

Évaluation critique des approches de protection des sources d'eau potable et des critères de dérogation à la filtration

7 février 2006



ÉCOLE
POLYTECHNIQUE
M O N T R É A L

Évaluation critique des approches de protection des sources d'eau potable et des critères de dérogation à la filtration

7 février 2006

Michèle Prévost

Shokoufeh Nour

Kenza Jaidi

Table des Matières

1	RAPPEL DU MANDAT ET INTRODUCTION.....	1
2	CONCEPTS GENERAUX DE PROTECTION DE LA RESSOURCE COMME SOURCE D'EAU POTABLE.....	1
2.1	Identification des risques majeurs en eau potable	1
2.2	Sources de contamination	1
2.2.1	Sources de contamination microbiologique.....	1
2.2.1.1	Giardia	2
2.2.1.2	Cryptosporidium.....	4
2.2.2	Sources de contamination chimique	5
2.3	Variabilité de la qualité des eaux de surface et de leur contamination.....	7
2.4	Approche de gestion de risque.....	8
2.4.1	Définitions	8
2.4.2	Objectif	9
2.4.3	Étapes de l'analyse des risques.....	9
2.4.4	Méthodes de l'analyse du risque.....	9
2.4.4.1	Les arbres.....	10
2.4.4.2	Arbre de causes ou arbre de défaillances (fault tree analysis).....	10
2.4.4.3	Arbre d'événements.....	10
2.4.4.4	Analyse Préliminaire des Risques (APR).....	11
2.4.4.5	AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leur Effets et de la Criticité).....	11
2.4.4.6	HAZOP (hazard and operability studies).....	12
2.4.4.7	HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)	12
2.4.5	Comparaison des méthodes d'analyse du risque	13
2.4.6	Limites des méthodes d'analyse du risque et applicabilité à l'évaluation du risque de la ressource.....	15
2.5	Risques associés à la source et avantages sanitaires de la protection des sources d'eau potable.....	16
2.6	Approches de protection des sources d'eau potable	20
2.6.1	L'approche des sources protégées	20
2.6.2	Sources protégées aux États-Unis.....	20
2.6.3	Sources protégées ailleurs au monde.....	Erreur ! Signet non défini.
2.6.4	L'approche des classes de qualité et plans de protection.....	22
3	DOCUMENTATION DES PRATIQUES ETABLIES DANS D'AUTRES PAYS ET PROVINCES.....	24
3.1	Québec	24
3.2	Canada	25
3.2.1	Approche de la source au robinet	25
3.2.2	Recommandations spécifiques par paramètre de Santé Canada.....	30
3.2.2.1	Bactéries hétérotrophes aérobies (BHA)	31
3.2.2.2	Escherichia coli.....	31
3.2.2.3	Coliformes totaux (Santé Canada	31
3.2.2.4	Giardia et Cryptosporidium	31
3.2.2.5	Turbidité.....	32
3.2.3	Colombie-Britannique	33

3.2.4	Ontario	34
3.2.4.1	Règlement sur la qualité de l'eau potable et définissant les systèmes de traitement d'eau et leurs obligations	34
3.2.4.2	Protection de la source	35
3.2.5	Nouvelle Écosse.....	39
3.2.6	Nouveau Brunswick.....	42
3.2.7	Alberta	50
3.3	Etats-Unis.....	Erreur ! Signet non défini.
3.3.1	Cadre législatif fédéral.....	56
3.3.1.1	Surface Water Treatment Rule – SWTR United States Environmental Protection Agency (USEPA)	56
3.3.1.2	IESWTR Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule (United States Environmental Protection Agency (USEPA).....	58
3.3.1.3	Stage I Disinfection By-Product Rule (United States Environmental Protection Agency (USEPA)	58
3.3.1.4	LT1 ESWTR (United States Environmental Protection Agency (USEPA)	59
3.3.1.5	LT2 ESWTR (United States Environmental Protection Agency (USEPA)	59
3.3.2	Critères spécifiques aux sources protégées de l'USEPA.....	61
3.3.3	Protection de la ressource	63
3.3.4	Application dans les États Américains	63
3.3.4.1	Massachusetts	64
3.3.4.2	Oregon	65
3.4	Communauté Européenne.....	66
3.4.1	Directives européennes sur la qualité de l'eau potable et la protection de la ressource	66
3.4.2	Établissement du principe de précaution dans la législation européenne	66
3.5	Nouvelle-Zélande.....	68
3.6	Australie.....	71
3.6.1	Cadre réglementaire des recommandations australiennes	71
3.6.2	Désinfection	80
3.6.3	Recommandations spécifiques par paramètre du gouvernement de l'Australie.....	81
3.6.4	Classement du risque	82
4	ÉTUDES DE CAS.....	84
4.1	Cas aux États-Unis.....	84
4.1.1	MWRA, Massachussets	87
4.1.2	New York, New York.....	90
4.1.3	Syracuse, New York	90
4.1.4	Portland, Maine.....	91
4.1.5	Portland, Oregon.....	92
4.2	Cas au Canada.....	93
4.2.1	Situation en Colombie-Britannique	93
4.2.2	Vancouver – GVRD.....	95
4.2.3	Victoria – CRD	100
5	COMPARAISON ET ANALYSE CRITIQUE DES DIFFERENTES PRATIQUES.....	103
5.1	Résumé des approches réglementaires pour la qualité de l'eau potable et la protection des sources.	103
5.2	Les critères de dérogation à la filtration vs la gradation des exigences de traitement en fonction de la qualité de la source	105

5.3 L'ouverture à la double désinfection de sources non-protégées	107
5.4 Définition des classes d'eau et programme de protection	109
ANNEXE ASOMMAIRE DES MESURES DE PROTECTION DES SOURCES D'EAU AU	
CANADA.....	110
A.1 Colombie-Britannique	110
A.2 Alberta	110
A.3 Saskatchewan.....	110
A.4 Manitoba	111
A.5 Ontario	111
A.6 Québec	112
A.7 Nouvelle-Écosse	112
A.8 Nouveau-Brunswick	113
A.9 Terre-Neuve et Labrador	113
A.10 Île-du-Prince-Édouard	113
A.11 Territoires.....	114
ANNEXE BSOMMAIRE DES CRITERES DE DEROGATION DE LA FILTRATION - USEPA	
.....	115
LISTE DE RÉFÉRENCES	120

1 RAPPEL DU MANDAT ET INTRODUCTION

Le mandat proposé consiste à faire la synthèse et l'analyse critique des approches de protection d'eaux de surface servant à la production d'eau potable à travers le monde et à en évaluer l'applicabilité pour la définition d'exigences de traitement au Québec.

Partant de l'examen particulier du concept et des modalités d'application des sources protégées, la définition et l'application du principe d'analyse de risque sont discutées. Son application spécifique à la définition de classes de qualité d'eaux brutes pour l'octroi d'une dérogation à la filtration est ensuite revue en détail. L'objectif principal est de dégager des tendances de méthodes de classement des eaux brutes et des mécanismes d'adéquation entre la qualité de l'eau brute et les exigences de traitement. Des études de cas offrent des exemples d'application aux États-Unis et au Canada.

2 CONCEPTS GÉNÉRAUX DE PROTECTION DE LA RESSOURCE COMME SOURCE D'EAU POTABLE

2.1 IDENTIFICATION DES RISQUES MAJEURS EN EAU POTABLE

Le risque principal sanitaire auquel sont confrontés les consommateurs d'eau est le risque d'infection microbienne. Quoique la limitation des risques d'exposition à des contaminants chimiques soit évidemment souhaitable, l'OMS et la plupart des réglementations dans les pays industrialisés reconnaissent la prépondérance du risque microbien. La contamination chimique des sources est souvent une problématique d'eaux souterraines, quoique les préoccupations récentes quant à l'impact des composés traces sur la santé et les déversements industriels soulèvent cette question pour de nombreuses eaux de surface. L'élément principal de risque est donc la contamination microbiologique de la source d'eau potable.

L'OMS déclarait en 2003 dans ses documents de soutien à l'élaboration de ses nouvelles directives que: *'La principale et plus importante étape de préparation d'une eau potable n'ayant pas d'impact sanitaire est la sélection de la meilleure source d'eau disponible... La deuxième étape consiste à protéger la meilleure source disponible de manière à minimiser la probabilité d'évènements de contamination par des micro-organismes pathogènes, particulièrement les ceux de nature transitoire et aigue'* (Medema et al. 2003a). La sélection et la protection de la source d'eau potable sont des éléments centraux de la réduction du risque sanitaire qui doivent être pris en compte pour la définition des exigences de traitement.

En accord avec cette position, le juge O'Connor affirme dans le rapport de la Commission Walkerton que: *'Dans un réseau d'approvisionnement en eau potable faisant appel à la technique des barrières multiples pour garantir la salubrité de l'eau. La première barrière consiste à choisir des sources d'eau sûres et de grande qualité, et à les protéger... il faudrait élaborer des plans de protection des sources à l'échelle des bassins versants et exiger de tels plans pour tous les bassins versants... qui feront l'objet d'autorisation ministérielle'*.

2.2 SOURCES DE CONTAMINATION

2.2.1 Sources de contamination microbiologique

Les sources de contamination fécale comprennent les rejets humains, d'élevage et les déjections provenant de la faune. Certains pathogènes humains sont présents dans les déchets humains et animaux (*Cryptosporidium* sp., *Campylobacter*, etc.), d'autres sont exclusivement

d'origine fécale humaine (*Shigella*, virus entériques) (Medema et al. 2003b). Les rejets agricoles d'élevage sont bien reconnus comme une source de contamination fécale. La faune peut aussi être une source importante puisque des rongeurs, certains canards et oies et mammifères (castor, loutre renard, etc.) sont des réservoirs de plusieurs pathogènes humains (*Giardia*, *Cryptosporidium*, *Yersinia*, *Campylobacter*, etc.). La contribution des apports de la faune peut être majeure dans certains cas tel que montré par l'épidémie de toxoplasmose en 1995 à Victoria. Les rejets d'eaux usées contiennent des concentrations élevées de pathogènes humains, lesquelles sont réduites partiellement par un traitement complet. La désinfection au chlore réduit encore cette charge quoiqu'elle n'abaisse pas vraiment les niveaux de virus et de protozoaires. La désinfection des eaux usées aux UV permet d'inactiver les kystes et oocystes de protozoaires, ce qui en fait une solution privilégiée pour la réutilisation des eaux usées. Les surverses en temps d'orage peuvent contenir des eaux de ruissellement, de lessivage de réseaux de collecte et des eaux usées non traitées. Elles peuvent donc aussi être une source majeure de contamination fécale, particulièrement dans le cas de réseaux combinés comme au Québec.

Dans la majorité des pays industrialisés, la définition des exigences de traitement pour des eaux de surface est fortement influencée par le niveau de contamination par des pathogènes protozoaires. L'élimination de *Cryptosporidium* domine souvent les critères de sélection de traitement parce que ces micro-organismes sont résistants aux procédés de désinfection conventionnels (chlore, ClO₂ et ozone). Il est donc important de bien identifier la source des kystes de *Giardia* et des oocystes de *Cryptosporidium* pour en comprendre l'origine et en prédire l'impact. On note que de nombreuses épidémies répertoriées d'origine hydrique sont associées à des contaminations provenant de la faune ou de l'élevage. Ceci ne signifie toutefois pas que la contamination par la faune est la plus importante source de contamination des sources d'eau de surface par ces pathogènes. En effet, un nombre important de ces petites épidémies se sont produites dans des sources généralement de très bonne qualité mais ne subissant aucun traitement permettant de réduire une contamination transitoire. La plupart des sources fortement contaminées par des rejets urbains et agricoles ne sont pas utilisées sans un traitement complet. Or la présence d'un traitement complet conventionnel n'est pas toujours suffisante en présence d'une forte contamination, tel que démontré par l'épidémie de cryptosporidiose de North Battleford. La contamination de l'eau brute dans ce cas était causée par l'élevage et le mauvais fonctionnement d'une station d'épuration dont l'émissaire est situé en amont de la prise d'eau.

2.2.1.1 Giardia

Santé Canada a publié en 2004 une revue de littérature sur l'occurrence et l'impact sanitaire de *Giardia* lors de la publication de leur proposition de directive (Santé Canada, 2004d). Ils rapportent :

- une incidence importante mais décroissante de giardiase: '*plus de 5 000 cas confirmés de giardiase au Canada en 1999, ce qui représente une baisse importante par rapport aux 9 000 cas signalés en 1987. Les taux d'incidence ont diminué de la même façon au cours de cette période (de 34,44 à 17,7 cas pour 100 000 personnes)*' (Santé Canada, 2003) ;
- que la plupart des éclosions documentées ont été associées à une transmission zoonotique impliquant particulièrement le castor (Kirner et al. 1978 et al. 1978; Lippy, 1981; Isaac-Renton et al. 1993);
- que le potentiel de contamination par les eaux usées augmente avec la croissance démographique et l'intensité des activités humaines autour des zones de captage de l'eau.

Ainsi Erlanden et coll. Erlandsen et al. 1988) ont conclu que les kystes de *Giardia* présents dans l'eau pouvaient provenir de diverses sources et que les études épidémiologiques qui se concentrent sur les castors pouvaient passer à côté d'importantes sources de contamination par les kystes. On a constaté que certaines éclosions d'origine hydrique provenaient d'une contamination par des eaux usées humaines (Wallis et al. 1998). Ongerth *et al.* (Ongerth et al. 1995) ont montré qu'il existait une relation statistiquement significative entre une importante utilisation d'eau par les humains à des fins domestiques et récréatives et la prévalence de la *Giardia* chez les animaux et dans les eaux de surface.

Les concentrations de *Giardia* dans les sources d'eau potable sont variables mais leur prévalence élevée. Santé Canada (Santé Canada, 2004d) rapporte que :

- *'Wallis et al. (Wallis et al. 1998) ont constaté que 56,2 % de 162 échantillons d'eaux usées brutes contenaient des kystes de Giardia à des concentrations allant de 1 à 88 000 kystes/L, et 10 % de 1 215 échantillons d'eau brute et d'eau potable traitée contenaient de 0,001 à 2 kystes/L.*
- *Dans les échantillons de trois sites se trouvant sur deux rivières de la région de Montréal, les concentrations moyennes de kystes de Giardia allaient de 0,07 à 14 kystes/L (Payment and Franco, 1993). Les niveaux moyens de kystes dans les eaux traitées de ces deux rivières étaient <0,002 kystes/L.*
- *Des données supplémentaires du Québec, recueillies par le ministère de l'Environnement et de la Faune, ont montré que 45 % des sources d'eau polluées et 34 % des sources d'eau cristalline de la province, dont la plupart provenaient de rivières, étaient contaminées par des kystes de Giardia (le nombre total d'échantillons était de 71) (Barthe et Brassard 1994).*
- *Isaac-Renton et ses collaborateurs (Isaac-Renton et al. 1993; Isaac-Renton et al. 1987; Isaac-Renton et al. 1994 Isaac-Renton et al. 1996; Ong et al. 1996) ont signalé une contamination par kystes de Giardia dans un certain nombre de sites de la Colombie-Britannique dont certains ont connu des éclosions de giardiase d'origine hydrique. Lors d'une étude menée à l'échelle provinciale, on a détecté des kystes dans 68 % des échantillons d'eau brute et dans 59 % des échantillons désinfectés. Les concentrations moyennes de kystes dans les échantillons d'eau brute (2,9/100 L) étaient plus élevées que dans les échantillons d'eau traitée (2,1/100 L).'*

Santé Canada (Santé Canada, 2004d) effectue une revue exhaustive des éclosions de giardiase d'origine hydrique associées à des réseaux publics de distribution d'eau potable au Canada et aux Etats-Unis. Ils soulignent que l'absence de traitement efficace, et plus particulièrement de filtration, est souvent en cause:

- Craun (Craun, G.F., 1979) a montré que l'utilisation d'eaux de surface, un traitement minimal (généralement une simple chloration) et une installation de traitement inadéquate constituaient des causes courantes de giardiase d'origine hydrique. Les petites installations de traitement de l'eau utilisant une eau de surface de bonne qualité à faible turbidité semblaient être les plus touchées.
- Lin (Lin, 1985) a conclu que ces éclosions et d'autres étaient dues à l'absence de filtration, à une mauvaise utilisation des filtres, à une chloration inadéquate, à une intercommunication avec des eaux usées et à l'utilisation d'eaux de surface contaminées comme source d'eau potable.

Notons que ces observations ont été faites au moment où les seules technologies de traitement considérées étaient la chloration et la filtration, et avant que ne soient rendus obligatoires les exigences de concentrations et de temps de contact (CT) pour l'inactivation de *Giardia*.

Santé Canada a aussi pris position en faveur de la protection de la source pour limiter la contamination microbiologique des prises d'eau : *'la gestion des bassins versants pour contrôler les rejets d'eaux usées et les populations de mammifères aquatiques dans le voisinage des prises d'eau est aussi importante pour prévenir la maladie qu'un traitement adéquat des eaux.'*

2.2.1.2 Cryptosporidium

Santé Canada a aussi publié une revue de littérature sur l'impact et l'occurrence de *Cryptosporidium* (Santé Canada, 2004d). Ils rapportent que les taux signalés de prévalence de la cryptosporidiose chez les humains varient entre 0,6 et 20 % (Caprioli et al. 1989; Zu et al. 1992; Molbak et al. 1993; Nimri and Batchoun, 1994).

D'après Santé Canada (Santé Canada, 2004d), les principales sources de *Cryptosporidium* sont:

- ***L'excrétion par les humains***, les hôtes humains infectés peuvent excréter jusqu'à 10^{10} oocystes/g de fèces (Smith and Rose, 1990).
- ***Le bétail*** peut constituer une source importante de *C. parvum* dans les eaux de surface. Olson et al. 1997) ont signalé que le *Cryptosporidium* était commun chez les animaux d'élevage au Canada. On l'a détecté dans des échantillons de fèces de bovins (20 %), d'ovins (24 %), de porcs (11 %) et de chevaux (17 %). La présence d'oocystes a été plus fréquente chez les veaux que chez les animaux adultes; inversement, elle a été plus fréquente chez les porcs et les chevaux adultes que chez leurs petits. Les veaux infectés peuvent excréter jusqu'à 10^7 oocystes/g de fèces (Smith and Rose, 1990). D'autres études ont également suggéré que les bovins pouvaient constituer une source de *Cryptosporidium* dans les eaux de surface. Par exemple, l'examen hebdomadaire d'échantillons provenant d'un ruisseau et prélevés durant une période de 10 mois en amont et en aval d'une exploitation bovine en Colombie-Britannique a révélé que les niveaux étaient nettement plus élevés en aval du ruisseau (moyenne géométrique de 13,3 oocystes/100 L, plage de 1,4 à 300 oocystes/100 L) qu'en amont (moyenne géométrique de 5,6/100 L, plage de 0,5 à 34,4 oocystes/100 L) (Ong et al. 1996)...lors d'une éclosion confirmée de cryptosporidiose d'origine hydrique survenue en Colombie-Britannique, on a détecté des oocystes dans 70 % des échantillons de fèces bovines prélevés dans le bassin versant, près de la prise d'eau du réservoir (Ong et al. 1999).
- ***Les oiseaux aquatiques*** ...il semble que les oiseaux aquatiques puissent être contaminés par les oocystes de *C. parvum* infectieux présents dans leur habitat et qu'ils puissent les transporter et les déposer dans l'environnement, y compris dans les approvisionnements d'eau potable.
- ***Les rongeurs et les ongulés sauvages*** ne constituent pas une source importante de *Cryptosporidium* infectieux pour les humains, contrairement à ce que l'on observe pour la *Giardia* (Roach et al. 1993; Ong et al. 1996).'

D'après la récapitulation de diverses études faite par Smith, 1990), on a signalé la présence d'oocystes de *Cryptosporidium* dans les eaux usées (de 3,3 à 20 000/L), dans les eaux de

surface recevant des rejets d'eaux usées et agricoles (de 0,006 à 2,5/L), dans les eaux de surface cristallines (de 0,02 à 0,08/L), dans l'eau potable (de 0,006 à 4,8/L) et dans les eaux récréatives (de 0,66 à 500/L). Madore *et coll.* (Madore et al. 1987) ont signalé des résultats similaires aux États-Unis. Rose *et al.* (Rose et al. 1991) ont repéré la présence d'oocystes dans 55 % de 257 échantillons d'eau de surface à une concentration moyenne de 43 oocystes/L et dans 17 % de 36 échantillons d'eau potable à des concentrations variant entre 0,5 et 1,7 oocystes/L. Dans des échantillons prélevés dans trois sites se trouvant sur deux rivières de la région de Montréal, les concentrations moyennes d'oocystes de *Cryptosporidium* variaient entre <0,02 et 7/L (Payment et al. 1997c Payment et al. 2000).

Une illustration de l'impact de la contamination par des eaux de ruissellement agricole et des eaux usées en amont d'une prise d'eau est fournie à la Figure 2.1 tirée du rapport de la Commission de North Battleford. Cette figure montre les concentrations d'oocystes de *Cryptosporidium* dans la rivière Saskatchewan à Edmonton, très en amont de la prise d'eau de North Battleford. Une contamination additionnelle était prévisible par l'usine d'épuration qui déverse son effluent 3,5 km en amont de la prise d'eau de North Battleford. Ces niveaux élevés et variables montrent la grande contamination de cette source d'eau et le risque considérable qui y est associé.

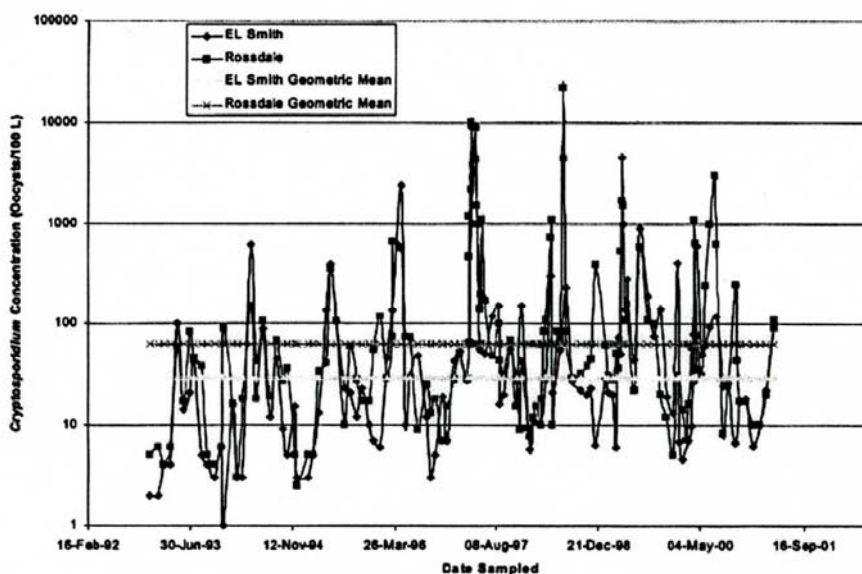


Figure 2. *Cryptosporidium* concentrations in the North Saskatchewan River in Edmonton

Le niveau important de contamination par *Cryptosporidium* des eaux de surverse a récemment été mis en évidence (Xiao et al. 2000).

2.2.2 Sources de contamination chimique

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) classe les contaminants chimiques selon la source initiale de contamination. La classification permet de développer des approches de prévention ou de réduction de la contamination à la source (World Health Organization, 2004).

La contamination chimique de l'eau potable est attribuable à la contamination de l'eau brute, ou aux matériaux et produits chimiques utilisés lors du traitement et de la distribution de l'eau potable.

Il faudrait donc tenir en compte de la source de contamination lors d'élaboration des approches de prévention et de gestion de la contamination chimique en eau potable.

Tableau 2.1. Classification de la source de contamination chimique (World Health Organization , 2004)

Source de la contamination chimique	Exemples des sources
D'origine naturelle	Roches, sol et les effets du milieu géologique et du climat
Industrielle et résidentielle	Exploitation des mines (extraction industrielle), manufacturiers et industries de transformation, eaux usées, déchets solides, eaux de ruissellement urbaines, fuite de carburant
Activités agricoles	Fumier, engrais, élevage d'animaux et pesticides
Matériel et produits utilisé en traitement de l'eau	Coagulants, sous produits de désinfection, matériel de conduites
Pesticides ajouté à l'eau pour la protection de santé publique	Larvicides pour le contrôle des insectes vecteurs
Cyanobactérie	Eutrophisation des lacs

Produits chimiques d'origine naturelle

Les sources de la contamination chimique d'origine naturelles sont très variées. Toutes les eaux naturelles contiennent des matières organiques et inorganiques. Par conséquent, l'approche concernant ces contaminants varie selon la nature de produit chimique et la source d'eau. En ce qui concerne les contaminants inorganiques provenant de roches et de sédiments, il est important d'examiner les options de sources d'eau dans le but de déterminer si la source est convenable pour l'utilisation ou elle nécessite un traitement. Dans le cas où plusieurs sources sont disponibles, la dilution ou le mélange des eaux (de forte et faible concentrations en contaminant) est une alternative couramment utilisée.

Produits chimiques domestiques et industriels

L'eau potable peut être contaminée par les produits chimiques directement par les rejets d'effluents industriels ou indirectement par l'intermédiaire de sources diffuses telles que l'emploi et l'élimination des matériaux et des produits contenant des composés chimiques. Dans certains cas, une mauvaise manipulation et/ou une mauvaise élimination des produits chimiques peuvent entraîner une contamination, e.g. les agents dégraissants qui pénètrent dans les eaux souterraines.

Le rejet d'un certain produit chimique domestique peut aussi contaminer l'eau. Les métaux lourds qui se trouvent dans les eaux usées municipales sont cependant éliminés dans les usines d'épuration des eaux usées.

L'identification du potentiel de contamination par les produits chimiques d'origine industrielle ou domestique nécessite l'évaluation des activités aux bassins versants et les risques associés.

La prévention de contamination à la source peut être atteinte en favorisant les bonnes pratiques.

Produits chimiques provenant des activités agricoles

La présence des nitrates peut être due au travail de sol lorsqu'il n'y a pas de croissance. Donc les nitrates générés par la décomposition de plants, par l'application excessive d'engrais organiques ou inorganiques et dans les boues produites par l'élevage d'animaux ne sont pas absorbés.

La plupart des produits chimiques utilisés en agriculture sont des pesticides. Toutefois, leur présence dépend de plusieurs facteurs. La contamination peut être due à l'application et le mouvement subséquent suite à une pluie ou une méthode de rejet non-conforme. Certains pesticides sont également utilisés à des usages non agricoles tels que dans le contrôle des mauvaises herbes dans les routes et les voies ferrées.

Ajout de pesticides à l'eau dans le but de protection de santé publique

Certain pesticides sont utilisés pour la protection de la santé publique, y compris l'ajout dans l'eau pour le contrôle des larves aquatiques des insectes (e.g., moustiques pour le contrôle de la malaria et du typhus).

Compte tenu que ces pesticides peuvent être ajoutés à l'eau potable aux fins de la protection de la santé publique, tous les efforts devraient être faits pour éviter le développement des directives inutilement sévères qui empêchent leur utilisation. Cette approche permettrait d'obtenir un équilibre entre la protection de la qualité de l'eau potable et la lutte contre des insectes vecteur.

Toxines d'origine cyanobactérienne

Les cyanobactéries se trouvent généralement dans les lacs, les réservoirs, les étangs et les rivières à écoulement lent. Il y a plusieurs espèces responsables de production des toxines, i.e., cyanotoxines, dont un certain nombre peut avoir des effets néfastes sur la santé.

Il existe plusieurs méthodes de protection de ressource et gestion de source pour réduire le potentiel de la prolifération d'algues.

L'analyse chimique des cyanotoxins ne faudrait pas faire parti des analyses de routine. Toutefois, le contrôle de prolifération ou le potentiel de prolifération à la source serait une approche de préférence.

2.3 VARIABILITE DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE ET DE LEUR CONTAMINATION

La qualité des eaux de surface peut varier significativement dans le temps en fonction des évènements climatiques et des rejets. Cette variabilité oblige à une identification des évènements de pointe de contamination car ces évènements peuvent correspondre aux risques maximaux et aux défis de traitements les plus grands.

Les précipitations et évènements climatiques ont un impact important sur les charges microbiennes dans les eaux de surface (Curriero et al. 2001, Barbeau et al. 2000, Shehane et al. 2005, Curriero et al. 2001). Certains évènements climatiques provoquent la remise en suspension des sédiments qui peuvent être fortement contaminés par des microorganismes fécaux (van Donsel et Geldreich, 1971). LeChevallier et al. (LeChevallier M.W. et al. 2003)

rappellent que 10,1% des échantillons d'eaux de surface prélevées dans six bassins versants étaient positifs pour *Cryptosporidium*; alors que 3,9% des 560 échantillons contenaient des oocystes infectieux. Ils soulignent une grande variabilité spatiale et saisonnière dans le nombre total d'oocystes (IFA) et la proportion d'oocystes viables et infectieux (CC-PCR), mettant en évidence des pointes de contamination au printemps et à l'automne. Ces données sont en accord avec d'autres résultats sur la variabilité saisonnière et l'impact d'évènements climatiques sur l'occurrence de kystes de *Giardia* et d'oocystes de *Cryptosporidium* au Québec (Payment et al. 2000), au Canada (Wallis et al. 1996) et aux États-Unis (Rose et al. 1991, LeChevallier et al. 1991, Atherholt et al. 1998, Ong et al. 1996, Aboytes et al. 2004). Deere et al. (Deere et al. 1998) ont montré que la stratification d'un réservoir de bonne qualité peut mener à des différences considérables de qualité d'eau brute en termes de concentrations de *Cryptosporidium* entre les couches de surface et de fond, suite à des précipitations entraînant du ruissellement contaminé.

Un exemple d'évènements climatique critique est présenté par Goatcher et Foak (Goatcher and Fok, 2000) qui ont mesuré la variabilité des concentrations de *Giardia* et de *Cryptosporidium* dans les eaux brutes alimentant deux usines de traitement à Edmonton en Alberta. La concentration géométrique annuelle moyenne de kystes de *Giardia* dans l'eau brute a varié entre 8 et 193 kystes/100 L) alors que la moyenne géométrique annuelle des concentrations d'oocystes de *Cryptosporidium* dans l'eau brute de deux usines de traitement d'Edmonton a varié entre 6 et 83 oocystes/100 L. Les mesures à l'eau traitée ont été quasiment complètement négatives. En 1997, de fortes pluies printanières ont accentué le ruissellement et provoqué une crue exceptionnelle. Les niveaux de contamination ont augmenté considérablement (2 500 kystes/100 L et 10 300 oocystes/100 L). Ces concentrations élevées n'ont pas été réduites par le traitement en place et des concentrations élevées de protozoaires ont été mesurée à l'eau traitée (34 kystes/1 000 L et 80 oocystes/1 000 L). Un avis d'ébullition a été émis.

Étant donné l'importance de la variabilité de la qualité des eaux de surface en termes de contamination microbiologique, Santé Canada a adopté la position suivante en 2004: '*... Il faut toutefois insister sur le fait que même si les faibles concentrations d'oocystes viables que l'on trouve couramment dans l'eau brute ne représentent peut-être pas un risque immédiat pour la santé publique, l'arrivée soudaine et rapide de parasites dans les sources d'eau est probablement à l'origine du risque accru d'infection associée à la transmission par l'eau potable. Des événements environnementaux comme les inondations ou de fortes pluies peuvent faciliter la montée rapide des concentrations d'oocystes dans un secteur en particulier d'un bassin versant.*'

2.4 APPROCHE DE GESTION DE RISQUE

2.4.1 Définitions

La caractérisation d'un risque associé à une défaillance ou un dysfonctionnement d'une installation (ou une exposition à un (ou des) agent(s) spécifique(s)) est le processus qui conduit à estimer l'incidence d'altération de l'installation (ou de la santé) attribuable à cette défaillance (ou à cet agent). La démarche scientifique qui conduit à cette caractérisation d'un risque technique (ou pour la santé) est l'analyse du risque.

On peut définir donc l'analyse du risque comme étant l'utilisation systématique des renseignements permettant de cerner le danger et d'estimer la probabilité et la gravité des effets néfastes sur des personnes ou les populations, les biens matériels, l'environnement et autres valeurs. L'estimation des risques consiste à estimer la fréquence ou la probabilité et les conséquences de certains scénarios de risques, contenu, notamment, de l'incertitude des

estimations. Une fois le risque défini et mesuré, la notion de niveau acceptable apparaît. La notion de seuil de risque, c'est-à-dire, du couple gravité/probabilité, peut être utilisée. L'étape suivante consiste à identifier les modalités de mitigation de ce risque et à en dresser le plan de manière à gérer ce risque.

Quelques définitions sont rappelées:

Danger : Situation d'un système où sont réunis tous les facteurs pouvant conduire à la réalisation d'un accident potentiel.

Risque : Mesure le niveau de danger. Le risque est caractérisé par une grandeur à dimensions nommée « criticité ». C'est une fonction (en général le produit) de la probabilité d'occurrence d'un accident potentiel et la « sévérité » des effets et des conséquences (ou de la gravité) de cet accident potentiel.

Gravité : Mesure des conséquences d'un accident potentiel.

Probabilité : L'accident se produit à la suite d'une défaillance ou la conjonction de plusieurs défaillances. La mesure de l'occurrence d'une défaillance est la probabilité.

2.4.2 Objectif

La découverte tardive d'une erreur de conception peut induire un risque technique lourd de conséquences. L'apparition du risque peut aussi conduire à la mise en cause de la sécurité des personnes et des biens, à la dégradation de l'environnement, à la perte de fonctions ou tout simplement à la dégradation de l'image de marque. L'analyse du risque a pour objectif de mettre en évidence les éléments propres à maintenir l'installation en sécurité et de conduire au choix des mesures de prévention, de protection et d'atténuation.

De façon spécifique, dans le contexte de ce mandat, l'objectif de l'approche de gestion des risques peut être appliquée pour :

- 1) fournir un cadre permettant d'identifier les risques reliés à la source et aux procédés de traitement
- 2) identifier les sources spécifiques de contaminants dans la ressource et identifier les mesures de protection ou d'amélioration pouvant assurer un niveau de qualité visé;
- 3) assure une adéquation entre la qualité de l'eau brute et les exigences de traitement garantissant l'atteinte d'un niveau de risque sanitaire acceptable pré défini.

2.4.3 Étapes de l'analyse des risques

Les principales études de l'analyse de risque sont:

- L'identification des dangers
- L'évaluation des expositions
- L'établissement des relations cause à effet (ou exposition- réponse)
- La caractérisation du risque
- La gestion du risque.

2.4.4 Méthodes de l'analyse du risque

Plusieurs types de méthodes sont utilisés lors de la phase d'analyse des risques. Ces méthodes ont chacune leurs particularités, mais ont également beaucoup de similitudes. Elles peuvent être classées selon deux catégories :

- **Méthodes déductives :** basées sur une analyse descendante de la séquence accidentelle (des causes vers les conséquences). Il s'agit alors, à partir des événements initiateurs, d'identifier les combinaisons et enchaînements des événements pouvant mener jusqu'à l'accident. Exemple : Arbre de causes ou de défaillances.
- **Méthodes inductives :** basées sur une analyse ascendante de la séquence accidentelle (des conséquences vers les causes). Il s'agit alors, à partir de l'événement majeur, d'identifier les combinaisons et enchaînements successifs d'événements pour remonter jusqu'aux événements initiateurs. Exemple : APR, arbre d'événements, AMDEC, HAZOP, MADS/MOSAR.

La revue suivante permet un survol des méthodologies disponibles pour soutenir les recommandations d'approches à considérer pour les mesures de gestion du risque des sources d'eau potable.

2.4.4.1 Les arbres

Méthodes ayant pour objectif de construire une représentation de la logique de fonctionnement et d'évolution d'une partie d'un système ou d'un système complet sous formes arborescentes.

2.4.4.2 Arbre de causes ou arbre de défaillances (fault tree analysis)

La méthode de l'arbre de causes, connue également sous les noms d'arbre de défaillances, d'arbre des défauts ou d'arbre de fautes, a été mise au point pour évaluer la sécurité des systèmes de tir des missiles. Actuellement, cette méthode est très largement utilisée dans le domaine de la sûreté de fonctionnement. Elle offre un cadre privilégié à l'analyse déductive qui consiste à remonter aux causes primaires de chaque défaillance possible. C'est un instrument optimisé pour la détermination des chemins critiques d'un système. Un diagramme est établi sous forme d'une structure arborescente de portes logiques qui comporte au sommet l'événement indésirable. Les causes immédiates qui produisent cet événement sont ensuite hiérarchisées. L'arbre de causes construit représente donc un réseau de relations en interdépendance selon un raisonnement logique qui part d'une défaillance et remonte à sa source. Il permet de voir les possibilités de défaillances tant des équipements que des opérateurs et de les évaluer qualitativement. Il relie aussi des probabilités à ces défaillances, et ce quantitativement.

Les étapes de cette méthode sont les suivantes:

- La définition de l'élément sommet
- L'analyse et examen du système
- La construction de l'arbre (du sommet vers la base)

Les principaux traitements effectués sur les arbres de défaillances sont la recherche des coupes minimales et l'évaluation quantitative des probabilités d'occurrence. Les coupes minimales représentent les plus petites combinaisons d'événements dont la réalisation simultanée entraîne celle de l'événement indésirable. Elles ont pour ordre le nombre d'événements qui les constituent.

2.4.4.3 Arbre d'événements

Contrairement aux arbres de défaillances, les arbres d'événements fournissent la séquence logique des différents événements susceptibles de se produire en aval de l'événement primaire, en partant d'une défaillance d'un composant. L'évolution du système est analysée suivant que, les dispositifs de compensation, d'alarme ou de sécurité ont fonctionné ou non. Cela permet de dégager les conséquences d'événements ainsi que leur probabilité. Les conséquences insupportables et les chemins les plus dangereux sont ensuite analysés en détail.

Les étapes de la méthode sont:

- La définition de l'élément initiateur;
- L'analyse de la propagation et de la combinaison des événements ultérieurs (défaillances pouvant conduire à des conséquences indésirables) en tenant compte du fonctionnement ou non des mesures de protection et de sécurité;
- La construction de l'arbre avec deux cheminements possibles à chaque étape.

2.4.4.4 Analyse Préliminaire des Risques (APR)

L'APR est une méthode d'usage très général couramment utilisée pour l'identification et l'évaluation des risques, de leurs causes, de leurs conséquences et de la gravité des conséquences au stade préliminaire et à un niveau global. Cette méthode est surtout utile pour les systèmes qui font appel à des techniques mal connues ainsi qu'au début de la conception, lorsque les détails de l'installation ne sont pas encore définis.

Les accidents potentiels sont répertoriés à partir d'événements initiateurs, en utilisant des listes "d'aide-mémoire", préétablies pour certains secteurs d'industrie. Ensuite, les combinaisons d'événements susceptibles de conduire à un accident sont recherchées pour en étudier les moyens et les actions correctives permettant d'éliminer ou du moins maîtriser les situations dangereuses et accidents potentiels mis en évidence.

Les objectifs de cette méthode sont :

- de forcer le projet à pratiquer une décomposition fonctionnelle de base, de tout le concept de l'instrument, y compris les softs, pendant la phase de design,
- d'identifier des erreurs et des non-conformités de design en comparaison aux spécifications d'origine,
- d'identifier très tôt dans le déroulement du projet, des modes de pannes possibles et en particulier des pannes à effet catastrophique sur le système, ces dernières sont traitées en priorité,
- l'apport de modifications pour réduire le nombre d'éléments critiques et, plus généralement, pour réduire les risques de pannes.

2.4.4.5 AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leur Effets et de la Criticité)

Cette méthode permet une analyse systématique, composant par composant, de tous les modes de défaillance possibles et précise leurs effets sur le système global. Elle a pour but d'analyser les conséquences des défaillances et d'identifier les pannes dont les répercussions sur la sécurité sont importantes.

L'AMDE est très répandue pourtant, elle est lourde et insuffisante, et ne peut traiter les cas de défaillances multiples et intégrer l'aspect fonctionnel. En partant des résultats d'une analyse fonctionnelle, effectuée en aval, cette insuffisance peut être palliée. En introduisant un élément quantitatif qui permet d'évaluer le couple probabilité / gravité de chaque mode de défaillance, cela aboutit à l'analyse de criticité, AMDEC.

Les étapes de la méthode comprennent:

- L'initialisation : définition de la durée, le sujet, l'objectif et les limites géographiques de l'étude. Planification et composition du groupe de travail.
- La préparation : récolte de l'information disponible.
- L'identification des modes de défaillances : définir les conditions susceptibles d'engendrer une défaillance. Pour chaque fonction du système, il s'agit de définir ses composantes nécessaires, leurs modes de défaillance, leurs effets, leurs causes et leurs modes de contrôle.
- La détermination de la criticité : la criticité est définie par l'équation suivante : $C = D * O * S$ Criticité = indicateur de niveau de risque, Détection = probabilité que la défaillance atteigne l'utilisateur parce que non détecté à temps, Occurrence = probabilité d'apparition de la défaillance, Sévérité = importance des conséquences.
- L'étude d'amélioration des défaillances : définition des actions correctrices ou préventives à mettre en œuvre. Ces actions sont déterminées pour toute criticité supérieure à la valeur seuil et pour toute valeur maximum de sévérité.
- La modification de la conception : mise en œuvre des actions à augmenter la sûreté du système
- Le suivi et le contrôle de l'efficacité des améliorations apportées au système.

2.4.4.6 HAZOP (hazard and operability studies)

Publiée en Angleterre par l'association des industries chimiques, la méthode HAZOP est très utilisée en Europe et au Canada, en particulier dans l'industrie chimique, pétrochimique et pharmaceutique. HAZOP représente une extension de l'analyse des modes de défaillance (AMDE), puisqu'elle explore systématiquement l'aspect fonctionnel d'un système en identifiant à la fois les dangers et les dysfonctionnements d'une installation. Elle consiste à détecter des problèmes potentiels qui peuvent causer un écart par rapport à la conception d'origine et à voir les causes et les conséquences de ces écarts.

Cette méthode est mise en œuvre à la fin de la phase de conception puisqu'elle s'appuie sur les schémas détaillés du système.

2.4.4.7 HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point)

HACCP est un système développé et appliqué à l'origine par la société Pillsbury en 1960 dans le but d'assurer des produits alimentaires sûrs pour les missions spatiales de NASA, mais il est maintenant largement utilisé comme une approche certifiée dans l'industrie alimentaire pour protéger les ressources alimentaires. En raison des analogies évidentes, l'application de HACCP dans la sûreté de l'eau potable a été proposée (Havelaar, 1994).

L'approche HACCP peut être décrite comme un système préventif qui aide à assurer la sûreté de tous les produits arrivant aux consommateurs. C'est une approche systématique qui permet la détection, la description et le contrôle des risques (Dewettinck et al 2001). En précisant directement les points de contrôle critiques (CCP) dans le processus de production, les producteurs seront capables de démontrer le contrôle des différentes circonstances de la production ainsi que la sûreté et la fiabilité des produits. L'intervention rapide et efficace peut permettre de diminuer le risque à la santé des consommateurs.

Par ailleurs, on doit noter que les risques ne sont pas quantifiés et le HACCP ne fournit pas une méthodologie claire pour un classement qualitatif des risques lorsqu'appliqué à l'analyse des procédés comme les UV (Cotton et al. 2003).

Le système de HACCP consiste en sept étapes (Hrudey and Hrudey, 2004):

- 1) Identifier les dangers et mesures préventives
 - Identifier les dangers potentiels associés à la production dans toutes les étapes de la production jusqu'au consommateur.
- 2) Evaluer la probabilité d'occurrence des dangers et identifier les mesures préventives pour leur contrôle (la considération de la probabilité permet d'évaluer le risque)
 - Trouver les points critiques de contrôle
- 3) Déterminer les points/procédures/étapes opérationnelles qui peuvent être contrôlées pour réduire ou éliminer les dangers ou minimiser leur probabilité d'occurrence.
 - Identifier les limites critiques
- 4) Établir les limites critiques qui doivent être réunies pour assurer que les points critiques de contrôle sont maintenus sous contrôle.
 - Procédures de surveillances
- 5) Établir un système pour surveiller le contrôle réalisé par le point de contrôle critique au moyen d'essais ou observations programmés.
 - Procédures d'actions correctives
- 6) Établir les actions correctives à prendre quand la surveillance indique qu'un point de contrôle critique particulier n'est pas sous contrôle.
- 7) Établir les procédures pour la vérification qui inclut des tests et des procédures supplémentaires pour confirmer que le système du HACCP fonctionne efficacement.
 - Documenter et définir la procédure de tenue de registre
 - Établir la documentation concernant toutes les procédures et les consignes appropriées pour ces principes et leur application.

2.4.5 Comparaison des méthodes d'analyse du risque

Chaque approche présente des avantages et des inconvénients, et l'analyste est invité à utiliser la méthode la plus adaptée à son cas, en sachant que la modélisation de ces méthodes doit être suffisamment riche pour représenter correctement le produit, et la plus simple possible pour pouvoir être validée. L'utilisation conjointe de méthodes très différentes peut également permettre de valider des modèles particulièrement complexes, en comparant les résultats.

Le tableau qui suit présente les avantages et les inconvénients des différentes méthodes d'analyse du risque discutées brièvement précédemment.

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Arbres de causes ou de défaillances	<ul style="list-style-type: none"> - S'applique aux systèmes complexes avec des défaillances couplées - Peut s'appliquer à l'humain (opérateurs). - Permet d'identifier les causes multiples d'événements redoutés. - Utiliser en conception. - Peut intégrer des facteurs d'organisation et de gestion. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exige une base de données sur les défaillances passées. - Difficile d'isoler la relation directe de cause à effet (la méthode suppose une totale dépendance entre les événements de base). - Les délais dans le temps compliquent la causalité (des causes indirectes s'ajoutent dans le temps, modification de l'état ou des conditions probabiliste des événements dans temps). - Difficulté d'évaluer les probabilités d'apparition d'événements. - Difficile à appliquer pour des systèmes complexes. - Difficile de prévoir l'ensemble des causes.
Arbres d'événements	<ul style="list-style-type: none"> - Méthode relativement simple. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exige un analyste qui connaît très bien le système. - Difficile à appliquer pour des systèmes complexes.
APR	<ul style="list-style-type: none"> - Peut être appliquée au début de la conception avant la définition précise des équipements (nouvelle installation). - Fournit une première analyse de sécurité. - Permet de choisir les équipements les plus adaptés. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les résultats obtenus sont très dépendants de l'analyste. - Analyse limitée à la conception.
AMDEC	<ul style="list-style-type: none"> - Les risques sont quantifiés. - Utilisation plus large (décomposition des éléments). - Etudie les conséquences multiples d'une seule défaillance. - Mieux adaptée à la conception des systèmes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Limitée aux pannes fonctionnelles. - Méthode coûteuse, requiert des compétences et du temps.
HAZOP	<ul style="list-style-type: none"> - Peut être utilisée vers la fin du processus ou en cours d'exploitation. - Utile pour imaginer les défaillances possibles et leurs causes. - Améliore le processus lui-même indépendamment des risques. 	<ul style="list-style-type: none"> - S'applique uniquement aux systèmes physiquement interreliés. - Exige un facilitateur et des participants qui connaissent très bien le système. - Peu quantitative. - Laisse peu de place aux éléments externes au système en présupposant qu'ils sont parfaits.
HACCP	<ul style="list-style-type: none"> - Minimiser les risques pour des opérations continues en développant les procédures de gestion de qualité des processus spécifiques. - Utilisée intensivement dans plusieurs industries. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le risque n'est pas quantifié. - Ne possède pas une méthodologie claire pour évaluer qualitativement les risques. - Plus applicable aux processus avec un emplacement spécifique.

2.4.6 Limites des méthodes d'analyse du risque et applicabilité à l'évaluation du risque de la ressource

L'analyse du risque est une discipline relativement nouvelle qui est devenue un pivot du mécanisme de prise de décision concernant un grand nombre de problèmes. Par ailleurs, les évaluations des risques sont généralement probabilistes et présentent des incertitudes et des limites. Elle offre toutefois un cadre permettant une analyse plus rigoureuse de systèmes complexes.

Une des principales limites de l'analyse du risque est liée aux limites des modèles mathématiques à décrire une réalité complexe. En effet, lorsque les données sont relativement disponibles et de bonne qualité, les prédictions peuvent être assez faciles à effectuer et la marge d'incertitude est alors relativement faible. En revanche, si les données sont de mauvaise qualité ou non disponibles, les calculs deviennent problématiques et des éléments parfois importants doivent être omis de l'évaluation. Dans ce cas, le jugement personnel de l'analyste doit prendre la place de données et d'analyse réelles et la marge d'incertitude peut devenir considérable.

Une très grande confiance dans les méthodes d'analyse du risque peut aussi conduire à une augmentation du risque. Il faut donc bien valider et interpréter les estimations des analyses quantitatives. Il est aussi nécessaire de distinguer les aspects quantitatifs et l'objectivité et de ne pas retenir l'objectivité comme critère ultime de décision. En effet, dans la plupart des études, l'analyse découle d'hypothèses retenues sélectivement, de mesures qui ne reflètent pas toujours la réalité et de prémisses dans les calculs ou dans les modèles mathématiques choisis. Dans le cas de la qualité des sources, les systèmes sont complexes et le niveau possible d'intervention et de prédiction est variable et limite notre capacité de prédiction. L'interprétation de l'analyste et la simplification de l'analyse sont presque indispensables.

En santé publique, il est souvent nécessaire de prendre des décisions en absence de données scientifiques permettant de justifier entièrement une position réglementaire. La capacité d'extrapolation et la prudence exercée lors de l'extrapolation sont très variables d'une juridiction à l'autre. Certaines juridictions ont adopté le principe de précaution, d'autres doivent démontrer un rapport coût/bénéfice positif en absence de données. De plus, même les pays ayant adopté l'analyse de risque comme base pour la définition de réglementation montrent des différences remarquables au niveau du choix des données critiques. Par exemple, les britanniques privilégient les données épidémiologiques pour établir les risques relatifs à la santé, et ils valorisent peu les modèles mathématiques américains extrapolés à partir de la santé animale ou des modèles d'abatement de performance de procédés..

L'analyse de risque peut être un guide utile pour les prises de décision si elle se base sur des études scientifiques solides et si elle est complétée par des processus de prise de décision sociaux et politiques qui prennent en compte les limites inhérentes de la méthode retenue. L'analyse de risque peut servir à diminuer l'arbitraire des décisions mais elle permet de ne pas leur conférer la caractéristique de l'objectivité.

Dans le cadre de l'exercice de caractérisation des sources d'eau potable, l'approche de l'analyse de risques apparaît comme une approche valable pour les raisons suivantes:

- Les systèmes sont complexes, à l'échelle des bassins hydrographiques.

- L'analyse de risque permet d'identifier et à quantifier les risques de pointe qui sont les plus pertinents au niveau santé publique, risques qui ne sont pas généralement identifiables à partir des données de suivi traditionnel de la qualité de l'eau brute.
- L'analyse de risque permet d'identifier comment maintenir et améliorer la qualité d'une source d'eau.
- En absence d'une gestion par bassins, approche souhaitable mais qui n'est pas encore implantée significativement au Québec, elle oblige l'interaction entre les usagers de la ressource dans le but d'identifier les risques et à dresser un plan de gestion de ces risques.
- Les informations sur les risques dans les sources sont possibles à évaluer de façon globale et, en absence de données, une position de précaution raisonnable est facilement applicable.

L'analyse de risque peut devenir rapidement complexe et coûteuse. On a qu'à imaginer les efforts pour obtenir une modélisation fine de grands bassins versants ou de probabilités de déversements accidentels. De plus, dans des bassins versants développés, la capacité d'intervention est souvent limitée par des contraintes économiques et politiques. Toutefois, une approche par analyse de risque simplifiée s'appuyant sur une caractérisation sommaire des risques et un plan de contrôle des points critiques de risque aux sources d'eau potable a été retenue par la plupart des pays industrialisés et des provinces canadiennes. Les niveaux de détail requis pour l'analyse de risque et de translation en obligations réglementaires varient considérablement selon les pays, provinces et états. Dans la plupart des cas, l'analyse obligatoire conduit à un classement par classe de qualité, ce qui sera discuté dans la section suivante.

En conclusion, l'analyse de risque dans une version simplifiée apparaît comme une solution avantageuse à considérer pour l'analyse de la qualité des sources d'eau potables et la définition subséquente des obligations de traitement à mettre en place pour atteindre un niveau de risque sanitaire acceptable.

2.5 RISQUES ASSOCIÉS À LA SOURCE ET AVANTAGES SANITAIRES DE LA PROTECTION DES SOURCES D'EAU POTABLE

D'après Medema et coll. (Medema et al. 2003b), une bonne connaissance du bassin versant permet de 1) choisir le meilleur site pour l'adduction d'eau; 2) définir un plan adéquat de surveillance et ou de protection du bassin versant; et 3) de prédire l'occurrence des événements de pointe de contamination.

Pour bien caractériser le risque sanitaire, l'enquête sanitaire doit comprendre:

- L'identification des sources de contamination fécale et au besoin chimique, d'un bassin versant;
- Un inventaire des événements climatiques, des conditions environnementales et des impacts humains pouvant conduire à une augmentation du niveau de contamination.
- Une présentation du principe du risque maximal et risque maximal après mitigation.

Les questions auxquelles on doit répondre sont:

- Quelles sont les sources de pathogènes, le ruissellement urbain, les surverses, els rejets d'eaux usées, les rejets agricoles, les rejets industriels, etc.)?

- Quels sont les évènements climatiques et activités humaines pouvant produire des combinaisons de conditions produisant des contaminations de pointe?
- Quel est le risque maximal de la source et le niveau de réduction anticipé par le traitement?

L'importance de la protection des bassins versants sur la contamination en micro-organismes pathogènes protozoaires a été démontrée à plusieurs reprises (tel que rapporté par Santé Canada, 2004d):

- Ong et coll. ont étudiés les niveaux de contamination de deux bassins versants voisins (Ong et al. 1996). À la prise d'eau d'un des deux bassins versants, la concentration moyenne géométrique de *Cryptosporidium* durant une période de neuf mois a été de 3,5 oocystes/100 L, avec une plage de 1,7 à 44,3 oocystes/100 L. À la prise d'eau de l'autre bassin versant, on a détecté des oocystes dans des échantillons prélevés durant une période de six mois, à une concentration géométrique moyenne de 9,2 oocystes/100 L (plage de 4,8 à 51,4 oocystes/100 L).
- Isaac-Renton et al. (Isaac-Renton et al. 2000) ont comparé les niveaux de *Cryptosporidium* dans l'eau potable de trois collectivités (un approvisionnement d'eau souterraine, un approvisionnement d'eau de surface non protégé et un approvisionnement d'eau de surface protégé). Dans l'eau potable provenant de l'approvisionnement non protégé, 71 % des échantillons se sont révélés positifs, contre 34 % des échantillons provenant de l'approvisionnement protégé.

De même l'impact de cette contamination sur l'exposition de la population desservie par ces sources d'eau a récemment été démontré. Isaac-Renton et coll. (Isaac-Renton et al. 2005) ont étudié la corrélation entre la présence de *Cryptosporidium* et *Giardia* et les indicateurs traditionnels de qualité de l'eau (pH, turbidité, coliformes totaux et fécaux, *E. coli*, température, niveaux d'eau, nitrates, etc..). Deux bassins versants ont été comparés : un premier protégé (Seymour à Vancouver, CB) alimentant 450,000 personnes après simple chloration et un deuxième fortement influencé par les rejets agricoles d'élevage, urbains et industriels (Oldman River, Lethbridge, Alberta) alimentant 79,000 après un traitement complet par coagulation floculation par contact, filtration et chloration.. De plus la séropositivité aux marqueurs d'infection par *Cryptosporidium* a été suivie pour évaluer l'exposition de la population à ce pathogène. Les données recueillies par cette étude en cours offrent des conclusions préliminaires d'un grand intérêt :

- Les variations de concentrations de *Giardia*, de *Cryptosporidium* et d'indicateurs bactériens sont plus élevées et plus variables dans les eaux du bassin non protégé à forte activité agricole.
- Il n'y a aucune corrélation claire entre les données de *Giardia* et de *Cryptosporidium* et les données de qualité d'eau ou les indicateurs bactériens.
- Les concentrations maximales de *Cryptosporidium* et de *Giardia* sont considérables: plus de 200 oocystes /100L et 900 kystes/100L dans le bassin agricole, et 47oocystes/100L et 35 kystes/100L dans le bassin protégé de Seymour. Les variations dans les bassins protégés coïncident plus ou moins avec des pluies abondantes, celles dans le bassin agricole montrent des pointes à l'été et l'automne.
- Certaines augmentations de turbidité dans le bassin agricole sont reliées à des augmentations d'*E. coli*, *Cryptosporidium* et *Giardia*.
- Les pointes de concentrations de pathogènes sont saisonnière dans le
- Une différence significative est observée au niveau du % de séropositifs pour *Cryptosporidium* (antigènes 17-kDa et 27-kDa).

- Le niveau de parasite mesuré dans l'eau brute n'est pas corrélé à la séropositivité ou au nombre de cas limité rapportés durant la durée de l'étude.

Ces auteurs concluent que l'absence de corrélations entre les différents paramètres de qualité et les protozoaires résulte peut-être de biais méthodologique. On cite l'absence de génotypage de *Cryptosporidium* qui limite l'attribution de la présence d'un oocyste à un risque d'infection humaine, la présence d'une station de traitement à Lethbridge, l'exposition directe de la population de Lethbridge, et la contribution d'autres sources non étudiées dans l'approvisionnement en eau potable et donc l'exposition de la population de Vancouver.

L'étude effectuée par Hellard et coll. (Hellard et al. 2001) montre aussi l'absence de corrélation entre les paramètres généraux de qualité d'eau et l'incidence de maladies gastro-intestinales. Cette étude épidémiologique impliquant 600 familles a été effectuée dans la ville de Melbourne (Australie) alimentée par une source de surface stockée (12 mois) et chlorée provenant d'une source protégée (aucune activité humaine, agricole, récréative et forestière). L'étude en double aveugle consistait à installer soit une unité de traitement au point d'usage (POU), soit une unité vide ou une unité de traitement par filtration membranaire & UV assurant un enlèvement complet des pathogènes comme *Giardia* et *Cryptosporidium*. Aucune différence significative n'a été observée entre les familles recevant de l'eau sans filtration et de l'eau avec le POU. L'eau brute de Melbourne provient certes d'un bassin protégé mais elle n'est pas exempte de contamination fécale avec 23-45% d'échantillons positifs pour les coliformes fécaux. Les fréquences d'échantillons positifs de coliformes totaux observés pendant l'étude excédaient toutes les recommandations alors en vigueur (OMS, Directives Australiennes et USEPA). L'absence d'impacts sanitaires de ces eaux à fortes concentrations en coliformes totaux a contribué à l'abandon progressif ce paramètre comme indicateur de pollution fécale.

Dans la foulée, Cinque et coll. (Cinque et al. 2004) ont montré que les hausses de turbidité dans des bassins versants protégés ne sont pas associées à des augmentations de pathogènes dans l'eau brute alimentant la ville de Melbourne en Australie (3 millions de personnes). Ces auteurs concluent que l'interdiction d'activités humaines dans ce bassin versant protégé est une garantie de maintien du niveau de contamination par les pathogènes. Ces auteurs remettent en question la validité d'une hausse de turbidité comme indicatrice d'une contamination fécale accrue dans un bassin protégé. A l'inverse, Ashbolt et Roser (Ashbolt and Roser,) ont montré des niveaux de contamination élevés par des protozoaires en temps sec dans des eaux brutes de bassins non protégés ayant une faible turbidité (<10 UTN).

Les études épidémiologiques de Payment et al. (Payment et al. 1991a, Payment et al. 1991b, Payment et al. 2000, Payment et al. 1997a; Payment et al. 2000; Payment et al. 1991b) ont montré un impact significatif de la consommation d'eau potable sur le taux de maladies gastro-intestinales lorsque des sources d'eau de mauvaise qualité sont utilisées. Ces études avaient retenu l'osmose inverse comme procédé de traitement au robinet. La première étude montre une différence de 34% alors que la deuxième étude rapporte une différence de 19%. Les conclusions de cette deuxième étude de confirmation suggèrent que la qualité de l'eau à la sortie de l'usine et sa dégradation pendant la distribution sont à l'origine des différences observées. Il faut noter que cette étude a été complétée sur une source alors fortement contaminée mais subissant un traitement complet et une ozonation et répondant à toutes les normes en vigueur. Quoique le traitement en place ait été exhaustif, il est possible que certaines percées à travers le traitement aient eu lieu en raison de la forte contamination des eaux brutes.

Une étude visant à corréliser 548 éclosions d'origine hydrique aux États-Unis avec les précipitations climatiques a été complétée par Curriero et al. (Curriero et al. 2001). Ces auteurs rapportent que 68% des éclosions étaient précédés par des précipitations élevées, dépassant le 80% de probabilité de fréquence. Dans le cas des eaux de surface, l'association était observée dans un intervalle de temps de moins d'un mois. Comme toutes les éclosions ne sont pas attribuables à l'augmentation de la contamination de l'eau brute, cette association est très importante et confirme l'impact majeur des pluies sur la qualité de l'eau brute dans un grand nombre de situations.

La détection des organismes infectieux et pathogènes pour les humains est d'une importance particulière dans l'évaluation du risque associé à la contamination de la source. La méthode de référence de détection de *Cryptosporidium* est la mesure par anticorps fluorescents après séparation immunomagnétique (IMS-IFA) (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2001a United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2001b). Cette méthode est fastidieuse, coûteuse, requiert un niveau de compétence élevée (Allen et al. 2000 Clancy et al. 1994 Jakubowski et al. 1996 LeChevallier et al. 1995) et ne permet pas de discriminer entre les différentes espèces de *Cryptosporidium* (Sturbaum et al. 2002). De plus, cette méthode ne permet pas d'évaluer l'infectivité et, par le fait même, le risque sanitaire (Allen et al. 2000 Connell et al. 2000 Simmons III et al. 2001). La mesure par PCR offre une alternative intéressante et très spécifique dans le cas d'échantillons environnementaux et permet de confirmer l'espèce et le génotype (Rochelle et al. 1997 Di Giovanni and LeChevallier, 2000 Peng et al. 1997 Sulaiman et al. 1999 Monis and Saint, 2001 Stinear et al. 1996). Toutefois, l'évaluation par IMS/IFA ou par PCR ne permet pas de mesurer le nombre d'oocystes viables et infectieux de *C. hominis* et de *C. parvum*. La viabilité et l'infectivité des oocystes ne peuvent être établies que par culture cellulaire en utilisant des cellules humaines ilio cæcales d'adécarninome HCT-18 (Upton, 1997). DiGiovanni et coll. (Di Giovanni et al. 1999 ; Di Giovanni and LeChevallier, 2000) ont proposé une combinaison de culture cellulaire suivie d'une détermination au PCR (CC-PCR) et l'ont appliqué à la détection d'oocystes infectieux dans des échantillons de sources d'eau potable et d'eaux de lavage de filtres.

Les méthodes de détection morphologique de référence ne permettent pas de distinguer les souches ou même le caractère infectieux des oocystes détecté. On peut donc se demander si les valeurs mesurées donnent une bonne indication du risque sanitaire.

La détermination du génotype possède donc un intérêt certain pour la définition des sources de pathogènes. En effet, tous les génotypes de *Cryptosporidium* ne sont pas infectieux pour les humains et seuls *C. hominis* et un génotype de *C. parvum* ont été associés à des éclosions (Jellison et al. 2002, Peng et al. 1997, Sulaiman et al. 1999, Glaberman et al. 2002, Morgan-Ryan et al. 2002, McLauchlin et al. 2000). La détermination des génotypes fournit des renseignements précieux sur la source (type animal, humain, etc.) de ce pathogène et permet de mieux cibler les activités de contrôle à la source identifiant l'origine du contaminant (Ryan et al. 2005). Heitman et al. (Heitman et al. 2002) ont démontré l'utilité de cette approche pour discerner l'importance relative des sources de contamination de *Giardia* et *Cryptosporidium* dans le bassin de la rivière North Saskatchewan. Ils ont pu conclure que la faune, les rejets d'eaux usées et les rejets d'élevage de veau et vaches contribuaient de façon significative mais que la contamination des rejets agricoles était dominante. Cette approche est de plus en plus répandue et a été appliquée à l'étude des sources de contamination des eaux de surface et eaux usées (Ward et al., 2002, Jellison et al. 2002, Heitman et al. 2002 et des eaux de surverse (Xiao et al. 2000).

2.6 APPROCHES DE PROTECTION DES SOURCES D'EAU POTABLE

On distingue deux approches de protection des sources d'eau potable:

- 1) la protection complète de la source par la conformité avec des critères de qualité de la source et des mesures spécifiques de contrôle sur le bassin hydrographique;
- 2) la définition de classes de qualité et d'un plan de protection de la source qui vise à identifier les sources de contamination et à mettre en place des mesures de protection et d'amélioration de la qualité de la source.

2.6.1 L'approche des sources protégées

Le principe de protection complète de la source était déjà appliqué par les romains et l'approvisionnement en eau potable de nombreuses grandes villes occidentales comme, entre autres, Zurich, New York, Boston, Vancouver et San Francisco, repose toujours sur une protection quasi-complète de la source.

Les États-Unis sont les seuls qui aient précisé dans une réglementation les modalités d'appartenance à une classe spécifique de sources 'super' protégées (unfiltered sources). Le respect des critères de qualification de la classe des 'unfiltered source' est la seule exception légale permettant une dérogation à la filtration pour des eaux de surface ou des eaux de surface sous l'influence des eaux de surface. Cet exemple est l'unique exemple d'adéquation directe des exigences de moyens et de niveau de traitement avec le respect d'une série de critères de qualité et de gestion de la source. La section suivante fournira plusieurs exemples d'approches réglementaires mixtes qui permettent de protéger les sources d'eau potable et de définir le traitement le mieux adapté à un niveau de contamination donné, tout en tenant compte des capacités locales.

2.6.2 Sources protégées aux États-Unis

D'abord autorisé dans le cadre du Surface Water Treatment Rule (SWTR), les critères d'admissibilité et les obligations de traitement et de protection de la source ont été augmentés progressivement avec la promulgation de l'Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule (IESWTR) et ensuite du Long Term 1 Enhanced Surface Water Treatment Rule (LT1ESWTR). Les principales modifications apportées par ces deux règlements subséquents concernent *Cryptosporidium* et la tenue d'enquêtes sanitaires. On note des exigences d'abattement pas désinfection et de contrôle au niveau de la source, ces modifications ne changent pas les critères d'admissibilité au statut de sources protégées. À noter que des modifications additionnelles ont été proposées dans le cadre de la proposition actuellement en voie d'être finalisée du Long Term II Enhanced Surface Water Treatment Rule (LT2ESWTR).

Les critères d'admissibilité sont résumés dans la fiche de l'USEPA placée à l'annexe 2. Une description détaillée des principaux règlements américains et de leur impact sur la définition des sources protégées (unfiltered supplies) est présentée à la section 3.3.3.

La définition d'une source protégée s'applique aux eaux de surface ou aux eaux souterraines sous l'influence des eaux de surface. Elle est fondée principalement sur:

- 1) le respect de normes de qualité de l'eau brute mesurée par la teneur en coliformes totaux (100 /100mL) et fécaux (20/100 mL) au point d'application du désinfectant dans 90% des échantillons sur une base de 6 mois.
- 2) Le respect d'une turbidité maximale de 5 NTU.

- 3) La capacité de désinfection assurant des réductions de 2 log de *Cryptosporidium*, 3 log de *Giardia* et 4 log de virus.
- 4) L'absence de rejets d'eaux usées et d'activités agricoles pouvant avoir un impact sur la qualité de l'eau.

Son application est modulée lorsque la qualité de l'eau brute varie, particulièrement lorsque la turbidité excède 1 NTU, ce qui déclenche une obligation de mesure de la turbidité quotidienne plutôt qu'hebdomadaire. Des dépassements sporadiques du maximum de 5 UTN sont tolérés mais encadrés.

Un certain nombre d'obligations opérationnelles se sont accumulées au cours des modifications, notamment:

- La mise en place d'un programme de gestion de bassin qui permette de minimiser les concentrations de *Giardia*, virus et *Cryptosporidium*.
- L'absence d'éclosions d'épidémies d'origine hydrique sur cette source.
- Une inspection annuelle par les instances de l'État ou une tierce partie approuvée par l'État.
- Le respect des exigences réglementaires quant aux sous-produits de désinfection et le maintien d'un résiduel de chlore et la qualité microbiologique en réseau (coliformes totaux selon le Total Coliform Rule).
- L'installation de redondance ou d'un système de fermeture automatique lorsque les concentrations diminuent au-delà d'un seuil pré-établi.
- La complétion d'un profil de désinfection visant à améliorer la désinfection et à réduire la teneur en sous-produits de désinfection.
- Le calcul quotidien du log total d'inactivation.
- La tenue d'enquête sanitaire aux 3-5 ans.

Le principal avantage obtenu par une conformité aux critères des unfiltered supplies est l'obtention d'une dérogation à la filtration. Toutefois, les sources non-filtrées sont assujetties à des exigences accrues de désinfection:

- L'atteinte d'un abattement minimal de 4 log de virus, 3 log de *Giardia* et 2 log de *Cryptosporidium*. Ces exigences peuvent être revues à la hausse en fonction des concentrations de pathogènes mesurées dans l'eau brute.
- L'obligation d'utilisation d'une combinaison d'un minimum de 2 désinfectants dont le bioxyde de chlore, l'ozone, l'irradiation aux UV et le chlore. Chaque désinfectant doit être capable d'inactiver complètement un des trois organismes cibles
- Des non-conformités de traitement sont déclarées lorsque les logs d'inactivation par le bioxyde de chlore ou l'ozone ne sont pas respectés dans 1 jour ou plus par mois ou dans 5% des eaux irradiées par mois.

Des études de cas montrant des cas d'application sont présentées à la section 4.

2.6.3 Sources protégées ailleurs au monde

La définition des conditions de dérogation à la filtration ailleurs dans le monde n'est pas aussi clairement définie. La plupart des réglementations ouvrent la porte à l'absence ou à une équivalence de traitement à la filtration. Ces variations de directives et de règlements font l'objet d'une analyse détaillée dans la section 3. On ne trouve pas de définition de 'Protected Watershed' ou de 'unfiltered supplies' dans les autres directives ou réglementations, à l'exception de sources souterraines considérées à l'abri de toute influence d'eaux de surface.

Toutefois, certaines tendances générales peuvent être dégagées quant à l'utilisation des eaux de surface non protégées sans avoir recours à la filtration.

- L'absence de filtration est souvent autorisée en Australie, en Nouvelle Zélande et au Canada pour des eaux brutes ne répondant pas à toutes les conditions d'exclusion de la réglementation américaine. La lecture à la lettre des règlements ouvre cette possibilité;
- Des applications n'ont pas été identifiées pour l'Europe. Il est probable que la sévérité des normes alliée à l'utilisation intensive des eaux de surface limite probablement le recours à l'eau sans filtration dans la communauté Européenne.
- L'autorisation de procéder sans filtration est donnée au cas par cas par les ministères responsables.
- Certaines provinces canadiennes dont l'Ontario, la Colombie-Britannique et le Québec, et l'Australie permettent ainsi une application plus large de la dérogation à la filtration qui n'est pas clairement définie dans la réglementation, mais qui appliquée fréquemment dans la pratique.

Des études de cas montrant des cas d'application sont présentées à la section 4.

2.6.4 L'approche des classes de qualité et plans de protection

La définition de classes de qualité d'eau peut être très sommaire et être fondée sur la mesure du niveau de contamination de l'eau brute, ce qui correspond à l'approche actuellement en vigueur au Québec et aux États-Unis. Cette approche ne permet d'évaluer les risques de pointe qu'avec des programmes d'échantillonnages exhaustifs et coûteux. Elle ne permet pas de prédire la détérioration de la qualité de l'eau brute. Elle est aussi inapte à assurer le maintien ou l'amélioration de la qualité de la source d'eau potable.

Dans le reste du monde industrialisé, l'émission de directives et la mise en place de réglementations visant à protéger les sources d'eau montrent la reconnaissance de l'importance sanitaire de cette protection. Cette approche plus systémique est un élargissement de la notion de sources protégées vers une définition de classes de qualité d'eau brute, à l'obligation subséquente de formulation de plans de protection et à l'ajustement des obligations de traitement au niveau de risque.

La section 3 présente un survol des principales réglementations de qualité d'eau, de définition des sources protégées, d'élaboration des classes de qualité d'eau brute et des plans de protection. Ce survol n'est pas complet mais il présente assez d'éléments d'information pour remplir le mandat. Les cadres réglementaires varient selon le pays considéré, mais des éléments communs peuvent être identifiés.

Les éléments suivants sont présents dans la plupart des pays industrialisés, soit sous forme de recommandations ou par réglementation directe:

- La caractérisation de l'eau brute microbiologique et chimique. Dans le cas de la contamination microbiologique, la mesure directe de pathogènes protozoaires (*Giardia* et *Cryptosporidium*) et des coliformes fécaux (ou *E. coli*), est retenue pour toutes les tailles de réseaux, parfois après un pré-tamassage par l'analyse des coliformes fécaux ou de *E. coli*. Les échantillonnages sont ajustés pour mesurer les périodes de contamination de pointe.

- Les exigences minimales de traitement sont fixées à partir du niveau de contamination mesuré à l'eau brute. La plupart des juridictions réfèrent aux tables d'inactivation de l'USEPA, du moins pour la définition des conditions de traitement par le chlore et l'ozone. En absence de données des exigences de traitement élevées sont fixées.
- L'analyse des sources de contamination microbiologique et chimique et la mise en place d'un plan de protection de la source est obligatoire et permet d'établir la vulnérabilité de la source.
- La définition de filières de traitement pouvant diminuer le risque suivant le principe des barrières multiples de la source et du traitement. Les informations produites par la caractérisation et le plan de protection sont prises en compte.

L'application de ces obligations est modulée en fonction de la taille des installations. Les responsables interrogés par téléphone en courriels admettent qu'une plus grande tolérance est exercée pour les petits et très petits réseaux, tant au niveau des plans de protection que pour la mise en place d'installations de traitement. À noter que l'Ontario a récemment transféré la responsabilité de l'application de ses règlements sur l'eau potable aux petits et très petits réseaux au Ministère de la Santé, ouvrant la porte à des traitements plus légers et mieux adaptés aux petites municipalités et agglomérations.

3 DOCUMENTATION DES PRATIQUES ETABLIES DANS D'AUTRES PAYS ET PROVINCES

Approche de caractérisation des classes de qualité, adéquation du traitement, cadre réglementaire, programme de soutien financier aux activités.

3.1 QUEBEC

Le règlement sur la qualité de l'eau potable (Gouvernement du Québec 2005) promulgué en 2001 rend obligatoire la filtration des eaux de surface et des eaux souterraines sous influence des eaux de surface. La filtration est donc obligatoire pour toutes les eaux de surface à moins de rencontrer les critères d'exclusion précisés à l'article 5. Cet article applicable à l'eau brute exige que:

- La turbidité est inférieure à 1 UTN dans 90% des cas.
- La concentration en COD doit être inférieure ou égale à 3 mg/L.
- La concentration de coliformes fécaux de moins de 20 UFV/100mL (90%);,
- La concentration en coliformes totaux de moins de 100 UFC/100mL (90%).
- La protection de la source (absence d'influence de contaminants provenant de systèmes de collecte ou de traitement d'eaux usées, ou provenant d'activités agricoles.

Ce règlement a été modifié le 1er juin 2005. Les principales modifications à l'article 5 qui sont pertinentes à la définition des obligations de traitement et de dérogation de filtration sont :

- 1) L'ouverture à la production d'eau potable ayant une turbidité de plus de 0,3 NTU pour les eaux non-filtrées par filtration assistée chimiquement.
- 2) L'établissement d'un maximum absolu de 5 UTN
- 3) L'établissement d'une moyenne de 1 UTN @ 90%.
- 4) L'abolition du critère d'exclusion du COT.
- 5) L'abolition du critère d'exclusion des coliformes totaux.
- 6) L'ajout d'un critère de respect des THM simulés.

Quoique le règlement ne fasse pas référence aux classes de qualité d'eau, cette approche similaire à celle utilisée par l'USEPA est retenue dans le guide de conception. Les exigences de désinfection sont ajustées en fonction de classes d'eau définies par la concentration en coliformes fécaux sur la base de corrélations observées par Payment et al. (Payment et al. 2000; Payment et al. 2001; Payment et al. 1997c).

Le présent document est produit en partie en soutien de la définition d'application de ces ouvertures à la production d'eau ayant une turbidité plus élevée que celle admissible à l'eau filtrée et garantissant des crédits d'enlèvement selon le guide de conception.

3.2 Canada

3.2.1 Approche de la source au robinet

Un guide intitulé “*De la source au robinet: L’approche à barrières multiples pour une eau potable saine*”, a été publié par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l’eau potable (CEP) du Comité fédéral-provincial-territorial sur l’hygiène du milieu et du travail et le Groupe de travail sur la qualité de l’eau (GTQE) du Conseil canadien des ministres de l’environnement (CCME). Le guide fournit des conseils aux propriétaires et aux exploitants de réseaux d’approvisionnement en eau potable sur la façon d’appliquer le concept de l’approche à barrières multiples aux systèmes d’alimentation en eau potable du Canada, de la source au robinet (Conseil canadien des ministres de l’environnement (CCME), 2004).

L’approche à barrières multiples vise à réduire le risque de contamination de l’eau potable et à augmenter la faisabilité et l’efficacité des mesures d’assainissement ou de prévention. Son but ultime est la protection de la santé publique.

La figure 3.1 illustre l’approche à barrières multiples pour une eau potable saine. Le réseau d’approvisionnement en eau potable comporte trois éléments principaux : la provenance de l’eau d’approvisionnement (bassin versant, aquifère), la station de traitement de l’eau potable et le système de distribution. Ces éléments sont gérés de façon intégrée, à l’aide de procédures et d’outils tels que :

- la surveillance de la qualité de l’eau et la gestion des approvisionnements d’eau, de la source au robinet,
- les cadres législatifs et stratégiques,
- la sensibilisation et la participation du public,
- les recommandations, les normes et les objectifs,
- la recherche et le développement de solutions scientifiques et technologiques.

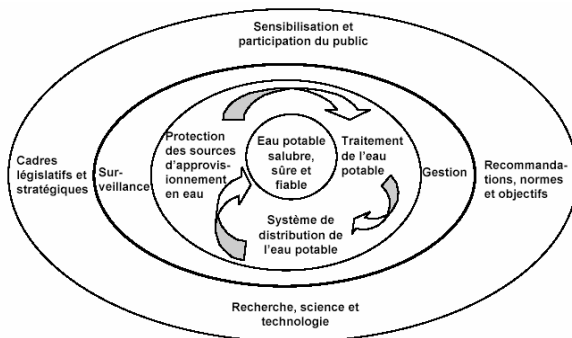


Figure 3.1 Composantes de l’approche à barrières multiples (Conseil canadien des ministres de l’environnement (CCME), 2004)

L’adoption d’une approche basée sur les risques, comme l’approche à barrières multiples, est essentielle à la gestion efficace des réseaux d’approvisionnement en eau potable. La détermination des dangers et l’évaluation des risques sont des outils indispensables qui permettent de comprendre la vulnérabilité de l’approvisionnement en eau potable et la

planification de stratégies efficaces de gestion des risques pour s'assurer que l'eau potable est salubre, sûre et fiable. Lorsqu'il est impossible de quantifier les risques (eg: lorsqu'il y a trop de variables pour isoler des dangers précis ou leur impact potentiel), les pratiques de gestion optimale peuvent s'avérer un outil utile pour éliminer les risques.

La première étape de la mise en œuvre de l'approche à barrières multiples consiste à comprendre en quoi consiste l'approvisionnement en eau potable, y compris la qualité des sources d'approvisionnement en eau et leur volume (débit); les dangers existants et potentiels qui pourraient altérer le volume d'eau ou la qualité de l'eau; les procédés de traitement existants et leurs limites ainsi que l'état du système de distribution.

Les dangers liés à l'eau potable sont:

- Problèmes d'ordre microbiologique
- Contaminants chimiques et radioactifs
- Paramètres physiques liés à la qualité de l'eau
- Interaction entre les catégories de contaminants
- Évènements imprévus

Dans tout réseau de production d'eau potable, la protection des sources d'approvisionnement est une étape essentielle pour prévenir la contamination de l'eau. Elle est aussi un élément clé du maintien de la qualité des sources d'approvisionnement en eau potable au fil des ans. La protection des bassins versants permet d'améliorer la qualité des sources d'approvisionnement en eau et influe sur le type de traitement requis pour garantir la salubrité de l'eau potable.

La protection des sources d'approvisionnement en eau (voir la figure 3.2) qui s'appuie sur la gestion des bassins versants et des aquifères exige l'adoption d'une approche concertée par les divers intervenants en vue de dresser des plans à court et à long terme pour prévenir, réduire au minimum ou contrôler les sources potentielles de pollution ou encore d'améliorer la qualité de l'eau, le cas échéant. La planification de la protection des sources d'approvisionnement en eau est un processus évolutif; il faut périodiquement revoir les plans de gestion afin de garantir que les meilleures solutions sont appliquées et que les expériences d'autres groupes ayant des buts similaires sont reconnues et intégrées au besoin. Il convient de préciser que la gestion des bassins versants et des aquifères est un engagement continu et à long terme; il n'est donc pas nécessaire que tous les éléments soient en place avant de traiter l'eau et de l'utiliser comme eau potable.

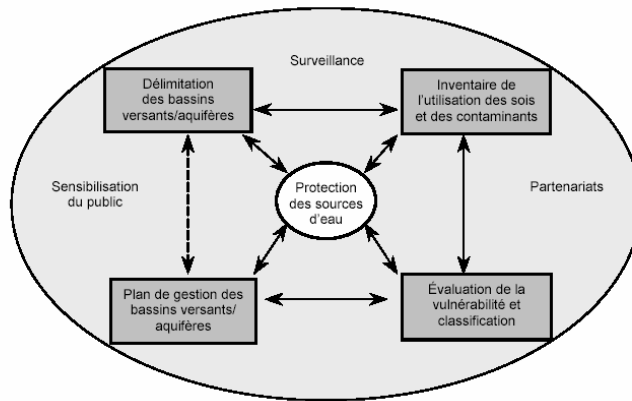


Figure 3.2 Composantes de la protection des sources d'eau (Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2004)

Une stratégie de protection des sources d'approvisionnement en eau peut comporter deux composantes : l'évaluation des sources d'approvisionnement en eau et l'élaboration d'un plan de mise en œuvre basé sur les résultats de l'évaluation, qui se traduit par un plan de gestion du bassin versant et de l'aquifère. L'évaluation des sources d'approvisionnement en eau comprend les éléments suivants :

- délimitation des zones de protection des sources d'approvisionnement en eau;
- détermination des contaminants préoccupants au moyen de divers inventaires (comme les inventaires des contaminants et de l'utilisation des terres);
- estimation de la vulnérabilité par rapport au risque et de son importance.

Une fois l'évaluation terminée, un plan de gestion du bassin versant et de l'aquifère peut être élaboré. Ce plan intègre des mesures pour réduire les risques qui ont été évalués. L'évaluation initiale oriente également le choix et la conception des systèmes appropriés de traitement et de distribution de manière à garantir la salubrité de l'eau destinée à la consommation.

L'évaluation des sources d'approvisionnement en eau potable forme l'assise de toutes les activités qui visent à fournir au public une eau salubre, fiable et agréable sur le plan esthétique. Elle permet de déterminer les caractéristiques des sources d'approvisionnement en eau, les dangers potentiels pour la santé, la mesure dans laquelle ces dangers posent des risques pour la santé des personnes qui consomment de l'eau et la meilleure méthode pour gérer ces enjeux sanitaires. En soi, l'évaluation des sources d'approvisionnement en eau vise trois grands objectifs:

- 1) déterminer si un plan d'eau (de surface ou souterraine) est une bonne source d'eau potable;
- 2) déterminer le niveau de traitement requis pour que l'eau puisse être consommée sans danger;
- 3) cibler les activités du plan de gestion du bassin versant et de l'aquifère.

Il est primordial que toutes les évaluations des sources d'approvisionnement en eau tiennent compte des critères provinciaux ou territoriaux relatifs au rendement des stations de traitement ainsi que des exigences en matière de surveillance de la conformité . De plus, il faut déterminer

si les sources potentielles peuvent constituer des sources d’approvisionnement en eau potable en examinant les dangers éventuels exposés au chapitre 5 ainsi que le traitement ou les autres barrières nécessaires pour réduire au minimum les risques qu’ils posent pour la santé.

Dans l’évaluation des sources d’approvisionnement en eau potentielles, il faut déterminer le volume d’eau, la vulnérabilité et la qualité de l’eau, la fiabilité de l’approvisionnement et les possibilités de dégradation future. Si le volume d’eau est insuffisant ou que l’eau d’approvisionnement est peu fiable et s’il n’est pas possible de maintenir l’équilibre hydrologique ou de conserver le volume d’eau, il faut envisager de recourir à d’autres sources d’approvisionnement en eau. La qualité des sources d’approvisionnement en eau influe sur le type de traitement nécessaire pour réduire les risques sanitaires potentiels et fournir aux consommateurs une eau salubre et agréable sur le plan esthétique (chapitre 7). Les facteurs susceptibles d’altérer la qualité de l’eau d’approvisionnement sont énumérés au tableau 3.1.

Tableau 3.1 Facteurs qui influencent la qualité de l’eau d’approvisionnement (Conseil canadien des ministres de l’environnement (CCME), 2004).

Facteurs naturels	Facteurs anthropiques	
	Sources diffuses	Sources ponctuelles
Climat	Ruissellement agricole	Effluents industriels
Topographie	Bétail et pacage	Rejets d’eaux usées non traitées
Géologie	Laiteries et parcs d’engraissement	Installations de déchets dangereux
Couverture du sol	Ruissellement urbain	Drainage minier acide
Végétation	Fosses septiques	Déversements et rejets
Incendies	Érosion	Ruissellement urbain
Faune	Gestion des forêts	Débordements des égouts unitaires
Intrusions d’eau salée	Exploitation minière	Aquaculture
Stratification thermique ou de densité	Activités récréatives	
Érosion	Dépôts atmosphériques	

Lorsque l’on choisit l’eau d’approvisionnement, il faut tenir compte notamment des exigences des autres compétences administratives concernant les droits relatifs à l’eau, l’exploitation des eaux souterraines, les impacts sur l’environnement, la planification et l’emplacement des prises d’eau et mener les consultations nécessaires. Il convient également d’examiner les effets sur les autres propriétaires fonciers ou ceux qui sont causés par ces derniers, et d’y trouver des solutions. En outre, il faut obtenir dès que possible les approbations nécessaires des autres autorités compétentes.

Toutes les évaluations des sources d’approvisionnement en eau doivent être réalisées par étapes, chacune comportant un niveau de détail plus poussé, jusqu’à ce que l’on dispose de suffisamment de données sur le bassin versant et l’aquifère pour choisir la méthode qui permet le mieux de réduire au minimum les risques liés à ces sources d’approvisionnement en eau:

1) Évaluation des sources d’approvisionnement

- Détermination de la superficie du bassin versant et de l’aquifère

- Eaux de surface
 - Eaux souterraines
 - Eaux de surface sous influence des eaux souterraines
 - Eaux souterraines sous influences des eaux de surfaces
 - Inventaire des prises d'eau potable
 - Délimitation et cartographies des aires de protection des eaux de surface
 - Délimitation et cartographies des aires de protection des eaux souterraines
- Inventaire des contaminants et de l'utilisation des terres
 - Inventaires de l'utilisation des terres
 - Inventaire des sources de contaminants
 - Caractérisation du bassin versant/aquifère
 - Population
 - Climat (températures ambiantes élevées, ruissellement printanier, conditions d'étiage, utilisation à des fins récréatives)
 - Topographie
 - Caractéristiques géologiques
 - Organismes aquatiques, faune et végétation
 - Évaluation des données sur la qualité des sources d'approvisionnement en eau
 - Évaluation de la vulnérabilité
 - Établissement d'objectifs de qualité de l'environnement (OQE)
 - Systèmes de classement par ordre d'importance

2) Plan de gestion du bassin versant/aquifère

- Processus de gestion
- Activités de gestion
- Évaluation des options de gestion
- Élaboration du plan de protection
- Mise en œuvre du plan
- Évaluation du rendement et réajustement du plan

Il peut être utile pour un comité de protection des sources d'approvisionnement en eau (CPSE) de superviser à la fois l'évaluation des sources d'approvisionnement en eau et le plan de gestion du bassin versant/aquifère. Il est important qu'il collabore avec des intervenants de l'extérieur pour avoir accès à d'autres ressources (humaines et financières) et obtenir l'adhésion de la collectivité. Ce comité doit disposer d'un mandat et d'un processus de prise de décision. La figure 3.3 donne un exemple d'un processus d'action.

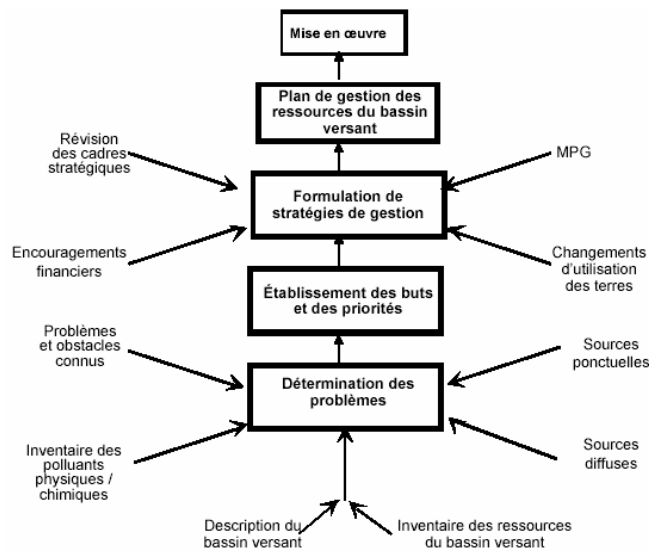


Figure 3.3 Processus d'action du Comité du bassin versant (Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2004)

Le processus d'élaboration du plan de gestion est illustré à la figure 3.4.

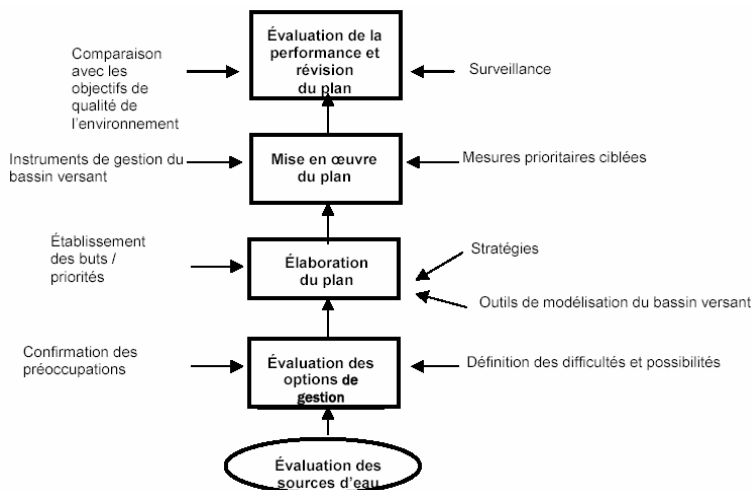


Figure 3.4 Processus de gestion du bassin versant / aquifère (Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2004)

3.2.2 Recommandations spécifiques par paramètre de Santé Canada

Les recommandations suggérées sont élaborées selon l'approche décrite dans les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – Pièces à l'appui. Les recommandations sont élaborées pour chacun des paramètres selon l'information et les données scientifiques provenant du Canada et du monde entier, des études toxicologiques (sur les animaux) et épidémiologiques (sur les humains) sont utilisées pour élaborer les recommandations. Les recommandations sont fixées à un niveau assez bas afin de tenir compte

une exposition par d'autres sources. Ces directives ou projet de directives sont affichées sur le site web de Santé Canada (http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/consultation/consult_intro_f.html).

3.2.2.1 Bactéries hétérotrophes aérobies (BHA) (Santé Canada, 2004a)

Aucune recommandation n'est émise pour la concentration de BHA dans les eaux brutes. De plus, aucune concentration maximale acceptable (CMA) n'est émise pour les bactéries hétérotrophes présentes dans l'eau fournie par des réseaux publics, semi-publics ou privés de distribution d'eau potable. Lorsque les concentrations de bactéries hétérotrophes dépassent les niveaux de référence, elles sont considérées comme indésirables et peuvent inciter à intervenir. Il convient toutefois de signaler que les résultats de la numération des bactéries hétérotrophes (NBH) ne sont pas un indicateur de la salubrité de l'eau et qu'il ne faut donc pas les utiliser comme un indicateur d'éventuels effets indésirables sur la santé humaine. La numération des bactéries hétérotrophes doit être considérée comme l'un des nombreux moyens disponibles pour surveiller la qualité globale de l'eau, à la fois immédiatement après le traitement et dans le réseau de distribution (Santé Canada, 2004b).

3.2.2.2 *Escherichia coli* (Santé Canada, 2004c)

Il n'y a pas de recommandation quant au niveau de *E. coli* dans la source. La concentration maximale acceptable (CMA) d'*Escherichia coli* dans les réseaux publics, semi-publics et privés de distribution d'eau potable est de zéro micro-organisme détectable par 100 ml. *Escherichia coli* est un indicateur certain de contamination fécale récente dans les réseaux de distribution d'eau potable et constitue donc un bon indicateur de la présence possible d'entéropathogènes préoccupants pour la santé humaine (Santé Canada, 2004a).

3.2.2.3 Coliformes totaux (Santé Canada, 2004b)

Il n'y a pas de recommandation sur la teneur en coliformes totaux pour la définition de la qualité de l'eau brute. La concentration maximale acceptable (CMA) de coliformes totaux dans les réseaux publics, semi-publics et privés de distribution d'eau potable est d'aucun coliforme détectable par 100 ml. Dans les réseaux publics, l'importance pour la santé publique de la présence de coliformes totaux varie en fonction de l'endroit où ils se trouvent dans le système. Comme les coliformes totaux représentent un indicateur acceptable du caractère adéquat du traitement, il faudrait pouvoir n'en détecter aucun dans l'eau qui quitte l'usine de traitement. Dans un réseau de distribution, les coliformes totaux doivent servir d'indicateurs de la qualité globale de l'eau, car leur présence peut indiquer l'existence possible de problèmes de croissance ou de contamination après le traitement. Il convient de signaler que la présence de coliformes totaux dans le réseau de distribution ne constitue pas un indicateur direct de la salubrité de l'eau et qu'il ne faut donc pas l'utiliser comme un indicateur d'éventuels effets indésirables sur la santé humaine. Dans les réseaux semi-publics et privés, les coliformes totaux peuvent servir d'indicateurs de la vulnérabilité du système et révéler une contamination à la source ou l'existence de branchements fautifs, ainsi qu'une croissance ou une désinfection inadéquate (le cas échéant). Si l'on continue de détecter des coliformes totaux après avoir pris des mesures correctives, cela peut signifier que le réseau est vulnérable à la contamination fécale et que des mesures correctives supplémentaires sont nécessaires.

3.2.2.4 *Giardia* et le *Cryptosporidium* (Santé Canada, 2004d)

Bien que *Giardia* et *Cryptosporidium* puissent être responsables de maladies gastro-intestinales graves, voire fatales dans certains cas, Santé Canada considère qu'il n'est pas possible pour le moment d'établir des concentrations maximales acceptables (CMA) de ces protozoaires dans l'eau potable. Ils argumentent que les méthodes dont on dispose actuellement pour la détection systématique des kystes et des oocystes ne fournissent pas d'informations sur leur viabilité ou sur leur infectivité pour les humains et elles présentent un faible taux de récupération. Cependant, jusqu'à ce qu'on dispose de plus amples informations et de meilleures données de surveillance sur la viabilité et l'infectivité des kystes et des oocystes présents dans l'eau potable, il est nécessaire de prendre des mesures pour réduire le plus possible le risque de maladie. Si on soupçonne ou si on établit la présence dans la source d'eau de kystes ou d'oocystes infectieux pour les humains, ou si *Giardia* ou *Cryptosporidium* se sont avérés responsables d'éclosions de maladies d'origine hydrique dans une collectivité, il est nécessaire d'instaurer un programme spécial pour le traitement et la distribution de l'eau potable, ainsi qu'un plan de protection du bassin versant et de puits (lorsque cela est réalisable) ou d'autres mesures permettant de réduire le risque de maladie. Dans ces cas, les techniques de traitement doivent assurer une réduction et/ou une inactivation des kystes et des oocytes d'au moins 3 log, sauf si la qualité de l'eau de la source d'approvisionnement exige une réduction ou une inactivation plus importantes. Il n'y a pas de recommandations spécifiques aux niveaux de ces micro-organismes dans l'eau brute.

3.2.2.5 Turbidité (Santé Canada, 2004e)

Les réseaux de distribution utilisant une source d'eau de surface ou d'eau souterraine assujettie à l'influence directe d'eaux de surface devraient filtrer l'eau de la source afin de respecter les limites de turbidité fondées sur la santé indiquées ci-dessous pour les différentes techniques de traitement. Lorsque cela est possible, les systèmes de filtration doivent être conçus et exploités de façon à réduire le plus possible la turbidité de l'eau traitée. L'objectif visé doit être de moins de 0,1 UTN en tout temps. Lorsque cela n'est pas possible, les niveaux de turbidité de l'eau des filtres individuels doivent être :

- Pour la filtration avec procédé chimique, inférieurs ou égaux à 0,3 UTN dans au moins 95 % des mesures effectuées ou du temps pour chaque mois civil, et ne jamais dépasser 1,0 UTN.
- Pour la filtration lente sur sable ou la filtration à diatomées, inférieurs ou égaux à 1,0 UTN dans au moins 95 % des mesures effectuées ou du temps pour chaque mois civil, et ne jamais dépasser 3,0 UTN.
- Pour la filtration sur membrane, inférieurs ou égaux à 0,1 UTN dans au moins 99 % des mesures effectuées ou du temps pour chaque mois civil, et ne jamais dépasser 0,3 UTN. Si la filtration sur membrane est la seule technique de traitement utilisée, elle doit être suivie d'un procédé d'inactivation des virus (Une certaine forme d'inactivation des virus est requise pour toutes les techniques de filtration, à la différence toutefois qu'une réduction des virus, en terme de log, est attribuée à la filtration avec procédé chimique et à la filtration lente sur sable ou à diatomées, alors qu'aucun facteur de réduction n'est attribué à la filtration sur membrane.)

On ne s'attend pas à ce que tous les réseaux de distribution d'eau soient en mesure de respecter immédiatement la recommandation révisée pour la turbidité. Par conséquent, des traitements additionnels devraient être étudiés dans l'intérim pour s'assurer que l'eau potable fournie est sécuritaire.

Un réseau de distribution peut utiliser une technique de filtration autre que celles prescrites si, conjuguée à la désinfection, cette technique produit de façon fiable une réduction d'au moins 3 log des kystes de *Giardia lamblia* et des oocystes de *Cryptosporidium*, et une réduction de 4 log des virus. Des études pilotes ou des équivalences établies par d'autres administrations doivent démontrer que la technique remplit ces conditions.

La filtration d'une source d'eau de surface ou d'une source d'eau souterraine assujettie directement à l'influence d'eaux de surface pourrait ne pas être nécessaire s'il est satisfait à toutes les conditions suivantes :

1. Une inactivation globale est réalisée au moyen d'au moins deux désinfectants* :
 - de l'ozone ou des rayons ultraviolets pour inactiver les kystes et les oocystes;
 - du chlore (chlore libre) pour inactiver les virus; et
 - du chlore ou des chloramines pour maintenir une concentration résiduelle dans le réseau de distribution.

La désinfection doit produire de façon fiable une réduction d'au moins 99 % (2 log) des oocystes *Cryptosporidium*, une réduction de 99,9 % (3 log) des kystes *Giardia lamblia* et une réduction de 99,99 % (4 log) des virus. Si les concentrations moyennes de kystes et d'oocystes dans l'eau de source dépassent 10/1,000 L, il faut effectuer une réduction de plus de 99 % (2 log) des oocystes de *Cryptosporidium* et de 99,9 % (3 log) des kystes de *Giardia lamblia*. Il faut déterminer les niveaux de référence pour les kystes de *Giardia lamblia* et les oocystes de *Cryptosporidium* dans l'eau à la source au moyen d'un suivi effectué comme prescrit dans la recommandation la plus récente sur les protozoaires, ou plus fréquemment pendant les périodes de pointe prévues (p. ex., au cours de l'écoulement printanier ou après de fortes pluies).

2. Avant le point d'application du désinfectant, le nombre de bactéries *d'Escherichia coli* dans l'eau de source ne dépasse pas 20UFC /100 mL (ou la concentration de coliformes totaux ne dépasse pas 100UFC /100 mL, si la concentration *d'Escherichia coli* n'est pas disponible) dans au moins 90 % des échantillons hebdomadaires prélevés au cours des 6 mois précédents.
3. La turbidité quotidienne moyenne dans l'eau de source mesurée à intervalles réguliers (au moins aux quatre heures) immédiatement avant le point d'application du désinfectant est de l'ordre de 1,0 UTN mais ne dépasse pas 5,0 UTN durant plus de 2 jours au cours d'une période de 12 mois. La turbidité de l'eau de source ne semble pas protéger les contaminants microbiologiques.
4. Un programme de contrôle du bassin versant (p. ex., protection du bassin versant, contrôle des décharges, etc.) réduit le risque de contamination de la source d'eau par des matières fécales.

3.2.3 Colombie-Britannique

Les obligations de protection de la source sont encadrées par le Drinking Water Protection Act et le Drinking Water Protection Regulation avec modifications subséquentes Ce règlement comprend peu d'obligations spécifiques et inclus un nombre minimal de paramètres de qualité (*E. coli* et coliformes totaux).

La Colombie Britannique fixe aussi des normes de turbidité et mentionne que les normes sur la turbidité sont fondées sur des préoccupations sanitaires et esthétiques. Le règlement précise qu'un traitement de réduction de la turbidité n'est pas obligatoire si l'eau est d'une clarté exceptionnelle définie comme une turbidité qui n'excède pas 5 UTN. On limite aussi la

production de turbidité par le traitement à 1 UTN et la turbidité totale résultante à 5 UTN. Si un traitement est exigé, c'est-à-dire dans le cas des eaux brutes ayant une turbidité de plus de 5 UTN, la turbidité finale ne doit pas excéder 10% de la turbidité initiale et ne peut dépasser 5 UTN.

3.2.4 Ontario

La réglementation ontarienne a évolué de façon accélérée suite aux événements tragiques de Walkerton de manière à mettre en place un cadre réglementaire donnant suite aux recommandations de la Commission Walkerton. Le Safe Drinking Water Act a été promulgué en 2002 avec dans sa foulée une série de règlements sur différents aspects des systèmes de traitement et de distribution d'eau potable (Government of Ontario, 2002). Les composantes de cette réglementation qui ont un impact direct sur ce mandat concernent la protection des sources et la réglementation sur la qualité de l'eau.

3.2.4.1 Règlement sur la qualité de l'eau potable et définissant les systèmes de traitement d'eau et leurs obligations

Plusieurs règlements sont pertinents à l'analyse du contexte normatif définissant les objectifs et obligations de traitement de l'eau potable:

- Le règlement Ontario Regulations 170/03 (Government of Ontario, 2003b) fixe les obligations de traitement et délais de mise à niveau des installations pour chacune des huit catégories de réseaux. Aucune dérogation d'obligation de traitement n'est possible pour les eaux de surface. Toutes les eaux de surface doivent être traitées par filtration assistée chimiquement et doivent subir une réduction minimale de 2 log d'oocystes de *Cryptosporidium*, de 3 log de kystes de *Giardia* et de 4 log de virus, ou tout autre équipement capable de produire une eau de qualité équivalente ou supérieure. Selon la taille du système, les dates d'entrées en vigueur de ces obligations pour les sources de surface s'échelonnent du 1^{er} juillet 2004 au 1^{er} juillet 2005.
- Les obligations de désinfection détaillées sont définies dans le 'Procedure for Disinfection of Drinking Water in Ontario' (Government of Ontario, 2003d). Elles s'appliquent à des eaux de surface ou des eaux souterraines sous l'influence directe des eaux de surface. Les obligations de traitement ne spécifient pas une obligation de filtration mais plutôt fixent les objectifs d'inactivation. Les crédits de désinfection sont spécifiés pour différents types de filtration comme la filtration directe, lente ou classique. Le recours à des procédés autres que la filtration lente, directe ou classique doit être validé par un tiers parti et approuvé par le Directeur. Des exigences plus élevées d'abattement des micro-organismes peuvent être exigés en fonction des risques perçus et l'obligation de caractériser est fixée au cas par cas. L'autorisation de la filière de traitement est faite par le MOE qui peut fixer au besoin des exigences additionnelles de traitement en fonction de la qualité de l'eau brute. L'application de désinfectants chimiques est régie par le concept de Ct et les valeurs repères citées directement de l'USEPA. L'addition de barrières en amont de la désinfection chimique est dictée par les limitations d'efficacité des désinfectants chimiques sur des eaux de moins bonne qualité. La désinfection aux UV est considérée comme une alternative à la désinfection chimique, mais il n'est pas clairement indiqué qu'elle constitue une barrière suffisante pour se substituer aux différents types de filtration qui assurent des crédits d'enlèvement par voie physique. L'octroi de crédits d'enlèvement pour la filtration conventionnelle et directe est assujéti au respect d'une turbidité de moins de 0,5 UTN

dans 95% des échantillons sur une base mensuelle. Dans le cas de la filtration lente et de la filtration sur cartouche, une turbidité de 1 UTN dans 95% des échantillons mensuels est fixée. Finalement l'octroi de crédits de désinfection demeure modeste pour la filtration sur membrane et conditionnel au respect d'une turbidité de 0,1UTN et moins dans 95% des échantillons mensuels.

- La qualité de l'eau potable est régie par le règlement Ontario 169/03 intitulé Ontario Drinking Water Quality Standards (Government of Ontario, 2003a). Ce règlement fixe des valeurs pour une large gamme de paramètres microbiologiques, chimiques et radiologiques. A noter que cette réglementation incluse des normes sur de *E. coli*, coliformes fécaux et coliformes fécaux (non détectés) ainsi que des normes de population de bactéries hétérotrophes aérobies sur les filtres de coliformes (200 UFC/100mL) et sur gélose BHA (500 UFC/100mL). A noter que le dépassement de ces normes mène à des correctifs d'exploitation (MOE, PIBS 4414^e, 2003) sauf dans le cas des coliformes fécaux et de *E. coli* qui obligent à un avis de non-consommation.
- Le règlement 172/03 (Government of Ontario, 2003c) définit les non-conformités ainsi que les systèmes de traitement d'eau. Il précise les systèmes auxquels s'appliquent les directives de traitement et de maintien d'un résiduel de chlore durant la distribution. Ce règlement précise aussi les obligations de caractérisation microbiologique (coliformes fécaux et totaux et *E. coli*) de l'eau brute pour les grands réseaux (une fois par semaine Schedule 10) et les plus petits systèmes (une fois par mois Schedule 11). La caractérisation chimique est plus restreinte avec une obligation annuelle de caractérisation (Schedule 13).

3.2.4.2 Protection de la source

Un comité d'experts ontariens a déposé un rapport et effectué des consultations préalablement au développement de la réglementation sur la protection de la source en 2004 (Ontario's Ministry of Environment, 2004c; Ontario's Ministry of Environment, 2004b; Ontario's Ministry of Environment, 2004a; Ontario's Ministry of Environment,). Ce rapport présente 128 recommandations pour la protection des sources d'eaux souterraines et de surface. L'approche préconisée est la protection par bassins versants. Le rapport précise les modifications réglementaires suggérées pour l'émission de permis de prélèvement ainsi que les priorités d'action 2004-2008.

Ce comité d'experts souligne que la protection des sources d'eau est la première étape d'une approche multi barrières visant à produire une eau potable sans risque à la santé. La démarche de planification de la protection de la source doit être effectuée par le comité local qui effectue une analyse itérative des risques de contamination et élabore des plans d'actions pour réduire ces risques. La protection de la ressource est un processus d'amélioration en continu.

Le cadre d'analyse des risques de contamination des sources présentés retenu par ce comité reprend les éléments classiques d'une évaluation de risques: 1) l'identification des dangers; 2) l'évaluation des risques; 3) la gestion des risques.

Dans le cadre d'évaluation des dangers, le processus d'élaboration des plans de protection des sources d'eau à l'échelle des bassins versants en Ontario doit permettre aux Comités de Planification de la Protection des Sources d'Eau (CPPSE) d'évaluer la vulnérabilité des

sources d'eau potable et des dangers qui menacent ces sources (Ontario's Ministry of Environment, 2004b). Les différentes étapes du processus sont :

a) L'inventaire des risques

Le premier élément de cette étape est la caractérisation du bassin versant. Elle consiste à établir:

- *L'état des lieux* : Compilation des renseignements déjà existants sur le bassin versant (caractéristiques physiques, répartition de la population,...) afin de fournir le contexte dans lequel sera établi le plan de protection des sources.
- *Le bilan hydrique* : il s'agit de faire un inventaire sur toutes les consommations d'eau actuelles et prévues dans l'avenir et de comparer le total prélevé à la quantité d'eau contenue dans le bassin versant.
- *Les délimitations des périmètres de protection* : consiste, à l'aide de modèles et d'analyses scientifiques, de définir les parties du bassin à l'intérieur desquelles il est primordial de protéger l'eau potable. Il existe plusieurs sortes de zones ou périmètres de protection :
 - Les périmètres de protection des têtes de puits, PPTP : captage d'eaux souterraines;
 - Les périmètres de protection des prises d'eau, PPPE : captage d'eaux superficielles;
 - Les autres zones vulnérables : les zones où se trouve une source possible de contamination des eaux souterraines, les zones de recharge principales de l'aquifère;
 - Les réserves en eau potable potentielles.

Dans le cas des eaux de surface, la détermination des zones de protection des prises d'eau doit être effectuée par modélisation. L'objectif principal des zones de protection des prises d'eau de lacs et de rivières est la réponse à des contaminations d'urgence, comme des déversements de contaminants (accidents, déversements en temps d'orage, et). Le comité consultatif a recommandé spécifiquement que la zone soit établie de manière à fournir un délai de réponse minimal de 2 heures et dans le cas de prises d'eau dans les grands lacs, un rayon de 1 kilomètre. L'identification des dangers est effectuée par le comité local de protection de la source. L'information générée par ce comité devra être consolidée dans une base de données provinciales géo-référencées. De plus, une importance particulière a été accordée à l'évaluation des risques de contamination par des micro-organismes pathogènes.

Le deuxième élément de l'étape « inventaire des risques » concerne l'identification des menaces envers les sources d'eau potable et l'identification des problèmes existants dans les bassins versants, qui sont susceptibles de détériorer les sources d'eau :

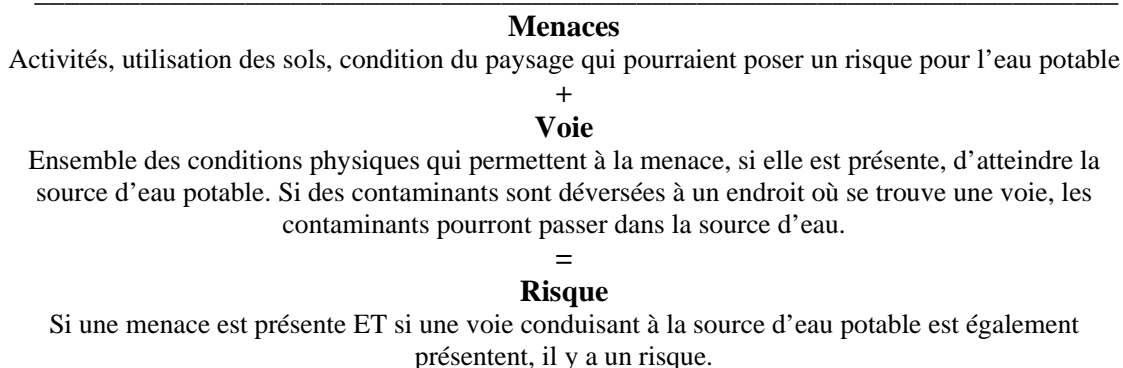
- *Identification des problèmes* : il s'agit de collecter les renseignements existants sur les ressources en eau tels que les données des contrôles de la qualité d'eau;
- *Identification des menaces* : il s'agit d'examiner les pratiques passées, actuelles et prévues, en terme d'occupation des sols, pour identifier celles qui risquent de dégrader la qualité de l'eau potable.

La méthode utilisée pour faciliter et coordonner le repérage des dangers et problèmes consiste à créer une base de données provinciale que les CPPSE locaux utiliseraient pour recenser et évaluer les menaces envers l'eau potable. Le modèle proposé vise à organiser les données en plusieurs strates et établit des profils génériques provinciaux des menaces comprenant des renseignements sur les niveaux de risque présentés par les différentes menaces. En effet, chaque menace pourrait se voir affecter, dans la base de données provinciale, des niveaux de risque différents selon les bassins versants de la province. Face

à l'importante des risques microbiologiques, des outils supplémentaires sont nécessaires pour identifier et caractériser les menaces de ce type. Une méthode à plusieurs indicateurs a été recommandée pour la caractérisation microbiologique et l'établissement des objectifs ou des normes de qualité microbiologique de l'eau brute pour toutes les sources d'eau potable. Quatre catégories de risques sont retenues, trois en gradation et une quatrième correspondant à un risque minimal.

b) L'évaluation des risques

L'existence simultanée d'une menace et d'une voie produit un risque pour les sources d'eau potable (Ontario's Ministry of Environment, 2004b *Ontario's Ministry of Environment, 2004c*) est résumée ci-dessous :



L'importance du niveau de risque dépend du type de menace, de la probabilité que la menace emprunte la voie pour atteindre la source d'eau potable et du nombre de personnes desservies par la source d'eau potable. L'étape de l'évaluation des risques a pour but d'évaluer et d'analyser les menaces et la vulnérabilité des sources d'eau potable, identifiées à l'étape inventaire des risques, pour déterminer le niveau de risque.

L'approche employée pour évaluer les risques posés par chaque menace est une *approche semi- quantitative provinciale*. En effet, à cause de la difficulté à obtenir les données nécessaires à ce type d'évaluation, une approche purement quantitative est non applicable dans ce cas.

Trois composantes du risque sont évaluées : le danger, ou caractéristiques de la menace; l'exposition, ou voie de passage des contaminants de leur point d'origine à l'eau potable; le récepteur, dans ce cas, la population humaine qui consommerait l'eau.

Les risques sont ensuite hiérarchisés en trois catégories plus une quatrième pour les menaces dont le niveau de risque est négligeable. Les risques importants ou les risques graves doivent répondre à la définition suivante :

'Il y a risque important lorsqu'il y a probabilité élevée, qui serait préjudiciable à la santé humaine, soit de détérioration ou de tarissement d'une source d'eau potable actuelle ou future, soit de diminution de l'efficacité des procédés de purification de l'eau potable.' (Ontario's Ministry of Environment, ; Ontario's Ministry of Environment, 2004b).

c) La gestion des risques

Le but de cette étape est l'étude et l'évaluation des options disponibles pour ramener les risques à un niveau acceptable. L'établissement de valeurs- guides statistiques (niveau de

risque) est difficile à réaliser vu l'approche semi- quantitative adoptée pour évaluer les risques dans ce cas. Cependant, une approche « de résultats » sera mise au point où des objectifs génériques seront fixés et les options pour les atteindre seront élaborées. Pour les risques classés importants, des directives supplémentaires sur la façon de gérer ces risques sont exigées en élaborant des « pratiques de gestion bénéfiques » et des normes si nécessaire.

Finalement, la province à exiger que toutes les sources d'eau destinée à la consommation humaine soient traitées contre les agents pathogènes et que ce traitement soit basé sur une caractérisation de l'eau brute. Ces exigences font écho aux recommandations spécifiques émises par le « comité consultatif dans le cas de la gestion des risques pour les sources de pathogènes :

- toutes sources d'eau potable doivent être désinfectées;
- le traitement prescrit doit être défini sur la base de la caractérisation de la source;
- les aménagements locaux permettant de minimiser les sources de pathogènes doivent être priorités.

Parmi les éléments les plus pertinents des recommandations de ce comité consultatif, on note plusieurs recommandations du rapport de la commission Walkerton (O'Connor, 2002a):

- l'adoption sans réserve de l'approche multi barrière telle que décrite dans le rapport de la Commission Walkerton (Guiding Principle #1);
- la nécessité de prioriser les utilisations de l'eau et la prépondérance de l'utilisation comme source d'eau potable sur les autres usages (Guiding Principle #13 and #15);
- l'adoption d'une approche multi indicateurs pour établir des normes ou des objectifs de qualité d'eau brute pour toutes sources d'eau potable et son application pour la caractérisation microbiologique de toutes les sources d'eau potable (Recommandation 16 et 18);
- la définition de la zone de protection de la prise d'eau (Intake Protection Zone-IPZ) et de façon spécifique de la définition de la zone de risque pour les pathogènes (Recommandations 30 et 35).

Le comité recommande aussi que des éléments de protection de la source soient ajoutés aux exigences relatives à un permis provincial de prélèvements dans la source pour fins de production d'eau potable. Les actions considérées prioritaires à court terme, sont dominées par les besoins de protection des zones de captage des puits desservant des populations importantes.

Dans le cadre de son engagement à mettre en œuvre toutes les recommandations de la Commission d'enquête sur Walkerton, le gouvernement de l'Ontario met au point des mesures législatives concernant la protection des sources d'eau. Le projet de Loi sur la protection des sources d'eau potable propose les dispositions nécessaires à l'élaboration de *plans de protection des sources d'eau*. Les dispositions comprennent l'établissement de zones de protection des sources d'eau, la désignation de conseils de protection des sources d'eau, la création de comités de protection des sources d'eau et la définition de leurs rôles et responsabilités dans la préparation des rapports d'évaluation et des plans de protection des sources d'eau pour chaque bassin versant.

La protection des sources d'eau potable, première étape d'une approche multi barrière, a pour objectif d'ériger une mesure de protection de plus pour protéger la santé humaine de telle sorte

que les sources d'eau potable dans les lacs, les cours d'eau et les nappes souterraines soient protégées du risque de contamination et d'épuisement.

3.2.5 Nouvelle Écosse

En Nouvelle-Écosse, la qualité de l'eau potable distribuée aux consommateurs doit être conforme aux recommandations de Santé Canada. Il n'y a pas de règlement provincial sur la qualité de l'eau potable.

Les obligations de surveillance des réseaux d'eau potables sont contenues dans le règlement sur les eaux usées et potables (Government of Nova Scotia, 2000). Certaines sources sont désignées comme bassins versants protégés pour la production d'eau potable par la législature sous le Environment Act (Province of Nova Scotia, 2003).

Surveillance des réseaux d'eau potable et des eaux usées

- Le propriétaire d'un réseau public de l'approvisionnement en eau potable doit surveiller et contrôler les paramètres suivants:
 - (a) qualité microbiologique;
 - (b) qualité générale chimique et physique;
 - (c) résiduel de désinfectant, où le propriétaire utilise un système de désinfection
 - (d) turbidité de l'eau brute et traitée, où le propriétaire utilise un système de filtration à l'aide de produits chimiques;
 - (e) concentrations en fluorure, où le propriétaire utilise un système de fluoruration;
 - (f) autres substances qui peuvent être exigées par le Ministère ou par un Administrateur.
- Le propriétaire doit s'assurer que les échantillons sont prélevés et analysés selon les règlements.
- Le propriétaire doit archiver les résultats d'analyse selon les règlements et les transmettre aussi à l'Administrateur, conformément aux lignes directrices ou aux exigences du Ministère ou de l'Administrateur.
- Le propriétaire doit immédiatement aviser le Ministère ou l'Administrateur lorsqu'il prend conscience de:
 - (a) son réseau n'est pas conforme aux paramètres bactériologiques ou chimiques décrits dans les «Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada»;
 - (b) contamination de l'eau brute suite à une incidence;
 - (c) épidémie d'une maladie hydrique;
 - (d) cas soupçonnés de croisement ou de pression négative;
 - (e) inefficacité de désinfection due à la turbidité élevée, au mal fonctionnement des équipements ou à la demande élevée en chlore et que le propriétaire doit prendre des mesures correctives comme décrites dans les directives ou exigées par le Ministère ou l'Administrateur.
- Le propriétaire doit s'assurer que les paramètres microbiologiques, physiques et chimiques du réseau de l'approvisionnement en eau potable ne dépassent pas les concentrations maximales acceptables et les concentrations maximales acceptables provisoires établies par la Santé Canada dans les «Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada».

Plan de protection des sources en Nouvelle-Écosse

En octobre 2002, le Gouvernement de la Nouvelle-Écosse a publié un guide intitulé «*A Drinking Water Strategy For Nova Scotia*» (Nova Scotia Environment and Labour 2002). Le guide fournit un cadre sur la gestion des réseaux de l'approvisionnement en eau potable à travers de la province. Le guide est basé sur le concept de l'approche à barrières multiples aux réseaux d'approvisionnement en eau potable.

Suite à ce guide, le Ministère de l'environnement de la Nouvelle-Écosse (Nova Scotia Environment and Labour, 2004) a publié des directives sur la protection des sources en 2004.

Le tableau 3.2 décrit le sommaire des directives publié par le NSEL qui fixent la composition du comité, les étapes que le comité de bassin doit suivre et les livrables.

Tableau 3.2 Développement d'un plan de protection des sources: tableau récapitulatif
(Nova Scotia Environment and Labour, 2004).

<p>STEP ONE Advisory Committee</p>	<p>The committee should reflect the jurisdictional make-up of the water supply area. It is important to include municipal councilors, water utility engineers, planners, landowners, and residents from the area</p> <p>In addition, the committee may also include stakeholders from sectors such as agriculture, forestry, and other commercial operations, as well as special interest groups with an interest in the water supply area</p>	<p>NSEL can provide input into the composition of the committee and advise on roles and responsibilities</p>	<p>Deliverables</p>	<p>Formation of Watershed or Wellfield Advisory Committee</p>
<p>STEP TWO Delineate Boundary</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Use maps and land-use information to delineate the boundary of the watershed area or groundwater capture zone 2. Mark the water supply boundary on a 1:50,000 scale (or less) map 3. The committee may solicit public input during this step in order to provide information about the watershed 	<p>The boundary of the water supply area may be submitted to NSEL for review and comments</p>		<p>Delineation of Source Water Protection Area Boundary</p>
<p>STEP THREE Assess Risks</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conduct a comprehensive assessment of all land-use activities within the water supply area 2. Determine what activities impact or impair water quality 3. Identify potential future sources of contamination 4. Assess the risk that each activity or source of contamination will have on the source water 5. The committee may solicit public input at this step 	<p>NSEL can review the committee's risk assessment of their water supply and provide input</p>		<p>Assessment of Vulnerability to Contamination</p>
<p>STEP FOUR Management Plan</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compile all information and set goals and objectives 2. Evaluate options 3. Develop management strategies to reduce negative impacts to water quality. Management options may include the following: (A)acquisition of land, (B)ylaws - municipal planning for land-use, (B)est Management Practicesm (C)ontingency planning for emergency situations, (D)esignation, (E)ducation 4. Public consultation 	<p>NSEL can provide input into the development of Management practices and will review the final plan</p>		<p>Comprehensive Source Water Protection Plan</p>
<p>STEP FIVE Monitor & Evaluate</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Develop a monitoring program and schedule 2. Continue to evaluate the effectiveness of the management plan 3. Develop a mechanism for the committee to respond to impairment or changes in water quality 4. Modify the plan if necessary 	<p>NSEL can provide technical assistance. Contact NSEL in the event of contamination</p>		<p>Monitor Water Quality to Evaluate the Effectiveness of the Plan</p>

Le lac Forbes qui alimente la municipalité de New Glasgow fournit un exemple d'application de sources protégées en Nouvelle-Écosse. La province a désigné comme source protégée le bassin versant du lac Forbes dans le comté de Pictou, le désignant : 'Forbes Lake Watershed Protected Area' (Province of Nova Scotia, 2003). La désignation a été effectuée sur recommandation du comité de bassin versant.

3.2.6 Nouveau Brunswick

Au Nouveau Brunswick, la qualité de l'eau potable distribuée aux consommateurs doit être conforme aux recommandations de Santé Canada. Il n'y a pas de règlement spécifique à la qualité de l'eau potable mais un règlement sur la protection de la source.

Le règlement sur la classification des eaux au Nouveau Brunswick

Le Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux du Nouveau Brunswick, a établi un règlement sur la classification des eaux en février 2002. Le *Règlement sur la classification des eaux* (Nouveau-Brunswick, Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux, 2002) est un règlement assujéti à la *Loi sur l'assainissement de l'eau* (Nouveau-Brunswick, 1989). Le but de la classification des eaux est de déterminer des objectifs pour la qualité de l'eau de surface et de promouvoir la gestion de l'eau sur une base de bassin versant. Le *Règlement sur la classification des eaux* établit les catégories de qualité d'eau et les normes de qualité de l'eau associées et souligne les processus administratifs et les exigences relatives à la classification des eaux (Nouveau-Brunswick, Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux, 2002).

La classification des eaux place l'eau des lacs et des rivières ou des segments de rivières dans des catégories ou des classes basées sur les objectifs de qualité d'eau. Chaque catégorie est ensuite gérée en fonction de ces objectifs. Les objectifs associés à une catégorie spécifique sont établis en fonction des utilisations projetées de l'eau ainsi que de la qualité de l'eau et de la quantité d'eau requise pour protéger les utilisations projetées.

La classification des eaux vise à classer les rivières ou les sections de rivières (y compris les estuaires), les affluents et les lacs dans une de six classes possibles, nommées catégories. Chacune de ces catégories possède son propre ensemble de normes de la qualité de l'eau, celles-ci étant élaborées afin de protéger les diverses utilisations de l'eau. Une fois que les cours d'eau sont classifiés, ils peuvent être gérés selon ces normes.

Le processus de la classification comprend plusieurs étapes importantes:

- Identifier et impliquer les intervenants.
- Recueillir des données sur la qualité de l'eau.
- Recueillir de l'information sur l'utilisation des terres et de l'eau.
- Établir des objectifs pour la qualité de l'eau.
- Préparer et mettre en œuvre des plans d'action.

La participation des intervenants dès le début du processus de la classification des eaux permet à tous de comprendre la qualité de l'eau actuelle et de comprendre les impacts de l'entretien, de la protection et du rétablissement à l'état naturel. Ceci inclus, par ailleurs, les conséquences

économiques, sociales et environnementales des décisions qui sont prises et des buts qui sont établis.

Les intervenants comprennent les divers propriétaires, les résidents et ceux de l'extérieur du bassin versant qui utilisent ou profitent de l'eau. Les intervenants incluent également divers groupes qui utilisent les terres : les agriculteurs, les forestiers, l'industrie (y compris les mines, les pâtes et papiers et l'aquaculture), les pêcheurs, les canoteurs, les utilisateurs résidentiels et récréatifs et bien d'autres. Les autres intervenants se regroupent aussi dans divers paliers d'administration : les administrations municipales et les autochtones ainsi que les gouvernements fédéral et provincial. Chacun de ces groupes a des intérêts concernant le cours d'eau et peut avoir un certain impact sur la qualité de l'eau.

En vertu du Règlement sur la classification des eaux, les cours d'eau peuvent être regroupés dans une de six catégories. Chaque catégorie présente:

- des normes précises pour la qualité de l'eau, établies afin de protéger les utilisations convenables de l'eau;
- des normes biologiques pour la vie aquatique, établies pour protéger la fonction que l'eau remplit à titre d'habitat et pour aider à indiquer la qualité de l'eau;
- des dispositifs de gestion visant à atteindre ou à maintenir les objectifs souhaités de la qualité de l'eau.

Les premières trois catégories visent à protéger les utilisations spéciales de certaines eaux. Les trois autres catégories comprennent principalement les rivières et les ruisseaux, ou des segments de rivières ou de ruisseaux qui ne se trouvent pas dans une des trois premières catégories. Les eaux sont classées dans ces trois dernières catégories par un procédé public étape par étape.

Catégorie Eaux naturelles exceptionnelles – une catégorie pour les rivières et les lacs spéciaux

Il s'agit des eaux qui répondent à des critères spéciaux établis dans le *Règlement*. Ces eaux demeurent relativement intactes à la suite des activités humaines et ont une qualité, une quantité et une biologie qui sont naturelles et non modifiées.

Elles peuvent être uniques ou être représentatives de la qualité de l'eau naturelle qui se trouve normalement au Nouveau-Brunswick. Ces lacs ou rivières sont habituellement situés dans l'eau d'amont des réseaux fluviaux. Leur protection préservera la qualité de l'eau et la quantité de l'eau en aval. Le but de la catégorie Eaux naturelles exceptionnelles est de protéger la qualité de l'eau de ces cours d'eau dans leur état naturel pour la prospérité. Ces eaux sont classées par un procédé de désignation, qui comprend des critères de sélection objectifs et un comité d'évaluation).

Catégorie AP – une catégorie qui s'applique aux sources d'approvisionnement en eau de surface désignées (potable)

Ces eaux des cours d'eau sont désignées comme des secteurs protégés en vertu du *Décret de désignation du secteur protégé des bassins hydrographiques – Loi sur l'assainissement de l'eau*. Actuellement, on compte 30 sources d'approvisionnement en eau désignées dans la province. L'eau de ces cours d'eau et de toutes les eaux de surface qui s'écoulent dans ces cours d'eau, a été classée dans la catégorie AP automatiquement lors de l'adoption du *Règlement*.

Catégorie AL – une catégorie pour les lacs, les étangs et les réservoirs

Il s'agit de lacs, d'étangs ou de réservoirs qui ne sont pas classés dans la catégorie Eaux naturelles exceptionnelles ou dans la catégorie AP. L'eau de tous les lacs, les étangs et les réservoirs de la province a été classée dans la catégorie AL automatiquement lors de l'adoption du *Règlement*. Le *Règlement* prévoit que le ministre peut exclure les réservoirs de la catégorie, lorsque les réservoirs ont les caractéristiques de réseaux fluviaux et qu'ils seraient plus faciles à gérer s'ils étaient dans l'une des autres catégories. Le ministre peut exclure de la catégorie les lacs et les étangs dans les tourbières, lorsque l'extraction de la tourbe a lieu.

Catégorie A

Cette catégorie s'applique aux eaux qui peuvent soutenir une utilisation à titre d'habitat pour la vie aquatique, une utilisation pour une activité de contact direct comme la natation et d'autres activités de contact indirect comme la navigation de plaisance. Ces cours d'eau seraient gérés de façon à ce que la qualité de l'eau et la vie aquatique soient dans leur état naturel.

Catégorie B

Cette catégorie s'applique aux eaux qui peuvent soutenir une utilisation à titre d'habitat pour la vie aquatique, une utilisation pour une activité de contact direct comme la natation et des activités de contact indirect comme la navigation de plaisance. Ces cours d'eau seraient gérés de façon à ce que la qualité de l'eau soutienne toutes les espèces indigènes, et maintienne la santé dans la communauté aquatique résidente.

Catégorie C

Cette catégorie s'applique aux eaux qui peuvent soutenir une utilisation à titre d'habitat pour la vie aquatique, une utilisation pour une activité de contact indirect comme la navigation de plaisance, mais non pour une activité de contact direct comme la natation. Ces cours d'eau seraient gérés de façon à ce que la qualité de l'eau soutienne les espèces de poisson indigènes et même si la communauté aquatique pourrait subir des changements, la communauté aquatique qui en résulterait serait viable.

Dans la mesure du possible, toutes les eaux à l'intérieur d'un bassin hydrographique particulier sont classées en même temps (voir figure 3.5). Ainsi, l'information peut être examinée de façon globale et il peut être reconnu que des activités menées à bien et des décisions prises dans une partie du bassin ont une influence sur l'ensemble du bassin versant. Les intervenants qui habitent en aval du bassin versant doivent pouvoir interagir avec les intervenants qui habitent dans la partie en amont du bassin versant et vice versa.

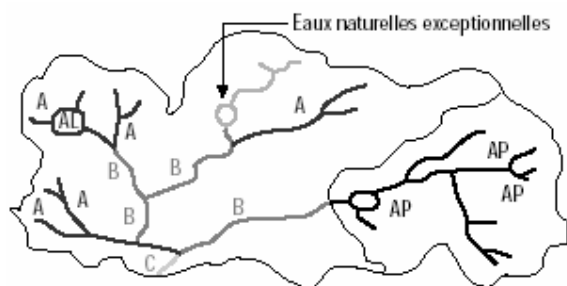


Figure 3.5. Classification des eaux d'un bassin versant typique. Les limites de ce bassin versant sont indiquées par le trait noir. À droite se trouve un sous-bassin versant dans le plus grand bassin versant. Ces eaux fournissent de l'eau potable à une municipalité en aval et sont classées dans la catégorie AP. Le lac à gauche de la carte est classé dans la catégorie AL. Un

petit lac et un tributaire au haut de la carte sont classés dans la catégorie Eaux naturelles exceptionnelles. Les autres eaux dans le bassin versant sont classées dans les catégories A, B ou C (Nouveau-Brunswick, Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux, 2002).

Normes de la qualité de l'eau

Le *Règlement sur la classification des eaux* établit les normes de la qualité de l'eau (y compris les normes biologiques) pour les lacs et les rivières classés dans la province afin de protéger l'eau pour les utilisations actuelles et prévues. Les normes dans le *Règlement* sont restées simples et peu nombreuses. Chaque catégorie a des normes pour:

- l'oxygène dissous;
- les bactéries;
- la vie aquatique;
- l'état trophique (pour les lacs).

Les normes sont basées principalement sur les *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*. Ces lignes directrices donnent des concentrations acceptables pour la qualité de l'eau. Les *Recommandations pour la qualité de l'environnement* établissent les caractéristiques physiques, chimiques, radiologiques et microbiologiques de l'eau pour diverses utilisations, y compris la consommation, les loisirs et l'aspect esthétique, la vie aquatique en eau douce et autres activités.

Les normes de la qualité de l'eau dans le *Règlement* s'appliquent à l'eau dans le cours d'eau et visent à protéger les diverses utilisations de l'eau (voir le tableau 3.2 pour une liste des normes).

Les normes relatives aux bactéries contribuent à protéger l'eau potable et les utilisations récréatives de l'eau en limitant le nombre d'espèces microbiologiques nocives qui peuvent être évacuées ans l'eau. Les normes pour l'oxygène dissous, utilisées avec les normes de la vie aquatique, sont un on indicateur de la qualité générale de l'eau qui protégera les espèces de poisson et les autres espèces vivant dans l'eau.

Les normes relatives à l'oxygène dissous et aux bactéries sont fondées sur les *Recommandations pour a qualité de l'environnement* et sur les lignes directrices et les normes utilisées dans les autres provinces canadiennes.

Les normes relatives à la vie aquatique ou biologique pour chaque catégorie d'eau figurent également dans le *Règlement*. Ces normes sont fondées sur les mesures de la santé des espèces aquatiques comme les insectes (p. ex. éphéméroptères) et le poisson. Les communautés d'insectes réagissent rapidement aux modifications de la qualité de l'eau en altérant leur composition et leur nombre d'espèces et sont donc d'excellents indicateurs des changements de la qualité de l'eau (Nouveau-Brunswick, 2002; Nouveau-Brunswick, Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux, 2002).

Le tableau 3.2 présente plus d'information sur les normes de la qualité de l'eau et les dispositifs de gestion liés à chaque catégorie.

Tableau 3.2 Les catégories et les normes de qualité de l'eau et de gestion associées (Nouveau-Brunswick, Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux, 2002)

Nom de la catégorie	Utilisations convenables	Normes relatives à la communauté aquatique	Normes relatives à l'oxygène dissous	Normes relatives aux bactéries	Normes relatives à l'état trophique (lacs, étangs et réservoirs seulement)	Activités interdites
Eaux naturelles exceptionnelles	habitat pour la vie aquatique; activité de contact direct et indirect; autres utilisations appropriées.	la vie aquatique doit être dans son état naturel	la concentration en oxygène dissous doit être dans son état naturel.	les organismes coliformes fécaux et <i>E. coli</i> doivent être dans leur état naturel.	l'état trophique doit être dans son état naturel.	déversement d'un polluant, création d'une nouvelle zone de mélange; déversement d'un polluant dans une zone de mélange; prélèvements importants.
AP (approvisionnement en eau potable désignés)	eau potable pure (traitée ou non-traitée); utilisations permises en vertu du <i>Décret de désignation du secteur protégé de bassins hydrographiques</i> .	la vie aquatique doit être dans son état naturel	la concentration en oxygène dissous doit être dans son état naturel.	<i>E. coli</i> doit être dans son état naturel; les organismes coliformes totaux doivent être dans leur état naturel.	l'état trophique doit être dans son état naturel.	voir le <i>Décret de désignation du secteur protégé de bassins hydrographiques</i>
AL (lacs, étangs et réservoirs)	habitat pour la vie aquatique; activité de contact direct et indirect (voir glossaire); autres utilisations appropriées.	la vie aquatique doit être dans son état naturel	pour les espèces à eau froide: > 9.5 ppm (stades de vie initiaux) et > 6.5 ppm (autres stades de vie); pour les espèces à eau chaude: > 6.0 ppm (stades de vie initiaux) et > 5.0 (autres stades de vie); pour les eaux estuariennes: > 80% de saturation.	les organismes coliformes fécaux et <i>E. coli</i> doivent être dans leur état naturel.	l'état trophique doit être stable ou en évolution naturelle; l'eau doit être libre d'efflorescences d'algues qui portent atteinte à son utilisation à titre d'habitat pour la vie aquatique ou à son utilisation aux fins d'une activité de contact direct ou indirect.	décharge directe d'un polluant qui n'est pas déversé, ou toute augmentation du volume ou de la concentration d'un polluant qui est déchargé directement, à la date d'entrée en vigueur du règlement, création d'une nouvelle zone de mélange.
A	comme habitat pour la vie aquatique; activité de contact direct et indirect; autres utilisations qui ne	la vie aquatique doit être dans son état naturel	pour les espèces à eau froide: > 9.5 ppm (stades de vie initiaux) et > 6.5 ppm (autres stades de vie); pour les espèces à eau chaude: > 6.0 ppm (stades de vie	<i>E. coli</i> doit être dans son état naturel.	l'état trophique doit être stable ou en évolution naturelle; l'eau doit être libre d'efflorescences d'algues qui portent atteinte à son utilisation	création d'une nouvelle zone de mélange; déversement d'un polluant dans une zone de mélange.

	vont pas empêcher les normes d'être rencontrées.		initiaux) et > 5.0 (autres stades de vie); > 80% de saturation pour les eaux estuariennes.		à titre d'habitat pour la vie aquatique ou à son utilisation aux fins d'une activité de contact direct ou indirect.	
B	comme habitat pour la vie aquatique; activité de contact direct et indirect; autres utilisations qui ne vont pas empêcher les normes d'être rencontrées.	déversements ne doivent pas avoir un impact négatif sur la communauté aquatique de sorte que la partie réceptrice du cours d'eau doit être de qualité suffisante pour permettre la survie de toutes les espèces indigènes aquatiques sans changements nuisibles à la communauté biologique résidente.	pour les espèces à eau froide: > 9.5 ppm (stades de vie initiaux) et > 6.5 ppm (autres stades de vie); pour les espèces à eau chaude: > 6.0 ppm (stades de vie initiaux) et > 5.0 (autres stades de vie); > 80% de saturation pour les eaux estuariennes.	les organismes coliformes fécaux doivent être inférieurs à 14 par 100 ml pour les estuaires avec bancs de mollusques identifiés, et le <i>E. coli</i> doit être inférieur à 200 par 100 ml pour tous les autres cours d'eau (moyenne géométrique d'un minimum de 5 échantillons pendant une période de 30 jours).	l'état trophique doit être stable ou en évolution naturelle; l'eau doit être libre d'efflorescences d'algues qui portent atteinte à son utilisation à titre d'habitat pour la vie aquatique ou à son utilisation aux fins d'une activité de contact direct ou indirect.	
C	comme habitat pour la vie aquatique; activité de contact direct et indirect; autres utilisations qui ne vont pas empêcher les normes d'être rencontrées.	déversements qui peuvent occasionner des changements à la communauté aquatique sont permis si la partie réceptrice du cours d'eau est de qualité suffisante pour permettre la survie des espèces de poisson indigènes et pour maintenir la structure et la fonction de la	pour les espèces à eau froide: > 9.5 ppm (stades de vie initiaux) et > 6.5 ppm (autres stades de vie); pour les espèces à eau chaude: > 6.0 ppm (stades de vie initiaux) et > 5.0 (autres stades de vie); > 80% de saturation pour les eaux estuariennes.	les organismes coliformes fécaux doivent être inférieurs à 14 par 100 ml pour les estuaires avec bancs de mollusques identifiés, et le <i>E. coli</i> doit être inférieur à 400 par 100 ml pour tous les autres cours d'eau (moyenne géométrique d'un minimum de 5 échantillons pendant une	l'état trophique doit être stable ou en évolution naturelle; l'eau doit être libre d'efflorescences d'algues qui portent atteinte à son utilisation à titre d'habitat pour la vie aquatique ou à son utilisation aux fins d'une activité de contact direct ou indirect.	

		communauté biologique résidente malgré les déversements.		période de 30 jours).		
--	--	--	--	--------------------------	--	--

Protection des bassins versants

Au Nouveau-Brunswick, environ 40 % de la population compte sur les bassins versants des eaux de surface pour leur approvisionnement en eau.

Le Programme de protection des bassins versants a été mis en œuvre (Nouveau-Brunswick, 2005 Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux, 2005) afin de contrôler l'aménagement dans les secteurs où l'eau potable provient des lacs, des ruisseaux et des rivières au début. Dans le cadre de ce programme, les activités d'aménagement à moins de 75m d'un cours d'eau protégé sont réglementées.

À la suite de l'adoption de la deuxième phase du Programme de protection des bassins versants, des normes sont maintenant établies pour les activités à l'intérieur de tout le bassin versant, en plus de la zone de retrait de 75 m. Cette zone comprend les cours d'eau. Ainsi, le Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux peut mieux assurer la qualité de l'eau potable pour les 21 régions qui obtiennent leur eau potable de bassins versant d'eau de surface.

Ce programme comporte trois principaux volets:

- Bassins versants désignés, soit les secteurs des bassins versants qui alimentent les systèmes d'approvisionnement municipal en eau de la province.
- Zones de protection, secteurs protégés à l'intérieur de chaque bassin versant. Ces zones sont définies comme suit :
 - Zone " A " : le cours d'eau.
 - Zone " B " : la marge de retrait de 75 m.
 - Zone " C " : le reste de la superficie du bassin versant.
- Le Décret de désignation du secteur protégé des bassins versants, définit les zones protégées et les activités qui y sont permises.

Le Décret de désignation du secteur protégé des bassins versants est rédigé de façon que tous les aménagements, les activités ou les activités non décrites soient interdites dans un secteur protégé.

Chaque zone protégée est définie dans le Décret de désignation du secteur protégé des bassins versants. La zone " A " désigne un cours d'eau, y compris les lacs, les ruisseaux, les étangs, les rivières désignés comme protégés à l'intérieur du secteur du bassin versant.

La Zone " B " aussi appelée zone de retrait de 75 m, est une zone à l'intérieur d'une distance horizontale de 75 m de la rive des cours d'eau.

La Zone " C " désigne le reste de la superficie à l'intérieur du bassin versant, à l'extérieur de la marge de retrait de 75 m mais à l'intérieur de la limite du bassin versant. Cette zone est également désignée aussi comme le reste de la superficie du bassin versant. Les normes peuvent varier à l'intérieur de chaque zone de protection.

3.2.7 Alberta

Le Ministère de l'Environnement de l'Alberta) examine et révisé présentement les normes établies en décembre 1997 concernant les réseaux des eaux municipales en Alberta.

Une version préliminaire de ces nouvelles normes et recommandations a été publiée en juillet 2005. Ci-dessous est un extrait de la version préliminaire (Alberta Environment 2005):

L'AENV a adopté l'approche unanimement reconnue: «Approche à barrières multiples, de la source au robinet» lors de l'élaboration de son programme de l'eau potable et les normes et les recommandations relatives à l'eau potable.

Le document préliminaire porte sur deux sections principales : 1) normes sur les réseaux d'approvisionnement en eau potable; 2) recommandations sur les réseaux d'approvisionnement en eau potable.

La section 1 indique, en détail, tous les éléments essentiels du programme de l'eau potable et les normes relatives à la conception et l'exploitation. Les normes clés sont basées directement sur les normes actuelles américaines de l'USEPA sur le traitement des eaux de surface (United States Environmental Protection Agency (USEPA), United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2002; United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1989; United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2003; United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1998a; United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1998c; United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1998b). Ils sont soit des critères spécifiques ou des limites numériques obligatoires.

La section 2 vise à fournir des directives générales sur la façon d'atteindre un certain niveau de rendement et de fiabilité. Des bonnes pratiques d'ingénierie et de gestion sont aussi visées dans cette section. Ces directives ne sont pas obligatoires mais elles établissent la qualité minimale pour l'obtention d'une approbation pour exploiter une station de traitement d'eau.

Section 1: Normes sur les réseaux d'approvisionnement en eau potable

Normes sur la qualité de l'eau potable

La qualité de l'eau potable distribuée aux consommateurs doit être conforme aux recommandations de Santé Canada. Le Directeur peut, à sa discrétion, établir des exigences plus sévères pour les paramètres de la Santé Canada ou établir des normes pour les paramètres qui n'apparaissent pas dans la liste de Santé Canada.

Normes sur les installations et traitement de l'eau potable

Le type et le niveau de traitement de l'eau potable dépendent de la source de l'eau brute soit l'eau de surface, l'eau souterraine sous influence directe de l'eau de surface (ESSIDES) ou l'eau souterraine.

Eau de surface et ESSIDES

Tous les réseaux de l'approvisionnement de l'eau potable ayant une eau brute provenant de l'eau de surface ou de "ESSIDES" doivent posséder des procédés de filtration et de désinfection.

La filtration et la désinfection, ensemble, doivent atteindre un enlèvement d'au moins 99.9% (3 log) des kystes de *Giardia* et des oocystes de *Cryptosporidium* et 99.99% (4 log) des virus sauf si la qualité de l'eau de la source d'approvisionnement exige une réduction ou une inactivation plus importantes (voir tableau 3.3). Les réseaux qui décident de ne pas faire une analyse et une

évaluation de l'eau brute, doivent donc atteindre un enlèvement d'au moins 5.5 log des kystes de *Giardia* et des oocystes de *Cryptosporidium* et 4 log des virus

De plus, il faut maintenir en tout temps une concentration résiduelle de désinfectant dans tout le réseau de distribution (une concentration minimale de 0.1 mg/L de chlore total).

Table 3.3 Enlèvement requis pour les eaux potables filtrées (Alberta Environment, 2005).

Concentration de <i>Giardia</i> dans l'eau brute (kystes / 100 L) ¹	Concentration de <i>Cryptosporidium</i> en eau brute (oocystes / 100 L) ¹	Enlèvement (log)
< 1	< 7,5	3,0 log
> 1 et < 10	> 7,5 et < 100	4,0 log
> 10 et < 100	> 100 and < 300	5,0 log
> 100	> 300	5,5 log

¹ For communities with population larger than 10,000, the levels are based on running annual average of monthly samples over a two year period. For communities with population less than 10,000, that are triggered based on E.coli sampling, the levels are based on running annual average of quarterly samples over a two-year period.

Lorsqu'une eau souterraine est jugée et déterminée ESSIDES et si la qualité de l'eau brute rencontre tous les critères rendant non nécessaire la filtration, approuvé par le Directeur, l'enlèvement de *Giardia*, de *Cryptosporidium* et des virus peut être atteint par la désinfection. La désinfection doit enlever d'au moins 3 log de *Giardia* et de *Cryptosporidium* et 4 log des virus.

Eau souterraine

Les réseaux qui utilisent l'eau souterraine comme source doivent enlever d'au moins 4 log de virus, sauf exemption accordée par le Directeur.

Les démarches pour obtenir l'exemption sont les suivantes:

- Une seule évaluation de la hydrogéologie de l'aquifère
- Une inspection sanitaire du réseau une fois tous les cinq ans. L'inspection sanitaire a pour but de vérifier la source d'eau, les installations, les équipements, l'exploitation et l'entretien du réseau afin d'évaluer si toutes les conditions sont acceptables.

De plus, il faut maintenir en tout temps une concentration résiduelle de désinfectant dans tout le réseau de distribution (une concentration minimale de 0.1 mg/L de chlore total).

Normes d'évaluation des risques

Les municipalités/propriétés/opérateurs doivent effectuer une évaluation du réseau de l'approvisionnement en eau de la source au robinet afin d'assurer l'intégrité, la fiabilité et la durabilité à long terme du réseau et fournir une eau potable saine aux consommateurs.

Cette évaluation indépendante doit être effectuée une fois tous les cinq ans par un tiers approuvé par le Directeur, en utilisant les critères établis dans les «Directives pour l'évaluation des risques» ou par le Directeur. À partir de cette évaluation, le réseau sera classé dans une classe de risque (faible risque à risque élevé). Le rapport de l'évaluation doit être soumis au Directeur pour l'examen et le suivi.

Section 2 Directives pour les réseaux d'approvisionnement en eau potable

Approvisionnement en eau brute/Protection des sources d'eau

Le Gouvernement de l'Alberta a publié un document intitulé "Water for Life: Alberta's Strategy for Sustainability" en 2003 (Government of Alberta, 2003). Le Ministère de l'environnement en Alberta dirigera cette initiative avec la collaboration du Gouvernement fédéral, de certains ministères de la province de l'Alberta, des municipalités et des organismes non gouvernementaux. Cette stratégie constituera le cadre de la planification de la gestion des eaux. Les réseaux d'approvisionnement en eau doivent participer à ce processus.

Eau de surface ou eau souterraine sous influence directe de l'eau de surface (ESSIDES)

Les eaux de surface sont les plus difficiles à protéger car elles sont assujetties à la contamination de source ponctuelle ou non ponctuelle. Le nombre et le type de contaminant sont aussi variés que les activités en amont des bassins versants des prises d'eau. De plus, le temps de parcours de n'importe quel contaminant à une prise d'eau de surface est susceptible d'être plus court que celui d'eau souterraine.

Les mesures de protection de la source peuvent comprendre des programmes pour:

- aménagement de territoire/zones tampons,
- pratiques agricoles
- gestion des eaux d'orage,
- gestion des déchets et recyclage,
- site d'enfouissement,
- collecte d'huile usagée
- collecte des contenants de pesticides
- collecte des déchets dangereux,
- réseaux des eaux usées privés incluant la construction et l'aménagement,
- restauration des rives et des zones riveraines,
- et plusieurs autres.

Eaux souterraines

Les réseaux de l'approvisionnement en eau utilisant les eaux souterraines de très bonne qualité ne sont toutefois pas à l'abri du risque de contamination et ces eaux doivent donc être protégées comme l'eau de surface. La principale différence est de l'identification des points d'entrée des contaminants dans l'aquifère. Tout puits (incluant les puits non utilisés ou abandonnés) est une source de contamination de l'aquifère.

Il est important de situer adéquatement les puits, incluant les puits des réseaux protégés, et de bien les construire et les protéger.

Les tableaux ci-dessous présentent un sommaire de «Alberta's strategy for sustainability» (Government of Alberta, 2003).

Tableau 3.4 Goal: Safe, Secure Drinking Water Supply (Government of Alberta, 2003)

Outcome	Actions		
	Knowledge & research	Partnerships	Water conservation

<p><i>Short-term (2004/05-2006/07)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alberta has a comprehensive strategy to protect Albertans' drinking water. 	<ul style="list-style-type: none"> • Complete an assessment of all drinking water facilities in the province. • Establish a public awareness and education program to ensure Albertans have easy access to water resource information and services. • Establish an independent, on-going review process, on a five-year cycle, for Alberta's drinking water program. • Establish emergency protocols, including support by staff and laboratory capacity, to protect Albertans from contaminants in drinking water. • Complete an assessment of Alberta's surface water quality. • Establish a provincial, multidisciplinary water research centre. • Develop a provincial water research plan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish municipal grant criteria to support the development of regional water systems. • Establish a Provincial Water Advisory Council. • Complete a partnership framework, outlining the roles, responsibilities and relationships between government and its partners. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish a system to monitor and report actual water use by all sectors on an on-going basis. • Determine and report on the true value of water in relation to the provincial economy. • Complete an evaluation and make recommendations on the merit of economic instruments to meet water conservation and productivity objectives. • Establish a public awareness and education program on water conservation in Alberta.
<p><i>Medium-term (2007/08-2009/10)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Albertans have full and complete knowledge of drinking water issues. • Albertans have real-time access to information about drinking water quality in their community. 	<ul style="list-style-type: none"> • Provide Albertans with access to online reporting of all drinking water facility test sample results. • Improve availability and access of information to all Albertans on private water systems. • Establish a provincial water information centre that brings together information from both private and public sources. • Report research results to Albertans. • Update water quality programs to support watershed protection and planning. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adopt a multi-barrier/source-to-tap approach at all drinking water facilities. • Support watershed stewardship groups to improve the condition of local watersheds. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prepare water conservation and productivity plans for all water using sectors. • Implement economic instruments as necessary to meet water conservation and productivity objectives.
<p><i>Long-term (2010/11-2013/14)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alberta's drinking water infrastructure meets emerging standards and is managed for long-term sustainability. • Albertans have the knowledge, tools and motivation to implement actions that will maintain or improve the province's water resources. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish a waterborne health surveillance and reporting system. • Understand the state of the quality and quantity of all surface water supply in all major basins. • Understand the state of the quality and quantity of Alberta's groundwater supply. 	<ul style="list-style-type: none"> • Upgrade all drinking water facilities to meet new drinking water standards as they are implemented. • Upgrade drinking water in provincial parks and recreation areas to meet new drinking water standards as they are implemented. • Design and implement regional water systems. • Complete watershed management plans for all major watersheds. • Establish an adaptive management system for identifying issues, gathering information, developing and implementing action plans, and evaluating management actions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish an on-going monitoring program to ensure all sectors are achieving water conservation and productivity objectives.

Tableau 3.5 Goal: Healthy Aquatic Ecosystems

	Outcome	Actions		
		Knowledge & research	Partnerships	Water conservation
<i>Short-term (2004/05-2006/07)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Efforts to protect aquatic ecosystems in critical areas are underway. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish science-based methods for determining the ecological requirements for a healthy aquatic environment. • Develop a system for monitoring and assessing aquatic ecosystems. • Complete an assessment of Alberta's surface water quality. • Establish a provincial, multidisciplinary water research centre. • Develop a provincial water research plan. • Establish a public awareness and education program to ensure Albertans have easy access to water resource information and services. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish water conservation objectives for the South Saskatchewan River Basin. • Develop a wetland policy and supporting action plan to achieve sustainable wetlands. • Establish a Provincial Water Advisory Council. • Complete a partnership framework, outlining the roles, responsibilities and relationships between government and its partners. • Establish watershed planning and advisory councils for the Milk, Oldman, Bow, Red Deer, Battle, North Saskatchewan, Cold Lake-Beaver River, and Lesser Slave Lake watersheds. • Complete watershed management plans for the South Saskatchewan, Battle, Cold Lake-Beaver, and Lesser Slave Lake watersheds. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish a public awareness and education program on water conservation in Alberta. • Determine and report on the true value of water in relation to the provincial economy. • Complete an evaluation and make recommendations on the merits of economic instruments to meet water conservation and productivity objectives.
<i>Medium-term (2007/08-2009/10)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Water management objectives and priorities for sustaining aquatic ecosystems are established through watershed plans. 	<ul style="list-style-type: none"> • Complete an initial assessment of the status of aquatic ecosystems, including lakes, wetlands, streams and rivers. • Update water quality programs to support watershed protection and planning. • Establish a provincial water information centre that brings together information from both private and public sources. • Report research results to Albertans. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish, as part of watershed management plans, objectives for aquatic ecosystems. • Establish watershed planning and advisory councils for the Athabasca and Peace watersheds. • Complete watershed management plans for the Milk, Oldman, Bow, Red Deer and North Saskatchewan watersheds. • Support watershed stewardship groups to improve the condition of local watersheds. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implement economic instruments as necessary to meet water conservation and productivity objectives.
<i>Long-term (2010/11-2013/14)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Water is managed and allocated to sustain aquatic ecosystems and ensure their contribution to Alberta's natural capital and quality of life are maintained. • Albertans have the knowledge and tools to implement actions to maintain or improve Alberta's water resources. • Communities are demonstrating leadership in watershed management. 	<ul style="list-style-type: none"> • Understand the state of Alberta's aquatic ecosystem. • Understand the state of the quality and quantity of Alberta's groundwater supply. • Understand the state of the quality and quantity of Alberta's groundwater supply. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maintain and enhance aquatic ecosystems to ensure they meet the established objectives. • Complete watershed management plans for all major watersheds. • Establish an adaptive management system for identifying issues, gathering information, developing and implementing action plans, and evaluating management actions. 	

Tableau 3.6 Goal: Reliable, quality water supplies for a sustainable economy

	Outcome	Actions		
		Knowledge & research	Partnerships	Water conservation
<i>Short-term (2004/05-2006/07)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • A broad range of water management tools and techniques are implemented. • Albertans understand the value of water to the economy and quality of life. 	<ul style="list-style-type: none"> • Determine the full cost of providing water through Alberta's water management infrastructure. • Establish a provincial, multidisciplinary water research centre. • Develop a provincial water research plan. • Establish a public awareness and education program to ensure Albertans have easy access to water resource information and services. • Complete an assessment of Alberta's surface water quality. 	<ul style="list-style-type: none"> • Authorize water allocation transfers within all watersheds. • Develop and implement transboundary agreements in cooperation with neighbouring jurisdictions. • Continue to manage water resources on the "first-in-time, first-in-right" principle, and in accordance with the provincial <i>Water Act</i>. • Evaluate, as part of the watershed planning process, water management infrastructure needs. • Establish a Provincial Water Advisory Council. • Complete a partnership framework, outlining the roles, responsibilities and relationships between government and its partners. • Establish watershed planning and advisory councils for the Milk, Oldman, Bow, Red Deer, Battle, North Saskatchewan, Cold Lake-Beaver River, and Lesser Slave Lake watersheds. • Complete watershed management plans for the South Saskatchewan, Battle, Cold Lake-Beaver, and Lesser Slave Lake watersheds. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish a system to monitor and report actual water use by all sectors on an on-going basis. • Determine and report on the true value of water in relation to the provincial economy. • Complete an evaluation and make recommendations on the merit of economic instruments to meet water conservation and productivity objectives. • Establish a public awareness and education program on water conservation in Alberta.
<i>Medium-term (2007/08-2009/10)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Water management objectives and priorities to support sustainable economic development are established through watershed plans. • All sectors are demonstrating best management practices and improving efficiency and productivity associated with water use. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitor, evaluate and report on the water allocation transfer system. • Establish a provincial water information centre that brings together information from both private and public sources. • Report research results to Albertans. 	<ul style="list-style-type: none"> • Administer and operate Alberta's water management system to meet transboundary agreements. • Establish watershed planning and advisory councils for the Athabasca and Peace watersheds. • Complete watershed management plans for the Milk, Oldman, Bow, Red Deer and North Saskatchewan watersheds. • Support watershed stewardship groups to improve the condition of local watersheds. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prepare water conservation and productivity plans for all water using sectors. • Implement economic instruments as necessary to meet water conservation and productivity objectives.
<i>Long-term (2010/11-2013/14)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Water is managed and allocated to support sustainable economic development and the strategic priorities of the province. • The overall efficiency and productivity of water use in Alberta has improved by 30 per cent from 2005 levels by 2015 (firm targets to be determined by the Provincial Water Advisory Council). • Albertans have the knowledge, tools and motivation to implement actions that will maintain or improve the province's water resources. 	<ul style="list-style-type: none"> • Review the water allocation transfer system to ensure a viable market that moves water to support sustainable economic development. • Complete flood risk maps and warnings systems for all communities where a flood risk exists. • Understand the state of the quality and quantity of all surface water supply in all major basins. • Understand the state of the quality and quantity of Alberta's groundwater supply. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manage Alberta's provincial and district-owned water infrastructure for long-term sustainability. • Complete watershed management plans for all major watersheds. • Establish an adaptive management system for identifying issues, gathering information, developing and implementing action plans, and evaluating management actions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establish an on-going monitoring program to ensure all sectors are achieving water conservation and productivity objectives.

3.3 ETATS-UNIS

3.3.1 Cadre législatif fédéral

Le cadre réglementaire fédéral américain se distingue par sa complexité. Plusieurs règlements touchent de façon directe ou indirecte la définition des obligations de traitements et fixent:

- 1) les conditions d'admission et de maintien d'une dérogation de filtration;
- 2) les obligations de traitement en fonction de la qualité de l'eau brute.

Les objectifs et faits marquants des principaux règlements sont résumés ci-après.

3.3.1.1 Surface Water Treatment Rule – SWTR United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1989)

- Enlèvements minimaux de 99,9% (3 log) de *Giardia* et de 99,99% (4 lg) des virus (pas de spécifications pour *Cryptosporidium*).
- Pas d'équilibre avec le risque à long terme associé aux sous-produits de désinfection.
- Objectif d'infection de moins de 1/10,000 par jour équivalent à 0,25 kystes *Giardia* /100L à l'eau traitée pendant les pires conditions d'eau brute. Obligations de 3 à 5 log d'inactivation & enlèvement de *Giardia*.
- Obligations de turbidité :
 - 0,5 UTN dans au moins 95% des échantillons mensuels moyens et 5 UTN en maximum absolu pour la filtration directe et conventionnelle; donne un crédit d'abattement de 2,5 log *Giardia* et de 2 log virus; ouverture à une tolérance de 1 UTN par les États pour la turbidité à l'eau filtrées sur base d'un examen du système;
 - mesures aux 4 heures pour les grands systèmes, une fois par jour pour les petits desservant moins de 500 personnes;
 - discussion sur la faiblesse d'une valeur de turbidité pour définir un risque ou une interférence à la désinfection. On rapporte peu d'inquiétudes sur l'impact de la turbidité sur la désinfection de *Giardia*, les inquiétudes sur l'impact de l'occlusion dans des particules sont plutôt pour la désinfection des virus. Les fondements scientifiques pour fixer la valeur maximum de 5 NTU sont les résultats publiés par LeChevallier et al. (1981).
- Pas de protection contre *Cryptosporidium*. Toutefois, les obligations varient de 3-5 log de *Giardia* pour refléter le niveau de contamination des eaux brutes.
- L'approche par obligation de moyens (treatment technique) est justifiée pour les réseaux filtrés et non-filtrés sur la base de l'absence d'éclosions lorsqu'une filtration et une désinfection exploitées correctement sont en place. Le règlement précise les domaines d'application du traitement complet avec filtration, de la filtration directe, de la filtration lente et de la filtration à terre diatomée en fonction de la concentration en coliformes fécaux, de la turbidité et de la couleur à l'eau brute. Les modalités d'application de ces mesures de caractérisation de l'eau brute sont précisées dans un Guidance Manual (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1991).
- Définition des eaux souterraines sous l'influence des eaux de surface qui sont considérées comme des eaux de surface.
- Conditions spécifiques de dérogation à l'obligation de filtration:

1. Définition des caractéristiques de qualité d'eau et du niveau de protection des sources protégées pouvant permettre une dérogation de filtration y compris le niveau de protection de la source (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1991).
 - La production animale et les rejets d'eaux usées ne sont pas généralement autorisés mais peuvent être autorisés au cas à cas;
 - Les activités humaines doivent être restreintes;
 - L'état détermine les obligations de protection et de suivi du bassin versant.
 - L'inspection du système complet comprenant la source, les installations et le réseau (on-site inspection) est obligatoire annuellement (pas une enquête sanitaire). Cette enquête doit être effectuée par l'État ou son mandataire. Si une enquête sanitaire est effectuée, alors elle remplace l'inspection annuelle;
 - La mise en place d'un plan de protection du bassin versant visant à minimiser la présence de pathogènes surtout les virus et *Giardia*. Les composantes minimales de ce plan comprennent: 1) la caractérisation hydrologique et de la propriété; 2) les caractéristiques du bassin versant et les usages qui pourraient avoir un impact sur la qualité de l'eau; 3) un programme de surveillance des activités pouvant avoir un impact sur la qualité de l'eau. Ce plan doit être approuvé par l'État. Un rapport annuel à l'État est obligatoire et doit comprendre un plan d'intervention pour limiter les risques de contamination. Les sources devant être considérées sont précisées en 1991 dans un Guidance Manual (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1991).
2. Précision des limites de turbidité à l'eau brute ou à l'eau avant désinfection
 - Un maximum de turbidité de 5 UTN sur base de mesures effectuées aux quatre heures (en continu ou par échantillonnage manuel). Des dépassements temporaires tolérés mais pas plus de 2 événements de dépassements par 12 mois, et 5 événements par 120 mois; un événement est défini comme une série de mesures sur plusieurs jours pendant lesquels au moins une mesure par jour excède 5 UTN. Les dépassements doivent déclencher un avis de bouillir et être associés à des événements exceptionnels;
 - Il n'y a pas de limites de durée d'un événement de turbidité dépassant 5 UTN.
3. Limitation de la teneur en coliformes fécaux au point avant la désinfection de moins de 20 UFC/100mL @ 90% ou de coliformes totaux à 100 UFC/100mL @ 90% sur base d'échantillons prélevés 1 à 5 fois par semaine selon la taille du système. Une mesure par jour est obligatoire lorsque la turbidité excède 1 UTN.
4. Obligation d'installer une redondance au niveau du système de désinfection et de son alimentation électrique ou un système d'arrêt automatique (si l'État le permet).
5. Maintien d'un résiduel de désinfectant d'un minimum de 0,2 mg/L en entrée de réseau et d'un résiduel mesurable dans 95% des échantillons prélevés sur le réseau de distribution (ou son équivalent de moins de 500 BHA/100mL).
6. Respect des obligations de désinfection (CT) et de respect de la norme de THM.

3.3.1.2 IESWTR Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1998b)

- Prévenir toute diminution de la protection contre les risques microbiens associée à des efforts de diminution des concentrations de sous-produits d'oxydation.
- Objectifs de diminution des cas d'infection microbienne chiffrés pour les populations en générale et préoccupation de protection des populations vulnérables.
- Approche par prescription de moyens dans la foulée de celle du SWTR de 1989.
- S'applique aux réseaux desservant plus de 10,000 personnes, sauf pour les obligations concernant les enquêtes sanitaires qui s'appliquent à tous les systèmes.
- Obligation de conduite d'enquêtes sanitaires (sanitary surveys) par l'État pour toutes les sources d'eau de surface et les eaux souterraines sous l'influence directe d'eaux de surface. Cette obligation s'applique à tous les réseaux quelle que soit leur taille. L'obligation spécifie une mise à jour obligatoire aux 3 ans pouvant être augmentée aux 5 ans sur justification.
- Resserrement des obligations de turbidité à l'eau filtrée pour la filtration conventionnelle et directe: 0,3 UTN dans au moins 95% des échantillons mensuels moyens pour chaque filtre et 1 UTN en maximum absolu dans l'effluent combiné des filtres; obligation de rapporter à l'État tout dépassement de 1 UTN répété à l'effluent de filtres individuels.
- Lorsque les concentrations de SPD sont élevées (moyennes annuelles de plus de 64 ug/L THMs et de plus de 48 ug/L HAA5s), obligation d'effectuer un diagnostic de désinfection visant à vérifier le maintien de la désinfection et la réduction des concentrations de SPDs. Cette vérification comprend des mesures quotidiennes des CT en conditions de pointe critique.
- Définition d'un objectif d'absence complète de *Cryptosporidium* (MCLG), addition d'une obligation minimale d'abattement de 99% (2 log) et attribution de crédits de désinfection pour les différents types de filtration. Ces crédits sont assujettis au respect de normes de turbidité spécifiques.
- Additions spécifiques aux sources protégées non-filtrées:
 1. Ajustement des obligations des sources protégées pour y inclure le contrôle de sources potentielles de *Cryptosporidium* (seulement pour les réseaux desservant plus de 10,000 personnes).
 2. Resserrement de la définition de respect des sources protégées non-filtrées en précisant ce que sont les Significant Non-Compliance (SNC):
 - Respect des critères de dérogation fixés par le SWTR et détaillé dans le Surface Water Treatment Rule Implementation Manual;
 - Moins de 3 dépassements majeurs de monitoring & reporting (M/R) en 12 mois;
 - Moins qu'une combinaison de 5 dépassements mineurs et majeurs de M/R et de traitement (treatment technique) en 12 mois.

3.3.1.3 Stage I Disinfection By-Product Rule (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1998a)

Ce règlement ne propose rien de spécifique pour les sources protégées non-filtrées mais ces dernières doivent le respecter.

- Fixe des normes pour les désinfectants et leurs sous-produits.

- Suggère des méthodes de traitement permettant de réduire les précurseurs de sous-produits ainsi que des 'Best Available Technologies' (BAT).
- Découle de l'obligation ajoutée dans le Safe Drinking Water Act (SDWA) en 1996 d'équilibrer les risques entre les pathogènes microbiens et les sous-produits d'oxydation
- Négociation avec les différents intervenants (comité FACA)
- Met en évidence les besoins de données additionnelles et justifie l'Information Collection Rule (ICR).
- S'applique à presque tous les réseaux mais avec une date d'application échelonnée sur deux ans pour faciliter la mise aux normes des petits réseaux desservant moins de 10,000 personnes.

3.3.1.4 LT1 ESWTR (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2002)

Ce règlement a été proposé en réponse à des préoccupations sérieuses face à la documentation de 12 épidémies de cryptosporidiose aux États-Unis. Il vise essentiellement à étendre la protection du IESWTR aux petits systèmes desservant moins de 10,000 personnes (systèmes avec et sans filtration).

- Étend l'obligation d'abattement d'un minimum de 2 log de *Cryptosporidium* aux systèmes desservant moins de 10,000 personnes.
- Dans le cas des sources protégées non-filtrées, ce règlement oblige les réseaux desservant moins de 10,000 personnes d'appliquer des mesures de contrôle dans le bassin versant avec l'objectif de minimiser la présence de *Cryptosporidium*. Ces mesures s'appliquent dans les mêmes circonstances que celles déjà présentes pour *Giardia*. Le 'Watershed Control Plan' doit définir les caractéristiques et les activités dans le bassin versant et surveiller les activités qui peuvent avoir un impact significatif sur l'occurrence de *Cryptosporidium*. Ces activités de protection doivent être contrôlées par l'État. L'absence de mesures adéquates résulte en une violation de traitement et un avis d'obligation d'installer la filtration dans un délai de 180 jours.
- Un guide de bonnes pratiques a été produit et suggère les mesures applicables pour le contrôle de *Cryptosporidium*.

3.3.1.5 LT2 ESWTR (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 2003)

Le LT2 ESWTR est proposé dans l'objectif de réduire encore plus l'incidence des infections causées par *Cryptosporidium* et autres pathogènes. Son action est dirigée vers les toutes les tailles de systèmes mais cible les systèmes à plus haut risque, c'est-à-dire ceux dont l'eau brute est le plus contaminée. Le LT2 n'a pas encore été adopté et les groupes s'y opposant qualifient le calendrier de caractérisation d'irréaliste et l'approche au traitement de n'être qu'un 'UV Rule'. La version proposée est le résultat de longues négociations. Parmi les principaux éléments du LT2, on note:

- L'obligation de mesurer la concentration de *Cryptosporidium* dans l'eau brute. Les systèmes desservant plus de 10,000 personnes doivent tous compléter cette caractérisation (1 X par mois pour 2 ans), alors que les petits systèmes (<10,000 personnes) peuvent d'abord (pendant les premiers 12 mois) caractériser le niveau de contamination fécale en mesurant les concentrations de *E. coli*. Cette caractérisation doit être refaite tous les six ans. La possibilité de caractériser le niveau de contamination fécale avec *E. coli* n'est pas donnée aux petits systèmes non-filtrés.
- Pour les systèmes avec filtration, la valeur moyenne arithmétique conduit à un classement de l'eau brute dans un de quatre niveaux de contamination correspondant à

des exigences de traitement. Les méthodes de calcul des valeurs moyennes admissibles sont précisées.

- La filtration lente, la décantation/filtration et la flottation/filtration obtiennent un crédit d'enlèvement de 3 log. La filtration rapide reçoit un crédit de 2,5 log. Les crédits pour les autres méthodes de séparation devront être précisés par les États. Le seuil minimal de traitement est atteint si les concentrations de *Cryptosporidium* à l'eau brute dépassent 0,075 oocyste/L (Bin #1). À des concentrations excédant 1 oocyste/L, l'ajout d'une inactivation chimique ou physique ou d'un traitement physique est obligatoire.
- Une 'boîte à procédé' est proposée. Elle présente les possibilités de gestion de la source et des traitements additionnels pour atteindre des objectifs supplémentaires d'abattement de *Cryptosporidium*. On note une ouverture à la pré sédimentation et à la filtration sur berge (0,5-1,0 log) et l'octroi de crédits de 0,5 log pour la filtration en deuxième étage et le contrôle en bassin versant. À noter que les sources non-filtrées ne peuvent se prévaloir de crédits pour la protection du bassin versant. Une ouverture est aussi faite à la démonstration de performance (DOP) en usine de manière à démontrer un enlèvement plus grand que celui accordé par défaut, dans le but d'éviter l'ajout de procédés additionnels. Le suivi des spores de bactéries sporulantes aérobies (BSA) sera vraisemblablement reconnu comme la méthode de choix pour cette validation.
- De nouvelles obligations pour les réservoirs d'eau traitée non couverts (obligation de couvrir, chlorer pour obtenir 4 log d'inactivation de virus ou mettre en place un plan de mitigation).
- Plus spécifiquement, la discussion concernant et les exigences pour les sources protégées non-filtrées comprennent les éléments suivants:
 - Il est suggéré que des sources protégées non-filtrées doivent traiter *Cryptosporidium* et ajuster leur niveau de traitement en fonction de la concentration de *Cryptosporidium* dans l'eau brute de manière à atteindre un niveau de risque équivalent à celui des effluents traités de sources avec filtration. Cette évaluation de risque basée sur la mesure d'oocystes dont la viabilité et l'infectivité ne sont pas connues, soulève de nombreuses objections;
 - Pour ajuster les exigences de traitement, on fixe un seuil de moyenne arithmétique des valeurs obtenues mensuellement pendant 2 ans à 0,01 oocystes/L. Cette moyenne définit définir log d'abattements minimaux de *Cryptosporidium*;

Concentration moyenne de <i>Cryptosporidium</i> (oocystes/L)	Niveau d'abattement requis pour <i>Cryptosporidium</i>
< 0,01	3 log
> 0,01	4 log

- Au moins deux désinfectants doivent être utilisés pour atteindre l'inactivation de *Giardia*, *Cryptosporidium* et des virus. Chacun des deux désinfectants doit être capable d'inactiver au complet au moins une des trois cibles (*Giardia*, *Cryptosporidium* et virus);
- Les UVs peuvent être utilisés pour obtenir un crédit allant jusqu'à 3 log. Ils doivent être fonctionnels au moins 95% du temps;
- Une analyse de la vulnérabilité de la source à toutes les sources de *Cryptosporidium* est obligatoire. Cette analyse doit comprendre : 1) une caractérisation de l'hydrologie du bassin versant; 2) l'identification des aires d'influence des sources de contamination; 3) l'identification des sources actuelles et potentielles de

- Cryptosporidium*; 4) l'impact de ces sources sur la qualité de l'eau brute; 5) une estimation de la variabilité saisonnière de ce contaminant;
- Une analyse des mesures de contrôle des sources de *Cryptosporidium* identifiées durant l'analyse de vulnérabilité, y compris une analyse de la capacité du système de traitement à faire face aux pointes éventuelles de *Cryptosporidium* de façon robuste.
 - Un plan d'action qui définit des objectifs et établit des priorités d'interventions pour réduire les niveaux de *Cryptosporidium* dans la source. Le plan doit préciser les résultats anticipés pour chacune des actions proposées et leur rôle dans l'atteinte des objectifs spécifiques, identifier les intervenants dans le bassin versant et leurs rôles respectifs, identifier les ressources nécessaires et les engagements, et inclure un calendrier de mise en œuvre.
 - L'État est tenu de vérifier la mise en place et l'efficacité de ces mesures de protection de la source établies par les réglementations précédentes et les mesures additionnelles proposées dans ce règlement par des visites sur site et une revue en profondeur des programmes établis.

Opposition des villes ayant reçu une dérogation à la filtration:

Des commentaires sur les nouvelles obligations pour les sources protégées non-filtrées ont été émises officiellement par le 'Unfiltered Systems Working Group' (Unfiltered Systems Working Group Comments on LT2SWTR, 2004). Ce groupe compte parmi ses membres les villes de la région de Boston (MWRA), New York, San Francisco, Tacoma, Seattle. La principale objection de ce groupe concerne l'inéquité des obligations de redondance entre les systèmes filtrés et les systèmes non-filtrés. Ce groupe prétend que l'analyse rigoureuse des risques pour les sources protégées et non-protégées suggère que: 1) l'USEPA a surestimé le risque correspondant aux abattements minimum requis pour les réseaux filtrés; et 2) que l'agence souhaite appliquer ce facteur additionnel de sécurité aux systèmes protégés. Cette analyse est endossée par l'AWWA qui met en doute la justification des exigences additionnelles d'abattement de *Cryptosporidium* sur une base de risque d'infection. De plus, le groupe des 'unfiltered' critique la nouvelle obligation de recours à deux désinfectants pour les sources non-filtrées en s'appuyant sur le fait que l'on n'exige pas de redondance à la filtration lorsqu'elle est le seul procédé d'abattement de *Cryptosporidium*. Ils suggèrent aussi une diminution des obligations minimales lorsque la qualité de l'eau est bien en dessous de la classe supérieure de qualité telle que définie par la concentration moyenne de *Cryptosporidium*.



L'argument le plus cinglant de ce groupe concerne l'évaluation des coûts à la santé utilisée par l'USEPA dans le LT2. Toutes les villes ayant obtenu une dérogation à la filtration sont tenues de mettre en place un système de surveillance active des infections. Le cas de New York qui distribue une eau sans traitement contre *Cryptosporidium* (simple chloration) à 5/6 d'une population d'environ 10 millions de personnes constitue un cas probant. Selon l'estimé de l'USEPA les taux de cryptosporidiose d'origine hydrique à New York devraient varier de 140,000 à 455,000 cas par an. Or le système de surveillance active n'en a détecté en moyenne que 150 cas par an. Même en corrigeant pour une détection inefficace, les estimés de l'USEPA apparaissent exagérés. Les différences entre les prédictions de mortalité de l'USEPA et les cas de mortalité répertoriés sont encore plus grandes.

3.3.2 Critères spécifiques aux sources protégées de l'USEPA

Les critères de définition des caractéristiques et actions pouvant permettre une dérogation à la filtration ont évolué en fonction des ajouts des divers règlements. Les bases ont été jetées dans

le SWTR de 1989 mais chacune des réglementations subséquentes contient des précisions quant aux exigences spécifiques de suivi ou de traitement pour ces sources. Le tableau suivant publié par l'USEPA permet aussi de visualiser l'impact des différents règlements sur les systèmes ayant droit à une dérogation de filtration.

OVERVIEW OF SWTR, IESWTR, & LTIESWTR PROVISIONS				
APPLICABILITY: All public water systems that use surface water or ground water under the direct influence of surface water (Subpart H)		SWTR 1989	IESWTR 1998	LTIESWTR 2002
Population Served	≥10,000	✓	✓	N/A
	<10,000	✓	N/A (except for sanitary survey provisions)	✓
Type of Filtration	Conventional	✓	✓	✓
	Direct	✓	✓	✓
	Slow Sand	✓	✓	✓
	Diatomaceous Earth	✓	✓	✓
	Alternative (e.g., membranes, cartridges, etc.)	✓	✓	✓
Filtered Systems-- Turbidity Performance Standards	Combined Filter Effluent	✓	✓	✓
	Individual Filter Effluent (Conventional & Direct Filtration Only)	N/A	✓	✓
Unfiltered System Requirements	Avoidance Criteria	✓	Regulated under SWTR	Regulated under SWTR
	--Watershed Control Program	✓	✓ (includes Crypto)	✓ (includes Crypto)
Regulated Pathogens	99.99% (4-log) removal/inactivation of viruses	✓	✓	✓
	99.9% (3-log) removal/inactivation of <i>Giardia lamblia</i>	✓	✓	✓
	99% (2-log) removal of <i>Cryptosporidium</i>	N/A	✓	✓
Disinfection Residual Requirements	Entrance to distribution system (>0.2 mg/L)	✓	Regulated under SWTR	Regulated under SWTR
	Detectable in the distribution system	✓	Regulated under SWTR	Regulated under SWTR
Disinfection Profiling & Benchmarking	Certain systems must profile inactivation levels and generate benchmark	N/A	✓	✓
Sanitary Surveys	CWS: Every 3 years NCWS: Every 5 years	N/A	✓	Regulated under IESWTR
Covered Finished Reservoirs/Water Storage Facilities		N/A	✓	✓
Operated by qualified personnel as specified by state		✓	Regulated under SWTR	Regulated under SWTR

-  Tightens already existing requirements in the 1989 SWTR
-  New requirements in addition to the 1989 SWTR

La fiche synthèse publiée par l'USEPA résume les obligations actuelles pour ces sources (Annexe 1).

3.3.3 Protection de la ressource

L'USEPA oblige les États à développer et à implanter des SWAP (Source Water Assessment Program) en 1996 (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1996). Cette agence aussi formulé des obligations spécifiques de protection de la ressource United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1997) qui doivent ensuite être mises en place par chaque État.

Spécifiquement, on oblige à:

1. Délimiter les aires de protection pour toutes les sources d'eau potable souterraines et de surface;
2. Effectuer un inventaire de l'utilisation du territoire pour toutes les sources d'eau potables souterraines et de surface;
3. Déterminer la susceptibilité des sources d'eau à la contamination par ces sources;
4. Diffuser les résultats de cette analyse au public.

Un guide de soutien à la mise en place par le États a été publié par les instances fédérales de l'USEPA (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1997). Les stratégies de mise en conformité avec ces obligations devaient être produites par les États avant le 6 février 1999. Elles prennent la forme de plan d'actions (SWAP) souvent élaborés par des comités de volontaires soutenus par le DEP et autres organismes régionaux. L'inventaire des sources de contamination est effectué via une enquête sanitaire (sanitary surveys) des sources existantes. Cette enquête est aussi requise dans le cas de nouvelles sources avant leur autorisation. L'accès aux bases de données SIG facilite grandement cette analyse. Le choix des contaminants retenus pour l'analyse est variable mais doit comprendre au minimum ceux déjà inclus dans la réglementation en vigueur. Une liste exhaustive de contaminants, des niveaux réglementés dans les normes primaires (à impact sanitaire) ou secondaires (cosmétiques, organoleptiques) et de leur source est publiée par l'USEPA. L'accent est mis sur l'identification des sources et de la nature des contaminations possible dans le cas de mauvaise gestion ou d'accident, non pas sur la probabilité de contamination en situation de bonne gestion (best management practice). Les résultats de cet exercice permettent de qualifier le niveau de vulnérabilité de la source, généralement selon trois modalités, haut, moyen ou faible. La démarche comprend une période de consultation publique. Certaines activités de ce programme et démarches correctrices sont admissibles pour financement par les State Revolving Funds mis en place pour la mise à la conformité du Safe Drinking Water Act.

Les obligations spécifiques de protection des sources d'eau potables par la mise en place des SWAP sont interliées à celles définies dans le Clean Water Action Plan (CWAP). En effet, Le CWA promulgué en 1998 met en place la gestion par bassin. Cette loi force la collaboration entre le fédéral, les États, les tribus, les régions et les gouvernements locaux. La première obligation consiste à fixer les objectifs de qualité d'eau pour les usages et identifier les actions pour récupérer les usages jugés prioritaires. L'exercice d'identification du régime hydrologique et des sources ponctuelles et diffuses est donc inévitable. Un grand nombre de source de financement sont disponibles aux États dont les fonds majeurs du Clean Water Revolving Funds et du Water Pollution Control Program Support. À noter que le financement d'activités du CWAP peut servir à des actions visant à protéger des prises d'eau. Finalement, les SWAP ne sont qu'une extension ciblée des plans de gestion par bassins; elles ont pour objectif de focaliser sur la protection des sources d'eau potable.

3.3.4 Application dans les États Américains

Chaque État américain a produit un guide de soutien, parfois directement à partir du guide fédéral, parfois en y apportant des modifications (California Department of Health Service/Division of Drinking Water and Environmental Management, 1999 Washington State Department of Health. Division of Environmental Health Office of Drinking Water, 2005 Department of Environmental Quality and Oregon Health Division, 2000; Oregon Department of Environmental Quality and Oregon Health Division, 2000). L'analyse SWAP est effectuée généralement par des représentants de l'équivalent des Ministère de la Santé et de l'Environnement. Le partage des responsabilités varie d'un État à l'autre et une délégation au Water Authority est possible. Certains États comme l'Oregon prennent en charge l'ensemble des coûts des évaluations de bassins et de risques.

Une documentation abondante est disponible sous format électronique et pourrait servir pour une application au Québec avec des ajustements mineurs.

3.3.4.1 Massachusetts

L'état du Massachusetts est un état avant-gardiste au niveau de la protection de la ressource pour l'approvisionnement en eau potable et reconnaît l'importance de la protection de la ressource comme barrière à la contamination depuis les années 80s. L'État a mis en place le premier plan de protection de la ressource approuvé par l'USEPA en 1995 (DEP Comprehensive Water Protection Program, 1995). Ce plan est mise en place via le programme des 'Watershed Initiatives' faisant appel à plusieurs organisations et ministères travaillant sur 27 bassins versants. L'État a produit une stratégie de mise en conformité aux obligations de protection de la ressource en août 1999 (Massachusetts DEP, 1999).

On dénombre environ 1,600 réseaux publics et 2,850 puits publics. La majorité de la population (2/3) est alimentée en eaux de surface dans les grandes agglomérations urbaines. En raison de la forte industrialisation et de la nature des aquifères, environ 70 sources d'eau souterraines ont été fermées et 217 réhabilitées pour des raisons de contamination chimique (eg :composés organiques volatils).

L'évaluation des sources est dirigée par le DEP qui travaille en collaboration avec le personnel des réseaux de taille moyenne et grande (community sources), effectue directement les évaluations sur le terrain pour les réseaux non publics (312 sources de type non-transient, non-community) et transmet un formulaire d'audit (self-audit sanitary survey) aux petits réseaux privés saisonniers (1148 sources). Une fois cet exercice complété, l'équipe du SWAP du DEP identifie les sources à risque et retourne effectuer une analyse détaillée des sources de contamination sur le terrain.

La définition de la vulnérabilité prend en compte 1) l'utilisation du territoire; 2) les caractéristiques des contaminants retenus (toxicité, mobilité et transformation dans l'environnement); et 3) les facteurs hydrogéologiques et hydrologiques. L'exercice accorde plus de poids à l'utilisation du territoire qu'à la vulnérabilité des bassins hydro géographiques. En plus des contaminants réglementés, les contaminants émergents et contaminants faisant l'objet de programme de remédiation sont considérés pour l'évaluation de la vulnérabilité des sources. Une matrice standard d'utilisation du territoire est disponible. L'aire d'étude peut comprendre l'ensemble du bassin versant en particulier pour les sources d'eau souterraines. Toutes les eaux de surface sont considérées comme à haut risque au niveau hydrogéologique.

L'État a nommé le DEP responsable de cette implantation et utilisé les State Revolving Funds pour compléter ce programme faisant appel à des contracteurs privés. L'application se

distingue par l'effort de soutien direct donné par les bureaux régionaux du DEP aux très petits réseaux desservant moins de 150 personnes.

3.3.4.2 Oregon

L'Oregon a publié une guide de soutien pour effectuer les SWAP (Department of Environmental Quality and Oregon Health Division, 2000; Oregon Department of Environmental Quality and Oregon Health Division, 2000). On dénombre 883 municipalités, plus de 1,800 systèmes privés et saisonniers en Oregon. Le développement du SWAP pour l'État a été développé par un comité avisé. Son implantation est dirigée par le Department of Environmental Quality (DEQ) et l'Oregon Health Division (OHD). Le DEQ est responsable de la définition des aires d'influence sur les 280 systèmes eaux de surface, alors que le OHD couvre systèmes en eaux souterraines. Le DEQ est responsable de l'inventaire des dangers pour toutes les sources.

L'Oregon compte 18 bassins versant majeurs et 91 sous-bassins qu'il a caractérisé par SIG. L'analyse de vulnérabilité n'est effectuée que sur le périmètre considéré comme à l'intérieur de la zone dite de protection, pas forcément sur l'ensemble du bassin versant en amont de la source. Lorsque possible, l'État est disposé à déléguer le SWAP aux distributeurs d'eau qui peuvent et veulent le compléter. Toutefois, il garde le droit d'approuver le plan et les résultats de cet exercice, mais offre un remboursement aux distributeurs qui le font eux-mêmes.

3.4 COMMUNAUTE EUROPEENNE

La réglementation relative à la qualité de l'eau et à la protection des sources d'eau potable dans l'Union Européenne (UE) est émise par chaque pays membre. L'UE fixe les normes minimales en émettant des directives qui doivent ensuite être transcrites dans les lois de chaque pays membre à l'intérieur de délais prescrits. L'UE effectue un suivi du respect de ses directives par le biais de l'Agence Européenne de l'Environnement.

3.4.1 Directives européennes sur la qualité de l'eau potable et la protection de la ressource

La directive du conseil no 75/440/CEE du 16 juin 1975 concerne spécifiquement la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire dans les États membres (Conseil de l'Union Européenne, 1975). Elle fixe les exigences minimales de qualité pour les eaux superficielles destinées à la production d'eau potable. Les valeurs fixées comprennent des paramètres physico-chimiques (pH, MES, température, conductivité, odeur, nitrates, fluorures, clore organique total, fer, cuivre, zinc, bore, béryllium, cobalt, vanadium, arsenic, cadmium, chrome total, plomb, sélénium, mercure, baryum, cyanures, sulfates, chlorures, agents de surface, phosphates, phénols, hydrocarbures dissous, carbure aromatique polycyclique, pesticides, DCO, taux de saturations en oxygène dissous, DBO₅, azote Kjeldal, ammoniacque, COT, COT après floculation et filtration sur membrane, coliformes totaux à 37°C, streptocoques fécaux, salmonelles).

La directive du Conseil no 98/83/CE du 3 novembre 1998 fixe les paramètres de qualité des eaux destinées à la consommation humaine (The Council of the European Union, 1998). Les exigences de qualité qui doivent être révisées périodiquement fixent des valeurs particulièrement exigeantes au niveau des composés organiques tels que les pesticides (0,1ug/L) et les pesticides totaux y compris leurs sous-produits de dégradation (0,5 ug/L). En raison de leur effet déterminant sur le choix des barrières de traitement, ces exigences se répercutent sur l'évaluation de la qualité et de la vulnérabilité des sources d'eau. Ceci les oblige à bien caractériser la dynamique de flux des pesticides dans les sources d'eau souterraines et de surface au moment de l'évaluation de la vulnérabilité de la source. La transcription de cette directive en droit français est effectuée par le décret du 20 décembre 2001 (Journal Officiel de la République Française, 2001) et elle incorpore la notion de précaution dans la définition des obligations des producteurs d'eau.

La directive cadre dans le domaine de l'eau entrée en vigueur en 2000 inclut dans un cadre législatif des concepts de bon état écologique et de gestion de l'eau au niveau des bassins des rivières. On y incorpore des obligations d'évaluation des habitats et communautés biologiques, des caractéristiques hydrographiques et un suivi des paramètres physico-chimiques. Cette directive changera fondamentalement la façon dont l'eau est contrôlée, gérée et évaluées dans les pays européens. Les obligations de suivi de la qualité permettant d'estimer la vulnérabilité ont été évaluées par Nixon et al. (Nixon et al. 1996 Nixon et al. 2003) qui brosent un tableau de la disparité des règlements et directives nationales, des plans d'échantillonnage, d'analyse et de procédure et des méthodologies de calcul des classes de qualité dans les pays de l'UE.

3.4.2 Établissement du principe de précaution dans la législation européenne

Pour la plupart des normes environnementales existantes, aucune preuve scientifique de la relation cause à effet n'est disponible pour la valeur retenue pour les besoins réglementaires. Afin de reconnaître cet état de fait, la notion du principe de précaution a été introduite dans le

domaine de l'analyse de risque. En absence de certitudes scientifiques, le principe de précaution exige que les législateurs agissent si le risque est important. Puisque les principes de prévention et de précaution sont étroitement liés, ils sont souvent mélangés dans les débats politiques, particulièrement dans les secteurs tels que la santé publique ou l'environnement.

Le principe de précaution, par définition, possède un caractère préventif dans son contenu et objectifs (*Antonopoulou and van Meurs, 2003*). En effet, le dernier (précaution) principe inclut l'ancien (prévention). Quel est alors le critère qui permet une distinction valide entre les deux principes ? La réponse est que le principe de prévention aide les autorités à l'adoption des mesures considérées nécessaires pour empêcher un risque prévu et imminent et pour limiter les dommages. La prévention est donc possible grâce à la recherche et aux pratiques scientifiques qui fournissent l'évidence d'une relation causale entre un élément ou une situation et des effets nuisibles apparents. En d'autres termes, le principe de précaution permet l'adoption des mesures publiques en vue de réduire au minimum l'impact d'un risque déjà identifié. Par conséquent, les méthodes d'évaluation et de gestion des risques appartiennent au principe de prévention puisqu'elles se basent sur l'évidence scientifique au sujet des risques impliqués.

Par ailleurs, il y a de plus en plus des cas auxquels le niveau actuel de la connaissance scientifique rend impossible l'identification de l'existence du risque et ainsi la prescription des mesures préventives. Dans ces cas, le principe de précaution est le principe qui permet de dépasser la prévention simple, basé sur la conjecture scientifique concernant le risque imminent, et s'organiser pour l'adoption des mesures contre les risques possibles dont la nature ou l'origine demeure incertaine ou même inconnue.

Contrairement au principe traditionnel de précaution appliquée sur la base des données scientifiques évidentes, le principe de précaution est appliqué quand aucune évidence ou même accord scientifique parmi la communauté scientifique n'existe (*Antonopoulou and van Meurs, 2003*). Dans ce sens il est possible de caractériser le principe de précaution comme étant un instrument de politique permettant à des autorités d'adopter des mesures préventives contre certaines activités humaines même si les causes de la crise et les évidences scientifiques demeurent inconnues pour déterminer si ces activités posent des risques sur la santé humaine ou pas.

Dans l'UE le principe de précaution est explicitement cité comme un principe régissant la politique de protection de l'environnement. La force normative du principe de précaution a été identifiée en premier lieu dans les politiques de protection de l'environnement alors que l'identification officielle du principe dans les politiques de santé publique est un développement plus récent. En réalité, il y a seulement une référence indirecte au principe de précaution dans le domaine de la santé publique qui peut être dérivé du traité d'Amsterdam (1997) (*Antonopoulou and van Meurs, 2003*) où on affirme que la fixation d'un niveau élevé de protection sanitaire humaine devrait être primordiale dans la détermination et la mise en application de toutes les politiques et les activités de l'union européenne. D'autre part, l'identification directe (environnement) et indirecte (de santé publique) du principe de précaution dans les traités de Maastricht et d'Amsterdam, ne définit pas clairement le principe de précaution dans son contenu ou en ce qui concerne les limites et les détails de son exécution.

Par conséquent, la Commission européenne a décidé de déterminer le contenu du principe et de son application dans sa communication avec le Conseil de l'Europe et le Parlement européen. La Commission a défini quatre aspects à l'application du principe de précaution:

- la description de l'approche appropriée concernant le principe de la précaution;
- la présentation des directives pour son application;
- la nécessité d'établir un consensus parmi les trois politiques de l'union dans le cas où l'évaluation, l'appréciation, le contrôle et la communication du risque ne peuvent être réalisés clairement;
- les moyens d'éviter l'utilisation injustifiée du principe de précaution comme façon de camoufler le protectionnisme commercial.

Les mesures prises sur la base du principe de précaution sont toujours provisoires. Elles se tiennent jusqu'à ce que la recherche scientifique ait fourni les données sur lesquelles de nouvelles mesures peuvent être basées ou des mesures peuvent être soulevées dans le cas où aucun danger n'est présent. Les nouvelles mesures sont alors prises sur la base du principe de prévention et de l'évaluation des risques puisque l'information scientifique est disponible. Par conséquent, les mesures prises sur la base du principe de précaution devraient toujours inclure la recherche scientifique dans le but de limiter, autant que possibles, la période où ces mesures sont appliquées.

3.5 NOUVELLE-ZELANDE

La qualité de l'eau potable et la protection des sources relèvent du Ministère de la Santé qui travaille en collaboration avec le Ministère de l'Environnement. Le règlement sur la qualité de l'eau potable (Government of New Zealand. Ministry of Health, 2000 émis en 2000 et remis à jour en 2005 (Government of New Zealand Drinking Water Standards for New Zealand, 2005) fixent les exigences de caractérisation, traitement et de suivi de la qualité de l'eau potable.

Ce règlement stipule que toutes les sources d'eau potable doivent être caractérisées et classées en fonction de leur qualité et leur vulnérabilité à la contamination. Ce classement est fondé sur l'utilisation de déterminants ('priority classes for drinking water determinants'). La caractérisation dure 12 mois consécutifs. L'appartenance à une classe de priorité est définie principalement par:

- La fréquence de détection d'oocystes de *Cryptosporidium* fondé sur le classement proposé par l'USEPA
- La fréquence de détection de *E. coli* dans l'eau brute
- La présence de contaminants chimiques
- Le respect de conditions de chloration spécifiées (Ct et pH)
- La taille de la population desservie

De plus, le producteur d'eau doit détenir une évaluation de la vulnérabilité de sa source sur la base des résultats d'une enquête sanitaire et d'une estimation des dangers et risques dans le bassin versant. Cette caractérisation du bassin versant est obligatoire pour tous les systèmes et doit être remise à jour tous les cinq ans.

Il existe quatre niveaux de déterminants pour qualifier la source:

Priorité 1

Contaminants qui peuvent mener à une épidémie d'origine hydrique tel qu'indiqué par la présence de *E. coli*, *Giardia* et de *Cryptosporidium*.

Priorité 2

Contaminants présents dans l'eau traitée à plus de 50% du MAV (Maximum acceptable value)

Trois sous-classes: 2a 2b 2c

- 2a composés déterminants chimiques et radiologiques pouvant être introduits dans la source à des niveaux ayant une incidence sanitaire (> 50% MAV);
- 2b composés déterminants chimiques et radiologiques à incidence sanitaire pour lesquels une augmentation à des niveaux de plus de 50% du MAV par le traitement est documentée (eg : plomb, cuivre, SPD) ;
- 2c micro-organismes à incidence sanitaire présents dans l'eau brute et dans l'eau traitée (eg: *E. coli*).

Priorité 3

- 3a composés chimiques et radiologiques produits par le traitement qui n'excèdent pas 50% du MAV;
- 3b composés chimiques et radiologiques présents dans l'eau brute à plus de 50% du MAV;
- 3c micro-organismes à incidence sanitaire présents dans l'eau brute (autres que *E. coli*, *Giardia* et *Cryptosporidium*);
- 3d contaminants esthétiques.

Priorité 4

- 4a faible probabilité de présence de composés chimiques et radiologiques à incidence sanitaire – tous les pesticides ;
- 4a faible probabilité de présence de composés microbiologique à incidence sanitaire
- 4a faible probabilité de présence de composés à incidence esthétique

Les fréquences et modalités d'échantillonnage sont précisées directement dans le règlement.

Pour la caractérisation du traitement, certaines obligations additionnelles spécifiques sont précisées:

- La validation de la performance de la filtration est exigée et sa démonstration ajustée en fonction de la taille de la population desservie.
- Pour des filtres granulaires, on exige le maintien d'une turbidité de 0,5UTN pour 95% par filtre et d'un maximum de 1 UTN en tout temps.
- Pour la désinfection, on stipule le maintien du Ct prescrit pour l'ozone et le bioxyde de chlore.
- Pour des filtres à cartouche, filtres lents, filtres à terre diatomée, on exige la mesure périodique des performances par des comptes de particules en continu (plus de 10,000 personnes) ou par les particules sur des échantillons ponctuels par MPA- microscopic particulate analysis (moins de 10,000 personnes).
- Les fréquences pour les produits chimiques et radiologiques sont définies pour chaque classe de contaminants.

A partir des résultats de la caractérisation, de la qualité de l'eau après traitement et de la qualité de l'eau dans le réseau, la réglementation oblige au calcul du 'Public Health Grading', indice à deux lettres. La première lettre représente la qualité de la source et du traitement, la deuxième

mesure l'impact de la distribution. L'indice de qualité combinant la qualité de la source et l'impact du traitement permet de quantifier globalement le niveau de risque sanitaire correspondant à différentes combinaisons de qualité d'eaux brutes et de niveaux de traitement.

Les classes de qualité de la source et du traitement du 'Public health Grading' sont (ESR Water Group for the Ministry of Health, 2003) :

- A1 - Complètement satisfaisant – risque négligeable, qualité exceptionnelle - aucun traitement requis
- A – Complètement satisfaisant, niveau de risque très faible – désinfection requise
- B - Satisfaisant, niveau de risque faible
- C - Marginale, niveau de risque modéré, pourrait être acceptable dans le cas de petits systèmes
- D - Mauvais, niveau élevé de risque
- E – Inacceptable, très haut niveau de risque

Dans une première étape, seuls les systèmes desservant plus de 500 personnes sont assujettis à cette caractérisation.

Le Ministère de la Santé a aussi émis un guide intitulé 'Public Health Risk Management Plan Guide' (New Zealand's Ministry of Health, 2005) pour identifier les sources de contamination dans un bassin versant et des approches pour les gérer. Le Ministère de l'Environnement prépare actuellement un guide de soutien pour la définition des bassins versants (Methodology for Defining Drinking Water Catchments) en réponses aux difficultés encourues lors de la définition des bassins versants pour l'application du règlement sur la caractérisation. Une copie de ce document nous sera transmise lors de sa parution. De plus, le Ministère de la Santé encourage les producteurs d'eau à appliquer des principes de gestion du risque de la source au robinet. L'application de cette approche systémique est difficile en Nouvelle-Zélande. En effet, les bassins versants sont gérés par les conseils régionaux régis par des lois du Ministère de l'Environnement qui ne prennent pas vraiment en compte le captage et la production d'eau potable. Leur attention est plutôt portée vers la protection des habitats, de la vie aquatique, etc. alors que l'adduction, le traitement et la distribution de l'eau potable est sous la juridiction du Ministère de la Santé.

Le Ministère de la Santé prépare aussi un standard national environnemental pour les sources d'eau potable (version de travail du guide intitulé 'A monitoring and grading framework for New Zealand drinking water sources' (Nokes and Ball, 2004) dans le but de quantifier plus précisément la qualité des sources et d'offrir un cadre global de la source au robinet. Le document à l'étude permettrait de classer les sources dans 5 catégories de qualité et de fixer les objectifs de traitements y correspondant. Le travail déjà effectué montre la grande difficulté à 1) quantifier les classes de risques sans encourir des efforts et coûts considérables; 2) à concilier les lois et règlements des deux ministères impliqués. C'est pourquoi le gouvernement réfléchit actuellement s'il est nécessaire et judicieux de poursuivre cet effort et comment procéder.

Adéquation entre les classes d'eau et les exigences de traitement.

La définition du type et du niveau de traitement n'est pas définie clairement à l'exception des obligations de traitement pour *Cryptosporidium*. Tous les réseaux doivent respecter les normes microbiologiques, physiques et chimiques prescrites, mais le moyen pour y arriver n'est pas précisé.

Le niveau de contamination de la source pour les protozoaires est fixé en fonction de la concentration dans l'eau brute telle que déterminée par un minimum de 26 échantillons prélevés (méthode 1623 de l'USEPA) sur une période de 12 mois. Cette caractérisation de la concentration en *E. coli* et en *Cryptosporidium* doit être refaite tous les cinq ans ou suite à un changement significatif dans le bassin versant. La mesure directe de *Giardia* et *Cryptosporidium* est obligatoire pour tous les réseaux desservant plus de 10,000 personnes. Dans le cas des réseaux desservant moins de 10,000 une caractérisation du bassin et un suivi intensif de *E. coli* peuvent être considérés comme une alternative. Si la concentration moyenne de *E. coli* dans l'eau brute après 12 mois de caractérisation hebdomadaire n'excède pas 10 UFC/100mL (eaux de rivières) et de 50 UFC/100mL (eaux de lac, réservoir ou souterraines), la mesure des concentrations d'oocystes de *Cryptosporidium* n'est pas exigée. À noter que les échantillonnages doivent être répartis de manière à cibler les périodes de contamination maximales par les sources humaines et d'élevage. Pour toute source ne disposant pas de données, ou pour toute source ayant rapporté un échantillon avec une concentration de plus de 10 oocystes/10L, l'exigence minimale d'inactivation varie de 3 à 5 log.

Table XX : Niveau de contamination et exigences de traitement pour *Cryptosporidium*.

Mean number of oocysts/10 L	Log credit requirement	Raw water protozoal risk category
Not applicable	None	Very low ¹ (secure groundwater supplies)
Less than 0.75	3	Low
0.75–9.99	4	Moderate
10 or more	5	High

Les crédits de log d'abattement de *Cryptosporidium* par les différentes technologies seront encadrés. La désinfection seule peut théoriquement être utilisée. Le maximum de crédits actuellement octroyés par la désinfection UV est de 3 log. Ainsi, une désinfection simple aux UV pourrait être suffisante pour une eau de bonne qualité alors qu'une double désinfection à l'ozone et aux UV pourrait être considérée pour des crédits de 4-5 log.

La Nouvelle-Zélande a proposé récemment d'adopter la classification de la qualité de la source en fonction de la concentration de *Cryptosporidium* et l'émission d'exigences de traitement correspondant à ces classes de contamination.

3.6 AUSTRALIE

Les exigences australiennes en termes de protection et de suivi de la qualité de la ressource sont décrites dans l'Australian Drinking Water Guidelines Water Supply System Analysis (2004).

3.6.1 Cadre réglementaire des recommandations australiennes

Le Gouvernement de l'Australie a publié un guide intitulé 'Australian Drinking Water Guidelines (ADWG)' en 2004. Le guide fournit un cadre sur la façon de créer un plan de gestion de la qualité de l'eau potable de la source au robinet (Australian Government. National

Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004).

Basé sur une approche de prévention de risque, le cadre comprend les éléments du HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points), de l'ISO 9001 et de l'AS/NZS 4360.

Le cadre comporte douze éléments principaux étant considérés des bonnes pratiques pour la gestion des réseaux d'approvisionnement en eau potable en Australie (voir la figure 1 et le tableau 1).

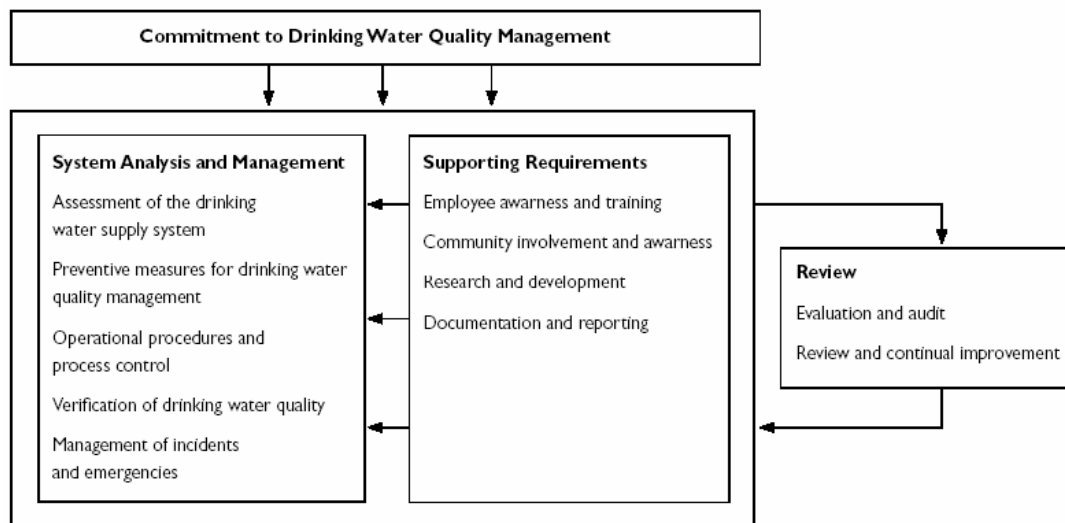


Figure 1 Cadre de la gestion de l'eau potable en Australie (Australian Government. National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004)

Table 1 Cadre de la gestion de l'eau potable en Australie (Australian Government, National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004)

COMMITMENT TO DRINKING WATER QUALITY MANAGEMENT
Element 1 Commitment to drinking water quality management
Drinking water quality policy
Regulatory and formal requirements
Engaging stakeholders
SYSTEM ANALYSIS AND MANAGEMENT
Element 2 Assessment of the drinking water supply system
Water supply system analysis
Assessment of water quality data
Hazard identification and risk assessment
Element 3 Preventive measures for drinking water quality management
Preventive measures and multiple barriers
Critical control points
Element 4 Operational procedures and process control
Operational procedures
Operational monitoring
Corrective action
Equipment capability and maintenance
Materials and chemicals
Element 5 Verification of drinking water quality
Drinking water quality monitoring
Consumer satisfaction
Short-term evaluation of results
Corrective action
Element 6 Management of incidents and emergencies
Communication
Incident and emergency response protocols
SUPPORTING REQUIREMENTS
Element 7 Employee awareness and training
Employee awareness and involvement
Employee training
Element 8 Community involvement and awareness
Community consultation
Communication
Element 9 Research and development
Investigative studies and research monitoring
Validation of processes
Design of equipment
Element 10 Documentation and reporting
Management of documentation and records
Reporting
REVIEW
Element 11 Evaluation and audit
Long-term evaluation of results
Audit of drinking water quality management
Element 12 Review and continual improvement
Review by senior executive
Drinking water quality management improvement plan

Élément 1 Engagement pour la gestion de la qualité de l'eau potable

- 1.1 Politique de qualité de l'eau potable
 - 1.1.1 Établir une politique de qualité de l'eau potable, appuyée par la direction et à être appliquée par l'organisation.
 - 1.1.2 Assurer que la politique établie est claire, transmise, comprise et appliquée par les employés.
- 1.2 Exigences réglementaires et officielles
 - 1.2.1 Identifier et documenter toutes les exigences réglementaires et officielles
 - 1.2.2 Assurer que les responsabilités sont bien comprises et transmises aux employés.
 - 1.2.3 Suivre les règlements périodiquement et tenir compte de changements.
- 1.3 Impliquer les intervenants
 - 1.3.1 Identifier tous les intervenants qui peuvent affecter ou avoir un effet sur les décisions ou les activités des fournisseurs de l'eau potable.
 - 1.3.2 Développer des mécanismes appropriés pour l'implication et la participation des intervenants.
 - 1.3.3 Mettre à jour périodiquement la liste des intervenants

Élément 2 Évaluation de réseau de l'approvisionnement en eau potable

- 2.1 Analyse de réseau de l'approvisionnement en eau potable
 - 2.1.1 Former une équipe possédant toutes les connaissances et compétences nécessaires.
 - 2.1.2 Faire un schéma de flux du réseau de l'approvisionnement en eau de la source au robinet.
 - 2.1.3 Réunir les informations pertinentes et documenter les caractéristiques clés du réseau de l'approvisionnement en eau.
 - 2.1.4 Analyser périodiquement le réseau de l'approvisionnement en eau.
- 2.2 Évaluation des données de la qualité de l'eau
 - 2.2.1 Réunir les données historiques de la source d'approvisionnement, les procédés de traitement et l'eau distribuée aux consommateurs (au fil du temps et aux épisodes spécifiques).
 - 2.2.2 Lister et examiner les non-conformités.
 - 2.2.3 Évaluer les données en utilisant des outils comme le graphique de contrôle et l'analyse de tendances afin d'identifier les tendances.
- 2.3 Identification des dangers et évaluation des risques
 - 2.3.1 Définir l'approche et la méthodologie utilisées pour l'identification des dangers et l'évaluation des risques.
 - 2.3.2 Identifier et documenter les dangers, les sources et les événements dangereux pour chaque élément du réseau de l'approvisionnement en eau.
 - 2.3.3 Estimer le niveau du risque pour chaque danger ou événement dangereux identifiés.
 - 2.3.4 Évaluer les sources majeures d'incertitude associées à chaque danger ou événement dangereux et prendre des mesures nécessaires pour réduire l'incertitude.
 - 2.3.5 Déterminer les risques importants et documenter les priorités pour la gestion des risques

2.3.6 Réviser et mettre à jour périodiquement la méthodologie utilisée pour l'identification des dangers et l'évaluation des risques et incorporer les changements.

Table 2 Mesures qualitatives des probabilités (Australian Government. National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004)

Level	Descriptor	Example description
A	Almost certain	Is expected to occur in most circumstances
B	Likely	Will probably occur in most circumstances
C	Possible	Might occur or should occur at some time
D	Unlikely	Could occur at some time
E	Rare	May occur only in exceptional circumstances

Table 3 Mesures qualitatives des conséquences ou des impacts (Australian Government. National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004)

Level	Descriptor	Example description
1	Insignificant	Insignificant impact, little disruption to normal operation, low increase in normal operation costs
2	Minor	Minor impact for small population, some manageable operation disruption, some increase in operating costs
3	Moderate	Minor impact for large population, significant modification to normal operation but manageable, operation costs increased, increased monitoring
4	Major	Major impact for small population, systems significantly compromised and abnormal operation if at all, high level of monitoring required
5	Catastrophic	Major impact for large population, complete failure of systems

Table 4 Matrice d'analyse qualitative des risques: niveau du risque (Australian Government. National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004)

Likelihood	Consequences				
	1 Insignificant	2 Minor	3 Moderate	4 Major	5 Catastrophic
A (almost certain)	Moderate	High	Very high	Very high	Very high
B (likely)	Moderate	High	High	Very high	Very high
C (possible)	Low	Moderate	High	Very high	Very high
D (unlikely)	Low	Low	Moderate	High	Very high
E (rare)	Low	Low	Moderate	High	High

Table 5 Caractéristiques clés du réseau de l’approvisionnement en eau (Australian Government. National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004)

Catchments	
<ul style="list-style-type: none"> • Geology and soils • Topography and drainage patterns (hydrology) • Streams and rivers • Meteorology and weather patterns (climatic and seasonal variations) • Riparian conditions • Vegetative cover • General catchment and river health • Wildlife (e.g. native and feral animals) • Historical contaminated sites • Competing water uses • Land irrigation practices 	<ul style="list-style-type: none"> • Nature and intensity of development and land-use activities: <ul style="list-style-type: none"> – agricultural, dairy and animal husbandry – land clearing – forestry – mining – industrial – rural and urban development / residential – sewage treatment works and septic tanks – recreational activity • Intermittent or seasonal use practices • Future planning activities • Development and planning restrictions
Source water	
<ul style="list-style-type: none"> • Surface water (river, reservoir, dam) • Groundwater • Flow and reliability of source water • Seasonal and event changes (including infrequent events such as droughts or floods) • Spatial variations 	<ul style="list-style-type: none"> • General and unique constituents (physical, chemical, microbial): <ul style="list-style-type: none"> – major ions and pH – salinity, hardness – turbidity – bacteria, viruses and protozoa – naturally occurring organics – volatile and nonvolatile synthetic organics – metals and radionuclides
Groundwater systems	
<ul style="list-style-type: none"> • Geology, homogeneity • Confined or unconfined aquifer • Depth to water table • Flow rate and direction 	<ul style="list-style-type: none"> • Dilution characteristics • Recharge area • Well-head protection • Depth of casing
Storage reservoirs and intakes	
<ul style="list-style-type: none"> • Detention times • Reservoir design: <ul style="list-style-type: none"> – size – materials – storage capacity – depth of storage • Seasonal variations: <ul style="list-style-type: none"> – stratification – algal blooms 	<ul style="list-style-type: none"> • Treatment efficiencies (microbial removal) • Protection (e.g. covers, enclosures, access) • Recreational or human activity • Intake location and operation • Bulk transport: <ul style="list-style-type: none"> – pipeline material – length – flow rate and changes in flow rate – cleaning systems

Table 5 Caractéristiques clés du réseau de l’approvisionnement en eau (suite)

Treatment Systems	
<ul style="list-style-type: none">• Treatment processes (including optional processes)• Treatment configuration• Equipment design:<ul style="list-style-type: none">– size– materials– peak flow rates– process change control– backup systems• Monitoring equipment and automation	<ul style="list-style-type: none">• Water treatment chemicals used:<ul style="list-style-type: none">– flocculant/coagulant– filtration aids– fluoride– powdered activated carbon– disinfectant• Treatment efficiencies• Disinfection log removals of pathogens• Disinfection residual and contact period
Service reservoirs and distribution systems	
<ul style="list-style-type: none">• Reservoir design:<ul style="list-style-type: none">– size– materials– storage capacity– depth of storage• Detention times• Seasonal variations:<ul style="list-style-type: none">– stratification• Protection (e.g. covers, enclosures, access)	<ul style="list-style-type: none">• Distribution system design:<ul style="list-style-type: none">– size– network– pipe materials– pipe age• Hydraulic conditions (e.g. detention times, flows)• Backflow protection• Secondary disinfection practices• Disinfectant residuals• Disinfection byproducts
Consumers	
<ul style="list-style-type: none">• Consumer distribution (industry, bodies corporate, general community)• Vulnerable groups (hospitals, nursing homes)	<ul style="list-style-type: none">• Water demand and patterns of drinking water consumption (diurnal and seasonal variations)• Internal plumbing

Élément 3 Mesures de prévention pour la gestion de la qualité de l’eau potable

3.1 Mesures de prévention et barrières multiples

- 3.1.1 Identifier les mesures de prévention en vigueur de la source au robinet pour chaque danger ou événement dangereux importants et estimer le risque spécifique.
- 3.1.2 Évaluer les mesures de prévention alternatives ou additionnelles quand l’amélioration est nécessaire.
- 3.1.3 Documenter les mesures de prévention et les stratégies et faire un plan examinant chaque risque important.

3.2 Points de contrôle critiques

- 3.2.1 Évaluer les mesures de prévention de la source au robinet afin d’identifier les points de contrôle critiques.
- 3.2.2 Établir des mécanismes pour le contrôle opérationnel.
- 3.2.3 Documenter les points de contrôle critiques, les limites critiques et les critères cibles.

Élément 4 Procédures opérationnelles et contrôle de procédés

4.1 Procédures opérationnelles

- 4.1.1 Identifier les procédures nécessaires pour les procédés et les activités de la source au robinet.

- 4.1.2 Documenter toutes les procédures et les compiler dans un manuel d'opération.
- 4.2 Contrôle d'opération
 - 4.2.2 Développer des protocoles de contrôle de la performance opérationnelle du réseau d'approvisionnement en eau, incluant la sélection des paramètres et critères d'opération et l'analyse routine des résultats.
 - 4.2.3 Documenter les protocoles de contrôle dans un plan de contrôle d'opération.
- 4.3 Mesure corrective
 - 4.3.1 Établir et documenter des procédures de la mesure corrective afin de contrôler les excursions des paramètres d'opération.
 - 4.3.2 Établir un système de communication rapide pour des événements imprévus.
- 4.4 Durabilité du réseau et entretien
 - 4.4.1 Assurer que les équipements fonctionnent bien et sont capables de fournir une flexibilité suffisante et un contrôle de procédé.
 - 4.4.2 Établir un programme pour les inspections et entretiens périodiques de tous les équipements incluant les équipements de contrôle.
- 4.5 Matériel et produits chimiques
 - 4.5.1 Assurer que seulement les matériels et les produits chimiques approuvés sont utilisés.
 - 4.5.2 Établir des procédures documentées pour évaluer les produits chimiques, les matériels et les fournisseurs.

Élément 5 Vérification de qualité de l'eau potable

- 5.1 Contrôle de qualité de l'eau potable
 - 5.1.1 Déterminer les caractéristiques de l'eau à contrôler dans le réseau de distribution et chez les consommateurs.
 - 5.1.2 Établir et documenter un plan d'échantillonnage pour chaque paramètre incluant l'emplacement et la fréquence de l'échantillonnage.
 - 5.1.3 Assurer que les données de contrôle de qualité sont représentatives et fiables.
- 5.2 Satisfaction des consommateurs
 - 5.2.1 Établir un programme de plainte et réponse qui comprend aussi la formation appropriée des employés.
- 5.3 Évaluation à court terme de résultats
 - 5.3.1 Établir des procédures pour la révision quotidienne des données de la qualité de l'eau potable et la satisfaction des consommateurs.
 - 5.3.2 Développer des mécanismes de communications internes et externe au besoin.
- 5.4 Mesure corrective
 - 5.4.1 Établir et documenter des procédures de mesure corrective pour répondre aux non-conformités ou aux consommateurs.
 - 5.4.2 Établir des systèmes de communication rapides afin de prendre une mesure à l'égard d'un événement imprévu.

Élément 6 Gestion des incidences et des situations d'urgences

- 6.1 Communication

- 6.1.1 Définir un protocole de communication avec la participation des organismes appropriés et préparer une liste de contact des gens, des organismes et des entreprises appropriés.
- 6.1.2 Développer une stratégie de communication avec la publique et les médias.
- 6.2 Protocoles d'intervention des incidents ou des situations d'urgence
 - 6.2.1 Définir des incidents et des situations d'urgence possibles et documenter les procédures et les plans d'intervention avec la participation des organismes appropriés.
 - 6.2.2 Former les employés et tester régulièrement les plans d'intervention d'urgence.
 - 6.2.3 Investiguer les incidents ou les urgences et réviser les protocoles si nécessaire.

Élément 7 Conscience et formation de l'employé

- 7.1 Conscience et engagement de l'employé
 - 7.1.1 Développer des mécanismes et des procédures de communication afin d'augmenter la conscience des employés et leur participation à la gestion de la qualité de l'eau potable.
- 7.2 Formation de l'employé
 - 7.2.1 Assurer que les employés et les contracteurs maintiennent l'expérience et les qualifications appropriées.
 - 7.2.2 Identifier les besoins de formation et assurer la disponibilité des ressources pour appuyer le program de formation.
 - 7.2.3 Documenter la formation et conserver les documents de la formation de tous les employés.

Élément 8 Participation et conscience du public

- 8.1 Consultation publique
 - 8.1.1 Évaluer les conditions pour la participation du public.
 - 8.1.2 Développer une stratégie vaste et complète pour la consultation publique.
- 8.2 Communication
 - 8.2.1 Développer un program de communication bidirectionnel et active pour informer les consommateurs et les conscientiser de problèmes concernant l'eau potable.

Élément 9 Recherche et développement

- 9.1 Investiguer les études et faire des recherches sur le contrôle
 - 9.1.1 Établir des programmes pour augmenter la connaissance et à mieux comprendre le réseau de l'approvisionnement en eau.
 - 9.1.2 Utiliser les informations pour améliorer la gestion du réseau de l'approvisionnement en eau.
- 9.2 Validation des procédés
 - 9.2.1 Valider les procédés et les procédures pour assurer leur efficacité lors de contrôle de danger.
 - 9.2.2 Revalider les procédés périodiquement ou lors des variations dans les conditions opérationnelle.

- 9.3 Conception de l'équipement
 - 9.3.1 Valider la sélection et la conception de nouveaux équipements et infrastructures afin d'assurer une fiabilité constante.

Élément 10 Documentation et rapports

- 10.1 Gestion de documentation et dossiers
 - 10.1.1 Documenter toute l'information concernant la gestion de la qualité de l'eau potable.
 - 10.1.2 Développer un système de mise à jour de documents.
 - 10.1.3 Établir un système de gestion des dossiers et veiller à ce que tous les employés soient formés de manière à compléter les dossiers.
 - 10.1.4 Réviser la documentation et modifier si nécessaire.
- 10.2 Rapports
 - 10.2.1 Établir des procédures pour un système efficace des rapports internes et externes.
 - 10.2.2 Produire un rapport annuel et le rendre accessible aux consommateurs, aux organismes de réglementation et aux intervenants.

Élément 11 1 Évaluation et vérification

- 11.1 Évaluation des résultats à long terme
 - 11.1.1 Recueillir et évaluer les données à long terme pour évaluer la performance et identifier les problèmes.
 - 11.1.2 Documenter et rapporter les résultats.
- 11.2 Vérification de la gestion de la qualité de l'eau potable.
 - 11.2.1 Établir des processus de vérifications externes et internes.
 - 11.2.2 Documenter et informer les résultats de vérification.

Élément 12 Révision et amélioration continue

- 12.1 Révision par la direction
 - 12.1.1 Faire réviser par la direction de l'efficacité du système de gestion.
 - 12.1.2 Évaluer la nécessité de changements.
- 12.2 Plan d'amélioration de gestion de la qualité de l'eau potable
 - 12.2.1 Développer un plan d'amélioration de gestion de la qualité de l'eau potable.
 - 12.2.2 Assurer que le plan amélioré est transmis et mis en œuvre et que les améliorations sont bien efficaces.

3.6.2 Désinfection

Les désinfectants les plus utilisés sont le chlorure, le chloramine, l'ozone, le bioxyde de chlore et les UV. Les applicabilités de ces désinfectants aux situations différentes sont démontrées au tableau 6 ((Australian Government, National Health and Medical Research Council/National Resource Management Ministerial Council. 2004).

Tableau 6 Applicabilité de techniques de désinfection à situations différentes (Australian Government. National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004)

Consideration	Chlorine	Chloramination	Ozone	Chlorine dioxide	Ultraviolet
Size of plant	All sizes	All sizes	Medium to large	Small to medium	Small to medium
Equipment reliability	Good	Good	Fair to good	Good	Fair to good
Relative complexity of technology	Simple to moderate	Simple to moderate	Complex	Moderate	Simple to moderate
Safety concerns	Yes	Yes	Moderate	Yes	Minimal
Bactericidal	Good	Good	Good	Good	Good
Virucidal	Moderate	Poor	Good	Good	Good
Byproducts of possible health concern	Yes	Fewer	Significance unresolved	Yes	No
Persistent residual	Moderate	Long	None	Moderate	None
Contact time	Moderate	Moderate	Short	Moderate	Short
pH dependent	Yes	Yes	Slight	Slight	No
Process control	Well developed	Well developed	Developing	Developing	Developing

Le tableau 7 présente un sommaire des valeurs CT pour un enlèvement de 99% des microorganismes à 5 °C.

Tableau 7 Sommaire des valeurs CT pour un enlèvement de 99% des microorganismes à 5 °C (Australian Government. National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004)

Microorganisms	Free chlorine pH 6–7	Preformed chloramine pH 8–9	Chlorine dioxide pH 6–7	Ozone pH 6–7
<i>Escherichia coli</i>	0.034–0.05	95–180	0.4–0.75	0.02
Polio I	1.1–2.5	768–3740	0.2–6.7	0.1–0.2
Rotavirus	0.01–0.05	3806–6470	0.2–2.2	0.006–0.6
Phage f ₂	0.08–0.18	–	–	–
<i>Giardia intestinalis</i> cysts	47– >150	–	–	0.5–0.6
<i>Giardia muris</i> cysts	30–630	–	7.2–18.5	1.8–2.0

Source: Hoff JC (1986) Inactivation of Microbial Agents by Chemical Disinfectants, Report EPA/600/2–86, Water Engineering Research Laboratory, United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio, United States.

3.6.3 Recommandations spécifiques par paramètre du gouvernement de l’Australie

Un sommaire de recommandations australiennes pour *Escherichia coli*, *Cryptosporidium*, *Giardia* et la turbidité sont présentées ci-après (Australian Government. National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council, 2004)

Escherichia coli

La valeur maximale d’*Escherichia coli* (ou des coliformes thermotolérants) dans l’eau potable est d’aucun *E. Coli* par100 mL de l’échantillon de l’eau potable. *Escherichia coli* est un indicateur de contamination fécale et il indique un problème sérieux dans l’intégrité du système de l’approvisionnement de l’eau potable. La chloration ou d’autres types de

désinfection peuvent inactiver *E. coli*, (ou des coliformes thermotolérants) si la turbidité de l'eau est faible.

Cryptosporidium et Giardia

La mise en œuvre de l'approche à barrières multiples de la source au robinet réduira le risque de contamination par *Cryptosporidium* et *Giardia*. Due à l'absence d'une méthode d'identification des souches infectieuses humaines, le gouvernement de l'Australie n'a établi aucune recommandation pour *Cryptosporidium* et *Giardia*.

Les sources non-protégées d'approvisionnement en eau sont plutôt susceptibles à la contamination par *Cryptosporidium* et *Giardia*. Ces microorganismes peuvent être enlevés par une filière de traitement contenant une filtration efficace. Les kystes de *Cryptosporidium* sont très résistants à la désinfection au chlore et les doses de chlore appliquées en eau potable ne peuvent pas inactiver ces microorganismes. L'ozonation ou la désinfection aux UV sont par ailleurs plus efficaces pour l'inactivation des kystes de *Cryptosporidium*. Les kystes de *Giardia* sont plus résistants que les bactéries entériques mais moins résistants que les kystes de *Cryptosporidium* à la désinfection au chlore. Des désinfectants comme l'ozone et les UV sont plus efficaces.

Turbidité

Basé sur l'objectif esthétique, la turbidité de l'eau potable doit être inférieure à 5 UTN. La turbidité de l'eau lors d'une désinfection doit être inférieure à 1 UTN. Les bonnes pratiques de gestion des bassins versant peuvent avoir un impact substantiel sur la turbidité. L'eau provenant des secteurs protégés possède généralement une turbidité faible que des secteurs cultivés. Le stockage de l'eau peut diminuer la turbidité de manière significative.

3.6.4 Classement du risque

Le classement du risque microbiologique en Australie n'est pas basé sur la quantification des parasites protozoaires. Certaines grandes villes Australiennes effectuent ces mesures sur une base volontaire. Le Ministère de la Santé de l'Australie ne recommande pas la mesure des kystes et oocystes de routine mais exige la mesure de *E. coli* comme indicateur de contamination fécale. Le choix des barrières de traitement est plutôt fondé sur une analyse globale de la qualité de l'eau et de sa vulnérabilité en accord avec l'approche intégrée détaillée. Le tableau 8 montre un tableau de soutien pour la définition du niveau de risque pour le projet de qualité de l'eau dans les régions rurales et éloignées en Australie (Byleveld, 2005).

Tableau 8 Classement du risque pour le projet de qualité de l'eau dans les régions rurales et éloignées (Byleveld, 2005).

NO.	MODULE	RISK RANKING
	CATCHMENTS	
1.1	Lakes	-3
1.2	Rivers and streams	-3
1.3	Bores	0
1.4	Springs	-2
1.5	Soaks wells and infiltration galleries	-4
1.6	Rainwater	-1
1.7	Seawater	-10
1.8	Carted water	0
	IMPACTS	
2.1	Agriculture – Lakes rivers and streams	-7
2.2	Agriculture – Bores,springs and wells	-5
2.3	Industry/mining– Lakes rivers and streams	0
2.4	Industry/mining– Bores,springs and wells	0
2.5	Human settlements– Lakes rivers and streams	-10
2.6	Human settlements— Bores,springs and wells	-8
	STORAGE RESERVOIRS/DAMS	
3.1	Protected	+3
3.2	Unprotected	0
	TREATMENT SYSTEMS	
4.1	Destratification	0
4.2	Pre-oxidation	+4
4.3	Desalination/Reverse Osmosis	+14
4.4	Coagulation, Flocculation, Sedimentation	+4
4.5	Rapid sand filtration	+8
4.6	High rate media filtration	+8
4.7	Membrane filtration	+12
4.8	Powdered activated carbon	+2
4.9	Granular activated carbon	+2
4.10	Chlorination – Surface water	+8
4.11	Chlorination – Ground water	+8
4.12	Ozonation	+8
4.13	Ultraviolet radiation	+8
4.14	pH adjustment	0
4.15	Softening	0
4.16	Fluoridation	0
4.17	Iron and manganese removal	0
	SERVICE RESERVOIRS AND DISTRIBUTION SYSTEMS	
5.1	Protected storage reservoir – covered	+1
5.2	Unprotected storage reservoir – uncovered	-3
5.3	Distribution system	0
5.4	Household plumbing	0
5.5	Community standpipe and water points	0
	CONSUMERS	
6.1	Permanent population	0
6.2	Transient populations	-2
6.3	Vulnerable groups	0
6.4	Water demand	0

4 ÉTUDES DE CAS

Cette section présente un portrait général des cas d'application de sources non-filtrées à travers le monde ainsi que certaines études de cas qui montrent des exemples variés d'application.

4.1 CAS AUX ÉTATS-UNIS

La définition des sources protégées et les conditions d'octroi d'une dérogation de filtration dans la réglementation américaine sont discutés aux sections 2.6.1 et 3.3.3. La distribution des cas de sources protégées (unfiltered supplies) aux États-Unis est montrée au Tableau 4.1. Une autre source mentionne que 135 systèmes sur un total 10,600 (1,3%) s'alimentant en eaux de surface aux États-Unis ont réussi à se qualifier pour une dérogation de filtration

Tableau 4.1 Distribution des réseaux non filtrés aux États-Unis (Regli, comm. Pers. 2005)

Taille de la population	Nb de systèmes	Nb usines par système	Nb usines	population desservie	% population desservie
	A	B	C = A*B	D	E
100	1	1	1	78	0,4
100-499	4	1	4	1 192	0,6
500-999	3	1	3	2 467	0,8
1000-3,299	15	1	15	24 947	1,2
3,300-9,999	14	1	14	110 056	1,7
10,000-49,999	13	1	14	285 732	1,1
50,000-99,999	4	1	5	269 106	1,5
100,000-999,999	4	1	4	1 470 734	1,9
1,000,000+	2	1	2	8 219 833	15,7
Total	60		63	10 384 145	5,7
Boston-MWRA				2 500 000	

A) exclus MWRA desservant la région de Boston alors en litige avec l'EPA mais ayant gagné ce statut en cours en 1999

E) % de la population desservie par des eaux de surface ou des eaux souterraines sous l'influence des eaux de surface

La perception de l'application des sources protégées aux États-Unis est souvent que ce sont des sources exceptionnelles alimentant de grandes agglomérations qui ont les moyens techniques et financiers de protéger ces sources. A l'examen des valeurs transmises par l'USEPA (Regli, comm. pers. 2005), on note qu'un nombre important de sources protégées sont des systèmes de petites et de moyennes capacités. Ainsi on trouve 23 réseaux de moins de 10,000 personnes alimentent une population totale d'environ 138,740, alors que 19 réseaux de moins de 100,000 personnes alimentent une population totale de 554,838. Évidemment, la population desservie par des sources protégées sans filtration dans les grandes agglomérations est considérable soit environ 8,219,833 personnes alimentées par 6 réseaux, et plus de 10,5 millions de personnes si l'on inclut le MWRA qui dessert la grande région de Boston (qui n'avait pas été pris en compte lors de cette compilation).

A l'examen du pourcentage de population desservies par des sources protégées exemptes de filtration (5-6%), on note la très grande majorité de la population aux États-Unis est alimentée par des usines assujetties à l'exigence de filtration. Les statistiques de conformité dans le cas des réseaux desservant plus de 100,000 personnes font état d'un niveau de respect de ces obligations de plus de 95%. Toutefois, la situation est moins claire dans le cas des petits et très petits systèmes. Certains États rapportent des taux de conformité élevés, d'autres non. En

d'autres mots, un nombre important de petits systèmes particulièrement dans des régions défavorisées n'ont pas encore installé de filtration pour se mettre au niveau du SWTR promulgué en 1989. À titre d'exemple, le ministère de la santé de la Californie rapportait que 97,7% de la population recevait des eaux en conformité avec l'obligation de filtration alors que 54 réseaux desservant 134,187 personnes n'avaient pas installé de filtration en 1998. En 2004, 42 petits systèmes des 385 réseaux traitant des eaux de surface et devant installer la filtration en raison des dispositions du SWTR, ne l'avaient pas encore fait.

Les informations présentées dans les études de cas qui suivent ont été récupérées de nombreux sites WEB ainsi que des rapports annuels de qualité ou de protection des sources publiés par les différentes municipalités et régies (City of Portland Water Bureau, 2003; Portland Water District, 2005 City of Syracuse, New York, 2005). Plusieurs informations sur les bassins versants proviennent de l'USEPA (United States Environmental Protection Agency (USEPA), 1999 USEPA 1999).

Le Tableau 4.2 résume les informations pour 13 municipalités ou régies américaines ayant reçu une dérogation de filtration. On remarque une grande disparité au niveau des usages permis dans ces sources. Certains systèmes comme ceux de Portland (Oregon) et de San Francisco (Californie) protègent complètement le bassin versant, d'autres composent avec des usages multiples mais en possédant une grande proportion des terres et en ayant un contrôle réglementaire strict des usages (MWRA, New York City). Enfin on note que d'autres systèmes ne contrôlent qu'une section du lac qui sert de source et que cette source est ouverte aux usages multiples (Portland (Maine), Syracuse (NY), etc.)

Trois petits systèmes ont été identifiés dans l'État du Maine. Peu d'informations détaillées sont disponibles sur les plans de protection de ces systèmes. Il s'agit de bassins versant de plus petite dimension (8-16 mi²). On note qu'ils sont plus ou moins ouverts à des activités récréatives et commerciales, que certains ont des riverains avec des fosses septiques. Un guide de soutien à la protection des sources spécialement adapté aux petits systèmes a été produit par le sénateur Mitchell (Mitchell, G.J.-Center for Environmental and Watershed Research, Université of Maine, 2002). Ce guide est simple et facile de consultation. Il identifie les sources des problèmes de qualité et présente les contacts pour obtenir des documents ou des services conseils pour chacune des étapes du SWAP.

Comme les informations sont limitées sur ces petits systèmes, des études de cas plus détaillées sont présentées pour des cas de plus grande taille, avec le souci de présenter des sources complètement protégées (MWRA) et des sources autorisant des utilisations variées mais avec un contrôle de ces activités (Portland, Syracuse, etc.).

Tableau 4.2 Informations générales sur 13 cas de dérogation de filtration aux Etats-Unis

Nom Ville	Source d'eau	Population desservie	Activités agricoles	Résidences	Rejets eaux usées	Activités commerciales & industrielles	Activités récréatives	Traitement	Notes
Lake Tahoe Water Suppliers: 5 municipalités dont Kingsbury General Improvement District, Incline Village et Crystal Bay, Nevada	Lac Tahoe pour 2 usines. Bassin versant de 502 mi ²	10,000 pour Incline					oui	ozonation et chloration	Programme de protection du bassin versant
Massachusetts Water Resource Authority (MWRA), région de Boston	Systèmes de 3 réservoirs: Quabbin (187 miles ² et >119,000 acres), Wachusets (110 miles ² et >74,000 acres) et Water River (196 miles ² et 61,952 acres)	1,932,000	oui	oui	oui	oui	oui	ozonation et chloration (UV à l'étude pour LT2)	A gagné en cours fédérale contre l'USEPA pour maintenir son statut de non filtré et remettre en question l'obligation de filtrer comme la meilleure façon de réduire le risque microbien. Programme développé de protection et d'amélioration du bassin versant par: l'acquisition de terres, la mise en place de contrôle des activités sur le bassin versant, la restriction des activités de récréation, la gestion de la faune, l'amélioration des infrastructures, le suivi amélioré de la qualité de l'eau et les programmes d'éducation du public. Contrôle par agences et MWRA de 75% du bassin versant.
New York DEP, New York	Système Catskill Delaware, 4 bassins versants et deux réservoirs. Bassin versant de 1,969 mi ²	9,000,000	oui	oui	oui	oui	oui	chloration (et UV en 2009 pour LT2)	Complexe réseau de réservoirs d source de de réservoirs de transfert (19). Programme agressif d'amélioration de la qualité de l'eau (1,1 milliard\$) l'acquisition des terres (131M\$ entre 1997-2003), planification de gestion par bassin versant. surveillance accrue de la qualité de l'eau et des maladies et ajout de traitement tertiaire des eaux usées des municipalités se déversant dans le bassin versant (>200M\$).
Portland Water District, Ma	Lac Sebago, très profond (436 miles ²)	160,000	oui	oui 24 municipalités	Fosses septiques	oui - forêt	oui	ozonation et chloration	Programme important de gestion de bassin et de protection de la source. Accès restreint dans les zones immédiates de prises d'eau, achat et protection de 2,500 acres, contrôle du développement immobilier, éducation du public et suivi amélioré de la qualité de l'eau.
Portland, Oregon	Réservoir Bull Run (102 miles ² et >119,000 acres)	831,000	non	non	non	non	non	dégrillage, chloration (considère membranes pour LT2)	Programme de gestion et de protection du bassin en partenariat avec le US Foret Service depuis 1904. Désigné National Forest Reserve.
San Francisco Public Utilities Commission, California	Réservoir Hetch-Hetchy dans bassin de 760 mi ² dans des zones protégées (Yosemite National Park, Stanislaus National Forests et National Forest System's Emigrant Wilderness)	2,300,000	non	non	non	oui forêt	oui	chloration (UV et ozone à l'étude pour LT2)	Large programme de gestion du bassin versant (1m\$ payé par le SFPUC par an). Production de documents de soutien par le San Francisco Public Utilities Commission. Trois réservoirs filtrés et trois réservoirs non-filtrés. Règlements de protection depuis 1913. Propriété à 100% du National Park.
Seattle Public Utilities (SPU)	Bassins Cedar Creek (141 mi ²) et South Fork Tolt (459 mi ²)	1,300,000 (70% Cedar non-filtré)	non	non	ND	non	oui	ozonation, UV et chloration	SPU est propriétaire de 99,9% de Cedar River et 70% de South Fork. Loi cadre Cedra River Watershed Act en 1992. Le bassin de la Tolt est quasi inhabité. Le SPU travaille avec ses 27 partenaires régionaux pour la gestion des bassins.
Syracuse, New York	Lac Skaneateles - bassin de 72,9 mi ² , lac très profond oligotrophe	160,000	oui	oui	Fosses septiques	oui	oui	chloration, fluoration, anti-corrosif (UV à venir pour LT2)	7 villages et villes dans le bassin versant. 1000 résidents riverains ont des prises d'eau individuelles. Programme d'assistance aux installations agricoles de 10M\$ (zones tampons)
Tacoma, Wahington	Green River HAH Dam et réservoir McMillin sur un bassin versant de 148,884 acres.	environ 88,000	non	oui	non	non	non	ozonation, chloration, fluoration et ajustement pH (UV et filtration à l'étude pour LT2)	Gestion du bassin versant par la ville depuis 1830. La ville est propriétaire de 10% du bassin versant. Accord avec les propriétaires en amont de la prise d'eau. Région très peu développée.
Petits systèmes dans l'état du Maine									
Auburn, Ma et Lewiston, Ma.	Lac Auburn (2,290 acres) avec bassin versant de 15,3 mi ²	environ 15,000	oui	oui	Fosses septiques	oui		chloration, ajustement pH et fluoration (ozone en 2009)	Lewiston Water Division est propriétaire de 1,700 acres du bassin versant et 70% des terrains en bordure du lac. Programme de protection du bassin versant avec activités de prévention de l'érosion, amélioration des ouvrages de retenue, etc.
Bangor, Ma	Floods pond - bassin versant de 15,3 mi ²)	45,000	non	non	non	non	non	ozonation, chloration et fluoration	Achat par la ville de 3,669 des 4,611 acres du bassin versant; accords de conservation pour 802 acres additionnels.
Bar Harbor, Ma	Eagle Lake	4,820	non	oui	non	oui	oui	chloration	
Brewer Water District	Hatcase Pond - bassin de 8 mi ²	8,980	?	oui	fosses septiques	?	oui	ozone et chloration	Département est propriétaire de 300 des 1.970 acres du bassin versant et a signé des accords de protection de la source avec les propriétaires de 500 acres additionnels. Programme de gestion du bassin en place.

4.1.1 MWRA, Massachussets

La région de Boston est alimentée en eau potable par le Metropolitan Water Regional Authority, le MWRA. Les réservoirs de Quabbin et de Wachusett et le bassin de la Ware River alimentent 2,2 millions de personnes dans 42 municipalités dont la ville de Boston. Les réservoirs Quabbin et Wachusett ont été créés en 1897 englobant quatre villages pour assurer l'approvisionnement à long terme en eau potable de la région.

Le bassin versant de la Wachusett est d'une superficie de 74,890 acres. L'eau de Wachusett se déverse dans le réservoir Quabbin. Ce bassin est peu développé, mais on y retrouve des résidences et des activités agricoles. Plus de 80% des terres du bassin versant sont la propriété d'agences gouvernementales. Le bassin du réservoir Quabbin est situé à l'ouest du bassin Wachusett et couvre une superficie de 119,940 acres. Il y a plus de 60 îles dans ce réservoir. Le développement est minimal dans ce bassin versant avec 93% du territoire en forêt non-exploitée. On y trouve toutefois des secteurs résidentiels à faible densité (2,1%) et quelques activités agricoles et commerciales. La Ware River est située au nord de l'État et son bassin versant s'étend sur 61,952 acres. Des transferts d'eau de la Ware River au réservoir Quabbin sont effectués de façon saisonnière.

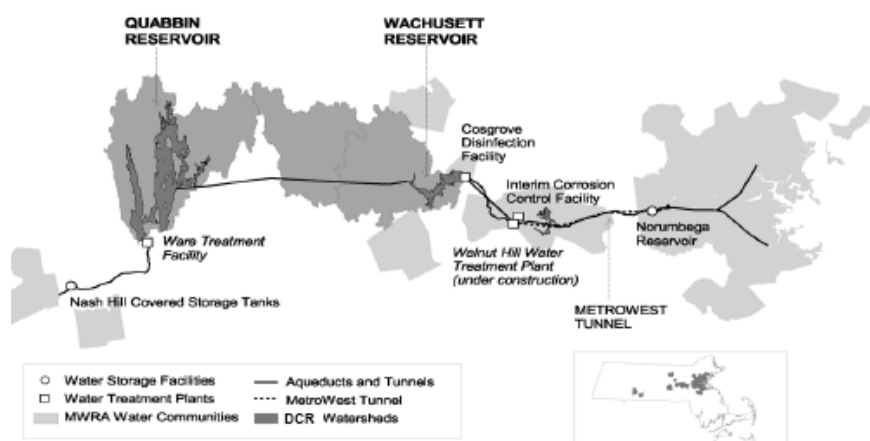


Figure 4.1 Schéma du système du MWRA pour le stockage, le traitement et la distribution de l'eau pour la grande région de Boston (MWRA) – tiré de (MWRA (2005), 2005).

La qualité de l'eau brute des réservoirs est exceptionnelle. La figure 4.2 (montre l'évolution de la turbidité et des coliformes fécaux à l'eau brute avant désinfection pour la période de février 2004 à février 2005. On note des valeurs relativement élevées de sous-produits d'oxydation qui sont attribuables au fait que l'ozonation n'est pas encore en marche et que la désinfection est effectuée à l'aide de chlore. La mise en route de l'usine en été 2005 réduira certainement ces valeurs.

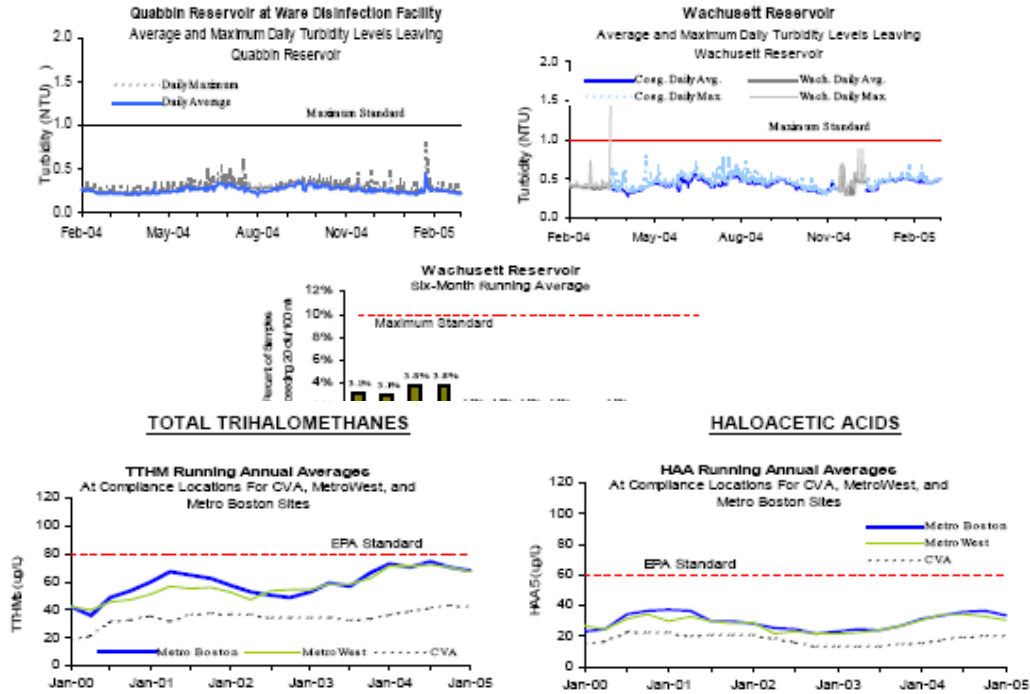


Figure 4.2 Évolution des moyennes mobiles des taux de coliformes fécaux, de la turbidité et des sous-produits d’oxydation de 1004-2005 (MWRA (2005), 2005).

Comme tous les autres cas ayant reçu une dérogation à la filtration, le MWRA procède à l’analyse de la concentration de *Cryptosporidium* et de *Giardia*. Les résultats montrent un niveau de contamination relativement faible, surtout lorsqu’on considère que les concentrations mesurées n’indiquent en rien la viabilité et l’infektivité des ces parasites. Plus récemment, le MWRA s’est engagé dans une étude visant à développer une méthode d’échantillonnage permettant de mieux mesurer les concentrations faibles de kystes de *Giardia* et d’oocystes de *Cryptosporidium*. Cette méthode développée par Tuft University s’appuie sur la filtration de 1000L d’eau. Les résultats préliminaires montrent une plus grande sensibilité mais confirment le faible niveau de contamination de l’eau brute avec une moyenne de 0,01 oocystes par 100L. Sur les conseils de Dr. J. Rose et Dr. C. Hass, le MWRA a adopté en 1996 un niveau seuil de 10 oocyste par 100L au dessus duquel il donne un avis préventif à la population et aux instances sanitaires.

Tableau 4.3 Concentrations de *Cryptosporidium* et de *Giardia* dans les eaux brutes du MWRA en 2004 (MWRA (2005), 2005).

Table 1 – Cosgrove Intake: *Cryptosporidium* Results (oocysts/100L) for MetroBoston: January 2004 – December 2004

Number of Samples	Number of Positive Samples	Total Number of Oocysts Detected	# with One or More Internal Structures	Average (oocysts/100L)	Range of Detects (oocysts/100L)
52	1	1	1	0.03	2

Table 2 – Cosgrove Intake: *Giardia* Results (cysts/100L) for MetroBoston: January 2004 – December 2004

Number of Samples	Number of Positive Samples	Total Number of Cysts Detected	# with One or More Internal Structures	Average (cysts/100L)	Range of Detects (cysts/100L)
52	5	8	1	0.2	2-4

Le MWRA a obtenu en 1998 une dérogation de filtration qui a été remise en cause par les autorités régionales de l’USEPA. Préférant investir dans la protection de la source,

l'installation d'une ozonation et le renouvellement des réservoirs et du réseau, MWRA a refusé d'installer la filtration. Face au refus de MWRA de mettre en place une filtration, l'USEPA a poursuivi le MWRA en cours fédérale pour l'obliger à installer une filtration. Le jugement rendu par le juge Stearns de la cours fédérale fait jurisprudence. En effet, le juge a rejeté l'obligation de filtration en raison de preuves insuffisantes de justifications sanitaires. En effet, il a jugé qu'une combinaison de protection de la source, d'installation d'une étape d'ozonation et de chloration et d'une réhabilitation du réseau était acceptable au niveau sanitaire; et que ce choix est justifiable dans une situation de moyens financiers limités :

'In sum, the district court found the MWRA's proposed treatment plan to be a "sound alternative to . . . filtration when competing demands for limited resources and the level of risk from all potential threats to the safety of MWRA water are considered."

'The expenditure of \$180 million to achieve less than a 1% improvement in the capacity of MWRA's treatment plant to inactivate Cryptosporidium is not an efficient or productive use of limited public resources'

Le MWRA a donc mis en place un programme visant à protéger sa source, améliorer le traitement et renouveler ses infrastructures de distribution. Le programme de gestion du bassin versant contient les éléments suivants :

1. la promotion des bonnes pratiques pour protéger la qualité de l'eau ;
2. un programme d'acquisition des terrains;
3. la mise en place de contrôle dans le bassin versant;
4. un programme de gestion de la faune;
5. une programme d'amélioration des infrastructures ;
6. la mesure intensive de la qualité de l'eau;
7. des programmes d'éducation du public.

Le MWRA utilise le SIG pour gérer sa ressource et analyser les données de qualité. De 1988 à 1992, le personnel du MWRA a soigneusement relevé les sources de contamination potentielle s dans le bassin versant. L'exercice a permis de prioriser les sources de contamination parmi les activités récréatives, le ruissellement en temps d'orage, les fosses septiques, l'exploitation forestière, le stockage d'hydrocarbures, l'érosion et la contamination par la faune. Avec ces résultats, le MWRA a ensuite élaboré un plan de gestion du bassin versant visant à minimiser les sources de contamination actuelles et futures. Cette implantation a été soutenue par le passage du Watershed Protection Act par l'État. La responsabilité de gestion et de protection des bassins versants est donnée au Department of Conservation and Recreation, Division of Water Supply, Bureau of Watershed Management. Cette loi interdit toute activité perturbatrice, incluant la construction, à moins de 125 m de réservoirs et 70m de rivières en amont de réservoirs. Elle défend aussi tout stockage ou transport de matériau polluant à moins de 70-125 d'un cours d'eau. Le MWRA a informé tous les 6,000 propriétaires et résidents se situant à l'intérieur des zones désignées protégées. Une particularité de l'approche du MWRA est le programme énergétique de remplacement des fosses septiques dans les tributaires du bassin versant.

MWRA, comme d'autres villes au statut de non-filtrées, ont sérieusement remis en doute l'assomption utilisée par l'USEPA quant au risque de cryptosporidiose associé à la présence d'oocystes mesurés par la microscopie en immunofluorescence (méthode 1623). Ces auteurs (Jellison et al. 2002) ont montré que les oocystes détectés dans le réservoir Wachusett par la méthode de référence de l'USEPA ne permet pas d'établir le fait qu'une partie importante des oocystes observés ne sont pas des oocystes d'espèces infectieuses pour les humains (eg : *C. muris*). L'utilisation du nombre total d'oocystes, sans considération de l'espèce présente, mènerait donc à une surestimation du risque d'infection.

4.1.2 New York, New York

La ville de New York est sans contredit la plus grande ville ayant une dérogation de filtration avec plus de 10 millions de consommateurs. La ville de New York puise son eau dans deux grands systèmes: Croton et Catskill-Delaware. Seule la source Catskill-Delaware qui compte pour environ 20% de l'approvisionnement en eau potable, est éligible à une dérogation de filtration. Le système Catskill-Delaware est constitué de six réservoirs. Le bassin versant de ces réservoirs est immense couvrant plus de 1,600 mi². Un traitement aux UV sera installé pour cette source au coût de 6 milliards \$US. Un traitement complet sera installé au parc Mosholu pour la source Croton d'ici à 2010 au coût de 1,5 milliard \$US.

La Ville de New York a mis en place un programme de gestion du bassin versant souvent cité comme un exemple à suivre. En 1997, la Ville s'est engagée à un programme de protection en signant un MOU (Memorandum Of Understanding) avec l'USEPA, l'État de New York et certaines organisations environnementales. Ce MOU stipule que la Ville doit acquérir plus de 355,000 acres de terrain entre 1997 et 2007. Le programme d'acquisition de terrains par le Department of Environmental Protection (DEP) de la ville de New York est ambitieux. Plus de 250M\$ y sont consacrés seulement pour la protection du bassin de Catskill Delaware, la source non filtrée. De plus, la Ville de New York a investi plus de 350M\$ pour financer la mise à niveau des installations septiques, du réseau de collecte et l'installation de traitement tertiaire dans 90% des usines d'eaux usées. Enfin le MOU fait porter à la Ville une partie des coûts pour l'implantation de mesures de mitigation pour les activités agricoles et forestières. Plus de 95% des exploitants agricoles ont adhéré au programme d'optimisation des pratiques agricoles.

4.1.3 Syracuse, New York

La ville de Syracuse, New York, puise son eau dans le lac Skaneateles, un lac profond (100m) et oligotrophe situé à environ 30 km au nord-ouest de la ville de Syracuse. D'une largeur d'environ 2 km, il s'allonge sur plus de 25 km. Le bassin versant de la rivière Seneca-Oswego couvre 72,9 mi², chevauche 3 comtés et comprend sept villes et villages. Le village de Skaneateles (population de 2,593 personnes) est situé directement sur la rive dans la section nord du lac. Le lac Skaneateles est une attraction touristique, comme les autres lacs étroits (Finger Lakes) de la région.

Le lac est influencé par la pollution diffuse provenant d'activités agricoles dans le bassin versant (pesticides, herbicides et épandage), résidentielles autour du lac (fosses septiques et épandage chimique) ainsi que quelques activités commerciales limitées (fosses septiques et épandage). Il n'y a pas d'activités industrielles ni de rejets d'usines d'épuration, mais plus de 3,000 maisons de villégiatures sont à moins de 100m de la rive. La principale source potentielle de contamination fécale est le ruissellement de pâturages dans le bassin versant. Parmi les autres sources potentielles de contamination, on compte les points de décharges des eaux de ruissellement urbaines l'érosion et les fuites de réservoirs.

Les prises d'eau sont situées à l'extrémité nord du lac. L'usine qui comprend une chloration, un ajustement de pH et l'ajout d'agents anti-corrosifs, alimente environ 160,000 personnes des villes de Syracuse, Onondaga, Camillus, Salina, deWitt, Geddes, ainsi que les villages de Jordan et d'Elbridge. De plus, plus de mille résidents riverains puisent leur eau directement dans le lac. Un pipeline permettant d'acheminer l'eau du lac Ontario directement vers Syracuse a été construit dans les années 70. L'eau du lac Ontario est utilisée en période de grande

consommation ou en situation d'urgence, mais elle est filtrée. Une interconnexion avec le Onondaga County Water Authority est possible.

Une vérification de la concentration de kystes de *Giardia* et d'oocystes de *Cryptosporidium* a été effectuée en 2002. Des échantillons ont été prélevés aux deux prises d'eau et sur un point du réseau. Les 42 échantillons ont été négatifs. Une nouvelle campagne d'échantillonnage en 2004. Sur un total de 44 échantillons, deux échantillons positifs ont été rapportés. La turbidité de l'eau du lac est habituellement en dessous de 1 UTN mais des dépassements de la valeur limite de 5 UTN ont été rapportés. Des efflorescences algales se sont produites dans des réservoirs et ont été contrôlés par l'addition du sulfate de cuivre.

Inspirée par les villes de New York et de Boston, la ville a décidé en 1993 d'agir de manière à se qualifier pour une dérogation à la filtration. Elle a mis en place un programme de protection et de conservation de la source qui comprend: un programme d'acquisition de propriété et de conservation (Skaneateles Lake Watershed Land Protection Program), un programme d'amélioration des pratiques agricoles, et un programme d'éducation du public. De plus, ces programmes volontaires sont encadrés par des réglementations de l'État (New York State Environmental Conservation Law 17-1709) qui interdisent les rejets ponctuels d'eaux usées dans le lac et des règlements de zonage municipaux établissant des restrictions d'usage. Par exemple, 320 acres ont été achetés par la ville en 2003.

Le programme de gestion du bassin versant (Skaneateles Lake Watershed Agricultural Program) est un effort coopératif entre les agences agricoles, la ville de Syracuse et les exploitants agricoles. Lorsque les actions correctrices visent à contrôler un paramètre prioritaire de qualité, la Ville de Syracuse paie pour les coûts d'aménagement chez le particulier. Le programme de contrôle des pathogènes et nutriments est particulièrement développé et cible les activités reliées à l'élevage. Une équipe volante constituée de trois personnes, un agronome, un économiste et un ingénieur, font l'évaluation des risques et solutions avec les propriétaires et exploitants. 95% des installations agricoles sont inscrites au programme d'amélioration des pratiques dans le but de protéger la source d'eau potable. Certaines de activités ont été financées par le Clean Water Act et des programmes agricoles de l'État.

Une étude importante par l'État de New York (Synoptic Water Quality Evaluation) a montré que la qualité de l'eau dans le lac s'est améliorée dans les dernières années en termes de nutriments, suggérant un impact direct des programmes de contrôle du ruissellement.

4.1.4 Portland, Maine

Le Portland Water District (PWD), Maine, s'approvisionne dans le lac Sebago. Le lac Sebago n'est pas une source protégée mais plutôt une source gérée. On retrouve des activités multiples dans son bassin versant, y compris des résidences, des commerces, des activités agricoles, des activités récréatives, des routes, des rejets d'eau usées traitées, etc. Depuis 1913, aucune activité de contact n'est permise dans un rayon de miles de la prise d'eau dans le secteur sud du lac. Plus récemment cette restriction a été élargir pour prohiber tout accès dans ce périmètre de protection.

L'usine de traitement, le Sebago Lake Water Treatment Facility, comprend un tamisage, une ozonation, une chloration et un ajustement du pH. Mise en route en 1994, sa capacité nominale est de 52 MGD. Le PWD gère aussi les 5 usines d'épuration dont les effluents ne pas

rejetés dans le lac Sebago. Les seuls rejets fécaux potentiels dans le lac Sebago proviendraient de fosses septiques défectueuses.

Le PWD a mis en place un programme de gestion du bassin versant qui est qualifié d'exceptionnel par les autorités sanitaires. Ce programme comprend des activités d'acquisition de terres pour conservation (environ 2,500 acres dans le secteur de la prise d'eau à moins de 500 m de la rive), des activités de mise en vigueur des règlements de protection des rives, des activités d'éducation du public et des activités de suivi de la qualité de l'eau dans le secteur sud (10 programmes). Le PWD accompagne les résidents en bordure du lac (à moins de 200 pi.) en fournissant les services conseil d'un expert pour stabiliser leurs berges et gère les permis de fosses septiques.

La ville de Portland a complété un SWAP en 2004. Les résultats de cette analyse ont révélé que le lac Sebago est une source ayant un potentiel modéré de contamination. Quatre sources de contamination ont été jugées inquiétantes :

- 1) l'utilisation récréative du secteur de Lower Bay
- 2) la progression continue du développement domiciliaire autour du lac ;
- 3) le transport de substances toxiques sur les routes longeant le lac ;
- 4) le développement dans le bassin versant pouvant détériorer la qualité de l'eau dans l'avenir.

Des mesures correctrices ont été identifiées :

- 1) la relocalisation d'un point d'accès au lac pour l'éloigner de la prise d'eau;
- 2) la diminution ou l'élimination de l'utilisation du plan d'eau dans le secteur de Lower Bay;
- 3) l'augmentation des efforts de conservation particulièrement en bordure du lac;
- 4) la gestion prudente des développements immobiliers.

Malgré la taille modeste de Portland, le PWD a déboursé plus de 600,000\$ en 1997 pour l'acquisition de terrains de zone tampons en bordure du lac, la plupart dans la ville de Standish qui est située en proximité de la prise d'eau. De plus, 5% des revenus du PWD doivent être par loi dédiés à la protection de la source.

4.1.5 Portland, Oregon

La ville de Portland (Oregon) s'approvisionne à partir du bassin Bull un situé dans le Mount Hood National Forest. Le bassin versant d'une superficie de 102 mi² en amont de la prise d'eau, est complètement protégé. Elle alimente environ 831,000 personnes de la ville de Portland ainsi que de 22 municipalités de la région. La prise d'eau est situé à 26 miles à l'est de la ville de Portland.

La réserve de Bull un a été établie en 1892 et ensuite protégée par le Bull Run Trespass Act en 1904. des modifications additionnelles ont confirmé la vocation unique de ce secteur et interdit l'exploitation forestière. L'accès au bassin versant de Bull Run est interdit d'accès au public et aucune activité agricole n'est autorisée. L'utilisation de produits chimiques et de fertilisants est interdite. Les terres du bassin versant sont la propriété du National Forest Service (95%), de la Ville (4%) et du Bureau of Land Management (1%).

La Ville a mis en place un important programme de gestion de bassin et procède à des échantillonnages fréquents de manière à détecter des changements de qualité de l'eau à court et

long termes. Le programme de gestion de bassin comprend des restrictions d'utilisation par réglementation, la fermeture au public, l'application des bonnes pratiques de gestion et la mise en place de garanties administratives de protection. Quoique les directives de bonnes pratiques émises par l'État recommandent l'établissement d'une zone de protection de 1000 pi. Autour des cours d'eau la Ville de Portland a choisi d'élargir le périmètre de protection à l'ensemble des 102 mi² du bassin versant en amont de la prise d'eau.

Les sources de contamination du bassin versant de Bull Run sont donc naturelles. Les kystes de *Giardia* et les coliformes fécaux proviennent des animaux (chevreuil, cougar, élan, ours, castor et loutre) alors que les oocystes de *Cryptosporidium* peuvent provenir des mammifères et des oiseaux.

La ville de Portland a complété un SWAP en accord avec les directives émises par l'État de l'Oregon en 1999. L'examen du niveau de protection a révélé que les mesures de protection en place à Bull Run excèdent de façon significative les recommandations de protection volontaire de la source :

- La délimitation du bassin versant par SIG était déjà en place et les terres sous le contrôle du gouvernement fédéral et de la Ville, certaines modifications mineures ont été apportées;
- L'ensemble du bassin versant en amont de la prise d'eau a été considéré comme zone sensible dans le cadre de l'identification des zones sensibles;
- Les politiques, lois et règlements qui protègent le bassin versant de Bull Run permettent d'affirmer qu'il n'y a pas de sources de pollution chimique et microbiologique anthropogénique. Les seules sources de contamination microbiologiques sont donc la faune.
- La susceptibilité à une contamination anthropogénique est considérée comme négligeable. La susceptibilité aux contaminations animales a été réduite par la mise en place de clôtures de protection des aires immédiates autour des prises d'eau.
- L'étude de la géologie dans le bassin versant a permis de mettre en évidence une grande stabilité du bassin par rapport aux glissements de terrain, source de variation de la turbidité. Le couvert forestier est complet.

L'exemple de Portland, Oregon, est un bel exemple de protection complète de la source. Les résultats de cette protection sont concrets et la qualité d'eau brute exceptionnelle. La Ville de Portland milite pour une réduction des obligations de# traitement minimales applicables à des sources d'eau complètement protégées et dont la qualité a été démontrée comme exceptionnelle.

4.2 CASAU CANADA

L'Alberta interdit toute dérogation à la filtration dans sa proposition de règlement publiée en Juillet 2005 (Government of Alberta, 2005).

4.2.1 Situation en Colombie-Britannique

Des exemples canadiens de dérogation à la filtration sont nombreux en Colombie Britannique. La majorité des réseaux sont alimentés par des eaux de surface plus ou moins protégées et la filtration est une exception. Environ 25 réseaux alimentent 95% de la population alors que les autres 200,000 personnes sont alimentés environ 4,000 petits systèmes et plus de 63,000 systèmes privés. Cette province se distingue par le fait qu'une très grande proportion de sa

population est concentrée sur un bassin versant, le Georgia Basin, qui fournit environ 77% de l'eau potable de la province. Les réseaux d'eau potable tombent sous la juridiction du ministère de la Santé en Colombie Britannique. Les instances régionales de la santé publique sont donc responsables de la définition, de l'autorisation et du suivi des installations de traitement. Des lois et règlements sur la qualité de l'eau potable et la protection de la source ont été émis depuis 2000. Ce corps de règlements est toutefois relativement restreint, peu prescriptif au niveau des moyens et met l'accent sur la protection de la source et la réduction du risque d'infection. Le respect des directives de santé Canada n'est pas obligatoire. Pour l'accompagner, des investissements majeurs en infrastructures d'eau potable pour installer des usines de traitement ont été consentis en 2005 et des augmentations d'investissement ont été récemment annoncées pour 2006.

Si la Colombie Britannique n'adhère pas à la définition stricte des sources protégées de l'USEPA, elle en retient quelques éléments. Ainsi:

- l'augmentation de la turbidité est utilisée comme un indicateur de détérioration de la qualité de l'eau et peut déclencher l'émission d'un avis de bouillir au même titre que la présence de coliformes fécaux. Des directives ont été émises fixant à 5 UTN le maximum souhaitable de turbidité et à environ 1 UTN la moyenne souhaitée dans le cas de toutes les sources (avec ou sans traitement);
- Un plan de protection de la source doit être développé pour chaque source d'eau potable;
- La double désinfection est exigée et un objectif de 3 log d'inactivation de *Cryptosporidium* est posé.

Un autre aspect intéressant de l'examen des réseaux non-filtrés en Colombie Britannique est la propriété de la source. Dans certains cas, l'organisme régional ou la municipalité est propriétaire. Dans d'autres cas, les sources sont propriété de la Couronne ou de BC Hydro. Dans d'autre cas, les terrains ne sont pas détenus par un organisme public.

L'examen de la qualité de l'eau brute et des mesures de protection des sources non-filtrées en Colombie montre une importante variabilité au niveau de la qualité et de la vulnérabilité à la contamination des sources d'eau. Certaines, comme une des trois sources alimentant la grande région de Vancouver (GVRD) et la source de la région de Victoria (CRD) répondent et même excèdent les critères américains de sources protégées. Ces régions suivent plutôt la réglementation américaine et ont mis en place des mesures exhaustives et coûteuses de suivi, de protection et d'amélioration de la source.

D'autres réseaux de taille moyenne possèdent des niveaux de protection de la source variables. Des municipalités alimentées par des eaux brutes de qualité mais provenant des sources à usages multiples ont choisi d'installer la désinfection aux UV en plus de la désinfection au chlore existante. Ces propositions ont été autorisées par le Ministère de la Santé et sont, dans la plupart des cas, conformes aux recommandations de Santé Canada.

À titre d'exemple, on cite:

- La municipalité de Prince Rupert qui dessert 17,000 personnes à partir de deux lacs de tête protégés les lacs Woodworth et Shawatlan. Il n'y pas d'activités forestières et l'accès au site est limité, à part quelques activités de pêche et de chasse.
- La ville de Nanaimo qui distribue de l'eau à plus de 75,000 habitants. Le bassin versant est la propriété commune de la Ville et d'une compagnie privée Weyerhaeuser

Company Limited. La source est prélevée d'un barrage sur la rivière Nanaimo situé à 20 km en amont de la ville et ne subit qu'une seule chloration. Le bassin versant de la rivière Nanaimo est exploité intensément par l'industrie forestière et est ouvert aux activités de pêche et de chasse. Les recommandations de turbidité de Santé Canada (moyenne d'environ 1,0 UTN, pas plus de 5,0 UTN durant plus de 2 jours au cours d'une période de 12 mois) sont fréquemment dépassées. Toutefois, une analyse de la qualité microbiologique durant les événements de pointe de turbidité n'a révélé aucune augmentation au niveau des coliformes fécaux ou totaux ou des concentrations de *Giardia* et de *Cryptosporidium*. Il n'y a pas de projet de mise à niveau de l'usine.

- La ville de Kelowna qui dessert 92,000 personnes via cinq systèmes de traitement. Le système principal prélève de l'eau dans le lac Okanagan et alimente environ 50,000 personnes. Le Lac Okanagan est influencé par les activités agricoles, l'élevage, le transport, l'industrie forestière et les rejets urbains. En 1996, une épidémie de cryptosporidiose a eu lieu suite à des précipitations exceptionnelles (1/100 ans). Après avoir considéré l'installation de filtration et d'ozonation, la ville de Kelowna a procédé à la conception de systèmes de désinfection aux UV qui seront installés en 2005. De plus, un programme de protection et de restauration de la source a été mise en place. En 2004, deux personnes travaillaient à temps plein à minimiser les impacts cours d'eaux se jetant dans le lac et pouvant influencer la qualité de l'eau brute.
- Dans la même région, la municipalité de Vernon qui dessert plus de 35,000 personnes prélève des eaux brutes du Lac Kalamalka et de la rivière Duteau. Cette municipalité prévoit installer des UV sur ses deux sources à court terme. De plus, un plan d'investissement visant à installer éventuellement des membranes dans les sources non filtrées a été adopté en 2005.

V4.2.2 Vancouver – GVRD

La région régionale Greater Vancouver Water District (GVRD) est responsable de la gestion, du traitement et d'une partie (réseau principal seulement) de la distribution de l'eau potable pour la grande région de Vancouver. L'eau brute est prélevée de trois réservoirs côtiers de montagne protégés: Capilano, Coquitlam et Seymour. Les bassins versants des trois réservoirs couvrent une superficie en terrain montagneux de 564 ha et sont complètement fermés à tout usage public. Le GVRD détient l'accès par bail avec la couronne pour deux des trois bassins versants, le troisième appartenant au BC Hydro. Le GVRD gère les trois bassins versants.

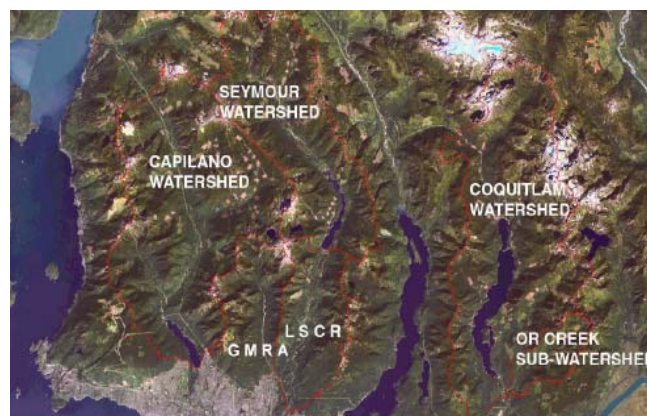


Figure 4.4 Photo aérienne des 3 bassins versants alimentant la grande région de Vancouver (courtoisie de GVRD, <http://www.gvrd.bc.ca/water/pdfs/WatershedMap.pdf>)

L'eau traitée est acheminée vers environ 2 millions de personnes dans 18 municipalités par un vaste réseau comprenant 22 réservoirs, 15 stations de pompage et plus de 500km de conduites principales et 7,000 km de conduites secondaires. Jusqu'à récemment, une simple chloration était le seul traitement effectué. En 2000, des traitements d'ozonation, de contrôle de la corrosion et de chloramination ont été ajoutés sur la source de Coquitlam (capacité nominale de 1,200ML/d). Une usine de filtration assistée chimiquement (coagulation, floculation, filtration directe à haute charge) avec désinfection UV et contrôle de la corrosion est en construction pour les sources de Capilano et de Seymour (capacité de 1,000ML/d) (Ferguson and Neden, 2001). Le critère ayant mené au choix d'installer une filtration sur 2 des trois sources est la turbidité plus élevée des sources Seymour et Capilano qui peut dépasser 20 UTN.

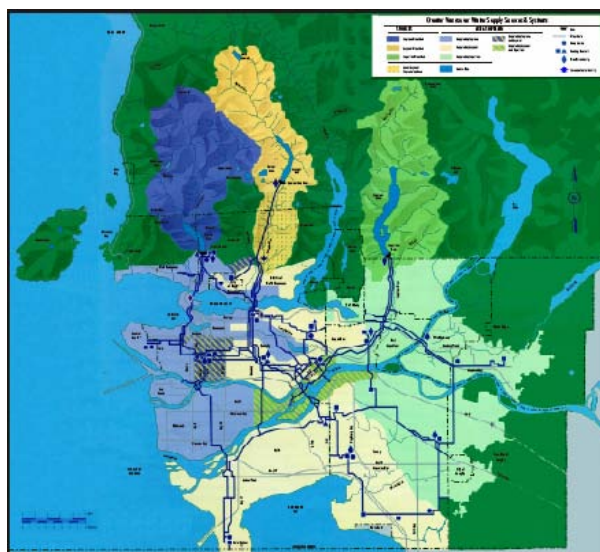


Figure 4.5 Schéma de l'alimentation et de la distribution de l'eau potable pour la grande région de Vancouver (courtoisie de GVRD, <http://www.gvrd.bc.ca/water/pdfs/WaterDistributionSystem.pdf>).

Les informations sur l'état des sources, du traitement, la protection du bassin versant et l'avancement des travaux d'amélioration de la source et du traitement sont disponibles sur un site web (<http://www.gvrd.bc.ca/water/>) sur lequel sont facilement accessibles tous les rapports techniques. Un tel souci de communication et de transparence est rare.

Qualité microbiologique et évaluation des risques sanitaires

Comme il n'y a pas de critères de qualité bactériologique d'eau brute émis par la province ou de recommandation par Santé Canada, GVRD évalue ses résultats d'indicateurs bactériens en fonction des critères de concentration en coliformes fécaux de la dérogation à la filtration de l'USEPA. La figure suivante montre la stabilité d'une des trois sources, Coquitlam, pour laquelle il n'y a pas de filtration (tiré de Greater Vancouver Regional District (GVRD), 2004). On note la grande stabilité de qualité d'eau sur une période de presque 10 ans.

B. Coquitlam-Running 6 month percentage of samples with fecal coliform $\geq 20/100\text{mL}$

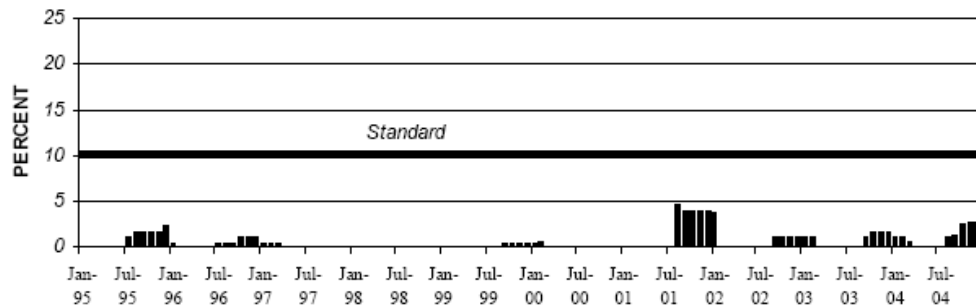


Figure 4.6 Évolution de la moyenne mobile de coliformes fécaux dans l'eau brute du MWRA en 2004 (Capital Regional Distric (CRD), 2005)

Le GVRD est particulièrement impliqué dans la mesure du risque sanitaire associé à la consommation de son eau potable. Une équipe d'analyse de risque est d'ailleurs en place. Une étude par Issac-Renton et al (Isaac-Renton et al. 1999) du Centre for Disease Control de la Colombie Britannique a montré que l'eau du GVRD représente un risque potentiel d'infection plus élevé que celui associé à la consommation d'eaux souterraines protégées. Le risque principal étant associé à la présence de *Giardia* et de *Cryptosporidium*, le GVRD vérifie chaque semaine les concentrations de ces parasites et évalue le risque y étant associé. Le GVRD publie chaque année un rapport détaillé sur la qualité de l'eau, y compris des discussions sur les dépassements et les mesures entreprises pour protéger et améliorer la qualité de l'eau dans les trois sources protégées. À noter que la fréquence d'échantillonnage pour la mesure de *Cryptosporidium* adoptée sur une base volontaire par le GVRD excède par un facteur de 4 celle prescrite par l'USEPA.

Les concentrations de parasites protozoaires donc évidemment fait l'objet d'un suivi intensif dans les trois sources. Ce suivi est effectué hebdomadairement par le Centre for Disease Control (CDC) de la Colombie-Britannique depuis 1995. En 2004, des échantillons positifs présumés ont été mesurés pour les kystes de *Giardia* (28% à Capilano, 8% à Seymour et 24% à Coquitlam) alors que des échantillons positifs présumés ont été mesurés dans une plus grande proportion pour les oocystes de *Cryptosporidium* (20% à Capilano, 14% à Seymour et 60% à Coquitlam). Cette proportion est relativement élevée, particulièrement dans le cas de la source non filtrée en 2004 (Coquitlam). Toutefois l'examen des tableaux suivants qui montrent l'évolution du nombre d'échantillons positifs sur la période de 1995 à 2004 suggère que les proportions d'échantillons positifs varient dans le temps et que la valeur élevée de 60% est inhabituelle.

Tableau 4.4. Fréquence (%) de mesures positives de kystes de *Giardia* et d'oocystes de *Cryptosporidium* (présumés) par immunofluorescence dans les trois sources d'eau potable de la grande région de Vancouver (tiré de Greater Vancouver Regional District (GVRD), 2004).

Table 1: Percentage of Water Samples Positive for *Giardia*. (Presumptive)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Capilano	14	20	42	21	37	37	37	7	22	28
Seymour	21	8	30	14	24	36	42	31	20	8
Coquitlam	8	3	2	0	21	29	25	20	2	24

Capilano	6	14	25	0	10	11	32	0	10	20
Seymour	4	10	10	6	6	16	33	14	24	14
Coquitlam	2	8	10	10	4	19	52	14	12	60

Les concentrations détectées en 2004 variaient de 4 à 23 kystes/100L pour *Giardia* et de 5 à 35 oocystes/100L pour *Cryptosporidium*. Avec la prise en compte des échantillons négatifs, les moyennes mobiles seraient considérablement plus faibles. Ces concentrations de *Cryptosporidium* excèderaient vraisemblablement celle fixée par l'USEPA à 1 oocyste/100L en moyenne mobile sur 6 mois comme une limite avant d'exiger un abattement additionnel au delà du minimum requis. Toutefois, le GVRD à l'instar des autres villes 'unfiltered', remet en cause la valeur indicatrice de la présence de kystes et d'oocystes tel que détecté par immunofluorescence dans le cas des sources protégées. En effet la mesure utilisée par immunofluorescence ne permet pas de préciser l'espèce, la viabilité ou l'infectivité. Pour mieux cerner ce risque, des essais de viabilité ont été effectués par le CDC en 2004-2005. Aucun des kystes et oocystes n'a été classé comme viable après examen microscopique. De plus le CDC effectue maintenant des caractérisations par PCR dans le but d'établir les espèces présentes afin d'établir si les espèces présentes sont infectieuses pour l'humain et d'offrir des informations pour mieux cibler les activités de contrôle au niveau des sources.

En conclusion, le GVRD continue de mesurer avec diligence les concentrations de kystes et d'oocystes, gère son bassin versant pour les minimiser, met en place des barrières de traitement. Toutefois, les données actuelles suggèrent que le risque associé à la présence de kystes et d'oocystes ne peut pas être estimé sans une mesure de l'espèce, de la viabilité et de l'infectivité.

Sous-produits d'oxydation

Malgré une concentration en matières organique naturelles assez modeste (1,1 à 2,8 mg C/L de COD), la chloration en désinfection finale et le maintien d'un résiduel de chlore dans le réseau entraîne la formation de concentrations modérées de sous-produits de chloration (THM et AHA). Le GVRD souhaite abaisser ce potentiel de formation et a opté pour deux approches: L'application d'une ozonation pour la source non-filtrée de Coquitlam et la coagulation-filtration directe pour les sources de Seymour et Capilano. Dans les deux cas, l'inactivation de *Cryptosporidium* et de *Giardia* sera effectuée par UV limitant ainsi les dosages de chlore utilisés. L'impact positif de la mise en place de l'ozonation sur la formation de THM et de AHA est illustré à la figure suivante qui montre la distribution des concentrations de THM et de AHA dans le réseau de distribution à différents temps de séjours au long de l'année. GVRD rapporte que les études de laboratoires prédisent un abattement semblable par la coagulation lorsque sera mise en marche l'usine de Seymour qui traitera les sources de Seymour et de Capilano. La mise en place d'une ozonation peut donc être une solution alternative valable à la coagulation pour le contrôle des sous-produits de chloration pour certains types d'eau comme celles du réservoir Coquitlam.

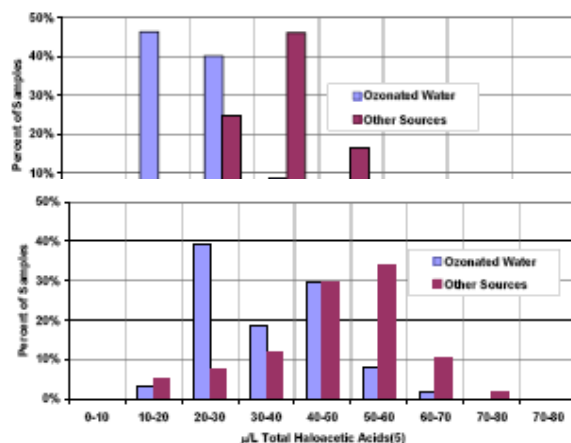


Figure 4.7 Comparaison des distributions de THM et de HAA produits par les sources sans ozonation (Seymour et Capilano) et la source avec ozonation (Coquitlam). Moyenne de 4 échantillons par an par point de mesure mesurés en 2004 (tiré de Greater Vancouver Regional District (GVRD), 2004).

Protection des sources

Le GVRD est très actif dans la définition des bonnes pratiques de protection du bassin versant. L'implication de plusieurs de ses spécialistes techniques et la disponibilité des documents techniques internes a grandement influencé la définition des mesures de protection des bassins versants par les autorités provinciales.

Parmi les documents et politiques encadrant les efforts de protection et de gestion du bassin versant, on note:

- Un plan de gestion de bassin (Greater Vancouver Regional District (GVRD), 2002b);
- Un plan détaillé d'implantation des mesures de gestion des bassins versants des réservoirs Capilano, Seymour et Coquitlam (Greater Vancouver Regional District (GVRD), 2002a);
- Des règlements encadrant toutes les activités (Greater Vancouver Regional District (GVRD), 2005b). Certains secteurs sont interdits d'accès. La pêche, la chasse et la baignade sont interdites dans les bassins versants. Le transport et stockage de produits dangereux ou de contaminants sont sévèrement restreints ou interdits.
- Des directives pour prévenir des contaminations, par exemple des directives particulièrement détaillées sur la composition des matériaux de remblayage pouvant être utilisés dans les bassins versants (Greater Vancouver Regional District (GVRD), 2005a).
-

Le plan de gestion des bassins versants s'articule autour des éléments suivants:

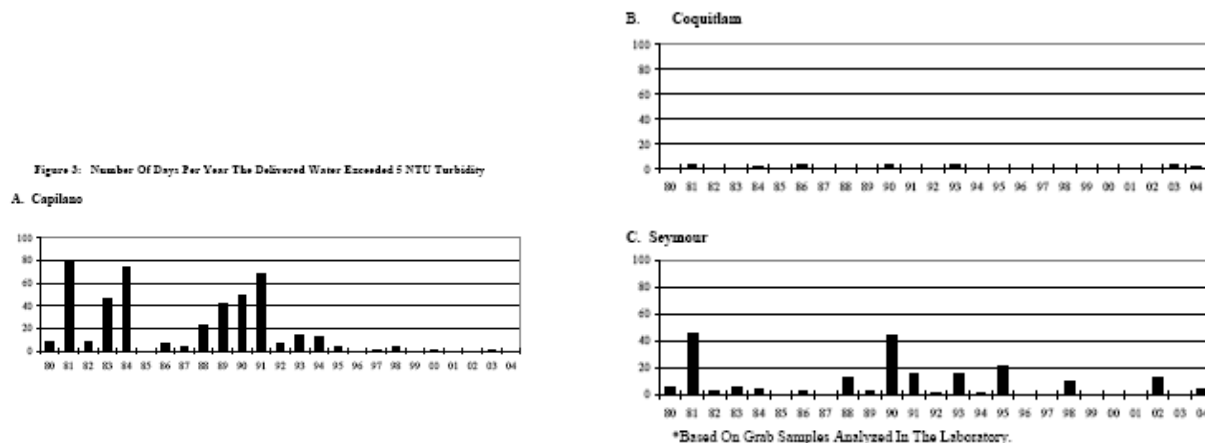
- La mesure et la prédiction de la qualité de l'eau par le biais d'un réseau de stations de mesures météorologiques, hydrographiques et de prélèvements de sédiments;
- La gestion du parc forestier avec comme objectif central la protection des habitats pour les espèces menacées. Toute activité forestière commerciale est interdite;
- La gestion des feux de forêt;
- Le contrôle de l'érosion par des activités de re-stabilisation des terres et berges, l'élimination de routes d'accès;
- La mise en place des infrastructures de collecte, traitement et distribution de l'eau en cohérence avec l'objectif de conservation des bassins versants;
- L'éducation et la communication;
- La sécurité des bassins versants de manière à minimiser les risques de contamination microbiologique et chimique et l'incidence de feux de forêt;
- L'élaboration de plan de réponse aux situations d'urgence et la préparation des groupes de réponse.

Le plan détaillé fixe des objectifs précis d'action pour chaque année pour la période de 2005 à 2010. Un rapport faisant état des progrès doit être publié annuellement.

L'impact positif des efforts d'amélioration de la qualité de l'eau par les pratiques de gestion des bassins versant est clairement illustrée par le pourcentage des jours pendant lesquels

turbidité de l'eau distribuée excédait 5 UTN. On note une progression positive. Lors d'entretiens avec le GVRD en juillet 2005, les responsables du programme de gestion des bassins ont mentionné que les programmes intensifs de stabilisation des berges et pentes abruptes ainsi que l'élimination et la re-végétation de routes d'accès sont certainement en partie responsables de la diminution des pointes de turbidité observées.

Figure 4. 8 Évolution du nombre de jours pendant lesquels la turbidité excédait 5UTN dans l'eau traitée des trois sources (à noter qu'aucune filtration n'est encore en place en 2005) – tiré de (Greater Vancouver Regional District (GVRD), 2004).



Finalement le GVRD a fixé un objectif interne d'un maximum de 5 UTN comme valeur d'eau distribuée. Il a donc mis en place un plan détaillé d'intervention lorsque la turbidité excède 1 UTN à l'eau brute. Ce plan comprend des ajustements de traitement ainsi que des consignes pour mettre hors service la source dont la turbidité est élevée et compenser dans la mesure du possible avec les autres sources. Lorsque la turbidité excède 5 UTN et en attente de la mise en service de l'usine Seymour, un avis est donné aux autorités sanitaires.

4.2.3 Victoria – CRD

Plus de 310,000 personnes de la grande région de Victoria sont alimentés par le réservoir protégé de Sooke dont le bassin versant couvre environ 11,052 hectares. Deux usines de traitement, Japan Gulch et Charters Creek, traitent l'eau par la désinfection UV suivi de chloramination.

Le bassin versant du réservoir est partiellement protégé et on y permet de des exploitations forestières et minières et des couloirs de transports routiers et d'énergie. L'organisme responsable du traitement et de la distribution de l'eau potable est le Capital Regional District (CRD). La province a légiféré en 1997 pour préciser les obligations de protection et de gestion du bassin versant (British Columbia Regulation 284/97 - O.C. 971197, 1997).

Le CRD a complété en 1999 un plan stratégique de gestion de bassin (Capital Regional District (CRD), 1999) qui a été remis à jour en 2004 (Capital Regional District (CRD), 2004). Dans ce plan stratégique, on précise les principes adoptés de gestion de bassin et le cadre d'analyse de risque à utiliser. On précise ensuite les actions urgentes, pour enfin préciser les besoins d'études additionnelles et de suivi de la qualité des actions de contrôle.

Les objectifs de qualité d'eau sont posés en fonction du maintien de la vie aquatique et du respect des critères de dérogation de la filtration de Santé Canada et de l'USEPA. Le plan contient une liste exhaustive d'actions concrètes d'amélioration et de protection du bassin versant. On y trouve des objectifs d'augmentation d'acquisition et de contrôle sur le bassin versant. Le CRD est maintenant propriétaire de plus de 98% des terres du bassin versant. Ce

rapport réitère l'importance de fermer le bassin versant à toute activité humaine. Ainsi la route 117 et un règlement a été adopté pour limiter l'accès au bassin versant y compris pour des activités récréatives comme la chasse.

Le tableau 4.2 montre la qualité médiane et l'étendue des variations pour quelques paramètres de qualité de l'eau brute et des eaux traitées du CRD. Le CRD mesure les concentrations de *Giardia* et de *Cryptosporidium* à l'eau brute depuis 1991. On remarque l'excellente qualité moyenne de l'eau brute qui se trouve au dessous ou égal au niveau seuil moyen de 0,01 oocyste/L. Toutefois certaines valeurs plus élevées en 1999 (2,7 oocystes/100L) ont incité le CRD à installer la désinfection aux UV.

Tableau 4.5 Valeurs moyennes, minima et maxima de l'eau brute du CRD alimentant la grande région de Victoria - tiré de (Capital Regional Distric (CRD), 2005)

Paramètre	Unité	Médiane (1995- 2004)	No échantillons (1995-2004)	Min-max
Eau brute				
COD	mg/L C	2,5	57	1,8-7
Couleur	UCV	8,1	591	2,8-18
pH		7,3	18	6,5-7,8
Température	°C	10,5	2730	3-23
Turbidité	UTN	0,34	1784	0,12-26
Coliformes totaux	UFC/100mL	14	2449	0-15,000
Coliformes fécaux	UFC/100mL	0	2260	0-148
<i>E. coli</i>	UFC/100mL	0	226	0-24
<i>Cryptosporidium</i>	oocystes/100L	0	240	0-1,2
<i>Giardia</i>	kystes/100L	0	240	0-33,2
Eau traitée (Japan Gulch)				
THM	ug/L	12	30	4,6-19,6
HAA5	ug/L	14,9	21	<1,0-18,8

5 COMPARAISON ET ANALYSE CRITIQUE DES DIFFÉRENTES PRATIQUES

5.1 RÉSUMÉ DES APPROCHES RÉGLEMENTAIRES POUR LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE ET LA PROTECTION DES SOURCES.

La revue des réglementations touchant à l'eau et des programmes de protection des bassins présentée aux chapitres précédents montre des différences importantes au niveau des approches de gestion pour assurer la production d'une eau potable de qualité. Ces différences sont aussi marquées au niveau de la mise en œuvre des directives et règlements.

Depuis 1989, les États-Unis ont développé une réglementation complexe, coûteuse à mettre en œuvre mais dont l'application est généralement quasi-complète (avec l'exception des petits et très petits systèmes). Les multiples lois et règlements sur la qualité de l'eau et la protection des sources adoptent une approche globale couvre toutes les barrières, de la source au robinet. La caractérisation du risque microbiologique est effectuée par la mesure d'indicateurs (*E. coli*) et directe des pathogènes (*Cryptosporidium*). Les derniers développements réglementaires sur l'équité de l'exposition aux sous-produits d'oxydation et l'augmentation additionnelle de la protection contre *Cryptosporidium* soulèvent des questions quant aux bénéfices sanitaires produits et ils augmenteront considérablement les coûts d'immobilisation et d'exploitation. L'application de la dérogation à la filtration est limitée aux États-Unis mais est appliquée à des systèmes de toutes tailles et à des sources dont le niveau de protection varie de complet à partiel mais géré de manière serrée.

L'Australie possède le modèle de cadre de gestion intégrée de la source au robinet développé par le gouvernement fédéral cité comme l'exemple à suivre à travers le monde. Bien pensé et bien complet, il n'a toutefois pas force de loi. Son application par les régions est variable et plusieurs sources de surface n'ont encore aujourd'hui qu'une simple chloration comme traitement. L'Australie se distingue aussi par la présence d'un nombre important de réservoirs protégés ou semi-protégés dont la qualité d'eau est variable au niveau de la turbidité mais dont le niveau de contamination fécale demeure faible (eg : Melbourne, Sydney). Les traditions de protection des sources sont bien ancrées en Australie et les niveaux de traitement en place minimaux. On note un effort de soutien à l'évaluation des risques dans les bassins pour les petits systèmes.

La Nouvelle-Zélande se distingue par son approche réglementaire qui couvre d'un coup la source au robinet. Malgré certaines difficultés en raison de l'implication de différents ministères au niveau du bassin et du traitement/distribution, le règlement en place oblige à un exercice rigoureux d'évaluation de la qualité et de la vulnérabilité de la source, à une vérification des performances de procédés en place et à une estimation des risques associés au réseau de distribution. La production de nombreux guides de soutien pour les municipalités est notable. Toutefois, la mise en vigueur de ces nouvelles normes (qui visent dans un premier temps la caractérisation des eaux brutes) accuse certaines difficultés, mais plus du 2/3 des sources ont tout de même été caractérisées en 2 ans. L'application des nouvelles exigences pour l'abattement de *Cryptosporidium* (à l'image des celles du LT2 de l'USEPA) sera le vrai test de l'applicabilité de cette réglementation. Déjà de nombreux petits systèmes desservant moins de 5,000 personnes prévoient l'addition ou ont installé des UV. La Nouvelle-Zélande a tenté de relier directement le classement de la source aux exigences de traitement mais, à l'exception des exigences pour *Cryptosporidium*, n'a pas encore réussi à développer un cadre d'analyse.

L'Union Européenne a mis en place des directives sur la qualité de l'eau de consommation et la gestion de l'eau. Dépassant de loin tout ce qui existe ailleurs, ces directives forcent à la production d'une eau potable exempte de tout composé pouvant représenter un risque éventuel et replacent la protection des sources dans un cadre beaucoup plus ambitieux de remise en état écologique des cours et nappes d'eau. La gestion par bassin visant à minimiser les impacts sur les sources d'eau est en place dans plusieurs pays Européens depuis 20 ans. La nouvelle directive sur la gestion de l'eau pousse les actions de protection et de restauration de la qualité des écosystèmes aquatiques à un niveau plus élevé. De plus, l'obligation de gérer selon une approche de risque a mené à la formulation des Water Safety Plans par chaque producteur d'eau potable. Ces plans sont une forme d'analyse HACCP des risques de contamination de la source, durant le traitement et de la distribution. Elle incite au renforcement de ces points critiques de manière à réduire le risque.

L'approche suggérée par Santé Canada est aussi une approche de la source au robinet. Le document produit par le CCME s'inscrit dans la foulée des directives Australiennes. Il appuie la mise en place d'un programme ambitieux d'évaluation, de protection et de gestion des sources d'eau sur la base d'une approche d'analyse de risque. De plus, Santé Canada a produit un certain nombre de recommandations spécifiques à la dérogation à la filtration (recommandations à l'étude pour la turbidité) qui s'inspirent fortement de la réglementation américaine.

Dans la foulée de la Commission Walkerton, l'Ontario a mis en place une loi et un nombre de règlements impressionnant dans un temps relativement restreint. La principale recommandation de la Commission Walkerton a été d'adopter une approche de la source au robinet. Visant à assurer une désinfection adéquate dans tous les systèmes, la réglementation a d'abord visé toutes les tailles de systèmes et imposé une obligation de filtrer et de désinfecter toutes les eaux de surface. Ensuite une réglementation sur la protection de la source a été adoptée et une réglementation de gestion des bassins versants proposée en 2004. Le succès d'implantation de ces nouveaux règlements est mitigé. Les grandes difficultés d'application des règlements sur le traitement et la distribution ont mené récemment le gouvernement à déléster au Ministère de la Santé la responsabilité de l'application des règlements pour les petits systèmes. On peut également se demander quel sera le succès d'une éventuelle mise en vigueur d'un règlement sur la caractérisation et la protection des bassins versants dans ces petits systèmes.

La Nouvelle-Écosse et le Nouveau Brunswick ont pris des voies différentes. Ces provinces ont adopté les directives de Santé Canada comme objectifs de qualité. Par ailleurs, elles ont développé des plans de protection des sources sous forme de guide (N-É) ou de règlement (N.B.). Cette approche a mené à la réglementation pour protéger certaines sources d'eau potables en les désignant bassins versants protégés. Cette réglementation permet de limiter les usages dans le bassin versant désigné de manière assez agressive. On peut s'interroger sur le niveau de respect des directives émises par Santé Canada dans l'ensemble des installations dans ces provinces, particulièrement dans le cas des petits réseaux.

La province de l'Alberta fait cavalier seul en proposant une réglementation de la qualité d'eau calquée sur la réglementation actuelle et proposée par l'USEPA. Elle inclut dans sa proposition de normes une obligation de caractérisation et d'analyse de la vulnérabilité des sources d'eau potable. L'amélioration de la gestion des bassins versant est souhaitée mais non réglementée. Cette proposition de règlement a causé un boom de mise à niveau des usines causé principalement par les exigences élevées d'abattement de *Cryptosporidium*. La mesure

d'indicateurs (*E. coli*) et la mesure directe des pathogènes (*Cryptosporidium*) sont exigées. À la lumière des récentes publications qui montrent le faible pourcentage de viabilité et d'infectivité des oocystes dans plusieurs eaux brutes, on peut s'interroger sur les bénéfices sanitaires d'exigences de 5 log d'abattement de *Cryptosporidium*.

La province de Colombie-Britannique fait aussi cas à part avec un minimum de réglementation sur la qualité de l'eau et un cadre plus complet pour la protection des sources. Cette province n'a pas adopté officiellement (et même reculé) les directives de Santé Canada dans son règlement. Les sources d'eau en Colombie Britannique sont généralement de très bonne qualité et dans plusieurs cas protégées depuis plus de 75 ans. Des documents de qualité sur les mesures à prendre pour évaluer les contaminations et protéger les sources ont été produits par les deux grands réseaux de Vancouver (GVRD) et de Victoria (CRD) et ont inspiré les documents du gouvernement provincial (en projet). Ce sont de bons exemples de démarches à suivre pour protéger des sources à accès limité. La province n'oblige pas à une obligation de moyen quoique'une limite supérieure de turbidité soit fixée pour s'abstenir de filtrer. La mesure d'indicateurs (*E. coli*) est obligatoire mais la mesure directe des pathogènes (*Cryptosporidium*) n'est pas exigée.

5.2 LES CRITERES DE DEROGATION A LA FILTRATION VS LA GRADATION DES EXIGENCES DE TRAITEMENT EN FONCTION DE LA QUALITE DE LA SOURCE

Quoique d'un intérêt certain, le potentiel d'application d'une définition de sources protégées (correspondant aux unfiltered supplies américaines) au contexte québécois est limité en raison du nombre limité de sources en eau que l'on peu qualifier ou espérer qualifier de protégées, du moins selon la définition américaine actuellement en vigueur. L'examen du nombre de cas autorisés aux États-Unis révèle qu'une très faible proportion des sources (1,3%) peut se qualifier pour obtenir une dérogation de filtration sur la base de la turbidité et de la contamination fécale mesurée par les concentrations de *E. coli* et *Cryptosporidium*.

L'approche américaine qui date de 1989 brille par sa relative simplicité et la définition claire de crédits de traitement en fonction de l'atteinte des critères permettant la dérogation à la filtration. On peut toutefois se questionner sur la validité de l'approche américaine et identifier certaines faiblesses de cette approche:

- La définition du niveau de contamination fécale des eaux brutes par l'estimation des coliformes totaux n'est plus recommandée par l'OMS et Santé Canada;
- Les restrictions de turbidité (maximum de 5 UTN) justifiées par des préoccupations au niveau de la désinfection par le chlore ne sont pas forcément justifiées lorsque l'ozone ou la désinfection par UV sont utilisés pour la désinfection primaire.
- La définition restrictive d'une seule classe de qualité, la 'super' classe complètement protégée, limite son application et ne prête pas à l'ajustement progressif des exigences de traitement en fonction des niveaux de détérioration de la source.
- La gradation en termes de couples de qualité de source et d'exigences de traitement produisant un niveau de risque microbien souhaité est remplacée par le recours à la caractérisation des eaux brutes en pathogènes. Cette caractérisation, adoptée dans le guide de conception du Québec, mène à la définition d'exigences de réduction en log pour chacun des micro-organismes réglementés en fonction de la concentration d'organismes pathogènes ou de leurs indicateurs dans les eaux brutes. Cette approche est souhaitable pour l'ajustement et la conception des procédés de désinfection, mais elle ne permet pas de prévoir et de tenir compte des conséquences des risques et des

situations de pointe de risque. Or l'ampleur des conséquences durant un évènement de pointe devrait, selon l'OMS, guider le choix des exigences de traitement.

- La définition des obligations de moyens limite les solutions pouvant être envisagées dans le cas de sources de bonne ou de très bonne qualité, mais ne pouvant pas rencontrer tous les critères de la définition restrictive américaine. La définition des exigences de traitement pour ces sources correspond au minimum requis dont la justification sanitaire est sérieusement remise en cause.
- L'approche américaine est basée sur la réduction par voie physique des organismes résistants à la désinfection par la filtration et le respect de normes de turbidité à l'eau traitée. L'obligation de filtration est le pivot de cette approche. Cette approche prescriptive de moyens de traitement a été déboutée par la cours fédérale américaine lors de la cause du MWRA versus l'USEPA en 1999. De plus, l'arrivée sur le marché de la technologie des UV moins sensible à la turbidité, ainsi que la démonstration de passage d'oocystes de *Cryptosporidium* viables et infectieux dans des eaux filtrées de très faible turbidité (moins de 0,1 UTN) remettent en question l'efficacité de cette solution.
- La robustesse exigée des procédés est définie à la pièce plutôt que sur la base de la réduction du risque d'infection. On peut se demander si le risque lors d'un arrêt temporaire de l'ozonation représente les mêmes risques lorsque la source non filtrée est faiblement contaminée (mais avec une haute turbidité) que dans le cas d'une source urbaine contaminée directement par des rejets urbains avec filtration. Une plus grande robustesse est exigée dans le cas des sources protégées qui représentent probablement un plus faible risque même sans traitement.

Mis à part la réglementation américaine et de l'Alberta, il n'y a pas de définition élaborée des critères de dérogation à la filtration. Santé Canada a émis un projet de recommandation sur la turbidité qui contient des critères de turbidité et de qualité microbiologique semblables aux critères de l'USEPA. Si ces recommandations sont adoptées, l'ensemble de provinces canadiennes devrait en principe les respecter et les inclure éventuellement dans leur réglementation. Toutefois, dans toutes réglementations, la filtration assistée chimiquement a longtemps et continue d'être un moyen technique hautement utilisé pour la réduction du risque.

On peut se demander pourquoi des différences existent entre les approches américaines et celles de la plupart des autres pays industrialisés. Ces différences peuvent être attribuées, entre autres, aux facteurs suivants:

- Le retard des réglementations sur la qualité de l'eau potable dans ces pays par rapport aux États-Unis, retard qui a permis l'avancée de l'analyse de risque et la percée de technologies alternatives de désinfection comme les UV.
- Les pays de l'Union Européenne utilisent des sources d'eau relativement polluées et appliquent un niveau de traitement qui excède de beaucoup celui exigé par les réglementations américaines, canadiennes et australiennes. Cette différence au niveau du traitement est principalement causé par les très faibles niveaux tolérés de pesticides et leur sous-produits.
- Les conclusions de grandes commissions ayant statué sur les meilleures approches pour protéger la santé publique soit au Canada, la Commission Walkerton (O'Connor, 2002b) et la Commission North Battleford (Commission North Battleford, 2002), et en Australie, la Commission McClellan (McClellan, 1998). A noter que les conclusions des deux grandes commissions canadiennes attribuent les épidémies à la contamination transitoire de l'eau brute et à des déficiences d'exploitation. Une des principales recommandations de la

Commission North Battleford est de construire une nouvelle usine de traitement des eaux usées dont l'émissaire serait situé en aval de la prise d'eau. Ces deux commissions ont conclu en l'importance primordiale de protéger la source.

- Les préoccupations quant à la justification des avantages sanitaires de l'obligation de filtration et l'applicabilité d'une obligation généralisée de filtration pour les petits et les très petits systèmes. La question centrale étant: quel est le réel bénéfice sanitaire apporté par la filtration obligatoire? Vaut-il mieux installer des technologies qui peuvent inactiver les parasites protozoaires, comme les UV?
- La production d'études épidémiologiques montrant que 1) l'absence de filtration et même de traitement autre que la chloration ne se traduit pas par une augmentation des maladies gastro-intestinales; 2) l'application de procédés de traitement multi barrières ne réduit pas complètement le risque mesurable de maladies GI (Payment et al. 1997b, Payment et al. 1991c) causé par la forte contamination d'une eau de surface.
- Les différences de philosophie réglementaire, la réglementation américaine étant extrêmement directive au niveau des moyens alors que les autres pays mettent l'accent sur la réduction des risques de la source au robinet au meilleur coût.

5.3 L'OUVERTURE A LA DOUBLE DESINFECTION DE SOURCES NON-PROTEGEES

Il existe de nombreux exemples de sources hautement protégées qui n'effectuent qu'une chloration en Australie, au Canada et aux États-Unis. Dans tous ces cas, les impacts sanitaires d'une combinaison de protection de la source et de traitement minimal de désinfection apparaissent négligeables tel que démontré par des études épidémiologiques. Les avantages sanitaires d'une protection quasi-complète de la source sont évidents (section 2.5).

Malheureusement, une protection totale de la source n'est pas toujours possible ou souhaitée.

Le principe des barrières multiples dans le cas des sources non-protégées sans filtration doit s'appuyer sur la présence de deux barrières de désinfection. L'ouverture à la double désinfection dans le cas de sources qui ne sont pas protégées soulève de nombreux débats. Seule la Colombie Britannique autorise officiellement cette pratique sur des sources non-protégées au Canada. Officieusement, on peut s'interroger sur le nombre réel de petits systèmes d'eaux de surface au Canada dont le seul traitement est la chloration et qui sont plus ou moins tolérés. Plusieurs sources américaines qui rencontrent les critères de dérogation ne sont pas protégées et elles peuvent appliquer la double désinfection. Cette ouverture à la double désinfection des sources non-protégées est aussi donnée dans les réglementations australiennes, néo-zélandaise et australienne.

On avance souvent que la Colombie Britannique détient le record des épidémies d'origine hydrique au Canada ayant répertorié pas moins de 29 épidémies d'origine hydrique entre 1980 et 2000 (18 de ces 29 épidémies ont été causées par *Giardia* ou *Cryptosporidium*). Ce record peu enviable peut mener à la conclusion hâtive d'un besoin urgent d'installer une filtration sur ces sources pour réduire le risque microbien. Il est certainement juste d'affirmer que l'absence de filtration pour ces sources dans le passé explique probablement les niveaux plus élevés d'incidence observés. Il faut toutefois se garder de conclure que le nombre élevé d'éclosions dans des eaux non-filtrées mais chlorées soutient l'argument qu'il est nécessaire d'installer une filtration sur toutes ces eaux de surface pour en réduire le risque à un niveau acceptable. En effet, le nombre élevé d'éclosions démontre une insuffisance de traitement et montre le besoin d'une augmentation du niveau de traitement, sans toutefois en spécifier le moyen. Ainsi, les autorités concernées peuvent considérer, selon chaque cas, plusieurs solutions de

traitement pouvant répondre à l'objectif principal de réduction du risque microbien (*Giardia*, *Cryptosporidium* et virus), mais aussi aux autres objectifs de traitement (sous-produits d'oxydation, goûts et odeurs, etc.). Le choix des filières de traitement et du niveau de redondance sont alors dictés par le niveau de contamination de la source et par la nécessité d'abattre la matière organique et les composés traces. La filière de traitement appropriée peut contenir un procédé ou une combinaison de procédés dont la filtration assistée chimiquement, la filtration sur membranes, l'ozonation, l'irradiation aux UV, etc.

En raison de ces effets sur la santé et du retard de mise en place d'installations de traitement, la Colombie-Britannique a abordé le problème de mise à niveau des réseaux en remettant en contexte les coûts et bénéfices de la filtration. Comme le préjugé favorable envers la filtration relève plutôt de l'évolution historique des règlements et des exigences de traitement pour l'atteinte d'objectifs multiples (abattement de la turbidité, couleur, précurseurs de sous-produits de chloration, etc.), le retard de mise en place des installations de traitement en Colombie-Britannique est propice à cette remise en question. Compte tenu du fait que la réduction du risque de giardiose et de cryptosporidiose est le principal objectif en C.B., les instances de la santé évaluent la validité d'une filière de traitement en fonction de sa capacité à réduire ce risque. L'utilisation de l'ozone et des UV sans filtration peut donc être un moyen efficace et peu coûteux de réduire ce risque si la qualité de l'eau brute permet une réduction de risque suffisante par ces moyens. Comme de nombreuses sources de surface en Colombie Britannique sont de très bonne qualité, on comprend bien l'ouverture de cette province à la double inactivation sans filtration et la grande importance accordée à la protection, même si partielle, de la source.

Finalement tous les développements scientifiques récents permettent de croire qu'une double désinfection avec UV peut représenter une solution alternative au niveau sanitaire à une filtration assistée chimiquement. Les récentes publications sur les UV en eaux colorées et d'une turbidité atteignant jusqu'à 10 UTN suggèrent que les UV demeurent efficaces au niveau de la désinfection dans des eaux non-filtrées à l'intérieur d'une gamme de valeurs. Les ajustements au niveau des doses appliquées peuvent être significatifs et entraîner des hausses de coûts unitaires de traitement mais leur efficacité de désinfection demeure.

Comment alors définir les limites d'application d'une ouverture à la double désinfection? Faut-il augmenter les niveaux minima d'inactivation requis? Exiger un niveau plus élevé de robustesse ou de redondance des procédés?

Plutôt que de tenter de développer une approche particulière, il serait souhaitable de procéder par analyse de risque comparatif. Quel est le risque associé à la source sur la base de son niveau de contamination fécale et de la vulnérabilité de sa source? Quelles sont la robustesse et la redondance exigées des traitements pour maintenir ce risque au niveau fixé? Il faut surtout évaluer ce risque de façon comparative avec le risque d'une filtration assistée chimiquement ou d'une autre alternative de traitement. Malheureusement, en raison de l'historique de l'introduction des traitements, la filtration et les nouveaux procédés comme les UV ne sont pas évalués sur une base commune.

Finalement l'analyse de risque comprend une évaluation des conséquences. Une faille de traitement sur un réseau desservant 200 personnes n'a pas les mêmes conséquences qu'une déficience de traitement dans un réseau desservant 500,000 personnes et des hôpitaux et institutions particulièrement sensibles. Quoique l'argument de l'équité du risque pour tout citoyen soit séduisant, toutes les formes d'analyse de risque le rejettent. Il apparaît donc nécessaire de fixer des objectifs minimaux qu'il faut toujours respecter et ajuster ces exigences en fonctions de l'ampleur des conséquences.

5.4 DÉFINITION DES CLASSES D'EAU ET PROGRAMME DE PROTECTION

La définition de classes d'eau et la mise en place d'obligation de plans de protection des sources font partie de toutes les réglementations et recommandations considérées dans cette revue. Dans un cas comme dans l'autre, l'approche par gestion de risques est la seule manière logique de procéder. Il apparaît inévitable que le Québec incorpore ces éléments dans son RQEP ou dans d'autres règlements.

L'analyse de risque peut devenir rapidement complexe et coûteuse. On a qu'à imaginer les efforts pour obtenir une modélisation fine de grands bassins versants ou de probabilités de déversements accidentels. De plus, dans des bassins versants développés, la capacité d'intervention est souvent limitée par des contraintes économiques et politiques.

Les grandes directives et cadres développés par les instances centrales sont ambitieux et complexes. Une approche par analyse de risque simplifiée s'appuyant sur une caractérisation sommaire de la qualité de l'eau et des risques et un plan de contrôle des points critiques de risque aux sources d'eau potable, a été retenue par la plupart des pays industrialisés et des provinces canadiennes. Les niveaux de détail requis pour l'analyse de risque et de translation en obligations réglementaires varient considérablement selon les pays, provinces et États. L'analyse de risque dans une version simplifiée apparaît comme une solution avantageuse à considérer pour l'analyse de la qualité des sources d'eau potables et la définition subséquente des obligations de traitement à mettre en place pour atteindre un niveau de risque sanitaire acceptable.

L'implantation de programmes de protection de la source et de classement des sources doit s'inscrire dans un effort de gestion par bassin. Comme l'implantation de la gestion par bassin au Québec est amorcée mais qu'elle progresse lentement, il apparaît souhaitable d'adopter plus rapidement une approche modeste de protection des sources d'eau potable. Une caractérisation sommaire des risques de contamination, des campagnes additionnelles de caractérisation des contaminants microbiens et l'élargissement des critères de définition des log d'enlèvement (concentration de pathogènes et facteur de vulnérabilité) pourraient être envisagés dans un premier temps.

Pour éviter de réinventer la roue, les nombreux documents de soutien pour la définition des bassins, l'identification des dangers et l'évaluation des risques pourraient être réutilisés. Ces documents sont en référence à la Chaire en Eau Potable sous format électronique ou imprimé.

ANNEXE A SOMMAIRE DES MESURES DE PROTECTION DES SOURCES D'EAU AU CANADA

Tiré de:

CCME (2004) – Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable -De la source au robinet, Guide d'application de l'approche à barrières multiples pour une eau potable saine, Santé Canada, 274p. ISBN 1-896997-50-3

A.1 COLOMBIE-BRITANNIQUE

La loi provinciale sur la protection de l'eau potable (*Drinking Water Protection Act*) est entrée en vigueur en mai 2003. Elle vise à protéger l'eau potable grâce à une meilleure protection des sources et des réseaux, à leur surveillance et à la conduite d'évaluations, à l'amélioration des infrastructures et à la certification. En juin 2002, le gouvernement de la Colombie-Britannique a élaboré un plan d'action pour garantir la salubrité de l'eau potable. Ce plan est axé sur la protection de l'eau « de la source au robinet » dans la province.

Les mesures de surveillance des eaux souterraines comprennent l'exploitation d'un réseau de 150 puits d'observation disséminés un peu partout dans la province ainsi que l'application de codes de pratiques concernant la mise à l'essai, la construction, l'entretien, la modification et la fermeture des puits. Le gouvernement de la Colombie-Britannique encourage le recours à la technologie SIG pour cartographier les bassins versants et les sources d'eau souterraine aux fins des activités de surveillance actuelles et futures.

A.2 ALBERTA

En 1948, le gouvernement de l'Alberta a donné son aval au projet de zone verte qui orientait la gestion des terres publiques boisées en Alberta, lesquelles couvraient environ 52 % de la province. Ce projet comportait un plan d'aménagement forestier à des fins multiples, notamment la protection des bassins versants, la production de bois d'œuvre, la pratique de loisirs, la protection des poissons et des espèces sauvages, le pacage des animaux domestiques, et l'exploitation minière. Les terres les plus importantes pour la protection des bassins versants étaient situées sur le flanc est des montagnes Rocheuses, d'où prennent naissance les eaux d'amont d'importance vitale pour les provinces des Prairies. En 1964, le gouvernement a créé la réserve forestière des Rocheuses afin d'assurer la conservation des forêts et de préserver la salubrité, la sécurité et la fiabilité de l'approvisionnement en eau.

Le cadre actuel de planification de la gestion des ressources en eau comprend un règlement relatif aux normes de qualité de l'eau potable ainsi que des lignes directrices concernant la qualité des eaux de surface. La récente mise à jour de la loi provinciale sur les ressources en eau (*Water Act*) traite de nombreux enjeux liés à la protection et à l'utilisation des ressources hydriques de l'Alberta, tels que les permis d'utilisation de l'eau et la protection des milieux aquatiques; elle porte aussi sur la dérivation de cours d'eau et les prélèvements de grandes quantités d'eau. De plus, la loi sur la protection et la mise en valeur de l'environnement (*Environmental Protection and Enhancement Act*) englobe les nappes souterraines dans son approche intégrée de protection de l'air, des terres et de l'eau. On utilise la cartographie fondée sur la technologie SIG afin de recenser et de surveiller les ressources en eau souterraine.

A.3 SASKATCHEWAN

Dans la foulée de l'enquête menée à North Battleford, le gouvernement de la Saskatchewan a élaboré un cadre de gestion de l'eau qui porte sur les mesures de protection des ressources hydriques de la province. Ce cadre met l'accent sur la protection des eaux et des milieux

humides ainsi que sur la gestion et la mise en valeur des ressources hydriques et prévoit la participation du public au processus de prise de décisions. La future loi sur la Commission des bassins versants de la Saskatchewan (*Saskatchewan Watershed Authority Act*) orientera les activités de la commission en matière d'aménagement des bassins versants, de protection des aquifères, de gestion et de surveillance des eaux superficielles et souterraines. Les lois existantes comprennent la loi sur la gestion et la protection de l'environnement (*Environmental Management and Protection Act*), qui régit les mesures de lutte contre la pollution de l'eau, les effluents industriels et l'utilisation de terres-réservoirs, et la loi sur les évaluations environnementales (*Environmental Evaluation Act*), qui exige des promoteurs de projets de développement qu'ils obtiennent d'abord une autorisation ministérielle avant d'amorcer les travaux.

Le programme de consultation sur la qualité de l'eau en milieu rural (*Rural Water Quality Advisory Program*) de la Saskatchewan fournit des enseignements et des services en matière de prélèvement et d'analyse d'échantillons d'eau et de protection des eaux de surface et souterraines. L'Administration du rétablissement agricole des Prairies utilise son expertise dans les domaines de la biologie, de la géologie et de l'ingénierie afin de protéger les approvisionnements en eau, de garantir la qualité de l'eau et de préserver l'infrastructure de traitement des eaux usées dans le cadre de programmes comme le Programme d'aménagement hydraulique rural et le Projet de puits d'eau durables (ARAP, 2001).

A.4 MANITOBA

En 2001, le gouvernement du Manitoba a rédigé un document intitulé *Water Quality Standards, Objectives and Guidelines* qui recommande des critères de qualité pour les eaux de surface et les eaux souterraines, lesquels correspondent à divers niveaux de protection législative. Des normes de qualité de l'eau sont en voie d'élaboration. Le cadre de planification stratégique pour la protection des ressources en eau prévoit notamment un projet d'échantillonnage et de surveillance de la qualité des eaux souterraines, l'établissement d'un comité consultatif de gestion de l'eau potable, l'élaboration de lignes directrices en matière de drainage et la gestion des réserves en eau. Le gouvernement du Manitoba travaille également à l'élaboration d'une stratégie de gestion des éléments nutritifs qui permettra d'établir et d'appliquer des limites admissibles. Parmi les mesures législatives actuelles visant la protection et la gestion de l'eau dans la province, on compte la *Loi sur l'environnement*, la *Loi sur les eaux souterraines et les puits*, la *Loi sur la Commission de l'eau*, la *Loi sur l'aménagement hydraulique* et la *Loi sur les droits d'utilisation de l'eau*.

A.5 ONTARIO

Le gouvernement de l'Ontario s'emploie actuellement à mettre en application les recommandations formulées dans le rapport de la Commission d'enquête sur Walkerton. Le *Règlement sur la protection de l'eau potable* de l'Ontario a été promulgué en 2000. La *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario* donne force de loi aux normes relatives à l'eau potable. Des lignes directrices concernant l'établissement d'objectifs de qualité des eaux de surface et des eaux souterraines sont aussi en vigueur. Le gouvernement de l'Ontario a alloué de nouveaux fonds à la protection des eaux souterraines. Il existe un processus continu de cartographie des réserves d'eau superficielle et souterraine à l'aide de la technologie SIG, et des programmes de surveillance des eaux souterraines ont été mis en œuvre. La *Loi sur la protection de l'environnement* interdit le rejet de contaminants dans le milieu naturel. Des règlements visent aussi la protection des secteurs adjacents aux têtes de puits. Enfin, une loi sur la gestion des éléments nutritifs est en voie d'élaboration.

En Ontario, la gestion des bassins versants s'appuie sur une déclaration de principes provinciale et la *Loi sur l'aménagement du territoire*, qui préconisent l'adoption d'une approche concertée pour régler les problèmes qui relèvent de plusieurs compétences, comme les enjeux liés aux écosystèmes et aux bassins versants.

A.6 QUEBEC

Au Québec, des politiques de gestion des bassins versants ont été élaborées et des règlements ont été établis. La protection des eaux souterraines destinées à la consommation humaine est traitée dans le *Règlement sur le captage des eaux souterraines*. Ce règlement a pour but de prévenir le captage de l'eau en quantité excessive par différents utilisateurs et de réduire au minimum les impacts négatifs de pratiques d'aménagement du territoire sur les plans d'eau et les écosystèmes.

Le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* établit des lignes directrices en matière de contrôle de la surveillance et de la gestion de la qualité de l'eau. Il allie un plan de surveillance rigoureux à des normes strictes de qualité (bactériologique et physico-chimique) de l'eau et exige la certification des exploitants-opérateurs des installations de traitement de l'eau pour garantir la salubrité de l'eau potable distribuée aux consommateurs.

En 2002, le Québec a adopté une nouvelle politique de gestion de l'eau afin d'assurer la protection de cette ressource et de la gérer dans une perspective de développement durable, tout en protégeant la santé publique et l'environnement. Le gouvernement provincial a également adopté une série de critères de qualité de l'eau de surface (MENVQ, 2002). *De plus amples renseignements sur la Politique de l'eau du Québec sont donnés sur Internet à l'adresse <http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/politique/index.htm>*

A.7 NOUVELLE-ÉCOSSE

En octobre 2002, le gouvernement de la Nouvelle-Écosse a diffusé une stratégie sur l'eau potable qui fournit une approche exhaustive à la gestion de l'eau potable dans la province. La stratégie intègre l'approche à barrières multiples et forme une assise solide pour la protection des réserves d'eau potable. En vertu de cette stratégie, des plans de protection des sources d'eau pour tous les approvisionnements municipaux en eau devront être élaborés d'ici 2005. La loi sur l'environnement (*Environment Act*) prévoit la désignation de plans d'eau protégés (*protected water areas*) et la réglementation des activités susceptibles d'altérer la qualité de l'eau. Il y a actuellement 24 plans d'eau protégés. Plusieurs autres demandes de désignation sont en cours d'examen dans le cadre de stratégies globales de gestion des réserves en eau. Les municipalités peuvent également protéger les réserves en eau par le biais de stratégies de planification municipale et de règlements sur l'utilisation des terres aux termes de la loi sur les administrations municipales (*Municipal Government Act*). En outre, la province a émis une déclaration d'intérêt provincial relative à l'eau potable (*Statement of Provincial Interest on Drinking Water*) en vertu de la loi sur les administrations municipales qui exige que les municipalités identifient les bassins versants dans lesquels se trouvent des réserves en eau et élaborent des stratégies en vue de les protéger. Un règlement sur la construction des puits (*Well Construction Regulations*), afférent à la loi sur l'environnement, protège les approvisionnements en eau des puits et les aquifères avoisinants. Un certain nombre de guides ont aussi été préparés, notamment sur l'élaboration de stratégies de gestion des bassins versants et des ressources en eau (*Designing Strategies for Water Supply Watershed Management in Nova Scotia*). Un guide détaillé sur l'élaboration de plans de protection des sources d'eau est actuellement en préparation.

A.8 NOUVEAU-BRUNSWICK

Le Nouveau-Brunswick a adopté un programme global de gestion des systèmes d'approvisionnement en eau potable, de la source au robinet. En ce qui a trait à la protection de l'eau des diverses sources d'eau, plusieurs ordonnances, décrets et règlements afférents à la *Loi sur l'assainissement de l'eau* ont été promulgués. Les décrets de désignation du secteur protégé de bassins hydrographiques et de champs de captage précisent les utilisations des terres

admissibles dans les secteurs délimités entourant les réserves d'eau. Présentement, 21 bassins hydrographiques et 11 champs de captage sont protégés grâce à ces mesures. Le *Règlement sur la classification des eaux* contient des lignes directrices sur l'eau brute pour tous les bassins hydrographiques. Les directives concernant les sources d'eau et l'eau brute prévoient notamment l'application de normes environnementales et sanitaires. De plus, ce règlement exige la tenue régulière d'essais sur les eaux des sources destinées à la consommation et des directives visant la construction des puits et la dérivation de cours d'eau. L'inventaire et l'évaluation des bassins hydrographiques, des puits et des secteurs protégés s'appuient sur des bases de données SIG et d'autres types de données qui intègrent les renseignements sur l'environnement, la géographie et les permis d'utilisation.

A.9 TERRE-NEUVE ET LABRADOR

En mai 2001, le gouvernement de Terre-Neuve et du Labrador a rédigé un rapport qui décrit l'état des systèmes publics d'approvisionnement en eau potable et fournit un cadre pour la protection des réseaux d'alimentation en eau potable axée sur l'approche à barrières multiples. Plusieurs mesures ont été prises en vue de la mise en œuvre de ces recommandations. En mai 2002, le gouvernement provincial a promulgué deux nouvelles lois : la loi sur les ressources en eau (*Water Resources Act*) et la loi sur la protection de l'environnement (*Environmental Protection Act*). La loi sur les ressources en eau vise la protection et la gestion de l'eau par le biais notamment du processus d'octroi de permis, mais elle prévoit aussi la désignation de secteurs qui sont des sources d'eau de surface et d'eau souterraine. Les aires d'alimentation des sources d'eau sont surveillées et évaluées dans le cadre d'inventaires des utilisations des terres, d'évaluations des risques et d'échantillonnages utilisant des outils diagnostiques comme le SIG. Quelque 250 sources d'approvisionnement en eau sont actuellement protégées. Les utilisations et activités à l'intérieur et autour de ces secteurs sont limitées. Des plans de gestion spécifiques ont été élaborés pour de nombreux bassins versants.

La loi sur les ressources en eau permet de désigner toute zone renfermant une source d'eau publique au titre d'aire protégée d'alimentation en eau (*Protected Water Supply Area*). La plupart des activités susceptibles de dégrader un plan d'eau sont interdites. Aux termes de la loi sur les municipalités (*Municipalities Act*), les villes peuvent réglementer certaines activités dans les bassins versants comme l'assainissement et la gestion des eaux d'égout. La loi qui régit le forage de puits (*Well Drilling Act*) exige que tous les puits soient forés par des exploitants autorisés, et l'on doit s'assurer que les mesures de protection des têtes de puits sont mises en œuvre (Government of Newfoundland and Labrador, 2001).

A.10 ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD

L'Île-du-Prince-Édouard dépend exclusivement des nappes souterraines pour s'alimenter en eau potable. Le gouvernement a adopté une stratégie relative à l'eau potable, inspirée de l'approche à barrières multiples, pour préserver les réserves d'eau de l'île. Il a établi des directives concernant l'utilisation des eaux de surface et des eaux souterraines à des fins d'irrigation des terres agricoles. Le prélèvement d'eaux souterraines et la dérivation des cours d'eau sont régis par des permis. Des règlements afférents à la loi sur la protection de

l'environnement (*Environmental Protection Act*) régissent les activités de construction, d'utilisation et d'entretien des puits ainsi que le rejet de contaminants et exigent l'aménagement de zones tampons adjacentes aux eaux de surface. En collaboration avec les autorités fédérales, le gouvernement de l'Île-du-Prince-Édouard continue d'exercer une surveillance à long terme de la qualité de l'eau en vertu de l'annexe relative aux eaux de l'*Entente-cadre fédérale-provinciale sur la coopération environnementale au Canada atlantique*. Dans le cadre de cette entente, la qualité de l'eau est surveillée de façon continue dans cinq bassins versants de la province. Le niveau des eaux souterraines fait également l'objet d'une surveillance continue à douze endroits différents dans l'île.

A.11 TERRITOIRES

La gestion de l'eau au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest et au Nunavut relève présentement du fédéral, par l'intermédiaire du ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (AINC). Toutefois, les gouvernements territoriaux ont la responsabilité de fournir une eau potable salubre et fiable. La *Loi sur les eaux des Territoires du Nord-Ouest* (1992) et les règlements afférents prévoient la préservation et l'utilisation de l'eau au profit des résidents des Territoires du Nord-Ouest (Ministère de la Justice du Canada, 2001). La *Loi sur la gestion des ressources de la vallée du Mackenzie* (1998) prévoit la gestion intégrée des terres et de l'eau dans la vallée du Mackenzie (Parlement du Canada, 1998), conformément au règlement des revendications territoriales des Gwich'in et des Dénés et Métis du Sahtu. Elle constitue l'Office des terres et des eaux des Gwich'in, l'Office des terres et des eaux du Sahtu ainsi que l'Office des terres et des eaux de la vallée du Mackenzie. La vallée du Mackenzie englobe tous les territoires du Nord-Ouest, sauf la région inuvialuit désignée et le parc national Wood-Buffer. La *Loi sur la santé publique* des T. N.-O. comporte certaines dispositions visant à garantir la salubrité de l'eau potable. D'autres mesures de protection indirecte des ressources en eau sont fournies par le gouvernement fédéral, comme la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* et la *Loi sur les pêches*.

ANNEXE B SOMMAIRE DES REGLEMENTS ET DES CRITERES DE DEROGATION DE LA FILTRATION - USEPA

Tiré du site web de USEPA- Office of Water and Groundwater

<http://www.epa.gov/safewater/>



Comprehensive Surface Water Treatment Rules Quick Reference Guide: Unfiltered Systems

Overview of the Rules	
Title	Surface Water Treatment Rule (SWTR) - 40 CFR 141.70-141.75 Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule (IESWTR) - 40 CFR 141.170-141.175 Long Term 1 Enhanced Surface Water Treatment Rule (LT1ESWTR) - 40 CFR 141.500-141.571
Purpose	Improve public health protection through the control of microbial contaminants, particularly viruses, <i>Giardia</i> , and <i>Cryptosporidium</i> .
General Description	<p>The Surface Water Treatment Rules:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Applies to all public water systems (PWSs) using surface water or ground water under the direct influence of surface water (GWUDI), otherwise known as "Subpart H systems." ▶ Requires all Subpart H systems to disinfect. ▶ Requires Subpart H systems to filter unless specific filter avoidance criteria are met. ▶ Requires unfiltered systems to perform source water monitoring and meet site specific conditions for control of microbials.

Overview of Requirements				
The purpose of this table is show how the requirements for the IESWTR and LT1ESWTR build on the existing requirements established in the original SWTR.				
APPLICABILITY: PWSs that use surface water or ground water under the direct influence of surface water (Subpart H) that do not provide filtration.		Final Rule Dates		
		SWTR 1989	IESWTR 1998	LT1ESWTR 2002
Population Served	≥ 10,000	✓	✓	
	< 10,000	✓	N/A (except for sanitary survey provisions)	✓
Regulated Pathogens	99.99% (4-log) inactivation of viruses	✓	Regulated under SWTR	Regulated under SWTR
	99.9% (3-log) inactivation of <i>Giardia lamblia</i>	✓	Regulated under SWTR	Regulated under SWTR
	99% (2-log) removal of <i>Cryptosporidium</i> (through watershed control)		✓	✓
Residual Disinfectant Requirements	Entrance to distribution system (≥ 0.2 mg/L)	✓	Regulated under SWTR	Regulated under SWTR
	Detectable in the distribution system	✓	Regulated under SWTR	Regulated under SWTR
Unfiltered System Requirements	Avoidance Criteria	✓	✓	✓
Disinfection Profiling & Benchmarking	Systems must profile inactivation levels and generate benchmark, if required		✓	✓
Sanitary Surveys (state requirement)	CWS: Every 3 years NCWS: Every 5 years		✓	Regulated under IESWTR
Covered Finished Reservoirs/Water Storage Facilities (new construction only)			✓	✓
Operated by Qualified Personnel as Specified by State		✓	Regulated under SWTR	Regulated under SWTR

(CWS) Community Water System (NCWS) Non-community Water System

Filtration Avoidance Criteria

Since December 30, 1991, systems must meet source water quality and site specific conditions to remain unfiltered. If any of the following criteria to avoid filtration are not met, systems must install filtration treatment within 18 months of the failure. The following table outlines the avoidance criteria established by the SWTR and later enhanced by the IESWTR and LT1ESWTR.

Filtration Avoidance Criteria			
		Requirement	Frequency
SOURCE WATER QUALITY CONDITIONS	Microbial Quality	<p>Monitor fecal coliform or total coliform density in representative samples of source water immediately prior to the first point of disinfectant application:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Fecal coliform density concentrations must be $\leq 20/100$ mL; OR ▶ Total coliform density concentrations must be $\leq 100/100$ mL. <p>Sample results must satisfy the criteria listed above in at least 90% of the measurements from previous 6 months.</p>	1 to 5 samples per week depending on system size and every day the turbidity of the source water exceeds 1 NTU.
	Turbidity	Prior to the first point of disinfectant application, turbidity levels cannot exceed 5 NTU.	Performed on representative grab samples of source water every four hours (or more frequently).
SITE SPECIFIC CONDITIONS	Systems must:	Calculate total inactivation ratio daily and provide 3-log <i>Giardia lamblia</i> and 4-log virus inactivation daily (except any one day each month) in 11 of 12 previous months (on an ongoing basis).	<p>Take daily measurements before or at the first customer at each residual disinfectant concentration sampling point:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Temperature ▶ pH (if chlorine used) ▶ Disinfectant contact time (at peak hourly flow) ▶ Residual disinfectant concentration measurements (at peak hourly flow)
	System must comply with:	<ul style="list-style-type: none"> ▶ MCL for total coliforms in 11 of 12 previous months (as per Total Coliform Rule). ▶ Stage 1 Disinfection Byproducts Rule requirements (as of January 1, 2002, for systems serving $\geq 10,000$ or January 1, 2004, for systems serving $< 10,000$). 	
	Systems must have:	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Adequate entry point residual disinfectant concentration (see disinfection requirements). ▶ Detectable residual disinfectant concentration in the distribution system (see disinfection requirements). ▶ Redundant disinfection components or automatic shut-off whenever residual disinfectant concentration < 0.2 mg/L. ▶ A watershed control program minimizing potential for contamination by <i>Giardia lamblia</i> cysts and viruses in source water; IESWTR and LT1ESWTR update this requirement by adding <i>Cryptosporidium</i> control measures. ▶ An annual on-site inspection by state or approved third party with reported findings. ▶ Not been identified as a source of a waterborne disease outbreak. 	

Disinfection Profiling and Benchmarking Requirements

A **disinfection profile** is the graphical representation of a system's microbial inactivation over 12 consecutive months.

A **disinfection benchmark** is the lowest monthly average microbial inactivation value. The disinfection benchmark is used as a baseline of inactivation when considering changes in the disinfection process.

Disinfection Profiling and Benchmarking Requirements Under IESWTR & LT1ESWTR		
The purpose of disinfection profiling and benchmarking is to allow systems and states to assess whether a change in disinfection practices creates a microbial risk. Systems should develop a disinfection profile that reflects <i>Giardia lamblia</i> inactivation (systems using ozone or chloramines must also calculate inactivation of viruses), calculate a benchmark (lowest monthly inactivation) based on the profile, and consult with the state prior to making a significant change to disinfection practices.		
REQUIREMENT	IESWTR	LT1ESWTR
AFFECTED SYSTEMS:	Community, non-transient non-community, <u>and</u> <u>transient</u> systems.	Community and non-transient non-community systems only.
BEGIN PROFILING BY:	April 1, 2000	<ul style="list-style-type: none"> ▶ July 1, 2003 for systems serving 500-9,999 people. ▶ January 1, 2004 for systems serving fewer than 500 people.
FREQUENCY & DURATION:	Daily monitoring for 12 consecutive calendar months to determine the total logs of <i>Giardia lamblia</i> inactivation (and viruses, if necessary) for each day in operation.	Weekly inactivation of <i>Giardia lamblia</i> (and viruses, if necessary), on the same calendar day each week over 12 consecutive months.
STATES MAY WAIVE DISINFECTION PROFILING REQUIREMENTS IF:	TTHM annual average <0.064 mg/L <u>and</u> HAA5 annual average <0.048 mg/L: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Collected during the same period. ▶ Annual average is arithmetic average of the quarterly averages of four consecutive quarters of monitoring. ▶ At least 25% of samples at the maximum residence time in the distribution system. ▶ Remaining 75% of samples at representative locations in the distribution system. 	One TTHM sample <0.064 mg/L <u>and</u> one HAA5 sample <0.048 mg/L: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Collected during the month of warmest water temperature; AND ▶ At the maximum residence time in the distribution system. Samples must have been collected after January 1, 1998.
DISINFECTION BENCHMARK MUST BE CALCULATED IF:	Systems required to develop a disinfection profile and are considering any of the following: <ul style="list-style-type: none"> ▶ Changes to the point of disinfection. ▶ Changes to the disinfectant(s) used. ▶ Changes to the disinfection process. ▶ Any other modification identified by the state. Systems must consult the state prior to making any modifications to disinfection practices.	Same as IESWTR, and systems must obtain state approval prior to making any modifications to disinfection practices.

Disinfection

Disinfection must be sufficient to ensure that the total treatment process of the system achieves at least:

- ▶ 99.9% (3-log) inactivation of *Giardia lamblia*.
- ▶ 99.99% (4-log) inactivation of viruses.

Currently, *Cryptosporidium* must be controlled through the watershed control program and no inactivation credits are currently given for disinfection. Systems must also comply with the maximum residual disinfectant level (MRDL) requirements specified in the Stage 1 Disinfectants/Disinfection Byproducts Rule (Stage 1 DBPR).

Residual Disinfectant Monitoring and Reporting Requirements			
Location	Concentration	Monitoring Frequency	Reporting (Reports due 10 th of the following month)
Entry to distribution system.	Residual disinfectant concentration cannot be < 0.2 mg/L for more than 4 hours.	Continuous, but states may allow systems serving 3,300 or fewer persons to take grab samples from 1 to 4 times per day, depending on system size.	Lowest daily value for each day, the date and duration when residual disinfectant was < 0.2 mg/L, and when state was notified of events where residual disinfectant was < 0.2 mg/L.
Distribution system - same location as total coliform sample location(s).	Residual disinfectant concentration cannot be undetectable in greater than 5% of samples in a month, for any 2 consecutive months. Heterotrophic plate count (HPC) # 500/mL is deemed to have detectable residual disinfectant.	Same time as total coliform samples.	Number of residual disinfectant or HPC measurements taken in the month resulting in no more than 5% of the measurements as being undetectable in any 2 consecutive months.

System Reporting Requirements	
Report to State:	What to report:
Within 10 days after the end of the month:	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Source water quality information (microbial quality and turbidity measurements). ▶ In addition to the disinfection information above, systems must report the daily residual disinfectant concentration(s) and disinfectant contact time(s) used for calculating the CT value(s).
By October 10 each year:	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Report compliance with all watershed control program requirements. ▶ Report on the on-site inspection unless conducted by state in which the state must provide the system a copy of the report.
Within 24 hours:	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Turbidity exceedances of 5 NTU and waterborne disease outbreaks.
As soon as possible but no later than the end of the next business day:	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Instance where the residual disinfectant level entering the distribution system was less than 0.2 mg/L.

FY2003 MCL, MRDL and TT violations reported

From SDWIS/FED 03Q4 frozen violations table

Key: # violations
systems
Pop. affected

	Very small 25-500	Small 501-3,300	Medium 3,301-10,000	Large 10,001-100,000	Very Large >100,000	Total
Microbials: Applies to all water systems						
TCR/T	7,614	917	292	223	10	9,056
	5,945	726	253	181	6	7,111
	623,663	965,827	1,484,249	4,309,612	2,220,797	9,604,148
Applies to surface water systems serving >= 10K people that disinfect (TNCWSs that use ClO2)						
Stage 1 DBP	22	11	20	242	5	300
	13	7	9	104	3	136
	1,509	11,922	57,462	2,506,095	2,812,172	5,389,160
Applies to surface water systems						
SWTR	1,135	401	166	39	6	1,747
	591	200	69	29	5	894
	95,231	279,689	425,302	795,701	8,379,052	9,974,975
Applies to surface water systems serving >=10K people						
IESWTR	3	1	1	157	23	185
	3	1	1	46	6	57
	243	2,021	4,950	1,499,698	2,353,419	3,860,331
Organics: Applies to CWS and NTNCWS						
VOC	59	6	6	7		78
	40	3	4	6		53
	4,698	6,130	19,782	129,706		160,316
SOC	12	7		2	5	26
	7	4		2	1	14
	1,334	5,851		101,769	350,000	458,954
Inorganics: Applies to CWS and NTNCWS						
Nitrates	581	140	19	23	4	767
	400	78	8	14	3	503
	46,578	87,646	42,928	335,065	1,377,651	1,889,868
Arsenic	20	6	1	2		29
	15	4	1	1		21
	3,144	9,856	5,010	15,490		33,500
Other IOC	256	34	8	2		300
	124	19	6	2		151
	21,123	21,381	35,538	30,998		109,040
Applies to CWS						
Radionuclides	331	179	59	61	4	634
	134	66	20	25	2	247
	25,540	86,857	105,448	594,044	641,556	1,453,445
Applies to CWS and NTNCWS						
Lead & Copper	1,110	308	52	66	3	1,539
	877	255	42	48	2	1,224
	133,712	324,712	235,741	1,361,562	440,814	2,496,541

Acronyms:

TCR/T = Total Coliform Rule/Turbidity

SWTR = Surface Water Treatment Rule

IESWTR = Interim Enhanced Surface Water Treatment Rule

DBP = Disinfectants By-Products Rule

VOC = Regulated volatile organic contaminants (e.g., Benzene) other than TTHMs (which are listed in DBP Rule)

SOC = Synthetic organic chemicals (e.g., Atrazine)

Other IOC = Regulated inorganic contaminants (e.g., arsenic) other than Copper, Lead, Nitrate, and Nitrite

LISTE DE REFERENCES

- Aboytes, R., Di Giovanni, G.D., Abrams, F.A., Rheinecker, C., MceLroy, W., Shaw, N., and LeChevallier, M.W. 2004. Detection of infectious *Cryptosporidium* in filtered drinking water. *Journal of American Water Works Association*, 96:9 :88-98.
- Allen, M.J., Clancy, J.L., and Rice, E.W. 2000. The plain, hard truth about pathogen monitoring. *Journal of American Water Works Association*, 92:9:64-76.
- Antonopoulou, L. and van Meurs, P. 2003. The precautionary principle within European Union public health policy. The implementation of the principle under conditions of supranationality and citizenship. *Health Policy*, 66:2:179-197.
- Ashbolt, N. and Roser, D. Interpretation and management implications of event and baseflow pathogen data. *American Water Resources Association*, 2003 International Congress, *Watershed Management for Water Supply Systems*. New York.
- Atherholt, T.B., LeChevallier, M.W., Norton, W.D., and Rosen, J.S. 1998. Effect of rainfall on *Giardia* and *Crypto*. *Journal of American Water Works Association*, 90:9:66-80.
- Australian Government. National Health and Medical Research Council Natural Resource Management Ministerial Council .2004. National water quality management strategy Australian drinking water guidelines. 186496118X,
- Barbeau, B., Payment, P., Coallier, J., Clément, B., and Prévost, M. 2000. Evaluating the risk of infection from the presence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in drinking water. *Quantitative Microbiology*, 2:1: 37-54.
- British Columbia Regulation 284/97 - O.C. 971197 .1997. Capital region water supply and sooke hills protection regulation.
- Byleveld, P. 2005. Personal communication with Paul Byleveld, Manager, Water Unit. NSW Department of Health.
- California Department of Health Service/Division of Drinking Water and Environmental Management .1999. Drinking water sources assessment and protection (DWSAP) program.
- Capital Regional Distric (CRD) .2005. 2004 - Annual overview of Greater Victoria's drinking water quality.
- Capital Regional District (CRD) .1999. Strategic plan for water management (executive summary) Appendix 3. Victoria.
- Capital Regional District (CRD) .2004. Strategic plan for water management.
- Caprioli, A., Gentile, G., Baldassarri, L., Bisicchia, R., Romoli, E., and Donelli, G. 1989. *Cryptosporidium* as a common cause of childhood diarrhoea in Italy. *Epidemiology and Infection*, 102:3:537-540.
- Cinque, K., Stevens, M.A., Roser, D.J., Ashbolt, N.J., and Leeming, R. 2004. Assessing the health implications of turbidity and suspended particles in protected catchments. *Water Science and Technology*, 50:1: 205-210.
- City of Portland Water Bureau .2003. Source water assessment (Report).
- City of Syracuse, New York .2005. Annual drinking water quality report for 2004. Syracuse, New York, USA.
- Clancy, J.L., Gollnitz, W.D., and Tabib, Z. 1994. Commercial labs. How accurate are they? *Journal American Water Works Association*, 86:5:89-97.

Commission North Battleford .2002. Report of the Commission of Inquiry into matters relating to the safety of the public drinking water in the City of North Battleford. Saskatchewan, Canada.

Connell, K., Rodgers, C.C., Shank-Givens, H.L., Scheller, J., Pope, M.L., and Miller, K. 2000. Building a better protozoa data set. *Journal of American Water Works Association*, 92:10:30-43.

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) .2004. Guide d'application de l'approche à barrières multiples pour une eau potable saine, Protection des sources d'approvisionnement en eau . Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable et par le groupe de travail sur la qualité de l'eau de CCEM.

Conseil de l'Union Européenne .1975. Directive du Conseil no 75/440/CEE du 16 juin 1975 concernant la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire dans les États membres.

Cotton, C.A., Passantino, L., Owen, D.M., Valade, M.T., and Hubel, R. 2003. The critical process points and risks of UV disinfection. *American Water Works Association - ACE*. Anaheim, California, USA.

Council directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. (1998) L 330/32,

Craun, G.F. 1979. Waterborne outbreaks of giardiasis. EPA 600/9-79-001, Cincinnati, OH, USA. United States Environmental Protection Agency (USEPA).

Curriero, F.C., Patz, J.A., Rose, J.B., and Lele, S. 2001. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. *American Journal of Public Health*, 91:8:1194-1199.

Deere, D., Vesey, G., Milner, M., Williams, K., Ashbolt, N., and Veal, D. 1998. Rapid method for fluorescent in situ ribosomal RNA labelling of *Cryptosporidium parvum*. *Applied and Microbiology*, 85:5:807-818.

Department of Environmental Quality and Oregon Health Division .2000 . Source water assessment plan. Implementation of the safe drinking water act 1996 Amendments. Oregon's drinking water protection program.

Di Giovanni, G.D., Hashemi, F.H., Shaw, N.J., Abrams, F.A., LeChevallier, M.W., and Abbaszadegan, M. 1999. Detection of infectious *Cryptosporidium parvum* oocysts in surface and filter backwash water samples by immunomagnetic separation and integrated cell culture-PCR. *Applied and Environmental Microbiology*, 65:8:3427-3432.

Di Giovanni, G.D. and LeChevallier, M. 2000. Development of a *Cryptosporidium parvum* viability and infectivity assay (technical report). *American Water Works Co*. Voorhees, NJ.

Erlandsen, S.L., Sherlock, L.A., Januschka, M., Schupp, D.G., Schaefer 3rd F.W., Jakubowski, W., and Bemrick, W.J. 1988. Cross-species transmission of *Giardia* spp.: inoculation of beavers and muskrats with cysts of human, beaver, mouse, and muskrat origin. *Applied and Environmental Microbiology*, 54:11:2777-2785.

ESR Water Group for the Ministry of Health .2003. Register of community drinking-water supplies in New Zealand .

Ferguson, A.M. and Neden, D.G. 2001. Greater Vancouver's drinking water treatment program. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 28:S1:36-48.

Glaberman, S., Moore, J.E., Lowery, C.J., Chalmers, R.M., Sulaiman, I., Elwin, K., Rooney, P.J., Millar, B.C., Dooley, J.S., Lal, A.A., and Xiao, L. 2002. Three drinking-water-associated cryptosporidiosis outbreaks, Northern Ireland. *Emerging of Infectious Diseases*, 8:6:631-3.

Goatcher, L. and Fok, N. 2000. A *Giardia/Cryptosporidium* near miss? 8th National Conference on Drinking Water. Canadian Water Wastewater Association, Ottawa, Association. Quebec City, Quebec, Canada.

Government of Alberta .2003. Alberta's strategy for sustainability.

Government of Alberta .2005. Standards and guidelines for municipal water works, wastewater and storm drainage systems (draft). Drinking Water Branch. Science & Standards Branch. Environmental Assurance Division.

Government of New Zealand. Ministry of Health .2000. Drinking water standards for New Zealand.

Government of Nova Scotia .2000. Water and Wastewater Facility Regulations, made under Sections 66 and 110 of the Environment Act S.N.S. 1994-95, c. 1 O.I.C. 95-299 (April 11, 1995), N.S. Reg. 60/95 as amended up to O.I.C. 2000-413 (August 11, 2000, effective October 1, 2000), N.S. Reg. 140/2000.

Government of Ontario .2002. Safe drinking water act.

Government of Ontario .2003a. Ontario regulation 169/03 - Amended to O. Reg. 14/-4. Ontario drinking - water quality standards.

Government of Ontario .2003b. Ontario regulation 170/03 - Amended to O. Rge. 269/03. Drinking water system.

Government of Ontario .2003c. Ontario regulation 172/03 - Amended to O. Rge. 20/04. Definition of deficiency and municipal drinking water system.

Government of Ontario .2003d. Procedure for disinfection of drinking water in Ontario. Ministry of Environment.

Greater Vancouver Regional District (GVRD) .2002a. Five-year implementation plan for Capilano, Seymour and Coquitlam watersheds.

Greater Vancouver Regional District (GVRD) .2002b. Watershed management plan. Vancouver.

Greater Vancouver Regional District (GVRD) .2004. Chemical and physical analysis. Health Canada, USEPA and World Health Organization.

Greater Vancouver Regional District (GVRD) .2005a. Guidelines for fill materials imported into GVRE watersheds.

Greater Vancouver Regional District (GVRD) .2005b. Watershed regulations. Burnaby, British Columbia, Canada.

Havelaar, A.H. 1994. Application of HACCP to drinking water supply. *Food Control*, 5:3:145-152.

Heitman, T.L., Frederick, L.M., Viste, J.R., Guselle, N.J., Morgan, U.M., Thompson, R.C.A., and Olson, M.E. 2002. Prevalence of *Giardia* and *Cryptosporidium* and characterization of *Cryptosporidium* spp. isolated from wildlife, human, and agricultural sources in the North Saskatchewan River Basin in Alberta, Canada. *Canadian Journal of Microbiology*, 48:6:530-541.

Hellard, M.E., Sinclair, M.I., Forbes, A.B., and Fairley, C.K. 2001 . A randomized, blinded,

controlled trial investigating the gastrointestinal health effects of drinking water quality. *Environmental Health Perspectives*, 109:8:773-778.

Hrudey, S.E. and Hrudey, E.J. (2004) London: International Water Association Publishing. 1-84339-042-6.

Isaac-Renton, J., Blatherwick, J., Bowie, W.R., Fyfe, M., Khan, M., Li, A., King, A., McLean, M., Medd, L., Moorehead, W., Ong, C.S., and Robertson, W. 1999. Epidemic and endemic seroprevalence of antibodies to *Cryptosporidium* and *Giardia* in residents of three communities with different drinking water supplies. *American Journal of Tropical Medicine Hygiene*, 60:4:578-583.

Isaac-Renton, J., Li, A., Shay, S., Ong, C.S., Fyfe, M., Khan, M., Ruecker, N., and Neumann, N. 2005. Watershed management and drinking water quality: preliminary studies in two Canadian provinces. *American Water Works Association - Annual Conference*. San Francisco, California.

Isaac-Renton, J., Moorehead, W., and Ross, A. 1996. Longitudinal studies of *Giardia* contamination in two community drinking water supplies: cyst levels, parasite viability, and health impact. *Applied and Environmental Microbiology*, 62:1:47-54.

Isaac-Renton, J.L., Bowie, W.R., Fyfe, M., King, A., Khan, M., Lammie, P., McLean, M., Li, A., Ong, C.S., and Robertson, W. 2000. Analysis of antibody levels to *Cryptosporidium* at a community level. 8th National Conference on Drinking Water. Canadian Water Wastewater Association, Ottawa, Association. Quebec City, Quebec, Canada.

Isaac-Renton, J.L., Cordeiro, C., Sarafis, K., and Shahriari, H. 1993. Characterization of *Giardia duodenalis* isolates from a waterborne outbreak. *Journal of Infection and Disease*, 167:2:431-440.

Isaac-Renton, J.L., Fogel, D., Stibbs, H.H., and Ongerth, J.E. 1987. *Giardia* and *Cryptosporidium* in drinking water. *Lancet*, 1:8539:973-974.

Isaac-Renton, J.L., Lewis, L.F., Ong, C.S., and Nulsen, M.F. 1994. A second community outbreak of waterborne giardiasis in Canada and serological investigation of patients. *Trans R Soc Trop Med Hyg*, 88:4:395-399.

Jakubowski, W., Boutros, S., Faber, W., Fayer, R., Ghiorse, W., LeChevallier, M., Rose, J., Schaub, S., Singh, A., and Stewart, M. 1996. Environmental methods for *Cryptosporidium*. *Journal of American Water Works Association*, 88:9:107-113.

Jellison, K.L., Hemond, H.F., and Schauer, D.B. 2002. Sources and species of *Cryptosporidium* oocysts in the Wachusett Reservoir watershed. *Applied and Environmental Microbiology*, 68:2:569-575.

Journal Officiel de la République Française .2001. Décret n° 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles. Article 18, France.

Kirner, J.C., Littler, J.D., and Angelo, L.A. 1978. Waterborne outbreak of giardiasis in Camas. *Journal of American Water Works Association*, 70:1:40-35.

LeChevallier M.W., Di Giovanni, G.D., Clancy, J.L., Bukhari, Z., Bukhari, S., Rosen, J.S., Sobrinho, J., and Frey, M.M. 2003. Comparison of method 1623 and cell culture-PCR for detection of *Cryptosporidium* spp. in source waters. *Applied and Environmental Microbiology*, 69:2:971-979.

LeChevallier, M.W., Norton, W.D., and Lee, R.G. 1991. *Giardia* and *Cryptosporidium* ssp. in

- filtered drinking water supplies. *Applied and Environmental Microbiology*, 57:9:2617-2621.
- LeChevallier, M.W., Norton, W.D., Siegel, J.E., and Abbaszadegan, M. 1995. Evaluation of the immunofluorescence procedure for detection of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts in water. *Applied and Environmental Microbiology*, 61:2:690-697.
- Lin, S.D. 1985. *Giardia lamblia* and water supply. *Journal of American Water Works Association*, 77:40-47.
- Lippy, E.C. 1981. Waterborne disease: occurrence is on the upswing. *Journal of American Water Works Association*, 73:57-62.
- Madore, M.S., Rose, J.B., Gerba, C.P., Arrowood, M.J., and Sterling, C.R. 1987. Occurrence of *Cryptosporidium* oocysts in sewage effluents and selected surface waters. *Journal of Parasitology*, 73:4:702-705.
- McClellan, P. 1998. Sydney water inquiry: third report - assessment causes of the contamination events and future directions for the management of the catchment. NSW Premier's Department: Sydney. October 1998.
- McLauchlin, J., Amar, C., Pedraza-Diaz, S., and Nichols, G.L. 2000. Molecular epidemiological analysis of *Cryptosporidium* spp. in the United Kingdom: results of genotyping *Cryptosporidium* spp. in 1,705 fecal samples from humans and 105 fecal samples from livestock animals. *Journal of Clinical Microbiology*, 38:11 :3984-3990.
- Medema, G.J., Payment, P., Dufour, A., Robertson, W., Waite, M., Hunter, P., Kirby, R. and Andersson, Y. (2003a) Safe drinking water: an ongoing challenge. In: Anonymous *Assessing Microbial Safety of Drinking Water*, pp. 117 World Health Organization, Organisation for Economic Co-operation and Development by IWA Publishing]
- Medema, G.J., Shaw, S., Waite, M., Snozzi, M., Morreau, A. and Grabow, W. (2003b) Catchment characterisation and source water quality assessing microbial safety of drinking water. In: Anonymouspp. 111 World Health Organization and the Organisation for Economic Co-operation and Development by IWA Publishing]
- Mitchell, G.J.-Center for Environmental and Watershed Research, Université of Maine . 2002. Source water protection. Linking surface water quality to the watershed: problems, sources, and solutions.
- Molbak, K., Hojlyng, N., Gottschau, A., Sa, J.C., Ingholt, L., da Silva, A.P., and Aaby, P. 1993. Cryptosporidiosis in infancy and childhood mortality in Guinea Bissau, west Africa. *Br. Medicine Journal*, 307:6901:417-420.
- Monis, P.T. and Saint, C.P. 2001. Development of a nested-PCR assay for the detection of *Cryptosporidium parvum* in finished water. *Water Research*, 35:7:1641-1648.
- Morgan-Ryan, U.M., Fall, A., Ward, L.A., Hijjawi, N., Sulaiman, I., Fayer, R., Thompson, R.C., Olson, M., Lal, A., and Xiao, L. 2002. *Cryptosporidium hominis* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) from *Homo sapiens*. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 49:6:433-440.
- MWRA (2005) .2005. MWRA water quality update. Rapport mensuel de la qualité de l'eau .
- New Zealand's Ministry of Health. 2005. A Framework on How to Prepare and Develop Public Health Risk Management Plans for Drinking-water Supplies. Wellington: Ministry of Health.
- Nimri, L.F. and Batchoun, R. 1994. Prevalence of *Cryptosporidium* species in elementary school children. *Journal of Clinical Microbiology*, 32:4:1040-1042.
- Nixon, S., Trent, Z., Marcuello, C., and Lallana, C. 2003. Europe's water: an indicator-based

- assessment (summary). European Environment Agency (EEA).
- Nixon, S.C., Rees, Y.J., Gendebien, A., and Ashley, S.J. 1996. Requirements for water monitoring. Copenhagen, Denmark. European Environment Agency (EEA).
- Nokes, C. and Ball, A. 2004. A monitoring and grading framework for New Zealand drinking-water sources (draft, for Ministry of Environment of New Zealand).
- Nouveau-Brunswick, Ministère de l'Environnement et des Gouvernements locaux .2002. Le règlement sur la classification des eaux Planifier pour la qualité de l'eau.
- Nouveau-Brunswick, M.d.l.E.e.d.G.l. 2002. Comprendre la loi: Guide d'interprétation du Décret de désignation du secteur protégé des bassins hydrographiques du Nouveau-Brunswick.
- Nouveau-Brunswick, M.d.l.E.e.d.G.l. 2005. Protection des bassins hydrographiques. Affiché sur le web site du Nouveau-Brunswick.
- Nova Scotia Environment and Labour .2004. Developing a municipal source water protection plan: a guide for water utilities and municipalities. Water and Wastewater Branch.
- O'Connor, D.R. (2002a) Walkerton Report: Part II: a strategy for safe drinking water, co-auteur du Chapitre 6. Drinking Water Technologies. Walkerton, Canada: Publications Ontario.
- O'Connor, D.R. (2002b) Walkerton Report: Part II: a strategy for safe drinking water, co-auteur du Chapitre 6. Drinking Water Technologies. Walkerton, Canada: Publications Ontario.
- Olson, M.E., Thorlakson, C.L., Deselliers, L., Morck, D.W., and McAllister, T.A. 1997. Giardia and Cryptosporidium in Canadian farm animals. *Vet Parasitol*, 68:4:375-381.
- Ong, C., Moorehead, W., Ross, A., and Isaac-Renton, J. 1996. Studies of Giardia spp. and Cryptosporidium spp. in two adjacent watersheds. *Applied and Environmental Microbiology*, 62:8:2798-2805.
- Ong, C.S., Eisler, D.L., Goh, S.H., Tomblin, J., Awad-El-Kariem, F.M., Beard, C.B., Xiao, L., Sulaiman, I., Lal, A., Fyfe, M., King, A., Bowie, W.R., and Isaac-Renton, J.L. 1999. Molecular epidemiology of cryptosporidiosis outbreaks and transmission in British Columbia, Canada. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 61:1:63-69.
- Ongerth, J.E., Hunter, G.D., and DeWalle, F.B. 1995. Watershed use and Giardia cyst presence. *Water Research*, 29:5:1295-1299.
- Ontario's Ministry of Environment . 2004.
- Ontario's Ministry of Environment .2004a. Summary report: consultation sessions on the white paper on watershed-based source protection planning.
- Ontario's Ministry of Environment .2004b.
- Ontario's Ministry of Environment .2004c.
- Oregon Department of Environmental Quality and Oregon Health Division .2000. Oregon's SWAP approach (Chapter 2) in Oregon's source water assessment plan.
- Payment, P., Berte, A., Prévost, M., Ménard, B., and Barbeau, B. 2000. Occurrence of pathogenic microorganisms in the Saint Lawrence River (Canada) and comparison of health risks for populations using it as their source of drinking water. *Canadian Journal of Microbiology*, 46:6:565-576.
- Payment, P., Berte, A., Prévost, M., Ménard, B., and Barbeau, B. 2001. Erratum: Occurrence

- of pathogenic microorganisms in the Saint Lawrence River (Canada) and comparison of health risks for populations using it as their source of drinking water (Canadian Journal of Microbiology, 2000, vol. 46(6):565-576). Canadian Journal of Microbiology, 47:10:965-967.
- Payment, P. and Franco, E. 1993. Clostridium perfringens and somatic coliphages as indicators of the efficiency of drinking water treatment for viruses and protozoan cysts. Applied and Environmental Microbiology, 59:8:2418-2424.
- Payment, P., Franco, E., Richardson, L., and Siemiatycki, J. 1991a . Gastrointestinal health effects associated with the consumption of drinking water produced by point-of-use domestic reverse-osmosis filtration units. Applied and Environmental Microbiology, 57:945-948.
- Payment, P., Richardson, L., Siemiatycki, J., Dewar, R., Edwardes, M., and Franco, E. 1991b. A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbiological standards. American Journal of Public Health, 81:6:703-708.
- Payment, P., Richardson, L., Siemiatycki, J., Dewar, R., Edwardes, M., and Franco, E. 1991c. A randomized trial to evaluate the risk of gastrointestinal disease due to consumption of drinking water meeting current microbiological standards. American Journal of Public Health, 81:6:703-708.
- Payment, P., Siemiatycki, J., Richardson, L., Franco, E., and Renaud, G. 2000. An epidemiological study of gastrointestinal health effects of drinking water. 1P-6.5C-90772-3/00-CM, Denver, Colorado, USA. American Water Works Association Research Foundation.
- Payment, P., Siemiatycki, J., Richardson, L., Renaud, G., Franco, E., and Prévost, M. 1997a. A prospective epidemiological study of gastrointestinal health effects due to the consumption of drinking water. International Journal of Environmental Health Research, 7:1:5-31.
- Payment, P., Siemiatycki, J., Richardson, L., Renaud, G., Franco, E., and Prévost, M. 1997b. A prospective epidemiological study of gastrointestinal health effects due to the consumption of drinking water. International Journal of Environmental Health Research, 7:1:5-31.
- Payment, P., Ménard, B., and Prévost, M. 1997c. Enteric viruses, Giardia and Cryptosporidium levels in the raw water of water treatment plants along the Saint-Lawrence river. American Water Works Association - Water Quality Technology Conference. Denver, Colorado, USA .
- Peng, M.M., Xiao, L., Freeman, A.R., Arrowood, M.J., Escalante, A.A., Weltman, A.C., Ong, C.S., Mac Kenzie, W.R., Lal, A.A., and Beard, C.B. 1997. Genetic polymorphism among Cryptosporidium parvum isolates: evidence of two distinct human transmission cycles. Emerging Infectious Diseases, 3:4:567-573.
- Portland Water District .2005. Your Source for all water-related services-Chapter 1 (Annual Water Quality Report). Portland, ME.
- Province of Nova Scotia .2003. S.N.S. 1994-95, c. 1. N.S. Reg. 106/2003 (May 22, 2003).
- Regli, Stig. 2005. Communication personelle (OGWDW, USEPA).
- Roach, P.D., Olson, M.E., Whitley, G., and Wallis, P.M. 1993. Waterborne Giardia cysts and Cryptosporidium oocysts in the Yukon, Canada. Applied and Environmental Microbiology, 59:1:67-73.
- Rochelle, P.A., De Leon, R., Stewart, M.H., and Wolfe, R.L. 1997. Comparison of primers and optimization of PCR conditions for detection of Cryptosporidium parvum and Giardia lamblia in water. Applied and Environmental Microbiology, 63:1:106-114.

- Rose, J.B., Gerba, C.P., and Jakubowski, W. 1991. Survey of potable water supplies for *Cryptosporidium* and *Giardia*. *Environmental Science and Technology*, 25:8:1393-1400.
- Ryan, U., Read, C., Hawkins, P., Warnecke, M., Swanson, P., Griffith, M., Deere, D., Cunningham, M., and Cox, P. 2005. Genotypes of *Cryptosporidium* from Sydney water catchment areas. *Applied Microbiology*, 98:5:1221-9.
- Santé Canada .2004a. Qualité de l'eau potable: bactéries hétérotrophes. Document de consultation publique. La période de commentaire s'est terminée le 13 janvier 2005. Ottawa, Ontario, Canada. Comité fédéra-provincial-territorial sur l'eau potable.
- Santé Canada .2004b. Qualité de l'eau potable: coliformes totaux. Document de consultation publique. La période de commentaire s'est terminée le 13 janvier 2005. Ottawa, Ontario, Canada. Comité fédéra-provincial-territorial sur l'eau potable .
- Santé Canada .2004c. Qualité de l'eau potable: *Escherichia coli*. Document de consultation publique. La période de commentaire s'est terminée le 13 janvier 2005. Comité fédéra-provincial-territorial sur l'eau potable.
- Santé Canada .2004d. Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada: documentation de l'appui: Les protozoaires: la *Giardia* et le *Cryptosporidium*. Ottawa, Ontario, Canada. Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable et le Comité fédérale-provincial-territorial sur la santé et l'Environnement.
- Santé Canada .2004e. Recommandation pour la qualité de l'eau potable au Canada: documentation de l'appui: la turbidité. La période de commentaire s'est terminée le 13 janvier 2005.
. Ottawa, Ontario, Canada. Comité fédéra-provincial-territorial sur l'eau potable.
- Shehane, S.D., Harwood, V.J., Whitlock, J.E., and Rose, J.B. 2005. The influence of rainfall on the incidence of microbial faecal indicators and the dominant sources of faecal pollution in a Florida river. *Journal of Applied Microbiology*, 98:5:1127-1136.
- Simmons III, O.D., Sobsey, M.D., Heaney, C.D., Schaefer III, F.W., and Francy, D.S. 2001. Concentration and detection of *Cryptosporidium* oocysts in surface water samples by method 1622 using ultrafiltration and capsule filtration. *Applied and Environmental Microbiology*, 67 :3:1123-1127.
- Smith, H.V. 1990. Environmental aspects of *Cryptosporidium* species: a review. *J R Soc Med*, 83:10:629-631.
- Smith, H.V. and Rose, J.B. 1990. Waterborne cryptosporidiosis. *Parasitol Today*, 6:1:8-12.
- Stinear, T., Matusan, A., Hines, K., and Sandery, M. 1996. Detection of a single viable *Cryptosporidium parvum* oocyst in environmental water concentrates by reverse transcription-PCR. *Applied and Environmental Microbiology*, 62:9:3385-3390.
- Sturbaum, G.D., Klonicki, P.T., Marshall, M.M., Jost, B.H., Clay, B.L., and Sterling, C.R. 2002. Immunomagnetic separation (IMS)-fluorescent antibody detection and IMS-PCR detection of seeded *Cryptosporidium parvum* oocysts in natural waters and their limitations. *Applied and Environmental Microbiology*, 68:6:2991-2996.
- Sulaiman, I.M., Xiao, L., and Lal, A.A. 1999. Evaluation of *Cryptosporidium parvum* genotyping techniques. *Applied and Environmental Microbiology*, 65:10:4431-4435.
- Unfiltered Systems Working Group Comments on LT2SWTR .2004. Long-term 2 enhanced surface water treatment rule, proposed rule, 68, Federal Register 47639, Docket No. OW-2002-0039.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) . Fed. Reg. 63:241:69390, Washington, DC. U.S. Environmental Protection Agency-Office of Science and Technology-Office of Water.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .1989. Federal Register. Part II. Environmental Protection Agency. Drinking water; national primary drinking water regulations: filtration, disinfection; turbidity, Giardia lamblia, viruses, legionella, and heterotrophic bacteria (Final Rule). Washington, DC, USA.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .1991. Guidance manual for compliance with the filtration and disinfection requirements for public water systems using surface water sources. Washington, DC, USA. American Water Works Association.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .1996. Safe drinking water act Amendments of 1996, public law 104-182, 104th Congress.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .1997. State source water assessment and protection programs (Final Guidance). Washington, DC, USA. U.S. Environmental Protection Agency-Office of Science and Technology-Office of Water.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .1998a. Washington, DC. U.S. Environmental Protection Agency-Office of Science and Technology. Office of Water.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .1998b. Federal Register. Part V. Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations: interim enhanced surface water treatment (Final Rule). 40 CFR Parts 9, 141 and 142, Washington, DC, USA . U.S. Environmental Protection Agency-Office of Science and Technology-Office of Water.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .1998c. 40CFR Parts 9, 141 and 142, Washington, DC.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .1999. Protecting sources of drinking water. Selected case studies in watershed management. Office of Water.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .2001a. Washington, DC. Office of Research and Development, Government Printing Office.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .2001b. EPA-821-R-01-025, Washington, DC, USA. Office of Water (4603).

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .2002. Federal Register. Part II. National primary drinking water regulations: long term 1 enhanced surface water treatment rule; final rule. Washington, DC, USA. U.S. Environmental Protection Agency-Office of Science and Technology-Office of Water.

United States Environmental Protection Agency (USEPA) .2003. Federal Register. Part II. Environmental Protection Agency. National primary drinking water regulations: long term 2 enhanced surface water treatment rule; proposed rule. Washington, DC, USA.

Upton, S.J. 1997. (Fayer, R., edition) CRC Press, Boca Raton.

Wallis, P.M., Erlandsen, S.L., Isaac-Renton, J.L., Olson, M.E., Robertson, W.J., and van Keulen, H. 1996. Prevalence of Giardia cysts and Cryptosporidium oocysts and characterization of Giardia spp. isolated from drinking water in Canada. Applied and Environmental Microbiology, 62:8:2789-2797.

Wallis, P.M., Primrose, B., and Robertson, W.J. 1998. Outbreak of waterborne giardiasis caused by sewage contamination of drinking water. Environmental Health and Reviews,

42:2:44-51.

Washington State Department of Health. Division of Environmental Health Office of Drinking Water .2005. Washington's source water assessment program (SWAP).

Xiao, L., Alderisio, K., Limor, J., Royer, M., and Lal, A.A. 2000. Identification of species and sources of *Cryptosporidium* oocysts in storm waters with a small-subunit rRNA-based diagnostic and genotyping tool. *Applied and Environmental Microbiology*, 66:12:5492-5498.

Zu, S.X., Zhu, S.Y., and Li, J.F. 1992. Human cryptosporidiosis in China. *Transactions of the Royal of Tropical Medecine and Hygiene*, 86:6:639-640.