablement acceptable. Le rejet de la saumure usée doit donc se faire en priorité à partir de la première solution, puis de la seconde, de la troisième et finalement, s'il n'est pas possible de faire autrement, de la quatrième.

5.3.2.3 Solution 1 : *Rejet de la saumure vers les installations septiques ou à l'égout sanitaire communautaire*

Les rejets devraient être préférentiellement envoyés à l'égout sanitaire communautaire ou vers les installations septiques. Par contre, le rejet dans une installation septique n'est pas permis dans les cas suivants :

- les eaux rejetées par l'installation septique s'infiltrant dans l'aire d'alimentation des captages d'eau souterraine utilisés pour de l'eau potable;
- il y a de multiples petits rejets de saumures usées dans un secteur qui pourraient contaminer une nappe de faible capacité servant d'alimentation en eau potable;
- le débit de l'eau de régénération des résines au moment du rejet est significativement supérieur au débit des eaux usées (distribution d'eau potable dans un réseau où le bâtiment qui abrite les équipements de traitement génère peu d'eaux usées par rapport à l'eau potable produite).

Le rejet vers l'installation septique exige une attention particulière. Le rejet de régénération des résines ne pose pas problème pour le fonctionnement du champ d'épuration. Par contre, le rejet d'eau saumâtre peut affecter la capacité de la fosse septique à faire une bonne séparation des huiles et graisses. Pour cette raison, il serait préférable d'acheminer les rejets de régénération des résines directement au champ d'épuration plutôt que de les faire passer par la fosse septique.

En outre, si l'installation de traitement des eaux usées n'est pas une installation conventionnelle (fosse septique avec champ d'épuration), le fournisseur de l'installation d'épuration utilisée pourrait considérer que le rejet de saumure dans ses équipements risque d'occasionner des problèmes importants de fonctionnement. Il convient donc de vérifier auprès du fournisseur si le rejet de saumure est possible et s'il ne viendra pas mettre en péril le traitement, la durée de vie des équipements ou la garantie offerte.

Le dernier élément à considérer pour le rejet dans l'installation septique est le débit de régénération par rapport au débit des eaux usées. Si un seul bâtiment est alimenté en eau potable à partir d'un traitement par résine, le rejet de régénération de la résine sera mélangé aux eaux usées de ce même bâtiment, ce qui limitera l'impact du rejet sur le fonctionnement de l'installation septique. Par contre, lorsque l'eau potable est distribuée dans plusieurs bâtiments par un réseau, il peut arriver que le traitement par résine soit dans un bâtiment qui génère peu d'eaux usées; dans ce cas, le rejet de régénération sera très important par rapport aux eaux usées. Cette situation peut provoquer un mauvais fonctionnement du champ d'épuration. C'est pourquoi le rejet dans l'installation septique est limité aux réseaux d'eau potable qui n'alimentent qu'un seul bâtiment, ou qui alimentent plusieurs bâtiments mais où la majorité de la consommation d'eau potable se fait dans le bâtiment où se trouve le traitement.

Pour toutes ces raisons, la démonstration qu'il est possible de rejeter la saumure dans une installation septique doit être faite par un ingénieur.

S'il n'y a pas d'égout sanitaire communautaire ou si le rejet de la saumure ne peut se faire dans l'installation septique, la solution suivante peut être envisagée.

5.3.2.4 Solution 2 : *Prédilution de la saumure à moins de 1720 mg/L de chlorures suivie du rejet dans un cours d'eau dont la capacité de dilution permet de respecter le critère de 230 mg/L*

Le rejet dans un cours d'eau n'est pas permis dans les cas suivants :

- s'il y a une prise d'eau en aval du rejet à une distance telle que le critère de 230 mg/L en chlorures ne sera pas respecté;
- si le rejet se fait tout juste en amont d'une frayère, dans un habitat ou dans un site de développement d'une espèce vulnérable ou menacée (ex. : chevalier cuirvé);
- si le cours d'eau est à sec à une période de l'année où le système d'eau potable est en activité;
- dans un lac.

Prédilution

- La prédilution peut se faire avec de l'eau préalablement prélevée dans un cours d'eau ou un plan d'eau, ou avec de l'eau extraite du puits.
- Si le débit de l'eau de prédilution est important, le rejet de régénération de la résine peut se faire directement dans l'eau de prédilution, sans stockage préalable.
- Si le débit de l'eau de prédilution est faible, le rejet de régénération de la résine doit se faire dans un réservoir de stockage et être pompé à débit contrôlé, sur une période maximale de 12 heures, pour être envoyé dans le cours d'eau.

- S'il s'agit d'un échangeur ionique d'une capacité inférieure ou égale à 10 m³/d, la prédilution peut être évitée tant que la saumure est stockée et pompée à faible débit sur environ six heures, pour être envoyée directement dans le cours d'eau.

Rejet final

- Il faut viser la concentration finale à l'effluent la plus faible possible même quand cette concentration pourrait être supérieure à 230 mg/L.
- Le rejet final est fait dans le cours d'eau le plus près, idéalement situé sur le terrain du responsable du système.
- Le rejet final peut être acheminé dans la conduite d'égout pluvial communautaire dont l'émissaire est un cours d'eau. Dans ce cas, il faut s'assurer de respecter le règlement municipal sur les rejets en égout pluvial de même que l'objectif de concentration la plus faible possible en chlorures à l'effluent de la conduite d'égout pluvial.
- Les fossés de lignes électriques ainsi que les fossés de routes ne sont pas considérés comme des cours d'eau. Ils peuvent devenir des points de rejet pour les petites installations s'il n'y a pas de danger de contamination des nappes souterraines (voir solution 4).

Si la prédilution du rejet de saumure ne peut pas respecter le critère de 1720 mg/L de chlorures, alors la solution suivante peut être envisagée. Si le cours d'eau visé ne permet pas de respecter le critère de 230 mg/L, alors la solution 4 peut être envisagée.

5.3.2.5 Solution 3 : Meilleure dilution possible de la saumure ou rejet constant à très faible débit et, dans les deux cas, même si la concentration de chlorures dans l'effluent est supérieure à 1720 mg/L, rejet dans un cours d'eau dont la capacité de dilution permet de respecter le critère de 230 mg/L

Les mêmes restrictions que celles de la solution 2 s'appliquent.

Prédilution

- La saumure doit être entreposée dans un réservoir de stockage.
- S'il n'y a pas d'eau de surface en quantité significative à proximité pour prédiluer la saumure, il est possible de remplir le réservoir de stockage d'eau en provenance du puits et d'y diriger la saumure usée pour effectuer la prédilution.
- S'il n'y a pas d'eau de prédilution, rejeter la saumure à petit débit directement dans le cours d'eau.

Rejet final

- Pour le rejet final, les mêmes critères que ceux de la solution 2 s'appliquent.

5.3.2.6 Solution 4 : Gestion alternative s'il n'y a aucun cours d'eau à proximité dont la capacité de dilution permette de respecter le critère de 230 mg/L

En dernier recours, les éléments suivants doivent être considérés :

- rejeter la saumure dans un fossé ayant l'écoulement d'eau le plus permanent possible ou directement dans un puits d'infiltration, en prenant soin de diriger le rejet en aval hydraulique de son propre captage d'eau souterraine et des captages d'eau souterraine environnants qui peuvent être affectés négativement par l'augmentation de la concentration de sel dans l'eau (pour la production d'eau potable, par exemple). Dans tous les cas, une distance minimale de 30 m avec tout captage d'eau souterraine est à respecter, mais l'idéal est de faire ce rejet le plus loin possible des captages environnants;
- dans ces conditions, stocker la saumure dans un réservoir et la rejeter à petit débit en la prédiluant avec de l'eau provenant si possible du captage;

- envisager une autre technologie de traitement (filtration membranaire ou autre);
- envisager de ne pas traiter l'eau si elle est traitée uniquement pour des raisons esthétiques, par exemple pour des raisons de dureté ou de couleur de l'eau¹. Une eau dure ou colorée, bien que désagréable pour les tâches ménagères, n'est pas nuisible pour la santé.

¹ Notez toutefois que la couleur de l'eau, si elle est liée à la présence de matière organique, peut représenter un problème potentiel face à la santé des gens si elle est en contact suffisamment longtemps avec du chlore avant d'être consommée. De plus, il est essentiel d'enlever la couleur si l'absorbance associée à sa présence est telle que la désinfection au moyen de rayons UV ne sera pas possible.

ANNEXE 1 MODE DE CALCUL DE LA TAILLE DE LA CLIENTÈLE DESSERVIE

Note : S'il y a disparité entre le texte ci-après et celui de l'annexe 0.1 du Règlement, ce dernier demeure la référence légale.

Système desservant des résidences : soit le nombre maximal de personnes desservies par le propriétaire ou l'exploitant, soit 2,5 personnes multipliées par le nombre de résidences desservies.

Établissement offrant des emplacements pour camper : le nombre d'emplacements de l'établissement multiplié par 2,5 personnes et majoré du nombre maximal d'employés réguliers de l'établissement présents sur un même quart de travail.

Établissement offrant des services d'hébergement : le nombre de personnes desservies est déterminé par le nombre de lits (en équivalent de lits simples) de l'établissement, majoré du nombre d'employés réguliers sur un même quart de travail et ne résidant pas dans le lieu de l'établissement.

Établissement offrant des services de restauration : le nombre de personnes desservies est déterminé par le nombre de places assises dans l'établissement majoré du nombre d'employés réguliers de l'établissement sur un même quart de travail. Dans le cas d'un établissement pour lequel la Régie des alcools, des courses et des jeux a délivré un permis, le nombre de places est celui indiqué au permis majoré du nombre d'employés réguliers sur un même quart de travail. Dans le cas d'une cantine, d'un dépanneur ou d'un restaurant dont les usagers n'ont pas accès à des sièges mais où des verres d'eau sont mis à leur disposition ou ont accès à des toilettes, il faut se référer au mode de calcul établi sous la rubrique « lieu public ».

Établissement d'enseignement : le nombre de personnes desservies est déterminé par la capacité d'accueil de l'établissement, majoré du nombre d'employés réguliers de l'établissement au travail sur les lieux.

Établissement de santé et de services sociaux ou un établissement de détention : le nombre de personnes desservies est déterminé par la capacité d'accueil de l'établissement, majoré du nombre d'employés réguliers de l'établissement sur un même quart de travail.

Lieu public : s'il existe un registre du nombre de personnes ayant visité le lieu l'année précédente, le nombre de personnes desservies est déterminé par le nombre moyen quotidien des visiteurs du lieu durant la période d'ouverture majoré par le nombre maximal d'employés réguliers sur un même quart de travail. Le nombre de personnes desservies peut aussi être déterminé, le cas échéant, par le nombre de places assises pour les gens en attente du service offert par ce lieu majoré du nombre d'employés réguliers sur un même quart de travail. À défaut de données, le nombre de personnes desservies est 500.

Lieu non accessible au public : le nombre d'employés réguliers sur un même quart de travail mentionné dans la déclaration du responsable lorsque l'employeur met de l'eau destinée à la consommation humaine à la disposition des employés par le biais d'une canalisation.

ANNEXE 2 AMÉNAGEMENT DES PRISES D'EAU DE SURFACE

Il y a plusieurs façons de capter l'eau de surface, la plus rapide étant sûrement de déposer tout simplement un tuyau dans un lac ou une rivière à quelque distance du fond afin d'éviter de soutirer le fond du plan d'eau. L'amélioration des conditions de captage peut cependant entraîner des améliorations significatives de la qualité de l'eau brute, ce qui aura un impact sur le traitement à mettre en place.

On trouve aux sections 9.3.5.1 et 9.3.5.2 du G1 un ensemble d'éléments relatifs à la conception des prises d'eau de surface. Cette annexe présente deux façons de concevoir des captages d'eau de surface pour réduire les fluctuations de la qualité de l'eau. L'installation d'une prise d'eau en béton poreux sous le fond d'un lac peut représenter une option intéressante. Le procédé peut également être appliqué en rive d'un lac ou d'une rivière. Dans certains cas, il peut être nécessaire de créer un lien hydraulique entre le cours d'eau et la prise d'eau. Le Ministère favorise les travaux en berge plutôt que dans le plan d'eau, et ceux-ci demeurent assujettis à son autorisation de même qu'à une autorisation du MFFP en vertu de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune.

La qualité de l'eau ainsi prélevée étant difficile à prévoir, il est recommandé de procéder par étapes : installation de la prise d'eau, puis caractérisation de l'eau captée et, finalement, conception du traitement. Bien que cet aménagement de prise d'eau puisse s'apparenter à un puits et permettre de capter aussi de l'eau souterraine, la recharge de l'eau captée se fera principalement par l'eau de surface, mais la stabilité de la qualité de l'eau prélevée sera grandement améliorée. Dans la plupart des cas, on pourra examiner la possibilité de respecter les critères exemptant de l'obligation de filtrer l'eau (article 5 du Règlement) : turbidité toujours inférieure à 5,0 UTN et moyenne inférieure à 1,0 UTN, *E. coli* inférieurs à 15 UFC/100 ml, sous-produits de la désinfection inférieurs aux normes de l'annexe 1 du Règlement. Si ces critères exemptant de l'obligation de filtrer l'eau sont respectés, il restera alors à atteindre les objectifs minimaux d'enlèvement de *Cryptosporidium* (3 log), de *Giardia* (3 log) et de virus (4 log), ce qui peut être possible avec des UV (bâtiment) ou une combinaison UV-chlore (réseau). En considérant que les réacteurs UV sont toujours précédés d'un filtre à cartouche, les conditions de désinfection seront alors les mêmes que celles présentées à la section 4.5.2 du présent guide.

Toutefois, il revient au concepteur de concevoir et d'aménager la prise d'eau de manière à ce qu'il n'y ait pas de problèmes de colmatage prématuré.

Prise d'eau de surface en fond de lac ou de rivière

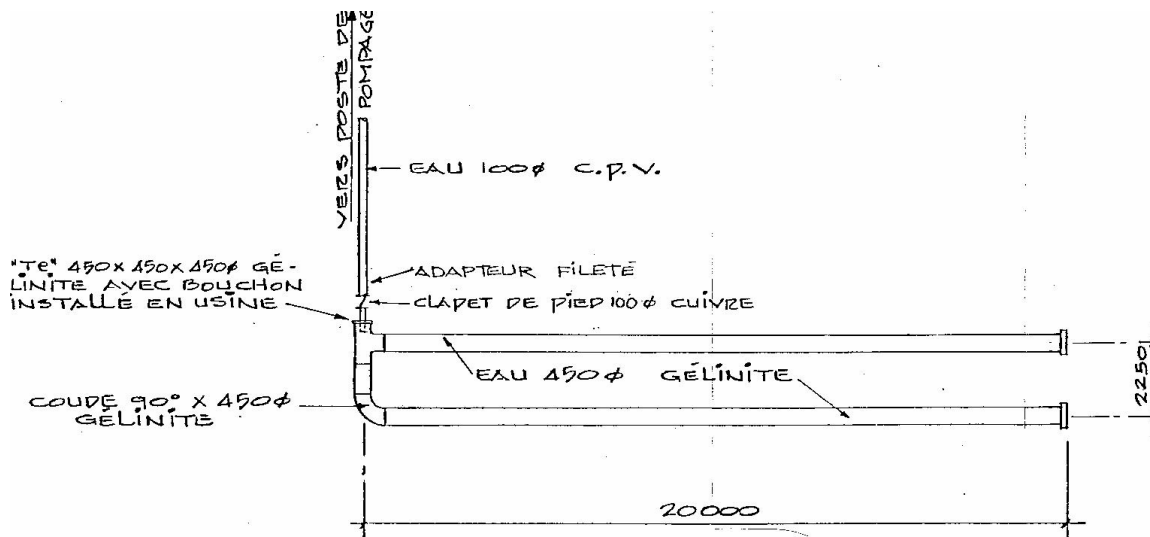
Cet exemple est basé sur une prise d'eau existante qui alimente un réseau d'eau potable privé depuis plusieurs années à partir du lac Saint-Jean. Le réseau compte 125 résidences dont 40 permanentes. Cette prise d'eau comprend 2 rangées de 20 m de conduites en béton poreux (Gélinite®) d'un diamètre de 450 mm. Le fond du lac étant argileux, les conduites ont été enfouies sous une couche de 1600 mm de sable et de gravier naturel. Le tout est situé à 200 m de la rive. Les figures A1 et A2 donnent une vue en plan et en élévation de ce type de prise d'eau. Si ce type de prise d'eau doit être installé dans le fond d'une rivière, il y a lieu de prévoir un enrochement des conduites pour éviter leur déplacement pendant la fonte des glaces et les crues printanières.

Des échantillons ont été prélevés dans le lac et au puits d'arrivée sur la berge le 9 septembre 2004. Les résultats des analyses sont les suivants :

TABLEAU A1 Résultats de l'analyse de l'eau avant et après la prise d'eau

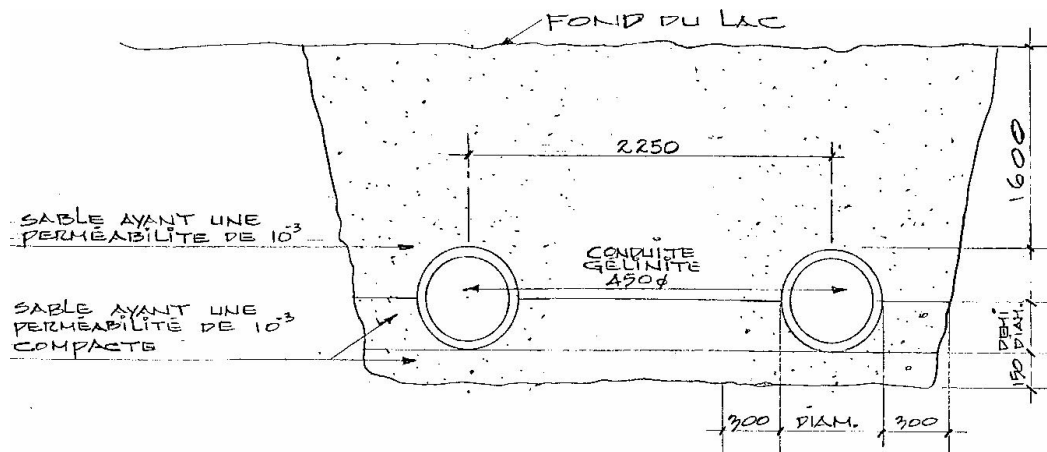
Paramètre mesuré	Eau brute	Eau captée
COT (mg/L)	6,79	3,79
Bactéries atypiques (UFC/100 ml)	> 200	0
Coliformes totaux (UFC/100 ml)	> 80	0
Coliformes fécaux (UFC/100 ml)	6	0
Turbidité (UTN)	4,0	0,7
Trihalométhanes totaux (µg/L) ¹	350	170

¹ Ces valeurs ont été obtenues par simulation selon les conditions décrites plus loin.



Source : Normand Villeneuve, Roche, 2004.

Figure A1 Vue en plan d'une prise d'eau en fond de lac ou de rivière



Source : Normand Villeneuve, Roche, 2004.

Figure A2 Vue en élévation d'une prise d'eau en fond de lac ou de rivière

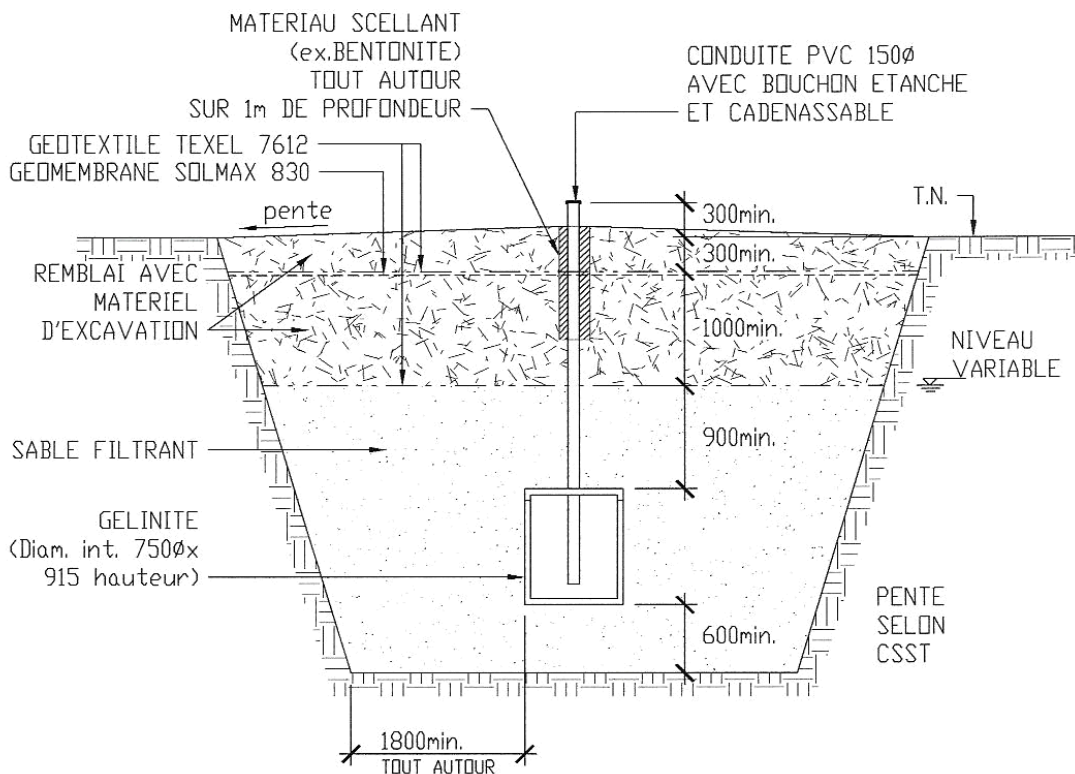
Les THM ont été mesurés dans les conditions suivantes : température de 20 °C, temps d'incubation de 24 heures, concentration initiale de chlore estimée à 10,0 mg/L, chlore résiduel après 24 heures de 0,45 mg/L et pH ambiant.

Comme ce type de prise d'eau demande une intervention dans le cours d'eau, il est nécessaire d'obtenir une autorisation du Ministère avant de procéder aux travaux. Pour simplifier ce travail, il est possible d'adapter ce principe pour le déplacer sur la rive.

Prise d'eau de surface en berge d'un lac ou d'une rivière

À partir de l'exemple précédent, un concept simple a été élaboré pour une prise d'eau en berge; il est illustré à la figure A3. Cet aménagement ressemble à un puits de surface, mais profite de la proximité de la source d'eau de surface pour assurer un approvisionnement suffisant. Selon la quantité d'eau

nécessaire, il sera possible de construire un ou plusieurs de ces captages. Comme le matériel de remplissage ne peut pas être assimilé à un sol naturel, l'eau captée ne peut pas être considérée comme étant souterraine et, de ce fait, le traitement appliqué doit correspondre à celui de l'eau de surface. Par contre, selon la qualité de l'eau captée, il pourra être possible d'éviter la filtration.



Source : Normand Villeneuve, Roche, 2004.

Figure A3 Schéma d'une prise d'eau en berge d'un lac ou d'une rivière

Selon la nature du sol, il pourrait être nécessaire de creuser un lien entre le cours d'eau et la prise d'eau. La qualité de l'eau pouvant être difficile à prévoir, il peut s'avérer intéressant de procéder par étapes en installant d'abord la prise d'eau puis en caractérisant la qualité de l'eau captée afin de définir le traitement approprié à mettre en place.

Selon ce concept, les coûts de construction estimés sont les suivants :

TABLEAU A2 Estimation des coûts pour la construction d'une prise d'eau en berge (matériaux et travaux)

Capacité	Nombre de modules nécessaires	Estimation (\$ de 2004 avant taxes)
Jusqu'à 50 m ³ /d	1	5300
50 à 150 m ³ /d	2	10 600
150 à 250 m ³ /d	3	15 900

ANNEXE 3 NORMES BACTÉRIOLOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DU RÈGLEMENT

Note : S'il y a disparité entre le texte ci-après et celui de l'annexe 1 du Règlement, ce dernier demeure la référence légale.

Les normes bactériologiques

- L'eau prélevée à des fins d'analyse microbiologique doit être exempte de micro-organismes pathogènes et de micro-organismes indicateurs d'une contamination d'origine fécale, tels des bactéries *Escherichia coli*, des bactéries entérocoques et des virus coliphages F-spécifiques.
- L'eau ne doit pas contenir plus de 10 coliformes totaux par 100 ml d'eau prélevée lorsqu'on utilise une technique permettant leur dénombrement.
- Lorsqu'en application de l'article 11 du Règlement, il est prélevé 21 échantillons d'eau ou plus sur une période de 30 jours consécutifs, au moins 90 % de ces échantillons doivent être exempts de bactéries coliformes totales.
- Lorsqu'en application de l'article 11 du Règlement, il est prélevé moins de 21 échantillons d'eau sur une période de 30 jours consécutifs, un seul de ces échantillons peut contenir des bactéries coliformes totales.
- L'eau ne doit pas contenir plus de 200 colonies atypiques par membrane lorsque la technique de filtration par membrane est utilisée pour faire le dénombrement des bactéries coliformes totales.
- L'eau ne doit pas contenir de bactéries en quantité telle que celles-ci ne peuvent être ni identifiées ni dénombrées lorsque la technique de filtration par membrane est utilisée pour faire le dénombrement des bactéries coliformes totales et des bactéries *Escherichia coli* dans 100 ml d'eau prélevée.

Les normes physico-chimiques

L'eau ne doit pas contenir de composés inorganiques en concentration supérieure à ceux indiqués au tableau suivant :

TABLEAU A3 Paramètres concernant les substances composés inorganiques

Composés inorganiques	Concentration maximale (mg/L)
Antimoine (Sb)	0,006
Arsenic (As)	0,010
Baryum (Ba)	1,0
Bore (B)	5,0
Bromates	0,010
Cadmium (Cd)	0,005
Chloramines	3,0 ^A
Chlorates	0,8 ^B
Chlorites	0,8 ^B
Chrome (Cr)	0,050
Cuivre (Cu)	1,0
Cyanures (CN)	0,20
Fluorures (F)	1,50
Mercuré (Hg)	0,001
Nitrates et nitrites (exprimés en N)	10,0
Nitrites (exprimés en N)	1,0
Plomb (Pb)	0,005
Sélénium (Se)	0,010
Uranium (U)	0,020

A. La concentration des chloramines est établie en soustrayant de la teneur mesurée du chlore résiduel total celle du chlore résiduel libre.

B. Ces normes sont entrées en vigueur le 8 mars 2013.

L'eau ne doit pas contenir de composés organiques en concentration supérieure à celles indiquées au tableau suivant :

TABLEAU A4 Paramètres concernant les composés organiques

Composés organiques	Concentration moyenne maximale calculée sur quatre trimestres (µg/L)
Acides haloacétiques (acide monochloroacétique, acide dichloroacétique, acide trichloroacétique, acide monobromoacétique et acide dibromoacétique)	60 ^A
Trihalométhanes totaux (chloroforme, bromodichlorométhane, chlorodibromométhane et bromoforme)	80 ^A

A. Aux fins du calcul des concentrations de trihalométhanes totaux et d'acides haloacétiques, le responsable doit déterminer la concentration maximale obtenue durant le trimestre et calculer la moyenne des valeurs maximales obtenues pour quatre trimestres consécutifs. Toutefois, le responsable d'un système alimentant uniquement un établissement touristique, un établissement de santé et de services sociaux, un établissement d'enseignement ou un établissement de détention n'est tenu qu'à un seul prélèvement par année (article 18).

Les normes concernant la turbidité

La turbidité de l'eau doit être inférieure ou égale à 5,0 UTN (unité de turbidité néphélométrique) en tout temps dans le réseau. Ce seuil est différent pour les eaux traitées, à l'effluent (la sortie) d'une station de potabilisation. Dans le cas d'une eau coagulée, filtrée et désinfectée, la turbidité ne doit pas dépasser 0,3 UTN dans plus de 5 % des mesures inscrites dans le registre (article 22 ou 22.1) et ne jamais dépasser 1,0 UTN, au cours d'une période de 30 jours consécutifs. Toutefois, la valeur limite de 0,3 UTN sera haussée à 1,0 UTN, et le maximum à 3,0 UTN, si le procédé de traitement s'effectue au moyen d'une filtration lente ou avec terre diatomée. Par ailleurs, cette limite sera réduite à 0,1 UTN, et le maximum à 0,2 UTN, si elle s'effectue au moyen d'un procédé de filtration par membrane. Dans ce dernier cas, si le suivi du traitement membranaire se fait en vertu de l'article 22.1, la valeur limite dans plus de 5 % des mesures inscrites au registre est de 0,2 UTN et le maximum est de 0,3 UTN. Si toute autre filtration est effectuée sans coagulation, la valeur limite de 0,5 UTN dans 5 % des mesures est haussée à une valeur moyenne de 1,0 UTN pour la même période, avec un maximum à 5,0 UTN.

Les autres normes

Le Règlement contient une série d'autres normes touchant certaines composés organiques, utilisés notamment dans les pesticides, et certains composés radioactifs qu'on peut retrouver naturellement dans les sols. Cela souligne l'importance de la caractérisation préliminaire de la source d'eau, indiquée à la section 2.4.1 du présent guide. Cependant, la situation originale pourrait avoir évolué, auquel cas, si la présence de ces composés est suspectée dans l'eau distribuée, leur analyse doit être faite. Elle permettra de déceler les composés qui ne respectent pas les normes spécifiées dans l'annexe 1 du Règlement et de leur appliquer un traitement adéquat.

Justification des objectifs d'enlèvement

La section 3.1.1 présente les objectifs de traitement en fonction de la source d'eau comme l'illustre la figure 2 de la section 2.1.

Pour les eaux souterraines bien protégées, on considère que le puits est assez profond, qu'il est bien construit, que les sources de contamination microbiologique sont assez éloignées et que le sol offre une bonne filtration de sorte que les organismes microbiologiques ont très peu de chance de se retrouver dans l'eau du puits. Pour cette raison, il n'y a pas d'obligation minimale de traitement.

Pour les eaux souterraines vulnérables, les sources de contamination microbiologique peuvent être plus proches, le sol est plus perméable de sorte que le puits est moins bien protégé. Les organismes plus gros (bactéries et protozoaires) sont retenus ou dégradés par le sol, mais ce n'est pas le cas des organismes plus petits (virus). C'est pourquoi aucun objectif d'enlèvement n'est fixé pour les protozoaires *Giardia* et *Cryptosporidium*, mais il pourrait y en avoir un pour les virus si une contamination d'origine fécale a déjà été décelée dans le captage. Pour les captages d'eaux souterraines vulnérables qui n'ont jamais été contaminées, le responsable de l'installation peut choisir de ne pas traiter ces eaux. S'il fait ce choix, il devra cependant faire analyser mensuellement les bactéries *E. coli*, les bactéries entérocoques et les virus coliphages à la source d'eau (article 13 du Règlement). Définir l'indice DRASTIC d'un prélèvement particulier n'est obligatoire que pour les cas prévus au RPEP.

Pour les eaux souterraines sous influence directe d'une eau de surface (ESSIDES), la vulnérabilité du sol est telle que même les bactéries et les protozoaires peuvent se rendre dans le puits. C'est le cas généralement des puits mal construits où l'eau de ruissellement peut s'y rendre directement, et parfois des puits en surface qui sont peu profonds, des puits creusés très près d'un cours d'eau et qui subissent son influence, etc. Pour cette raison, il y a des objectifs d'enlèvement pour les trois organismes visés au Règlement parce qu'on considère que toutes les eaux de surface au Québec peuvent en contenir. C'est également pour cette raison que les eaux de surface de bonne qualité ont aussi des objectifs d'enlèvement pour les trois organismes. Selon la qualité de l'eau, la filtration peut aussi être obligatoire (article 5 du Règlement).

Pour les eaux de surface fortement contaminées, les enlèvements minimaux requis seront plus élevés parce que le traitement doit être plus performant afin de s'assurer que l'eau sera potable. Le niveau d'enlèvement pour chaque indicateur sera fixé en fonction du niveau de contamination de la source d'eau. Comme ces cas sont plutôt rares pour les petites installations, ils seront discutés au cas par cas avec les responsables des directions régionales du Ministère qui traiteront ces dossiers.

Pour illustrer l'objectif du Règlement, prenons l'exemple d'une eau souterraine vulnérable contaminée où on pourrait retrouver 10 000 virus par 1000 litres d'eau pompée. En visant un enlèvement de plus de 99,99 % des virus de cette eau, on cherche à ce qu'il reste au maximum un seul virus par 1000 litres d'eau, ce qui est considéré comme acceptable du point de vue du risque pour la santé. On peut aussi exprimer cet enlèvement par l'expression « log », qui vient du mot *logarithme* et qui correspond à une échelle de 10. Dans l'exemple précédent, en réduisant de 10 000 fois le nombre de virus (passer de 10 000 virus à 1 virus pour le même volume d'eau), on fait une réduction équivalant à 4 log. Si on était passé de 10 000 virus à 10 virus, on aurait réduit de 1000 fois le nombre de virus, soit une réduction de 3 log et ainsi de suite pour 2 log (réduire de 100 fois) ou 1 log (réduire de 10 fois).

Vérification des objectifs d'enlèvement

Étant donné que les virus, les *Giardia* et les *Cryptosporidium* ne sont mesurés ni dans la source d'eau ni dans l'eau potable, il n'est pas possible de vérifier réellement l'atteinte de ces objectifs d'enlèvement. Par contre, le Ministère reconnaît que certaines technologies de traitement peuvent réduire le nombre d'organismes visés par le Règlement, ce qui permet de démontrer qu'on atteint le niveau d'enlèvement requis. Donc, si une technologie particulière est installée convenablement et fonctionne normalement, elle permet d'enlever les organismes visés par le Règlement jusqu'à une certaine limite. Cette limite est fixée en fonction du niveau de performance atteint par la technologie selon l'expérience acquise par les installations en place et les essais réalisés avec cette technologie. Ainsi, chaque technologie reçoit une cote de performance, qu'on appelle « crédit d'enlèvement », qui dépend de l'organisme visé et des performances atteintes. Les chapitres 9, 10 et 11 du G1 ainsi que certaines fiches d'information technique du CTTEP publiées sur le site Internet du Ministère, donnent les crédits d'enlèvement accordés à différents procédés et technologies. Le tableau A5 présente des exemples de crédits d'enlèvement accordés à différentes technologies en fonction des performances attendues et du suivi opérationnel.

TABLEAU A5 Exemples de crédits d'enlèvement accordés à différentes technologies de traitement

Technologies de traitement	Crédits d'enlèvement (log)			Suivi opérationnel
	<i>Cryptosporidium</i>	<i>Giardia</i>	Virus	
Traitement conventionnel	2,5 à 4,0 ¹	2,5 à 4,0 ¹	2,0	Turbidité de l'eau filtrée (en continu)
Filtration directe	2,0 à 3, 5 ¹	2,0 à 3, 5 ¹	1,0	Turbidité de l'eau filtrée (en continu)
Filtration lente	3,0	3,0	2,0	Turbidité de l'eau filtrée (en continu)
Filtration sur terre diatomée	3,0	3,0	1,0	Turbidité de l'eau filtrée (en continu)
Ultrafiltration ²	4,0	4,0	0 à 2,0	Test quotidien
Nanofiltration ²	3,0 à 4	3,0 à 4	0	Test hebdomadaire

1. Selon la turbidité mesurée dans l'eau filtrée (voir section 10.3.2.1 du G1).

2. Ces crédits d'enlèvement sont propres à chacune des technologies reconnues par le CTTEP (voir fiches d'information technique à l'adresse suivante : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/fiches.htm>).

Désinfection résiduelle dans un réseau

Le système de distribution peut alimenter un seul ou plusieurs bâtiments. Dans le cas où l'eau potable est produite dans une installation de traitement centrale qui alimente plusieurs bâtiments par un réseau de distribution, le Règlement demande qu'il y ait une désinfection résiduelle à la fin du traitement. Ainsi, une fois que les objectifs d'enlèvement sont atteints, l'eau potable doit contenir une dose équivalant à 0,3 mg/L de chlore résiduel libre ou 1 mg/L de chloramine, comme l'indique l'article 8.1 du Règlement. Cette dose de désinfectant résiduelle est rendue nécessaire pour deux raisons majeures :

- limiter la croissance des organismes dans le réseau de distribution;
- protéger le réseau des intrusions mineures.

Même quand on considère que le traitement a permis d'atteindre les objectifs du Règlement, il est illusoire de penser que tous les organismes microbiologiques ont été détruits. Les organismes restants ne sont généralement pas dangereux pour la santé et leur présence dans l'eau potable ne représente pas un problème en soi. Mais il peut arriver que ces organismes se fixent sur les parois des conduites d'eau et profitent du passage de l'eau pour s'approvisionner en nourriture. Il se développe alors un film biologique dans la conduite qui peut provoquer certains désagréments : présence d'un goût ou d'une odeur dans l'eau, film biologique qui se détache et donne une coloration à l'eau ou bouche en partie certains tuyaux de résidences, etc. Le maintien d'une dose résiduelle de chlore, ou l'équivalent d'un autre produit comme les chloramines, permet de limiter la croissance de ces films biologiques et les désagréments qu'ils entraînent.

Par ailleurs, il n'existe pas de réseau de distribution d'eau potable qui soit complètement étanche ou à l'abri de la contamination. Le matériau des conduites, le nombre de joints, l'âge des conduites, l'agressivité des sols dans lesquels les conduites sont enfouies font en sorte qu'il y a des fuites un peu partout. L'eau potable peut sortir par ces fuites et malgré la pression, la contamination à l'extérieur des conduites peut aussi entrer par les fuites lors des événements de faibles pressions dans le réseau. Mais la contamination ne se limite pas aux fuites. Elle peut survenir à différents endroits dans le réseau : un mauvais branchement entre le réseau et une résidence, une basse pression dans le réseau qui fait que l'eau contaminée d'une résidence peut être aspirée dans le réseau, une autocaravane qui se branche sur un réseau de camping sans dispositif anti-refoulement avec des connections contaminées, etc. La concentration résiduelle de chlore pourra éviter, dans une certaine mesure, que ces contaminations n'affectent la santé des gens qui boiront l'eau. Cependant, la dose requise par le Règlement ne sera pas suffisante si une contamination importante survient, et c'est pourquoi le Règlement exige un suivi du chlore à l'étape du traitement et un suivi microbiologique de la qualité de l'eau du réseau.

Cette obligation de maintenir un résiduel de chlore libre à l'entrée du réseau de distribution ne s'applique pas toutefois aux installations de traitement qui alimentent un seul bâtiment. Le Ministère juge que les risques de contamination par les fuites ou par les mauvais branchements sont limités à l'intérieur d'un bâtiment et que les coûts liés à l'installation et à l'exploitation d'un équipement de chloration ne sont pas contrebalancés par un accroissement significatif de la protection de la santé publique. Le propriétaire ou l'exploitant de l'installation peut ajouter du chlore s'il le désire ou s'il juge que la situation le demande, mais le Règlement ne l'y oblige pas.

ANNEXE 4 CONDITIONS À RESPECTER POUR LA DISTRIBUTION PERMANENTE D'EAU NON POTABLE

Note : S'il y a disparité entre le texte ci-après et celui du Règlement, ce dernier demeure la référence légale.

Affichage « Eau non potable »

Il est maintenant permis aux établissements touristiques saisonniers, et à certains établissements touristiques non saisonniers, de mettre à la disposition de la clientèle une eau qui ne satisfait pas aux normes de qualité établies à l'annexe 1 du Règlement (chapitre V.1). Par contre, si l'eau provient d'un autre réseau dont l'eau a déjà été traitée pour répondre aux exigences du Règlement, le propriétaire ou l'exploitant d'un établissement touristique ne peut pas installer d'affiche ou de pictogramme « Eau non potable » de façon permanente et il doit distribuer une eau qui est conforme au Règlement.

Le responsable de l'établissement touristique qui ne veut pas fournir de l'eau potable dans son système de distribution et qui veut placer en permanence des affiches « Eau non potable » doit quand même répondre à certaines exigences. Ces exigences inscrites dans le Règlement sont reproduites à la fin de cette annexe.

Le responsable doit d'abord avertir le Ministère de sa décision de fournir de l'eau non potable de façon permanente dans son système de distribution d'eau. Un exemple de déclaration est donné un peu plus loin dans cette annexe.

Ensuite, il doit installer un pictogramme montrant un verre d'eau traversé par une barre rouge visible pour toute personne utilisant chacun des robinets dont l'eau n'est pas potable (voir figure A4). Ce pictogramme doit mesurer au moins 10 cm sur 10 cm. Un exemple est présenté à l'adresse suivante :

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/etab-touris/picto.htm>

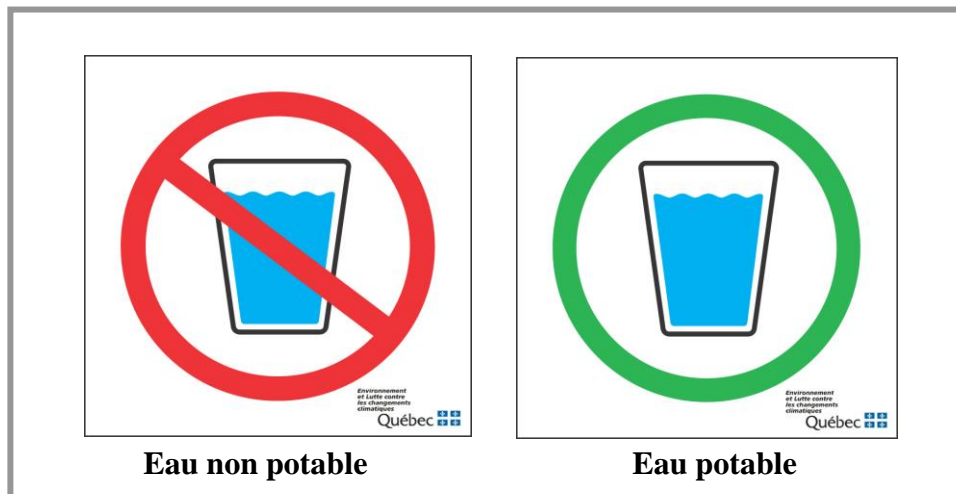


Figure A4 Modèles de pictogrammes acceptés par le Ministère (dans le pictogramme signalant une eau non potable, le cercle et la barre sont rouges, tandis que le cercle est vert dans le pictogramme signalant une eau potable).

Si le système de distribution d'eau non potable est situé au sud du 50^e parallèle et alimente plus de 20 personnes, le responsable doit prélever ou faire prélever dans son réseau un échantillon pour chacun des mois où il est en exploitation, en s'assurant d'avoir un intervalle d'au moins dix jours entre chaque

prélèvement, afin de s'assurer du contrôle des bactéries *E. coli*. Le propriétaire ou l'exploitant doit envoyer ses échantillons à un laboratoire accrédité pour faire réaliser cette analyse. Ces résultats ne sont pas transmis au Ministère par le laboratoire accrédité. Cependant, le propriétaire ou l'exploitant doit tout de même les transcrire dans un registre qui doit être tenu à la disposition du Ministère pendant cinq ans. La valeur maximale acceptée est de 20 *E. coli*/100 ml. Au-delà de cette valeur, le responsable de l'établissement doit aviser sans délai le Ministère ainsi que le directeur de santé publique de la région concernée et prendre sans délai les mesures correctives pour remédier à la situation ou cesser la distribution de l'eau.

Pour les bâtiments destinés au stockage ou à la préparation commerciale des aliments, le responsable doit aussi aviser sans délai le MAPAQ de son intention d'installer des affiches « Eau non potable ».

Il est important de préciser que le responsable d'un établissement touristique qui alimente en eau à la fois des chalets pour fins de location et des résidences dont il n'est pas propriétaire devient alors assujéti au Règlement sur les aqueducs et égouts privés, (L.R.Q., c. Q-2, r. 4.01), en plus d'être un établissement touristique.

Eau destinée à l'hygiène personnelle et double canalisation

Les responsables d'établissements touristiques qui peuvent distribuer de l'eau non potable sous réserve des conditions décrites plus haut peuvent exploiter un double réseau d'eau sous réserve des exigences du Code de construction de la RBQ.

Lorsqu'un établissement fournit à la fois de l'eau potable et de l'eau non potable, le propriétaire ou l'exploitant devrait clairement indiquer, à l'aide des pictogrammes appropriés, quels robinets distribuent de l'eau non potable et quels sont ceux qui distribuent de l'eau potable. Dans les cas où, par exemple, l'eau de puits respecte naturellement les normes de qualité de l'eau potable, mais est peu abondante comparativement aux eaux de surface, il est possible d'installer un double réseau et une double canalisation dans les bâtiments. Les coûts d'installation d'un double système de distribution et d'alimentation doivent être pris en compte et ne se justifieraient que pour éviter de devoir traiter l'ensemble du volume d'eau acheminé au bâtiment.

LE CODE DE CONSTRUCTION PERMET L'INSTALLATION D'UNE DOUBLE CANALISATION À LA CONDITION DE BIEN IDENTIFIER CHACUNE D'ELLES ET DE S'ASSURER QUE LA CANALISATION D'EAU NON POTABLE NE CONTAMINE PAS L'EAU POTABLE.

Quelques recommandations concernant l'utilisation de l'eau non potable

La préparation des aliments

Utilisez de l'eau embouteillée¹ ou de l'eau du robinet qui a bouilli 1 minute pour les usages suivants :

- Préparation de boissons (jus, café, thé, etc.)
- Préparation des biberons et de tous les aliments pour bébé
- Lavage des fruits et des légumes qui seront consommés crus
- Fabrication de glaçons
- Préparation de plats et d'aliments en général

1. Les eaux embouteillées relèvent du MAPAQ et le lecteur est prié de se référer à la Loi sur les produits alimentaires ([L.R.Q., c. P-29](#)) ainsi qu'au Règlement sur les eaux embouteillées ([R.L.R.Q., c. P-29, r.2](#)).

L'hygiène personnelle

- Lorsque vous vous brossez les dents, utilisez de l'eau embouteillée ou de l'eau du robinet qui a bouilli 1 minute.
- Lorsque vous prenez une douche ou un bain, faites tout particulièrement attention pour éviter d'avaler de l'eau.
- Lavez les jeunes enfants à la main (éponge ou débarbouillette) pour éviter qu'ils n'avalent de l'eau ou qu'ils mettent des jouets trempés dans leur bouche.
- Les personnes dont le système immunitaire est affaibli devraient également se laver à la main.

Le lavage de la vaisselle à la main

- Utilisez de l'eau chaude et du détergent.

Pour en savoir plus, consultez le dépliant *Avis de faire bouillir l'eau* dans le site Internet du MSSS :

<http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/2009/09-281-01F.pdf>

AVIS CONCERNANT LA DISTRIBUTION D'EAU NON POTABLE DANS UN ÉTABLISSEMENT TOURISTIQUE

Nom de l'établissement : _____

Numéro du système de distribution : _____

Nom du système de distribution : _____

En tant que responsable (propriétaire ou exploitant) dûment mandaté (voir la résolution ci-jointe), j'avise par la présente la direction régionale de _____
(indiquer ici la région administrative) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques que :

j'exploite un établissement touristique saisonnier et que l'eau de cet établissement est uniquement destinée à l'hygiène personnelle;

j'exploite un établissement touristique ouvert à l'année, mais situé dans un lieu éloigné répondant à l'un des critères indiqués à l'article 44.1 du Règlement sur la qualité de l'eau potable, et que l'eau de cet établissement est uniquement destinée à l'hygiène personnelle.

Je déclare avoir pris connaissance des articles 44.1 à 44.5 du Règlement sur la qualité de l'eau potable (*se référer à l'extrait présenté aux pages suivantes*) concernant les obligations particulières applicables et je m'engage à les respecter.

Nom du signataire (majuscules) : _____

Adresse complète : _____

_____ Téléphone : _____

Signature : _____ Date : _____

NOTES IMPORTANTES

(1) Dans le cas des municipalités et des personnes morales, une résolution mandatant le signataire doit obligatoirement être jointe à la présente.

(2) Le présent document dûment signé, accompagné de la résolution s'il y a lieu, doit être transmis par télécopieur, par courrier recommandé, par poste certifiée ou par tout autre moyen permettant de faire la preuve de sa réception au [bureau de la direction régionale](#) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques de votre secteur.

(3) Dans le cas où votre système de distribution alimente un bâtiment servant **au stockage ou à la préparation commerciale d'aliments** (p. ex., un restaurant), le document doit également être transmis au [bureau de la direction régionale du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation](#) de votre secteur.

CHAPITRE V.1 DU RÈGLEMENT SUR LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE :

DISPOSITIONS PARTICULIÈRES APPLICABLES AUX EAUX DÉLIVRÉES PAR UN SYSTÈME DE DISTRIBUTION OU PAR UN VÉHICULE-CITERNE À CERTAINS ÉTABLISSEMENTS TOURISTIQUES

44.1. Nonobstant l'article 3 du présent règlement, le responsable d'un système de distribution ou, le cas échéant, le responsable d'un véhicule-citerne peut délivrer, à des fins d'hygiène personnelle, des eaux qui ne satisfont pas aux normes de qualité établies à l'annexe 1 du Règlement, à compter de la date de réception par le ministre d'un avis écrit suivant lequel ces eaux ne sont pas destinées à servir d'eau potable, dans la mesure où ce système ou ce véhicule-citerne dessert exclusivement l'un des établissements suivants :

- 1° un établissement touristique saisonnier;
- 2° un établissement touristique qui est situé dans l'un des territoires suivants :
 - un territoire non organisé en municipalité locale, y compris le territoire non organisé fusionné avec l'une des municipalités de Rouyn-Noranda, La Tuque ou Senneterre, tel qu'il se délimitait le jour précédant sa fusion;
 - un territoire inaccessible par voie routière;
 - le territoire de la Baie-James, tel que décrit à l'annexe de la Loi sur le développement et l'organisation municipale de la région de la Baie-James¹ ([L.R.Q., D-8.2](#));
 - le territoire situé au nord du 55° parallèle;
 - le territoire de la municipalité de Côte-Nord-du-Golfe-du-Saint-Laurent, des municipalités de Blanc-Sablon, de Bonne-Espérance, de Gros-Mécatina et de Saint-Augustin de même que le territoire de toute autre municipalité constituée en vertu de la Loi sur la réorganisation municipale du territoire de la Municipalité de Côte-Nord-du-Golfe-du-Saint-Laurent (L.Q., 1988, c. 55, modifiée par L.Q. 1996, c. 2).

À compter de la date de réception de cet avis par le ministre, le responsable est assujéti aux seules obligations prévues par les dispositions du présent chapitre.

44.2. Le responsable d'un système de distribution ou, le cas échéant, d'un véhicule-citerne visé par l'article 44.1 doit installer et maintenir en place ou, s'il n'est pas lui-même propriétaire de l'établissement où ces eaux sont délivrées, s'assurer que le responsable de l'établissement installe et maintienne en place, aux robinets auxquels ont accès les utilisateurs, des pictogrammes pour aviser ces derniers que ces eaux ne sont pas potables. Les pictogrammes doivent mesurer au moins 10 cm par 10 cm et illustrer un verre d'eau placé dans un cercle rouge traversé d'une bande diagonale de même couleur. En outre, ils doivent être placés de manière à être visibles en tout temps et doivent être fabriqués de manière à ne pas subir d'altération.

¹ Le titre suivant «Loi sur le développement et l'organisation municipale de la région de la Baie-James » a été remplacé par « Loi sur le développement de la région de la Baie James», et on retrouve maintenant ce chapitre sous le [L.R.Q., D-8.0.1](#).

Lorsque de tels pictogrammes sont installés dans un bâtiment dont l'un des locaux est destiné au stockage, à l'étalage ou à la préparation commerciale d'aliments régis par la Loi sur les produits alimentaires ([L.R.Q., c. P-29](#)), le responsable du système de distribution ou du véhicule-citerne ou, le cas échéant, le responsable de l'établissement, doit en aviser sans délai le ministre de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

44.3. Le responsable d'un système de distribution ou d'un véhicule-citerne visé par l'article 44.1 desservant plus de 20 personnes et situé au sud du 50e parallèle doit de plus prélever à chaque mois, avec un intervalle minimal de 10 jours entre chaque prélèvement, au moins 1 échantillon de l'eau destinée à l'hygiène personnelle afin de dénombrer les bactéries *Escherichia coli* qui y sont présentes.

Il doit aussi inscrire sur un registre la date du prélèvement, le nom de celui qui l'a effectué et le nombre de bactéries *Escherichia coli* présentes dans l'échantillon. Le registre, conservé sur support papier, doit être tenu à la disposition du ministre pendant au moins 5 ans à compter de la dernière inscription.

44.4. Les échantillons d'eau prélevés en application de l'article 44.3 doivent être transmis, à des fins d'analyse, à des laboratoires accrédités par le ministre en vertu de l'article 118.6 de la Loi sur la qualité de l'environnement ([L.R.Q., c. Q-2](#)). Le responsable d'un système de distribution ou d'un véhicule-citerne visé par l'article 44.1 doit conserver pendant au moins 5 ans une copie de la demande d'analyse fournie par le laboratoire accrédité ainsi que le rapport d'analyse et les garder à la disposition du ministre.

Le laboratoire qui, à la demande du responsable du système de distribution ou du véhicule-citerne, effectue les analyses des échantillons d'eau prélevés en application de l'article 44.3 est assujéti, dans le cadre d'un tel mandat, aux seules obligations prévues par les dispositions du présent chapitre.

44.5. En cas de présence de plus de 20 bactéries *Escherichia coli* par 100 ml détectée conformément à l'article 44.3, le responsable d'un système de distribution ou, le cas échéant, d'un véhicule-citerne doit prendre sans délai les mesures correctrices propres à remédier à la situation ou cesser la distribution de l'eau. Il doit de plus en aviser sans délai le ministre et le directeur de santé publique de la région concernée et leur indiquer les mesures correctrices mises en place.

Notes : S'il y a disparité entre le texte ci-dessus et celui du Règlement, ce dernier demeure la référence légale.

Ce document est aussi disponible sur le site Internet du Ministère à l'adresse suivante :

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/etab-touris/avis.pdf>

ANNEXE 5 ÉLÉMENTS À CONSIDÉRER POUR EFFECTUER LE TRAITEMENT À CHACUN DES BÂTIMENTS

L'expérience acquise par les Américains démontre qu'il peut coûter moins cher de traiter l'eau chez chaque usager (traitement à chacun des bâtiments) plutôt que toute l'eau distribuée par l'entremise d'une installation centrale de traitement. Comme le Règlement a été modifié pour permettre cette solution, il devient pertinent de l'examiner, et le document de la USEPA intitulé *Guidance for implementing a POU or POE treatment strategy for compliance with SDWA* daté de juillet 2005 et révisé en octobre 2016 donne un aperçu des éléments à considérer. On trouve l'information relative à ce document à l'adresse Internet suivante :

https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_Report.cfm?Lab=OGWDW&dirEntryID=135570

On rappelle que :

- le traitement à chacun des bâtiments doit être installé à l'entrée du bâtiment (PdE) pour des fins de désinfection ou d'enlèvement des composés volatils ou radioactifs, ou peut être installé aux robinets (PdU) pour gérer les autres composés inscrits dans le Règlement (voir aussi section 3.2.5);
- le propriétaire ou l'exploitant du système de distribution continue d'avoir la pleine responsabilité des équipements, de leur fonctionnement et de la qualité de l'eau traitée. En ce sens, il s'agit d'une solution de traitement décentralisée mais gérée de façon centrale.

Les bénéfices potentiels

Selon l'expérience concluante de plusieurs petites communautés américaines :

- ces solutions peuvent être significativement moins chères qu'un traitement central tout en permettant de mieux traiter une partie de l'eau distribuée. Par exemple, il a été démontré que, pour un système alimentant moins de 40 foyers, il coûte moins cher d'enlever l'arsenic par des traitements de type PdU que par un traitement central;
- de plus, des vendeurs d'équipements louent des PdU pour un montant mensuel de 25 \$ US, ce qui évite au propriétaire ou à l'exploitant un investissement important et la question du financement;
- pour certains traitements, les PdU ou PdE peuvent fournir une meilleure protection que les systèmes centralisés.

Les inconvénients

Toujours selon les expériences américaines :

- l'opérateur de ces petits systèmes doit avoir accès aux dispositifs situés sur ou dans la propriété de l'usager pour pouvoir exercer sa responsabilité concernant les équipements et la qualité de l'eau délivrée. Il doit également pouvoir fermer l'arrivée de l'eau d'un usager qui lui refuse l'accès au dispositif ou qui débranche ou court-circuite le dispositif;
- la mauvaise qualité de l'eau brute, ou d'importantes variations de cette qualité, peuvent poser un problème si elles n'ont pas été prises en compte au cours d'une étape de validation.

Les obligations réglementaires

La section 3.2.5 présente différentes restrictions réglementaires définies par le Règlement pour la mise en place du traitement à chacun des bâtiments. Les bonnes pratiques ainsi que le Code de sécurité ([R.R.Q., c. B-1.1, r.3](#)) prévoient, en plus, que :

- les dispositifs soient dotés d'alarmes ou de vannes à fermeture automatique;

- le dispositif de traitement soit conforme à la norme CSA B483.1 ou aux normes ANSI/NSF en fonction de sa classification dans une des catégories visées par ces normes.

Les applications étudiées

La USEPA a étudié 38 petits systèmes de distribution ayant appliqué avec succès une stratégie de traitement à chacun des bâtiments. Ils touchent des cas variant de 1 à 360 dispositifs de traitement pour des applications visant à contrôler l'arsenic, le fluor, le cuivre, les nitrates, le radium, l'aldicarbe, le trichloroéthylène et la microbiologie.

Le choix du procédé de traitement

La USEPA a regroupé en deux tableaux les procédés adaptés aux PdE et aux PdU relativement aux paramètres qui sont normés sur son territoire.

La USEPA recommande fortement d'effectuer une validation pour établir les performances dans les conditions locales : prétraitement ou post-traitement nécessaires, critères d'utilisation et d'entretien, etc. Une période minimale de deux mois est demandée. Les éléments à considérer dans le choix comprennent aussi les contraintes d'exploitation (lavage, régénération, potentiel de colonisation bactérienne), l'habileté de l'opérateur et les contraintes liées aux rejets de procédés. Le chapitre 4 du présent ouvrage présente aussi certains éléments relatifs au choix du procédé de traitement.

TABLEAU A6 Procédés adaptés aux PdU en fonction des composés visés (USEPA)

Type de procédé (PdU)	Composé									
	Arsenic	Cuivre et plomb	Fluorure	Nitrates ¹	COS ²	COV ^{3,4}	Radium	Uranium	Radon ⁴	Contamination microbiologique ⁵
Alumine activée	X		X					X		
Aération ⁶										
Distillation	X	X		X	X		X	X		X
Charbon actif					X					
Résine anionique			X	X				X		
Résine cationique		X					X			
Ozonation ⁶										
Osmose inverse	X	X	X	X	X		X	X		X
Matériau spécialisé	X	X		X			X			
UV										X

1. On considère que les nitrates peuvent avoir des effets aigus sur certaines populations (syndrome du bébé bleu).
2. Composés organiques synthétiques.
3. Composés organiques volatils.
4. Ces composés peuvent agir aussi par contact avec la peau ou par inhalation.
5. L'utilisation de ces équipements en PdU pour la désinfection n'est pas réglementaire selon l'USEPA.
6. Aucune unité existant à cette échelle.

L'installation

Les facteurs à surveiller comprennent :

- l'endroit où l'équipement est installé : à l'abri du froid pour le PdE, en dessous de l'évier pour les PdU;

- les conditions exigées par le fabricant (distance entre les coudes, position horizontale ou verticale, etc.);
- l'installation d'un court-circuit hydraulique pour les conditions d'urgence et de robinets pour la prise d'échantillons;
- la qualification requise pour les ouvriers (plombier, électricien).

TABLEAU A7 Procédés adaptés aux PdE en fonction des composés visés (USEPA)

Type de procédé (PdE)	Composé									
	Arsenic	Cuivre et plomb	Fluorure	Nitrates ¹	COS ²	COV ^{3, 4}	Radium	Uranium	Radon ⁴	Contamination microbiologique
Alumine activée	X		X					X		
Aération						X			X	
Distillation	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Charbon actif					X	X			X	
Résine anionique	X		X	X				X		
Résine cationique		X					X			
Ozonation										X
Osmose inverse	X	X	X	X	X		X	X		X
Matériau spécialisé	X	X		X			X			
UV										X

1. On considère que les nitrates peuvent avoir des effets aigus sur certaines populations (syndrome du bébé bleu).
2. Composés organiques synthétiques.
3. Composés organiques volatils.
4. Ces composés peuvent agir aussi par contact avec la peau ou par inhalation.

L'entretien

C'est une des clefs du succès et, en ce sens, il faut surveiller :

- les essais pilotes permettant de déterminer localement la fréquence des lavages, des régénérations ainsi que des visites;
- les premiers mois d'exploitation, puisque c'est dans cette période que les problèmes à corriger risquent d'apparaître;
- la coordination entre les visites effectuées, d'une part, pour la vérification du fonctionnement des appareils et l'échantillonnage réglementaire et, d'autre part, l'entretien préventif de ces appareils.

L'échantillonnage

Au Québec, le suivi de la qualité de l'eau traitée par les PdE et les PdU est exigé en fonction du nombre de personnes alimentées en eau par l'ensemble du système de distribution. Selon les paramètres visés, la fréquence d'échantillonnage est de :

- au moins deux échantillons par mois pour le suivi des paramètres microbiologiques (en ne prélevant qu'un échantillon par bâtiment et en effectuant une rotation pour éventuellement couvrir l'ensemble des bâtiments);
- un échantillon par année pour les composés inorganiques.

De plus, les articles 22 et 22.1 du Règlement prévoient qu'un suivi des équipements de traitement pourrait être exigé selon la taille de la population alimentée par les équipements installés, et ce, dès que la population alimentée en eau dans un bâtiment est supérieure à 20 personnes. Le manuel d'utilisation doit inclure le suivi prévu de ces équipements.

Aux États-Unis, l'USEPA demande que l'opérateur d'un petit système de distribution continue de contrôler la qualité de l'eau à la source et vérifie la qualité de l'eau traitée de chaque usager dès la mise en service. Puis, le contrôle de la qualité de l'eau traitée par rapport aux normes varie en fonction des composés :

- une fois tous les trois ou quatre ans pour les composés chroniques (ce qui signifie que le quart ou le tiers des installations de traitement est analysé chaque année);
- plus souvent pour les composés aigus (comme les nitrates et les microorganismes).

Dans tous les cas, pendant les visites d'entretien, des mesures peuvent être faites sur place avec des équipements portatifs (conductivité, dureté) pour suivre certains paramètres qui serviront d'indicateurs de la performance des équipements en place.

La formation de l'opérateur

C'est une autre des clefs du succès. Au Québec, la formation des opérateurs en eau potable est obligatoire, et le fait d'installer des traitements aux bâtiments n'exempte pas que l'opérateur en charge de faire fonctionner et d'entretenir ces équipements soit compétent. La formation est encadrée par le MEES (formation en milieu scolaire) et par Emploi Québec (formation en emploi).

Aux États-Unis, plusieurs fournisseurs offrent une formation pour les opérateurs. Certains fournisseurs offrent aussi de s'occuper de faire fonctionner et d'entretenir le système sous forme d'un contrat de service. Dans le devis, le fournisseur peut se voir confier la tâche de faire fonctionner et d'entretenir l'équipement pendant la période où l'opérateur est en formation. Certains États américains exigent une formation structurée ou une certification. Il faut souligner à ce sujet que la Water Quality Association (WQA), NSF et d'autres groupes offrent des formations ciblées pour les PdU et PdE. Au Québec, l'Association des entreprises spécialisées en eau du Québec (AESEQ) offre une formation volontaire sur les dispositifs de traitement en eau potable. On trouve sur leur site Web une liste des personnes formées :

<http://aeseq.com/consommateurs/scepd/>

Le lien entre le propriétaire ou l'exploitant d'un petit système de distribution et ses usagers

Le propriétaire ou l'exploitant du petit système de distribution doit informer les usagers sur l'utilisation et le fonctionnement des dispositifs de traitement. L'utilisateur doit connaître le fonctionnement de l'équipement, reconnaître une alarme et savoir réagir. Il doit aussi en donner l'accès à l'opérateur. Tous ces éléments sont le sujet d'une entente écrite et d'échange d'information entre le propriétaire ou l'exploitant et l'utilisateur.

Un programme de travail structuré

Le manuel de l'USEPA fournit des conseils utiles sur les meilleures pratiques en matière :

- d'information des usagers;
- de gestion des plaintes;
- d'organisation des tournées de visites;

- de gestion des pièces;
- de préoccupations vis-à-vis des rejets de procédés;
- de tenue des dossiers.

ANNEXE 6 PROCÉDURE DE VALIDATION POUR UN NOUVEAU PROCÉDÉ OU POUR UN PROCÉDÉ UTILISÉ EN DEHORS DU CADRE RECONNU

Ce guide présente une série de procédés reconnus comme étant performants pour traiter certains paramètres liés à la qualité de l'eau potable (voir chapitre 4). Le G1 présente aussi certains procédés reconnus comme étant efficaces pour traiter certains composés. Finalement, le CTTEP publie des fiches d'information technique qui encadrent l'utilisation de certaines technologies.

Cependant, dans un dossier de mise aux normes particulier, il peut arriver que la solution proposée ne fasse pas appel à l'un de ces procédés reconnus, ou que la qualité de l'eau brute à traiter soit plus dégradée que ce qui est admis pour les procédés reconnus. Dans ces deux cas, dans l'analyse que fera le Ministère avant d'autoriser l'installation des équipements, un essai de validation avec la technologie proposée permettra de démontrer l'atteinte des performances voulues. Cet essai a aussi comme objectif de diminuer le risque que le propriétaire ou l'exploitant de l'installation de traitement ait à déboursier des sommes d'argent supplémentaires pour corriger un traitement inadéquat.

Technologies visées par la procédure de validation

Les technologies de traitement qui doivent se conformer à la présente procédure de validation pour la production d'eau potable sont :

- celles qui sont issues d'un procédé reconnu au chapitre 4 du présent guide ou dans le G1, mais qui seront utilisées en dehors des limites d'application qui y sont spécifiées (qualité de l'eau brute, paramètres de conception);
- celles qui ne sont pas issues d'un procédé reconnu dans le G1;
- celles qui ne sont pas issues d'un procédé reconnu au chapitre 4 du présent guide;
- celles dont l'application n'est pas encadrée par une fiche d'information technique du CTTEP et;
- celles dont l'application n'est pas déjà encadrée par une fiche issue de cette procédure (<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/etab-touris/index.htm>)

En cas d'incertitude, c'est le Ministère qui détermine si une technologie doit ou ne doit pas être soumise à cette procédure de validation.

Paramètres visés par la procédure de validation

La production d'eau potable couvre le traitement de paramètres qui peuvent être normés ou non. Voici comment cette procédure de validation gère ces différents paramètres :

- **Paramètres microbiologiques** (articles 5 et 6 ainsi que section 1 de l'annexe 1 du Règlement) : les technologies qui veulent obtenir une reconnaissance de performance pour la réduction ou l'élimination des microorganismes (*Cryptosporidium*, *Giardia* ou virus) doivent obtenir une fiche d'information technique du CTTEP.
- **Paramètres physico-chimiques** (sections 2, 3, 4 et 5 de l'annexe 1 du Règlement et composés présentés à la section 6.5 du G1) : les technologies qui veulent obtenir une reconnaissance de performance pour la réduction ou l'élimination d'une ou de plusieurs de ces composés doivent se conformer à la présente procédure de validation.
- **Paramètres esthétiques** (enlèvement du fer, du manganèse, de la dureté, etc.) : les technologies qui veulent obtenir une reconnaissance de performance pour la réduction ou l'élimination d'un ou de plusieurs de ces paramètres doivent se conformer à la présente procédure de validation.

La procédure de validation présentée dans les pages suivantes montre les différentes étapes à suivre pour que la mise en place de l'équipement soit autorisée par le Ministère pour un système non municipal. Si le fournisseur souhaite que sa technologie soit utilisée aussi par les propriétaires ou exploitants municipaux, la reconnaissance doit se faire conformément à la Procédure de validation de la performance

des technologies de traitement en eau potable et son dossier doit être soumis au BNQ. Il pourra alors s'assurer que la présente procédure de validation visant particulièrement les systèmes non municipaux pourra également servir à classer sa technologie pour les systèmes municipaux, ce qui lui évitera de devoir tout recommencer.

Le Ministère est conscient que la présente procédure implique un effort technique et financier de la part des fournisseurs d'équipement. D'un autre côté, les propriétaires ou exploitants non municipaux sont très nombreux, ne jouissent pas autant du soutien financier et technique du gouvernement et ne peuvent pas avoir de personnel affecté uniquement à l'exploitation des équipements de traitement comme c'est souvent le cas pour les propriétaires ou exploitants municipaux. Bien que la population québécoise alimentée en eau par les propriétaires ou exploitants non municipaux soit beaucoup moins importante que celle alimentée en eau par les propriétaires ou exploitants municipaux, le Ministère doit s'assurer qu'elle reçoit une eau potable qui respecte les normes édictées par la réglementation.

L'étude de ces dossiers doit se faire au cas par cas, et la variabilité des solutions offertes est très importante à cause du nombre de fournisseurs d'équipement, qui est beaucoup plus grand que pour les propriétaires ou exploitants municipaux. De plus, les coûts associés à ces validations seront inévitablement transférés dans le coût des équipements, de sorte que la facture devra être absorbée à la fin par les consommateurs, dont font partie les propriétaires ou exploitants non municipaux.

Conscient de cette réalité mais ayant aussi la responsabilité d'appliquer le Règlement, le Ministère tente de réduire les impacts économiques qui découlent de cette procédure de validation tout en s'assurant que les performances présentées par les fournisseurs sont validées un minimum afin d'éviter des dépenses pour des solutions qui s'avèreraient inefficaces.

La disponibilité de l'information concernant les technologies en validation pourra par exemple permettre d'éviter de valider la même technologie en même temps dans deux endroits différents ou d'installer une technologie qui a déjà échoué à une ou plusieurs validations dans des conditions similaires.

Procédure de validation des technologies pour des applications non municipales

La procédure présentée tient pour acquis que :

- la caractérisation de la source d'eau a été faite selon les indications de la section 2.4.1;
- les paramètres problématiques ont été cernés et serviront à évaluer les performances de la technologie soumise.

L'algorithme de la figure A5 illustre les différentes étapes de la procédure de validation et indique qui a la responsabilité de chacune de ces étapes.

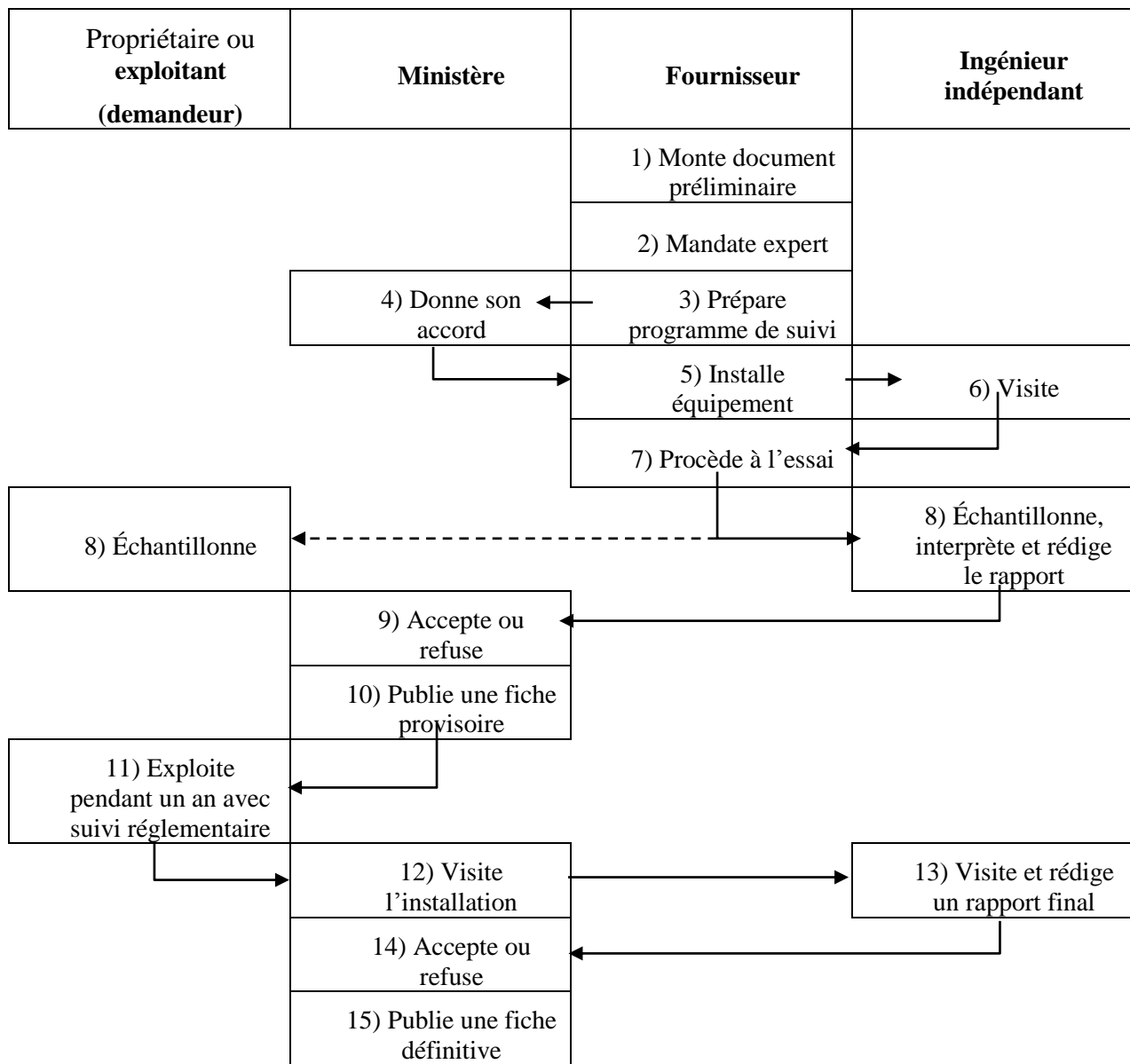


Figure A5 Algorithme illustrant les différentes étapes de la validation des technologies pour une application non municipale

Étape 1 : Document préliminaire

- ◆ Le fournisseur doit préparer un document qui rassemble les informations suivantes :
 - coordonnées du fournisseur (adresse complète et nom de la personne-ressource);
 - description du ou des équipements avec schéma d'écoulement du procédé (nom, modèle, tailles offertes en fonction du débit);
 - certificat d'innocuité des matériaux (ANSI/NSF 61, NQ 3660-950); le cas échéant, fournir une photocopie du certificat;
 - certificat de performance obtenu d'un organisme indépendant (NSF, BNQ, ANSI, WQA, ETV, etc.); le cas échéant, fournir la documentation pertinente;

- composés visés par la technologie et concentration limite d'application pour chacun de ces composés;
- critères de conception (débit, pression, vitesse, flux, etc.) en fonction de la concentration des composés visés, de la température de l'eau, du débit à traiter, des cycles de fonctionnement prévus, etc.;
- prétraitement nécessaire en fonction de la qualité de l'eau brute (préfiltration, oxydation, etc.) ou traitement complémentaire prévu en fonction de la qualité de l'eau traitée (reminéralisation, équilibre du pH, etc.);
- produits chimiques à ajouter au traitement (oxydant, séquestrant, coagulant, etc.) ou à l'entretien (solutions de lavage, de régénération, etc.);
- existence d'un manuel d'utilisation et d'entretien;
- rejets solides, liquides et gazeux prévus ainsi que mode de gestion de chacun de ces rejets.

Étape 2 : Mandat de l'ingénieur

- ◆ Le fournisseur doit mandater un ingénieur indépendant (du propriétaire ou de l'exploitant et du fournisseur) pour les étapes 6, 8 et 13 décrites ci-après. Le mandat comprend les éléments suivants :
 - coordonnées du fournisseur (adresse complète et personne-ressource);
 - nom et coordonnées de l'ingénieur (adresse complète);
 - texte expliquant que le mandat couvre les points 6, 8 et 13 pour la technologie décrite au point 1;
 - affirmation de l'ingénieur qu'il possède les compétences requises pour ce mandat;
 - signature du représentant du fournisseur et de l'ingénieur.

Étape 3 : Programme de suivi

- ◆ Le fournisseur prépare un programme de suivi qui sera effectué pendant l'essai pilote, au débit de conception de l'installation. Ce programme doit comprendre les éléments suivants :
 - source d'eau qui sera traitée (souterraine ou de surface);
 - précision sur l'aménagement de la prise d'eau (eau de surface) ou du puits (eau souterraine) pendant les essais;
 - durée de l'essai pilote selon le tableau A8 (s'assurer qu'il y aura au moins une phase d'entretien pendant cette période). S'il est prévu que ces équipements distribueront de l'eau potable à la population desservie par le système, une autorisation du ministre est requise préalablement à leur mise en place;
 - liste des composés normés qui seront analysés par un laboratoire accrédité (fournir les coordonnées complètes du laboratoire retenu);
 - fréquence d'échantillonnage pour l'analyse de ces composés selon le tableau A8 (les points d'échantillonnage devront comprendre au moins celui juste avant et celui juste après la technologie en validation). Si plusieurs technologies sont validées pendant le même essai, il devra y avoir un point d'échantillonnage avant et après chacune des technologies en validation;
 - liste des composés ou des conditions d'utilisation susceptibles d'avoir une incidence ou d'interférer sur l'efficacité du traitement, notamment, mais pas exclusivement, la température, le pH, l'alcalinité, la turbidité, le débit, le taux de charge (si applicable) et certains paramètres de qualité qui peuvent être des concurrents de ceux visés (comme c'est le cas avec les résines échangeuses d'ions par exemple);
 - fréquence et mode de mesure de ces composés selon le tableau A8 (les points de mesure devront comprendre au moins celui juste avant et celui juste après la technologie en validation). Si

plusieurs technologies sont validées pendant le même essai, il devra y avoir un point de mesure avant et après chacune des technologies en validation;

- mode de gestion des rejets, que ce soit ceux issus de l'entretien des équipements (eau de lavage ou de régénération par exemple) ou ceux issus de l'utilisation normale des équipements (eau produite et rejet de concentré par exemple).

TABLEAU A8 Programme de suivi à mettre en place pour la validation des procédés

Technologie	Durée de l'essai pilote	Fréquence d'échantillonnage	
		Composés normés	Paramètres de qualité ou d'utilisation
Utilisée pour l'eau souterraine			
Issue d'un procédé reconnu mais utilisée en dehors des paramètres de qualité ou d'utilisation spécifiés	3 semaines	2 éch./semaine	Mesures quotidiennes sur place 5 jours sur 7 ou 2 éch./semaine
Issue d'un procédé qui n'est pas déjà reconnu comme étant efficace pour le ou les paramètres de qualité visés	8 semaines	3 éch./2 semaines	Mesures quotidiennes sur place 5 jours sur 7 ou 3 éch./2 semaines
Utilisée pour l'eau de surface¹			
Issue d'un procédé reconnu mais utilisée en dehors des paramètres de qualité ou d'utilisation spécifiés	6 semaines	2 éch./semaine (sauf SDS-THM, 2 fois/6 semaines)	Mesures quotidiennes sur place 5 jours sur 7 ou 2 éch./semaine
Issue d'un procédé qui n'est pas déjà reconnu comme étant efficace pour le ou les paramètres de qualité visés	12 semaines	3 éch./2 semaines (sauf SDS-THM, 3 fois/12 semaines)	Mesures quotidiennes sur place 5 jours sur 7 ou 3 éch./2 semaines

1. L'essai pilote doit couvrir une période où la température passera de moins de 4 °C à plus de 4 °C ou vice-versa.

Étape 4 : Accord du Ministère

- ◆ Le programme de suivi élaboré par le fournisseur est soumis au Ministère pour acceptation. Au besoin, ce programme est modifié et doit être accepté par le Ministère avant le début de l'essai (étape 7).

Étape 5 : Installation des équipements

- ◆ Le fournisseur installe les équipements chez le propriétaire ou l'exploitant en respectant les éléments suivants :
 - la taille de l'équipement devra être telle que l'approvisionnement en eau sera suffisant pour alimenter à la fois l'unité pilote et le système de distribution du responsable. Si le volume d'eau n'est pas suffisant pour alimenter à la fois l'unité pilote et le système de distribution du responsable, il pourra alors être possible de distribuer l'eau produite par l'unité pilote en respectant les conditions édictées par le Ministère et la direction de santé publique de la région (avis d'ébullition, de non-consommation, suivi particulier, etc.);
 - si la capacité de l'équipement qui est installé est inférieure à celle des modèles vendus dans le commerce indiquée à l'étape 1, l'ingénieur indépendant devra préciser dans son rapport les corrections de conception à apporter le cas échéant pour les unités commerciales;
 - les rejets doivent être gérés comme il a été spécifié dans le programme de suivi (étape 3).

Étape 6 : Première visite de l'ingénieur

- ◆ L'ingénieur indépendant se rend à l'emplacement où sera conduit l'essai pilote afin de s'assurer que l'installation est conforme à la description faite par le fournisseur et de noter les différences le cas échéant.

Étape 7 : Conduite de l'essai pilote

- ◆ Le fournisseur procède à l'essai pilote pendant la durée déterminée en s'assurant de respecter le programme de suivi accepté par le Ministère. Le fournisseur peut lui-même faire fonctionner les équipements ou confier cette tâche au responsable. L'information suivante doit être compilée :
 - relevé des paramètres mesurés sur place (mesures quotidiennes cinq jours sur sept) et résultats d'analyse des échantillons envoyés au laboratoire;
 - quantité des produits chimiques ajoutés et fréquence des ajouts;
 - fréquence des activités d'entretien des équipements;
 - rejets générés et mode d'élimination;
 - problèmes de fonctionnement survenus.

Si, pendant l'essai pilote, les équipements ou leurs conditions d'utilisation prévues par les critères de conception doivent être modifiés, le fournisseur pourra procéder aux modifications nécessaires, mais l'ingénieur indépendant et le Ministère devront être avisés de ces modifications et en tiendront compte dans leur évaluation. Ce dernier jugera aussi si l'essai pilote devra être prolongé au-delà de la période initialement prévue.

Étape 8 : Échantillonnage, interprétation des résultats et rédaction du rapport

- ◆ L'ingénieur indépendant est responsable du prélèvement des échantillons (par lui-même ou par l'entremise du propriétaire ou de l'exploitant mais non du fournisseur), de leur analyse par un laboratoire accrédité, de l'interprétation des résultats, de la rédaction du rapport et de l'envoi du rapport au Ministère le plus rapidement possible après la fin de l'essai pilote (en tenant compte des délais d'analyse des laboratoires accrédités). Le rapport doit comprendre :
 - le document préliminaire rempli à l'étape 1;
 - le verdict de l'ingénieur indépendant sur la performance de la technologie relativement au respect des normes réglementaires pour la ou les composés visés;
 - l'avis de l'ingénieur indépendant sur les critères de conception et le manuel d'entretien fournis par le fournisseur en fonction des problèmes de fonctionnement survenus;
 - la signature de l'ingénieur indépendant;
 - les certificats d'analyse du laboratoire accrédité;
 - le relevé des mesures faites sur place (paramètres d'utilisation, quantité des produits ajoutés et fréquence des ajouts, rejets générés, problèmes éprouvés, etc.).

Étape 9 : Acceptation ou refus du Ministère

- ◆ Une fois que le rapport est soumis au Ministère, celui-ci l'analyse afin d'accepter ou de refuser que la technologie proposée soit installée, ou maintenue, chez le propriétaire ou l'exploitant. L'acceptation du Ministère peut être intégrale, mais peut aussi imposer certaines modifications. Le refus du Ministère se limitera aux cas où l'efficacité du traitement pour les composés visés est insuffisante (que ces composés soient normés ou non) ou aux cas où la gestion des rejets pose problème par rapport à la capacité du milieu à les recevoir.

Étape 10 : Fiche provisoire du Ministère

- ◆ Une fiche provisoire est produite à partir de l'information recueillie aux étapes 1, 8 et 9 pour les cas où l'installation de la technologie a été acceptée. Cette fiche sera publiée sur le site Internet du Ministère.

Étape 11 : Suivi pendant un an

- ◆ À la suite de l'autorisation et de l'installation d'un équipement permanent, le propriétaire ou l'exploitant fait fonctionner le système de traitement en consignnant les paramètres d'exploitation (mesures quotidiennes sur place cinq jours sur sept) et en effectuant le suivi réglementaire (échantillonnage requis et tenue du registre le cas échéant).

Étape 12 : Visite du Centre de contrôle environnemental du Québec (CCEQ)

- ◆ Pendant l'année de suivi (après un minimum de deux mois d'activité), le bureau régional du CCEQ peut faire une visite à l'installation, selon les besoins et ses disponibilités, afin de constater la conformité de l'installation et du suivi. Le cas échéant, son rapport de visite sera intégré à l'évaluation finale.

Étape 13 : Seconde visite de l'ingénieur et rédaction d'un rapport final

- ◆ À la fin de la première année d'exploitation, l'ingénieur indépendant doit inspecter les installations, notamment en ce qui regarde leur fiabilité à long terme, noter les problèmes survenus et les correctifs apportés, vérifier, compiler et interpréter les données de suivi du propriétaire ou de l'exploitant depuis la mise en route et soumettre un rapport final au Ministère sur les performances de la technologie, incluant ses recommandations relatives aux correctifs à apporter à la technologie le cas échéant.

Étape 14 : Acceptation ou refus du Ministère

- ◆ À la suite de l'analyse du rapport final de l'ingénieur indépendant et du rapport du CCEQ, le Ministère prend une décision relative à la nouvelle technologie. Cette décision peut être :
 - acceptation intégrale de l'installation;
 - acceptation sous condition d'une ou de plusieurs modifications dans les critères de conception ou d'utilisation;
 - maintien de la fiche provisoire de la technologie avec modifications des équipements ou de la façon de l'utiliser pour régler les problèmes soulevés et poursuite du suivi pendant une période supplémentaire de trois mois (reprise des étapes 11, 13 et 14);
 - retrait de la fiche provisoire sur recommandation de l'ingénieur indépendant ou du CCEQ à la suite de problèmes majeurs et remplacement des équipements aux frais du fournisseur.

Étape 15 : Fiche définitive du Ministère

- ◆ Une fiche définitive remplace la fiche provisoire, avec les modifications prévues le cas échéant. Elle encadre l'application de cette technologie en matière de qualité d'eau brute, d'exploitation et d'entretien ainsi que de rejets.

ANNEXE 7 ÉVALUATION DES COÛTS POUR LES CHÂÎNES DE TRAITEMENT

La présente annexe précise les éléments qui ont été considérés dans l'évaluation des coûts pour les différentes chaînes de traitement retenues au tableau 6 du chapitre 4 en fonction des différentes configurations retenues aux tableaux 20 et 21 du chapitre 5.

Bien qu'il ait été utile pour pousser plus loin la conception et le choix des équipements, cet exercice demeure un guide, et il incombe au concepteur, avec l'aide du fournisseur le cas échéant, de faire le choix des bons matériaux, de la hauteur des milieux filtrants, des débits de filtration et des autres éléments de conception afin de s'assurer de l'efficacité de la chaîne de traitement.

Chaînes de traitement sans la désinfection

Plusieurs éléments de base se trouvent dans chacune des chaînes de traitement retenues au chapitre 4. Ces éléments seront précisés, puis les coûts pour chacune des chaînes seront détaillés. Pour simplifier la présentation des différentes configurations possibles, elles ont été numérotées comme suit :

TABLEAU A9 Numérotation des configurations évaluées pour les chaînes de traitement

Numéro de configuration	Type de réseau	Niveau de service ¹
Cas I : population de 10 personnes ($Q_{Jmax} = 10 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $7 \text{ L}/\text{min}$; $Q_{INSTmax} = 83 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $58 \text{ L}/\text{min}$)		
1	Un seul bâtiment	Continu avec réservoir
2		Continu avec redondance
3		Interrompu
4	Réseau	Continu avec réservoir
5		Continu avec redondance
6		Interrompu
Cas II : population de 75 personnes ($Q_{Jmax} = 75 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $52 \text{ L}/\text{min}$; $Q_{INSTmax} = 140 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $96 \text{ L}/\text{min}$)		
7	Un seul bâtiment	Continu avec réservoir
8		Continu avec redondance
9		Capacité réduite
10	Réseau	Continu avec réservoir
11		Continu avec redondance
12		Capacité réduite
Cas III : population de 250 personnes ($Q_{Jmax} = 250 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $174 \text{ L}/\text{min}$; $Q_{INSTmax} = 400 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $290 \text{ L}/\text{min}$)		
13	Un seul bâtiment	Continu avec réservoir
14		Continu avec redondance
15		Capacité réduite
16	Réseau	Continu avec réservoir
17		Continu avec redondance
18		Capacité réduite

1. Continu avec réservoir : Service assuré par le réservoir lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
 Continu avec redondance : Service assuré par une unité supplémentaire lorsqu'une autre unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
 Capacité réduite : Service disponible mais à un plus faible débit lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
 Interrompu : Service interrompu lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).

DIMENSIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS DE BASE

Dans chacune des chaînes, le traitement se fera par l'entremise de réservoirs pressurisés qui devront être choisis en fonction des matériaux qui y seront déposés. Le tableau suivant donne donc les critères de conception qui seront utilisés pour les différents matériaux.

TABLEAU A10 Critères de conception pour les différents matériaux

	Charge de conception (m ³ /h/m ²)	Profondeur du lit (mm)	Taux de lavage (m ³ /h/m ²)	Expansion du lit (%)	Espace libre (%)	Perte de charge à 25 m ³ /h/m ² à 4 °C (kPa)
Anthracite	12,2	600 à 900	30 à 45	20 à 40	50	1,2
Charbon activé	12,2	650 à 750	25 à 30	30 à 40	50	4,1
Charbon activé catalytique	12,2	650 à 750	25 à 30	30 à 40	50	-
Sable vert	12,2	750	25 à 30	40	50	6,9
Matériau catalytique	12,2	600 à 950	60 à 75	15 à 30	40	2,8
Sable de filtration	9,8	450 à 750	35 à 50	20		2,0
Gravier de filtration	9,8	450 à 750	35 à 50	20		2,0
Matériau de filtration AG	12,2	600 à 900	20 à 25	20 à 40	50	1,0
Résine cationique	36,7	-	-	-	-	-
Résine anionique	36,7	-	-	-	-	-

À partir de ces renseignements, il est possible de déterminer la taille que devront avoir les réservoirs dans les chaînes de traitement selon les débits de production nécessaires et le matériau utilisé. On trouve dans le tableau suivant les différents réservoirs qui seront utilisés dans l'évaluation des coûts pour chacune des chaînes.

TABLEAU A11 Caractéristiques des réservoirs utilisés dans les chaînes de traitement

Dimensions du réservoir (Ø X H en mm)	Volume du réservoir (L)	Volume du matériau filtrant (L)	Volume de résine (L)	Poids du gravier (kg)	Prix du réservoir ¹
200 X 1120	41	25	25	6,8	134 \$
330 X 1350	120	80	80	15,9	330 \$
355 X 1650	190	115	115	20,4	573 \$
400 X 1650	230	140	140	27,2	550 \$
450 X 1650	315	180	180	36,3	800 \$
525 X 1600	400	250	250	45,4	961 \$
600 X 1800	560	335	335	81,6	1628 \$

1. Les coûts indiqués sont basés sur l'année 2005.

Connaissant maintenant les réservoirs qui seront utilisés, il est possible de déterminer le nombre de réservoirs et de vannes automatiques nécessaires en fonction du matériau dans le réservoir (filtre ou résine), du débit de conception et de la configuration retenue. Les deux tableaux suivants donnent le nombre de réservoirs et de vannes automatiques nécessaires selon que le contenu du réservoir est un matériau granulaire (tableau A12) ou une résine (tableau A13).

TABLEAU A12 Nombre de réservoirs de filtration et de vannes automatiques nécessaires selon le débit de conception et la configuration retenue

Cas	Débit de conception (L/min)	Vitesse de filtration (m/h)	Aire nécessaire (m ²)	Filtre (Ø X H en mm)	Nombre (réservoirs ou vannes)	Diamètre des conduites (mm)	Prix des vannes ¹
1 et 4	7	12	0,033	200 X 1120	1	25	552 \$
2 et 5	58	12	0,279	400 X 1650	2 + 1	25	552 \$
3 et 6	58	12	0,279	400 X 1650	2	25	552 \$
7 et 10	52	12	0,256	400 X 1650	2	25	552 \$
8 et 11	96	12	0,483	525 X 1600	2 + 1	32	770 \$
9 et 12	96	12	0,483	525 X 1600	2	32	770 \$
13 et 16	174	12	0,855	600 X 1800	3	32	770 \$
14 et 17	290	12	1,36	600 X 1800	4 + 1	38	1975 \$
15 et 18	290	12	1,36	600 X 1800	4	38	1975 \$

1. Les coûts indiqués sont basés sur l'année 2005.

TABLEAU A13 Nombre de réservoirs de résine et de vannes automatiques nécessaires selon le débit de conception et la configuration retenue

Cas	Débit de conception (L/min)	Débit nominal (L/min)	Aire nécessaire (m ²)	Filtre (Ø X H en mm)	Nombre (réservoirs ou vannes)	Diamètre des conduites (mm)	Prix des vannes ¹
1 et 4	7	53	0,012	200 X 1120	1	25	682 \$
2 et 5	58	53	0,102	355 X 1650	1 + 1	25	682 \$
3 et 6	58	53	0,102	355 X 1650	1	25	682 \$
7 et 10	52	53	0,093	330 X 1350	1	25	682 \$
8 et 11	96	53	0,177	355 X 1650	2 + 1	32	770 \$
9 et 12	96	53	0,177	355 X 1650	2	32	770 \$
13 et 16	174	53	0,307	450 X 1650	2	32	770 \$
14 et 17	290	53	0,483	525 X 1600	2 + 1	32	770 \$
15 et 18	290	53	0,483	525 X 1600	2	38	1975 \$

1. Les coûts indiqués sont basés sur l'année 2005.

ÉVALUATION DES COÛTS POUR LES DIFFÉRENTES CHAÎNES DE TRAITEMENT

Les prochains tableaux présentent l'évaluation des coûts d'immobilisation et d'entretien des différentes chaînes de traitement présentées au tableau 6 du chapitre 4, mais en considérant les configurations présentées au tableau 20 du chapitre 5 et numérotées au tableau A9. Les équipements considérés ont été détaillés avec leur prix d'achat et les frais d'entretien annuel le cas échéant. Pour ce qui est des coûts d'installation et d'exploitation, ils ont été fixés au prorata des coûts d'achat des équipements : pour la main-d'œuvre, le coût d'installation représente 18 % du coût d'achat des équipements (les frais de déplacement et d'hébergement ne sont pas compris) et, pour la quincaillerie d'installation, le coût d'installation représente 8 % du coût d'achat des équipements¹. Il est à noter que les coûts liés à l'aménagement du site (bâtiment, ligne électrique, éclairage, chauffage, etc.) ne sont pas inclus dans cette évaluation parce que ces éléments peuvent varier beaucoup d'un projet à l'autre. Pour les frais annuels d'entretien liés à la main-d'œuvre, un coût annuel équivalant à 30 % du coût initial de la main-d'œuvre a été retenu alors que, pour la quincaillerie, un coût annuel équivalant à 20 % du coût initial de la quincaillerie a été retenu. Pour les configurations comportant des réservoirs d'eau traitée, un volume correspondant à trois heures de production a été retenu.

Le premier type d'eau visé au tableau 6 du chapitre 4 est une eau souterraine contenant du fer et du manganèse. Trois chaînes de traitement ont été retenues et, pour chacune d'elles, il y a 18 configurations possibles selon le débit et le niveau de service visés. Ainsi, il y a 54 évaluations des coûts à faire pour cette seule problématique. Le calcul détaillé de ces 54 évaluations a été effectué, et les résultats sont donnés dans le tableau A15.

Le même exercice a été repris pour les autres eaux brutes présentées au tableau 6 du chapitre 4. Le calcul détaillé de ces évaluations des coûts a été effectué, et les résultats sont donnés dans les tableaux A16 à A21.

Dans le cas du traitement des nitrates ainsi que des eaux de surface colorées, une option de traitement exige l'installation d'unités d'osmose inverse aux robinets. Afin d'évaluer les coûts, il faut d'abord établir le nombre de robinets qui seront équipés d'un traitement. Ce nombre peut varier si le réseau alimente en eau un seul ou plusieurs bâtiments.

Dans le cas où le réseau alimente un seul bâtiment, le nombre de robinets équipés d'un traitement sera proportionnel à la population alimentée en eau. Dans le cas où le réseau alimente plus d'un bâtiment, le nombre de robinets équipés d'un traitement dépendra du nombre de bâtiments alimentés et de la population à l'intérieur de ces bâtiments.

De plus, comme les unités d'osmose inverse alimentent leur propre robinet, il faut déterminer combien de robinets doivent être munis d'une unité de traitement. La section 3.2.6 présente les éléments à considérer pour le traitement aux robinets. Ainsi, dans une résidence, on peut calculer que quatre éviers ou lavabos seront équipés d'un traitement au robinet. Lorsque le réseau alimente un seul bâtiment, le nombre d'unités de traitement au robinet sera proportionnellement plus petit si la population alimentée est plus grande. Pour les fins de l'évaluation des coûts des différentes solutions proposées pour les nitrates et les eaux de surface colorées, le tableau A14 présente le nombre de traitements au robinet retenu pour chacun des cas étudiés.

1. Ces estimations de 18 % et de 8 % du coût d'achat des équipements pour la main-d'œuvre et la quincaillerie peuvent varier selon la particularité de chacun des projets, mais permettent de comparer les différentes chaînes de traitement entre elles sur des bases équivalentes.

TABLEAU A14 Nombre d'unités de traitement au robinet en fonction du type de réseau et de la taille de la population alimentée en eau

Numéro de configuration	Type de réseau	Nombre de bâtiments considéré	Nombre d'unités de traitement au robinet
Cas I : population de 10 personnes (QJmax = 10 m³/d ou 7 L/min; QINSTmax = 83 m³/d ou 58 L/min)			
1, 2 et 3	Un seul bâtiment	1	4
4, 5 et 6	Réseau	2	8
Cas II : population de 75 personnes (QJmax = 75 m³/d ou 52 L/min; QINSTmax = 140 m³/d ou 96 L/min)			
7, 8 et 9	Un seul bâtiment	1	10
10, 11 et 12	Réseau	15	60
Cas III : population de 250 personnes (QJmax = 250 m³/d ou 174 L/min; QINSTmax = 400 m³/d ou 290 L/min)			
13, 14 et 15	Un seul bâtiment	1	25
16, 17 et 18	Réseau	25	100

DÉTERMINATION DES SOLUTIONS LES PLUS INTÉRESSANTES

Le premier type d'eau visé au tableau 6 du chapitre 4 est une eau souterraine contenant du fer et du manganèse, et l'évaluation des coûts des différentes solutions est donnée au tableau A15. Il ressort que, pour cette problématique, la solution efficace la plus économique est d'utiliser simplement une résine cationique. Dans un seul bâtiment, il peut être acceptable d'envisager une solution avec une capacité de production pouvant être limitée ou interrompue pendant l'arrêt d'un équipement de traitement (régénération des résines dans ce cas-ci). Mais en réseau, il est préférable d'aller vers un service en continu pour éviter les risques de contamination. Les solutions en gras sont donc celles qui sont à la fois efficaces, sécuritaires et économiquement intéressantes.

La même évaluation a été faite pour les autres eaux brutes. Les solutions en gras dans les tableaux A16 à A21 sont donc celles qui sont à la fois efficaces, sécuritaires et économiquement intéressantes. Comme il a été mentionné auparavant, les autres configurations, de même que les autres chaînes de traitement, peuvent être envisagées, mais elles sont soit plus chères, soit moins sécuritaires, soit plus complexes à exploiter.

TABLEAU A15 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination du fer et du manganèse des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique		Filtration sur sable vert (hypochlorite, permanganate)		Filtration sur matériau catalytique	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	Coûts						
	10 m³/d, bâtiment unique						
1	réserve, service continu	6,4	0,52	15,6	1,27	6,0	0,36
2	sans réserve, service continu	5,9	0,57	24,7	2,47	9,7	1,04
3	sans réserve, service interrompu	3,0	0,37	19,7	2,00	6,5	0,70
	10 m³/d, réseau						
4	réserve, service continu	7,7	0,59	16,9	1,34	7,3	0,43
5	sans réserve, service continu	5,9	0,57	24,7	2,47	9,7	1,04
6	sans réserve, service interrompu	3,0	0,37	19,7	2,00	6,5	0,70
	75 m³/d, bâtiment unique						
7	réserve, service continu	12,4	1,92	29,1	2,75	15,6	1,20
8	sans réserve, service continu	10,4	1,92	31,7	3,90	15,9	1,77
9	sans réserve, capacité réduite	7,4	1,71	26,4	3,26	10,6	1,18
	75 m³/d, réseau						
10	réserve, service continu	14,3	2,03	31,0	2,85	17,5	1,31
11	sans réserve, service continu	10,4	1,92	31,7	3,90	15,9	1,77
12	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée		solution écartée	
	250 m³/d, bâtiment unique						
13	réserve, service continu	30,2	7,83	53,4	7,48	35,2	3,16
14	sans réserve, service continu	18,9	7,37	60,4	9,09	42,5	4,35
15	sans réserve, capacité réduite	20,2	7,33	51,8	8,16	34,0	3,48
	250 m³/d, réseau						
16	réserve, service continu	33,3	8,00	56,6	7,65	38,1	3,32
17	sans réserve, service continu	18,9	7,37	60,4	9,09	42,5	4,35
18	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée		solution écartée	

TABLEAU A16 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination de la dureté et du baryum des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique	
		Immob.	Frais annuels
	Coûts		
	10 m³/d, bâtiment unique		
1	réserve, service continu	6,4	0,52
2	sans réserve, service continu	5,9	0,57
3	sans réserve, service interrompu	3,0	0,37
	10 m³/d, réseau		
4	réserve, service continu	7,7	0,59
5	sans réserve, service continu	5,9	0,57
6	sans réserve, service interrompu	3,0	0,37
	75 m³/d, bâtiment unique		
7	réserve, service continu	12,4	1,92
8	sans réserve, service continu	10,4	1,92
9	sans réserve, capacité réduite	7,4	1,71
	75 m³/d, réseau		
10	réserve, service continu	14,3	2,03
11	sans réserve, service continu	10,4	1,92
12	sans réserve, capacité réduite	solution écartée	
	250 m³/d, bâtiment unique		
13	réserve, service continu	30,2	7,83
14	sans réserve, service continu	18,9	7,37
15	sans réserve, capacité réduite	20,2	7,33
	250 m³/d, réseau		
16	réserve, service continu	33,3	8,00
17	sans réserve, service continu	18,9	7,37
18	sans réserve, capacité réduite	solution écartée	

TABLEAU A17 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination du fer, du manganèse, de la dureté et du baryum des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique		Filtration sur sable vert avec résine cationique	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	10 m³/d, bâtiment unique				
1	réserve, service continu	6,5	0,60	18,2	1,58
2	sans réserve, service continu	6,0	0,65	30,5	3,04
3	sans réserve, service interrompu	3,1	0,45	22,7	2,35
	10 m³/d, réseau				
4	réserve, service continu	7,8	0,67	19,0	1,90
5	sans réserve, service continu	6,0	0,65	30,5	3,04
6	sans réserve, service interrompu	3,1	0,45	22,7	2,35
	75 m³/d, bâtiment unique				
7	réserve, service continu	13,1	2,56	33,0	4,20
8	sans réserve, service continu	11,1	2,56	42,0	5,82
9	sans réserve, capacité réduite	8,2	2,35	33,8	4,97
	75 m³/d, réseau				
10	réserve, service continu	15,0	2,67	34,9	4,30
11	sans réserve, service continu	11,1	2,56	42,8	6,46
12	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée	
	250 m³/d, bâtiment unique				
13	réserve, service continu	34,0	11,04	69,3	14,51
14	sans réserve, service continu	22,7	10,58	79,3	16,45
15	sans réserve, capacité réduite	24,0	10,54	72,0	15,49
	250 m³/d, réseau				
16	réserve, service continu	37,1	11,21	72,4	14,69
17	sans réserve, service continu	22,7	10,58	79,3	16,45
18	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée	

TABLEAU A18 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination du fer, du manganèse et des sulfures des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique et filtre à charbon		Résine cationique et matériau catalytique		Résine cationique, hypochlorite, filtre à charbon		Sable vert et matériau catalytique	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	10 m³/d, bâtiment unique								
1	réserve, service continu	8,1	0,78	8,1	0,64	12,6	1,06	13,2	1,15
2	sans réserve, service continu	15,6	4,11	15,6	1,62	21,9	4,61	28,0	3,01
3	sans réserve, service interrompu	9,5	2,73	9,5	1,06	15,8	3,22	19,8	2,01
	10 m³/d, réseau								
4	réserve, service continu	9,3	0,86	9,3	0,86	11,8	0,85	14,0	1,19
5	sans réserve, service continu	16,1	4,14	15,6	1,62	21,9	4,61	26,3	2,64
6	sans réserve, service interrompu	9,5	2,73	9,5	1,06	15,8	3,22	19,8	2,01
	75 m³/d, bâtiment unique								
7	réserve, service continu	19,5	4,32	19,5	2,65	25,8	4,80	29,8	2,82
8	sans réserve, service continu	26,3	8,06	26,3	3,54	32,6	8,65	41,3	4,49
9	sans réserve, capacité réduite	18,0	5,80	18,0	2,79	24,3	6,39	30,7	3,45
	75 m³/d, réseau								
10	réserve, service continu	21,4	4,42	21,4	2,76	27,7	4,90	31,7	2,92
11	sans réserve, service continu	26,3	8,06	26,3	3,54	32,6	8,65	41,3	4,49
12	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée		solution écartée		solution écartée	
	250 m³/d, bâtiment unique								
13	réserve, service continu	51,1	16,11	51,4	10,20	57,4	16,90	67,7	9,04
14	sans réserve, service continu	62,7	21,55	62,7	11,76	69,0	22,63	96,4	12,33
15	sans réserve, capacité réduite	54,1	18,71	54,1	10,80	60,4	19,80	79,8	10,58
	250 m³/d, réseau								
16	réserve, service continu	54,2	16,29	54,3	10,36	60,3	17,06	70,9	9,21
17	sans réserve, service continu	62,7	21,55	62,7	11,76	69,0	22,63	96,4	12,33
18	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée		solution écartée		solution écartée	

TABLEAU A19 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour l'élimination des nitrates des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique et osmose inverse en PdU		Résine cationique et résine anionique	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	10 m³/d, bâtiment unique				
1	réserve, service continu	9,3	0,82	9,2	0,91
2	sans réserve, service continu	8,9	0,88	18,6	2,21
3	sans réserve, service interrompu	6,0	0,67	9,5	1,26
	10 m³/d, réseau				
4	réserve, service continu	13,5	1,19	10,5	0,98
5	sans réserve, service continu	11,7	1,18	18,6	2,21
6	sans réserve, service interrompu	8,9	0,97	9,5	1,26
	75 m³/d, bâtiment unique				
7	réserve, service continu	19,7	2,68	20,4	2,74
8	sans réserve, service continu	21,5	2,90	31,7	4,30
9	sans réserve, capacité réduite	18,5	2,68	19,9	3,24
	75 m³/d, réseau				
10	réserve, service continu	58,1	6,56	22,3	2,87
11	sans réserve, service continu	58,2	6,68	31,7	4,30
12	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée	
	250 m³/d, bâtiment unique				
13	réserve, service continu	48,5	9,72	46,2	9,92
14	sans réserve, service continu	38,8	11,09	53,7	11,66
15	sans réserve, capacité réduite	38,4	9,22	46,0	10,40
	250 m³/d, réseau				
16	réserve, service continu	106,5	15,57	49,5	10,10
17	sans réserve, service continu	93,6	15,01	53,7	11,66
18	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée	

TABLEAU A20 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour le traitement d'une eau de surface ayant une couleur inférieure à 5 UCV selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Filtre granulaire		Filtre granulaire bicouche et résine anionique	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	10 m³/d, bâtiment unique				
1	réserve, service continu	5,8	0,35	7,9	0,74
2	sans réserve, service continu	6,4	0,71	18,3	3,18
3	sans réserve, service interrompu	4,2	0,48	10,6	1,92
	10 m³/d, réseau				
4	réserve, service continu	7,1	0,42	12,0	1,13
5	sans réserve, service continu	6,4	0,71	18,3	3,18
6	sans réserve, service interrompu	4,2	0,48	10,6	1,92
	75 m³/d, bâtiment unique				
7	réserve, service continu	13,4	0,98	19,8	3,46
8	sans réserve, service continu	10,1	1,19	29,9	6,24
9	sans réserve, capacité réduite	6,7	0,79	20,5	4,59
	75 m³/d, réseau				
10	réserve, service continu	15,3	1,09	21,7	3,56
11	sans réserve, service continu	10,1	1,19	29,9	6,24
12	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée	
	250 m³/d, bâtiment unique				
13	réserve, service continu	27,0	2,36	53,7	13,28
14	sans réserve, service continu	29,3	3,13	70,8	17,77
15	sans réserve, capacité réduite	23,4	2,50	58,4	15,27
	250 m³/d, réseau				
16	réserve, service continu	30,2	2,53	56,8	13,45
17	sans réserve, service continu	29,3	3,13	70,8	17,77
18	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée	

TABLEAU A21 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement retenues pour le traitement d'une eau de surface ayant une couleur supérieure à 5 UCV selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Filtration lente avec résine anionique		Filtration lente avec charbon actif en grains		Filtre granulaire bicouche avec résine anionique		Filtre granulaire avec osmose inverse en PdU		Filtre granulaire avec nanofiltration centrale	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	10 m³/d, bâtiment unique										
1	réserve, service continu	57,3	8,80	56,3	8,58	8,6	0,86	6,1	0,58	22,3	1,08
2	sans réserve, service continu	212,2	24,11	208,7	24,09	21,6	5,05	10,4	1,24	solution écartée	
3	sans réserve, service interrompu	106,2	12,14	105,5	12,26	11,9	3,04	8,3	1,00	solution écartée	
	10 m³/d, réseau										
4	réserve, service continu	65,4	9,25	57,5	8,65	10,1	0,97	13,3	1,12	23,5	1,41
5	sans réserve, service continu	212,2	24,11	208,7	24,09	20,3	4,85	12,3	1,20	solution écartée	
6	sans réserve, service interrompu	106,2	12,14	105,5	12,26	11,3	3,06	10,8	1,28	solution écartée	
	75 m³/d, bâtiment unique										
7	réserve, service continu	108,5	13,23	108,3	12,42	21,1	4,57	21,3	1,93	118,4	6,97
8	sans réserve, service continu	solution écartée		solution écartée		33,7	9,16	solution écartée		solution écartée	
9	sans réserve, capacité réduite	201,2	24,54	196,5	23,57	22,7	6,53	14,9	1,81	solution écartée	
	75 m³/d, réseau										
10	réserve, service continu	110,4	13,33	110,2	12,52	23,0	4,68	60,2	5,84	120,2	4,53
11	sans réserve, service continu	112,0	14,08	105,7	13,25	33,4	9,16	55,0	5,95	solution écartée	
12	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée		solution écartée		solution écartée		solution écartée	
	250 m³/d, bâtiment unique										
13	réserve, service continu	315,0	36,38	306,2	31,15	58,7	17,26	49,4	4,70	232,7	14,01
14	sans réserve, service continu	solution écartée		solution écartée		78,0	23,92	solution écartée		solution écartée	
15	sans réserve, capacité réduite	307,6	36,31	302,9	31,83	64,3	20,30	48,6	5,39	solution écartée	
	250 m³/d, réseau										
16	réserve, service continu	318,2	36,55	309,3	31,32	61,8	17,43	108,9	10,77	235,9	14,18
17	sans réserve, service continu	313,1	37,23	309,0	32,69	78,0	23,92	107,5	11,26	solution écartée	
18	sans réserve, capacité réduite	solution écartée		solution écartée		solution écartée		solution écartée		solution écartée	

CHAÎNES DE TRAITEMENT POUR LA DÉSINFECTION

Une fois l'évaluation des coûts des chaînes de traitement terminée, il faut évaluer les coûts des différentes configurations de désinfection possibles afin d'avoir un portrait des chaînes complètes.

Pour ce qui est de la désinfection, différentes configurations ont été retenues au chapitre 5 (tableau 21). Pour simplifier la présentation des différentes configurations possibles, elles ont été numérotées comme suit :

TABLEAU A22 Numérotation des configurations évaluées pour la désinfection

Numéro de configuration	Type de réseau	Niveau de service ¹
Cas I : population de 10 personnes ($Q_{Jmax} = 10 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $7 \text{ L}/\text{min}$; $Q_{INSTmax} = 83 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $58 \text{ L}/\text{min}$)		
1	Un seul bâtiment	Continu avec réservoir, UV seuls
2		Continu avec redondance, UV seuls
3		Interrompu, UV seuls
4	Réseau	Continu avec réservoir, UV avec chlore pour réseau
5		Continu avec réservoir, UV et chlore
6		Interrompu, UV et chlore
Cas II : population de 75 personnes ($Q_{Jmax} = 75 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $52 \text{ L}/\text{min}$; $Q_{INSTmax} = 140 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $96 \text{ L}/\text{min}$)		
7	Un seul bâtiment	Continu avec réservoir, UV seuls
8		Continu avec redondance, UV seuls
9		Capacité réduite, UV seuls
10	Réseau	Continu avec réservoir, UV avec chlore pour réseau
11		Continu avec réservoir, UV et chlore
12		Continu avec redondance, UV et chlore
Cas III : population de 250 personnes ($Q_{Jmax} = 250 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $174 \text{ L}/\text{min}$; $Q_{INSTmax} = 400 \text{ m}^3/\text{d}$ ou $290 \text{ L}/\text{min}$)		
13	Un seul bâtiment	Continu avec réservoir, UV seuls
14		Continu avec redondance, UV seuls
15		Capacité réduite, UV seuls
16	Réseau	Continu avec réservoir, UV avec chlore pour réseau
17		Continu avec réservoir, UV et chlore
18		Continu avec redondance, UV et chlore

1. Continu avec réservoir : Service assuré par le réservoir lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
 Continu avec redondance : Service assuré par une unité supplémentaire lorsqu'une autre unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
 Capacité réduite : Service disponible mais à un plus faible débit lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).
 Interrompu : Service interrompu lorsqu'une unité est à l'arrêt (bris, utilisation ou entretien).

Les niveaux de service retenus pour certains cas étudiés sont légèrement différents de ceux qu'on trouve pour les chaînes de traitement. Ces choix ont été exposés au chapitre 5.

DIMENSIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS DE BASE

Pour les cas 5, 6, 11, 12, 17 et 18, le chlore doit permettre d'atteindre 2 log d'enlèvement des virus. Pour établir quelles seront les dimensions des équipements nécessaires à la désinfection au chlore, il faut s'appuyer sur le concept des CT, qui établit que la désinfection effectuée dépendra de la dose de chlore résiduel libre (C) à la fin d'un certain temps de contact (T).

On trouve dans un tableau du chapitre 11 du G1 les valeurs de CT à atteindre pour éliminer 1 log de virus. Cette valeur est de 3,0 mg·min/L lorsque la température de l'eau est proche de 0 °C. Cette

température est la plus contraignante puisque, pour des températures plus élevées, les valeurs de CT sont plus faibles. Cette valeur de 3,0 mg·min/L est valide pour la gamme de pH allant de 6 à 9 qu'on trouve habituellement dans les eaux à traiter. Aussi, si on veut inactiver plus d'un log de virus, il suffit de multiplier cette valeur par le nombre de log recherché. On obtient ainsi :

TABLEAU A23 Valeurs de CT en fonction du nombre de log d'inactivation des virus recherché (à 0,5 °C, pour un pH entre 6 et 9)

Log d'inactivation recherché	Valeurs de CT (mg·min/L)
1	3,0
2	6,0
4	12,0

Une fois cette valeur déterminée, il faut calculer le volume nécessaire afin d'atteindre le CT recherché. Le volume sera déterminé avec l'équation suivante :

$$CT_{X \log} = C_{\text{résiduelle}} \times \frac{V_u}{Q_{\text{MAX}}} \times \frac{T_{10}}{T} \quad \text{Éq. A1}$$

Où :

- CT_{Xlog} = valeur pour réduire les virus de X log (mg·min/L)
- C_{résiduelle} = concentration de chlore résiduel libre mesurée à la sortie du réservoir (mg/L)
- Q_{MAX} = débit de pointe pouvant passer dans le réservoir (L/min)
- V_u = volume minimal à assurer dans le réservoir (L)
- T₁₀/T = facteur d'efficacité hydraulique (entre 0 et 1)

À partir de l'équation A1, il est possible de calculer le volume nécessaire, comme le présente l'équation A2 :

$$V_u = \frac{CT_{X \log}}{C_{\text{résiduelle}}} \times \frac{Q_{\text{MAX}}}{T_{10}/T} \quad \text{Éq. A2}$$

Pour ce faire, les valeurs suivantes sont nécessaires : débit, concentration de chlore résiduel libre et efficacité hydraulique de la réserve. Pour le débit, les trois cas à l'étude seront considérés : 10 personnes (58 L/min), 75 personnes (52 ou 96 L/min) et 250 personnes (174 ou 290 L/min). Pour la concentration de chlore résiduel libre, le Règlement prévoit une valeur minimale de 0,3 mg/L à respecter à l'entrée du réseau (article 8). C'est cette valeur qui sera utilisée. Finalement, le facteur d'efficacité hydraulique dépendra du type de réservoir utilisé.

La figure A6 représente l'écoulement typique dans un réservoir cylindrique ayant une hauteur à peu près égale à son diamètre. Il existe des zones moins sollicitées en périphérie du réservoir, alors qu'un écoulement préférentiel s'établit au centre du réservoir, particulièrement lorsque le débit est élevé. Cette situation fait en sorte qu'une certaine quantité d'eau aura un temps de séjour plus long dans le réservoir (zones mortes), alors qu'une autre quantité d'eau aura un temps de séjour beaucoup plus court. Lorsqu'on cherche à établir l'efficacité de la désinfection de l'eau, cette question de l'écoulement préférentiel devient un point critique, puisqu'il favorise un écoulement rapide à travers le réservoir, diminuant d'autant le temps de contact entre le chlore et l'eau. Cette situation est encore plus critique lorsque l'entrée et la sortie d'eau se trouvent du même côté (figure A6b). Un réservoir rectangulaire ou carré présentera les mêmes problèmes de zones mortes et d'écoulement préférentiel.

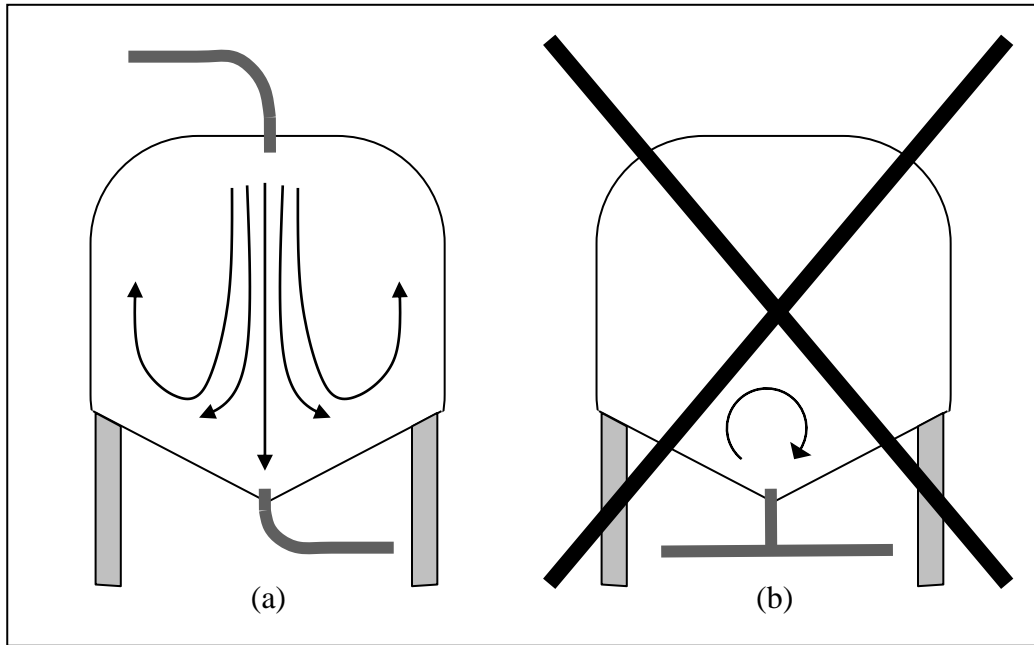


Figure A6 Schéma d'écoulement typique dans un réservoir cylindrique : (a) avec l'entrée et la sortie du côté opposé; (b) avec l'entrée et la sortie du même côté

Pour cette raison, les réservoirs cylindriques, rectangulaires ou carrés sont jugés très peu efficaces pour assurer une bonne désinfection, à tel point qu'un réservoir dont l'entrée et la sortie sont du même côté (figure A6b) est à proscrire totalement, puisque le temps de contact peut être nul. Dans le cas où on voudra utiliser un réservoir pour désinfecter l'eau avec le chlore, le facteur d'efficacité hydraulique qui sera utilisé dans l'équation A2 (T_{10}/T) sera de 0,2. Il est aussi à noter que les réservoirs pneumatiques des pompes ne peuvent être considérés comme des bassins de contact pour assurer la désinfection.

Puisqu'on connaît maintenant tous les termes pour calculer le volume nécessaire à la désinfection par le chlore dans un réservoir, le calcul peut se faire en utilisant l'équation A2 pour les trois cas à l'étude. Le tableau A24 présente les volumes ainsi obtenus pour chacun des débits étudiés avec une concentration en chlore libre résiduelle de 0,3 mg/L, 2 log d'inactivation de virus, une efficacité hydraulique de 0,2 et un CT de 6,0 mg·min/L.

TABLEAU A24 Volume minimal du réservoir nécessaire pour assurer la désinfection de l'eau par le chlore (avec concentration en chlore libre résiduel de 0,5 mg/L, 2 log d'inactivation de virus, efficacité hydraulique de 0,2 et CT à atteindre de 6,0 mg·min/L)

Cas	Débit (L/min)	Volume minimal nécessaire (m ³)
Cas I : 10 personnes	58	5,8
Cas II : 75 personnes	52	5,2
	96	9,6
Cas III : 250 personnes	174	17,4
	290	29,0

Pour utiliser le facteur d'efficacité hydraulique de 0,2, le réservoir peut être cylindrique ou rectangulaire, mais il doit au minimum être aussi haut que large. Ainsi, avec les volumes obtenus au tableau A24, il est possible de préciser les dimensions minimales des réservoirs adéquats. Ces valeurs sont présentées au tableau A25.

TABLEAU A25 Dimensions des réservoirs en fonction du volume minimal nécessaire

Cas	Volume minimal (m ³)	Réservoir rectangulaire			Réservoir cylindrique	
		Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur d'eau (m)	Diamètre (m)	Hauteur d'eau (m)
Cas I : 10 personnes	5,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,0
Cas II : 75 personnes	5,2	1,75	1,75	1,75	1,9	1,9
	9,6	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3
Cas III : 250 personnes	17,4	2,6	2,6	2,6	2,8	2,8
	29,0	3,1	3,1	3,1	3,4	3,4

Les dimensions présentées au tableau A25 sont des valeurs minimales pour respecter le niveau de désinfection visé. Il est facile de comprendre que plus le réservoir sera grand, plus le temps de contact sera long et plus la désinfection pourra se poursuivre au-delà de ce qui est nécessaire. Mais comme un réservoir plus grand coûte plus cher (achat, espace dans le bâtiment et transport), on peut se limiter au minimum.

Par contre, on voit bien qu'il est possible d'améliorer la situation grâce à une meilleure efficacité hydraulique. Le réservoir représenté à la figure A6a est à la limite de l'acceptable. Déjà, si le réservoir est deux fois plus haut que large, on aura tendance à réduire les zones mortes en périphérie et, ainsi, à augmenter l'efficacité hydraulique (voir le chapitre 11 des volumes 1 et 2 du G1). À la limite, si on allonge considérablement le réservoir, on pourra éliminer les zones mortes et obtenir une efficacité hydraulique parfaite. On réduira ainsi le volume nécessaire pour faire la désinfection de l'eau au chlore. C'est exactement ce qui se passe dans un écoulement en conduite.

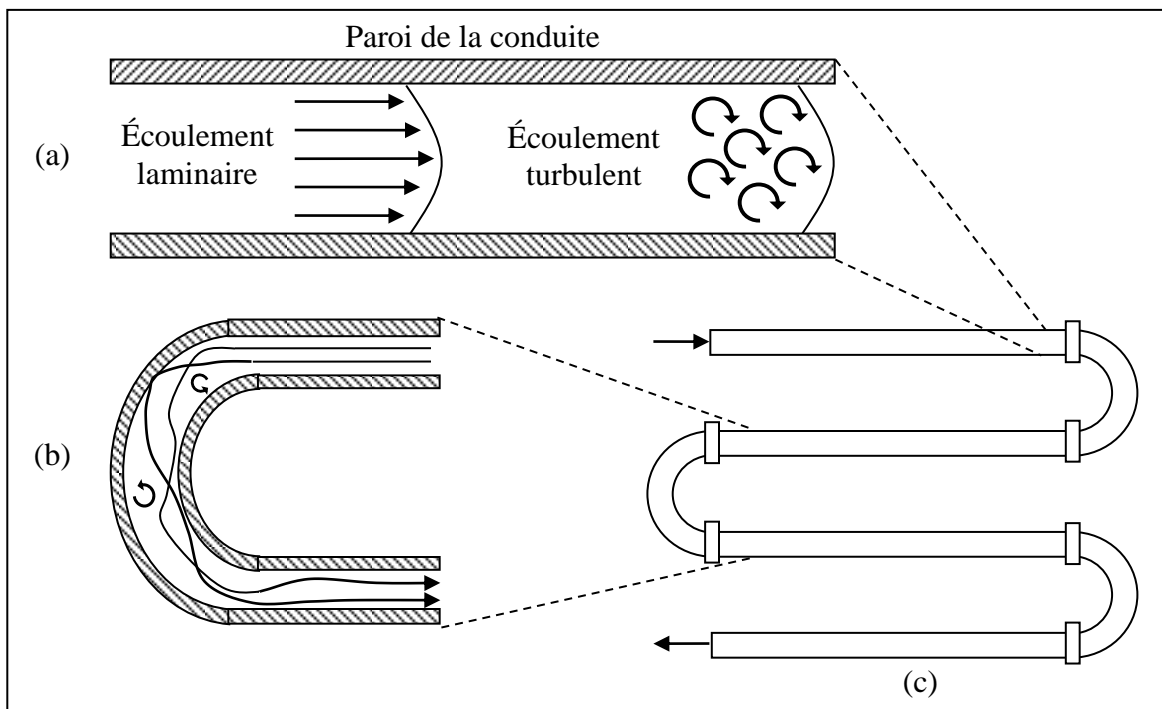


Figure A7 Schéma d'écoulement typique dans une conduite : (a) tronçon droit; (b) tronçon avec un coude à 180°; (c) ensemble d'une conduite en serpentin

Dans une conduite, l'eau qui entre a tendance à pousser l'eau qui est déjà dans la conduite sans créer de zones mortes significatives. Ainsi, on assure un remplacement efficace de l'eau et un temps de contact optimal pour la désinfection. Ce type d'écoulement est appelé « écoulement piston ». La figure A7 illustre l'écoulement typique de l'eau dans une conduite.

Dans la conduite, l'écoulement préférentiel qu'on retrouvait dans un réservoir disparaît, puisque les zones mortes sont absentes. Ainsi, l'efficacité hydraulique est parfaite. Le facteur à utiliser dans l'équation A2 (T_{10}/T) sera de 1,0.

Puisqu'on connaît maintenant tous les termes pour calculer le volume nécessaire à la désinfection par le chlore dans une conduite, le calcul peut se faire en utilisant l'équation A2 pour les trois cas à l'étude. Le tableau A26 présente les volumes ainsi obtenus pour chacun des débits étudiés avec une concentration en chlore libre résiduelle de 0,3 mg/L, 2 log d'inactivation de virus, une efficacité hydraulique de 1,0 et un CT de 6,0 mg·min/L.

TABLEAU A26 Volume minimal nécessaire pour assurer la désinfection de l'eau par le chlore dans une conduite (avec concentration en chlore libre résiduel de 0,5 mg/L, 2 log d'inactivation de virus, efficacité hydraulique de 0,2 et CT à atteindre de 6,0 mg·min/L)

Cas	Débit (L/min)	Volume minimal nécessaire (m ³)
Cas I : 10 personnes	58	1,16
Cas II : 75 personnes	52	1,04
	96	1,92
Cas III : 250 personnes	174	3,48
	290	5,80

Puisque seul le facteur d'efficacité hydraulique a changé entre le réservoir et la conduite et qu'il est cinq fois plus élevé pour une conduite, les volumes nécessaires pour assurer la désinfection souhaitée sont donc cinq fois plus petits. Pour déterminer les dimensions de la conduite nécessaire, trois éléments sont essentiels.

Le premier est que la conduite doit être assez longue par rapport à son diamètre pour que l'efficacité hydraulique soit optimale. Pour ce faire, la longueur doit être au minimum 100 fois le diamètre de la conduite. Ainsi, pour une conduite de 250 mm de diamètre, la longueur devra être d'au moins 25 m.

Le deuxième est illustré dans la figure A7b. Lorsque l'eau dans une conduite passe dans un coude, l'écoulement est perturbé à l'approche et à la sortie du coude. Il faudra donc que les tronçons qui suivent un coude aient une longueur minimale pour laisser le temps à l'écoulement de se stabiliser de nouveau. De plus, la perturbation de l'écoulement dans les coudes peut provoquer l'apparition de petites zones où l'écoulement laminaire sera perturbé. Ces zones seront plus importantes lorsque le débit sera élevé mais, de façon générale, on considère que ces zones sont négligeables.

Finalement, le troisième élément à considérer est dicté par une contrainte d'espace. Si la conduite nécessaire est longue, il ne sera pas pratique d'avoir un seul tronçon droit qui demandera un espace linéaire important. Pour cette raison, on disposera la conduite en serpentín comme l'illustre la figure A7c. Pour déterminer le nombre de coudes et la longueur des tronçons droits, on respectera les paramètres suivants :

- Le nombre de coudes sera toujours impair pour que l'écoulement revienne vers son point de départ : il sera ainsi plus facile de localiser le point d'échantillonnage correspondant à la fin du traitement.
- Les tronçons droits de la conduite devront avoir une longueur minimale pour permettre à l'écoulement de se stabiliser avant le coude suivant : cette longueur minimale sera fonction du diamètre de la conduite et du débit maximal qui y passera.

- Les tronçons droits de la conduite devront avoir une longueur maximale en fonction de l'espace disponible : si la conduite est enfouie dans le sol, cette longueur limite pourra être plus importante que si la conduite doit être totalement dans le bâtiment.

Les dimensions des conduites pour assurer la désinfection nécessaire en fonction des volumes déterminés au tableau A26 pour les cas étudiés sont présentées au tableau A27.

TABLEAU A27 Dimensions des conduites nécessaires en fonction du volume minimal pour effectuer une désinfection au chlore pour 2 log de virus

Cas	Volume (m ³)	Diamètre conduite (mm)	Longueur conduite (m)	Nombre de coudes (180°)	Rapport L/d	Solution retenue
Cas I : 10 personnes	1,16	200	36,9	1	185	Non
		250	27,4	1	110	Oui
Cas II : 75 personnes	1,04	200	33,1	1	166	Non
		250	26,2	1	105	Oui
	1,92	250	45,2	3	181	Non
		300	32,3	1	108	Oui
Cas III : 250 personnes	3,48	300	56,0	3	187	Non
		350	39,9	1	114	Oui
	5,80	450	55,9	3	124	Non
		500	53,9	3	108	Oui

Bien que la désinfection en conduite soit plus efficace que celle en réservoir, il était plus pratique d'évaluer les coûts des équipements de désinfection en utilisant des réservoirs préconstruits. C'est donc avec les volumes déterminés au tableau A24 que les coûts de la désinfection seront évalués.

ÉVALUATION DES COÛTS DES DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS RETENUES POUR LA DÉSINFECTION

Le tableau A28 présente l'évaluation des coûts d'immobilisation et d'entretien des différentes configurations présentées au tableau 21 du chapitre 5 et numérotées au tableau A22 de la présente annexe. Les équipements considérés ont été détaillés avec leur prix d'achat et les frais d'entretien annuels le cas échéant. Pour ce qui est des coûts d'installation et d'exploitation, on a utilisé les mêmes critères que pour les chaînes de traitement (18 % du coût d'achat des équipements pour la main-d'œuvre et 8 % du coût d'achat des équipements pour l'installation¹). Les coûts liés à l'aménagement du site (bâtiment, ligne électrique, éclairage, chauffage, etc.) ne sont pas inclus dans cette évaluation, parce que ces éléments peuvent varier beaucoup d'un projet à l'autre. Pour les frais annuels d'entretien liés à la main-d'œuvre, un coût annuel équivalant à 30 % du coût initial de la main-d'œuvre a été retenu alors que, pour la quincaillerie, un coût annuel équivalant à 20 % du coût initial de la quincaillerie a été retenu.

TABLEAU A28 Coûts d'immobilisation et d'entretien pour la désinfection selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Coûts	Immob.	Frais annuels
	10 m³/d, bâtiment unique		
1	réserve, service continu, UV seuls	4,4	0,75
2	sans réserve, service continu, UV seuls	23,6	3,48
3	sans réserve, service interrompu, UV seuls	16,1	2,40
	10 m³/d, réseau		
4	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	9,0	1,02
5	réserve, service continu, UV et chlore	14,6	1,46
6	sans réserve, service interrompu, UV et chlore	16,6	1,58
	75 m³/d, bâtiment unique		
7	réserve, service continu, UV seuls	12,4	1,54
8	sans réserve, service continu, UV seuls	24,3	3,09
9	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	14,8	2,34
	75 m³/d, réseau		
10	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	17,0	1,93
11	réserve, service continu, UV et chlore	17,1	1,70
12	sans réserve, service continu, UV et chlore	37,9	3,80
	250 m³/d, bâtiment unique		
13	réserve, service continu, UV seuls	25,7	2,84
14	sans réserve, service continu, UV seuls	53,1	6,23
15	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	40,8	4,97
	250 m³/d, réseau		
16	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	33,1	4,04
17	réserve, service continu, UV et chlore	39,2	4,32
18	sans réserve, service continu, UV et chlore	52,2	5,58

De cette analyse de coûts, deux éléments sont à souligner. Le premier est que la désinfection UV s'avère généralement moins coûteuse que le chlore pour une désinfection équivalente, et ce, en considérant les

1. Ces estimations de 18 % et de 8 % du coût d'achat des équipements pour la main-d'œuvre et la quincaillerie peuvent varier selon la particularité de chacun des projets, mais permettent de comparer les différentes chaînes de traitement entre elles sur des bases équivalentes.

limites de l'étude de coûts réalisée dans cet ouvrage. Cet avantage peut être utilisé lorsqu'on distribue de l'eau potable dans un réseau à partir d'une eau de surface (ou d'une ESSIDES) mais il demeure toujours plus sécuritaire d'utiliser au moins deux étapes de traitement pour la désinfection, alors le chlore devra être utilisé en combinaison avec les UV dans tous les cas de distribution en réseau. **Toutefois, lorsqu'on alimente un réseau en eau potable à partir d'une eau souterraine, le gain économique réel de la mise en place de la désinfection UV doit être évalué au cas par cas face à la chloration seule qui demeure souvent un excellent choix en termes de coûts et de simplicité d'opération.** Le deuxième élément est que l'utilisation d'un réservoir pour répondre au débit de pointe instantané est une solution qui est toujours avantageuse économiquement en désinfection, alors que ce n'était pas toujours le cas pour les autres étapes de traitement (tableaux A15 à A21).

CHAÎNES DE TRAITEMENT COMPLÈTE

Finalement, afin de pouvoir déterminer quelles chaînes sont les plus avantageuses du point de vue du traitement et de la désinfection, il suffit d'intégrer les configurations de désinfection présentées au tableau A28 et les différentes chaînes de traitement présentées aux tableaux A15 à A21 et de déterminer quelles chaînes complètes sont les plus économiques en fonction des objectifs de traitement visés.

Les solutions en caractère gras dans les tableaux A29 à A35 sont reprises dans les tableaux 22 et 23 du chapitre 5; elles sont retenues comme les plus avantageuses pour le type d'eau brute concerné.

TABEAU A29 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination du fer et du manganèse et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique		Filtration sur sable vert (hypochlorite, permanganate)		Filtration sur matériau catalytique	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	10 m³/d, bâtiment unique						
1	réserve, service continu, UV seuls	10,8	1,27	20,0	2,02	10,4	1,11
2	sans réserve, service continu, UV seuls	29,5	4,05	48,3	5,95	33,3	4,52
3	sans réserve, service interrompu, UV seuls	19,1	2,77	35,8	4,40	22,6	3,10
	10 m³/d, réseau						
4	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	16,7	1,61	25,9	2,36	16,3	1,45
5	réserve, service continu, UV et chlore	22,3	2,05	31,5	2,80	21,9	1,89
6	sans réserve, service interrompu, UV et chlore	19,6	1,95	36,3	3,58	23,1	2,28
	75 m³/d, bâtiment unique						
7	réserve, service continu, UV seuls	24,8	3,46	41,5	4,29	28,0	2,74
8	sans réserve, service continu, UV seuls	34,7	5,01	56,0	6,99	40,2	4,86
9	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	22,2	4,05	41,2	5,60	25,4	3,52
	75 m³/d, réseau						
10	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	31,3	3,96	48,0	4,78	34,5	3,24
11	réserve, service continu, UV et chlore	31,4	3,73	48,1	4,55	34,6	3,01
12	sans réserve, service continu, UV et chlore	48,3	5,72	69,6	7,70	53,8	5,57
	250 m³/d, bâtiment unique						
13	réserve, service continu, UV seuls	55,9	10,67	79,1	10,32	60,9	6,00
14	sans réserve, service continu, UV seuls	72,0	13,60	113,5	15,32	95,6	10,58
15	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	61,0	12,30	92,6	13,13	74,8	8,45
	250 m³/d, réseau						
16	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	66,4	12,04	89,7	11,69	71,2	7,36
17	réserve, service continu, UV et chlore	72,5	12,32	95,8	11,97	77,3	7,64
18	sans réserve, service continu, UV et chlore	71,1	12,95	112,6	14,67	94,7	9,93

TABLEAU A30 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination de la dureté et du baryum et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique	
		Immob.	Frais annuels
	Coûts		
	10 m³/d, bâtiment unique		
1	réserve, service continu, UV seuls	10,8	1,27
2	sans réserve, service continu, UV seuls	29,5	4,05
3	sans réserve, service interrompu, UV seuls	19,1	2,77
	10 m³/d, réseau		
4	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	16,7	1,61
5	réserve, service continu, UV et chlore	22,3	2,05
6	sans réserve, service interrompu, UV et chlore	19,6	1,95
	75 m³/d, bâtiment unique		
7	réserve, service continu, UV seuls	24,8	3,46
8	sans réserve, service continu, UV seuls	34,7	5,01
9	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	22,2	4,05
	75 m³/d, réseau		
10	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	31,3	3,96
11	réserve, service continu, UV et chlore	31,4	3,73
12	sans réserve, service continu, UV et chlore	48,3	5,72
	250 m³/d, bâtiment unique		
13	réserve, service continu, UV seuls	55,9	10,67
14	sans réserve, service continu, UV seuls	72,0	13,60
15	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	61,0	12,30
	250 m³/d, réseau		
16	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	66,4	12,04
17	réserve, service continu, UV et chlore	72,5	12,32
18	sans réserve, service continu, UV et chlore	71,1	12,95

TABLEAU A31 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination du fer, du manganèse, de la dureté et du baryum et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique		Filtration sur sable vert avec résine cationique	
		Immobil.	Frais annuels	Immobil.	Frais annuels
	10 m³/d, bâtiment unique				
1	réserve, service continu, UV seuls	10,9	1,4	22,6	2,3
2	sans réserve, service continu, UV seuls	29,6	4,1	54,1	6,5
3	sans réserve, service interrompu, UV seuls	19,2	2,9	38,8	4,8
	10 m³/d, réseau				
4	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	16,8	1,7	28,0	2,9
5	réserve, service continu, UV et chlore	22,4	2,1	33,6	3,4
6	sans réserve, service interrompu, UV et chlore	19,7	2,0	39,3	3,9
	75 m³/d, bâtiment unique				
7	réserve, service continu, UV seuls	25,5	4,1	45,4	5,7
8	sans réserve, service continu, UV seuls	35,4	5,7	66,3	8,9
9	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	23,0	4,7	48,6	7,3
	75 m³/d, réseau				
10	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	32,0	4,6	51,9	6,2
11	réserve, service continu, UV et chlore	32,1	4,4	52,0	6,0
12	sans réserve, service continu, UV et chlore	49,0	6,4	80,7	10,3
	250 m³/d, bâtiment unique				
13	réserve, service continu, UV seuls	59,7	13,9	95,0	17,4
14	sans réserve, service continu, UV seuls	75,8	16,8	132,4	22,7
15	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	64,8	15,5	112,8	20,5
	250 m³/d, réseau				
16	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	70,2	15,3	105,5	18,7
17	réserve, service continu, UV et chlore	76,3	15,5	111,6	19,0
18	sans réserve, service continu, UV et chlore	74,9	16,2	131,5	22,0

TABEAU A32 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination du fer, du manganèse et des sulfures et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique et filtre à charbon		Résine cationique et matériau catalytique		Résine cationique, hypochlorite, filtre à charbon		Sable vert et matériau catalytique	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	10 m³/d, bâtiment unique								
1	réserve, service continu, UV seuls	12,5	1,53	12,5	1,39	17,0	1,81	17,6	1,90
2	sans réserve, service continu, UV seuls	39,2	7,59	39,2	5,10	45,5	8,09	51,6	6,49
3	sans réserve, service interrompu, UV seuls	25,6	5,13	25,6	3,46	31,9	5,62	35,9	4,41
	10 m³/d, réseau								
4	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	18,3	1,88	18,3	1,88	20,8	1,87	23,0	2,21
5	réserve, service continu, UV et chlore	23,9	2,32	23,9	2,32	26,4	2,31	28,6	2,65
6	sans réserve, service interrompu, UV et chlore	26,1	4,31	26,1	2,64	32,4	4,80	36,4	3,59
	75 m³/d, bâtiment unique								
7	réserve, service continu, UV seuls	31,9	5,86	31,9	4,19	38,2	6,34	42,2	4,36
8	sans réserve, service continu, UV seuls	50,6	11,15	50,6	6,63	56,9	11,74	65,6	7,58
9	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	32,8	8,14	32,8	5,13	39,1	8,73	45,5	5,79
	75 m³/d, réseau								
10	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	38,4	6,35	38,4	4,69	44,7	6,83	48,7	4,85
11	réserve, service continu, UV et chlore	38,5	6,12	38,5	4,46	44,8	6,60	48,8	4,62
12	sans réserve, service continu, UV et chlore	64,2	11,86	64,2	7,34	70,5	12,45	79,2	8,29
	250 m³/d, bâtiment unique								
13	réserve, service continu, UV seuls	76,8	18,95	77,1	13,04	83,1	19,74	93,4	11,88
14	sans réserve, service continu, UV seuls	115,8	27,78	115,8	17,99	122,1	28,86	149,5	18,56
15	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	94,9	23,68	94,9	15,77	101,2	24,77	120,6	15,55
	250 m³/d, réseau								
16	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	87,3	20,33	87,4	14,40	93,4	21,10	104,0	13,25
17	réserve, service continu, UV et chlore	93,4	20,61	93,5	14,68	99,5	21,38	110,1	13,53
18	sans réserve, service continu, UV et chlore	114,9	27,13	114,9	17,34	121,2	28,21	148,6	17,91

TABLEAU A33 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour l'élimination des nitrates et la désinfection des eaux souterraines selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Résine cationique et osmose inverse en PdU		Résine cationique et résine anionique	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	Coûts				
	10 m³/d, bâtiment unique				
1	réserve, service continu, UV seuls	13,7	1,57	13,6	1,66
2	sans réserve, service continu, UV seuls	32,5	4,36	42,2	5,69
3	sans réserve, service interrompu, UV seuls	22,1	3,07	25,6	3,66
	10 m³/d, réseau				
4	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	22,5	2,21	19,5	2,00
5	réserve, service continu, UV et chlore	28,1	2,65	25,1	2,44
6	sans réserve, service interrompu, UV et chlore	25,5	2,55	26,1	2,84
	75 m³/d, bâtiment unique				
7	réserve, service continu, UV seuls	32,1	4,22	32,8	4,28
8	sans réserve, service continu, UV seuls	45,8	5,99	56,0	7,39
9	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	33,3	5,02	34,7	5,58
	75 m³/d, réseau				
10	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	75,1	8,49	39,3	4,80
11	réserve, service continu, UV et chlore	75,2	8,26	39,4	4,57
12	sans réserve, service continu, UV et chlore	96,1	10,48	69,6	8,10
	250 m³/d, bâtiment unique				
13	réserve, service continu, UV seuls	74,2	12,56	71,9	12,76
14	sans réserve, service continu, UV seuls	91,9	17,32	106,8	17,89
15	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	79,2	14,19	86,8	15,37
	250 m³/d, réseau				
16	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	139,6	19,61	82,6	14,14
17	réserve, service continu, UV et chlore	145,7	19,89	88,7	14,42
18	sans réserve, service continu, UV et chlore	145,8	20,59	105,9	17,24

TABLEAU A34 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour le traitement et la désinfection d'une eau de surface ayant une couleur inférieure à 5 UCV selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Filtre granulaire		Filtre granulaire bicouche et résine anionique	
		Coûts	Immob.	Frais annuels	Immob.
	10 m³/d, bâtiment unique				
1	réserve, service continu, UV seuls	10,2	1,10	12,3	1,49
2	sans réserve, service continu, UV seuls	30,0	4,19	41,9	6,66
3	sans réserve, service interrompu, UV seuls	20,3	2,88	26,7	4,32
	10 m³/d, réseau				
4	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	16,1	1,44	21,0	2,15
5	réserve, service continu, UV et chlore	21,7	1,88	26,6	2,59
6	sans réserve, service interrompu, UV et chlore	20,8	2,06	27,2	3,50
	75 m³/d, bâtiment unique				
7	réserve, service continu, UV seuls	25,8	2,52	32,2	5,00
8	sans réserve, service continu, UV seuls	34,4	4,28	54,2	9,33
9	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	21,5	3,13	35,3	6,93
	75 m³/d, réseau				
10	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	32,3	3,02	38,7	5,49
11	réserve, service continu, UV et chlore	32,4	2,79	38,8	5,26
12	sans réserve, service continu, UV et chlore	48,0	4,99	67,8	10,04
	250 m³/d, bâtiment unique				
13	réserve, service continu, UV seuls	52,7	5,20	79,4	16,12
14	sans réserve, service continu, UV seuls	82,4	9,36	123,9	24,00
15	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	64,2	7,47	99,2	20,24
	250 m³/d, réseau				
16	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	63,3	6,57	89,9	17,49
17	réserve, service continu, UV et chlore	69,4	6,85	96,0	17,77
18	sans réserve, service continu, UV et chlore	81,5	8,71	123,0	23,35

TABEAU A35 Coûts d'immobilisation et d'entretien des chaînes de traitement complètes pour le traitement et la désinfection d'une eau de surface ayant une couleur supérieure à 5 UCV selon les configurations retenues (en milliers de dollars de 2005)

Cas	Traitement	Filtration lente avec résine anionique		Filtration lente avec charbon actif en grains		Filtre granulaire bicouche avec résine anionique		Filtre granulaire avec osmose inverse en PdU		Filtre granulaire avec nanofiltration centrale	
		Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels	Immob.	Frais annuels
	Coûts										
	10 m³/d, bâtiment unique										
1	réserve, service continu, UV seuls	61,7	9,55	60,7	9,33	13,0	1,61	10,5	1,33	26,7	1,83
2	Sans réserve, service continu, UV seuls	235,8	27,59	232,3	27,57	45,2	8,53	34,0	4,72	solution écartée	
3	sans réserve, service interrompu, UV seuls	122,3	14,54	121,6	14,66	28,0	5,44	24,4	3,40	solution écartée	
	10 m³/d, réseau										
4	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	74,4	10,27	66,5	9,67	19,1	1,99	22,3	2,14	32,5	2,43
5	réserve, service continu, UV et chlore	80,0	10,71	72,1	10,11	24,7	2,43	27,9	2,58	38,1	2,87
6	sans réserve, service interrompu, UV et chlore	122,8	13,72	122,1	13,84	27,9	4,64	27,4	2,86	solution écartée	
	75 m³/d, bâtiment unique										
7	réserve, service continu, UV seuls	120,9	14,77	120,7	13,96	33,5	6,11	33,7	3,47	130,8	8,51
8	sans réserve, service continu, UV seuls	solution écartée		solution écartée		58,0	12,25	solution écartée		solution écartée	
9	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	216,0	26,88	211,3	25,91	37,5	8,87	29,7	4,15	solution écartée	
	75 m³/d, réseau										
10	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	127,4	15,26	127,2	14,45	40,0	6,61	77,2	7,77	137,2	6,46
11	réserve, service continu, UV et chlore	127,5	15,03	127,3	14,22	40,1	6,38	77,3	7,54	137,3	6,23
12	sans réserve, service continu, UV et chlore	149,9	17,88	143,6	17,05	71,3	12,96	92,9	9,75	solution écartée	
	250 m³/d, bâtiment unique										
13	réserve, service continu, UV seuls	340,7	39,22	331,9	33,99	84,4	20,10	75,1	7,54	258,4	16,85
14	sans réserve, service continu, UV seuls	solution écartée		solution écartée		131,1	30,15	solution écartée		solution écartée	
15	sans réserve, capacité réduite, UV seuls	348,4	41,28	343,7	36,80	105,1	25,27	89,4	10,36	solution écartée	
	250 m³/d, réseau										
16	réserve, service continu, UV (chlore réseau)	351,3	40,59	342,4	35,36	94,9	21,47	142,0	14,81	269,0	18,22
17	réserve, service continu, UV et chlore	357,4	40,87	348,5	35,64	101,0	21,75	148,1	15,09	275,1	18,50
18	sans réserve, service continu, UV et chlore	365,3	42,81	361,2	38,27	130,2	29,50	159,7	16,84	solution écartée	

ANNEXE 8 GLOSSAIRE

Note : S'il y a disparité entre le texte ci-après et celui du Règlement, ce dernier demeure la référence légale.

Bactérie : Organisme vivant composé d'une seule cellule et pouvant vivre comme parasite des animaux et des êtres humains. Parmi les bactéries, ce sont les bactéries *E. coli* qui répondent au plus grand nombre de critères pour être un indicateur de contamination fécale efficace : cette bactérie est toujours d'origine fécale, elle peut être pathogène, il est facile et peu coûteux de l'analyser et les résultats sont fiables. Mais elle n'est pas toujours présente dans la source d'eau, elle n'est pas très résistante à la désinfection et les méthodes d'analyse reconnues demandent un délai de 24 heures. Même si certaines méthodes d'analyse peuvent donner des résultats sur place rapidement, elles ne sont pas encore reconnues par le CEAÉQ.

Bactérie entérocoque : Espèce de bactérie plus résistante à la désinfection que la bactérie *E. coli*. Il est facile et peu coûteux de l'analyser, les résultats sont fiables, certaines variétés peuvent être pathogènes, mais elle n'est pas toujours d'origine fécale et, par conséquent, on doit l'analyser conjointement avec la bactérie *E. coli* pour confirmer l'origine fécale de la contamination. Pour cette raison, l'obligation de faire l'analyse des bactéries entérocoques se limite aux eaux souterraines vulnérables non désinfectées, ou désinfectée de façon incomplète, et les échantillons d'eau potable prélevés ne doivent contenir aucune bactérie entérocoque.

Coliformes totaux : Bactéries naturellement présentes dans l'environnement et servant d'indicateurs de la qualité générale de l'eau plutôt que d'indicateur de risque réel pour la santé humaine, puisque les bactéries coliformes totales ne sont pas toutes d'origines fécales.

Colonies atypiques : Colonies bactériennes ne présentant pas la couleur typique vert métallique au moment du dénombrement des coliformes totaux par la méthode de la membrane filtrante et nuisant à la croissance des coliformes lorsque leur nombre est supérieur à 200 UFC/100 ml. Elles ne représentent pas de risque pour la santé et ne figurent dans le Règlement que pour s'assurer que les résultats d'analyse des coliformes par les membranes filtrantes seront fiables.

Cryptosporidium : Voir *Giardia*.

Désinfection : Traitement permettant d'inactiver les microorganismes pathogènes. Les méthodes de désinfection comprennent des procédés chimiques (comme le traitement au chlore) ainsi que des procédés physiques (comme les lampes à ultraviolet). Parmi tous ces procédés, seules la chloration et la chloramination laissent un niveau de désinfectant résiduel nécessaire pour maintenir la qualité microbiologique de l'eau dans le système de distribution. Toutefois, les chloramines sont rarement utilisées dans les petites installations.

Eau destinée à la consommation humaine : Eau potable ou eau destinée à l'hygiène personnelle qui doit satisfaire aux normes de qualité définies par le Règlement.

Eaux de surface : D'après le Règlement, sont considérés comme eaux de surface les lacs, le fleuve, les rivières, les sources et eaux souterraines dont la qualité microbiologique est susceptible d'être altérée par des eaux de surface. Les eaux de surface peuvent être contaminées par des microorganismes pathogènes.

Eaux souterraines vulnérables : Eaux souterraines dont le captage est étanche, mais situées dans un sol qui peut laisser migrer jusqu'à la nappe d'eau des virus et des bactéries. Dans le contexte d'application du Règlement, une zone est réputée vulnérable lorsque le sol est suffisamment perméable selon la méthode DRASTIC et que des sources de pollution fécale sont présentes en surface.

Entreprises : Ce sont les établissements privés où s'exerce une activité commerciale, industrielle, agricole ou professionnelle et parmi lesquels on retrouve les camps forestiers, les industries, les bureaux d'affaires, etc.

***Escherichia coli (E. coli)* :** Espèce bactérienne faisant partie du groupe des coliformes, du sous-groupe des coliformes fécaux. Leur présence indique une contamination récente par les matières fécales humaines ou animales et la possibilité de présence de microorganismes pathogènes. Les *E. coli* à la source des décès à Walkerton font partie du sérotype pathogène appelé *E. coli O157 : H7*, responsable de la maladie communément appelée « maladie du hamburger ». Par ailleurs, il existe plusieurs variétés d'*E. coli* qui ne sont pas pathogènes et qui ne représentent pas un danger pour la santé.

Établissements touristiques : Ce sont les établissements qui offrent au public des services d'hébergement ou de restauration ou des emplacements pour camper. Parmi ces établissements, on trouve les campings, les bureaux d'information touristique, les musées, les centres de ski, les camps de vacances, les bases de plein air et de loisirs, les plages publiques, les haltes routières, les centres de golf, les marinas et les sites où s'effectuent des visites touristiques guidées.

Établissements touristiques saisonniers : Ce sont les établissements touristiques dont la période d'ouverture est saisonnière. Le Ministère considère comme saisonnier un établissement fermé au moins deux mois consécutifs par année.

Étiage : Niveau minimal des eaux atteint par un cours d'eau ou un lac à une certaine récurrence (généralement exprimée en années) et pendant un certain temps (généralement exprimé en jours).

Exploitant d'un système de distribution : Personne ou groupe de personnes qui exploite et entretient le système de distribution qui alimente les consommateurs en eau potable, ou, le cas échéant, en eau non potable de façon permanente dans certains établissements touristiques tels que définis dans l'article 44.1 du Règlement. L'exploitant peut être le propriétaire, ou une autre personne ou une firme mandatée par le propriétaire.

Filtration : Traitement permettant d'enlever physiquement une certaine quantité de microorganismes et de diminuer la turbidité conformément aux exigences réglementaires. Le mode de filtration le plus utilisé est celui au sable qui comprend l'ajout au préalable de produits chimiques. On peut toutefois utiliser d'autres types de filtres, comme des membranes synthétiques, des lits granulaires bicouches (anthracite et sable) ou multicouches, des cartouches, etc. Dans le même ordre d'idées, on peut considérer que l'expression « toute autre filtration » utilisée aux tableaux 5.1 et 5.2 de l'alinéa 5 de l'annexe 1 du Règlement s'applique à toute filtration permettant d'éliminer les particules ayant une taille d'au moins 5 µm.

Gélinite® : Conduite à base de béton dont les parois laissent passer l'eau (Gélinite® est une marque de commerce). Ces conduites de béton poreux peuvent donc être utilisées comme bases pour un captage d'eau brute.

***Giardia* et *Cryptosporidium* :** Protozoaires qui sont des parasites intestinaux pouvant causer des gastro-entérites chez l'être humain et les animaux. En raison de leur grosseur, ils sont filtrés par le sol et ne migrent pas facilement dans les eaux souterraines. Ces organismes peuvent provenir des excréments humains mais aussi d'animaux sauvages comme le castor, ou d'animaux d'élevage comme le porc ou les bovins. Lorsque *Giardia* et *Cryptosporidium* sont dans l'environnement, ces deux espèces prennent la forme d'un « œuf » qu'on appelle kyste pour *Giardia* et oocyste pour *Cryptosporidium*. Ces « œufs », que nous appellerons kystes par la suite, protègent les protozoaires des agressions externes, ce qui les rend très résistants à la désinfection. Une fois que les kystes se retrouvent dans un corps humain, par l'ingestion d'une eau potable insuffisamment traitée par exemple, ils s'ouvrent et les protozoaires peuvent infecter la personne. Comme pour les bactéries, tous les kystes de *Giardia* et de *Cryptosporidium* ne sont pas pathogènes – il peut exister d'autres espèces pathogènes qui ne sont pas analysées et le fait de boire une eau potable contenant des kystes ne nous rendra pas nécessairement malade –, mais le risque est beaucoup plus élevé que s'il n'y a pas de kystes. De plus, le coût, la précision, le délai d'analyse et la

faible quantité de kystes présents dans l'eau potable font en sorte qu'il n'est pas possible d'en faire l'analyse à un coût raisonnable. Donc, le contrôle de la qualité de l'eau potable pour *Giardia* et *Cryptosporidium* se fait à l'étape du traitement, en fonction de la qualité générale de la source d'eau.

Innocuité : Caractère de ce qui n'est pas nuisible, toxique ou nocif.

Institutions : Ce sont les établissements qui sont de compétence gouvernementale directe et qui regroupent les établissements de détention, les établissements de santé et de services sociaux ainsi que les établissements d'enseignement. Parmi ces établissements, on trouve entre autres les prisons, les centres de détention, les écoles primaires et secondaires, les cégeps, les universités, les instituts de recherche, les centres de la petite enfance, les garderies, les haltes-garderies, les jardins d'enfants, les hôpitaux, les centres hospitaliers de soins de longue durée, etc.

Laboratoire accrédité : Laboratoire reconnu par le programme d'accréditation géré par le CEAEQ.

Microbiologie : Science qui traite des organismes microscopiques (microorganismes) invisibles à l'œil nu. Cette science comprend entre autres l'étude des bactéries (par exemple *E. coli*), des protozoaires (par exemple *Giardia* et *Cryptosporidium*) et des virus.

Microorganismes pathogènes : Virus, bactéries ou protozoaires pouvant causer une maladie chez l'être humain. En général, les maladies d'origine hydrique sont des gastro-entérites.

Nitrates et nitrites : Composés azotés normés (10 mg d'azote/L) dont la présence dans l'eau souterraine indique généralement une pollution d'origine agricole ou des rejets d'eau usée domestique.

Organoleptique : Relatif au goût, à l'odeur, à la saveur et à l'apparence.

pH : Mesure du degré d'acidité ou d'alcalinité d'un liquide ou d'un sol.

Propriétaire d'un système de distribution : Personne ou groupe de personnes qui possède le système de distribution qui alimente les consommateurs en eau potable, ou, le cas échéant, en eau non potable de façon permanente dans certains établissements touristiques tels que définis dans l'article 44.1 du Règlement.

Protozoaire : Comme la bactérie, le protozoaire est un organisme vivant composé d'une seule cellule et pouvant vivre comme parasite des animaux et des êtres humains.

Réseau privé : Système de distribution alimentant en eau un secteur résidentiel qui est propriété d'un résident ou d'un groupement de résidents. Les parcs de maisons mobiles et les systèmes de distribution assujettis au Règlement sur les aqueducs et égouts privés, (L.R.Q., c. Q-2, r. 4.01), entre autres, exploitent des réseaux privés.

Responsable d'un système de distribution : Propriétaire ou exploitant d'un système de distribution.

Suivi d'intégrité : Contrôle périodique pour s'assurer que les membranes n'ont pas été altérées au point où leur efficacité pourrait être remise en question.

Système de distribution : Canalisation ou ensemble de canalisations servant à distribuer de l'eau destinée à la consommation humaine. La prise d'eau et le traitement, le cas échéant, sont inclus dans cette définition.

Turbidité : Caractère d'une eau qui est trouble. Sa mesure s'exprime en UTN (unité de turbidité néphélométrique) et sert notamment à vérifier l'efficacité du traitement de filtration. La turbidité est préoccupante, puisqu'elle peut interférer avec l'efficacité de la désinfection dès qu'elle dépasse 1,0 UTN. En eau potable, une eau turbide n'est généralement visible à l'œil nu qu'à partir de 5,0 UTN.

Virus : Organisme à structure bien définie qui a la particularité de se reproduire à partir de son seul matériel génétique en parasitant un autre être vivant. La famille des virus comprend plusieurs centaines d'espèces et on connaît au moins 130 de ces espèces qui sont pathogènes. L'analyse de ces 130 espèces serait non seulement très coûteuse mais aussi très complexe. De plus, comme leur taille, leur résistance à la désinfection et les méthodes pour les analyser sont différentes de celles des bactéries, les indicateurs bactériens retenus par le Règlement ne peuvent pas servir à déterminer le niveau de contamination virale de l'eau. Donc, comme avec les protozoaires, le contrôle de la qualité de l'eau potable pour les virus se fait à l'étape du traitement, en fonction de la qualité générale de la source d'eau. Finalement, autant les virus que les protozoaires sont des parasites.

Virus coliphage F-spécifique : Type de virus qui infecte essentiellement les bactéries *E. coli* et qui sont plus résistants à la désinfection et dans l'environnement en général que les bactéries coliformes. Il doit être analysé conjointement avec la bactérie *E. coli* pour confirmer l'origine fécale de la contamination. Pour cette raison, l'obligation de faire l'analyse des virus coliphages F-spécifiques se limite aux eaux souterraines vulnérables non désinfectées, et les échantillons d'eau potable prélevés ne doivent en contenir aucun.

**Environnement
et Lutte contre
les changements
climatiques**

Québec 