

STRATÉGIE QUÉBÉCOISE  
D'ÉCONOMIE D'EAU POTABLE



L'économie  
d'eau potable  
et les municipalités

Volume 2

Deuxième édition

Septembre 2013

**Note : Des pages blanches ont volontairement été introduites dans ce document pour en permettre une reproduction papier recto verso.**

Ce document a été réalisé par Réseau Environnement pour le compte du ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire dans le cadre de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable.

Il est publié en version électronique à l'adresse suivante : [www.mamrot.gouv.qc.ca](http://www.mamrot.gouv.qc.ca)

© Gouvernement du Québec, 2013

ISBN 978-2-550-68842-6 (PDF)

Dépôt légal – 2013  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
Bibliothèque et Archives Canada

Tous droits réservés. La reproduction de ce document par quelque procédé que ce soit et sa traduction, même partielles, sont interdites sans l'autorisation des Publications du Québec.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>2.4</b>	<b>LE BILAN : DU PLUS SIMPLE AU PLUS PRÉCIS.....</b>	<b>1</b>
<b>2.5</b>	<b>LE BILAN POINT PAR POINT.....</b>	<b>6</b>
2.5.1	S'assurer que les données de l'eau distribuée soient valides.....	6
2.5.1.2	Les méthodes de vérification.....	6
2.5.1.3	Étalonnage annuel des instruments utilisés pour la vérification.....	15
2.5.1.4	Enregistrement des données à l'eau distribuée.....	17
2.5.3	Estimer la consommation résidentielle.....	23
2.5.3.6	À surveiller.....	29
2.5.3.7	Autres méthodes d'estimation de la consommation résidentielle.....	29
3.1.2	Le facteur temps.....	32
<b>3.2</b>	<b>LES OUTILS DE LA RÉDUCTION DES PERTES RÉELLES.....</b>	<b>32</b>
3.2.1.1	La recherche de fuites (RdF).....	32
<b>4.4</b>	<b>LES USAGES MUNICIPAUX.....</b>	<b>48</b>
4.4.1	La gestion des purges comme potentiel d'économie de l'eau potable.....	48
4.4.1.1	Gestion des purges pour contrôler le gel.....	50
<b>5.1</b>	<b>L'INFORMATION ET LA SENSIBILISATION.....</b>	<b>56</b>
5.1.6.13	Les bâtiments non résidentiels – Inspection et suivi.....	56
<b>5.3</b>	<b>LA TARIFICATION.....</b>	<b>71</b>
<b>5.4</b>	<b>LE COMPTAGE DE L'EAU À LA CONSOMMATION.....</b>	<b>81</b>
5.4.2	Les normes en matière de compteurs.....	81
<b>7.3</b>	<b>UN TABLEAU D'ENSEMBLE.....</b>	<b>82</b>
<b>7.4</b>	<b>SÉLECTION DE SITES INTERNET RELATIFS À L'ÉCONOMIE DE L'EAU POTABLE.....</b>	<b>86</b>



## PRÉAMBULE

Afin de faciliter l'utilisation du guide *L'économie d'eau potable et les municipalités*, et en particulier celle de la version papier, plusieurs parties de la seconde édition du guide ont été détachées dans un autre document; c'est le présent Volume 2.

De la même manière, pour en faciliter la consultation, la numérotation du Volume 2 est calquée sur celle du Volume 1. Ainsi, des explications complémentaires à la section 2.5.1 du Volume 1 se retrouvent dans le Volume 2 sous la même numérotation, soit 2.5.1.

Les auteurs du Volume 2 sont les mêmes que ceux du Volume 1.



## 2.4 LE BILAN : DU PLUS SIMPLE AU PLUS PRÉCIS

Le texte suivant présente un exemple de rapport de bilan selon la méthode de l'International Water Association et de l'American Water Works Association (IWA–AWWA). Il est constitué de deux tableaux. Voici quelques points qui méritent d'être soulignés à ce sujet :

- Les données sur le réseau : notez que la méthode tient compte, en plus de la longueur du réseau, du nombre et de la longueur des branchements de service, de l'équivalent pour les poteaux d'incendie ainsi que de la pression dans le réseau;
- Les données financières : le bilan permet de calculer les coûts associés à chacune des composantes de l'eau non facturée à partir soit des coûts variables, soit du prix de vente de l'eau;
- Les lignes 1A à 1D : elles soulignent les différentes corrections à la valeur de l'eau distribuée mesurée;
- Les lignes 7 à 10 : ce sont les consommations par groupe d'utilisateurs;
- La ligne 11A : elle représente la correction des consommations pour tenir compte du calendrier de lecture des compteurs à la consommation;
- La ligne 15 : elle correspond aux différents types d'utilisateurs équipés de compteurs, mais qui ne reçoivent pas de facture d'eau comme telle;
- Les lignes 16 ou 16A : elles regroupent un ensemble d'utilisateurs généralement estimés comme la lutte contre les incendies, le rinçage des conduites du réseau, les purges, le nettoyage des puits de rue, des ponceaux et des égouts, le nettoyage des rues, l'arrosage des aménagements paysagers, les fontaines et les sites de travaux de construction. Par défaut, un pourcentage de l'eau distribuée peut être utilisé;
- Les lignes 18 à 22 : elles correspondent au sous-comptage à la consommation, aux erreurs dans la manipulation, au traitement des données et à d'autres erreurs dues à des procédures administratives;
- Les lignes 23 ou 23A : elles correspondent à des branchements illégaux, à des compteurs trafiqués, à l'utilisation non autorisée de poteaux d'incendie, etc. Par défaut, ces branchements peuvent être estimés à partir d'un pourcentage de l'eau distribuée.

Notez que, dans le Manuel M36, chacune des lignes fait l'objet d'une description, de commentaires et de suggestions. À titre d'exemple, quatre pages sont consacrées à l'estimation du sous-comptage à la consommation à partir de la vérification d'un échantillon de compteurs.

**Tableau 2-1 – Exemple de bilan d'eau audit selon la méthode IWA-AWWA**  
(Source : Manuel M36)

AUDIT D'EAU POUR LA PÉRIODE DU		1 <sup>er</sup> janvier 2006		AU	31 décembre 2006
NOM ET ADRESSE DU SERVICE DES EAUX		Service de l'eau A		POPULATION DESSERVIE	37 000
COMPILÉ PAR	John Smith, directeur		DATE DE COMPILATION	23 mars 2007	
DONNÉES À ENTRER : CELLULES BLANCHES, VALEURS CALCULÉES : CELLULES GRIS FONCÉ, VALEURS PAR DÉFAUT : CELLULES GRIS MOYEN					
<b>INFORMATION DÉCRIVANT LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION</b>					
TYPE DE CONFIGURATION DU SYSTÈME (souligner votre choix)		Fourniture d'eau brute	Fourniture d'eau traitée (vente en gros)	Distribution d'eau traitée	Zone de pression isolée ou secteur mesuré (spécifier)
<b>DONNÉES SUR LES INFRASTRUCTURES</b>			<b>DONNÉES FINANCIÈRES</b>		
402	Kilomètres de conduites de transport et distribution (Lr)		9 600 000 \$	Coûts totaux de fonctionnement	
11 490	Nombre de branchements de service, comptes résidentiels (Nr)		1 094,5 \$	*Tarif au volume pour les usagers résidentiels – appliqué aux pertes d'eau apparentes (\$/ML)	
706	Nombre de branchements de service, comptes commerciaux et industriels (Ni)		958,3 \$	*Tarif au volume pour les usagers industriels, commerciaux et agricoles – appliqué aux pertes d'eau apparentes (\$/ML)	
12 196	Nombre total de branchements de service, Nbr = Nr + Ni		1 042,3 \$	*Tarif au volume composé – appliqué aux pertes d'eau apparentes (\$/ML)	
5,5	Longueur moyenne en mètre du branchement de service, côté usager (Lmbru, m)		50,2 \$	Coût variable marginal à court terme – appliqué aux pertes réelles (\$/ML)	
2 750	Nombre de poteaux d'incendie (Npi)		<b>DONNÉES D'OPÉRATION</b>		
3,7	Longueur moyenne en mètre des conduites d'alimentation des poteaux d'incendie (Lpi, m)		365	Période de référence couverte par l'audit en jours	
46	Pression moyenne d'opération, (P, mètres d'eau)		100 %	Pourcentage du temps où le système est sous pression	

\* Calculer les tarifs d'usagers avec les mêmes unités que celles utilisées pour l'audit, soit en dollars/million de litres (\$/ML).

CALCULS DU BILAN D'EAU			Volume d'eau		Coûts – Tarif appliqué et total	
			Unité	Million de litres (ML)	Devise	\$ US
1.	VES : Volume d'eau du Service (données brutes)			13 174,68		
1A.	Ajustement : erreur des débitmètres VES (+/-)		518,13			
1B.	Ajustement : variations de volume d'eau stockée (réservoirs ou autres) (+/-)		3,14			
1C.	Autres ajustements (spécifier)		0			
1D.	Total des ajustements = Lignes 1A +1B + 1C		521,27			
2.	VES : Volume d'eau du Service (ajusté) = Lignes 1 +/- 1D			13 695,95		
3.	VEI: Volume d'eau importée (ajusté)			2 966,23		
4.	VEES : Volume d'eau entrant dans le système = VES + VEI			16 662,18		
5.	EEF : Volume d'eau exportée (ajusté)			0		
6.	ED : Eau distribuée = VEES - EEF			16 662,18		
7.	CMF1 : Consommation autorisée mesurée facturée (non corrigée) Type 1 (préciser) – Comptes résidentiels	Comptes résidentiels		8 776,66		
8.	CMF2 : Consommation autorisée mesurée facturée (non corrigée) Type 2 (préciser) – Comptes industriels	Comptes industriels		1 849,35		
9.	CMF3 : Consommation autorisée mesurée facturée (non corrigée) Type 3 (préciser) – Comptes commerciaux	Comptes commerciaux		367,90		

10.	CMF4 : Consommation autorisée mesurée facturée (non corrigée) Type 4 (préciser) – Comptes agricoles	Comptes agricoles	1 333,62	
-----	---	-------------------	----------	--

CALCULS DU BILAN D'EAU					Volume d'eau		Coûts – Tarif appliqué et total	
					Unité	Million de litres (ML)	Devise	\$ US
11.	CMFT = CMF1 + CMF2 + CMF3 + CMF4 (non corrigée)		12 327,53					
11A.	Ajustement dû au décalage de lecture des compteurs des usagers (+/-)		+0,76					
12.	CMFTA = CMFT +/- ligne 11a		12 328,29					
13.	CNMF = Consommation non mesurée facturée		0					
14.	ENF : Eau non facturée = ED - (CMFTA + CNMF)		4 333,89			= Lignes 15 + 16A + 17 +		1 764 009 \$
15.	CMNF : Consommation mesurée non facturée		58,36			@ 1 042,3 \$/ML =		60 829 \$
16.	CNMNF : Consommation non mesurée non facturée	Estimée à	1,25 %	de ED*		(208,29)		
16A.	CNMNF : Consommation non mesurée non facturée	Utiliser à la place de la ligne 16 si plus grande que la ligne 16				695,76	@ 1 042,3 \$/ML =	725 191 \$
17.	PE : Pertes d'eau = ENF - (CMNF + CNMNF)		3 579,77			= Lignes 24 + 25 =		978 529 \$
18.	PASC1 : Perte apparente – Sous-comptage compteurs résidentiels		508,44			@ 1 094,5 \$/ML =		556 386 \$
19.	PASC2 : Perte apparente – Sous-comptage compteurs industries/commerces/agricoles		113,44			@ 958,3 \$/ML =		108 710 \$
20.	PAES1 : Perte apparente – Erreur systématique dans la manipulation des données (préciser)		47,58			@ 1 042,3 \$/ML =		49 593 \$
21.	PAES2 : Perte apparente – Erreur systématique dans l'analyse des données (préciser)		33,01			@ 1 042,3 \$/ML =		34 406 \$
22.	PAES3 : Perte apparente – Impacts des politiques/procédures		44,02			@ 1 042,3 \$/ML =		45 882 \$
23.	CNA : Consommation non autorisée	Estimée à	0,25 %	de ED*		41,65	@ 1 042,3 \$/ML =	43 412 \$
23A.	CNA : Consommation non autorisée	Utiliser à la place de la ligne 23 si plus grande que la ligne 23				—		
24.	PEA : Somme des pertes apparentes = PASC1 + PASC2 + PAES1 + PAES2 + PAES3 + CNA		788,14			Total =		838 389 \$
25.	PER : Pertes d'eau réelles = PE – PEA (dans l'approche descendante, les pertes réelles sont comptées comme les pertes restantes une fois que les pertes apparentes ont été soustraites des pertes totales)		2 791,63			@ 50,2/ML =		140 140 \$
26.	Pertes d'eau réelles normalisées : PER par jour		7,65					

\*Eau distribuée

Le tableau suivant présente les indicateurs de performance développés par la méthode IWA-AWWA.

**Tableau 2-2 – Indicateurs de performance IWA-AWWA**

INDICATEURS DE PERFORMANCE DE L'AUDIT					
Catégorie	Description	*Code IWA	Décrit comme :	Calculs	Valeur de l'indicateur
Financier	Financier : eau non facturée en volume	Fi36	Volume de l'eau non facturée en % du volume d'eau entrant dans le système	= (4333,89/16 662,18) % = 26,0 %	26,0 %
	Eau non facturée en coût	Fi37	Valeur de l'eau non facturée en % du coût annuel d'opération du système	= (1 764 009/9 600 000) % = 18,4 %	18,4 %
Opérationnel	Pertes d'eau		ML	= PE	3 579,77
	Pertes d'eau apparentes		ML	= PEA	788,14
	Pertes d'eau réelles		ML	= PER	2 791,63
	Pertes d'eau apparentes normalisées	Op23	[L/branchement de service-jour	= (PEA/Nbr-d) (788,14/12 196/365)	177
	Pertes d'eau réelles normalisées (1)	Op24	[L/branchement de service-d] ou [L par jour par km de conduites principales (si la densité de branchements de service est < 20/km)	Densité de branchement de service = (12 196/402) = 30,3/km Op24 = (2 791 630 000/12 196/365)	627
	Pertes d'eau réelles normalisées (2)		[L/branchement de service/d-m d'eau] ou [L par jour par km de conduites (si la densité de branchements de service est < 20/km)	Densité de branchement de service = 30,3/km  Pertes réelles normalisées (2) = (279 163 0000/12 196/365/46)	13,6
	Pertes d'eau réelles inévitables	PERI	PERI (L/d) = (18,0 Lr + 0,8 Nbr + 25,0 Ltbru) x P où : Lr (en km) = Longueur de conduites + longueur totale des branchements des poteaux d'incendie Nbr = Nombre de branchements de service Ltbru (en km) = (Nbr x Lmbru) / 1000 m Lmbru = Longueur moyenne du branchement de service, côté usager, en m (voir figures 2-9 à 2-11 pour directives) P = Pression moyenne dans le système, m d'eau	Lr = km conduites + total conduites poteaux incendie = 402 + (2 750 x 3,7/1 000) = 412,18 km Ltbru = (12 916 x 5,5)/1 000 = 67,08 km PERI = ((18,0 x 412,18) + (0,8 x 12 196) + (25,0 x 67,08)) = 867 240 L/d = 316,54 ML/an	
Indice de fuites dans les infrastructures (IFI)	Op25	PER/PERI (sans dimension)	= 2 791,63/316,54	8,82	

\* Les descripteurs assignés aux indicateurs de performance sont tirés de la publication de l'International Water Association intitulée *Performance Indicators for Water Supply Services*, 2000.

Voici quelques commentaires au sujet des indicateurs :

- Fi36 et Fi37 : ils traduisent de deux façons le pourcentage d'eau non facturée;
- Op23 : ce sont les pertes apparentes par branchement de service;
- Op24 et le suivant : ce sont les pertes réelles normalisées en tenant compte, soit du nombre de branchements de service ou de la longueur du réseau. À noter que la deuxième formule est retenue lorsque la densité de branchements est faible. Dans la première édition de ce guide, les  $m^3/(d \cdot km)$  étaient utilisés dans toutes les situations;

- Les pertes réelles inévitables (PERI) correspondent aux fuites qu'il n'est pas techniquement possible de détecter. Le calcul tient compte, entre autres, de la pression dans le réseau. Ce concept est très intéressant et mène à utiliser la baisse de la pression pour réduire ces fuites qui autrement ne peuvent être découvertes que lors d'excavations;
- Op25 : l'indice de fuites dans les infrastructures est calculé comme le ratio entre les pertes réelles calculées et les pertes réelles inévitables. C'est le meilleur indicateur utilisé pour suivre l'évolution de la performance d'un réseau;
- On retrouve, dans le Manuel M36, des commentaires sur ces indicateurs et leur utilisation.

Le tableur Excel, produit par le Water Loss Control Committee de l'AWWA et traduit en français par Réseau Environnement, section québécoise de l'AWWA<sup>1</sup>, reprend les mêmes éléments que les figures précédentes et y ajoute :

- Un système d'appréciation de la qualité des données entrées basé sur une cote correspondant à une description de la situation à l'origine de la donnée. L'encadré ci-après présente l'exemple d'appréciation de la qualité des données de consommation mesurée facturée;
- Une note globale pour la qualité du bilan et l'identification des trois sujets prioritaires pour l'améliorer;
- Des propositions concrètes pour améliorer la qualité des données dans les sujets prioritaires;
- Des propositions concrètes pour améliorer la performance du système (réduire les pertes);
- Les exemples de bilan/audit de la Municipalité régionale de Peel (Ontario) et de la Ville de Philadelphie (Pennsylvanie).

**Tableau 2-3 – Cotes de qualité des données; exemple de la consommation mesurée facturée**  
(Source : tableur Excel du Water Loss Control Committee de l'AWWA)

Cote	Conditions à respecter
1	Moins de 50 % des usagers reçoivent une facture établie sur le volume d'eau mesuré par compteur. Le service d'eau est facturé à tarif fixe pour la majorité des usagers.
2	Au moins 50 % des usagers reçoivent une facture établie sur le volume d'eau mesuré par compteur. Le service d'eau est facturé à tarif fixe pour le reste des usagers. Lecture manuelle des compteurs, moins de 50 % de réussite dans la lecture, les lectures manquantes sont estimées. Dossiers limités sur les compteurs, aucun remplacement ni vérification de compteurs. Les données de facturation sont disponibles sur papier, pas d'analyse de ces données.
3	Conditions entre 2 et 4.
4	Au moins 75 % des usagers reçoivent une facture établie sur le volume d'eau mesuré par compteur. Le service d'eau est facturé à tarif fixe pour le reste des usagers. Lecture manuelle des compteurs, plus de 50 % de réussite dans la lecture, les lectures manquantes sont estimées. Les données de consommation amènent des vérifications d'âge de compteurs. Quelques vérifications de précision sont exécutées. Les compteurs des usagers sont remplacés lorsqu'ils arrêtent complètement de fonctionner. Les données de facturation sont informatisées et analysées périodiquement à l'interne.

<sup>1</sup><http://www.awwa.org/resources-tools/water-knowledge/water-loss-control.aspx?ct=e046105f22c33ae628918d3e074a7878ff0cf28127d0b9dfd98ca0c8993d2e210720c69fee1d659fc09b7afa701986f8ddd8a05267ba06a3899d100c1a50b281>

5	Conditions entre 4 et 6.
6	Au moins 90 % des usagers reçoivent une facture établie sur le volume d'eau mesuré par compteur. Le service d'eau est facturé à tarif fixe pour le reste des usagers. La lecture manuelle des compteurs obtient un taux de réussite de plus de 80 %, les lectures manquantes sont estimées. Bons dossiers sur les compteurs des usagers, vérifications de précision limitées, remplacement régulier des compteurs les plus vieux. Les données de facturation sont analysées régulièrement (statistiques globales).
7	Conditions entre 6 et 8.
8	Au moins 97 % des usagers reçoivent une facture établie sur le volume d'eau mesuré par compteur. Au moins 90 % des compteurs sont lus avec succès, ou un minimum de 80 %, s'il y a une planification et un budget prévu pour des essais de relève automatisée (ERA) dans une ou plusieurs zones. Bons dossiers sur les compteurs des usagers. Des vérifications de précision régulières guident le remplacement d'un nombre statistiquement significatif de compteurs chaque année. Les données de facturation sont analysées avec un contrôle régulier des statistiques globales et détaillées ainsi qu'une vérification périodique par une tierce partie.
9	Conditions entre 8 et 10.
10	Au moins 99 % des usagers reçoivent une facture établie sur le volume mesuré par compteur. Au moins 95 % des compteurs sont lus avec succès, ou un minimum de 80 % si des essais de relève automatisée (RAC) sont en cours. Un programme de remplacement d'un nombre statistiquement significatif de compteurs chaque année est en place. Les données de facturation informatisées sont analysées avec un contrôle régulier des statistiques détaillées, incluant une vérification terrain sur un échantillonnage représentatif des comptes. Vérification annuelle par une tierce partie.

## 2.5 LE BILAN POINT PAR POINT

### 2.5.1 S'assurer que les données de l'eau distribuée soient valides

Les débitmètres que l'on rencontre le plus souvent sont : les turbines pour les petits diamètres et les venturis et les électromagnétiques pour les plus gros diamètres.

#### 2.5.1.2 Les méthodes de vérification

##### a) Vocabulaire

La métrologie a développé un vocabulaire très précis qui peut s'avérer complexe pour le non-spécialiste. Nous nous efforcerons donc de le simplifier au maximum.

La *vérification* consiste à comparer la lecture du débitmètre à l'eau distribuée avec celle d'une autre méthode de mesure de débit de référence aux fins d'établir si la différence entre les deux lectures est acceptable (par exemple, si elle est inférieure à 3 %). Notons que la présente section porte essentiellement sur la vérification.

L'*étalonnage* utilise les données d'une méthode de référence soit pour ajuster le débitmètre à l'eau distribuée lui-même soit pour corriger les lectures de ce dernier (courbe d'étalonnage). Les procédures d'étalonnage des instruments servant à la vérification sont abordées dans la section 2.5.1.3.

Il est à noter que le terme de *calibration* est un anglicisme à proscrire au profit du mot « étalonnage ». Il en est de même du terme de *validation* qui, en métrologie, désigne une tout autre activité.

Finalement, nous employons pour l'eau distribuée le terme de débitmètre et nous réservons celui de compteur à la consommation. Nous suivons en cela l'habitude américaine (*flowmeter* vs *meter*). Notons qu'historiquement, la grande majorité des compteurs à la consommation étaient volumétriques et équipés

d'un registre totalisateur alors que les débitmètres, basés sur une mesure de vitesse d'écoulement, se trouvaient surtout dans le réseau de distribution ou au traitement.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) a publié un document de référence sur la vérification des équipements utilisés pour mesurer les débits d'eau prélevés. Il est disponible à l'adresse :

[www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/debit\\_conduit Ouver7.pdf](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/debit_conduit Ouver7.pdf)

#### b) Essais sur site

La méthode volumétrique et la comparaison avec un débitmètre de vérification installé en série se retrouvent dans cette catégorie. Elles sont examinées ci-après.

##### 1- La méthode volumétrique

On compare la mesure du volume d'eau passé dans le débitmètre avec la mesure du même volume d'eau dans la réserve d'eau traitée. L'essai volumétrique peut être réalisé tant sur une vidange que sur un remplissage de réservoir, selon que le débitmètre est situé en amont ou en aval du réservoir.

Les incertitudes et la façon de les réduire :

Pour la surface à considérer, les incertitudes portent sur :

- L'outil de mesure des dimensions de la réserve : la mesure au laser lors d'un entretien permet une précision de l'ordre du millimètre. L'estimation à partir des plans ou de mesures au-dessus de la réserve peut amener des erreurs beaucoup trop importantes (jusqu'à 20 ou 30 cm).

Les autres incertitudes non reliées à la mesure :

- L'omission de la présence de divers obstacles comme piliers, goulottes, chicanes, etc. qui occupent de l'espace dans la réserve. L'estimation de la surface de ces obstacles peut se faire par mesure directe pour les plus gros, et pour les plus petits sur plans ou encore sur un échantillon de piliers;
- L'incertitude due à une géométrie irrégulière des murs. Elle peut être estimée par une mesure sur deux plans horizontaux ou plus.

**Tableau 2-4 – Exemple de variation de la superficie nette selon la hauteur d'eau**  
(Source : usine Sainte-Rose à Laval)

Paliers de hauteur	Superficie (m <sup>2</sup> )
>7,2 m	1 995
7,2 m à 6,4 m	3 875
6,4 m à 4,9 m	3 969
< 4,9 m	4 219

Cette dernière tâche est relativement lourde, mais n'est exécutée qu'une seule fois.

Pour la hauteur d'eau, les incertitudes portent sur :

- L'outil de mesure de la hauteur d'eau

Si le réservoir est équipé d'une mesure en continu, il faut utiliser les lectures de l'appareil en place après l'avoir vérifié ou fait étalonner. Sinon, il faut ajouter un second système de mesure<sup>2</sup>. La mesure à l'aide d'un ruban est à éviter, son utilisation est sujette à trop d'aléas<sup>3</sup>.

- Les autres incertitudes

La localisation de la mesure est à surveiller; il faut éviter la proximité des pompes. Dans les réserves de grandes dimensions, le niveau d'eau au-dessus des pompes peut être significativement plus bas qu'à l'entrée de la réserve.

Pour réduire globalement l'incertitude relative :

- S'assurer d'un marnage minimum d'un mètre;
- S'assurer d'une durée minimum de deux heures, si la variation du niveau d'eau est trop lente pour atteindre le marnage d'un mètre;
- Si aucune des deux conditions n'est respectée, s'assurer que la précision sur la mesure de niveau est suffisante pour que l'incertitude sur le différentiel de niveau ne dépasse pas 1,5 % (voir exemple ci-après);
- Pour le traitement des données, l'essai sera divisé en trois tranches de hauteur ou de temps. On comparera les différences entre chacune des tranches et effectuera la moyenne des trois tranches pour éventuellement détecter des anomalies comme : la présence de trop-plein, une géométrie différente de celle indiquée aux plans, ou d'autres erreurs dans la vérification;
- Augmenter artificiellement le marnage, par exemple en sectionnant la réserve.

Pour le temps de l'essai et sa mesure, les incertitudes portent sur la simultanéité des lectures de hauteur dans la réserve et sur le totalisateur du débitmètre ainsi que sur le relevé de l'heure qui devrait indiquer les secondes. Le système d'acquisition et de contrôle de données règle normalement ces problèmes. Une présence humaine pendant l'essai facilite la démarche.

*Un exemple de calcul :*

Incertitude sur la surface d'après des mesures au laser à  $\pm 2$  mm. Pour une réserve de 10 m sur 30 m : incertitude sur la surface =  $2 \text{ mm}/10\,000 \text{ mm} + 2 \text{ mm}/30\,000 \text{ mm}$  soit 0,03 %

Incertitude sur la géométrie de la réserve  $\pm 10$  cm incertitude =  $10 \text{ cm}/1000 \text{ cm} + 10 \text{ cm}/3\,000 \text{ cm}$  soit 1,3 %

Mesure de la hauteur d'eau à  $\pm 5$  mm sur un marnage de 75 cm : incertitude =  $5 \text{ mm}/750 \text{ mm}$  fois 2 mesures soit 1,3 %

Incertitude sur le temps :  $\pm 10$  secondes sur 30 minutes; incertitude :  $10 \text{ s}/1\,800 \text{ s}$  soit 1,1 %

Incertitude totale : 3,73 %

À noter que les deux dernières incertitudes peuvent être réduites plus facilement que les deux premières.

<sup>2</sup> Par exemple : une sonde piézométrique immergée, un système ultrason au-dessus de la surface; leur erreur peut descendre jusqu'au millimètre.

<sup>3</sup> Elle peut être intéressante pour confirmer les résultats d'une autre méthode.

Autres considérations :

- Il est important de s'assurer de l'étanchéité des vannes de sortie des filtres et d'isolement des sections de la réserve;
- Lorsque la réserve alimente le réseau par plus d'une conduite, il devient difficile d'appliquer la méthode si on ne peut opérer sur qu'une seule conduite à la fois. En attendant de corriger ce problème, on peut temporairement faire une vérification globale en comparant avec le total des volumes comptés aux différents débitmètres;
- Les moyens utilisés pour la vérification par cette méthode (calcul de la surface, mesure de la hauteur d'eau) sont également requis pour estimer les variations de volume d'eau stockée dans un réservoir en réseau. Cette information est requise dans le calcul du débit de nuit à l'eau distribuée.

## 2- Méthode avec débitmètre magnétique à insertion

Une sonde est insérée dans la conduite et mesure la vitesse de l'écoulement selon la loi de Faraday avec intégration sur la section. Cette mesure est par la suite utilisée pour calculer le débit en tenant compte du profil de vitesse et de l'aire de la section de la conduite.

**Figure 2-1 – Exemple d'installation en mesure temporaire sur le réseau**



Ces débitmètres peuvent être installés sur des conduites de diamètres allant de 80 mm à plus de 2000 mm via un collier de prise en charge équipé d'un robinet (1 ou 2 pouces NPT). Cette installation peut être réalisée alors que la conduite est sous pression et la perte de charge est marginale.

**Tableau 2-5 – Un exemple de caractéristiques**

Gamme de mesure de 0,02 m/s à 5 m/s			
Incertitude : 2 % de la valeur lue avec un maximum de 2 mm/s			
Conditions d'installation : nombre de diamètres sans perturbation en aval : 5; en aval et selon le tableau ci-dessous en amont :			
Perturbation	nb Ø	Perturbation	nb Ø
Coude ou branchement à 90°	25	Vanne guillotine ouverte	15
Cône convergent (18 à 36°)	10	Vanne papillon ouverte	25
Cône divergent (14 à 28°)	25		

Un étalonnage annuel de la sonde est généralement demandé (voir 2.5.1.3).

De façon optimale, le capteur est positionné au centre de la conduite et mesure alors la vitesse maximum dans la conduite que l'on corrige par la suite pour obtenir la vitesse moyenne et le débit. Lorsque la vitesse dépasse le maximum spécifié (5 m/s dans notre exemple<sup>4</sup>) ou si le site ne permet pas d'enfoncer la sonde jusqu'au centre de la conduite, un positionnement du capteur au 1/8 du diamètre est possible. C'est théoriquement le point où la vitesse correspond à la moyenne sur toute la section. Cependant, la mesure est alors plus sensible aux erreurs de positionnement de la sonde que pour un positionnement au centre de la conduite. Nous ne la recommandons pas pour cette application

Pour s'assurer d'obtenir la précision nominale prévue par le fabricant, il est recommandé d'établir un profil de vitesse en mesurant la vitesse en différents points de la section. On surveillera la stabilité de la vitesse en particulier en présence d'une vanne de régulation de pression. La méthode permet aussi une mesure directe du diamètre intérieur de la conduite au point d'insertion grâce à une jauge.

Les sources d'incertitudes comprennent :

- La mesure de la vitesse par la sonde elle-même : c'est l'incertitude indiquée par le fabricant;
- L'estimation de la vitesse moyenne à partir de la vitesse au centre de la conduite. On peut la réduire en établissant un profil de vitesse dans la section;
- L'estimation de l'aire de la section à partir de la mesure à la jauge;
- Sauf exception, les fabricants ne donnent aucune indication sur l'erreur introduite par le non-respect des conditions d'installation amont-aval.

<sup>4</sup> Dans certains cas, cette valeur s'applique à des conduites jusqu'à un diamètre de 300 mm, puis décroît jusqu'à 1 m/s pour une conduite de diamètre de 1000 mm. Ceci peut constituer un obstacle important à l'application de la méthode.

**Tableau 2-6 – Un exemple de calcul**

Conduite de 300 mm

Incertitude due à la sonde : 2 % de la lecture selon le fournisseur

Incertitude due à l'estimation de la vitesse moyenne à partir de la mesure au centre de la conduite avec profil de vitesse : estimée à 1 % du débit lu

Incertitude de 2 mm (2 lectures fois 1 mm) sur la mesure du diamètre intérieur selon la lecture de la jauge = incertitude sur la surface  $2 \text{ mm}/300 \text{ mm}$  soit 0,7 %

Incertitude totale :  $2 + 1 + 0,7 = 3,7 \%$  de la lecture de débit

### 3- Méthode avec débitmètre à ultrasons et temps de transit (*clamp on*<sup>5</sup>)

Deux capteurs, également appelés transducteurs, sont placés en contact avec la conduite à l'extérieur de cette dernière. Ils agissent à la fois comme émetteur et comme récepteur et ceci, de façon alternative. Aucune intrusion ni perte de charge. Ce type de débitmètre demeure le plus facile à installer.

**Figure 2-2 – Débitmètre à ultrasons**

Le signal émis par le capteur en amont sera plus rapide que celui émis par le capteur en aval du fait de la direction d'écoulement de l'eau. Le décalage de temps entre les deux signaux est proportionnel à la vitesse. Les transducteurs sont placés à 3 h sur une conduite horizontale. C'est la meilleure solution pour éviter des problèmes d'air ou de dépôts.

Les constructeurs de débitmètres à temps de transit proposent plusieurs jeux de capteurs permettant des installations sur des canalisations allant jusqu'à plus de 2 000 mm. Les gammes de mesures vont couramment jusqu'à 10 m/s. Par contre, les valeurs minimums sont à surveiller, car elles varient selon les manufacturiers. L'incertitude annoncée est de 2 % de la lecture.

Contraintes d'installation :

Pour un coude, un minimum de 10 à 15 diamètres en amont et 3 à 5 diamètres en aval doivent être respectés. Pour d'autres perturbations (une vanne par exemple) les distances peuvent être supérieures.

<sup>5</sup> Le terme anglais est couramment utilisé. Par opposition au débitmètre en ligne.

Deux types de conduites rendent la prise de mesure compliquée, voire impossible : celles avec revêtement externe de béton et celles en amiante-ciment. L'incertitude peut également augmenter en fonction de conditions comme :

- Les conduites en fonte grise présentent des dépôts de rouille externes et des concrétions internes. De façon générale, il est préférable de nettoyer la surface extérieure jusqu'au métal;
- La présence de revêtements intérieurs rend parfois la mesure instable;
- Air dans la conduite;
- Positionnement imprécis des transducteurs.

L'incertitude sur le diamètre intérieur doit également être ajoutée. Dans ce cas, on ne peut utiliser de jauge intérieure; il existe cependant des jauges ultrasoniques.

L'incertitude globale est plus difficile à estimer que dans les autres cas à cause des facteurs liés à l'installation; les fournisseurs peuvent aider<sup>6</sup> en fournissant l'information requise.

Une attention particulière doit être apportée à la qualité du signal affichée par les débitmètres. Cette qualité du signal est exprimée en pourcentage de 0 à 100 % (100 étant l'optimum) et représente le rapport réception/émission de chaque transducteur du débitmètre. Les manufacturiers recommandent généralement que cette valeur soit stable et en permanence supérieure à 60 %.

#### 4- Et le système d'acquisition et de contrôle de données?

Lorsque les équipements de mesure sont intégrés dans un système d'acquisition et de contrôle des données, la procédure d'étalonnage nécessite généralement des vérifications et d'éventuels ajustements en ce qui a trait à ce système.

Selon les cas, celui-ci peut être constitué d'un simple contrôleur local (enregistreur, automate, etc.), ou d'un ensemble plus complexe comportant plusieurs contrôleurs en liaison avec un équipement central informatique de traitement et supervision (logiciel du système d'acquisition et de contrôle de données ou logiciel spécialisé). Les fonctions mises en œuvre pouvant aller du simple enregistrement à des fins de suivi et d'analyse, jusqu'à la conduite automatisée des installations de production et de distribution.

Selon les technologies mises en œuvre, particulièrement le degré d'autonomie des contrôleurs locaux, les interventions de vérification seront à faire du point de vue des contrôleurs, sur le système central, ou aux deux niveaux.

#### *Conversion/mise à l'échelle des signaux de mesure*

Les paramètres de conversion des signaux bruts disponibles en sortie des compteurs ou débitmètres (impulsions, courant, tension, signal numérique, etc.) en données physiques exploitables ( $m^3/h$ ,  $m^3$ , etc.), devront être vérifiés et éventuellement corrigés à la suite d'un étalonnage des équipements de mesure.

#### *Intégrité des données*

Il est recommandé de profiter de l'intervention sur les équipements de mesure pour s'assurer de l'intégrité des données tout au long de la chaîne d'acquisition, en comparant :

- Les valeurs affichées ou directement lues en sortie des compteurs/débitmètres;
- Les valeurs acquises, traitées et enregistrées par les contrôleurs locaux;
- Les valeurs acquises, traitées et enregistrées par le système central.

---

<sup>6</sup> Un fournisseur indique par exemple une incertitude de 1,5 % à 2,5 % selon l'installation.

### *Traitement des données*

Le système central peut être programmé pour calculer, afficher et archiver non pas l'ensemble des valeurs reçues, mais une combinaison de celles-ci. La moyenne établie sur une période donnée, par exemple. On s'assurera de la qualité de l'information ainsi modifiée.

#### 5 - Les conditions des essais

Le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT) spécifie que des essais doivent être faits à faible, moyen et fort débits. Typiquement, on aura trois essais : un la nuit<sup>7</sup>, un autre lors de la pointe du matin ou du soir et le troisième dans le courant de la journée. Les conditions de réalisation des essais pour la méthode volumétriques ont été abordées plus haut.

Dans la méthode de comparaison avec un autre débitmètre, chaque essai dure une heure sinon au moins trente minutes. On utilise de préférence les données obtenues directement sur le débitmètre en place et non sur le système d'acquisition et de contrôle de données, sauf si celui-ci a été vérifié auparavant. Comme pour la méthode volumétrique, on peut scinder l'essai en trois tranches de vingt minutes et comparer les résultats de chacune des tranches avec la moyenne.

À noter que l'essai à faible débit revêt un intérêt particulier, car il est possible que le débitmètre en place ait une moins bonne précision à faible débit et que ce débit joue un rôle important dans l'estimation des pertes. Pour cette même raison, la précision à basse vitesse du débitmètre de vérification est importante.

Lorsque possible, vérifier les lectures à débit nul.

#### 6 – Précision de la vérification contre précision du débitmètre

En métrologie, il est d'usage que les méthodes de vérification aient une précision plusieurs fois supérieure à celle du débitmètre à vérifier. Dans notre cas, avec des précisions de vérification de 3 à 5 % et des appareils de mesure réclamant une précision en laboratoire de 0,25 % (appareil de type magnétique) à 2 % (appareil de type venturi) comment tirer des conclusions et lesquelles?

- En comparant la somme des incertitudes du débitmètre en place et de la vérification avec la différence des deux séries de mesures. Dans notre cas, le maximum ne doit pas dépasser 5 % et, si possible, 3 %;
- Si la différence entre les mesures du débitmètre en place et de la vérification est inférieure à la somme des deux incertitudes, la différence est considérée comme acceptable. On conserve alors les résultats du débitmètre en place;
- Dans le cas contraire, c'est un diagnostic de problème qui peut provenir de la vérification elle-même ou du débitmètre en place ou encore des deux. Le Volume 1 donne une bonne description de la procédure à suivre;
- On notera que les conditions d'installation définies par le manufacturier peuvent demander une attention particulière lorsque, par exemple, pour un débitmètre magnétique, elles s'éloignent des valeurs classiques (comme 5 diamètres en amont et 2 ou 3 diamètres en aval) en se rapportant à des essais selon la norme de l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML). En effet, cette dernière peut définir, pour un débitmètre donné, des valeurs de bas débits d'essais si élevées que l'on peut se retrouver avec des erreurs de 2 ou 5 % dans la gamme des débits où le débitmètre est utilisé. À l'extrême, le débitmètre pourrait même être utilisé à un débit où il n'y a plus d'erreur minimum normée. Il faut alors s'assurer de bien comprendre le certificat de conformité à la norme OIML.

---

<sup>7</sup> Typiquement entre 2 h et 4 h du matin.

c) Essais en laboratoire

Le débitmètre est démonté et vérifié sur un banc d'essai par comparaison avec une méthode normalisée et des équipements qui peuvent être certifiés. Bien que théoriquement plus précise, cette méthode présente plusieurs inconvénients :

- Les conditions d'écoulement lors de l'essai sur le banc sont meilleures que celles présentes sur site. La situation s'aggrave lorsque les conditions d'installation sur site ne respectent pas celles du fabricant;
- Nécessité d'enlever le débitmètre ce qui requiert soit un by-pass, soit l'arrêt de l'écoulement. De plus, on doit disposer d'une unité de remplacement;
- Souvent la méthode la plus coûteuse.

Cette solution pourrait cependant devenir intéressante lorsque :

- L'application des autres méthodes présente des difficultés majeures ou des coûts prohibitifs;
- Des solutions permettent d'éviter les inconvénients mentionnés ci-haut;
- La vérification peut s'accompagner d'un étalonnage.

d) La vérification électronique sur site pour les débitmètres magnétiques (type tube)

La plupart des fabricants de débitmètres magnétiques (type tube) offrent le service de vérification ou un équipement maison permettant une vérification électronique sur site<sup>8</sup>. L'équipe de projet a effectué plusieurs démarches pour obtenir de l'information sur le contenu de cette vérification ainsi que sur le positionnement des organismes de normalisation à ce sujet. Voici quelques-uns des éléments obtenus :

- L'objectif : s'assurer que le débitmètre a les mêmes propriétés que lors de son étalonnage en usine;
- Le contenu de cette vérification. Il peut comprendre, par exemple, la vérification des points suivants :
  - Les paramètres d'étalonnage initiaux;
  - Les propriétés magnétiques de la bobine de l'instrument;
  - Le zéro;
  - Le gain;
  - La linéarité du transmetteur;
  - Les sorties analogiques ou numériques;
- Les organismes de normalisation ISO et AWWA n'ont pas finalisé leur prise de position;
- Toutes les parties, incluant les fabricants, reconnaissent que cette vérification ne tient pas compte, par exemple, de conditions particulières d'écoulement ou d'accumulations à la surface intérieure du tube;
- La question de non-traçabilité de l'équipement de vérification électronique est également soulevée;

---

<sup>8</sup> Le vocabulaire peut changer d'un fabricant à l'autre, certains parlent d'un étalonnage.

- Certaines organisations refusent à la vérification électronique un rôle de vérification au même titre que les méthodes comparant des débits. D'autres organisations l'acceptent;
- Au minimum, le rôle de complément à la vérification est accepté. Dans les cas où un étalonnage périodique est requis, la vérification électronique pourrait être utilisée pour réduire la fréquence d'étalonnage.

D'ici à ce que les organismes de normalisation finalisent leur processus, nous recommandons de continuer à utiliser les quatre méthodes déjà décrites qui permettent réellement une comparaison entre deux mesures de débit.

#### e) Choisir la méthode de vérification

Le choix est basé sur trois critères : les conditions locales, la précision et les coûts. Le Volume 1 présente l'essentiel de la démarche. On peut ajouter les éléments suivants :

- Pour pouvoir compter sur un bilan fiable, on doit viser une incertitude de l'ordre de 3 %. Au global, la méthode volumétrique, lorsqu'elle est applicable, ressort comme la meilleure solution parce qu'on maîtrise mieux les paramètres qui influencent sa précision. Elle réclame une courbe volume/hauteur précise, mais son application annuelle est simple. Les débitmètres à insertion magnétique et à ultrasons représentent un second choix. Le débitmètre à insertion pourrait, par ailleurs, présenter l'avantage de pouvoir vérifier le profil de vitesse et de donner accès à l'intérieur de la conduite. Sa limite de vitesse maximum peut être une contrainte. On notera que si les conditions d'installation d'un débitmètre de vérification posent problème, il peut être intéressant d'investir dans un nouveau point de mesure de vérification. Les concepteurs devraient d'ailleurs y penser à l'instar des meilleures pratiques états-unien<sup>9</sup>.
- Le recours à une vérification du débitmètre à l'eau distribuée dans un laboratoire spécialisé fait partie des solutions techniquement possibles, mais le coût est généralement élevé et son application est limitée aux cas où les conditions d'installation sur site respectent intégralement les spécifications les plus contraignantes du manufacturier;
- La plupart des usines de traitement sont équipées d'un débitmètre à l'eau brute. Une comparaison entre les volumes d'eau prélevée et distribuée est possible en tenant compte surtout de l'eau de lavage des filtres renvoyée à l'égout. Certaines usines disposent également de débitmètres à la sortie de chacun des filtres. Là aussi, il y a possibilité de comparaison entre les lectures à l'eau distribuée et à l'eau filtrée. Notons, par ailleurs, que les débitmètres aux filtres peuvent eux-mêmes être vérifiés en place par la méthode volumétrique. Ces outils visent à compléter la vérification annuelle et non à la remplacer. Ils peuvent ainsi permettre d'identifier une problématique entre deux vérifications annuelles.

#### 2.5.1.3 Étalonnage annuel des instruments utilisés pour la vérification

Dans le cadre de la vérification des débitmètres en place, les instruments de mesure utilisés doivent être étalonnés annuellement selon des procédures et conditions précises discutées ci-après.

Dans le cadre d'une vérification sur site de type comparaison à un débitmètre de *référence* ou *étalon secondaire*, c'est cet instrument qui doit être étalonné. Sa précision après étalonnage doit être aussi bonne que celle indiquée à l'origine par le manufacturier.

Lorsque la méthode volumétrique est appliquée<sup>10</sup>, c'est l'ensemble des instruments de mesure impliqués qui doit être étalonné, soit l'instrument dont les mesures servent au calcul de la surface de la réserve et celui qui sert à mesurer la hauteur d'eau.

<sup>9</sup> THORNTON, Julian, Reinhard STURM et George KUNKEL, *Water Loss Control*, 2<sup>e</sup> édition, McGraw-Hill Professional, 2008.

<sup>10</sup> On parle alors d'une méthode de référence.

Dans tous les cas, la précision de l'instrument, après étalonnage, doit être aussi bonne que celle indiquée à l'origine par le fabricant.

a) Débitmètres de référence (ou étalons secondaires) :

L'utilisation d'un débitmètre de référence pour effectuer la vérification sur site d'un débitmètre en place ne peut s'appliquer que si celui-ci est installé dans le respect des prescriptions du fabricant et qu'il a été étalonné dans les douze derniers mois, selon des procédures reconnues.

Une caractéristique importante de la procédure d'étalonnage est d'assurer sa *traçabilité*, c'est-à-dire de retrouver la trace de ses liens avec un ou des étalons primaires nationaux ou internationaux. Les débitmètres de référence seront ainsi étalonnés sur des bancs d'essai dont on peut relier la précision à des étalons de longueur et de masse. L'utilisation du banc introduit également une incertitude. L'étalonnage aura ainsi une incertitude globale.

Voici, selon le laboratoire d'étalonnage Polycontrols, ce qu'est la norme ISO/IEC 17025 :

*ISO/IEC 17025 est une norme internationale pour évaluer la compétence des laboratoires d'étalonnage. Elle comprend les parties de la norme ISO 9001 relative à l'organisation et la gestion. Elle englobe l'ensemble du système d'étalonnage et elle fixe les paramètres relatifs :*

- *Aux équipements des laboratoires d'étalonnage;*
- *Aux systèmes administratifs et processus d'opération;*
- *À la compétence et ainsi qu'à la formation du personnel;*
- *À la documentation appuyant la traçabilité au système international (SI);*
- *À l'incertitude de mesure totale de l'ensemble des laboratoires d'étalonnage.*

*L'accréditation ISO/IEC 17025 comprend une évaluation par une tierce partie pour s'assurer que toutes les exigences stipulées dans la norme sont respectées et des inspections périodiques sont effectuées pour déterminer si les exigences de la norme sont respectées<sup>11</sup>.*

Suivant les recherches effectuées, il apparaît que cette norme est considérée comme la référence en la matière. Le banc d'essai utilisé par le laboratoire pour étalonner les étalons secondaires doit ainsi faire partie de l'accréditation ISO 17025 du laboratoire. En alternative, et au minimum, le banc d'essai doit faire l'objet d'un avis de conformité à la norme 17025. Cet avis est émis par le vérificateur d'une firme accréditée ISO 17025, après évaluation du banc et des procédures d'utilisation.

Dans tous les cas, un seuil global d'incertitude d'étalonnage est établi. Le certificat d'étalonnage présente les résultats et confirme que, compte tenu du seuil d'erreur, la précision du débitmètre étalonné respecte l'intervalle défini à l'origine par le fabricant.

Ces conditions s'appliquent à tout laboratoire, que ce soit celui du fabricant ou un laboratoire indépendant.

Autres éléments :

- Le débitmètre de référence doit être étalonné dans une gamme de vitesse représentative de celles pour lesquelles il sera utilisé;
- L'étalonnage comprendra 5 points dont 3 pour des vitesses inférieures à 1 m/s;

---

<sup>11</sup> [www.polycontrols.com/etalonnage-de-debitmetre-ISO-IEC-17025](http://www.polycontrols.com/etalonnage-de-debitmetre-ISO-IEC-17025)

- L'exactitude nominale du banc doit, de préférence, être au moins trois fois supérieure à celle du débitmètre à étalonner<sup>12</sup>.
- b) Autres instruments de mesure :

La méthode de vérification volumétrique requiert un instrument de mesure de hauteur d'eau et un instrument pour la mesure des dimensions de la réserve. Ils doivent être étalonnés annuellement selon, les mêmes exigences ISO 17025 que les débitmètres de référence, si celles-ci sont applicables.

Les instruments de mesure de hauteur d'eau suivants sont souvent utilisés<sup>13</sup> :

- Sonde immergée piézorésistive;
- Sonde à ultrasons aérienne;
- Sonde à ultrasons immergée.

De façon générale, les fournisseurs de ces équipements devraient être en mesure de procéder à cet étalonnage et de délivrer un certificat récapitulant les conditions d'essais ainsi que l'erreur de mesure de chacun des tests.

#### 2.5.1.4 Enregistrement des données à l'eau distribuée.

Le débit de nuit à l'eau distribuée est un indicateur important qui peut être utilisé de deux façons :

- Dans le cadre du suivi quotidien pour identifier rapidement une hausse qui pourrait être reliée à une nouvelle fuite ou toute nouvelle demande en eau questionnable;
- En valeur absolue comme indicateur du niveau de fuites par rapport à une référence.

Lorsque le réseau de distribution comporte un réservoir, le mode d'opération le plus fréquent est un remplissage nocturne. Pour calculer le débit de nuit à l'eau distribuée, on doit ainsi corriger les données à l'entrée du réseau pour tenir compte des variations de volume dans le réservoir. Comme mentionné plus haut, le suivi de ces variations de volume demande les mêmes précautions que pour la vérification volumétrique du débitmètre à l'entrée du réseau : mesures précises de la géométrie du réservoir et suivi du niveau d'eau. Cette précaution est d'autant plus importante que le débit requis pour remplir le réservoir en réseau peut représenter une importante partie du débit qui entre dans le réseau. Ceci nécessite au minimum une vérification du système de mesure de niveau et éventuellement son remplacement<sup>14</sup>.

La section examine quelques possibilités de technologies permettant de satisfaire les différents besoins de mesure, d'enregistrement et de traitement de données qui serviront à respecter les exigences minimales de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable (SQEEP) en matière d'eau distribuée. Cette section s'intéresse particulièrement aux mesures devant être effectuées à un réservoir d'eau. Elle s'adresse principalement aux **plus petites municipalités ne disposant pas de SCADA**<sup>15</sup>.

#### Quelques rappels

De façon générale le *volume d'eau distribuée pendant une période donnée* tient compte de l'eau à la production (à l'entrée du réseau à partir des installations de traitement de la municipalité), de celle

<sup>12</sup> D'après, entre autres, la norme ISO 9104, relative aux méthodes d'évaluation de la performance des débitmètres électromagnétiques.

<sup>13</sup> Les instruments de type ruban à mesurer ne sont pas acceptés du fait de la trop forte probabilité d'erreur qu'ils représentent.

<sup>14</sup> Il est notamment de bonne pratique d'avoir également un détecteur au trop-plein.

<sup>15</sup> SCADA : acronyme de Supervisory Control and Data Acquisition. En français selon l'Office québécois de la langue française : système de télésurveillance et d'acquisition de données. En pratique, il faudrait ajouter le volet « contrôle » (commande).

achetée<sup>16</sup> ou vendue<sup>17</sup> à une municipalité voisine et *des corrections à faire pour tenir compte des variations de niveaux dans un*<sup>18</sup> *réservoir municipal situé en aval du traitement (aussi appelé réservoir en réseau).*

Lorsqu'on considère le volume d'eau distribuée total sur une base annuelle, les corrections pour tenir compte des variations de niveaux du réservoir en réseau sont généralement négligeables. Par contre, lorsque l'on veut connaître les débits minimums d'eau distribuée sur une base horaire, par exemple, il est important d'effectuer ces corrections, puisque, la municipalité pourrait profiter de la nuit pour remplir le réservoir en réseau ou, au contraire, cesser de produire de l'eau et alimenter ses usagers à partir dudit réservoir.

### **Les exigences de la SQEEP en matière de mesure et d'enregistrement**

Dans le cadre de la SQEEP, le MAMROT exige l'installation des débitmètres nécessaires pour calculer la quantité d'eau distribuée. Ces débitmètres se retrouvent typiquement aux installations de production d'eau potable et aux endroits où il y a importation et exportation d'eau entre municipalités. De plus, les débitmètres et les sondes de niveau des réservoirs nécessaires au calcul de la quantité d'eau distribuée doivent être équipés d'enregistreur de données afin de connaître, en plus du total des volumes mesurés, les lectures instantanées de débits sur une base horaire au minimum.

De cette façon, les municipalités pourront, entre autres, calculer les débits minimums (le plus souvent nocturnes) correspondant uniquement à la consommation des usagers et aux fuites.

### **Les corrections pour un réservoir en réseau**

La correction du volume horaire d'eau produite consiste à retrancher ou à ajouter le volume net emmagasiné dans le réservoir ou soutiré du réservoir pendant ladite heure. Par exemple, si la Ville a rempli son réservoir entre 2 h et 4 h, on doit réduire le volume d'eau produite pendant ces deux heures du volume emmagasiné à la même période pour obtenir le volume d'eau distribuée.

### **Configurations des réservoirs d'eau et équipements de mesure**

Un survol d'une dizaine de cas de petites municipalités<sup>19</sup> a fait ressortir la diversité des situations en matière de réservoir en réseau tant pour la configuration que pour les équipements de mesure déjà en place.

- Les configurations

On peut les regrouper en deux grandes catégories :

- Le réservoir est relié au réseau par une seule conduite. Les usagers sont raccordés directement ou indirectement à la conduite. Selon les conditions, la conduite alimente le réservoir ou, à l'inverse, le réservoir alimente la conduite;
- Le réservoir est alimenté par une conduite sur laquelle il y a ou non des usagers et le réservoir alimente une ou plusieurs autres conduites qui assurent le service aux usagers.

- Les équipements de mesure en place ou ceux à installer aux fins de correction du débit à l'eau distribuée

On regroupe les cas selon les catégories précédentes.

- Configuration à une seule conduite

---

<sup>16</sup> Eau dite importée selon la SQEEP.

<sup>17</sup> Eau dite exportée selon la SQEEP.

<sup>18</sup> Le singulier est employé pour couvrir des cas où il y a plusieurs réservoirs.

<sup>19</sup> Communication personnelle de Didier Thévenard, Aquatech.

- Équipement en place :

La situation la plus courante dans les petites municipalités : pas de débitmètre sur la conduite à proximité du réservoir<sup>20</sup> et pas de mesure de niveau de l'eau dans le réservoir. Présence de flottes transmettant à la production un signal de haut et de bas niveaux, soit en alarme soit pour démarrer ou arrêter le pompage.

- Équipement à installer :

Sonde de mesure de niveau ou débitmètre à l'entrée du réservoir. Le débitmètre doit être capable de mesurer le débit dans les deux directions.

- Configuration à plusieurs conduites

- Équipement en place :

On retrouve des situations sans aucune mesure, avec un ou plusieurs débitmètres. Un seul cas de mesure de niveau. Les flottes mentionnées précédemment sont également présentes.

- Équipement à installer :

Sonde de mesure de niveau ou débitmètre (s) pour que toutes les conduites soient équipées.

### **Grandes lignes des solutions relatives à la mesure**

- Solution de type sonde de mesure de niveau d'eau dans le réservoir

La correction à effectuer au volume horaire d'eau distribuée demande une lecture du niveau d'eau au début et à la fin de l'heure. Il faut également connaître la géométrie du réservoir. Cette dernière peut être simple, par exemple dans le cas d'une base rectangulaire et de murs verticaux sur toute la hauteur ou, plus complexe, par exemple si la partie supérieure du réservoir présente une section plus petite que la base. Dans cet exemple, un marnage de 10 cm dans la partie supérieure correspondra à un volume d'eau inférieur à un marnage de 10 cm à la base du réservoir.

De façon générale, la vérification des réservoirs se fait en deux étapes. La première est de mesurer la surface avec un outil de précision de type laser. La seconde consiste à vérifier (annuellement) la précision de l'instrument de mesure de la hauteur d'eau (sonde de niveau en place par exemple) sur trois longueurs représentatives (petite, moyenne et grande) avec un second instrument de mesure de la hauteur d'eau étalonné (télémètre laser de référence par exemple). L'étalonnage de l'instrument de référence est possible en mesurant trois longueurs représentatives connues et stables de la gamme dans laquelle l'instrument est utilisé.

Avantages :

- Dans la plupart des cas, la mesure de hauteur peut être faite par une seule sonde à ultrasons placée au-dessus de la surface de l'eau. Elle est facile à installer, à entretenir et à vérifier;
- La sonde peut servir de redondance aux flottes de hauts et bas niveaux;
- Cette solution ne requiert qu'une seule lecture par heure.

Inconvénients :

- Le relevé des dimensions du réservoir peut s'avérer complexe si la géométrie l'est. Ce travail n'est, par contre, requis qu'une seule fois;

---

<sup>20</sup> Le seul débitmètre est à la production.

- Il est nécessaire de programmer la relation volume = f (hauteur) dans le logiciel de traitement de données.

- Solution débitmètre (s)

La correction à effectuer demande de faire le bilan des volumes entrés et sortis du réservoir pendant l'heure à partir de laquelle les débitmètres ont été installés sur toutes les conduites.

Avantages :

- Les débits entrants et sortants du réservoir constituent une information supplémentaire au volume net emmagasiné pendant l'heure. Dans la configuration à une seule conduite, l'avantage est marginal. Dans la configuration à deux conduites et plus, on peut, par exemple, séparer la demande du secteur desservi par la conduite entrante de la demande du secteur desservi par la ou les conduites sortantes;
- Le traitement des données est plus facile.

Inconvénients :

- L'installation de débitmètres sur les conduites entrantes et sortantes est généralement plus difficile et coûteuse que celle d'une sonde de mesure de hauteur;
- La vérification des débitmètres est plus difficile que celle d'une sonde de niveau;
- Le risque de mauvais fonctionnement augmente avec le nombre de débitmètres requis.

### **Emmagasinage et traitement de l'information**

#### Volume de données et fréquence de relève

Les informations proviennent du débitmètre à la production, de ceux à l'eau importée ou exportée et du ou des réservoirs en réseau : débitmètres ou sondes de mesure de niveau. Pour la dizaine de petites municipalités examinées, le nombre total d'équipements de mesure en place ou requis varie de 1<sup>21</sup> à 10<sup>22</sup>.

Sur ces équipements, les exigences minimales de la SQEEP spécifient l'installation d'enregistreurs locaux. Le traitement minimum de données requis pour remplir la section bilan sommaire du formulaire comprend :

- Le volume total annuel servant à calculer le volume journalier moyen annuel;
- Les volumes journaliers servant à choisir les jours où les volumes journaliers sont les plus bas aux fins d'accéder aux données de débit minimum;
- Les données de débit et de volume d'emmagasinage relatives au débit minimum pour la journée retenue.

Les données sont toutes rapportées par période d'une heure. On aura donc pour chaque jour :

- 24 valeurs horaires de débit pour les débitmètres;
- 24 valeurs ponctuelles de hauteur pour les sondes aux heures synchronisées avec celles des débitmètres.

---

<sup>21</sup>Un seul cas de réseau sans réservoir ni exportation.

<sup>22</sup>Les nombres les plus élevés se retrouvent surtout dans les cas d'exportations multiples ainsi que dans un cas de multiples puits.

Théoriquement, une municipalité pourrait emmagasiner les données pendant douze mois et les traiter seulement à la fin de l'année pour remplir le formulaire SQEEP. En pratique, les enregistreurs locaux disposent d'une capacité limitée (quarante jours de valeurs horaires, par exemple dans un des cas). Par ailleurs, il serait aberrant de ne pas accéder périodiquement aux données de débit de nuit qui peuvent, par exemple, permettre d'identifier l'apparition d'une nouvelle fuite ou d'une consommation anormale. Pour ces raisons, nous retiendrons plutôt une relève au moins mensuelle, sinon hebdomadaire des données.

### ***Grandes lignes des solutions relatives à l'emmagasinage et à la transmission de l'information***

Nous examinerons plusieurs types de solutions hors SCADA comme :

- L'enregistrement local avec transfert local de l'information;
- L'enregistrement local avec transfert par téléphone cellulaire vers le point central et le traitement;
- L'enregistrement local avec transfert à courte distance (type drive-by) sur un calepin ou un ordinateur portable pour le traitement.

Le choix entre les différentes solutions dépend de plusieurs facteurs dont :

- Le nombre et l'éloignement des points de mesure;
- Les équipements et les services (électricité, téléphone, télémétrie, accès Internet, etc.) déjà disponibles à ces points;
- La fréquence de relève et de traitement de l'information visée;
- La capacité de l'opérateur;
- Les coûts initiaux incluant le matériel, l'installation, la formation du personnel et les coûts récurrents (contrat de service de transmission de données).

On notera que, si les sorties pulsées des sources de données sont prises en charge par tous les systèmes disponibles, il n'en est pas de même des sorties analogiques (4 à 20 mA d'une sonde de niveau, par exemple) et que, pour les compteurs mécaniques à simple registre, il est habituellement requis d'installer un transmetteur.

### ***Enregistrement avec transfert local vers un ordinateur portable***

Plusieurs enregistreurs sur le marché ont été conçus pour le monitoring temporaire ou permanent des réseaux de distribution d'eau ou des réseaux d'égouts et, selon les modèles, ces enregistreurs peuvent recevoir les signaux pulsés ou analogiques en provenance de compteurs, de débitmètres et de sondes de niveau (pression ou à ultrasons). Ils peuvent enregistrer sur une voie (unidirectionnel simple) ou deux voies (bidirectionnel, permettant également le comptage unidirectionnel de deux débitmètres) à des pas de temps allant d'une seconde à une heure pendant des durées dépassant un mois. Leurs piles leur donnent une autonomie de l'ordre de cinq ans.

La relève est effectuée sur place en branchant un câble entre l'enregistreur et l'ordinateur portable de l'opérateur. Un logiciel vendu avec l'enregistreur aura préalablement été installé sur l'ordinateur. Ce logiciel permet aussi un premier niveau de traitement des données de l'enregistreur. Cependant, le traitement final impliquant des calculs à partir de plusieurs enregistreurs pour faire, par exemple, la correction pour les volumes emmagasinés dans les réservoirs, devra être fait à l'aide d'Excel par l'opérateur sur son ordinateur portable.

Les coûts d'achat sont de l'ordre de 800 \$ à 1 300 \$ par site de mesure plus environ 500 \$ pour le câble et le logiciel. Il faut également prévoir du temps pour l'opérateur ou un budget de spécialiste pour programmer le portable afin d'obtenir l'ensemble des résultats souhaités (incluant les corrections pour les volumes emmagasinés dans les réservoirs).

### Enregistrement avec transfert à courte distance

Il s'agit de systèmes initialement conçus pour la relève de compteurs à la consommation. L'information suivante provient d'un seul fournisseur d'équipements. Cependant, d'autres fournisseurs de ce type de système, comme Badger Meter, Itron, Master Meter, Metron-Franier, Neptune et Sensus peuvent aussi être consultés.

L'enregistreur est installé sur un compteur encodé ou un débitmètre générant des impulsions. L'enregistreur conserve des données horaires sur une durée de quarante jours. Au bout de cette période, l'enregistreur réécrit par-dessus les plus anciennes données.

L'enregistreur est également un transmetteur qui peut être interrogé à distance (walk-by ou drive-by) par un calepin électronique ou une radio que l'opérateur porte à la ceinture et qui est reliée à l'ordinateur portable de l'opérateur. Dans les deux cas, les données sont utilisables avec Excel pour un traitement final comme défini précédemment. Un logiciel de transmission est requis. Le calepin, la radio et le logiciel sont spécifiques au fournisseur. L'enregistreur-transmetteur est équipé d'une pile dont la durée peut atteindre vingt ans selon le mode d'utilisation.

Comme il s'agit d'une technologie utilisée pour la relève d'un grand nombre de compteurs, les coûts de l'enregistreur-transmetteur sont très bas (de l'ordre de 125 \$). Le calepin est vendu 5 000 \$ et la radio 2 500 \$.

En fonction des besoins propres de notre application, le fournisseur a mentionné que le système ne permet pas le raccordement de sondes de niveau.

### Enregistrement local avec transfert par onde radio vers un point central et traitement

La transmission d'informations sur onde radio à partir de téléphones cellulaires fait maintenant partie de notre quotidien et de nombreux systèmes ont été développés pour transmettre, recevoir et traiter les informations que l'on retrouve dans notre application. Parmi celles-ci on retrouve :

- L'enregistrement avec transmission par réseau cellulaire vers l'ordinateur de l'opérateur. L'ordinateur est équipé d'un modem et d'un logiciel propriétaire qui reçoit l'information et la traite partiellement ou complètement selon la complexité du logiciel. L'unité enregistrement/transmission est autonome (fonctionnement sur pile interne);

À titre d'ordre de grandeur, mentionnons des coûts d'acquisition d'environ 1000 \$ à 1500 \$ par site de mesure et d'environ 1000 \$ pour équiper l'ordinateur de l'opérateur (logiciel inclus). Ajouter moins de 10 \$/mois pour un abonnement de messagerie texto de type SMS (un par site de mesure et un pour l'ordinateur);

- L'enregistrement avec transmission par réseau cellulaire vers un serveur d'hébergement qui accueille les informations. Le client peut se raccorder à ce serveur et avoir accès à ses informations par l'entremise d'un logiciel propriétaire qui présente lesdites informations et les traite en totalité ou en partie. Dans ce dernier cas, le client peut terminer le traitement sur son propre ordinateur. L'unité enregistrement/transmission est autonome (fonctionnement sur pile interne);

À titre d'ordre de grandeur, mentionnons des coûts d'environ 2 000\$ pour l'acquisition d'un enregistreur de base équipé d'une carte de type SMS avec un abonnement mensuel minimum de 10\$. Les coûts mensuels de consultation des données par le client varient selon l'utilisation avec un minimum de 30\$.

- Une technologie dite d'enregistreurs intelligents qui équipe chaque point de mesure. Un de ceux-ci reçoit les données des autres (concentrateur) et les traite sans avoir besoin d'un logiciel externe. Les enregistreurs intelligents sont généralement alimentés par le secteur. Le concentrateur peut, à la demande de l'opérateur, transmettre les résultats à l'ordinateur de l'opérateur par l'entremise d'Internet (téléchargement). Autre solution : le concentrateur transmet automatiquement les résultats à l'ordinateur de l'opérateur par courriel;

À titre d'ordre de grandeur, mentionnons un coût par point de mesure d'environ 1500 \$ à 2000 \$ pour l'acquisition et un abonnement pour la transmission des données de l'ordre 20 \$ à 30 \$/mois. Cette solution ouvre par ailleurs la porte à de nombreuses autres fonctionnalités comme l'identification et la transmission d'alarmes (par exemple : consommation anormale, débit nocturne élevé et bas niveau de réservoir).

### 2.5.3 Estimer la consommation résidentielle

Ce texte est essentiellement destiné à compléter celui de la section 2.5.3 du guide sur la méthode d'estimation basée sur l'installation de compteurs chez un échantillon de résidences. On y retrouve entre autres :

- La démarche qui a conduit aux résultats présentés dans ladite section;
- Des précisions, des aides de calcul et des conseils.

Une partie du travail provient d'une étude menée pour Réseau Environnement en 2010 par deux statisticiens Salaheddine El Adlouni et Bernard Bobée avec la participation d'Hubert Demard et complétée, en 2012, par de l'équipe du guide.

La dernière section examine les autres méthodes d'estimation.

#### Quelques éléments de vocabulaire et de statistiques

Les définitions suivantes aideront à la compréhension de la suite du texte :

- Immeuble<sup>23</sup> résidentiel : il comprend un ou plusieurs logements selon qu'il s'agit d'un immeuble unifamilial ou multifamilial;
- Consommation d'eau d'un immeuble résidentiel : elle est exprimée selon les cas soit en m<sup>3</sup>/an soit en m<sup>3</sup>/an\*logement. Dans le cas du multifamilial, la consommation en m<sup>3</sup>/an\*logement est obtenue en divisant la consommation de l'immeuble par le nombre de logements;
- Les sondages d'opinion nous ont habitués au vocabulaire des échantillons statistiques. On parle de la *taille de l'échantillon* par rapport à une *population* donnée d'une *précision* dans les résultats (exprimée en pourcentage d'erreur; 5 % par exemple) avec un *intervalle de confiance* (9 fois sur 10 par exemple). L'échantillon peut également être décrit par un pourcentage de la population; c'est alors le *taux d'échantillonnage*;
- La population N (terme statistique) : désigne le nombre total d'immeubles résidentiels ou le nombre total de logements et *non le nombre de personnes desservies*;
- L'écart-type (ET) : une des façons de quantifier la variabilité de la consommation des immeubles. Pour une loi normale, on retrouve 68 % des valeurs dans l'intervalle défini par la moyenne  $\pm$  un écart-type; il est exprimé dans la même unité que la variable qui nous intéresse (m<sup>3</sup>/an-logement); En Excel, l'écart-type est obtenu via la fonction ECARTYPE;
- Coefficient de variation (CV) : une autre mesure de la variabilité : c'est le rapport entre l'écart-type et la moyenne; on l'exprime en pourcentage ou en décimale (60 % ou 0,6, par exemple);
- L'intervalle de confiance traduit la probabilité que la précision visée soit atteinte (90 % ou 9 fois sur 10 par exemple);
- Taille de l'échantillon (n) : le nombre minimal d'immeubles ou de logements à équiper de compteurs;

---

<sup>23</sup> Nous reprenons ici le terme utilisé par le MAMROT dans son formulaire.

- Taux d'échantillonnage ( $n/N$ ) : le rapport entre les tailles de l'échantillon et de la population (par exemple 3 %).

Le calcul du taux d'échantillonnage minimum

Le taux minimum tient compte de plusieurs facteurs :

- La variabilité de la consommation. Elle est mesurée par le coefficient de variation CV. Elle n'est pas connue avant d'installer des compteurs, mais on utilise celle de résidences équipées de compteurs dans une municipalité comparable<sup>24</sup>. Plus cette variabilité est élevée, plus le taux d'échantillonnage requis sera élevé;
- L'erreur relative acceptable ( $\epsilon$ );
- La population N (le nombre total d'immeubles). On verra que, toutes choses égales, par ailleurs, le taux d'échantillonnage minimum est plus élevé pour les petites populations que pour les grandes.

Le taux minimum se calcule selon les trois étapes suivantes de a) à c) :

$$a) \quad n_0 = ((Z * CV) / \epsilon)^2$$

Où CV est le coefficient de variation (exprimé en décimale),  $\epsilon$  est l'erreur relative acceptable (en décimale et non en pourcentage) et Z est une valeur fonction de l'intervalle de confiance selon le tableau suivant :

**Tableau 2-7 – Intervalle de confiance**

Intervalle de confiance	75 %	90 %	95 %
Z	1,15	1,64	1,96

$$b) \quad n = n_0 / (1 + (n_0 / N))$$

Où N est la population (voir précédemment)

$$c) \quad \text{Taux} = n/N$$

Le tableau ci-après présente les taux d'échantillonnage pour un coefficient de variation de 0,60, une erreur de 5 %, un intervalle de confiance de 90 % et des populations variant de 1 000 à 20 000 immeubles résidentiels.

---

<sup>24</sup> Ceci ne signifie pas pour autant que la consommation est elle-même comparable.

**Tableau 2-8 – Taux d'échantillonnage**

Nombre d'immeubles	Taille de l'échantillon	Taux d'échantillonnage
20 000	380	1,9 %
10 000	373	3,7 %
5 000	359	7,2 %
2 000	324	16 %
1 000	279	28 %

Ces résultats permettent les commentaires suivants :

- Le coefficient de variation, l'exemple (0,6) correspond à 2 des 3 municipalités québécoises dont les données ont été validées et analysées (16 000, 650 immeubles);
- Le taux d'échantillonnage augmente rapidement pour les petites populations; l'exemple de la plus petite des deux municipalités québécoises étudiées vient consolider ce résultat. En effet, dans ce cas, les 193 immeubles résidentiels ont une consommation moyenne de  $190 \text{ m}^3 / \text{an} \cdot \text{logement}$ . Si l'on retire la résidence unifamiliale, qui a la consommation maximum ( $986 \text{ m}^3 / \text{an} \cdot \text{logement}$ ), alors la moyenne descend à  $186 \text{ m}^3 / \text{an} \cdot \text{logement}$  pour une diminution de plus de 2 %. Il suffirait ainsi de 3 données aussi élevées pour faire monter la moyenne de 6 % et ainsi dépasser l'erreur visée de 5 %. D'où la nécessité d'un taux d'échantillonnage élevé pour réduire le risque de ne pas tirer de telles valeurs dans l'échantillon;
- Si l'on accepte une erreur de 10 %, et ce, neuf fois sur 10, les tailles et les taux baissent rapidement.

**Tableau 2-9 – Exemple de calcul avec un niveau d'erreur de 10 %**

Nombre d'immeubles	Taille de l'échantillon	Taux d'échantillonnage
2 000	92	4,6 %
1 000	88	8,8 %

Ceci pourrait constituer un compromis pour les petites municipalités ayant un taux inexplicablement élevé de l'eau distribuée par personne.

### La structure de l'échantillon

Ces connaissances étant acquises, il reste à les appliquer à l'estimation de la consommation résidentielle et, en particulier, à voir comment tenir compte de la présence d'immeubles unifamiliaux et multifamiliaux. Pour ce faire, nous avons analysé les données de la Ville de Brossard selon deux solutions comprenant chacune trois options. Les trois options concernent la façon de **monter et traiter l'échantillon pour les immeubles multifamiliaux**. Les deux solutions consistent à monter des **échantillons séparés pour les immeubles unifamiliaux et multifamiliaux ou au contraire à les regrouper**.

a) Les données de la Ville de Brossard

La population des immeubles résidentiels de Brossard comprend :

- 15 435 immeubles unifamiliaux pour une consommation totale de 4 981 millions de m<sup>3</sup>/d pour une moyenne de 323 m<sup>3</sup>/immeuble\*an;
- 963 immeubles multifamiliaux comptant de 2 à 192 logements pour une consommation totale de 1 562 millions de m<sup>3</sup>/an soit 1 622 m<sup>3</sup>/immeuble\*an. Si l'on divise cette fois la consommation totale par le nombre total de logements (6 968) on obtient une moyenne de 224 m<sup>3</sup>/logement\*an;
- En regroupant le tout, on obtient une consommation totale de 6 544 millions de m<sup>3</sup>/an pour 16 398 immeubles soit 399 m<sup>3</sup>/immeuble\*an ou 22 403 logements soit 292 m<sup>3</sup>/logement\*an. Ces résultats sont obtenus en divisant la consommation totale soit par le nombre total d'immeubles soit par le nombre total de logements.

b) Comment aborder l'échantillonnage pour les immeubles multifamiliaux

Le montage de l'échantillon unifamilial ne pose pas problème : tous les immeubles n'ont qu'un seul logement. Dans le multifamilial, le nombre de logements peut aller de deux à plusieurs centaines d'unités et ce nombre est disponible dans la base de données foncières. On peut alors considérer soit la consommation globale de l'immeuble, soit sa consommation par logement, le tout dans l'optique d'un échantillon tiré de la liste des immeubles. La consommation par logement peut aussi être attribuée à chacun des logements dans l'optique où l'on constituerait une base de données par logement. On examine ci-après ces trois options et leur impact sur la taille de l'échantillon.

- Consommation globale de l'immeuble (option 1) :

Dans le cas de Brossard, les consommations des 963 immeubles varient de 26 à plus de 43 000 m<sup>3</sup>/immeuble\*an avec un CV de 2,26, ce qui est très élevé. Dans ces conditions, un échantillon visant une erreur maximum de 5 %, 9 fois sur 10, nécessiterait l'installation de 819 compteurs pour un taux de 85 %. Le tirage de l'échantillon se fait dans la base de données des immeubles. La moyenne des consommations mesurées sur l'échantillon est par la suite multipliée par 963, soit le nombre total d'immeubles.

- Consommation de l'immeuble ramenée à une consommation par logement (option 2) :

Pour Brossard, on a cette fois une population de 963 consommations par logement variant de 6 à 2 726 m<sup>3</sup>/logement\*an; le CV est de 0,59. Cette valeur est forcément plus basse que la précédente, car l'effet du nombre de logements a été enlevé. Dans ces conditions, un échantillon visant une erreur maximale de 5 %, 9 fois sur 10, nécessiterait l'installation de 270 compteurs pour un taux de 28 %. Une fois les compteurs installés, on calcule pour chacun d'eux une consommation par logement, puis on fait la moyenne. Cette valeur est multipliée par le nombre total de logements de la ville.

On notera que cette méthode introduit un biais, car chaque immeuble a le même poids quel que soit son nombre de logements. Si, par exemple, les immeubles avec peu de logements ont une consommation par logement plus faible que les autres, alors la consommation globale sera sous-estimée.

- Consommation de l'immeuble d'un nombre n de logements remplacée par un nombre n consommations égales de logements (option 3) :

La base de données comprend maintenant 6 968 logements. Le CV est de 0,47 et, sur les mêmes bases que précédemment, l'échantillon aurait une taille de 230 pour un taux de 3,3 % du nombre total de logements<sup>25</sup>. Le tirage dans une telle base de données soulève les remarques suivantes :

- Lorsqu'un logement d'un immeuble multifamilial est tiré, le compteur est installé à l'entrée de l'immeuble et non à celle du logement. La consommation qui lui est attribuée sera celle de l'immeuble, divisée par le nombre de logements;
- Si deux logements du même immeuble multifamilial sont tirés, un seul compteur sera installé et on attribuera aux deux logements la même consommation. Le nombre de compteurs à poser sera donc inférieur au nombre de logements choisis;
- Cette méthode n'introduit pas le biais de l'option 2, car elle tient compte du nombre de logements dans chaque immeuble;
- L'hypothèse de n consommations égales par immeubles pourrait sous-estimer la variabilité, donc la taille de l'échantillon.

Une fois les compteurs installés et relevés, on attribue sa consommation à chaque logement choisi, puis on fait la moyenne de ces consommations par logement pour l'ensemble de l'échantillon pour finalement multiplier cette dernière par le nombre total de logements.

Cet exercice fait ressortir que :

- L'option 1 est à proscrire;
- Les taux d'échantillonnage des options 2 et 3 restent élevés en raison du faible nombre d'immeubles;
- Le nombre réel de compteurs à installer dans l'option 3 risque de baisser rapidement, car si plusieurs logements du même immeuble sont tirés, on n'installe qu'un seul compteur. Nous n'avons pas fait cette simulation;
- Le biais de l'option 2 constitue un problème dont l'ampleur sera vérifiée dans la solution d'un échantillon unique (unifamilial et multifamilial).

c) Unifamilial et multifamilial : un seul ou deux échantillons?

Au vu des taux d'échantillonnage élevés pour le secteur multifamilial, on peut s'interroger sur la possibilité de ne constituer qu'un seul échantillon. Pour les besoins de comparaison, nous terminerons d'abord la solution d'échantillons séparés.

### *Échantillons séparés*

Pour le secteur unifamilial de Brossard, la distribution de la consommation des 15 435 immeubles unifamiliaux affiche un CV de 0,60. Un échantillon visant une erreur maximum de 5 %, 9 fois sur 10, nécessiterait l'installation de 378 compteurs pour un taux de 2,45 %. Cette valeur se rapproche des 3 % véhiculés depuis quelques années à partir des données de Sainte-Foy.

Le tableau suivant résume les résultats pour la solution d'échantillons séparés.

---

<sup>25</sup> Pour les besoins de comparaison avec les deux premières options, si l'on rapporte cette taille au nombre total d'immeubles, le taux passe alors à 24 %.

**Tableau 2-10 – Exemple d'un résultat par échantillon séparé**

	Unifamilial	Multifamilial	Total	
			Nombre	Taux
Option 1	378	819	1 197	7,3 %
Option 2	378	270	648	4,0 %
Option 3	378	230*	608	3,7 %

\*Surestimation, voir note ci-haut.

#### Échantillon unique

L'ensemble des consommations résidentielles de Brossard est analysé en examinant les trois options précédentes

#### Option 1 :

La moyenne de consommation des 16 398 résidences et immeubles est de 399 m<sup>3</sup>/an avec un CV de 2,40. Pour atteindre la précision recherchée, une ville similaire à Brossard devrait installer des compteurs dans 4 497 immeubles pour un taux de 27 %.

#### Option 2 :

L'unifamilial et le multifamilial sont regroupés, mais on utilise, cette fois, pour chaque immeuble multifamilial, la consommation moyenne par logement. De cette façon, la moyenne de l'ensemble devient 317 m<sup>3</sup>/logement\*an avec un CV de 0,61. Pour atteindre la précision recherchée, un échantillon de 391 compteurs est requis pour un taux d'échantillonnage de 2,38 %.

#### Option 3 :

Dans le multifamilial, chaque immeuble est remplacé par le nombre de logements ayant chacun la consommation de l'immeuble divisée par le nombre d'unités. La moyenne des 22 403 unités est de 292 m<sup>3</sup>/logement avec un CV de 0,56. Pour atteindre la précision recherchée, un échantillon de 332 compteurs est requis pour un taux d'échantillonnage de 1,48 %. Rapporté au nombre total d'immeubles, le taux est de 2,0 %.

Ces résultats attirent les commentaires suivants :

- L'option 1 reste à proscrire;
- Les options 2 et 3 proposent des taux de l'ordre de 2 % du nombre d'immeubles, mais :
  - On constate l'ampleur du biais introduit par l'option 2 dont l'échantillon génère une moyenne de 317 m<sup>3</sup>/logement\*an au lieu des 292 m<sup>3</sup>/logement\*an obtenus en divisant la consommation totale par le nombre total de logements. Ce biais est dû à la sous-représentation du multifamilial dans l'échantillon. Or, la consommation par logement du multifamilial est inférieure à celle de l'unifamilial;
  - Pour l'option 3, un taux de 2,0 %, par rapport au nombre d'immeubles, conduit tous les immeubles de 50 logements et plus à apparaître au moins 2 fois dans l'échantillon. Ce qui va réduire le nombre de compteurs à installer. Comme cette option présente un risque de sous-estimation de la variabilité, nous conserverons quand même le taux de 2,0 %.
- Le tableau suivant résume les résultats pour les deux approches.

**Tableau 2-11 – Résultats des approches d'échantillons séparés et d'échantillons regroupés**

	Échantillons séparés				Échantillons regroupés	
	Unifamilial	Multifamilial	Total			
			Nombre	Taux	Nombre	Taux
Option 1	378	819	1 197	7,3 %	4 497	27,0 %
Option 2	378	270	648	4,0 %	391	2,38 %
Option 3	378	230*	608	3,7 %	332	2,0 %

La solution d'échantillons regroupés combinée avec l'approche par logement est retenue.

#### 2.5.3.6 À surveiller

- Sans l'avoir documentée, le UK Water Industry Research (WRc)<sup>26</sup> a identifié la possibilité que l'installation d'un compteur dans un immeuble puisse influencer le comportement des usagers de cet immeuble et les inciter à réduire leur consommation. Pour remédier à ce problème, les auteurs proposent de combiner l'approche échantillon avec des données par secteurs;
- On appliquera annuellement le taux d'échantillonnage aux nouvelles constructions pour choisir les nouveaux immeubles à équiper de compteurs.

#### 2.5.3.7 Autres méthodes d'estimation de la consommation résidentielle

Faute d'utiliser une estimation basée sur la mesure de la consommation chez un échantillon de résidences, plusieurs méthodes d'estimation ont été avancées. La plupart sont basées sur les données de **l'enquête sur l'eau potable et les eaux usées des municipalités d'Environnement Canada**<sup>27</sup>. Par ailleurs, nous discuterons aussi de l'utilisation de données de débit par secteur aux fins d'estimation de la consommation.

##### a) La moyenne de l'ensemble des consommations résidentielles

Plusieurs auteurs ont utilisé une moyenne de consommation résidentielle de 401 l/(pers.\*d). Cette valeur a été obtenue par Environnement Canada en combinant les données de l'année 2006 des municipalités québécoises, qu'elles soient dotées de compteurs ou non. L'enquête fait aussi ressortir que 16,5 % des résidences sont équipées de compteurs. C'est dire que, dans cinq cas sur six la consommation résidentielle a été estimée, ce qui laisse présager une marge d'erreur élevée. Nous ne pouvons cependant quantifier cette marge.

##### b) La moyenne<sup>28</sup> québécoise des consommations résidentielles dans les municipalités équipées de compteurs

Prendre cette moyenne comme estimation de la consommation résidentielle d'une municipalité entraîne deux sources d'erreurs :

- La première erreur découle de l'impact des compteurs et de la tarification sur la consommation résidentielle. De nombreuses références quantifient cet impact et l'une des plus récentes, celle de l'Infraguide intitulé *Tarification des services d'eau et d'égout*, suggère une différence d'environ

<sup>26</sup> UK WATER INDUSTRY RESEARCH, *Best practice for unmeasured per capita consumption monitors*, 1999, 157 pages.

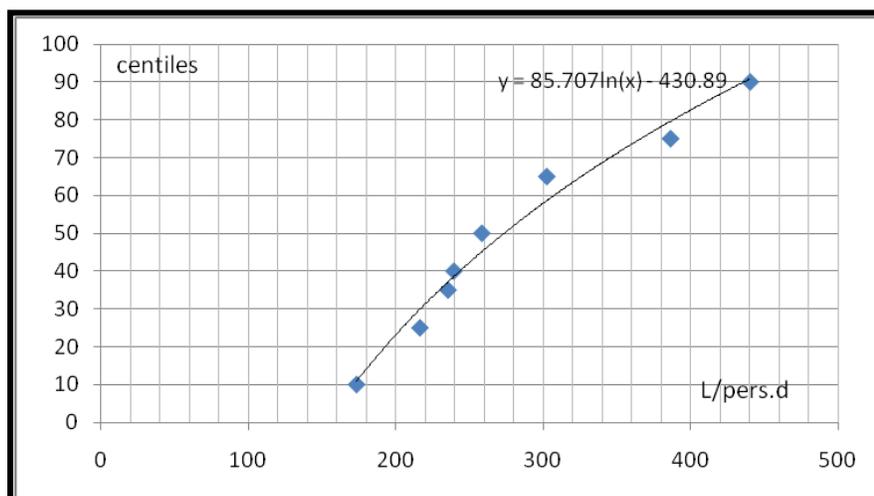
<sup>27</sup> <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=ED7C2D33-1>.

<sup>28</sup> Ou la médiane, moins influencée par les extrêmes.

20 % à 30 %. Ce chiffre peut varier selon plusieurs facteurs, dont le niveau de surutilisation d'eau avant la pose de compteurs et la tarification appliquée par la suite.

- La seconde erreur provient de l'utilisation de la moyenne de la consommation résidentielle mesurée aux compteurs. En effet, d'une municipalité à l'autre, la consommation résidentielle peut varier de façon importante. Pour quantifier cette variation, nous avons analysé les données de l'année 2006 compilées par Environnement Canada sur la consommation résidentielle des municipalités québécoises équipées de compteurs dans au moins 90 % des résidences. Faut de temps, nous n'avons pas procédé à une validation des données en contactant directement les municipalités en question. Nous avons cependant éliminé les valeurs extrêmes (supérieures à 500 l/(pers.\*d)). Pour les 37 municipalités québécoises restantes, la distribution est la suivante :

**Figure 2-3 – Distribution des consommations résidentielles dans les municipalités québécoises équipées de compteurs avec tarif au volume**



Elle se caractérise par :

- Une médiane observée de 258 l/(pers.\*d);
- Une dispersion importante entre 100 et 500 l/(pers.\*d) telle qu'un intervalle de 5 % de chaque côté de la médiane ne regroupe que 9 % des municipalités. En d'autres termes, si l'on prend la médiane comme estimation d'une consommation résidentielle, il y a seulement 9 % de probabilité que l'erreur associée à cette estimation soit inférieure ou égale à 5 % (donc, 91 % de probabilité que l'erreur soit supérieure à 5 %).

Le tableau suivant présente différentes probabilités associées à différentes erreurs.

**Tableau 2-12 – Probabilités associées à différentes erreurs**

Erreur %	5	10	20	30	50
Probabilité de dépassement %	91	83	65	47	7

À titre d'exemple, il est à noter que :

- Une erreur de plus de 20 % est possible dans près de 66,6 % des cas;
- Une erreur de 5 % est dépassée dans 91 % des cas.

c) La consommation résidentielle d'une municipalité comparable équipée de compteurs

Cette méthode reprend la même première erreur que la précédente, celle de l'impact des compteurs sur la consommation.

La seconde erreur est reliée au fait qu'il n'existe pas actuellement d'étude québécoise qui établirait une corrélation suffisante entre la consommation mesurée au compteur et des paramètres explicatifs pour que la notion de « comparable » puisse être appliquée en y accolant une marge d'erreur. Les éléments connus se limitent à la différence de consommation entre les résidences unifamiliales et multifamiliales, tant en ce qui concerne la consommation par logement que par personne. Également, le nombre de personnes par logement est inférieur, dans le cas des résidences multifamiliales, par rapport aux unifamiliales.

Intuitivement, à l'intérieur d'une même municipalité, d'autres variables peuvent jouer un rôle comme la valeur des résidences et l'âge de la plomberie.

Pour terminer, rappelons qu'une étude de cette nature devrait systématiquement commencer par une validation des données municipales comme celle réalisée dans l'analyse des données d'eau distribuée du premier quartile dans l'édition de 2000 de ce guide.

d) Les données de débit par secteur comme aide au bilan

L'objectif initial de la sectorisation est bien d'optimiser les efforts de détection des fuites en identifiant les augmentations du débit de nuit. Dans les cas de sectorisation permanente, les débits de jour sont également disponibles, ce qui peut aider au bilan de plusieurs façons :

- Par comparaison avec les consommations mesurées au compteur chez tous les usagers, comme c'est le cas à Philadelphie, Halifax et dans les autres municipalités appliquant les meilleures pratiques;
- Dans les cas où les plus gros usagers sont mesurés et disposent d'une relève automatisée pour tenter de faire les liens entre des augmentations importantes de débit à l'entrée du secteur et la consommation desdits gros usagers;
- Le cas de secteurs résidentiels dépourvus de compteurs à la consommation est intéressant :
  - La mesure du débit doit être très précise car, en l'absence de fuites sur le réseau et d'eau qui coule en continu chez les usagers, les débits de nuit devraient être très bas par rapport à la capacité de la conduite; le Manuel M36 aborde ce sujet;
  - La décomposition du débit de nuit en usages nocturnes, fuites et eau qui coule en continu chez les usagers peut se révéler ardue à détecter;
  - Si ce débit de nuit est important par rapport aux usages nocturnes, l'interprétation peut affecter de façon importante l'estimation de la consommation résidentielle;
  - Les variations d'une journée à l'autre et d'une saison à l'autre sont importantes. Il est requis de les documenter au jour le jour pour faire le point à la fin de l'année;
  - À ce jour, quelques municipalités québécoises (dont Sherbrooke et Montréal-Nord) ont rapporté au Québec avoir expérimenté ce type de sectorisation;
  - Ne pas oublier que, selon les commentaires reliés à la méthode précédente, la consommation résidentielle peut varier d'un quartier à l'autre.

e) En conclusion

À l'heure actuelle, il est risqué d'utiliser une méthode autre que celle de l'installation de compteurs sur un échantillon de résidences lorsqu'on vise une estimation associée à une marge d'erreur que l'on peut prévoir et réduire à une valeur compatible avec celle requise pour les bilans. La publication de

résultats de sectorisation pourrait amener des éléments nouveaux. Le WRc propose d'ailleurs de combiner les méthodes d'échantillonnage et de sectorisation<sup>29</sup>,

L'application de la sectorisation aux fins de préciser le bilan du secteur a un potentiel intéressant et est à documenter.

### 3.1.2 Le facteur temps

La rapidité et la qualité des réparations des fuites est un des quatre piliers de l'AWWA pour la réduction des pertes réelles. Le développement d'une stratégie visant à minimiser la durée des pertes d'eau est donc essentiel dans un programme de recherche et de réparations de fuites.

Ainsi, le délai moyen entre la détection et la réparation d'une fuite devrait s'établir :

- 1) Côté municipal à environ sept jours (comprennent les fuites aux conduites, aux poteaux d'incendie et aux branchements de service);
- 2) Côté privé à environ trente jours (entrées de service, réseaux privés ou internes).

Certaines municipalités du Québec ont réduit les délais entre la détection des fuites et la réparation jusqu'à deux à trois jours du côté municipal et jusqu'à quatorze à vingt et un jours du côté privé.

## 3.2 LES OUTILS DE LA RÉDUCTION DES PERTES RÉELLES

### 3.2.1.1 La recherche de fuites (RdF)

Cette section présente un sommaire des pratiques reconnues internationalement. Un essai d'adaptation de ces pratiques aux situations que l'on rencontre actuellement au Québec est ensuite présenté. La section débute par quelques rappels.

#### a) Concepts et vocabulaire

La recherche de fuites fait appel à plusieurs notions qu'il faut définir et nommer. Nous avons tenté de le faire en nous rapprochant des derniers développements internationaux.

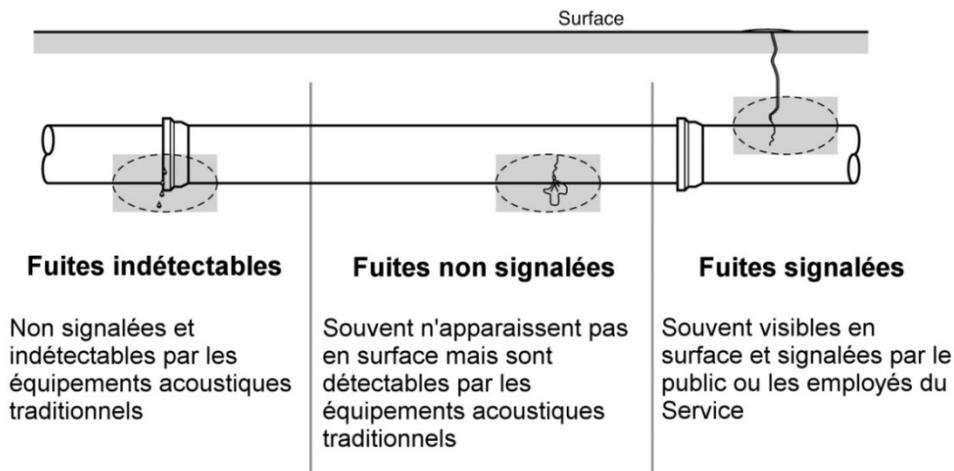
- **Recherche de fuites (RdF) ou recherche active de fuites** : c'est un ensemble d'activités qui débute avec l'intention de trouver une fuite sur un territoire donné et se termine lorsque le site d'excavation est défini au sol. On utilise également le vocable de *recherche active* de fuites par opposition à la *localisation* de fuites déjà en surface ou sous forme de divers indices (bruit chez un usager par exemple). Cette appellation n'a pas le caractère actif de la recherche puisqu'il suffit d'attendre que la fuite se manifeste;
- **Prélocalisation** : il s'agit de restreindre le périmètre à ausculter. La prélocalisation peut conduire à sélectionner une partie d'un secteur du réseau, mais aussi à aller aussi loin dans les détails que d'identifier une longueur de conduite entre deux vannes ou deux poteaux d'incendie;
- **Localisation précise** : l'auscultation conduit à pointer un endroit précis au sol et à excaver pour réparer;
- **Confirmation** : en répétant l'auscultation ou en la conduisant avec une autre méthode ou un autre équipement, la confirmation réduit le risque d'erreur;
- Le terme de **détection** est également utilisé pour désigner une des activités de RdF;
- Le terme de **chercheur de fuites** est maintenant utilisé à la place de *dépisteur*;

---

<sup>29</sup> UK WATER INDUSTRY RESEARCH, *Best practice for unmeasured per capita consumption monitors*, 1999, 157 pages.

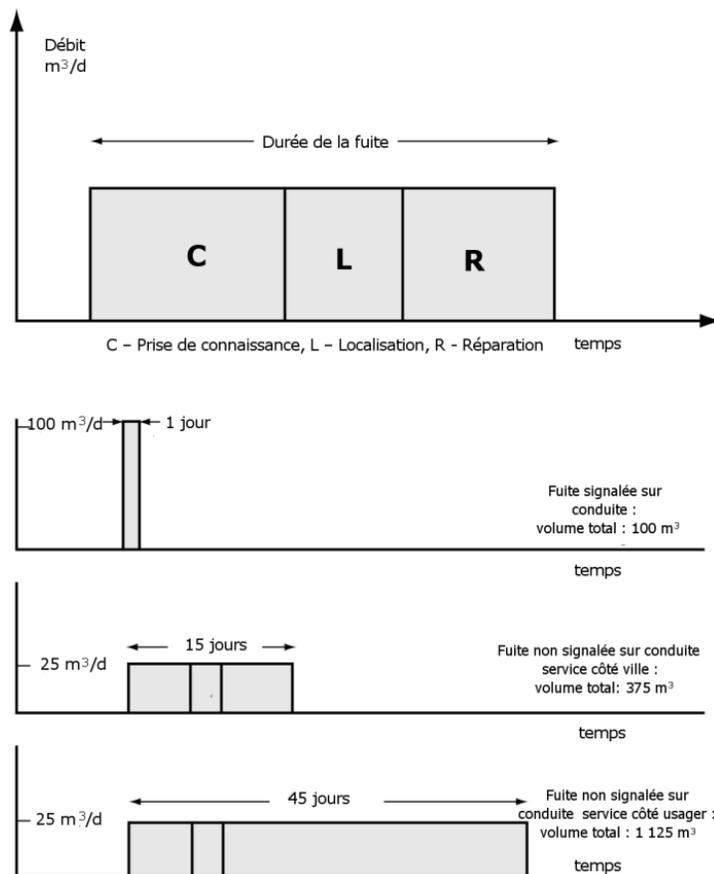
- Concernant la RdF, on peut classer les fuites selon trois types.

**Figure 3-1 – Types de fuites**



Dans des documents antérieurs, les fuites signalées étaient plutôt appelées *bris* alors que les fuites indétectables et les fuites non signalées entraient ensemble dans la catégorie générique de *fuites*.

**Figure 3-2 – Les trois étapes de la vie d'une fuite non signalée**



## b) Les pratiques reconnues internationalement

Les sources d'informations suivantes de pratiques reconnues en matière RdF ont été consultées :

- CELERIER J.L. et CHAZELON J.C., *Recherche de fuites, techniques et méthodes de détection en réseaux d'eau potable*, Office Internationale de l'eau, 2005, France;
- WRF et EPA, *Leakage management technologies*, 2007, États-Unis;
- AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, Manuel M36 intitulé *Audits, bilans d'eau et programme de réduction des pertes*, 2009, États-Unis;
- Les deux derniers documents de l'United Kingdom Water Industry Research (UKWIR)<sup>30</sup> intitulés respectivement : *A survey of practices for the detection and location of leaks* (2011) et *Leak detection on plastic pipes* (2012);
- HUNAIDI, Osama, *Acoustic leak detection survey strategies*, Conseil national de recherches Canada, 2012 ;
- Une communication personnelle avec Alain Lalonde (Veritec) 2013.

Les principales conclusions de ces sources sont résumées ci-après en vue de **permettre à un gestionnaire de réseau de distribution d'eau potable de choisir la ou les méthodes ainsi que le ou les équipements les plus adaptés à sa situation.**

Les documents consultés attirent de plus les remarques suivantes :

- Les projets visant à comparer sur le terrain l'efficacité de différentes méthodes ou équipements sont rares;
- Ils comparent le plus souvent l'écoute-corrélation déjà employée depuis longtemps et maîtrisée par l'équipe de projet avec une autre méthode ou d'autres équipements dont l'apprentissage est plus ou moins complet;
- On qualifie souvent la RdF comme un art plutôt qu'une science et les documents de l'UKWIR insistent sur l'attachement de l'opérateur à son instrument;
- Certaines méthodes demandent plusieurs passages du personnel sur la même conduite et sont plus difficiles à planifier pour un sous-traitant que pour les équipes municipales. Il en est de même des méthodes qui exigent l'intervention d'autres personnels, par exemple pour nettoyer des boîtes de vannes.

On notera que les documents de l'UKWIR prennent pour acquis que :

- Des bilans documentés établissent le niveau des pertes réelles dans un réseau et celui des pertes indétectables;
- La sectorisation et un suivi des débits de nuit sont implantés dans la majorité des réseaux;
- Ceci permet :
  - d'avoir une estimation robuste des volumes de fuites à rechercher;

---

<sup>30</sup> *United Kingdom Water Industry Research*; auparavant le *WRc*. C'est un regroupement des entreprises distributrices d'eau au Royaume Uni.

- de savoir si une nouvelle fuite importante vient d'apparaître dans un secteur ou si, au contraire, l'augmentation du débit de nuit est plutôt le résultat du cumul de plusieurs petites fuites;
- de suivre l'efficacité de la recherche et des réparations.

Ces conditions se retrouvent rarement dans les réseaux québécois. De plus, avec la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable (SQEEP), comme plusieurs municipalités vont initier un premier programme de RdF, une section spécifique *d) S'adapter aux conditions québécoises* a été ajoutée.

Les pages suivantes présentent un tableau qui résume les caractéristiques et champs d'application des méthodes, en plus d'offrir une courte description de ces méthodes ainsi qu'une description des équipements qui s'y rapportent.

Tableau 3-1 – Caractéristiques et champs d'application des méthodes de RdF les plus courantes (source principale : UKWR 2011)

Méthodes	Efficacité technique <sup>1</sup>	Coût matériel	Coût main-d'œuvre	Prélocalisation			Conduites			Milieu	
				Métal	Plastique	Gros Ø	Petits Ø	Urbain	Rural		
Route de détection visuelle	Près de 0	0	\$	X	X	X	X	X	X	X	X
Sous-sectorisation par isolation (sectorisation déjà en place)	***	\$	\$\$\$	X	X				X	X	X
Sous-sectorisation par mesure débit (sectorisation déjà en place)	***	\$\$	\$\$\$	X	X				X	X	X
Écoute sur poteaux d'incendie	**	\$	\$	X					X	X	
Écoute tous contacts	***	\$	\$\$\$	X					X		
Enregistrement de bruits de fuites	**	\$\$\$	\$	X					X		
Corrélation avec capteurs de type accéléromètre ou hydrophone	***	\$\$	\$\$	X	X	X	X	X	X	X	X
Corrélation multicapteurs	***	\$\$\$	\$\$	X	X	X	X	X	X	X	
Mesures pression et modélisation	**	\$\$\$	\$\$\$	X	X	X	X	X	X	X	
<b>Localisation précise</b>											
Corrélation avec capteur type accéléromètre	***	\$\$	\$\$	X					X	X	
Corrélation avec capteurs de type hydrophone	**	\$\$	\$\$		X	X	X	X			
Corrélation multicapteurs	***	\$\$\$	\$\$	X	X	X	X	X	X	X	
Écoute au sol	***	\$	\$	X	X	X	X	X	X	X	X

Légende : \$ : Coût minimale    \$\$\$ : Coût important    \* : Efficacité minimale    \*\*\* : Efficacité maximum; l'efficacité technique ne considère pas le coût de mise en place ou d'acquisition.

## 1 Description des méthodes

### Route de détection visuelle

Cette méthode consiste à « marcher le réseau » de distribution d'eau dans le but de déceler tout indice de fuite sur l'asphalte, le fossé ou la bande riveraine. Sa très faible efficacité la limite à la prélocalisation de quelques cas très particuliers (en urgence sur un réseau rural ou en complément à une sous-sectorisation). Il est par contre recommandé de former les employés municipaux, appelés à circuler fréquemment sur le territoire, à rapporter tout indice.

Avantages	Inconvénients
Méthode ne nécessitant aucun équipement ni personnel spécialisé.	N'identifie que les fuites importantes qui font surface.

### Sous-sectorisation

La sectorisation amène à isoler des parties de réseau regroupant moins de 1 000 jusqu'à 3 000 branchements. La sous-sectorisation permet de réduire la taille du secteur et d'y mesurer le débit de nuit. Cette information est alors utilisée pour prioriser ou réduire le travail de l'équipe de recherche de fuites. Deux méthodes sont pratiquées. Elles ont toutes les deux comme origine les outils utilisés par Pitometer depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle.

Dans un premier temps, le secteur est graduellement réduit en fermant des vannes (*step testing*). Le suivi de la diminution du débit alimentant le secteur permet d'identifier les parties où les fuites sont les plus importantes. Dans les réseaux ruraux arborescents, le service est ainsi interrompu à un nombre croissant d'usagers. Dans les réseaux urbains, les rues qui ne sont plus alimentées par le secteur mesuré peuvent l'être par les secteurs voisins.

Ensuite, on constitue temporairement, en fermant des vannes, de nouveaux petits secteurs qui sont alimentés par un nouveau point de mesure temporaire (typiquement un débitmètre en by-pass à une vanne fermée).

Avantages	Inconvénients
<p>Méthode très efficace de prélocalisation;</p> <p>Permet de quantifier la quantité d'eau perdue par un secteur, sous-secteur voire même par une rue;</p> <p>Permet de prioriser les interventions du chercheur de fuite et les réparations;</p> <p>Permet de vérifier le débit/volume et donc le coût sur chaque fuite trouvée et réparée;</p> <p>Méthode la plus adaptée aux réseaux ruraux et aux conduites non métalliques.</p>	<p>Mise en place initiale exigeante dans les réseaux maillés où il faut fermer de nombreuses vannes;</p> <p>Surveiller les vannes inopérantes, non étanches, les plans de réseau non mis à jour;</p> <p>Potentiel de problèmes de qualité de l'eau;</p> <p>Demande une planification rigoureuse avant l'intervention.</p>

### Écoute des poteaux d'incendie

En prélocalisation, l'écoute de tous les poteaux d'incendie d'un secteur ou de la totalité d'un réseau permet de déceler tout bruit suspect susceptible d'être une fuite sur le poteau lui-même, sur la conduite de rue et, avec une efficacité moindre, sur les branchements. Cette méthode intervient généralement en premier balayage d'un réseau qui n'a jamais été visé par un programme de recherche de fuite. Cette méthode peut être suivie d'une seconde écoute de confirmation.

Avantages	Inconvénients
Permet de couvrir un grand linéaire à faibles coûts; Donne de bons résultats sur les réseaux métalliques à forte densité de poteaux d'incendie.	Peu efficace sur les conduites non métalliques, ou ayant une faible densité de poteaux d'incendie ou si la majorité des fuites se retrouvent sur les services.

Une variante consiste à noter les niveaux de bruits mesurés (noise mapping) et à les reporter sur un plan du réseau. Une interprétation des résultats et une comparaison avec les résultats antérieurs permettent de cibler les conduites à retenir en localisation précise. Cette variante est souvent pratiquée la nuit.

#### Écoute tous contacts

Cette méthode consiste à écouter les poteaux d'incendie et également tous les robinets d'arrêt et vannes du secteur à ausculter afin de déceler tout bruit suspect susceptible d'être une fuite.

Avantages	Inconvénients
Méthode la plus efficace pour prélocaliser le maximum de fuites; Suivant la densité des contacts, cette méthode s'applique aussi aux conduites non métalliques.	Demande plus de main-d'œuvre que l'écoute sur poteaux d'incendie; Travail de nuit presque impératif du fait des écoutes sur les vannes de rues; Demande à ce que toutes les vannes de rue et robinets d'arrêt aient préalablement été dégagés/nettoyés.

#### Enregistreurs de bruits de fuites

Apparus depuis une quinzaine d'années, ces enregistreurs sont fixés par aimant sur les vannes et poteaux d'incendie. Selon la programmation, ils écoutent les bruits à différents intervalles, généralement pendant la nuit. L'information ainsi obtenue peut être traitée sur place et transférée à un système de relève plus ou moins automatisée selon les applications. Celles-ci vont d'un complément à l'écoute jusqu'à des systèmes permanents d'alarmes en temps réel.

Avantages	Inconvénients
L'installation et le retrait peuvent être faits par du personnel peu spécialisé; Les enregistreurs peuvent être déployés de façon temporaire ou permanente; En installation permanente, ils permettent un avertissement immédiat lorsque de nouvelles fuites apparaissent; En installation temporaire, ils peuvent compléter ou remplacer l'écoute de nuit dans des situations particulières : centres-villes, près d'autoroutes, difficultés d'accès.	Demande un nettoyage des boîtes de vannes; En balayage, l'écoute sur poteaux d'incendie peut être plus rentable; La densité recommandée par les fournisseurs est insuffisante.

#### Mesure de pression et modélisation

La pression peut baisser en présence d'une nouvelle demande en eau lorsque celle-ci est importante par rapport à la capacité des conduites du secteur. Une fuite ou une consommation peuvent en être l'origine. Le suivi des pressions dans un secteur et la modélisation du comportement du réseau peuvent

ainsi permettre, d'une part, d'instaurer une alarme et, d'autre part, d'effectuer une prélocalisation de cette demande importante.

La densité des capteurs de pression et la qualité de la modélisation influencent le niveau de sensibilité de la méthode.

Cette méthode peut être appliquée en installation temporaire ou permanente.

Avantages	Inconvénients
<p>S'applique à tous les matériaux de conduite;</p> <p>Insensible à la problématique de bruits;</p> <p>Ne requiert aucune fermeture de vannes;</p> <p>La mesure de pression est plus facile que la mesure de débit;</p> <p>Identifie également des demandes en eau anormales;</p> <p>Dernier recours lorsque les autres méthodes ont échoué.</p>	<p>Demande une modélisation préalable;</p> <p>La densité des mesures de pression requise peut être élevée sinon seules les plus grosses fuites seront détectées;</p> <p>Application encore très limitée.</p>

#### Corrélation acoustique

La corrélation acoustique est la méthode la plus utilisée dans la localisation précise des fuites. Elle est précédée d'une prélocalisation et suivie d'une confirmation finale par écoute au sol.

L'emploi du corrélateur acoustique a débuté dans les années 70 et il constitue l'outil indispensable de tous les chercheurs de fuites. Le corrélateur acoustique comprend une paire de capteurs de type accéléromètre (typiquement pour conduite métallique) ou de type hydrophone (typiquement pour conduite plastique).

Avantages	Inconvénients
<p>Instrument permettant un gain de temps considérable en fonction du contexte de son utilisation;</p> <p>Technologie éprouvée depuis des années. Grande fiabilité sur les conduites métalliques;</p> <p>Possibilité d'utiliser des hydrophones pour les conduites non métalliques.</p>	<p>La qualité des résultats dépend de la qualité des intrants (diamètre, matériau, distance);</p> <p>Les résultats devraient toujours être confirmés par une écoute au sol;</p> <p>L'efficacité médiocre sur les conduites non métalliques avec accéléromètres.</p>

Dans la dernière décennie est apparue la corrélation multicapteurs qui combine l'enregistrement des bruits de fuites en plusieurs points et corrélation. Elle vise à effectuer en une seule activité la prélocalisation et la localisation précise (hors écoute au sol de confirmation).

#### Écoute au sol

Quand elle suit la localisation de la fuite au corrélateur, l'écoute au sol vise à réduire la marge d'erreur en confirmant la localisation. Sur des conduites non métalliques, elle peut suivre l'écoute sur tous les points de contact. Aussi, elle peut servir à quelques applications particulières en prélocalisation.

Avantages	Inconvénients
<p>Indépendante de la propagation du bruit de la fuite le long de la conduite;</p> <p>Permet de préciser l'endroit de la fuite pour limiter ou corriger les approximations dues à l'utilisation du corrélateur (diamètre, matériau, vitesse du son) ou de l'écoute sur tous les points de contact.</p>	<p>Peu efficace sur un sol mou;</p> <p>L'efficacité diminue avec la profondeur de la conduite.</p>

## 2 Description des équipements

Les équipements suivants sont utilisés de façon courante

<p><b>Débitmètre à insertion :</b> Ce type de débitmètre a été conçu pour des applications sur réseau (moyen à gros diamètres) aux fins d'installations temporaires ou permanentes. Le principe d'installation par pince de branchement (<i>hot tap</i>) ne nécessite aucune coupure d'eau ni aucun travail majeur. Suivant les applications, ils sont utilisés pour des mesures permanentes ou temporaires du débit dans le cadre de sectorisation ou sous-sectorisation. Son principe de fonctionnement permet aussi de mesurer le diamètre intérieur réel de la conduite et de pouvoir corriger la lecture à la suite d'un profil de vitesse.</p>	
<p><b>Débitmètre en dérivation :</b> Solution minimale de mesure temporaire pour la sous-sectorisation. Le sous-secteur isolé est alimenté par un compteur ou un débitmètre installé via deux poteaux et boyaux d'incendie en dérivation sur une vanne fermée. Habituellement, pour la mesure du débit de nuit seulement. Variante possible : construction d'une chambre de mesure permanente hors chaussée pour recevoir le débitmètre.</p>	
<p><b>Écoute :</b> L'équipement de base est constitué d'une simple tige de bois ou de métal. Les versions électroniques récentes sont composées d'un système d'amplification avec affichage et parfois de filtres, d'un casque d'écoute et d'un ou différents capteurs (aimant, cloche, trépied). Ils sont parfois désignés par le terme de géophone.</p> <p>C'est l'équipement de base servant aussi bien en prélocalisation pour l'écoute sur vannes ou poteaux d'incendie qu'en écoute au sol comme confirmation des résultats donnés par un corrélateur.</p>	
<p><b>Enregistreur de bruits :</b> Ces appareils qui fonctionnent individuellement les uns des autres, utilisent une combinaison de capteurs et de technologie de collecte de données pour détecter, enregistrer et communiquer le niveau de bruit sur leur point d'écoute. Utilisés de façon temporaire en déploiement de 10 à 20 unités, ils permettent de croiser les résultats de fuite et de non-fuite pour prioriser les secteurs où faire de la corrélation. Utilisés de façon permanente, de quelques dizaines à plusieurs centaines d'équipements, ils permettent de minimiser le temps de réaction lors d'apparition de nouvelles fuites. L'installation sur des vannes exige un entretien des boîtes de vannes, ce qui rend leur utilisation plus exigeante que l'écoute sur poteau d'incendie.</p>	

**Corrélateur acoustique :** Constitué d'un récepteur et de deux capteurs équipés d'un transmetteur radio.

Les capteurs de type accéléromètre sont placés au contact de vannes ou de poteaux d'incendie. Le bruit de la fuite voyage le long de la conduite à une vitesse qui varie selon le matériau et le diamètre de la conduite. Le corrélateur se sert de ces deux informations, du décalage dans le temps entre les deux signaux reçus et de la distance entre les capteurs pour localiser la fuite.

Des capteurs de type hydrophone permettent un contact direct avec l'eau; ils sont utilisés, entre autres, sur les conduites non métalliques.

Au cours des dernières années des modèles plus évolués sont apparus sur le plan du traitement du signal (filtres, par exemple).

On leur reconnaît des performances supérieures, mais variables selon les fournisseurs.



**Corrélateur multicapteurs :** Ils opèrent selon le même principe que le corrélateur acoustique classique. Ils permettent en plus de faire de la corrélation croisée et d'enregistrer les bruits analysés. Les capteurs sont souvent installés sur des vannes (voir ci-haut enregistreurs). Les systèmes plus élaborés peuvent utiliser des hydrophones sur des poteaux d'incendie.

Selon l'application, la technologie peut être considérée comme à la fois de la prélocalisation et de la localisation précise.



D'autres équipements ont déjà commencé à être utilisés.

**JD7 Investigator :** Cet instrument permet une inspection sous pression des réseaux d'aqueduc sur des distances de  $\pm 100$  mètres de part et d'autre de chaque point d'entrée qui sont, la plupart du temps, des poteaux d'incendie. Ces vérifications sont possibles pour des conduites de diamètres de 75 à 300 mm. L'instrument comprend à la fois une inspection télévisée (caméra) et audio (hydrophone) permettant non seulement de visualiser toute défektivité physique interne de la conduite, mais également d'y associer le son qui permet de confirmer la présence ou non d'une fuite à l'endroit immédiat ou à proximité.



**Système Sahara :** Système antérieur au JD7 Investigator, mais similaire pour le principe de fonctionnement qui consiste à insérer un capteur acoustique (pas de caméra) équipé d'un émetteur radio à l'extrémité d'un câble dans une conduite sous pression afin d'y déceler tout bruit assimilable à une fuite. Si un bruit suspect est détecté, le capteur est alors localisé précisément depuis la surface pour connaître le positionnement de la fuite. Utilisation pour les conduites de 150 mm et plus et seulement dans le sens de l'écoulement. Diamètre minimum pour l'insertion du système : 50 mm.



<p><b>Système Smartball :</b> Fonctionnant sur le même principe que le système Sahara, mais libre de tout ancrage à un point fixe, la <i>Smartball</i> est une balle de mousse équipée d'un micro et d'un enregistreur. On l'insère à un point du réseau pour la récupérer jusqu'à douze heures plus tard (autonomie du capteur) et 20 kilomètres plus loin. Destiné aux conduites de 150 mm et plus, elle permet une localisation des fuites à <math>\pm 3</math> mètres grâce à l'installation sur la conduite de capteurs permettant la localisation de la <i>Smartball</i>. Diamètre minimum pour l'insertion du système : 100 mm.</p>	
<p><b>Géoradar :</b> Système encore peu utilisé en eau potable. Le radar identifie la présence d'une fuite en détectant la présence d'une cavité dans le sol autour de la conduite, la présence d'eau ou encore les perturbations dans le sol.</p>	
<p><b>Gaz traceur :</b> Cette méthode est souvent considérée comme dernier recours et généralement pour des conduites de gros diamètres sur des parcours non asphaltés (en réception de nouvelles conduites).</p> <p>Le gaz (hélium ou hydrogène + air) est injecté dans une section de conduite préalablement isolée et vide d'eau pendant une période de temps suffisante pour que l'ensemble de cette section vienne sous pression et que le gaz s'échappe par la même fuite que l'eau. Le gaz apparaît à la surface du sol pour y être détecté par un capteur que l'on déplace au-dessus de la conduite.</p>	

### c) La RdF sur les conduites de plastique

Ces conduites représentent une part croissante des réseaux québécois. On retrouve même des petits réseaux récents entièrement en plastique. Tous s'entendent sur le fait que la RdF avec les méthodes acoustiques courantes est peu performante sur ces réseaux. La cause principale est connue : les fréquences de bruit de fuites qui se propagent sont plus basses (10 à 100 Hz) et se propagent mal.

Nous résumons ci-après les éléments les plus importants du document UKWIR 2012 déjà mentionné.

Quatre facteurs limitent sur les conduites en plastique l'efficacité des équipements utilisés sur les conduites métalliques :

- L'atténuation rapide du bruit le long de la conduite;
- L'estimation de la vitesse de transmission du bruit;
- Le faible rapport signal/bruit;
- Le manque de sensibilité des capteurs de type accéléromètre.

L'UKWIR a mené un travail de terrain sur plusieurs sites avec plusieurs équipements afin de définir leurs limites d'application. C'est ainsi qu'ils ont tiré les conclusions suivantes :

- Un corrélateur équipé d'accéléromètres pouvait identifier une fuite de 1,5 m<sup>3</sup>/h et la localiser avec une précision de  $\pm 2$  m à une distance de 90 m alors qu'avec des hydrophones, la distance monte à 255 m;<sup>31</sup>
- Les résultats dépendent de :
  - La connaissance et l'habileté du chercheur de fuites;
  - La sensibilité des équipements utilisés;
  - La capacité de déterminer la fréquence de la longueur d'onde optimale;
  - La détermination exacte de la vitesse de propagation du bruit (par exemple, dans le cas où la conduite est faite de matériaux non uniformes).
- L'écoute des poteaux d'incendie n'est pas recommandée;
- L'écoute de tous les points de contact est considérée comme une étape initiale. Cependant, elle permet l'identification d'une fuite à une distance de 3 à 5 m;
- L'écoute au sol permet aussi d'identifier une fuite à une distance de 3 à 5 m et, en localisation précise, doit être faite à chaque 50 cm;
- Pour les enregistreurs de bruits avec hydrophones, l'identification doit être faite à une distance de 20 à 50 m;
- L'intérêt pour la sous-sectorisation (step-testing) déjà explicitée précédemment.

#### **d) S'adapter aux conditions québécoises**

Si l'on se réfère aux documents publiés par l'Association québécoise des techniques de l'eau (AQTE), en 1980, puis par Réseau Environnement, en 1999, les premières expériences québécoises de RdF remontent à celles des villes de Montréal et Hull, avec la méthode Pitometer<sup>32</sup>, et ce, avant les années 70. Les villes de Sainte-Foy et Laval ont également travaillé de cette façon. L'arrivée des amplificateurs électroniques et des corrélateurs a par la suite conduit à généraliser l'approche d'écoute sur poteaux d'incendie et corrélation aussi bien dans les équipes municipales que dans les firmes privées. C'est toujours la méthode qui prévaut actuellement. Les équipements d'écoute et de corrélation les plus évolués sont disponibles sur le marché et prennent leur place. Les enregistreurs et corrélation multicapteurs ont été expérimentés, en quelques occasions, avec de résultats variables<sup>33</sup>.

Au Québec, on doit tenir compte de l'importance de l'incertitude qui entache souvent l'estimation des fuites au niveau de l'ensemble ou de parties du réseau. Les raisons : les bilans sont effectués avec une majorité d'éléments estimés et les mesures de débit temporaires ou permanentes en réseau, à des fins de suivi des fuites, restent pour l'instant relativement marginales<sup>34</sup>.

Les conséquences : difficultés à quantifier avec une certaine précision ce que l'on cherche et à savoir quelle proportion de fuites a été trouvée. Si l'on trouve peu de fuites, est-ce parce qu'il y en avait peu ou parce que la RdF a été mal faite?

---

<sup>31</sup> Pour différentes raisons, l'utilisation des hydrophones semble actuellement limitée au Québec. Il serait intéressant d'effectuer des applications comparatives et de les documenter.

<sup>32</sup> Sectorisation temporaire, mesure de débit de nuit par tube de Pitometer, sous-sectorisation en réduisant le secteur par fermeture de vannes; écoute sur les conduites sélectionnées; voir aussi : *Managing leaks using flow step testing, network modeling, and field measurement*, Paul F. Boulou et Adel S. Aboujaoude, Journal AWWA, février 2011.

<sup>33</sup> Présentations par Aquadata, Genivar, Nordikeau, PGS, Québec et Saguenay à la conférence de Réseau Environnement du 7 février 2013.

<sup>34</sup> Ce dernier point est cependant moins important dans les petites municipalités où la mesure du débit de nuit à l'eau distribuée peut suffire.

Ces constats auraient pu ou dû nous amener à proposer les méthodes et équipements de RdF les plus performants, mais, pour faciliter l'implantation d'une première RdF dans de nombreuses municipalités, notre choix s'est plutôt porté vers les méthodes les plus utilisées et les plus rentables au Québec. La sous-sectorisation est également proposée pour les réseaux ruraux. On examinera séparément les cas des municipalités plus expérimentées.

### **Première expérience de RdF**

Une RdF est imposée par la SQEEP lors du dépassement d'un ou des deux indicateurs de fuites (pourcentage eau distribuée ou débit par unité de longueur du réseau). Si aucune RdF active n'a été faite antérieurement, la RdF devrait trouver un nombre important de fuites et conduire ainsi à une bonne réduction du débit. Les points suivants méritent d'être soulignés :

#### a) RdF en régie

Plusieurs municipalités québécoises, qui se limitaient à une localisation précise sur les fuites signalées, ont pris la décision de s'équiper pour faire une première RdF active. Voici quelques conseils :

- La RdF demande de l'équipement et du personnel spécialisés :
  - Le personnel :
    - ✓ La qualité et l'expérience du chercheur de fuites jouent un rôle déterminant sur les résultats, souvent même plus que celle des équipements utilisés. La motivation doit être au rendez-vous. Les meilleurs sont souvent des passionnés;
    - ✓ Ne pas oublier d'inclure une formation avec l'achat d'équipements. Prévoir deux étapes avec une période d'expérimentation entre les deux;
    - ✓ L'apprentissage passe normalement par des trous secs (faux positifs). Éviter la peur des trous secs qui peut conduire à négliger des indices et réduire ainsi l'efficacité de la RdF (faux négatifs).
  - La qualité des équipements est à surveiller : les corrélateurs de dernières générations ont de meilleures performances que les modèles de base, même s'ils sont un peu plus complexes à opérer. Le chercheur de fuites expérimenté pourrait avoir tendance à se fier plus au corrélateur qu'il connaît bien qu'à en expérimenter un nouveau;
  - Si les plans du réseau ne sont pas à jour, l'écoute peut être plus ardue et la corrélation inefficace, voire impossible. Des coudes, des changements de diamètres ne figurant pas aux plans peuvent conduire à des trous secs. Le coffre à outils du chercheur de fuites devrait comprendre un localisateur de conduite.
- L'historique des réparations déjà réalisées sur des bris peut donner des indices sur les types de problèmes qui causent les fuites, ainsi que sur les parties du réseau les plus à risques. Attention, dans un roc fissuré ou dans le sable, la proportion de fuites sortant en surface est plus basse que dans l'argile, par exemple. On peut ainsi avoir beaucoup de fuites même si peu sortent en surface;
- Les méthodes et équipements :
  - De façon générale, la méthode d'écoute sur poteaux d'incendie suivie de corrélation et écoute au sol devrait, si bien appliquée, donner de bons résultats sur les conduites métalliques de diamètre inférieur à 300 mm;
  - Sur les conduites métalliques de plus de 300 mm, ainsi que sur les conduites non métalliques (sur polychlorure de vinyle (PVC), par exemple), l'écoute sur tous les points de contact est recommandée même si elle est plus chère. Elle est suivie de l'écoute au sol pour une localisation précise;
  - Les réseaux ruraux peu denses, peu maillés et allongés présentent une faible densité de points de contact. La sectorisation, puis la sous-sectorisation en réduisant graduellement le linéaire desservi (*step testing*) peut être la meilleure solution pour prélocaliser.

- Mesurer les résultats :
  - Si le débit de nuit à l'eau distribuée n'est pas mesuré en continu, il est important de le mesurer manuellement peu avant la RdF et immédiatement après les réparations pour connaître la réduction de débit et calculer les coûts d'exploitation économisés;
  - Remplir une fiche par fuite trouvée par la RdF et réparée (voir fiche ci-après tirée du Manuel M36). Comparer avec les fiches de réparation des années antérieures. Les fuites se retrouvent-elles dans les mêmes proportions sur les poteaux d'incendie, les conduites de rue, les services? Dans les mêmes quartiers?

Figure 3-3 – Exemples de rapports tirés du Manuel M36

RAPPORT DE RÉPARATION DE FUITES (suite)		
<b>Description des dommages sur conduites du réseau et branchements de service</b>		
Quelle pièce a été endommagée :		Type de bris :
___ Corps de la conduite	___ Écrous des brides boulons, barre d'accouplement	___ Fissure ___ Perforation ___ Cassure circulaire ___ Raccord cassé ___ Arrêt principal arraché
___ Joint	___ Autre (décrire)	
___ Vanne		
Selon vous, qu'est-ce qui a causé le dommage?		___ Cassure au robinet d'arrêt ___ Joint d'étanchéité brisé ___ Conduite écrasée ___ Cloche cassée ___ Autre (décrire)
Âge de la fuite, en mois (estimation) _____		
Déterminé de quelle façon? _____		
Volume annuel (estimation) _____ ML		
Coût annuel (estimation) _____ \$		
Diamètre de la conduite ou du branchement, mm _____		
Profondeur (du sol jusqu'au sommet de la conduite), mètre _____		
Matériau de la conduite :		
___ Acier galvanisé	___ Fonte ductile	___ Ciment-amiante
___ Fer noir	___ Acier	___ CPV
___ Fonte grise	___ Cuivre	___ Polybutylène
Pression du réseau, ___ d'eau Mesuré avec ? _____		
Examiner le bord cassé des conduites de fonte grise ou de fonte ductile :		
Épaisseur originale _____ mm	Épaisseur minimale de métal gris demeuré en bon état _____ mm	La détérioration est à : ___ l'extérieur ___ l'intérieur
Y a-t-il évidence d'une fuite antérieure ou de réparations sur les conduites environnantes? ___ Oui ___ Non		Nombre de manchons de réparation antérieurs présents : _____
Date de la dernière réparation (si connue) _____		Cause de la fuite _____
Selon vous, la conduite devrait-elle être remplacée? ___ Oui ___ Non ___ Ne sait pas		
Si oui, expliquer la décision: _____		
<b>Pour les excavations, indiquer les conditions du sol</b>		
Type de sol :	Assise de conduite en place :	Type de finition (surface) :
___ Rocheux	___ Gravier/sable	___ Béton
___ Argileux	___ Sol non remanié	___ Asphalte
___ Argile séchée	___ Gravier	___ Gravier
___ Autre _____	___ Autre _____	___ Autre _____

RAPPORT DE RÉPARATION DE FUITES		
Nom du Service des eaux : _____		Date : _____
Numéro bon de travail : _____		Superviseur de l'équipe de réparation : _____
IDENTIFICATION DE LA FUITE Plan de référence : _____		
Se référer au rapport de recherche de fuite _____		Page et coordonnées : _____
Date de localisation : _____		Numéro de la fuite : _____
Localisation (inclure le nom de la rue et le numéro civique) : _____		
<b>Uniquement pour les fuites sur conduites du réseau et branchements de service</b>		
Dessiner un croquis du site incluant :		Si la fuite est sur une conduite du réseau ou sur un branchement de service, joindre trois photos :
1. Nom de la rue. 2. Numéro du compteur, si applicable. 3. Conduites et poteaux d'incendie dans la zone hors service. 4. Toutes les vannes (donner le numéro des vannes et montrer lesquelles ont été fermées pendant la réparation). 5. Localiser la fuite par rapport à l'intersection ou la maison la plus rapprochée avec l'adresse. Montrer la distance aux lignes de propriété ou du centre de la rue.		1. Visant vers le bas au-dessus de la fuite ou du dommage. 2. Gros plan sur la fuite et les dommages. 3. Toute autre photo qui, à votre avis pourra être utile.
Fuite trouvée? _____ (Oui/Non)		
<b>Type de fuite</b>		
Fuite sur le compteur _____	Fuite sur la conduite du réseau _____	Fuite sur un joint _____
Fuite sur le raccordement du compteur _____	Fuite sur le branchement de service _____	Autre fuite _____
Fuite sur l'étrier du compteur _____	- Responsabilité du Service des eaux _____	- Responsabilité de l'usager _____
Fuite sur le robinet d'arrêt _____	Décrire _____	
<b>Description de la réparation</b>		
La pièce endommagée a été : Réparée _____ Remplacée _____		Si remplacée, quel matériau a été utilisé? _____
Si réparée, quelles réparations ont été effectuées? ___ Manchon _____ Garniture de vanne ___ Soudure _____ Garniture du joint ___ Autre (décrire) _____		Durée de la réparation (De/À) _____ Membres de l'équipe _____ personnes Équipement utilisé pour la réparation ___ Rétrocaveuse ___ Camion à bascule
Coûts de la réparation : Matériaux _____ \$ Autre _____ \$ Main-d'œuvre _____ \$ Total _____ \$ Équipement _____ \$		Taille de la fuite : Mesurée _____ L/min Estimée _____ L/min Méthode utilisée _____

b) RdF sous-traitée

C'est la solution de plusieurs petites et moyennes municipalités québécoises. Un devis est présenté sur le site Internet du MAMROT. Il est basé sur les méthodes décrites ci-haut pour la RdF en régie sauf pour la sous-sectorisation des réseaux ruraux.

La plupart des points soulignés dans la section RdF en régie s'appliquent aussi. Les municipalités surveilleront aussi les problématiques de prix trop bas et le suivi de la firme par les employés municipaux. Un ordre de grandeur des prix : de 70 \$ à 95 \$/km pour l'écoute sur les poteaux d'incendie et jusqu'à 700 \$/km pour l'écoute sur tous les points de contact.

### Tirer profit de la première RdF

Si la réduction du débit (de nuit) est faible par rapport aux attentes, le problème peut venir soit de la qualité des données ou de la RdF ou des deux.

- L'amélioration de la qualité des données

Si le débitmètre à l'eau distribuée a bien été vérifié, la plus importante source potentielle d'incertitude a été éliminée. Si l'estimation des pertes vient du bilan sommaire de la SQEEP, le problème peut venir du débit de nuit :

- À l'eau distribuée, s'il n'y a pas d'enregistrement ou si la valeur retenue n'est pas représentative (trop faible);
- Chez les usagers où le débit de nuit serait plus élevé que les valeurs par défaut considérées dans le formulaire. Des lectures nocturnes de compteurs de gros usagers non résidentiels pourraient régler le problème. Mieux : poser temporairement un enregistreur sur ces compteurs.

- L'amélioration de la RdF

- Pour la RdF en régie :
  - ✓ La RdF demande un apprentissage sur plus qu'un balayage;
  - ✓ Le personnel a peut-être besoin d'une nouvelle formation sur le terrain; la motivation est-elle au rendez-vous?
- Pour la RdF sous-traitée :
  - ✓ Les autres municipalités qui ont travaillé avec la firme retenue ont-elles été satisfaites ?
  - ✓ La surveillance et le devis sont-ils en cause?

### Optimiser la RdF

L'optimisation vise à atteindre le niveau optimal de fuites en équilibrant les coûts annuels de RdF avec la valeur de l'eau économisée<sup>35</sup>. Elle peut porter sur plusieurs éléments : les méthodes et équipements de RdF et leur fréquence d'utilisation.

Où et quand faire de la RdF?

- Après un premier balayage de RdF sur tout le réseau, il est peu probable que toutes les fuites non signalées aient été détectées. Il est généralement recommandé de revenir l'année suivante avec un deuxième balayage complet;
- Par la suite, on cherchera à concentrer la RdF aux parties du réseau où les fuites signalées et non signalées sont les plus nombreuses en faisant varier la fréquence de RdF. Les pires parties du réseau seront, par exemple, écoutées deux fois par an<sup>36</sup> et les meilleures, une fois par deux ans. Le critère utilisé (nombre de fuites signalées et non signalées) peut aussi être pondéré par le linéaire de conduites (nombre de réparations / 100 km\*an). Le rapport entre les nombres de fuites non signalées trouvées par la RdF et le nombre total de fuites réparées constitue une autre façon d'exprimer le taux de succès de la RdF; on se souviendra cependant que le type de sol influence cet indicateur façon importante<sup>37</sup> ;

<sup>35</sup> Essentiellement les coûts variables selon certains; d'autres tiennent compte des coûts retardés.

<sup>36</sup> Par exemple, au printemps, pour s'assurer de trouver et réparer les fuites apparues en hiver et à l'automne pour pouvoir réparer les fuites avant l'hiver.

<sup>37</sup> Exemple : un sol argileux favorise l'apparition des fuites en surface; le sol sablonneux les cache.

- Autre optimisation : introduire la sectorisation avec mesure du débit de nuit. Si elle est permanente, la sectorisation permet, entre autres, d'identifier en moins de 24 heures l'apparition d'une nouvelle fuite importante ou, au bout d'un certain temps, l'accumulation de plusieurs petites fuites. L'intervention de l'équipe de RdF est alors totalement justifiée<sup>38</sup>. Si la sectorisation est temporaire, on allonge la durée pendant laquelle la fuite coule avant détection. Les autres bénéfiques restent les mêmes : estimation du débit de fuites, vérification de l'efficacité de la RdF, validation des consommations mesurées ou estimées.

#### Les méthodes et les équipements

Les méthodes retenues initialement comprennent : écoute sur poteaux d'incendie et corrélation sur les conduites métalliques et écoute sur tous points de contact suivie d'écoute au sol pour les autres conduites. Avec l'expérience, l'équipe peut :

- Scinder l'écoute sur poteaux d'incendie et corrélation en effectuant un balayage d'écoute, puis une cartographie des mesures de bruit (noise mapping). L'analyse de ces données par les chercheurs de fuites les plus expérimentés permet de mieux cibler les conduites à ausculter;
- Installer des enregistreurs de bruits de fuites aux endroits où l'écoute de nuit est requise et difficile;
- Une évolution prévisible : année après année, on trouve de moins en moins de fuites sur les conduites et, en proportion, plus sur les services. On peut alors penser à pratiquer l'écoute sur tous les points de contact, surtout aux endroits où l'on en trouve le plus avec l'écoute sur les poteaux d'incendie;
- Prioriser la sectorisation temporaire des secteurs où les conduites sont majoritairement non métalliques et éviter ainsi une RdF coûteuse et souvent inutile;
- Essayer la corrélation avec hydrophones en prélocalisation et localisation détaillée sur les secteurs non métalliques à fuites.

#### Améliorer le suivi de la RdF

Quelques mesures proposées par le Manuel M36 :

- À l'aide des fiches de réparation, estimer les quantités d'eau perdues par les fuites signalées et non signalées. Tirer des conclusions sur les actions à prendre pour réduire ces pertes;
- Chiffrer la rentabilité (coûts et bénéfices) de la RdF;
- Si le bilan est basé sur 75 % et plus de consommation mesurée et une estimation robuste du reste, alors l'estimation du total des 3 types de fuites permet :
  - de comparer ce total avec les quantités d'eau perdues par des fuites réparées (rapportées et non rapportées);
  - calculer la réduction des pertes requise pour atteindre le niveau optimal (en passant par le calcul de l'Indice de fuites dans les infrastructures (IFI)).

---

<sup>38</sup> Dans le pire des cas, l'augmentation peut être due à nouvelle demande nocturne d'usagers, ce qui constitue quand même une information importante.

## 4.4 LES USAGES MUNICIPAUX

### 4.4.1 La gestion des purges comme potentiel d'économie de l'eau potable

Les purges sur un réseau d'aqueduc sont utilisées pour maintenir la qualité de l'eau distribuée (éviter l'eau colorée ou conserver une meilleure qualité bactériologique) ou pour éviter le gel des conduites lorsque celles-ci sont peu profondes ou présentent une faible consommation (fin de réseau).

Dans le contexte de la Stratégie québécoise d'économie de l'eau potable, la gestion des purges représente un outil important dans l'atteinte de l'objectif de réduction de la quantité d'eau potable distribuée.

La rationalisation du temps d'écoulement et le calcul du débit nécessaire aux purges permettent de réduire le volume d'eau potable distribué sans frais supplémentaires et sans inconvénient pour les usagers.

Ce qu'il faut retenir :

- Les purges sont un mal nécessaire;
- Conserver comme objectif d'éliminer les purges par le bouclage du réseau ou l'isolation de la conduite selon la méthode décrite par monsieur François Brière dans son livre *Distribution et collecte des eaux*<sup>39</sup>;
- Lors du remplacement des conduites : pour deux conduites ayant un niveau de détérioration égale, privilégier les conduites munies de purges;
- La gestion du débit et la durée du temps d'ouverture des purges permettent une économie d'eau potable appréciable et nécessitent peu d'investissement.

Notez que, depuis quelques années, il existe sur le marché des purges programmables qui peuvent être utilisées autant pour la prévention au gel durant l'hiver que pour le maintien de la qualité de l'eau. Ce genre d'appareil a l'avantage d'effectuer des purges sporadiques sans l'intervention des employés et évite l'écoulement en continu. Toutefois, le prix d'achat et d'installation (excavation) de ces systèmes les rendent plus onéreux que les purges conventionnelles.

Toutefois, même sans purges programmables installées sur le réseau, il est possible de gérer les purges traditionnelles comme démontré dans les sections 4.4.1.1 et 4.4.1.2 ci-dessous.

---

<sup>39</sup> BRIÈRE, François, *Distribution et collecte des eaux*, deuxième édition, Presses internationales Polytechnique, 2006, 422 p.



**Figure 4- 3 – Purges programmables sur poteau d'incendie**  
(Source : Ville de Québec)



#### 4.4.1.1 Gestion des purges pour contrôler le gel

Une toute première étape consiste à répertorier et à documenter les purges sur le réseau de distribution. Les données suivantes devraient être colligées :

- L'emplacement : adresse et repères afin de bien situer la purge de même qu'un plan annexé;
- Le diamètre de la conduite où est située la purge;
- La profondeur de la conduite où est située la purge : mesurer la profondeur du sol jusqu'à l'écrou de la vanne et ajouter la hauteur du raccord de la conduite sur la vanne jusqu'à l'écrou (utiliser les spécifications du fabricant);
- Le diamètre de la sortie de la purge elle-même;
- Le débit nécessaire : qui sera calculé à partir des formules subséquentes.

#### **A- Gestion des purges pour contrôler le gel des conduites du réseau de distribution**

##### **Étape 1- Temps d'ouverture**

Dans la pratique courante, les services des travaux publics ouvrent les vannes d'écoulement des purges au mois d'octobre et les referment en avril ou en mai, selon la nordicité de la région. Pourtant, en suivant l'évolution de la pénétration du gel dans le sol, il est possible de retarder et même d'éviter l'ouverture de celles-ci. On utilisera la relation entre la valeur moyenne des degrés-jour au-dessous de zéro et la profondeur du gel au sol qui s'exprime par l'équation suivante :

- **Équation 1** : profondeur du gel (chaussée asphaltée) =  $0,477 \times \sqrt{\text{de l'indice de gel}^*}$
- **Équation 2** : profondeur du gel (chaussée en béton) =  $0,552 \times \sqrt{\text{de l'indice de gel}^*}$

\* Indice de gel = (somme des degrés-jours négatifs qui ont au moins 2 jours consécutifs négatifs) – (somme des degrés-jours positifs qui ont au moins 8 jours consécutifs positifs).

**Tableau 4-1 – Exemple de données pour un mois de mars type selon les statistiques d'Environnement Canada.**

Jour	Temp. moy. °C	Jour	Temp. moy. °C	Jour	Temp. moy. °C
<a href="#">01†</a>	-8,1	<a href="#">11†</a>	-2,3	<a href="#">21†</a>	12,6
<a href="#">02†</a>	-6,0	<a href="#">12†</a>	2,6	<a href="#">22†</a>	12,0
<a href="#">03†</a>	0,2	<a href="#">13†</a>	1,1	<a href="#">23†</a>	6,3
<a href="#">04†</a>	-4,1	<a href="#">14†</a>	-1,5	<a href="#">24†</a>	2,9
<a href="#">05†</a>	-12,1	<a href="#">15†</a>	-1,5	<a href="#">25†</a>	1,4
<a href="#">06†</a>	-11,5	<a href="#">16†</a>	0	<a href="#">26†</a>	-3,1
<a href="#">07†</a>	-2,5	<a href="#">17†</a>	2,9	<a href="#">27†</a>	-3,1
<a href="#">08†</a>	4,8	<a href="#">18†</a>	8,2	<a href="#">28†</a>	-2,0
<a href="#">09†</a>	-3,9	<a href="#">19†</a>	4,5	<a href="#">29†</a>	0,4
<a href="#">10†</a>	-7,7	<a href="#">20†</a>	8,3	<a href="#">30†</a>	-1,2
				<a href="#">31†</a>	0,9

En utilisant la colonne de la température moyenne, la somme des degrés-jour négatifs qui ont au moins 2 jours consécutifs négatifs (**en vert**) est de 69,4°C; il faut soustraire les degrés-jour positifs qui ont au moins 8 jours consécutifs positifs (**en rouge**) soit 59,1°C. Pour le mois de mars, on additionne donc 10,3 °C. Les données en noir sont ignorées.

Note : les degrés-jour (moyenne quotidienne pour différentes stations au Québec) sont disponibles sur le site d'Environnement Canada.

Lien du site : [http://www.climat.meteo.gc.ca/climateData/canada\\_f.html](http://www.climat.meteo.gc.ca/climateData/canada_f.html)

**Tableau 4-2 – Suivi mensuel du gel au sol pour la station météorologie de Normandin**

Normandin			
Année 2011-2012			
Mois	Moy. /jour nég. °C	Indice Total °C	Profondeur du gel (m)
Octobre	0,6	0,6	0,04
Novembre	42	42,6	0,31
Décembre	329,3	371,9	0,92
Janvier	532,8	904,7	1,43
Février	394,6	1 299,3	1,72
Mars	154,5	1 453,8	1,82
Avril	-67,1	1 386,7	1,78

Note : en avril, la somme des degrés/jour positifs était supérieure à celle des négatifs, d'où la régression de la profondeur du gel.

À titre d'exemple, les tableaux suivants montrent la pénétration du gel dans différentes stations météorologiques pour l'hiver 1993-1994 qui a été très froid et pour l'année 2011-2012 beaucoup plus clémente.

**Tableau 4-3 – Pénétration du gel dans différentes stations**

Endroit	Chapais	Mistassini	Québec	St-Hubert
Année	1993-1994			
Mois	Profondeur du gel (m)			
Octobre	0,25	0,17	0,06	0,00
Novembre	0,77	0,61	0,38	0,26
Décembre	1,26	1,13	0,87	0,72
Janvier	1,87	1,75	1,45	1,30
Février	2,18	2,07	1,72	1,57
Mars	2,31	2,18	1,80	1,65
Avril	2,37	2,21	1,76	1,53

Endroit	Chapais	Normandin	Québec	St-Hubert
Année	2011-2012			
Mois	Profondeur du gel (m)			
Octobre	0,13	0,04	0,00	0,00
Novembre	0,45	0,31	0,21	0,19
Décembre	1,08	0,92	0,69	0,54
Janvier	1,55	1,43	1,12	0,90
Février	1,83	1,72	1,39	1,06
Mars	1,95	1,82	1,45	0,97
Avril	1,96	1,78	1,26	0,62

En effectuant les calculs requis, une municipalité peut retarder, la plupart du temps, jusqu'au mois de janvier avant d'ouvrir les purges sans danger de gel. Les municipalités pourvues d'une source d'approvisionnement souterraine sont avantagées, car, en période hivernale, l'eau y a une température plus élevée que celle puisée en surface. Par exemple, la municipalité de Lac-des-Écorces s'approvisionnait dans un petit lac et la température de l'eau dans le réseau de distribution se maintenait à 0,5°C d'octobre à mai. Maintenant, avec un approvisionnement en source souterraine, la température de l'eau oscille entre 7 et 9°C à l'entrée du réseau, et ce, durant toute l'année. Selon les données du Bureau de normalisation du Québec (BNQ), la profondeur d'enfouissement des conduites d'eau potable est de moins de deux mètres à Montréal et de plus de quatre mètres à Schefferville.

Retarder l'ouverture des purges peut apporter une économie d'eau appréciable.

Voici l'exemple de la Ville de Falardeau qui a retardé, en 2012, l'ouverture des purges :

- Débit des purges estimées : 30 m<sup>3</sup>/h
- Débit journalier moyen traité : 6000 m<sup>3</sup>/d
- Ouverture retardée du 15 oct. au 15 déc. 2012 = 61 jours
- Économie 30 m<sup>3</sup>/h X 24 h X 61 jours = 43 920 m<sup>3</sup>

Ce qui représente une économie de 2,01 % de la production annuelle sans frais supplémentaires.

### Étape 2- Débit nécessaire

La méthode suivante permet de calculer le débit nécessaire des purges en utilisant le diamètre et la longueur de la conduite à protéger.

- **Équation 3** :  $R = 0,0100 L (1 + 0,50 d)$

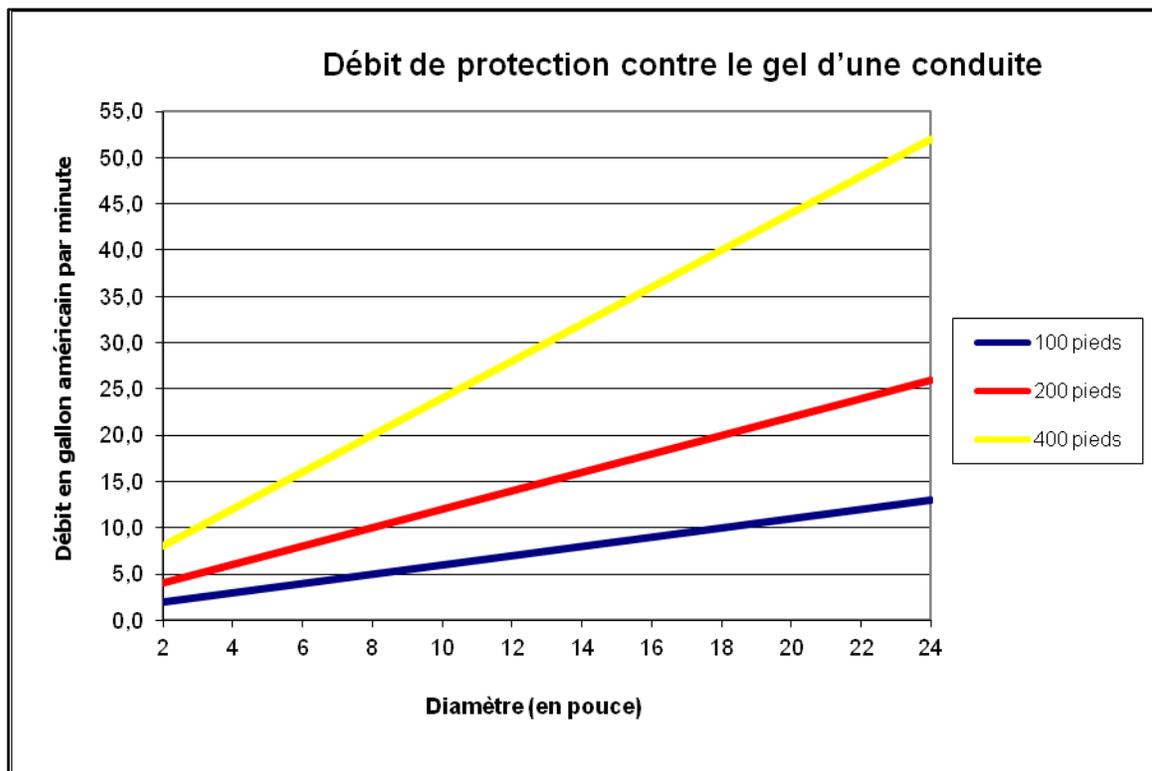
R = débit en gallons américains par minute (1 gallon américain = 3,79 litres)

L = longueur de conduite « en pied à protéger » (1 pied = 0,31 mètre)

d = diamètre de la conduite en pouce (1 pouce = 24,5 mm)

Référence : Constance, J.D., Chem. Eng. 71 (16) I20-I (1964)

Figure 4-4 – Graphique donnant l'exemple l'équation 3



*Exemple de calcul :*

Pour une conduite de 4 pouces (100 mm), d'une longueur de 100 pieds (30,5 m) munie d'une purge de  $\frac{3}{4}$  pouce (19 mm) de diamètre.

En utilisant l'équation 4 (suivante), tirée du National Fire Protection Association (NFPA), norme 291, la purge, lorsqu'ouverte au maximum, aura un débit d'environ 450 l/min à une pression de 420 kPa.

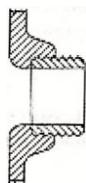
- **Équation 4** :  $Q = 29,84 \text{ cd}^2 \sqrt{p}$

Q = débit en gallons américains par minute

c = coefficient de décharge en fonction de la forme de la sortie selon le NFPA, norme 291, figure 4.7.1.

**Figure 4-5 – Formes de sortie**

1- Sortie lisse et arrondie



**c = 0,90**

2- Sortie carrée interne



**c = 0,80**

3- Sortie carrée externe directement de la conduite



**c = 0,70**

d = diamètre en pouce

p = pression en psi (1 psi = 6,89 kPa)

Pourtant, selon l'équation 3, un débit de 6 gallons américains / min. (22,7 l / min.) est suffisant.

Dans ce cas, avec ce simple calcul, on économise **615 m<sup>3</sup> par jour**.

L'expérience menée à Sainte-Foy, en effectuant le contrôle du débit et du temps d'ouverture des 27 purges utilisées comme prévention du gel, aura permis, en 1999- 2000, une économie de 346 560 m<sup>3</sup>. Il s'agit d'une diminution de 66 % comparativement à l'année précédente et d'une économie de plus de 2 % sur le bilan annuel.

### **B- Gestion des purges pour contrôler le gel des branchements de service**

Ces purges sont généralement situées à l'intérieur des bâtiments et elles sont difficiles à gérer pour la municipalité. Souvent, les usagers, par crainte du gel de leur conduite de branchement, ouvrent un robinet tôt au début de l'hiver et avec un débit plus grand que nécessaire. Ces écoulements provenant de petits diamètres consomment moins d'eau que les purges sur les conduites principales, mais leur nombre justifie les interventions permettant d'optimiser la consommation en eau potable. Une des difficultés rencontrées est la connaissance de cet écoulement. Un usager dont le branchement a gelé une fois sera porté à ouvrir un robinet afin de s'assurer d'éviter tout inconfort sans prévenir la municipalité.

La connaissance de ces purges est nécessaire à leur gestion et la documentation permet d'agir efficacement, les données souhaitables sont :

- La localisation;
- Le diamètre et la longueur du branchement;
- La profondeur;
- La situation (sous la neige ou sous le pavé);
- Historique des gels.

Comme pour les conduites du réseau, le temps d'ouverture et le débit doivent être déterminés par la municipalité.

### **Étape 1- Temps d'ouverture**

Par règlement, la municipalité peut fixer la date d'ouverture de la purge interne. Cette date est déterminée en fonction de la profondeur du branchement et de la pénétration du gel dans le sol. L'ouverture peut être retardée facilement jusqu'en janvier dans la plupart des régions. Les tableaux de la pénétration du gel dans les différentes stations (présentés ci-dessus) peuvent être utilisés. Des avis par téléphone, par lettre ou par les médias sont les méthodes de diffusion les plus courantes.

### **Étape 2- Débit nécessaire**

Selon l'équation 3 (ci-dessus), un débit de 0,25 L/min (1 tasse d'eau par minute ou écoulement de 1 à 2 mm de diamètre selon la pression) est suffisant afin de prévenir le gel d'un branchement de 19 mm dans les régions urbaines. Dans l'ancienne ville de Sainte-Foy, ce débit a été utilisé et aucun gel n'est survenu. L'ajustement de ce débit d'écoulement est facilement réalisable par un usager. Couramment, l'ajustement du débit de l'écoulement est supérieur et se situe environ à 3°L/min (diamètre de la grosseur d'un crayon soit 8 mm).

L'économie potentielle :

$$3 \text{ L} - 0,25 \text{ L} = 2,75 \text{ L/min} \times 1\,440 \text{ min/d} = 3\,960 \text{ L/d}$$

Si on considère l'ouverture du 15 octobre au 15 avril, soit 182 jours.

L'économie annuelle est de 720 720 litres par année par purge.

Si on considère le nombre de ces purges, l'économie peut être appréciable.

### **Étape 3 - La sensibilisation de la population**

Une campagne de sensibilisation demeure un élément important pour appuyer les interventions décidées par la municipalité.

Voici l'exemple de certaines municipalités :

#### Petit-Saguenay

- Rencontrer les usagers, visiter les bâtiments concernés et sensibiliser la population;
- En avril 2012, un règlement municipal concernant l'utilisation de l'eau potable a été adopté, précisant l'interdiction des purges en continu;
- En 2012, la municipalité a demandé aux usagers de fermer les purges internes et, en contrepartie, elle s'engage à faire la réparation à ses frais s'il y a gel. Aucun gel n'a été rapporté.

Chibougamau

- Sensibilisation de la population;
- Installation d'un fil chauffant sur tous les nouveaux branchements.

## 4.4.1.2 Gestion des purges pour maintenir une bonne qualité de l'eau (couleur, odeur, micro-organismes)

Des plaintes récurrentes d'eau colorée ou brouillée, des bouts de réseau où l'eau est stagnante ou lorsqu'un rinçage sporadique du réseau ne suffit pas à régler les problèmes d'eau colorée ou brouillée, des bouts de réseau où l'eau est stagnante, des plaintes récurrentes se font entendre à la municipalité. Dans ces conditions, il devient nécessaire d'installer une purge afin de maintenir une bonne qualité de l'eau potable. Selon le besoin, un écoulement continu ou sporadique sera nécessaire en utilisant un poteau d'incendie.

Comment gérer ce genre de purges?

- En se questionnant et en analysant la situation en ce qui a trait à la ramification du réseau, le sens de l'écoulement, les plaintes reçues, etc.;
- En déterminant combien de fois par jour ou par semaine il est nécessaire de vidanger la conduite et calculer ainsi le débit en fonction du volume d'eau dans la conduite de distribution de l'eau potable.

Exemple :

Un secteur problématique de fin de réseau de 1 000 mètres de longueur dont les conduites ont un diamètre de 15,24 cm.

En utilisant la formule suivante : volume du cylindre =  $\pi \times (\text{Rayon})^2 \times \text{longueur}$ , nous obtenons un volume total dans les conduites de 18 242 litres (18,24 m<sup>3</sup>).

Généralement, la municipalité, dans de tels cas, posera une purge de 5 cm sur un poteau d'incendie et selon l'équation 4 ( $Q = 29,84 \text{ cd}^2 \sqrt{p}$ ) décrite plus haut. Le débit sera alors de 3 175 litres par minute (3,18 m<sup>3</sup>/min).

En 24 heures (3 175 litres X 1 440 min par jour), 4 572 000 litres (4 572 m<sup>3</sup>) d'eau potable par jour seront utilisés, ce qui représente 250 vidanges complètes des conduites.

Dans ce cas, l'utilisation de purges programmables permettrait, avec l'ajustement du temps d'ouverture à 2 minutes, deux fois par jour, de vidanger la conduite 4 fois quotidiennement en utilisant un volume de 55 m<sup>3</sup> d'eau potable.

Cette mesure représente une **économie** de 4 517 m<sup>3</sup> par jour (4 572 m<sup>3</sup> - 55 m<sup>3</sup>).

## 5.1 L'INFORMATION ET LA SENSIBILISATION

### 5.1.6.13 Les bâtiments non résidentiels – Inspection et suivi

L'utilisation de l'eau potable par les ICI (industries, commerces, institutions) représente souvent un pourcentage important de l'utilisation de l'eau dans les municipalités. Le potentiel d'économie de l'eau y est d'autant plus important. Que ces usagers soient munis ou non d'un compteur, des audits sur l'usage de l'eau permettent d'évaluer les sources et les besoins potentiels d'économie des usages, des appareils et des procédés. Les inspections (audits) peuvent viser différents objectifs dont : l'application de la réglementation en vigueur, la sensibilisation à l'économie de l'eau et le recueil de données visant à l'installation future de compteurs. À cet effet, il existe un guide de référence préparé par le Centre des technologies de l'eau (CTE) intitulé *Guide méthodologique d'audit de l'usage de l'eau en milieu*

*institutionnel*, première édition, janvier 2013, disponible en fichier électronique sur le site suivant : [www.mamrot.gouv.qc.ca](http://www.mamrot.gouv.qc.ca).

### 1.1 Les étapes

Les étapes les plus fréquemment utilisées afin d'effectuer le suivi des usages de l'eau potable par les ICI sont les suivantes :

Étape 1 :

#### **Réglementer :**

Un règlement sur l'utilisation de l'eau potable est essentiel afin d'appuyer les démarches d'économie de l'eau potable initiées par les organisations municipales. Un modèle de règlement sur l'utilisation de l'eau potable est disponible sur le site du MAMROT (<http://www.mamrot.gouv.qc.ca/grands-dossiers/strategie-quebecoise-deconomie-deau-potable/documentation-et-liens/>).

Étape 2 :

#### **Communiquer :**

Une lettre, à chacun des propriétaires de bâtiments des ICI, informant des articles pertinents du règlement municipal concernant l'usage de l'eau dans les bâtiments est un bon moyen de conscientiser les propriétaires à leurs obligations.

Étape 3 :

#### **Cibler :**

Prioritairement, mettre les efforts où les résultats seront les plus fructueux. Toutefois si les ICI possèdent des compteurs, privilégiez les plus grands consommateurs. Le rôle d'évaluation de la ville permet, par le code CUBF (code d'utilisation du bien foncier), de cibler les plus gros utilisateurs potentiels d'eau en se référant aux données de consommation de base décrites par type d'établissement dans l'annexe D du [Guide méthodologique d'audit de l'usage de l'eau en milieu institutionnel – annexes](#), première édition, janvier 2013, disponible en fichier électronique sur le site suivant : [www.mamrot.gouv.qc.ca](http://www.mamrot.gouv.qc.ca).

Étape 4 :

#### **Vérifier :**

Des visites ou des formulaires faciliteront l'inventaire des différents appareils utilisant l'eau potable et leur conformité aux règlements de la municipalité. À l'annexe E du document [Guide méthodologique d'audit de l'usage de l'eau en milieu institutionnel – annexes](#), première édition, janvier 2013, disponible en fichier électronique sur le site suivant : [www.mamrot.gouv.qc.ca](http://www.mamrot.gouv.qc.ca), les différents types d'appareils, les problématiques de chacun et les actions possibles sont répertoriés afin de réduire la consommation d'eau potable.

Étape 5 :

#### **Faire un suivi :**

À la suite des audits, lorsqu'une non-conformité au règlement est constatée, certaines municipalités donnent directement un constat d'infraction avec amende. D'autres procèdent par avertissement en indiquant au propriétaire du bâtiment les changements nécessaires à effectuer dans un délai déterminé par la municipalité.

Étape 6 :

**Sensibiliser :**

Lors de chacune des étapes ci-dessus, la sensibilisation au gaspillage de l'eau potable est un outil qui incite les propriétaires à améliorer leurs installations.

1.2 Les exemples

**A- Ville de Montréal**

Dans le cadre de son programme interne visant à munir tous les utilisateurs des ICI de compteurs, la Ville de Montréal effectue l'inventaire de l'usage de l'eau potable dans ces bâtiments. Le processus adopté est axé sur l'évaluation de la consommation de l'eau potable afin de déterminer la dimension et le type de compteur devant être installé. Toutefois, la démarche permet aussi de détecter les possibles économies de l'eau potable et de constater l'ampleur de l'utilisation de l'eau. La démarche comporte quatre étapes principales.

Étape 1 :

**Règlementer :**

La Ville de Montréal, dans son règlement sur la canalisation de l'eau potable, des eaux usées et des eaux pluviales C-1.1 (adopté en : 2001) chapitre IV, encadre l'utilisation des appareils de climatisation et de réfrigération comme suit :

**Art.73.** Il est interdit d'installer un appareil de climatisation ou un appareil de réfrigération utilisant l'eau de l'aqueduc, sans détenir une autorisation. Le directeur délivre l'autorisation requise à quiconque lui présente à cette fin une demande écrite indiquant le type et la capacité de l'appareil ainsi que sa consommation d'eau maximale et moyenne.

**Art.74.** Dès l'installation de l'appareil, le titulaire de l'autorisation doit, à ses frais, le munir d'un robinet d'arrêt et d'un régulateur, afin de rendre le contrôle du débit de l'eau automatique, et d'un économiseur dans le cas où la capacité de l'appareil excède 12,3 kW ou 16 L d'eau à la minute, de façon à réduire la consommation d'eau à moins de 10 % de ce qu'elle serait sans économiseur, sous réserve de l'article 75.

**Art.75.** Lorsque l'appareil est destiné à la conservation des aliments, le titulaire de l'autorisation ne doit le munir d'un économiseur que si sa capacité totale excède 24,6 kW ou 32 L d'eau à la minute.

Toutefois, la Ville est en processus afin d'interdire tous types d'appareils de climatisation ou de réfrigération utilisant l'eau potable sans boucle de récupération de l'eau potable.

Étape 2 :

**Cibler :**

Le Service des finances de la Ville détermine par groupe de CUBF les interventions prioritaires et en transmet la liste au Service des travaux publics.

P1 : hôtels et motels; usines; terrains de golf.

P2 : manufactures légères; lofts.

P3 : immeubles semi-commerciaux – maximum 11 logements et % INR (immeubles non résidentiels) entre 50 % et 100 %.

P4 : immeubles commerciaux à usages divers.

P5 : immeubles semi-commerciaux – maximum 11 logements et INR entre 0 et 50 %; centres commerciaux; entrepôts; immeubles à bureaux; théâtres ou stades; garages; chemins de fer; utilités publiques; terrains; postes d'essence; autres commerces.

P9 : autres.

P10 : institutions.

Étape 3 :

**Communiquer :**

Une lettre est envoyée aux propriétaires, selon la priorité déterminée, leur indiquant le déroulement des différentes étapes concernant la pose d'un compteur et, entre autres, l'information relative à l'état de la plomberie interne du bâtiment.

Étape 4 :

**Vérifier :**

Environ deux à trois semaines après la réception de la première lettre, un employé de la Ville effectue une inspection préliminaire du branchement et informe l'utilisateur de la démarche à suivre. De plus, il remet une fiche d'information sur les branchements d'eau et sur l'inventaire des appareils (exemple 1) utilisant l'eau potable. Le propriétaire doit retourner celle-ci dans un délai de 21 jours. Les données sont entrées dans un logiciel basé sur les recommandations de l'AWWA en matière de consommation pour chaque type d'appareil. Ainsi, la Ville évalue la consommation totale de l'eau potable dans chacun des bâtiments visés. Lors de ces visites, les employés ne contrôlent pas la conformité au règlement, ils présument que les propriétaires respectent la réglementation. Toutefois, cet inventaire pourra servir dans le futur à cibler les bâtiments desservis par des appareils utilisant l'eau potable comme énergie réfrigérante lorsque l'interdiction sera en vigueur.

Si un propriétaire ne donne pas suite aux demandes d'inspection et d'inventaire, un avis est envoyé leur indiquant les articles du règlement transgressés et leur donne un nouveau délai de trente jours (exemple 2).

**B- Ville de Québec**

Depuis 2006, la Ville a mis sur pied une équipe dédiée à la recherche de fuites sur le réseau d'aqueduc et à l'économie de l'eau potable. Le groupe de travail comprend : un ingénieur (chef d'équipe), deux techniciens et trois cols bleus (d'avril à novembre). L'objectif est d'atteindre une diminution significative de la consommation en eau potable par personne. En ce qui concerne l'accompagnement des ICI, le processus suivant est utilisé. La démarche comporte cinq étapes principales.

Étape 1 :

**Réglementer :**

En 2003, un premier règlement sur l'utilisation de l'eau potable (règlement R.A.V.Q. 67) a été adopté et ensuite modifié en 2008 afin d'interdire tous les appareils de réfrigération et de climatisation qui utilisent l'eau potable comme agent de refroidissement. La Ville a accordé un délai de cinq ans pour la modification des appareils. Ce délai permet aux propriétaires de planifier leurs budgets et les travaux à effectuer, car dans certains cas, le coût est assez onéreux.

Les principales interdictions et obligations concernant les bâtiments sont :

- Interdictions :
  - Les urinoirs à réservoir à chasse périodique (adoptée en 2003 et entrée en vigueur en janvier 2008);

- De laisser couler l'eau potable inutilement et de la gaspiller ou de l'utiliser comme source d'énergie;
  - La climatisation et la réfrigération utilisant l'eau potable, d'une capacité de 36 000 BTU et plus (adoptée en 2003 et entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2008);
  - La climatisation et la réfrigération utilisant l'eau potable, de moins 36 000 BTU (adoptée en 2008 et entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2013);
  - De laisser se détériorer la plomberie de telle sorte que l'eau puisse se perdre.
- Obligations :
    - Recyclage de l'eau dans les lave-autos automatiques;
    - Remplacement des toilettes par une de capacité de 6 litres et moins.

Étape 2 :

**Communiquer :**

Une première lettre a été envoyée, à l'automne 2006, avisant tous les ICI du contenu du règlement et une autre, en 2011, (exemple 3) concernant les modifications apportées et la mise en vigueur en janvier 2013.

Étape 3 :

**Cibler :**

Par code CUBF, des listes sont établies en fonction du potentiel d'économie dont les principales sont :

- 1- Institutions (écoles primaires, secondaires, cégeps et universités);
- 2- Usines;
- 3- Restaurants, bars;
- 4- Dépanneurs et épiceries;
- 5- Hôtels;
- 6- Stations-services, lave-autos;
- 7- Immeubles de bureaux et centres commerciaux;
- 8- Immeubles commerciaux;
- 9- Pharmacies;
- 10- Boucheries;
- 11- Nettoyeurs (prochain à venir);
- 12- Entrepôts;
- 13- Hôpitaux et autres services médicaux et de santé.

**Étape 4 :****Vérifier :**

Des audits sont effectués afin de vérifier la conformité au règlement municipal sur l'utilisation de l'eau potable. Lors de la visite, l'employé porte une carte d'identité. Dans les plus grands bâtiments, un rendez-vous avec le responsable de l'entretien du bâtiment est demandé. Le technicien explique alors le règlement sur l'eau potable et sensibilise les responsables à l'importance d'éviter le gaspillage de la ressource eau. Durant la visite des lieux, l'employé note les anomalies sur un formulaire (exemple 4) et en avise le responsable rencontré. S'il y a utilisation d'un climatiseur ou d'un appareil de réfrigération, il remet un formulaire à remplir sur les spécifications de chaque appareil par la personne qui en fait l'entretien (exemple 5). Les informations sont compilées dans une base de données (exemple 6) afin d'assurer un suivi.

Dans le cas des immeubles de bureaux, une visite virtuelle, à l'aide de certains outils informatiques (par exemple, la géomatique), permet de détecter les appareils de climatisation (par exemple, une tour de refroidissement sur le toit). Si l'employé considère avoir des doutes sur l'utilisation d'appareils de climatisation utilisant l'eau potable, il fera une visite des lieux, sinon, il envoie une lettre au responsable de l'immeuble (exemple 7) afin qu'il précise si les appareils sont conformes au règlement municipal, et ce, dans un délai de quinze jours ouvrables.

Lorsqu'un propriétaire gère plusieurs bâtiments, la Ville demande au responsable de prendre en charge le formulaire à compléter. Par exemple, pour les hôpitaux, on s'adressera à l'Agence de santé et des services sociaux de la région.

**Étape 5 :****Faire le suivi :**

À partir de la base de données, un avertissement est envoyé (exemple 8) indiquant les correctifs à effectuer afin de se conformer au règlement de la Ville dans un délai de vingt jours. Toutefois, si les changements sont importants et que le propriétaire ne peut effectuer les travaux dans le délai prescrit, celui-ci doit, par lettre ou courriel, s'engager à effectuer ceux-ci à une date cible raisonnable et la Ville l'accepte en considérant leur bonne foi. Les propriétaires récalcitrants sont contactés de nouveau, soit par lettre ou par téléphone, et si aucune action n'est entreprise, le Service des travaux publics transmet les données au Service du contentieux afin d'émettre un avis d'infraction.

**1.1 - Instructions**

- **Veillez remplir les cases ombragées de tous les appareils alimentés par le point d'installation du futur compteur.**
- Veillez remplir une fiche d'inventaire par point d'installation**

**Pour toute question, écrire au service d'assistance de la Ville à [mesureau@ville.montreal.qc.ca](mailto:mesureau@ville.montreal.qc.ca)**

TABLEAU 1.2 - Inventaire des appareils courants consommant de l'eau		Quantité	Unité alimentation	TOTAL
Baignoire			8	
Bidet			2	
Douche avec 1 seul pom m eau ( si la douche est dans la baignoire, ne rien inscrire pour la douche )			2,2	
Douche avec plus d'un pom m eau			10	
Évier de cuisine, résidentiel			2,2	
Évier de cuisine, commercial ou de service			4	
Fontaine à boire			1	
Lavabo			1,5	
Lave-vaisselle résidentiel			2	
Lave-vaisselle commercial, lave-verre			3	
Machine à laver domestique ou commerciale			6	
Toilette à réservoir de chasse			4	
Toilette à soupape de chasse (sans réservoir)			35	
Urinoir à réservoir de chasse			4	
Urinoir à soupape de chasse (sans réservoir)			10	
Pour les boyaux de nettoyage et les robinets extérieurs, n'inscrire que ceux qui sont utilisés plus de 2 heures par mois.	Boyaux de nettoyage (inscrire diam ètre)	(po)		
	Boyaux de nettoyage (inscrire diam ètre)	(po)		
	Boyaux de nettoyage (inscrire diam ètre)	(po)		
	Robinet extérieur (inscrire diam ètre)	(po)		
	Robinet extérieur (inscrire diam ètre)	(po)		
TOTAL				

TABLEAU 1.3 - Inventaire des autres appareils consommant de l'eau		Quantité	Unité alimentation	TOTAL
Réfrigérateurs ou congélateurs refroidis à l'eau ( Inscrive la puissance du moteur du compresseur en H.P. dans la colonne "Quantité" )			0,84	
Clim atiseur hydro-réfrigéré (inscrive le nombre de tonnes de clim atisation dans la colonne "Quantité" )			1	
Compresseur à air refroidi à l'eau ( Inscrive la puissance du moteur du compresseur en H.P. dans la colonne "Quantité" )			0,2	
Système d'irrigation ou d'arrosage extérieur ( S'il est en fonction pendant la période de haute consommation du reste du bâtiment, inscrive le débit d'eau m ax. total en USGPM * dans la colonne "Quantité". Sinon, ne rien inscrire. )			-	
Tour évaporative ( inscrive la quantité totale de tonnes de clim atisation dans la colonne "Quantité" )			0,09	
Piscine, patinoire, fontaine décorative, etc. ( inscrive le diam ètre de la conduite d'alimentation provenant de l'aqueduc dans la colonne "Quantité" )			po	
Lave-auto manuel (nombre de stations de lavage)			4	
Lave-auto automatique (nombre de stations. Considérer 2 stations dans le cas d'un tunnel de lavage)			32	
Machine à laver industrielle ( inscrive le nombre d'appareils dans la colonne "Quantité " et le diam ètre de la conduite d'alimentation des appareils dans la colonne "Unité d'alimentation " )			po	
Autre : ( Description )				
( Inscrive le débit d'eau maximal total des appareils en USGPM * dans la colonne "Unité d'alimentation " )				
TOTAL				

\* USGPM : Gallon US par minute. 1 USGPM = 3,785 litres par minute, ou 0,227 mètre cube par heure.

**Je, soussigné, confirme que les renseignements fournis du présent formulaire sont exacts et complets.**

Propriétaire ou  
son gestionnaire

Nom, prénom

Signature

Date

**EXEMPLE 2**

SERVICE DE L'EAU  
 DIVISION DE LA GESTION DURABLE DE L'EAU  
 SECTION MESURE DE LA CONSOMMATION D'EAU

1555, rue Carrié-Derick  
 Montréal (Québec) H3C 6W2

Le JJ-MM-AAAA

**OBJET :** Installation ou remplacement des compteurs d'eau dans les industries, commerces et institutions (ICI) – **INFRACTION À LA RÉGLEMENTATION EN VIGUEUR**

À l'adresse : \_\_\_\_\_ UEF : \_\_\_\_\_

Madame, Monsieur,

La Ville de Montréal désire vous informer qu'elle procède actuellement à l'installation ou au remplacement des compteurs d'eau dans les bâtiments industriels, commerciaux et institutionnels (ICI) de votre arrondissement, conformément au règlement RCG 07-031-2.

À cet effet, des employés de la Ville de Montréal ont essayé de réaliser une inspection du branchement d'eau et des équipements s'y rattachant, dans l'immeuble situé à l'adresse ci-haut mentionné, et de remettre les informations sur la démarche à suivre. Malheureusement, l'occupant présent lors de notre visite a délibérément empêché notre employé de la Ville de Montréal d'effectuer son travail.

**NOTEZ BIEN :** L'article 13 du RCG-07-031-2 est précis à ce sujet :

*Le propriétaire ou l'occupant d'un immeuble auquel s'applique le présent règlement est tenu de permettre l'exécution des travaux et les interventions nécessaires à l'application du présent règlement. La consommation d'eau qui ne peut être mesurée en raison du défaut de se conformer au premier alinéa est réputée égale, pendant la période visée, à la consommation maximale ininterrompue calculée en fonction du diamètre du branchement d'eau et d'une vitesse d'écoulement de 3 m par seconde, tel que spécifié à l'annexe C.*

Afin que nous puissions compléter cette inspection préliminaire servant à décrire l'état de vos installations de plomberie, nous vous demandons de communiquer avec nous dans un délai de 30 jours suivant la réception de cet avis afin que l'on puisse prendre un rendez-vous.

Pour toute question ou commentaire relatifs à la présente, nous vous invitons à communiquer avec la Section de la mesure de la consommation d'eau au 514 872-5200 ou par courriel à [mesureau@ville.montreal.qc.ca](mailto:mesureau@ville.montreal.qc.ca)

Nous vous remercions de votre collaboration, et vous transmettons nos salutations distinguées.

A handwritten signature in black ink that reads "Maciej Pirog".

Maciej Pirog  
 Chef de section – Compteurs d'eau

*English version available upon request.*

**EXEMPLE 3**



**Service des travaux publics**

Division de l'aqueduc, de l'égout et de la voirie

Date

Nom et adresse du destinataire

Madame, Monsieur,

Selon nos informations, vous possédez un immeuble commercial au XXXXXXXXXX.

De ce fait, nous voudrions vérifier si les commerces à l'intérieur de cet immeuble sont conformes au règlement municipal R.A.V.Q.67 concernant l'utilisation de l'eau potable (appareil de réfrigération ou de climatisation, urinoir à réservoir), tel que décrit aux articles 16 et 17 ci-dessous détaillés.

*Article 16, 2<sup>e</sup> paragraphe –il est interdit d'installer un système de chasse d'eau à fonctionnement périodique. Un tel système déjà installé doit être remplacé par un système de chasse d'eau sur appel.*

*Article 17 - Un appareil de réfrigération ou de climatisation d'une capacité de plus de 10,5 kilowatts (36 000 BTU à l'heure) qui utilise de l'eau potable doit être remplacé par un système n'utilisant pas de l'eau potable à moins qu'il s'agisse d'un groupe électrogène d'urgence.*

*Un appareil de réfrigération ou de climatisation d'une capacité de 10,5 kilowatts (36 000 BTU à l'heure) et moins qui utilise de l'eau potable et installé légalement avant la mise en vigueur de ce règlement doit être remplacé avant le 1<sup>er</sup> janvier 2013 par un système n'utilisant pas de l'eau potable à moins qu'il s'agisse d'un groupe électrogène d'urgence.*

Donc, si des commerces, à l'intérieur de cet immeuble, possédaient un tel type de système, merci d'en aviser le soussigné, par courriel de préférence. De plus, pour toute autre information, vous pouvez également contacter ce dernier. Également, notez qu'une visite des commerces pourrait être effectuée à cet effet.

Nous vous remercions de votre collaboration et vous transmettons, ci-dessous, toutes les coordonnées de Monsieur XXXXXXXXXX.

Service des travaux publics

Division de l'aqueduc, de l'égout et de la voirie

Monsieur

Technicien en génie civil (économie d'eau potable)

275, rue du Parvis, bureau 210, 2<sup>e</sup> étage

Québec (Québec) G1K 6G7

Téléphone :

Télécopieur :



**EXEMPLE 5**

Service des travaux publics

**DESCRIPTION DES APPAREILS DE  
RÉFRIGÉRATION ET DE CLIMATISATION**

**IDENTIFICATION**

Nom de l'établissement :	_____
Adresse :	_____
Personne responsable :	_____
Téléphone :	_____ Courriel : _____

**DESCRIPTION**

	TYPE	MODE DE RÉFRIGÉRATION	MARQUE	MODÈLE	CAPACITÉ (BTU/H)
Appareil 1 :	_____	_____	_____	_____	_____
Appareil 2 :	_____	_____	_____	_____	_____
Appareil 3 :	_____	_____	_____	_____	_____
Appareil 4 :	_____	_____	_____	_____	_____

**DÉFINITION** Type (exemple :) réfrigérateur, climatiseur, thermo-pompe, génératrice, etc.  
mode de réfrigération (exemple :) eau, air, glycol, etc.

**ATTESTATION D'UN SPÉCIALISTE EN RÉFRIGÉRATION OU CLIMATISATION**

Nom de l'entreprise :	_____
nom du responsable :	_____
Signature :	_____
DATE :	_____ SIGNATURE : _____

**Retourner le formulaire à monsieur**  
**Responsable de l'économie en eau potable**  
**(à l'adresse ci-dessous)**

275, rue du Parvis bureau 210 Québec Qc G1K 6G7  
Téléphone : (418) 641 6411 poste télécopieur : (418) 641 6422  
courriel : @ville.quebec.qc.ca

**EXEMPLE 6**

COMPILATION DES INSPECTIONS	
Texte56: (Numér EMPLOYÉ(E)	DATE DE VISITE: ARRONDISSEMENT CUBF: 0
<b>IDENTIFICATION</b>	
COMPTEUR <input type="checkbox"/> NOM DU BÂTIMENT: PROPRIO	
NO. CIVIQUE: ADRESSE: TÉLÉPHONE:	
TYPE DE BÂTIMENT: NOM PERSONNE RENCONTRÉE:	
<b>ANOMALIES</b>	
LOCALISATION UR: URINOIR À RÉSERVOIR <input type="checkbox"/>	1 <sup>er</sup> LETTRE ENVOYÉE <input type="checkbox"/> DATE 1 <sup>er</sup> LETTRE:
	2 <sup>ie</sup> LETTRE ENVOYÉE <input type="checkbox"/> DATE 2 <sup>ie</sup> LETTRE:
	3 <sup>ie</sup> LETTRE ENVOYÉE <input type="checkbox"/> DATE 3 <sup>ie</sup> LETTRE:
	DÉLAI DEMANDÉ UR <input type="checkbox"/> DÉLAI UR:
	RÉPARATION UR <input type="checkbox"/> DATE DE VÉRIFICATION UR:
CLIMATISATION À L'EAU <input type="checkbox"/> FICHE LAISSÉE <input type="checkbox"/> RETOUR DE FICHE <input type="checkbox"/> DATE DE RETOUR DE FICHE:	
RÉFRIGÉRATION À L'EAU <input type="checkbox"/> QTE D'UNITÉ 36 000 BTU ET PLUS: 0 QTE UNITÉ 36 000 BTU ET MOINS: 0	
LOCALISATION DES L'UNITÉS:	1 <sup>er</sup> LETTRE ENVOYÉE <input type="checkbox"/> DATE 1 <sup>er</sup> LETTRE CL.
	2 <sup>ie</sup> LETTRE ENVOYÉE <input type="checkbox"/> DATE 2 <sup>ie</sup> LETTRE CL.
	DÉLAI DEMANDÉ CLIMATISATION <input type="checkbox"/> DÉLAI
	MISE HORS SERVICE DES UNITÉES <input type="checkbox"/> D. H. SER.
<b>PROBLÈME DE PLOMBERIE</b>	
LOCALISATION DU PROBLÈME DE PLOMBERIE: LETTRE DE PL. ENVOYÉE <input type="checkbox"/> DATE DE LETTRE DE PL.	
<b>COMMENTAIRE</b>	
COMMENTAIRE:	
LETTRE SANS VISITE <input type="checkbox"/>	



## EXEMPLE 7

### **Service des travaux publics**

Division de l'aqueduc, de l'égout et de la voirie

Madame,

Monsieur,

Selon nos renseignements, vous possédez un immeuble au \_\_\_\_\_  
de l'arrondissement \_\_\_\_\_.

De ce fait, nous voudrions vérifier si votre immeuble est conforme au règlement municipal (R.A.V.Q.67) concernant l'utilisation de l'eau potable (appareil de réfrigération ou de climatisation, urinoir à réservoir), tel que décrit aux articles 16 et 17 ci-dessous détaillés. Ce type d'intervention s'inscrit dans notre programme d'économie d'eau potable.

*Article 16, 2<sup>e</sup> paragraphe – il est interdit d'installer un système de chasse d'eau à fonctionnement périodique. Un tel système déjà installé doit être remplacé par un système de chasse d'eau sur appel.*

*Article 17 – Un appareil de réfrigération ou de climatisation d'une capacité de plus de 10,5 kW (36 000 BTU à l'heure) qui utilise de l'eau potable doit être remplacé par un système n'utilisant pas d'eau potable, à moins qu'il s'agisse d'un groupe électrogène d'urgence.*

*Un appareil de réfrigération ou de climatisation d'une capacité de 10,5 kW (36 000 BTU à l'heure) et moins qui utilise de l'eau potable et installé légalement avant la mise en vigueur de ce règlement doit être remplacé avant le 1<sup>er</sup> janvier 2013 par un système n'utilisant pas d'eau potable, à moins qu'il s'agisse d'un groupe électrogène d'urgence.*

Nous vous demandons donc de vérifier l'ensemble de votre immeuble ainsi qu'auprès de vos locataires, s'il y a lieu, afin de voir s'il existe de tels types d'appareils (climatiseur d'appoint ou réfrigération). Ensuite, nous vous demandons d'aviser de la conformité ou de la non-conformité du bâtiment au soussigné par courriel à [XXXXXXXXXX@ville.quebec.qc.ca](mailto:XXXXXXXXXX@ville.quebec.qc.ca) ou par téléphone au \_\_\_\_\_, poste \_\_\_\_\_.

Vous remerciant de votre collaboration, nous nous réservons toutefois le privilège de faire, par la suite, certaines vérifications et sachez qu'une entente est toujours possible sur un délai raisonnable pour apporter, s'il y a lieu, les correctifs.

Nous attendons de vos nouvelles dans un délai de quinze jours ouvrables.

Par :

Titre ou fonction :

Adresse :

Téléphone :

**EXEMPLE 8****Service des travaux publics**

Division de l'aqueduc, de l'égout et de la voirie  
 Québec, le 3 juin 2008

Madame,  
 Monsieur,

Lors de la visite de votre établissement situé au, xxxx, le yyyy, nous avons vérifié les accessoires de plomberie. Les employés de la Ville de Québec ont constaté l'utilisation des appareils à chasse périodique suivants :

LOCAL	TYPE D'ÉQUIPEMENT
Rez-de-chaussée, toilette des hommes	Urinoir à réservoir
1 <sup>er</sup> étage, toilette des hommes	Urinoir à réservoir
2 <sup>e</sup> étage, toilette des hommes	Urinoir à réservoir

Nous vous informons donc que le règlement sur l'eau potable de la Ville de Québec stipule, à l'article 16, 3<sup>e</sup> paragraphe :

*Qu'il est notamment interdit :*

*3<sup>e</sup> paragraphe – tout système de chasse d'eau périodique installé avant la mise en vigueur de ce règlement doit être remplacé par un système de chasse d'eau sur appel avant le 1<sup>er</sup> janvier 2008.*

Nous comptons donc sur votre collaboration pour modifier ou remplacer vos urinoirs à réservoir, afin de vous conformer au règlement de la Ville, et ce, dans un délai de vingt jours ouvrables.

Toutefois, si vous avez besoin d'informations supplémentaires, vous pouvez communiquer avec madame ou monsieur \_\_\_\_\_ au numéro de téléphone \_\_\_\_\_ ou à l'adresse de courriel \_\_\_\_\_

Nous vous prions d'agréer nos meilleures salutations.

Par :

Titre ou fonction :

Adresse :

Téléphone :

**EXEMPLE 8 (suite)**



**Service des travaux publics**  
Division de l'aqueduc, de l'égout et de la voirie

Québec, le 22 janvier 2013

Boucherie Fromagerie  
Adresse

Monsieur,

À la suite d'une visite, par un employé du Service des travaux publics de la Ville de Québec, de votre commerce situé au xxxx, il a été constaté l'utilisation de **trois appareils de réfrigération refroidis à l'eau potable**.

À ce sujet, le règlement (R.A.V.Q.67) de la Ville de Québec stipule au chapitre IV, article 17, que :

Un appareil de réfrigération ou de climatisation d'une capacité de 10,5 kW (36 000 BTU à l'heure) et moins, qui utilise de l'eau potable et qui a été installé légalement avant la mise en vigueur de ce règlement (21 novembre 2008), doit être remplacé par un système n'utilisant pas d'eau potable, à moins qu'il s'agisse d'un groupe électrogène d'urgence.

Nous vous demandons donc d'effectuer incessamment les travaux et d'aviser monsieur xxxx par courriel à l'adresse suivante xxxx@xxx lorsque les remplacements ou les mises hors service seront effectués. Veuillez noter qu'il est possible de prendre entente d'un délai raisonnable avec celui-ci.

Nous vous prions d'agréer nos meilleures salutations.

Par :

Titre ou fonction :

Adresse :

Téléphone :

### 5.3 LA TARIFICATION

Le texte suivant complète le chapitre 5 du Volume 1 qui présente un sommaire de l'Infraguide intitulé *Tarification des services d'eau et d'égout : recouvrement intégral des coûts*. On retrouve ci-après des informations plus détaillées ou spécifiques à la situation québécoise. Veuillez noter que la numérotation de ce texte ne coïncide pas à celle du Volume 1.

#### 1 Coûts fixes, coûts variables, coûts moyens et coûts marginaux. Notions de base.

Sans retourner sur les bancs d'école, nous présentons ci-après les notions de base sur ces quatre types de coûts.

##### 1.1 Coûts fixes et coûts variables

Les *coûts totaux* (CT) de production d'un système d'eau potable sont généralement décrits selon deux composantes principales : les coûts fixes (CF) et les coûts variables (CV).

$$CT = CF + CV$$

La distinction entre coûts fixes et coûts variables est essentielle pour bien comprendre et mesurer les bénéfices des mesures d'économie d'eau.

Les *coûts fixes* (CF) sont les coûts qui ne varient pas selon le volume d'eau traitée et distribuée. Ils comprennent :

- Les frais liés aux immobilisations : amortissement/remboursement du capital, frais de financement;
- Les salaires et avantages sociaux du noyau permanent d'employés;
- Les frais d'administration.

Il faut y ajouter la partie des autres frais d'exploitation qui ne varient pas avec le volume d'eau traitée comme certains frais d'entretien, de laboratoire, etc.

Les *coûts variables* (CV) comprennent typiquement les coûts des produits chimiques et les coûts d'énergie. Certains autres frais peuvent s'y ajouter, par exemple, pour l'entretien des équipements dont la fréquence augmente avec le volume traité, comme les pompes.

Au même titre que l'électricité au Québec, le traitement et la distribution d'eau potable sont des activités dites « intensives en capital », c'est-à-dire qu'elles exigent des immobilisations (capital) très importantes. Les coûts fixes constituent ainsi une grande part des coûts totaux (typiquement de 75 % à 85 %).

##### 1.3 Coûts moyens par rapport aux coûts marginaux

La notion de *coût moyen* (CM) est celle qui est la plus souvent utilisée et connue. Le coût moyen se définit comme le coût total (CT) divisé par le volume total d'eau produite (V) pour une période donnée (généralement une année). On l'exprime généralement en \$/m<sup>3</sup>.

$$CM = CT / V$$

La notion de *coût marginal* (Cm) est une notion importante quand il s'agit d'économie d'eau. En effet, c'est ce coût que l'on compare à la valeur des économies d'eau réalisées par la mise en œuvre d'une mesure ou un programme d'économie.

Le coût marginal se définit comme le coût additionnel associé à la production d'une unité supplémentaire (1 m<sup>3</sup>) d'eau potable.

$$Cm = \text{changement de CT} / \text{changement de V}$$

En pratique, le coût marginal est le changement dans le coût total résultant de petits changements dans la production d'eau. En y regardant de plus près, le coût marginal est équivalent au changement du coût variable puisque, par définition, les coûts fixes ne changent pas. Ainsi :

$$C_m = \text{changement de CV} / \text{changement de V}$$

Dans le cas de la production et de la distribution d'eau potable, le coût marginal ne diffère pas beaucoup du coût moyen en raison de l'importance des coûts fixes.

Ce raisonnement est valable à court terme. Cependant, à long terme, la situation est différente, puisque les frais fixes augmentent si une augmentation de capacité (de traitement, par exemple) est requise pour répondre à une augmentation de la demande.

C'est essentiellement ce qui distingue le coût marginal, à court terme, et le coût marginal, à long terme ( $C_{m/l}$ ). Ainsi, le coût marginal à long terme est significativement plus élevé que le coût marginal à court terme.

$$C_{m/l} = \text{changement de (CF + CV)} / \text{changement V}$$

Ces notions sont également importantes pour bien comprendre le chapitre 7. On les retrouve aussi dans les Manuels M36 et *Les programmes d'économie d'eau pour les petites et moyennes municipalités*.

## 2. Détermination des coûts

Depuis 2000, le coût d'un service municipal comprend les dépenses de fonctionnement, les frais de financement et l'amortissement. Les frais de financement correspondent au loyer de l'argent (intérêts) alors que l'amortissement traduit la répartition du coût d'un ouvrage suivant sa durée de vie et, dans une certaine mesure, les montants à prévoir pour le rénover ou le remplacer au-delà de sa durée de vie utile. Le remboursement du capital n'entre pas dans ce calcul.

Même s'il n'est pas utilisé complètement aux fins de tarification, ce calcul permet quand même une comparaison intéressante entre municipalités.

On note que, jusqu'à maintenant, la majorité des municipalités se limitent à faire ressortir :

- Le service de la dette pour les travaux majeurs identifiés à l'eau (traitement, conduites principales, etc.);
- Le budget direct de fonctionnement des usines (eau potable et eaux usées);
- Une partie plus ou moins grande du budget de fonctionnement du réseau.

Il manque donc une partie des dépenses générales, de l'administration ainsi que des immobilisations relatives aux réseaux locaux. Une partie de ce problème est attribuable aux outils utilisés qui ne permettent pas réellement une comptabilité par activité. C'est ainsi qu'il peut manquer jusqu'à 30 à 50 % des coûts. L'utilisation de la comptabilité par activité permettrait de mieux mesurer le coût total des services.

Sous un autre angle, il faut penser que, pour l'usager, le coût total de l'eau comprend d'autres éléments non municipaux importants tels :

- Les subventions des paliers supérieurs de gouvernements que l'usager défraye par ses impôts et taxes à ces deux niveaux. Ceci est particulièrement important au Québec où ces subventions sont plus élevées (qu'en Ontario, par exemple);
- Les travaux locaux pris en charge par le promoteur dont les coûts sont transférés au propriétaire.

### 3. Tarification

#### 3.1 La situation Québec/Canada en matière de tarification

Deux tableaux tirés de l'Infraguide résument les différentes sources de revenus dans le domaine de l'eau ainsi que les différents tarifs. Les pratiques de tarification des municipalités font l'objet d'une enquête régulière réalisée par Environnement Canada pour l'ensemble du Canada. La plus récente enquête dont les résultats sont disponibles est celle de 2004<sup>40</sup>. Des résultats de cette enquête pour le Québec en comparaison avec l'Ontario et l'ensemble du Canada, sont présentés ci-après.

- Pour le secteur résidentiel

L'enquête révèle que les contribuables résidentiels québécois se distinguent par l'importance de la taxe foncière comme mode de financement des services d'eau. En fait, ce mode de financement n'est presque pas en usage dans les autres provinces sauf à Terre-Neuve.

**Tableau 5-1 – Différents modes de taxation et de tarification**

Modes de taxation et tarification des services d'eau Québec -Ontario et Canada- Secteur résidentiel-2004 (En % du nombre de contribuables résidentiels)			
	Évaluation foncière	Forfaitaire	Basé sur consommation
Québec	47,5%	44,8%	7,7%
Ontario	0,01%	3,6%	96,4%
Canada	8,5%	21,4%	70,1%

Source: Base de données Environnement Canada, Enquête sur l'eau potable et les eaux usées des municipalités, 2004

Le tableau suivant présente l'information en terme de nombre de municipalités et de types de tarification basés sur la consommation. On constate que c'est effectivement la tarification forfaitaire qui est le mode prépondérant au Québec alors qu'en Ontario, c'est la tarification au volume (avec compteur).

**Tableau 5-2 – Différents types de tarifs résidentiels**

Types de tarifs résidentiels Québec, Ontario, Canada - 2004 Nombre de municipalités selon les types de tarifs						
Province	Type de tarifs forfaitaires		Type de tarifs basés sur la consommation			Total
	Forfaitaire	Éval. fonc.	TUC	TBD	TBP	
Québec	179	7	38	1	4	222
Ontario	1	1	62	12	15	148
Canada - 2004	489	12	304	84	39	916

Tiré du Rapport 2008 sur la tarification municipale de l'eau fondé sur l'Enquête sur l'eau potable et les eaux usées des municipalités 2004 (EEPEUM) d'Environnement Canada

Note: TUC: Tarif uniforme constant, TBD: Tarif en bloc dégressif, TBP: Tarif en bloc progressif

- Pour le secteur commercial

<sup>40</sup> Il faut noter que l'enquête ne couvre pas les municipalités de moins de 1 000 habitants. Aussi, les résultats de l'enquête couvrent 80 % de la population de l'ensemble des municipalités ayant fait l'objet de l'enquête.

Au Québec, la tarification au volume est plus importante pour le secteur commercial (36,6 %) que pour le secteur résidentiel (16,55 %), mais la tarification forfaitaire l'emporte encore largement.

**Tableau 5-3 – Différents types de tarifs commerciaux**

Types de tarifs commerciaux - Québec, Ontario, Canada - 2004						
Nombre de municipalités selon les types de tarifs						
Province	Type de tarifs forfaitaires		Type de tarifs basés sur la consommation			Total
	Forfaitaire	Éval. fonc.	TUC	TBD	TBP	
Québec	137	5	64	7	8	216
Ontario	39	0	68	27	9	143
Canada - 2004	378	8	342	131	40	891
Tiré du Rapport 2008 sur la tarification municipale de l'eau fondé sur l'Enquête sur l'eau potable et les eaux usées des municipalités 2004 (EEPEUM) d'Environnement Canada						
Note: TUC: Tarif uniforme constant, TBD: Tarif en bloc dégressif, TBP: Tarif en bloc progressif						

### 3.2 Tarification au compteur; le pour et le contre

La tarification de l'eau selon la quantité utilisée par chaque usager fait partie du coffre à outils pour réduire l'utilisation de l'eau potable. On considère généralement que dans le cas des services, comme les services d'eau, l'utilisation du principe « utilisateur-payeur » est le meilleur gage d'une saine gestion ainsi que d'une utilisation et d'une gestion durable de la ressource. Ce principe est d'ailleurs confirmé dans la Loi sur l'eau<sup>41</sup> du Québec qui consacre l'eau comme patrimoine collectif et comme une ressource vitale.

#### *Principes*

##### *1. — Principe utilisateur-payeur*

#### *Article 4*

*« Les coûts liés à l'utilisation des ressources en eau, dont les coûts de protection, de restauration, de mise en valeur et de gestion, sont assumés par les utilisateurs dans les conditions définies par la loi et en tenant compte des conséquences environnementales, sociales et économiques ainsi que du principe pollueur-payeur. »*

Cette méthode d'imputation des coûts pour les services d'eau fait partie des meilleures pratiques reconnues dans la littérature spécialisée. Pour des fins de discussion, au Québec, nous rappellerons ses avantages et inconvénients.

#### Avantages de la tarification avec compteurs

- La connaissance de la consommation des usagers ou des groupes d'usagers permet à une municipalité d'enrichir le bilan de l'eau sur le territoire que son réseau dessert. Ce bilan permet d'évaluer les fuites du réseau, de définir les groupes d'usagers à cibler en matière de conservation de l'eau et à améliorer la connaissance de la demande dans différents secteurs du réseau. En somme, elle vise à assurer une gestion plus efficace des services d'eau;
- Puisqu'ils doivent payer, directement, pour ce qu'ils utilisent, les usagers sont plus conscients des coûts des services d'eau. Ce « signal de prix » au consommateur contribue à une utilisation plus judicieuse de la ressource et réduit, par conséquent, les gaspillages;
- En contrepartie, la tarification permet aux usagers de bénéficier directement de leur consommation raisonnable par une réduction de leur facture;

<sup>41</sup> Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection, adoptée le 11 juin 2009.

- Le partage des coûts des services entre les différents groupes ou types d'usagers est plus transparent permettant d'atteindre une meilleure adéquation entre les prix et les bénéfices reçus par ces groupes d'usagers, ainsi qu'à une meilleure équité.

#### Inconvénients de la tarification avec compteurs

- Les coûts reliés à l'achat, l'installation des équipements ainsi que l'exploitation du système;
- Le potentiel de résistance sociopolitique particulièrement dans le secteur résidentiel. On notera cependant que, selon le sondage du journal *Le Devoir* du 26 octobre 2010, ce sujet semble avoir gagné en acceptabilité sociale;
- Le caractère vital de l'accès à l'eau potable, en lien avec la capacité de payer de certaines catégories d'usagers moins fortunés, peut susciter des réactions négatives. Ce sujet sera abordé plus loin dans cette annexe;
- Les préoccupations de concurrence parfois soulevées par les usagers des secteurs commercial et industriel;
- La transition d'un système de tarif forfaitaire ou selon l'évaluation à un tarif au volume peut entraîner des modifications substantielles des factures de certaines catégories d'usagers ainsi que des variations dans les revenus de la municipalité.

La prise en compte de ces avantages et inconvénients ont amené Réseau Environnement à se positionner en s'assurant de ne pas promouvoir inutilement les compteurs, par exemple, dans une municipalité où la performance en matière d'eau distribuée serait excellente. Pour les autres municipalités, un bilan validé est par ailleurs requis afin de s'assurer de bien estimer les composantes de ce bilan et d'alimenter un programme d'économie bien ciblé.

### 3.3 Tarification au volume et impact sur la demande

Toujours pour des fins de discussion sur ce sujet au Québec, nous revenons sur les nombreuses études qui se rapportent à la tarification au volume. Les études se regroupent en trois catégories : les comparaisons de consommation avec et sans compteurs, les études chronologiques et les études économétriques.

#### Comparaisons avec et sans compteurs

Ces études comparent des données de villes avec et sans compteurs. Si les données portent sur l'eau distribuée (par personne), le problème est d'identifier les causes des différences. Si les données portent sur la consommation résidentielle, le problème réside dans l'estimation de la consommation en l'absence de compteurs. C'est le type de comparaison que l'on retrouve dans les rapports d'Environnement Canada et nous invitons le lecteur à la plus grande prudence. Cette problématique a déjà été abordée dans l'édition 2000 de ce guide. On y soulignait que, d'après cette même source, les fuites seraient moins élevées lorsqu'il n'y a pas de compteurs que lorsqu'il y en a.

#### Étude chronologique

Elles consistent à suivre l'évolution de la situation à la suite de l'installation de compteurs ou, à l'inverse, lorsque la Ville cesse d'utiliser les compteurs pour tarifier l'eau.

Ces études sont les plus intéressantes puisqu'elles se fondent généralement sur des données de première main et de bonne qualité. Ces études sont cependant difficiles d'accès parce qu'elles font rarement l'objet de diffusion publique. L'édition 2000 de ce guide présente les résultats d'un inventaire de ces études réalisé par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), en 1999, ainsi que celui réalisé par McNeil et Tate, en 1991, de même qu'une analyse statistique de ces

résultats. La conclusion était la suivante : « l'impact des compteurs sur la consommation résidentielle varie de 7 à 55 % avec une médiane de 26 % et une moyenne de 25 %<sup>42</sup> ». On y note également que l'impact sur les pointes (arrosage) est encore plus grand.

Par ailleurs, l'InfraGuide sur la tarification considère qu'un « client à tarif forfaitaire consomme ordinairement de 20 à 30 % plus d'eau qu'un client dont le branchement est muni d'un compteur »<sup>43</sup>.

#### Les études économétriques

Elles permettent une évaluation de l'élasticité de la demande par rapport au prix. Elles sont assez nombreuses et diffèrent selon la richesse des données, le nombre de variables considérées, la formule de tarification et l'approche théorique. Ces études sont les seules à considérer explicitement la demande non résidentielle (ICI). Le tableau suivant présente les niveaux de référence (« Étalonnage ») proposés par l'US EPA dans le cadre de son guide officiel sur les plans de conservations de l'eau<sup>44</sup>. Ces niveaux de référence résultent d'une méta-analyse des études disponibles lorsque le document a été réalisé, en 1998. Par ailleurs, nous avons ajouté les résultats de l'étude de Geoeconomics Associates, réalisée en 2002 pour le gouvernement de l'Ontario, ainsi que les résultats des derniers travaux canadiens.

**Tableau 5-4 – Résultats de méta-analyses sur l'élasticité de la demande par rapport au prix de services d'eau**

SOURCE	MESURE	RÉDUCTION PRÉVUE
US EPA, Water Conservation Plan Guidelines, Appendix B, Benchmarks used in conservation planning, Table B -4.	Augmentation de 10 % des prix pour les usagers résidentiels.	- 2 % à 4 % - Élasticité de prix = 0,2 à 0,4
	Augmentation de 10 % des prix pour les usagers non résidentiels.	- 5 % à 8 % - Élasticité de prix = 0,5 à 0,8
	Tarifs à tranches progressives	- 5 % - Élasticité de prix = 0,5
« Geoeconomics Associates inc. », <i>Economic principles and concepts as applied to municipal water utilities : Final report</i> , for Ontario SuperBuild Corporation, Ministry of Finance, Government of Ontario, 2002, 211 p.	Méta-analyse d'un nombre limité d'études plus poussées.	Élasticité prix
	<u>Élasticité, prix</u> :	
	Demande résidentielle intérieure	→0,2 – 0,4
	Demande résidentielle extérieure	→0,4 -0,6
Demande non résidentielle	→Plus élevée, mais non spécifiée	

<sup>42</sup> Une seule des 24 études (celle de Sainte-Catherines, Ontario) rapportait une baisse de 20 % de la consommation suivie d'une remontée attribuée à une tarification inadéquate.

<sup>43</sup> Tarification des services d'eau et d'égout : recouvrement intégral des coûts, Fédération canadienne des municipalités, *Guide national pour des infrastructures municipales durables : Innovations et meilleures pratiques (InfraGuide)*, 2006, Ottawa, Ontario, p. 39.

<sup>44</sup> US EPA, Water Conservation Plans Guidelines.

Reynaud, A.,Renzetti, S., Villeneuve M. (2005), Residential water demand with endogenous pricing :  <i>The Canadian Case</i> , Water Resour. Res., 41, W11409.	Demande résidentielle	→0,11
	Tarif volumétrique constant	→0,25
	Tarif volumétrique croissant	
	Tarif volumétrique décroissant	→0,10
	Tarif forfaitaire	→0,02

Une élasticité de 0,2 à 0,4 signifie que pour une hausse de prix de 10 % la baisse de consommation d'eau sera de 2 % à 4 %.

Ces élasticités sont des moyennes établies pour un niveau donné de prix et de caractéristiques spécifiques. Elles peuvent cependant varier selon :

- Le type de tarif utilisé : l'élasticité pour un tarif volumétrique croissant est plus élevée que pour un tarif volumétrique constant;
- Le niveau de tarif : lorsque les tarifs s'approchent du coût marginal à long terme, l'élasticité est plus élevée;
- La perspective : l'élasticité prix est plus élevée à long terme parce que les investissements dans les équipements (appareils ménagers, par exemple) ne sont plus fixes.

Pour interpréter l'élasticité, il faut considérer que dans le cas d'un tarif forfaitaire ou d'un tarif fondé sur l'évaluation foncière, le coût marginal, c'est-à-dire le coût de la dernière unité consommée, est nul. Le passage au tarif volumétrique fait passer ce coût à un niveau considérable, ce qui fait que le changement de prix à la marge perçu par l'utilisateur est important. C'est la raison pour laquelle, dans ces situations, il faut réaliser une évaluation pour préciser les réductions induites.

#### 3.4 Modalités d'application d'une tarification au volume

Nous avons regroupé ci-après quelques éléments susceptibles d'aider la municipalité dans son cheminement.

##### Fonds/réserve

Depuis quelques années, les municipalités québécoises peuvent créer des réserves financières dans le but de financer les dépenses d'investissement et de fonctionnement. On pourra retrouver des réserves :

- D'équilibre de revenus, pour couvrir les risques de manque de revenus lors de l'implantation de la tarification qui peut affecter de façon plus importante que prévu le comportement des usagers et affecter à la baisse les revenus anticipés;
- De remplacement, pour compenser l'écart entre le coût d'investissement d'origine et le coût de remplacement à l'échéance prévue de façon à ne pas transférer le coût d'utilisation actuelle des immobilisations aux générations futures;
- De mise à niveau ou de mise aux normes, pour financer ce type de travaux connus lors de la mise en œuvre de ces investissements;
- D'investissements futurs, comme l'agrandissement des installations (usines) qui ont la particularité de ne pouvoir être agrandies de façon linéaire dans le temps.

La réglementation municipale québécoise permet de rembourser un emprunt ou d'alimenter une réserve ou un fonds avec des revenus provenant d'un tarif au volume.

##### Prise en compte de la protection incendie

L'Infraguide sur la tarification aborde ce sujet en identifiant deux visions :

*Certains soulignent le lien entre coûts de protection incendie et évaluation foncière et proposent de recourir aux impôts fonciers tout en identifiant bien cette taxe sur la facture. Ils notent également qu'une meilleure protection incendie peut amener une réduction des primes d'assurances.*

*D'autres préfèrent facturer des frais aux usagers desservis par une conduite précise, un poteau d'incendie ou un réseau de gicleurs et conserver tous les revenus en relation directe avec l'eau. Les méthodes les plus sophistiquées de répartition des coûts des infrastructures peuvent tenir compte des besoins incendie (au même titre que les pointes d'arrosage).*

Les centres commerciaux sont les usagers souvent cités comme ayant une faible consommation, mais des besoins élevés de protection incendie requérant un réseau local de capacité supérieure.

#### Prise en compte des eaux usées

Comme les municipalités s'occupent habituellement de l'eau potable, des eaux usées et du pluvial, la question de l'intégration de ces services dans la tarification se pose.

#### *Eaux usées*

Le retour à l'égout de l'eau utilisée est habituellement estimé aux environs de 90 %. Il est donc cohérent d'associer les deux services dans la tarification. C'est également une pratique courante et recommandée par l'Infraguide.

On note également au Québec des cas de tarification d'eaux usées qui tiennent compte de la qualité ainsi que des cas de crédits pour les usagers qui ne retournent pas une partie significative de leur demande en eau.

#### *Pluvial*

Les coûts associés au drainage urbain ne sont pas reliés à la consommation d'eau. De plus en plus de municipalités s'intéressent maintenant au recouvrement des coûts de ce service sur une base spécifique.

#### Partie fixe contre partie variable

Peu de municipalités ont recours à une tarification basée uniquement sur le volume utilisé. La majorité conserve une partie fixe, même minime, basée, par exemple, sur le diamètre du branchement de service ou du compteur. C'était le cas de la Ville de Sainte-Foy jusqu'à sa fusion. Pour assurer le caractère incitatif de la tarification au volume, l'Infraguide sur la tarification recommande que la partie fixe ne dépasse pas 15 % de la facture totale<sup>45</sup>. Ce concept, qui fait partie des meilleures pratiques reconnues, s'éloigne de l'opinion selon laquelle seuls les coûts variables sont à considérer dans la tarification au volume. L'exemple de la tarification d'Hydro-Québec est intéressant. La proportion de coûts fixes / coûts totaux en hydroélectricité est certainement au moins aussi élevée que celle du domaine de l'eau. Ceci n'empêche pas Hydro-Québec d'avoir une facturation où la partie fixe (abonnement) n'est que de 12 \$ par mois sur un total de l'ordre de 250 \$ à 300 \$ par mois pour une résidence unifamiliale chauffée à l'électricité.

Le passage à une tarification comportant une partie variable élevée demande cependant une planification pour éviter que la municipalité perde des revenus à la suite de l'installation de compteurs. Une réserve peut également être constituée pour faire face à une baisse de revenus reliée à une période estivale très humide.

---

<sup>45</sup> La même référence reconnaît que ce pourcentage peut augmenter lorsque la dette reliée à l'eau est élevée (ce qui est le cas au Québec) ou que la demande varie beaucoup d'une année à l'autre.

Par ailleurs, le citoyen voudra s'assurer que si les coûts reliés aux emprunts ne sont plus défrayés par la taxe foncière, mais par un tarif d'eau, alors la taxe foncière diminuera d'autant, et ce, au moins pour l'ensemble des usagers.

### Mesures sociales

Les considérations sociales jouent un rôle important dans l'application des principes « utilisateurs-payeurs » et « récupération intégrale des coûts de l'eau ». En effet, l'accès à l'eau potable est considéré comme une question vitale pour combler des besoins de base d'alimentation et d'hygiène. La loi sur l'eau du Québec consacre d'ailleurs ce droit dans les limites définies par la loi. Cette accessibilité financière peut se mesurer en comparant la facture d'eau à la capacité des usagers à payer. Cette capacité peut être mesurée par différents indicateurs comme le revenu disponible, les dépenses des ménages ou les dépenses pour d'autres services essentiels (l'électricité par exemple).

Il n'existe pas de seuil officiel d'accessibilité financière. Au niveau international, on cite souvent le chiffre de 3 % à 5 % du revenu personnel disponible ou de dépenses des ménages. Ce seuil doit cependant être considéré seulement comme une balise générale, les seuils doivent être étudiés et identifiés au niveau local.

La considération des groupes vulnérables passe par l'établissement d'une structure tarifaire intégrant des critères de distribution ou par des instruments non tarifaires permettant de cibler des groupes précis (par exemple des mesures de complément de revenus ou de facilité de paiement). Dans le cas d'une structure tarifaire intégrant des critères de distribution, il y a des groupes d'usagers qui contribueront à financer ces groupes plus vulnérables, une espèce de péréquation. Ces sujets ont été particulièrement étudiés dans les projets à financement international dans les pays en développement.

L'utilisation d'instruments non tarifaires est cependant plus directe et claire. Au niveau international, il existe une multitude de formules et certaines font appel à des organismes sociaux pour leur mise en œuvre. Le tableau suivant présente les approches les plus courantes.

**Tableau 5-5 – Approches les plus courantes**

<b>Approches et instruments non tarifaires les plus courants pour traiter les groupes vulnérables</b>	
Arrangements financiers (facilité de paiement)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrangements de paiement d'arrérages</li> <li>- Facturation mensuelle</li> <li>- Rééchelonnement de paiement</li> </ul>
Appui financier (subventions partielles)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réductions ou crédits sur la facture</li> <li>- Paiements ajustés au niveau du revenu</li> <li>- Annulation des arrérages</li> </ul>
Mesures ciblées de conservation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Offre d'implantation gratuite de mesures de conservation auprès de populations vulnérables cibles — Réduction des paiements</li> <li>- Offre de plafonnement de la tarification en échange de l'implantation de mesures de conservation</li> <li>- Prêts à taux d'intérêt réduit ou nul pour mise en œuvre de mesures de conservation</li> </ul>

Selon une enquête récente (Smets 2008)<sup>46</sup>, plus de 45 États ont mis en place des mesures ciblées pour résoudre les problèmes d'accessibilité sans compromettre leur évolution vers des niveaux tarifaires assurant un meilleur recouvrement des coûts.

En Belgique, pour la région Bruxelles-Capitale, par exemple, une loi adoptée en 2006 instaure le principe d'un prix abordable pour l'eau et l'instauration d'un tarif progressif par personne avec un fonds social financé par les usagers.

En Amérique du Nord, plusieurs villes ont développé des programmes d'accessibilité qui ne nuisent en aucune façon à leur approche de récupération intégrale des coûts. Un des plus connus est celui de la Ville de Philadelphie.

### Ville de Philadelphie

Le Philadelphia Water Department dispose de deux programmes destinés à sa clientèle vulnérable.

Un programme d'entente, le « Water Revenue Assistance Program (WRAP) » qui offre aux clients à faible revenu (selon la définition du gouvernement fédéral) de l'aide pour trouver l'appui financier requis pour leur permettre de payer leur facture d'eau. L'appui financier fait l'objet d'une entente avec chaque client.

Un programme mis au point à la fin des années 80 destiné à sa clientèle vulnérable. Le « Conservation Assistance Program (CAP) » qui offre de réaliser des mesures de conservation chez les clients qui répondent à des critères précis, dont un revenu ne dépassant pas 150 % le seuil de pauvreté établi par le gouvernement fédéral. Les travaux réalisés comprennent des travaux mineurs de plomberie, des dispositifs économiseurs d'eau, des pommes de douche à faible débit, des aérateurs de robinet ainsi qu'un programme éducatif. Ces travaux ne doivent pas dépasser 275 \$ ou 300 \$ selon que le client bénéficie ou non du service d'assistance de revenus (WRAP).

Ce dernier programme est livré par l'intermédiaire de groupes locaux, les « Neighborhood Energy Center (NEC) » qui visent à aider les populations vulnérables aux prises avec des problèmes d'arréages et de risques de coupure de service d'énergie.

Ce programme a été mis au point lors d'un projet pilote à la fin des années 80. Le projet s'adressait aux clients du service d'eau qui avaient des arréages de moins de 2 000 \$ ou aux clients qui étaient les plus à risque de connaître des arréages de paiement. L'expérience s'est avérée concluante considérant que la réduction moyenne de consommation d'eau de 25,8 % résultant de l'intervention permettait de réduire substantiellement la facture du client sans compter la réduction de sa consommation et de sa facture d'énergie.

(Référence <http://www.phila.gov/water/> accédé en septembre 2013)

Au Québec, le crédit pour impôt foncier est désormais intégré au crédit d'impôt pour la solidarité qui est entré en vigueur en juillet 2011. Ce crédit est versé mensuellement et permet d'atténuer, du moins en partie, les taxes et tarifications municipales payées par les citoyens moins fortunés.

### Usagers mixtes

L'expérience québécoise dans le domaine n'est pas encore très développée, mais la solution retenue actuellement pour les usagers existants consiste à installer un seul compteur à l'entrée du bâtiment et à facturer le volume total mesuré moins un crédit basé sur le nombre de logements et une valeur de référence pour la consommation par logement. Cette dernière pourra être établie à partir de l'échantillon de compteurs installés dans les résidences.

---

<sup>46</sup> SMETS, H., *De l'eau potable à un prix abordable : La pratique des États*, Académie de l'eau, 2008, 254 p. Accessible au : [http://academie-eau.org/fr/culture\\_ethique\\_et\\_societe-25.html](http://academie-eau.org/fr/culture_ethique_et_societe-25.html).

Dans les bâtiments existants, les solutions basées sur plus d'un compteur, ou sur un compteur installé sur la partie non résidentielle du bâtiment, ne peuvent être appliquées que dans un faible pourcentage des cas lorsque l'on considère l'ampleur des travaux de plomberie à réaliser.

#### Partager les coûts entre usagers soumis à des tarifs différents

C'est la situation qui se présente lorsqu'une partie des ICI paye son eau au volume, une autre à tarif fixe, une autre paye des compensations de taxes (institutions), que la municipalité ne paye rien pour l'eau qu'elle utilise et que les résidences payent sur tarif fixe. L'objectif est de s'assurer que tous ceux qui payent le fassent sur une base raisonnable et connue de partage des coûts. Ceci comprend, entre autres, d'éviter que les usagers au compteur payent pour l'eau qu'ils consomment et que les autres payent pour le reste, c'est-à-dire leur consommation, celle des usagers qui ne payent pas et les fuites.

La démarche de ce partage passe par un bilan des différents types d'usages et des fuites (comme celui proposé au chapitre 2) en incluant, soit des mesures de consommation ou des estimations de marge d'erreur connue.

## **5.4 LE COMPTAGE DE L'EAU À LA CONSOMMATION**

### 5.4.2 Les normes en matière de compteurs

Au Canada, le comptage de l'eau n'est pas encore régi par les normes. Une éventuelle norme sur les compteurs d'eau est en préparation par Mesures Canada. Cet organisme veut, auparavant, mettre à l'essai les recommandations de l'Organisation internationale de métrologie légale (l'OIML). L'orientation que Mesures Canada prendra sera déterminante pour le processus de sélection, de travaux d'inspection et d'entretien des compteurs. Les nouvelles normes ne s'appliqueront pas aux compteurs mis en service avant l'application officielle des politiques de Mesures Canada.

#### a) Normes nord-américaines

Les normes AWWA de série C700 sont développées par les fabricants et les usagers. Le consensus est élaboré pour chaque type de compteur et est adapté à la technologie du compteur. Notamment, les matériaux utilisés sont spécifiés aux normes et la précision est définie selon le type et le diamètre du compteur. Les longueurs des compteurs sont standardisées pour les diamètres de 50 mm et moins et les longueurs maximales sont définies pour les diamètres de 75 mm et plus. Pour chaque type de compteur et chaque diamètre, la tolérance d'erreur admissible est définie en fonction du débit précis, contrairement aux normes ISO qui utilisent le pourcentage du débit nominal pour définir les débits délimitant les zones de tolérance.

#### b) Normes européennes

Les normes ISO (ISO 4064) encadrent les performances métrologiques et sont développées par des spécialistes en métrologie provenant de différents pays. En plus d'imposer les longueurs standardisées, les conditions d'installation et les fréquences et types d'essai, la norme ISO 4064 détermine les classes métrologiques (A, B, C et D) indépendamment du type de compteur et de sa technologie. Les compteurs de la classe A ont la plus faible précision tandis que ceux de classe D sont les plus précis. Ces derniers sont rarement utilisés pour l'eau froide. Ils trouvent leur application principalement pour le comptage de l'eau chaude.

Depuis la fin de l'année 2006, la directive 2004/22/CE sur les instruments de mesure (MID) se substitue aux réglementations nationales de chacun des pays européens. Elle vise à harmoniser les exigences appliquées aux instruments neufs mis sur le marché ou mis en service en Europe, et renforce le poids des normes européennes et des recommandations OIML. Pour dix familles d'instruments (compteurs d'eau, compteurs de gaz, compteurs d'énergie, etc.), cette directive remplace la législation antérieure.

## c) Situation au Québec et au Canada

Pour le moment, en absence de cadre législatif, les compteurs répondant aux normes ISO et AWWA sont distribués aux Québec<sup>47</sup>. Alors que les normes européennes sont plus exigeantes sur l'aspect métrologique des compteurs, celles de l'AWWA le sont plus en ce qui concerne les matériaux et les caractéristiques de fabrication. L'historique des compteurs avec les certifications ISO est relativement court, mais les expériences d'exploitation sont suffisamment concluantes pour que les compteurs «ISO» soient considérés dans le processus de sélection.

La coexistence de deux standards peut s'avérer problématique en raison des différences de longueurs. Les fabricants européens, conscients du problème, offrent désormais des compteurs certifiés ISO, mais avec les dimensions conformes aux normes AWWA. Le jeu de concurrence aidant, les fabricants européens tiennent à offrir un service qui équivaut à celui de leurs collègues nord-américains. Il ne faut pas perdre de vue que, souvent, les différentes marques de compteurs sont fabriquées par des usines appartenant au même siège social ou encore que des compteurs identiques sont vendus avec des marques de commerce différentes. De plus, un même fabricant offre souvent différents types de compteurs en fonction du continent où il les vend.

### 7.3 UN TABLEAU D'ENSEMBLE

Le texte suivant présente une réflexion sur l'économie d'eau et les petites municipalités.

## a) Contexte

Les particularités de la démographie et des découpages administratifs des municipalités québécoises font qu'il y a beaucoup de petites et de très petites municipalités.

Répartition des municipalités du Québec et de la population selon la taille des municipalités, 1<sup>er</sup> juillet 2009.

**Tableau 7-1 – Estimation de la population des municipalités**  
(Source : Institut de la statistique du Québec)

Classe	Municipalité		Population	
	N	n %	N	n %
100 000 habitants et plus	10	0,8	3 723 545	47,6
50 000 à 99 999 habitants	9	0,7	602 330	7,7
10 000 à 49 999 habitants	78	6,0	1 660 859	21,2
5 000 à 9 999 habitants	75	5,8	521 406	6,7
1 000 à 4 999 habitants	493	38,2	1 042 241	13,3
0 à 999 habitants	627	48,5	278 498	3,6
<b>Total</b>	<b>1 292</b>	<b>100,0</b>	<b>7 828 879</b>	<b>100,0</b>

<sup>47</sup> Exception faite des débitmètres magnétiques qui ne sont pas couverts par une norme AWWA.

Les ressources humaines, techniques et financières des 1 120 municipalités de moins de 5 000 habitants (et encore plus des 627 de moins de 1 000 habitants) n'ont rien à voir avec celles des plus grosses municipalités. Aussi, dans les régions éloignées, les services spécialisés (comme la détection des fuites) sont peu ou pas disponibles.

Ceci ne veut pas dire pour autant que l'économie d'eau n'est pas importante pour les petites municipalités, mais qu'il faut regarder comment aborder le sujet. Par ailleurs, les petites municipalités présentent certains avantages :

- L'apparition d'une nouvelle fuite peut être décelée rapidement si le débit de l'eau distribuée est régulièrement suivi et analysé par le personnel municipal;
- La géométrie du réseau peut favoriser la sectorisation;
- Les gros usagers non résidentiels sont peu nombreux et faciles à identifier;
- Les quelques usagers résidentiels qui pourraient avoir une forte consommation sont également faciles à identifier.

Tout en nous basant sur les mêmes principes que pour les autres municipalités, nous avons ainsi cherché à développer des outils particuliers. Le texte original<sup>48</sup> de ce document a été rédigé par Normand Villeneuve, ingénieur, dont l'expérience avec les petites municipalités du Saguenay-Lac-Saint-Jean est considérable.

#### b) Examen de la situation initiale

##### *Recherche des données sur l'utilisation de l'eau*

Avant de se lancer dans des activités qui sollicitent les ressources humaines et financières limitées d'une petite municipalité, il faut commencer par récolter toutes les données historiques d'utilisation de l'eau sur le territoire municipal, si possible sur une période de trois à cinq ans. Généralement, comme la majorité des installations des petites municipalités ne possèdent pas d'équipement de suivi et d'acquisition de données en continu, cela se traduit par la compilation des données journalières de distribution d'eau à la station principale et aux stations de surpressions lorsque celles-ci sont présentes.

##### *Vérification des débits à l'eau distribuée*

La méthode de vérification volumétrique est la plus performante et généralement assez facile à réaliser, même pour une petite municipalité en présence d'une réserve d'eau. Le projet peut aussi être l'occasion de faire une mise à niveau du système de mesure, en particulier pour s'assurer d'avoir facilement accès au débit de nuit.

##### *Comparaison avec des valeurs de référence*

La référence de la Stratégie québécoise avec le premier quartile canadien du volume total d'eau distribuée est facile à utiliser et, comme de nombreuses petites municipalités ne servent pas de gros usagers, elles pourront logiquement se comparer aux références.

La Stratégie réfère également au débit de nuit dont il a été question dans la section précédente. On rappelle qu'il est généralement minimum entre 2 h et 4 h, idéalement pendant le mois d'octobre pour éviter les débits consommés par l'arrosage, les piscines et l'utilisation des purges de bouts de réseaux et celles visant à éviter le gel (incluant les usagers).

La Stratégie prévoit aussi le cas où un gros usager reçoit le service et qu'il dispose d'un compteur.

---

<sup>48</sup> Disponible sur demande auprès de l'auteur.

Lorsque les conditions définies par la Stratégie sont respectées, le programme d'économie à implanter sera minimum. Lorsque les conditions ne sont pas respectées, la Stratégie définit les mesures à implanter. Nous nous limiterons ici à examiner quelques-uns des outils.

### c) Activités d'un programme d'économie spécifique aux petites municipalités

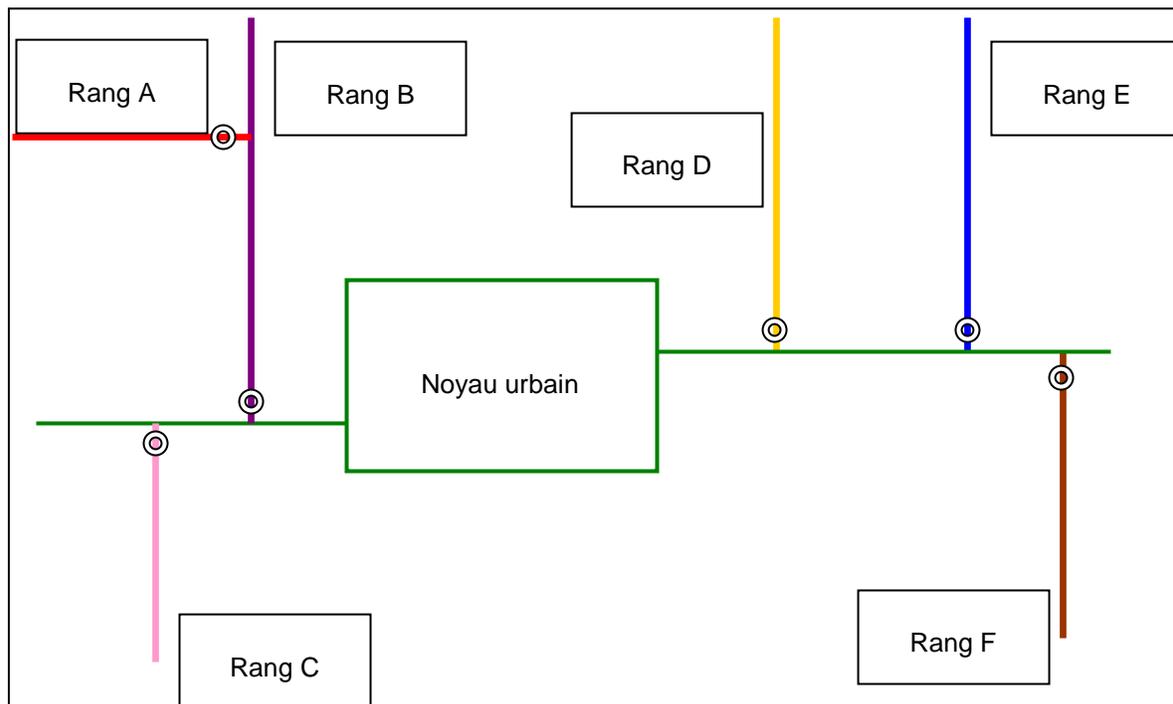
#### *Vérification des compteurs chez les usagers*

Si la municipalité est munie de compteurs, une vérification de la précision de ceux-ci permet de s'assurer de la justesse de la facturation ainsi que d'améliorer la précision du bilan. Tous les compteurs de plus de 37 mm sont vérifiés ainsi qu'un échantillon d'une vingtaine des plus petits. Les plus gros compteurs seront par la suite vérifiés au moins tous les 3 à 5 ans.

#### *Sectorisation*

Le réseau peut alimenter un noyau urbanisé et des rangs ou il peut s'étirer le long d'un axe principal. Ce sont des configurations qui facilitent l'installation de compteurs d'eau par secteur. Ces compteurs permettront une surveillance fine et une identification facile et rapide de toute possibilité de consommation anormale et de fuites.

**Figure 7-1 – Exemple d'un réseau avec ses points de mesure**



En ce qui concerne la mesure elle-même, des solutions pratiques simples ont déjà été appliquées avec succès au Saguenay-Lac-Saint-Jean dans de telles situations. Elles sont présentées dans la section 3.2.1.2.

Par ailleurs, comme il est relativement facile de déterminer le nombre et le type d'usagers par secteur, il est possible d'établir des valeurs<sup>49</sup> pour la consommation et les fuites; les totaux serviront par la suite de référence. Dans l'exemple correspondant au schéma précédent, les secteurs comprennent de 2,8 à 5 km de conduites et de 25 à 63 usagers. Les comparaisons entre le débit mesuré et les valeurs de

<sup>49</sup> En choisissant des valeurs minimales, la référence deviendra alors un objectif à atteindre.

référence permettent d'identifier l'apparition d'un nouveau problème relié soit aux débits de jour (nouvelle pointe) soit aux débits de nuit (nouvelle fuite ou usager qui laisse couler l'eau).

#### *Recherche de fuites et gestion des purges de bouts de réseaux*

Pour une petite municipalité éloignée, il n'est généralement pas facile de mettre en place un programme structuré de recherche de fuites par méthodes acoustiques, ne serait-ce que par l'absence de ressources techniques appropriées dans la région. Le cheminement proposé est plutôt basé sur les secteurs qui sont suffisamment restreints pour qu'il soit efficace de rechercher et gérer les purges, bypass, branchements illicites ou inconnus, et vannes non étanches. Tous les équipements municipaux (vannes, poteaux d'incendie, branchements de service, vannes d'air, purges, etc.) doivent être vérifiés pour s'assurer qu'ils opèrent correctement. Une attention particulière doit être dirigée vers les entreprises agricoles ou manufacturières, qui ont parfois des branchements illicites ou inconnus, ou dont le diamètre du branchement d'aqueduc est supérieur à ce qui est connu des responsables municipaux. Des vérifications sur le compteur sectoriel approprié doivent être faites fréquemment pour confirmer les impacts de tout changement dans le mode d'opération ou à la suite de réparations.

Il faut toujours se rappeler qu'une purge ou un branchement inconnu permet à l'eau de s'écouler sans arrêt. En théorie, une seule purge ou un seul branchement de 19 mm de diamètre à une pression de 350 kPa (50 lb/po<sup>2</sup>) peut débiter 110 litres d'eau par minute, soit l'équivalent de 158 500 litres par jour. Cela peut représenter près 50 % de la consommation moyenne d'une municipalité de 750 habitants ou près de 10 % de celle d'une municipalité de 4 000 habitants.

#### *Recherche et gestion des usagers laissant couler l'eau pour éviter le gel*

Pour certaines municipalités, le mois de plus grande consommation est le mois de février. Si l'analyse des débits de distribution indique une telle tendance, il est approprié de viser à trouver les usagers qui font couler l'eau continuellement pour éviter le gel des conduites. Des activités d'information, assorties d'un engagement de la municipalité à défrayer les coûts de dégel des conduites sans frais pour les résidents, permettent généralement de diminuer un tel gaspillage sans grands frais autres qu'une plus grande implication des employés municipaux et des membres de l'organisation municipale. Le noyau urbain profitera également de ces efforts de réduction de consommation d'eau potable. Les résidences ayant subi des gels réels font l'objet, sans frais pour les résidents, d'une réparation et d'une isolation adéquate des conduites (ou de l'installation d'un câble chauffant lorsque requis), pour éviter tout gel ultérieur. Des vérifications sur les compteurs sectoriels appropriés doivent être faites fréquemment pour confirmer les impacts de tout changement dans le mode d'opération ou à la suite de réparations.

#### *Contrôle de la pression de distribution*

Pour les petites municipalités, il est fréquent qu'un seul poste de pompage alimente tout le réseau municipal de distribution d'eau potable, parfois avec un ou deux postes de surpression. Toute baisse de la pression fonctionnelle de distribution (de 490 kPa à 440 kPa, par exemple) se traduit par une réduction des volumes d'eau distribuée aussi bien à la consommation normale (débit d'un robinet) que pour une fuite sur le réseau ou chez un usager (toilette qui coule). Ne pas oublier que les débits de nuit étant plus faibles que ceux de jour, la pression de nuit est généralement plus élevée en réseau. Une approche peu coûteuse consiste à vérifier le fonctionnement adéquat de tous les équipements de pompage et de contrôle de la pression pour assurer que le tout est opéré de façon optimale. Par la suite, il faut chercher à baisser les pressions d'opération, tout en assurant une qualité de service adéquate.

#### *Usagers non résidentiels qui sont potentiellement de grands consommateurs*

Une fois que l'organisation municipale a effectué un premier « ménage de sa cour », il est alors plus facile, dans une démarche d'information et de sensibilisation, de rencontrer les grands consommateurs potentiels d'eau potable pour identifier leurs besoins, leurs équipements et se faire une idée de leur consommation. C'est ce que l'on appelle habituellement un audit. Par le jeu des comparaisons, il est possible de leur faire prendre conscience des enjeux d'une trop grande consommation d'eau potable. La mise en place de compteurs d'eau précis est fortement suggérée, ne serait-ce que dans un objectif d'acquisition de connaissances. Le propriétaire d'une épicerie utilisant l'eau potable municipale comme réfrigérant sera généralement sensible au fait qu'il consomme ainsi la même quantité d'eau potable que

plusieurs dizaines de résidences; le gestionnaire d'une école pourra aussi être touché par les impacts de divers équipements de son bâtiment sur la ressource. Le passage à l'installation généralisée de compteurs et à la tarification est une solution ultime.

*Usagers résidentiels qui sont potentiellement de grands consommateurs*

En l'absence d'usagers particuliers, la consommation résidentielle représente plus de la moitié de l'eau distribuée. C'est donc généralement la composante majeure du bilan d'eau d'une petite municipalité. Or, l'analyse des données de consommation des résidences équipées de compteurs dans les petites municipalités démontre qu'un faible nombre de résidences à consommation très élevée peuvent faire grimper rapidement la consommation résidentielle moyenne. Outre les cas hivernaux de branchements de service qui gèlent (incluant les roulotte et maisons mobiles), les causes de ces consommations élevées se retrouvent parmi les suivantes :

- Arrosage : une heure d'arrosage consomme de l'ordre de 1 000 L/heure, ce qui fait plus que doubler la consommation journalière d'une résidence unifamiliale<sup>50</sup>. Sur une base annuelle, il suffit d'arroser 150 heures par année pour doubler la demande d'une résidence. Si une résidence sur dix double sa consommation, la moyenne résidentielle de la municipalité augmente de 10 %;
- Piscine : le remplissage d'une piscine hors terre de 7 mètres de diamètre requiert environ 50 m<sup>3</sup> d'eau; une piscine creusée requiert au moins 100 m<sup>3</sup>. Il faut ajouter les pertes (évaporation, lavages de filtre et fuites). De plus, en cas de perte de contrôle de la qualité de l'eau, le propriétaire peut être amené à vider la piscine et à la remplir à nouveau;
- Plomberie défectueuse : en 1999 une étude américaine sur un vaste échantillon de résidences unifamiliales équipées de compteurs attribuait une moyenne de 36 l/(pers.\*d) aux fuites à l'intérieur des résidences principalement aux toilettes qui coulent en continu. Qu'en est-il de nos résidences sans compteurs? Encore une fois, c'est un faible pourcentage de résidences qui crée le problème.

Comment résoudre ces problèmes? Dans les municipalités plus importantes, l'étape de quantification du problème passe par l'installation de compteurs sur un échantillon de résidences. Dans les petites municipalités, l'échantillon requis est proportionnellement plus élevé que dans les grandes (voir section 2.5.3). Pour réduire les coûts, on peut envisager de faire une visite (audit) de cet échantillon plutôt que de poser des compteurs. Ceci permettra en même temps d'identifier les mauvaises pratiques et d'en demander la correction. Pour l'arrosage et les piscines, l'analyse des données journalières de volume d'eau distribuée par secteur peut aider à quantifier l'eau utilisée et, dans le cas de l'arrosage, les rondes de jour et de nuit peuvent compléter les données.

## 7.4 SÉLECTION DE SITES INTERNET RELATIFS À L'ÉCONOMIE DE L'EAU POTABLE

Voici une sélection de sites Internet relatifs à l'économie de l'eau potable<sup>51</sup> :

En Amérique du Nord :

Associations et organismes

[www.reseau-environnement.com/](http://www.reseau-environnement.com/)

Le site de la Campagne d'économie d'eau potable de Réseau Environnement et l'accès à de nombreuses publications en français sur le sujet.

<sup>50</sup> Les réseaux d'arrosage de grands terrains paysagers peuvent consommer bien plus.

<sup>51</sup> Les sites suivants ont été consultés en septembre 2013.

<http://www.cwwa.ca/>

Le National Water Efficiency Committee de l'Association canadienne des eaux potables et usées est certainement le chef de file canadien dans le domaine. Son site regroupe plusieurs publications pertinentes dont les comptes-rendus de leur conférence et deux rapports datés de 2010 : l'un sur l'évolution du marché de l'économie d'eau et l'autre sur la tarification au compteur.

[www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=F25C70EC-1 /](http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=F25C70EC-1/)

Le site d'Environnement Canada consacré à l'économie d'eau pour les usagers et les communautés. Vous devez rechercher *EEPEUM* pour trouver la base de données sur les municipalités.

[www.cmhc-schl.gc.ca/fr/recherche/recherche\\_001.cfm](http://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/recherche/recherche_001.cfm)

Plus de 400 références sur l'économie d'eau. Une mine à explorer.

<http://www.awwa.org/resources-tools.aspx>

Un incontournable site opéré par l'AWWA contenant des références spécialisées, des conseils sur l'économie de l'eau, des résultats d'études et une multitude de liens avec d'autres sites américains et internationaux.

[www.epa.gov/WaterSense/](http://www.epa.gov/WaterSense/)

Un site consacré entièrement à la conservation et la valorisation de l'eau. Le programme WaterSense, parrainé par l'EPA (Environmental Protection Agency), rassemble les services d'eau et des gouvernements locaux, les fabricants et les détaillants des produits ainsi que les consommateurs dans le but de diminuer l'utilisation de l'eau par l'adoption de produits plus efficaces.

<http://www.allianceforwaterefficiency.org/default.aspx>

L'Alliance for water efficiency est un organisme à but non lucratif dédié à l'utilisation efficace et durable de l'eau. Son site fournit plusieurs ressources en ligne sur la conservation de l'eau et de l'efficacité des techniques utilisées.

<http://www.home-water-works.org/>

Le site Web Home Water Works a été créé par l'Alliance for water efficiency. On y retrouve un calculateur interactif de l'usage résidentiel de l'eau ainsi que plusieurs trucs et astuces pour économiser l'eau.

[www.cteau.com](http://www.cteau.com)

Le Centre des technologies de l'eau (CTE) a reçu une aide financière du MAMROT, en 2011, pour faire le bilan de la consommation en eau potable dans cinquante institutions publiques québécoises. En 2012, le CTE a procédé à la rédaction d'un guide qui permet aux responsables des institutions d'entreprendre une telle démarche à leur tour.

[www.siq.gouv.qc.ca/index.asp](http://www.siq.gouv.qc.ca/index.asp)

Depuis plusieurs années, la Société immobilière du Québec (SIQ) s'efforce de réduire l'empreinte environnementale de ses activités immobilières et elle a adopté des pratiques écoresponsables qui visent à préserver nos richesses collectives. La SIQ adhère aux programmes de certification environnementale LEED et BEST qui évaluent la gestion efficace de l'eau et, en particulier, l'économie de l'eau potable. Dans le cadre de ses projets de construction et de rénovation, la SIQ installe des appareils sanitaires à faible consommation et des détecteurs de présence et les plantes ne nécessitant aucun arrosage sont privilégiées dans les nouveaux aménagements paysagers. Des compteurs d'eau sont installés afin de pouvoir mesurer l'effet de ces différentes actions.

[www.fihq.qc.ca](http://www.fihq.qc.ca)

La Fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) sensibilise la population aux bonnes pratiques d'arrosage des aménagements paysagers afin de bénéficier au maximum des bienfaits environnementaux des plantes. Le site [www.arrosageeteconomiedeau.org](http://www.arrosageeteconomiedeau.org) présente notamment de nombreuses façons de réduire l'utilisation de l'eau potable dans les jardins.

### **Municipalités**

[www.ville.quebec.qc.ca](http://www.ville.quebec.qc.ca)

L'économie d'eau est présente de plusieurs façons sur le site de la Ville de Québec. On y retrouve sa Stratégie de conservation orientée vers le contrôle des fuites, la réglementation des usages, le comptage et la tarification des ICI ainsi que des conseils aux usagers (arrosage en particulier).

[http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?\\_pageid=6497,97819583&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=6497,97819583&_dad=portal&_schema=PORTAL)

La Ville de Montréal expose sa gestion durable de l'eau en présentant ses trucs et astuces pour économiser l'eau, sa patrouille bleue ainsi que sa nouvelle réglementation.

[www.ville.laval.qc.ca/wlav2/wlav.page.show?p\\_id=2340](http://www.ville.laval.qc.ca/wlav2/wlav.page.show?p_id=2340)

Le programme d'économie de la Ville de Laval inclut les subventions pour l'achat de toilettes économes et de barils de récupération d'eau de pluie.

[www.ville.riviere-du-loup.qc.ca/](http://www.ville.riviere-du-loup.qc.ca/)

En tapant dans l'outil de recherche du site « gestion de l'eau », vous aurez accès aux résultats de la politique de gestion de l'eau adoptée en 2005 qui visait à réduire la consommation résidentielle de 20 %. Vous trouverez également les informations concernant la tarification des gros usagers et la réduction des fuites.

<http://ottawa.ca/fr/residents/eau-et-environnement/conservation-de-leau>

Le site de la Ville d'Ottawa présente, pour l'utilisateur, le programme Écôneau qui regroupe 2 activités : la distribution de trousseaux d'économie (aérateur de robinet et réducteur de débit de douche) et un programme de remise de 50 \$ pour le remplacement des toilettes gourmandes par des toilettes de 4,8 L/chasse. Le site présente aussi la Stratégie de valorisation de l'eau portant sur la période 2005-2014. En plus du programme Écôneau, la Stratégie vise les bâtiments de la ville.

[www.toronto.ca/watereff/](http://www.toronto.ca/watereff/)

Dès 2002, Toronto adoptait un *Water Efficiency Plan* qui, depuis, est devenu une référence. Le document est accessible sur le site. Les programmes qui en ont découlé pour les usagers touchent : les résidences unifamiliales et multifamiliales (rabais sur les toilettes et machines à laver, inspection gratuite pelouse/jardin), les ICI (même chose que pour les résidences, plus rachat de capacité et tarifs réduits après implantation de mesures d'économie).

[www.winnipeg.ca/waterandwaste/water/default.stm](http://www.winnipeg.ca/waterandwaste/water/default.stm)

Le site de la Ville de Winnipeg qui comprend notamment des conseils pour les usagers de l'eau et des informations sur les programmes de la Ville orientés vers l'économie de l'eau.

<http://vancouver.ca/home-property-development/water-and-sewer.aspx>

Le site de la Ville de Vancouver. Leur programme comprend des conseils et des prix réduits sur des trousseaux d'économie (consommations intérieure et extérieure) et des barils de récupération d'eau de pluie.

[http://www.nyc.gov/html/dep/html/ways\\_to\\_save\\_water/index.shtml](http://www.nyc.gov/html/dep/html/ways_to_save_water/index.shtml)

Le site de la Ville de New York comprend des conseils d'économie ainsi que la description de son programme. Au menu : inspection gratuite pour détecter les fuites dans une propriété, réduction de la facture pour les usagers qui recyclent et réutilisent l'eau.

[www.mwra.state.ma.us/](http://www.mwra.state.ma.us/)

Le site du Massachusetts Water Resources Authority (MWRA) qui distribue l'eau potable dans 61 communautés du Massachusetts.

<http://www.austintexas.gov/department/water>

Le site d'Austin Texas Water Utility qui contient de nombreuses informations sur les programmes et les outils de conservation de l'eau potable.

<http://www.saws.org/Conservation/>

Site du San Antonio Water System qui contient de nombreuses informations sur les programmes et les outils de conservation de l'eau potable

### **À l'étranger :**

[www.waterwise.org.uk/](http://www.waterwise.org.uk/)

Un site consacré à l'utilisation efficace de l'eau et à sa valorisation au Royaume-Uni.

[www.economie.eaufrance.fr/](http://www.economie.eaufrance.fr/)

Un site français consacré aux données économiques du système d'information sur l'eau. Il contient une banque de données et de la documentation structurée selon cinq thèmes : l'économie, le financement des services, les activités liées à l'eau, la tarification de l'eau et les coûts et bénéfices.

<http://www.awa.asn.au/>

L'AWA (Australian Water Association) est la principale association d'adhésion indépendante et sans but lucratif de l'Australie pour les professionnels et les organismes impliqués dans le domaine de l'eau. Elle joue un rôle essentiel dans le soutien au secteur de l'eau en publiant des pratiques efficaces et durables de la gestion des eaux.