

*LES INFRASTRUCTURES D'EAUX DANS LES  
MUNICIPALITÉS QUÉBÉCOISES : ÉVALUATION DE  
LEUR ÉTAT ET DES COÛTS DE RÉFECTION*

par

Michel TRÉPANIÉ, Dany FOUGÈRES, Marcel GAUDREAU, Pierre J. HAMEL,  
Claire POITRAS, Gilles SÉNÉCAL, Nathalie VACHON et Roger VEILLETTE

*Groupe de recherche sur les infrastructures et les équipements urbains (GRIEU)*

Rapport préparé pour le **Symposium sur l'eau**

10-12 décembre 1997

publié dans Villeneuve, J.-P., Rousseau, A. et S. Duchesne (eds.), 1998,  
*Symposium sur la gestion de l'eau au Québec, Vol. 1, Recueil de texte des  
conférenciers*, p. 209-232

Institut national de la recherche scientifique  
INRS-Urbanisation

Juin 1999

## **Introduction**

---

Au Canada et au Québec, comme ailleurs dans les pays industrialisés, l'état des infrastructures urbaines et la réfection dont elles doivent faire l'objet sont depuis quelques années des préoccupations importantes dans les municipalités et les gouvernements supérieurs. Le Programme de Travaux d'infrastructures Canada-Québec est une manifestation concrète de l'attention dont sont l'objet les infrastructures : les trois paliers de gouvernement ont été impliqués dans la préparation et la gestion d'un programme de 1,8 milliard de dollars orienté sur la réfection, l'agrandissement et la construction d'infrastructures urbaines dans des zones déjà urbanisées.

Dans ce nouveau contexte, l'état des infrastructures a fait l'objet de plusieurs études au cours des dernières années. Ainsi, la Fédération canadienne des municipalités et l'Union des municipalités du Québec ont chacune procédé à des enquêtes auprès de leurs membres pour connaître leur perception de l'état des infrastructures et, à partir de là, évaluer le coût des travaux de réfection à réaliser.

L'étude de la Fédération canadienne des municipalités arrivait à la conclusion que, peu importe le type d'infrastructure, plus de la moitié des équipements étaient jugés dans un état non acceptable et nécessiteraient des investissements de près de 44 milliards de dollars pour l'ensemble du Canada (FCM, 1996). Ramené à l'échelle du Québec seulement, les coûts de réfection seraient donc de 9 à 11 milliards. Le diagnostic établi dans l'étude de l'Union des municipalités du Québec est beaucoup moins sombre puisque les résultats laissent entendre que l'état général des infrastructures serait relativement bon (UMQ, 1994). Selon l'UMQ, le coût des travaux à réaliser atteindrait 621 millions de dollars.

L'étude dont nous présentons ici les résultats s'inscrit dans la suite des enquêtes de la FCM et de l'UMQ puisqu'elle repose en bonne partie sur une enquête auprès des responsables de réseaux dans les municipalités québécoises. Réalisée à la demande du ministère des Affaires municipales du Québec, elle visait à améliorer notre connaissance de l'état des infrastructures d'eaux et à faire avancer l'évaluation des besoins en réfection et construction ainsi que l'estimation des coûts impliqués.

## **Méthodologie**

---

Les deux grands types d'ouvrage ont fait l'objet d'un examen : d'une part, les ouvrages externes, c'est-à-dire les usines de traitement de l'eau potable et des eaux usées, et, d'autre part, les ouvrages souterrains, c'est-à-dire les conduites d'eau potable et d'eaux usées. Dans chacun des cas, nous avons dressé un bilan le plus précis possible de l'état des infrastructures pour ensuite procéder, sur la base du diagnostic, à l'estimation des coûts de réfection et de construction.

La démarche retenue procédait par la recherche d'indicateurs convergents. L'objectif est de chercher à établir un portrait global à partir de plusieurs indicateurs différents. Individuellement, chacun des indicateurs a des limites et des faiblesses dont il faut tenir compte. Par contre, globalement, ces indicateurs permettent de dégager une explication convergente et cohérente si ils pointent dans une même direction, si ils dressent un portrait semblable (ou convergent) de la situation et que, d'un indicateur à l'autre, la cohérence du diagnostic est maintenue. En fait, si les conclusions que l'on tire de l'analyse de chacun des différents indicateurs utilisés sont semblables et convergent; alors les chances que l'on se soit trompé deviennent faibles.

Pour les ouvrages externes, nous avons utilisé les données du ministère de l'Environnement et de la faune (MEF) ainsi que celles du ministère des Affaires municipales (MAM) : avis d'ébullition, technologies de traitement, capacité théorique des usines, cote environnementale, débit traité par les usines, etc.

Pour les ouvrages souterrains, nous avons procédé à une enquête auprès d'un échantillon de municipalités. Un premier questionnaire concernait le réseau d'aqueduc, un second le réseau d'égouts. Chaque questionnaire comprenait quatre sections : gestion du service, techniques de diagnostic du réseau, caractéristiques techniques et état fonctionnel des conduites, financement du service. Ils ont été envoyé au responsable du réseau concerné et ont ainsi été complétés par des personnes possédant une connaissance technique des caractéristiques et du fonctionnement des équipements.

Plus détaillés que ceux utilisés jusque-là dans les enquêtes du même type, nos questionnaires demandaient aux répondants de caractériser et d'évaluer des sous-ensembles de conduites mises en terre au cours de la même période en fonction des niveaux de bris, de refoulements et d'infiltration observés. Plutôt que de porter sur l'ensemble du réseau et de garder dans l'ombre les indicateurs à partir desquels le répondant construit son diagnostic, nos données permettent

donc une analyse plus fine et mieux contrôlée de l'état des infrastructures et des besoins en réfection.

L'enquête s'est déroulée entre février et mai 1997. Les deux questionnaires ont été envoyés par la poste à 338 municipalités, aux trois communautés urbaines ainsi qu'à une vingtaine de régies intermunicipales de services. Toutes les municipalités de 45 000 habitants et plus (26) ont reçu les deux questionnaires. Au sein de cet échantillon, on retrouve les 111 municipalités, la Communauté urbaine de Montréal et les 11 régies intermunicipales de la région métropolitaine de recensement de Montréal. Ce suréchantillonnage visait à obtenir une meilleure couverture afin de produire, en collaboration avec le Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU) et le ministère de la Métropole, une analyse séparée de la région montréalaise (CERIU, 1998).

Sur les 338 municipalités ayant reçu les questionnaires, 222 les ont complétés; soit un taux de réponse de 66 %. Le taux de réponse est élevé (plus de 88 %) pour les municipalités de plus de 45 000 habitants et relativement élevé (entre 65 et 68 %) pour les municipalités de petite taille. Par contre, pour les municipalités dont la population varie entre 10 000 et 14 999 habitants, le taux de réponse est moyen (50 %). Le fait que 38 des 50 municipalités de plus de 25 000 habitants et, parmi celles-ci, 23 des 26 municipalités de 45 000 habitants et plus aient répondu à nos questions nous donne un échantillon qui contient des informations sur plus que 66 % du kilométrage de conduites existant dans les municipalités québécoises. En somme, notre échantillon est d'excellente qualité et se compare très avantageusement avec les études semblables réalisées ailleurs en Amérique du Nord.

### **Portrait général des infrastructures d'eaux au Québec**

Le Québec compte un total de 1 168 réseaux publics d'aqueduc répartis dans 971 municipalités (64 % des municipalités québécoises) et desservant 81 % de la population de la province. Une proportion de 92 % de la population desservie par ces réseaux est alimentée par une eau traitée selon divers procédés — allant des plus simples aux plus complexes —, ce qui représente les trois quarts de la population totale du Québec. La chloration simple est le principal traitement utilisé (62 % des 546 stations), suivie par le traitement en usine (20 %) et les autres types de traitement (8 %).

Les réseaux d'égouts, pour leur part, se retrouvent dans 918 municipalités (66 % des municipalités québécoises, une situation comparable à celle de l'eau potable) et desservent 84 % de la population de la province. Le Québec dispose,

d'une infrastructure d'épuration des eaux usées relativement jeune puisque la majeure grande partie du parc d'équipements a moins de 15 ans. En effet, ce sont les investissements de 5,7 milliards de dollars réalisés dans le cadre du programme PAEQ depuis 1980 qui ont permis la construction de la presque totalité des stations actuellement en service ou en réalisation (557). Avec PADEM, doté d'une enveloppe de 500 M\$, ce sera finalement 98 % de la population desservie par un réseau d'égouts dont les eaux usées seront épurées.

Concernant les conduites d'eau potable et d'égouts, l'information sur leurs caractéristiques techniques (kilométrage, âge, matériau, diamètre, etc.) demeure encore très fragmentaire à l'échelle de tout le territoire. Cela dit, les données disponibles sur les dépenses d'immobilisations relatives aux conduites d'eaux (aqueduc et égouts) permettent de voir à quel rythme les municipalités et les organismes intermunicipaux ont investi dans leur construction et leur réfection.

Au cours de la période 1986-95, le niveau des immobilisations des municipalités dans les réseaux d'aqueduc et d'égouts est assez régulier (tableau 1). Au total, il s'est investi 3,9 milliards \$, en dollars constants, ce qui fait une moyenne de près de 400 M\$ par année. On peut remarquer une hausse des immobilisations à partir de 1993 jusqu'en 1995. La hausse des deux dernières années de la période reflète sans doute l'influence du programme des Travaux d'infrastructures Canada-Québec (TICQ). On remarque d'ailleurs que la proportion des municipalités qui investissent atteint un sommet en 1994.

Les prévisions budgétaires annoncent des immobilisations de 457 M\$ en 1996 dans 390 municipalités (1,2 M\$ par municipalité), ce qui est en légère hausse par rapport aux dépenses réelles de 1995. Les prévisions de 1997 sont toutefois en nette diminution : 421 municipalités se proposent d'investir seulement 313 M\$ (0,7 M\$ par municipalité).

Pour compléter cet estimé des immobilisations dans les conduites, il faut prendre en considération ce qui a été fait du côté des organismes intermunicipaux, principalement les communautés urbaines, qui entre 1986 et 1995 ont investi 626 M\$. Au total, les municipalités et les organismes intermunicipaux ont investi ensemble 4,5 milliards de dollars (constants) dans les conduites d'eau potable et d'eaux usées au cours de la décennie 1986-95.

**Tableau 1 - Dépenses d'immobilisations des municipalités pour les réseaux d'eaux et d'égouts, 1986-1996 (en dollars de 1996 <sup>a</sup>)**

Année	Municipalités	Municipalités qui investissent		Municip. différentes	('000) \$
	(N) total	(N) total	(%)		
1986	1521	524	34,5	517	319 189
1987	1518	525	34,6	162	379 753
1988	1514	502	33,2	85	416 836
1989	1507	558	37,0	83	429 626
1990	1499	592	39,5	76	485 210
1991	1497	566	37,8	40	339 049
1992	1496	572	38,2	32	315 951
1993	1494	623	41,7	34	348 548
1994	1481	635	42,9	32	401 844
1995	1460	607	41,6	19	454 666
1996 <sup>b</sup>	1511	390	25,8		464 049
1997 <sup>b</sup>	1511	421	27,9		317 475
<b>Total</b>				<b>1080</b>	<b>4 672 196</b>

Source : MAM, Service de la vérification, 1997.

a. Application de l'indice des prix à la consommation (IPC).

b. Prévisions budgétaires.

### **Le comportement des ouvrages externes**

L'examen des ouvrages externes nous conduit au double constat que l'eau potable est de bonne qualité et que les programmes PAEQ et PADEM ont solutionné le problème de l'épuration des eaux usées. Dans les deux cas, c'est-à-dire les ouvrages externes d'eau potable et les ouvrages d'assainissement, les problèmes qui requièrent une intervention majeure à court terme sont peu nombreux et peu importants. Au-delà de ce double constat, nous avons néanmoins voulu repérer les ouvrages pouvant représenter certains problèmes et demander des efforts de réhabilitation.

Concernant les ouvrages externes d'eau potable, nous avons retenus deux scénarios élaborés par le MEF, qui estiment les coûts de mise aux normes. Non

seulement ces scénarios permettent-ils d'identifier les problèmes que connaissent les équipements de traitement de l'eau potable en regard des normes existantes ou à venir, mais ils nous indiquent aussi le coût des travaux à réaliser.

Le premier scénario, préparé en 1992, estimait que parmi les municipalités de moins de 1 000 personnes, avec ou sans chloration, 28 devaient aménager leur source et 88 des puits alors que 10 devaient construire une station de purification. Parmi les municipalités de 1 000 à 5 000 personnes, avec ou sans chloration, 9 devaient aménager leur source et 51 des puits alors que 60 devaient construire une station de purification. Dans ces municipalités, 176 devaient ajouter une désinfection d'appoint. Dans les municipalités de plus de 5 000 personnes, avec ou sans chloration, les 16 municipalités de cette classe devaient construire une station de purification. Enfin, 14 municipalités ayant des usines avec traitement complet devaient y apporter des modifications. À ces interventions, estimait alors le MEF, il faut aussi compter des estimés de l'ordre de 10 millions \$ pour l'atteinte des objectifs concernant la norme de trihalométhane.

Globalement, ce scénario de mise aux normes entraîne des déboursés de l'ordre de 360 millions \$ pour des travaux d'aménagement de source (37 municipalités) et de puits (149 municipalités), pour la construction de station de purification (86 municipalités), pour des modifications aux stations de traitement (14 municipalités) et une désinfection d'appoint (176 municipalités) (MEF, 1992).

Dans le deuxième scénario, préparé en 1997, les estimés sont ramenés à des sommes plus modestes (MEF, 1997a et 1997b). Ainsi, le projet de modification réglementaire consiste à la désinfection obligatoire des eaux de surface susceptibles de contenir des coliformes totaux, en raison de l'allègement des normes proposées initialement en 1993 pour la turbidité et le THM. Pour les 53 réseaux (municipaux et privés confondus) connaissant ce type de problèmes, on évalue à près de 5,3 millions \$ les coûts en chlorateur. Parmi les équipements dits optionnels, l'atteinte des objectifs concernant la norme de trihalométhane demande des déboursés de l'ordre de 61 millions \$, pour 30 municipalités particulièrement ciblées à cet égard. Un coût de capitalisation à cet égard pour quatre très petits réseaux est également prévu et est de l'ordre de 1,5 million \$ Par ailleurs, l'abaissement de la norme de plomb entraînerait des dépenses maximales de 7,8 millions. En somme, ce deuxième scénario engage, pour les réseaux municipaux, un minimum 5,3 millions \$ et un maximum de 75,6 millions si on tenait compte des équipements optionnels (MEF, 1997a et 1997b).

Il s'avère, par ailleurs, que les municipalités sont actuellement dotées des équipements suffisants pour répondre à la demande d'eau potable. Certes, quelques cas ponctuels peuvent demander des travaux d'agrandissement. Mais le problème principal demeure celui des pointes records de la saison estivale.

En ce qui a trait aux ouvrages d'assainissement, nous avons voulu identifier les stations cotées C, D et E et problématiques eu égard au traitement de la  $DBO_5$ , des MES et des coliformes fécaux, de même que le pourcentage de débordement inclus dans la note réseau. La liste des ouvrages mal cotés (C, D et E), tirée de la banque de données du MEF, a donc été refondue pour ne retenir que les cas de nature physique (la technologie, la capacité, etc.) et ne concernant que le traitement ou le débordement.

Le parc des stations d'épuration au Québec se compose de 371 stations en opération le 1<sup>er</sup> janvier 1995, se caractérise par l'utilisation très répandue de la technologie des étangs aérés (72 % du total) ainsi que des boues activées, des biofiltres et des biodisques qui occupent une certaine part du marché. Trois stations physico-chimiques, qui traitent toutefois un fort volume d'eaux usées, sont toujours en rodage. D'autres technologies sont aussi présentes comme les étangs non aérés, les dégrilleurs, les fosses septiques et les roseaux. Évaluées différemment et comptant pour moins de 0,3% du débit total du Québec, elles n'ont pas été prises en considération dans notre analyse.

Au terme de notre analyse, nous avons identifié 16 stations d'étangs aérés comme problématiques quant à la note station. Celles-ci traitent 45 100 m<sup>3</sup>/d. Elles ont presque toutes moins de dix ans. Dix (10) autres stations sont problématiques quant à la note station. Elles traitent respectivement 87 361 m<sup>3</sup>/d pour les stations à boues activées, 52 855 m<sup>3</sup>/d pour les stations à biofiltres et 297 m<sup>3</sup>/d pour les stations à biodisques. Elles ont toutes moins de dix ans, ce qui est jeune pour des ouvrages de ce type. Au total, le débit des stations problématiques représente 5 % m<sup>3</sup>/d du débit total traité au Québec

Ce portrait somme toute positif de l'état des ouvrages externes rejoint l'opinion du personnel technique qui en a la responsabilité dans les municipalités et les organismes intermunicipaux. En effet, la majorité des municipalités et des organismes intermunicipaux qui ont répondu à nos questionnaires affirment que leurs équipements sont adéquats et rencontrent les besoins. C'est un élément important. Certes, il ne s'agit que d'une perception. Mais celle-ci va dans le même sens que les bilans réalisés dans les ministères concernés et qui, tant pour les équipements d'assainissement que de purification, soulignent la bonne performance des ouvrages.

## **Évaluation des coûts de construction/réhabilitation des ouvrages externes**

---

En ce qui concerne les ouvrages externes d'eau potable, pour atteindre pratiquement partout un niveau excellent et répondant à des normes sévères, le maximum nécessaire serait donc de l'ordre de 360 millions \$ alors que selon un scénario plus modeste, le minimum se situerait sous les 50 millions \$.

Pour ce qui est des ouvrages d'assainissement, le montant devant être ajouté à ce qui est déjà prévu est encore moindre et peut-être même nul. En effet, dans le cadre des programmes existants (PAEQ et PADEM) des investissements de l'ordre de 938 millions \$ sont déjà prévus d'ici à 2001. Mises à part les questions d'ajustement, la fin de ces programmes aura pratiquement réglé tous les problèmes qui nécessiteraient des investissements importants, en autant que l'on prenne des mesures énergiques pour faire face à l'étalement urbain. Il y aurait lieu, notamment, de faire payer par les promoteurs (qui l'incorporent au prix final des maisons) les sommes rendues nécessaires pour de nouveaux investissements en infrastructures.

## **Les ouvrages souterrains**

---

Si, de façon générale, l'état des ouvrages externes peut être jugé satisfaisant, celui des réseaux d'eau potable et usées appelle quant à lui une évaluation plus nuancée. D'une part, même si on prend en considération le Programme de Travaux d'infrastructures Canada-Québec, force est de constater que les réseaux n'ont pas été l'objet de programmes de soutien équivalents aux PAEQ et PADEM. D'autre part, même si on ne peut parler de vieillesse dans leur cas, il n'en reste pas moins que les réseaux de conduites sont plus âgés que les ouvrages externes et que la part de problèmes y est plus grande.

## **Les conduites d'eau potable**

Dans l'ensemble, les réseaux de distribution d'eau potable des 222 municipalités et régies intermunicipales qui ont répondu au questionnaire sont relativement jeunes puisque 65 % des conduites (10 319 km) ont 35 ans ou moins (tableau 2). Autre indicateur de la jeunesse des réseaux de conduites : c'est au cours de la période la plus récente (1976-1996) que l'on a installé le plus grand nombre de kilomètres de conduites : 5 380 km. C'est donc dire que 34 % du kilométrage

étudié a 20 ans ou moins. Quant aux conduites les plus âgées, c'est-à-dire celles installées avant 1945, elles représentent 16 % du kilométrage étudié (2 610 km).

Cette situation n'a rien d'étonnant. La plus forte poussée de l'urbanisation s'est produite après la Seconde Guerre mondiale, phénomène accompagné d'une importante croissance démographique. Cette croissance, combinée à la prospérité économique, a fortement stimulé le développement urbain et plus spécifiquement la construction résidentielle qui, pour l'essentiel, s'est déplacée des quartiers centraux des agglomérations vers des nouveaux secteurs en banlieue, à la faveur surtout de la maison individuelle comme mode privilégié d'accession à la propriété. Ainsi, 82 % du parc de logements québécois a été construit après 1946, dont 63 % depuis 1961 et 44 % depuis 1971 (BSQ, 1995). Comme on peut le constater, l'âge des réseaux correspond grosso modo aux principales périodes d'urbanisation du Québec.

Plus des deux tiers du kilométrage étudié (68 %, 10 844 km) est constitué de tuyaux de 8 pouces ou moins. L'âge des conduites a très peu d'influence sur cette proportion. Quant aux conduites de plus grande dimension, ce sont surtout les diamètres moyens ( $8 < \varnothing = 14$  po.) qui sont le plus fréquemment utilisés (21 % du kilométrage étudié, 3 359 km).

Les données du tableau 2 nous indiquent que les matériaux utilisés pour les conduites ont changé au fil des ans. La fonte grise est le matériau le plus fréquent pour les conduites d'eau potable puisque 47 % (7 470 km) des 15 986 km de conduites étudiés sont de ce type. On observe toutefois que les conduites de fonte grise sont de moins en moins utilisées : 2 390 km installés avant 1945 (92 % du kilométrage de la période) contre seulement 396 km entre 1976 et 1996 (7 % du kilométrage de la période). Cette observation n'a rien d'étonnant dans la mesure où, à toute fin pratique, la fonte grise n'est plus utilisée au Québec depuis la fin des années soixante-dix.

La fonte ductile est le second matériau en importance avec 4 014 kilomètres pour 25 % du kilométrage étudié. C'est au cours de la période 1961-1975 que ce matériau a vraiment fait sa place : on en a installé 1 813 km (37 % du kilométrage installé) alors que seulement 126 kilomètres avaient été installés lors de la période précédente (4 % du kilométrage installé au cours de la période 1945-1960). Son utilisation a légèrement progressé au cours de la période récente : 2 070 km, 39 % du kilométrage installé entre 1976 et 1996.

**Tableau 2 - Âge des conduites selon le matériau - Réseaux d'eau potable**

Âge	Inconnu		Autre		Béton-acier		Fonte ductile		Fonte grise		CPV		Multiple		Total *	
	Longueur totale	%	Longueur totale	%	Longueur totale	%	Longueur totale	%	Longueur totale	%	Longueur totale	%	Longueur totale	%	Longueur totale	%
Avant 1945	65	3	16	1	0	0	5	0	2 390	92			133	5	2 610	100
1945-1960	53	2	78	3	145	5	126	4	2 605	85	21	1	29	1	3 058	100
1961-1975	155	3	143	3	394	8	1 813	37	2 078	42	77	2	278	6	4 938	100
1976-1996	160	3	44	1	296	6	2 070	39	396	7	1 852	34	561	10	5 380	100
<b>Total</b>	<b>433</b>	<b>3</b>	<b>282</b>	<b>2</b>	<b>836</b>	<b>5</b>	<b>4 014</b>	<b>25</b>	<b>7 470</b>	<b>47</b>	<b>1 951</b>	<b>12</b>	<b>1 000</b>	<b>6</b>	<b>15 986</b>	<b>100</b>

Source : Enquête INRS-Urbanisation.

\* : Incluant le réseau de la Ville de Montréal.

Au cours des 20 dernières années, mais surtout depuis 10 ans, le CPV s'est taillé une place de choix dans l'éventail des matériaux utilisés. Très peu utilisé dans la période précédente (77 km ou 2 % du kilométrage installé entre 1961 et 1975), il représente 34 % du kilométrage installé (1 852 km).

Les autres caractéristiques des conduites d'eau potable des municipalités et régies qui ont participé à l'enquête se présentent comme suit : 68 % (10 844 km) du kilométrage étudié est constitué de tuyaux de 8 pouces ou moins de diamètre; les conduites les plus anciennes sont surtout le fait des villes les plus peuplées (45 000 habitants et plus) alors que les petites municipalités abritent une part de jeunes conduites plus grande qu'attendu. Conséquemment, on observe que les conduites faites des matériaux les plus récents, tel le CPV, sont surtout le fait des municipalités de petite taille alors que les matériaux plus anciens, telle la fonte grise, sont sur-représentés dans les villes de 45 000 habitants et plus.

On constate aussi que dans 74 % des municipalités, représentant 92 % du kilométrage étudié, les tronçons font l'objet, sous une forme ou une autre et à un moment où à un autre, de programmes d'inspection ou de diagnostic et que c'est dans les villes de petite taille que l'on remarque l'absence de tels programmes. Par programmes de diagnostic, nous entendons qu'une ou l'autre des informations suivantes est répertoriée : mesures localisées (pression, débit, etc.) (79 % du kilométrage étudié), inspection visuelle (61 % du kilométrage étudié), plaintes (59 % du kilométrage étudié), conditions structurales et géométriques des conduites (30 % du kilométrage étudié), mesures de la corrosivité des sols (25 % du kilométrage étudié), inventaire des bris (75 % du kilométrage étudié), et des fuites (74 % du kilométrage étudié), calibration des compteurs d'eau (48 % du kilométrage étudié), vérification des bornes d'incendie (91 % du kilométrage étudié), autres mesures (30 % du kilométrage étudié),

De même, 54 % des municipalités ayant répondu au questionnaire, représentant 83 % du kilométrage étudié, possèdent un plan directeur de développement de leur réseau. Les plans directeurs pour la gestion des réseaux sont un peu plus rares puisque seulement 41 % des municipalités ayant répondu au questionnaire, représentant 65 % du kilométrage étudié, en possèdent un.

C'est à partir de l'information qui nous a été fournie sur la fréquence des bris que nous évaluons l'état actuel des conduites d'eau potable. Le questionnaire proposait aux répondants trois niveaux de fréquence de bris en fonction desquels ils pouvaient qualifier les conduites dont ils ont la responsabilité : négligeable, tolérable et intolérable. Il s'agit évidemment d'une évaluation

subjective et on comprendra qu'une fréquence de bris jugée tolérable par un ingénieur municipal pourra être considérée intolérable par le responsable de réseau de la municipalité voisine. Cela dit, compte tenu de l'absence relative de seuils objectifs qui serviraient à programmer les interventions sur les conduites ou leur remplacement, le jugement de ceux qui ont la responsabilité d'assurer le bon fonctionnement des réseaux et de piloter les projets d'intervention au sein de l'administration municipale est une évaluation pertinente et intéressante.

Cette évaluation de la fréquence des bris nous a permis d'établir que les conduites d'eau potable sont dans un état relativement satisfaisant. En effet, 10 % du kilométrage étudié présente une fréquence de bris jugée intolérable par les responsables des réseaux (tableau 3).

**Tableau 3 - Évaluation de la fréquence des bris selon l'âge des conduites (sans les kilomètres de conduites dont l'état est inconnu \*) - Réseaux d'eau potable**

Âge	Intolérable		Tolérable		Négligeable		Total	
	Long. totale	%	Long. totale	%	Long. totale	%	Long. totale	%
Avant 1945	187	13	790	55	455	32	1 433	100
1945-1960	411	18	1 294	57	551	24	2 255	100
1961-1975	501	12	2 329	57	1 291	31	4 121	100
1976-1996	108	2	545	12	4 013	86	4 666	100
<b>Total</b>	<b>1 207</b>	<b>10</b>	<b>4 959</b>	<b>40</b>	<b>6 310</b>	<b>51</b>	<b>12 475</b>	<b>100</b>

Source : Enquête INRS-Urbanisation.

\* : Les réseaux des villes n'ayant pas qualifié l'état de leurs conduites sont exclus de ce tableau. C'est le cas, notamment, de la Ville de Montréal.

Au moment où nous avons effectué notre enquête, une étude en profondeur de l'état des infrastructures souterraines de la Ville de Montréal était en cours. Réalisée conjointement par le CERIU, l'INRS-Eau et le CNRC, cette étude n'était pas encore complétée à l'été 1997 et en absence de données complètes et robustes, les personnes qui ont complété le questionnaire pour le compte de la Ville de Montréal ont préféré ne pas qualifier l'état des conduites. Ceci affecte évidemment nos résultats dans la mesure où la part du kilométrage dont le comportement reste inconnu devient inévitablement importante compte tenu de l'ampleur du réseau montréalais (2 300 kilomètres). De plus, dans la mesure où notre évaluation des coûts s'appuie sur le diagnostic de l'état des conduites, le silence de la Ville de Montréal sur ce point particulier affecte là aussi nos résultats.

On remarque également que la fréquence de bris de 51 % du kilométrage étudié est jugée négligeable par les répondants (6 310 km sur un total de 12 475 km), ce qui indique que ces conduites ne causent pas d'inquiétudes aux services techniques des municipalités. Les réseaux des villes n'ayant pas qualifié l'état de leurs conduites sont exclus de ce tableau. C'est le cas, notamment, de la Ville de Montréal (voir la note explicative au tableau 3).

En aucune façon nos données ne permettent-elles de conclure que les réseaux sont en ruine. Cela dit, il ne faut pas minimiser l'importance de la proportion (10 %) du kilométrage de conduites présentant une fréquence de bris jugée intolérable par les responsables de réseaux puisqu'au total c'est donc 1 207 kilomètres de conduites qui demandent une intervention majeure de remplacement.

Comme on pouvait s'y attendre, c'est dans le stock de conduites installées entre 1976 et 1996 que la part de conduites sur lesquelles la fréquence de bris est jugée intolérable est la plus faible (2 %, 108 km). Pour les trois autres périodes d'installation, la part de conduites dont la fréquence de bris est jugée intolérable est plus grande qu'attendu : 13 % (187 km) pour les conduites installées avant 1945, 18 % (411 km) pour celles installées entre 1945 et 1960 et 12 % (501 km) pour celles de la période 1961-1975.

Dans ces résultats, ce qui étonne c'est que la part de conduites connaissant des problèmes jugés sérieux est plus élevée dans la période 1945-1960 (18 %) que dans la période plus ancienne (13 %). De la même manière, la proportion du kilométrage de conduites présentant une fréquence de bris intolérable est presque aussi élevée pour la période 1961-1975 (12 %) que pour la période la plus ancienne (13 %).

D'ailleurs, 42 % (501 km) du kilométrage de conduites dont la fréquence de bris est jugée intolérable a été installé au cours de la période 1961-1975. Pourtant, les conduites de cette période ne représentent que 33 % du kilométrage étudié (12 475 km). Même phénomène pour les conduites installées entre 1945 et 1960 : bien qu'elles ne représentent que 18 % du kilométrage étudié, elles comptent pour 34 % du kilométrage dont la fréquence de bris est jugée intolérable par les répondants (501 km).

De manière générale, l'âge permet de distinguer deux grandes catégories de conduites : une première qui regroupe les conduites de 20 ans et moins et dans laquelle la proportion de conduites présentant une fréquence de bris intolérable est très faible; une seconde qui regroupe les conduites de plus de 20 ans et au sein de laquelle la proportion de celles présentant une fréquence de bris

intolérable varie entre 12 et 18 %. Au sein de ce deuxième groupe, on observe, toutefois, que les conduites les plus vieilles ne sont pas celles où la proportion que l'on juge présenter une fréquence de bris intolérable est la plus élevée.

Par ailleurs, comment expliquer cette situation paradoxale où des conduites relativement jeunes (entre 21 et 35 ans) présentent plus fréquemment qu'attendu et plus souvent que les conduites les plus anciennes des fréquences de bris qui causent des problèmes aux responsables de réseaux dans les municipalités ? À titre d'hypothèse, on peut souligner que la période 1961-1975 en est une d'urbanisation rapide et de développement des banlieues; ce qui peut avoir eu pour effet de créer une forte demande pour les services de génie civil et les entrepreneurs en construction et entraînant ainsi une accélération du rythme de travail et une baisse de la qualité sur les chantiers qui se multipliaient comme jamais auparavant. Enfin, cette augmentation rapide et importante du nombre de chantiers ainsi que l'arrivée sur le marché de nouveaux intervenants probablement peu expérimentés ont également pu entraîner à la baisse le niveau de qualité des travaux.

Le tableau 4 permet de voir le comportement des différents matériaux en matière de fréquence de bris. Il ressort clairement de ces données que c'est dans le kilométrage de fonte grise que la part de conduites présentant une fréquence de bris intolérable est la plus élevée (16 % au lieu des 10 % attendu).

**Tableau 4 - Répartition des différentes catégories de fréquence de bris en fonction du matériau (sans les kilomètres de conduites dont l'état est inconnu \*) - Réseaux d'eau potable**

Matériau	Intolérable		Tolérable		Négligeable		Total	
	Long. totale	%	Long. totale	%	Long. totale	%	Long. totale	%
Inconnu	34	3	57	1	340	5	430	4
Autre	6	1	93	2	157	3	256	2
Béton-acier	5	0	14	0	509	8	528	4
Fonte ductile	277	23	1 079	22	1 835	29	3 191	26
Fonte grise	881	73	3 497	71	1 225	19	5 603	45
CPV	4	0	78	2	1 762	28	1 844	15
Multiple			141	3	481	8	621	5
<b>Total</b>	<b>1 207</b>	<b>100</b>	<b>4 959</b>	<b>100</b>	<b>6 310</b>	<b>100</b>	<b>12 475</b>	<b>100</b>

Source : Enquête INRS-Urbanisation.

\* : Les réseaux des villes n'ayant pas qualifié l'état de leurs conduites sont exclus de ce tableau. C'est le cas, notamment, de la Ville de Montréal.

On observe que la fonte grise constitue près des trois-quarts du kilométrage (73 %, 881 km) présentant une fréquence de bris jugée intolérable. En somme, lorsqu'on s'attarde à identifier les matériaux qui sont responsables de la plus grande part des problèmes, on s'aperçoit rapidement que les préjugés négatifs à l'égard de la fonte grise sont justifiés.

Par ailleurs, les municipalités se distinguent en matière de fréquence de bris. C'est dans les petites municipalités (1-9 999 habitants) que la part du kilométrage présentant une fréquence de bris négligeable est la plus élevée et dépasse le niveau attendu. À l'opposé, c'est dans les villes de plus grande taille (15 000-24 999 habitants, 45 000 habitants et plus) que la part du kilométrage présentant une fréquence de bris jugée intolérable est la plus élevée et dépasse le niveau attendu.

Nos données nous apprennent donc que les conduites fabriquées de certains matériaux ainsi que celles installées au cours de certaines périodes connaissent un niveau de problèmes plus grand qu'attendu. Ainsi, toutes proportions gardées, la fonte grise est le matériau qui connaît le niveau de problème le plus élevé. En ce qui a trait à l'âge des conduites, nous avons observé que ce ne sont pas les plus anciennes qui éprouvent le plus de problèmes. Ce sont plutôt les conduites installées entre 1945 et 1960 ainsi que celles mises en terre entre 1961 et 1975 qui connaissent plus que leur part de problèmes. Ce ne sont pas les plus anciennes qui éprouvent le plus de problèmes. Aussi ne faut-il pas chercher du côté de l'âge le critère unique qui permettrait de décider du remplacement ou de la réhabilitation d'une conduite.

Ces observations sont confirmées par l'examen des interventions récemment effectuées par les municipalités sur leurs réseaux. Ainsi, entre 1994 et 1996, 66 % du kilométrage de conduites remplacé par les municipalités (155 km sur 235) était de la fonte grise. Cette part est d'autant plus importante que l'on sait par ailleurs que la fonte grise constitue 47 % du kilométrage étudié. On constate aussi que 47 % du kilométrage remplacé au cours de ces trois années (109 km sur 231) avait été installé au cours de la période 1945-1960 et que 46 % (105 km sur 231) l'avait été au cours de la période 1961-1975. Or, on sait que le kilométrage installé au cours de ces deux périodes représente respectivement 19 % et 31 % du kilométrage étudié. Comme on pouvait s'y attendre, aucune des conduites remplacées n'avait été installée au cours de la période 1976-1996 et contrairement à ce qu'on aurait pu croire, seulement 7 % des conduites remplacées (16 km sur 231) avaient été installées avant 1945 (bien qu'elles constituent 16 % du kilométrage étudié).

Autre indicateur de la robustesse de nos observations, les travaux réalisés à l'INRS-Eau sur l'état structural des conduites d'aqueduc dans 5 municipalités arrivent aux mêmes conclusions. Plus détaillée que l'enquête par questionnaire, la démarche des chercheurs de l'INRS-Eau privilégie le tronçon comme unité d'observation et utilise le bris comme indicateur de l'état structural. Or, l'analyse des données municipales recueillies sur plusieurs années les amène à conclure que les périodes d'installation 1945-1960 ainsi que 1961-1975 sont à risque dans la mesure où les proportions de bris y sont presque toujours plus élevées que les proportions de tronçons (INRS-Eau, 1997, p. A-62 et A-63). Même conclusion pour les conduites de fonte grise puisque les proportions de bris y sont toujours plus élevées que les pourcentages de tronçons (INRS-Eau, 1997, p. A-62 et A-63).

### **L'état futur des réseaux d'aqueduc : les rythmes de renouvellement des conduites**

Les données recueillies grâce au questionnaire nous permettent de faire une analyse sommaire de l'état futur des réseaux d'eau potable. Pour ce faire, nous avons calculé pour chaque municipalité le nombre d'années qu'elle mettra à renouveler complètement son réseau de conduites en divisant la longueur totale de celui-ci par le nombre de kilomètres de conduites remplacés en moyenne chaque année.

Par ailleurs, bien que l'on puisse dire que l'état actuel des réseaux est relativement bon, leur futur est, quant à lui, plus préoccupant. Le rythme auquel les municipalités remplacent présentement leurs conduites ne leur permettra vraisemblablement pas d'éviter, à long terme, une dégradation généralisée de leurs réseaux. En effet, 76 % des municipalités, représentant 93 % du kilométrage étudié, sont alignées sur des temps de renouvellement dépassant 110 ans alors que les experts s'entendent pour dire qu'une conduite passe rarement le cap des 100 ans et que, lorsque c'est le cas, elle connaît alors le plus souvent des problèmes très sérieux (Herz, 1996; AWWA, 1994; Sullivan, 1982).

Bien entendu, il importe ici de souligner que le rythme actuel de remplacement est d'une certaine façon bien adapté à la jeunesse relative des réseaux et à un niveau de problèmes que les responsables jugent acceptable. Toutefois, il faut aussi rappeler que dans les municipalités où l'âge moyen des conduites est le plus élevé (36-50 ans, 51 ans et plus), le rythme de remplacement n'est pas plus rapide pour autant et que la majorité d'entre elles sont alignées sur des délais de renouvellement excédant 200 ans : 68 % des municipalités (représentant 91 %

du kilométrage de cette catégorie) dont l'âge moyen des conduites se situe entre 36 et 50 ans; 60 % des municipalités (représentant 59 % du kilométrage de cette catégorie) dont l'âge moyen des conduites dépasse 50 ans.

Ces données nous indiquent aussi que même dans les municipalités où le stock de conduites plus âgées est plus important, le remplacement des conduites existantes n'est pas la préoccupation principale des services de travaux publics dans les municipalités. Les chiffres donnent plutôt à penser que c'est à l'installation de nouvelles conduites que sont consacrées la plus grande partie des sommes investies dans les réseaux d'aqueduc et que, compte tenu des besoins futurs en réfection, les municipalités devront prendre un virage et privilégier les interventions sur les conduites existantes afin de maintenir leurs réseaux dans un état acceptable.

### **Les conduites d'eaux usées**

Les conduites d'eaux usées (égouts combinés, sanitaires et pluviaux) des 165 municipalités ayant répondu au questionnaire constituent un stock relativement jeune puisque 71 % (12 138 km) des conduites ont 35 ans ou moins (tableau 5). C'est au cours de la période la plus récente (1976-1996) que la plus grande part de ces conduites a été installée (39 %, 6 722 km). Les conduites les plus anciennes, c'est-à-dire celles installées avant 1945, représentent 12 % du kilométrage total (1 978 km). Les conduites inventoriées sont le plus souvent de petit diamètre (49 % du kilométrage est de 8 pouces ou moins).

Le béton armé est le matériau le plus fréquent (35 % du kilométrage étudié pour 5 536 km) suivi de près par le béton (30 % du kilométrage étudié pour 4 707 km) (tableau 5). Si en kilométrage total, ces deux matériaux sont assez semblables, l'histoire de leur utilisation les distingue de façon importante. Matériau dominant dans les deux périodes d'installation les plus anciennes, le béton a vu sa part du kilométrage diminuer considérablement au cours des deux périodes suivantes. À l'opposé, le béton armé connaît ses heures de gloire au cours des deux périodes récentes. Introduit de façon significative au cours de la période 1945-1960 (14 % du kilométrage installé, 390 km), il voit sa part du kilométrage passer à 45 % (2 220 km) au cours de la période suivante (1961-1975) puis à 46 % (2 886 km). Au cours de ces deux dernières périodes, le béton armé devient le matériau le plus fréquent.

L'histoire de l'utilisation des autres matériaux est surtout celle d'une seule période d'installation. Importantes avant 1945, les conduites de grès, d'argile et de terre cuite ont été rapidement délaissées par la suite. L'amiante, quant à elle,

a connu une seule période faste : 1961-1975. Finalement, les données du tableau 5 montrent que le CPV fait une percée rapide et importante au cours de la période la plus récente où il représente 29 % du kilométrage installé (1 859 km) et devient le second matériau en importance derrière le béton armé.

Globalement, l'inspection des conduites d'eaux usées est moins répandue que celle des conduites d'eau potable : 56 % des municipalités procèdent à l'inspection de certains tronçons de conduites d'eaux usées à un moment ou à un autre alors que ce pourcentage atteignait 74 % dans le cas des conduites d'eau potable. Il faut préciser que, tout comme dans le cas de l'eau potable, les municipalités qui procèdent à une inspection systématique de l'ensemble de leur réseau sont très rares.

Les résultats obtenus lors de l'enquête permettent de faire un premier bilan de la performance et de l'état des conduites d'eaux usées. Le premier point à souligner rejoint la remarque précédente concernant la proportion relativement faible de municipalités possédant un programme d'inspection de leurs conduites et a trait à l'importante part du kilométrage que les gestionnaires de réseaux sont incapables de qualifier :

- sur 20 % (3 465 km) du kilométrage étudié, les répondants ne sont pas en mesure de qualifier la fréquence des refoulements;
- concernant les problèmes d'infiltration, la part d'inconnu est encore plus grande puisque c'est 33 % (5674 km) du kilométrage étudié que les répondants ne sont pas en mesure de qualifier.

**Tableau 5 - Âge des conduites d'eau usée selon le matériau - Tous types de réseaux confondus**

Âge	Autre		Amlante		Grès, argille, terre cuite		Béton		Béton armé		CPV		Multiple		Total *	
	Longueur		Longueur		Longueur		Longueur		Longueur		Longueur		Longueur		Longueur	
	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%	km	%
Avant 1945	91	5			579	31	773	41	40	2	141	7	262	14	1 885	100
1945-1960	31	1	196	7	269	10	1 647	61	390	14			185	7	2 717	100
1961-1975	38	1	1 002	20	20	0	1 485	30	2 220	45	15	0	192	4	4 973	100
1976-1996	101	2	211	3			802	13	2 886	46	1 859	29	450	7	6 309	100
<b>Total</b>	<b>262</b>	<b>2</b>	<b>1 410</b>	<b>9</b>	<b>868</b>	<b>5</b>	<b>4 707</b>	<b>30</b>	<b>5 536</b>	<b>35</b>	<b>2 015</b>	<b>13</b>	<b>1 088</b>	<b>7</b>	<b>15 885</b>	<b>100</b>

Source : Enquête INRS-Urbanisation.

\* : La Ville de Montréal n'ayant pas été en mesure de caractériser ni d'évaluer la performance et l'état de ses conduites d'eaux usées, les quelques 2 000 kilomètres de conduites d'égouts qui constituent son réseau sont exclus des données du présent tableau.

Si on laisse de côté cette part d'inconnu, on constate que 2 % du kilométrage étudié, c'est-à-dire 331 km de conduites d'eaux usées, connaît une fréquence de refoulements jugée intolérable par les gestionnaires de réseaux (tableau 6).

On observe, par ailleurs, que 42 % (140 km) du kilométrage de conduites présentant une fréquence de refoulements jugée intolérable a été installé au cours de la période 1961-1975 et que 30 % (101 km) l'a été avant 1945. Comme nous l'avons constaté au chapitre précédent au sujet des conduites d'eau potable, il semble que la période 1961-1975 soit particulièrement problématique. Si, par ailleurs, on examine uniquement le kilométrage présentant une fréquence de refoulements jugée négligeable, on remarque alors que la part qu'il représente au sein d'une période d'installation donnée augmente au fur et à mesure que l'on progresse vers la période la plus récente : 34 % du kilométrage de la période avant 1945, 49 % de celui de la période 1954-1960, 51 % de celui de la période 1961-1975 et, finalement, 81 % du kilométrage de la période 1976-1996 (tableau 6).

En ce qui concerne les problèmes d'infiltration, si on ne prend en compte que les conduites dont le comportement est connu on remarque que 4 % du kilométrage total (c'est-à-dire 438 km) présente un niveau d'infiltration jugé intolérable par les gestionnaires de réseaux (tableau 7). La part du kilométrage où le niveau d'infiltration est jugé tolérable s'élève à 48 % (5 491 km), une proportion identique à celle où le niveau est jugé négligeable (48 %, 5 455 km). Globalement, donc, un kilométrage relativement peu important de conduites semble présenter un niveau d'infiltration qui peut être qualifié de sérieux.

La période d'installation la plus ancienne (avant 1945) ainsi que la période 1961-1975 sont celles où la part du kilométrage présentant un niveau d'infiltration jugé intolérable est la plus élevée : 11 % (187 km) dans la première et 6 % (209 km) dans la seconde (tableau 7). Les conduites de ces deux périodes constituent 91 % de tout le kilométrage présentant un niveau d'infiltration jugé intolérable. Hors de tout doute, ce sont là les deux périodes problématiques en ce qui a trait aux problèmes d'infiltration. On remarque, par ailleurs, que la part du kilométrage présentant un niveau d'infiltration jugé négligeable est à son plus bas dans la période la plus ancienne (23 %, 384 km) et atteint sa valeur maximale au cours de la période la plus récente (73 %, 3 122 km).

En somme, qu'il s'agisse de refoulement ou d'infiltration, les problèmes jugés intolérables par les gestionnaires de réseaux sont concentrés sur les conduites installées avant 1945 et sur celles installées entre 1961 et 1975.

**Tableau 6 - Problèmes de refoulement/débordement selon l'âge des conduites d'eau usée (sans les kilomètres de conduites dont la performance est inconnue) - Tous types de réseaux confondus**

Âge	Évaluation de la fréquence des refoulements										Total *				
	Intolérable			Tolérable			Négligeable								
	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur	Longueur		
	km	%	%	km	%	%	km	%	%	km	%	%	km	%	%
Avant 1945	101	30	5	1111	21	61	617	8	34	1829	13	100			
1945-1960	56	17	2	1235	24	49	1228	15	49	2519	19	100			
1961-1975	140	42	3	1991	38	46	2223	28	51	4354	32	100			
1976-1996	34	10	1	905	17	19	3950	49	81	4890	36	100			
Total	331	100	2	5243	100	39	8018	100	59	13592	100	100			

Source : Enquête INRS-Urbanisation.

\* : La Ville de Montréal n'ayant pas été en mesure de caractériser ni d'évaluer la performance et l'état de ses conduites d'eaux usées, les quelques 2 300 kilomètres de conduites d'égouts qui constituent son réseau sont exclus des données du présent tableau.

**Tableau 7 - Niveau d'infiltration selon l'âge des conduites d'eau usée (sans les kilomètres de conduites dont la performance est inconnue) - Tous types de réseaux confondus**

Âge	Évaluation du niveau d'infiltration									Total *		
	Intolérable			Tolérable			Négligeable					
	Longueur			Longueur			Longueur			Longueur		
	km	%	%	km	%	%	km	%	%	km	%	%
Avant 1945	187	43	11	1126	21	66	384	7	23	1696	15	100
1945-1960	37	8	2	1253	23	68	558	10	30	1848	16	100
1961-1975	209	48	6	1948	35	55	1392	26	39	3550	31	100
1976-1996	4	1	0	1164	21	27	3122	57	73	4290	38	100
Total	438	100	4	5491	100	48	5455	100	48	11384	100	100

Source : Enquête INRS-Urbanisation.

\* : La Ville de Montréal n'ayant pas été en mesure de caractériser ni d'évaluer la performance et l'état de ses conduites d'eaux usées, les quelques 2 300 kilomètres de conduites d'égouts qui constituent son réseau sont exclus des données du présent tableau.

Les données du tableau 8 nous montrent que toutes proportions gardées, la sévérité des problèmes d'infiltration est fonction du matériau des conduites. Ainsi, 168 des 383 km (44 %) de conduites présentant un niveau d'infiltration jugé intolérable sont faites de grès, d'argile ou de terre cuite. En fait, un peu plus du quart (26 %) du kilométrage des conduites de grès, d'argile ou de terre cuite présente un niveau d'infiltration jugé intolérable.

À un autre niveau, on constate que la taille des villes semble jouer un rôle dans le niveau de performance des réseaux d'égouts :

- autant en matière de refoulements que d'infiltration, les villes de 45 000 habitants et plus se distinguent dans la mesure où leurs réseaux semblent moins affectés par ces problèmes;
- autant en matière de refoulements que d'infiltration, les villes dont la population se situe entre 25 000 et 44 999 habitants connaissent plus que leur part de problèmes sérieux (intolérables);
- on observe le même phénomène dans les petites municipalités (1-14 999 habitants).

Dans l'ensemble, on peut donc dire que les conduites d'eaux usées dont l'état et le comportement sont connus des responsables de réseaux performant bien et qu'elles semblent en bon état. Le kilométrage posant des problèmes sérieux aux responsables municipaux est relativement restreint. Cela dit, il ne faut pas minimiser les problèmes de refoulements puisque même peu nombreux, ils peuvent causer des dégâts majeurs et que leur correction entraîne souvent des coûts qui sont considérables.

Les systèmes combinés sont en général plus âgés que les systèmes sanitaires et pluviaux. Les problèmes de refoulement y atteignent rarement une fréquence jugée intolérable par les gestionnaires. Ce sont plutôt les problèmes d'infiltration qui affectent négativement la performance de ces réseaux. Les conduites de grès, argile et terre cuite ainsi que la période d'installation la plus ancienne (avant 1945) sont en très grande partie responsables de ces problèmes.

**Tableau 8- Niveau d'infiltration selon les matériaux (sans les kilomètres de conduites dont la performance est inconnue) - Tous types de réseaux confondus**

	Intolérable			Tolérable			Négligeable			Total *		
	Longueur			Longueur			Longueur			Longueur		
	km	%	%	km	%	%	km	%	%	km	%	%
Autre	10	3	5	132	3	60	78	2	35	220	2	100
Amiante	50	13	7	330	6	48	301	6	44	681	6	100
Grès, argile, terre culte	168	44	26	448	9	68	40	1	6	657	6	100
Béton	72	19	2	1713	33	55	1355	27	43	3140	30	100
Béton armé	66	17	2	1836	35	53	1561	31	45	3463	33	100
CPV				146	3	10	1284	26	90	1430	14	100
Multiple	17	4	2	610	12	62	350	7	36	978	9	100
<b>Total</b>	<b>383</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>5214</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>4970</b>	<b>100</b>	<b>47</b>	<b>10567</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Source : Enquête INRS-Urbanisation.

\* : La Ville de Montréal n'ayant pas été en mesure de caractériser ni d'évaluer la performance et l'état de ses conduites d'eaux usées, les quelques 2 300 kilomètres de conduites d'égouts qui constituent son réseau sont exclus des données du présent tableau.

Les systèmes sanitaires sont des réseaux relativement jeunes et la part de conduites de petits diamètres y est très importante. Les problèmes de refoulement y atteignent rarement une fréquence jugée intolérable par les gestionnaires. Les problèmes d'infiltration ne sont guère plus sérieux. D'une part, la proportion du kilométrage où le niveau d'infiltration est jugé négligeable est élevée; d'autre part, la proportion du kilométrage où le niveau d'infiltration est jugé intolérable est, elle aussi, fort peu élevée. Les conduites de grès, argile et terre cuite ainsi que la période d'installation 1961-1975 sont en très grande partie responsables des problèmes observés.

Les systèmes d'eaux pluviales sont des réseaux relativement jeunes. Ce sont les plus jeunes de tous les types de réseaux étudiés dans notre enquête. La part de conduites de moyens, grands et très grands diamètres y est très importante et plus élevée que dans les deux autres types de réseaux. Les problèmes de refoulement y atteignent très rarement une fréquence jugée intolérable par les gestionnaires. Les problèmes d'infiltration ne sont guère plus sérieux. Les conduites de grès, argile et terre cuite ainsi que la période d'installation 1961-1975 sont en très grande partie responsables des problèmes observés.

On peut penser que si l'état actuel des réseaux d'eaux usées semble relativement bon, leur futur est quant à lui préoccupant. En effet, le rythme auquel les municipalités ayant les réseaux les plus âgés remplacent présentement leurs conduites ne leur permettra vraisemblablement pas d'éviter à long terme une dégradation généralisée. Comme dans le cas des conduites d'eau potable, les données nous indiquent que les interventions sur les conduites existantes ne sont pas pratique courante dans les municipalités.

### **Estimation des coûts de remplacement des ouvrages souterrains**

Pour les ouvrages souterrains, nous avons choisi d'établir nos scénarios de coûts en utilisant les conduites d'eau potable comme référence, c'est-à-dire que l'évaluation des coûts de réfection et de mise à niveau ne prend pas en compte les conduites d'eaux usées de manière isolée. Notre stratégie consiste à identifier les conduites d'eau potable devant être remplacées et à prévoir au plan des coûts deux types d'intervention : une première qui comprend les deux types de conduites (aqueduc et égouts) et une seconde qui ne concerne que les conduites d'aqueduc.

Plusieurs raisons expliquent cette stratégie. D'abord, l'examen des demandes d'autorisation de travaux que les municipalités doivent soumettre au MEF

montrent que la grande majorité des demandes d'autorisation (63 %) concernent des travaux qui impliquent à la fois les conduites d'eau potable et d'eaux usées. Ensuite, compte tenu de la façon dont les conduites sont enfouies, il est difficile d'imaginer que l'on puisse procéder au remplacement d'une conduite d'égout sans endommager la conduite d'aqueduc; situation qui conduit à une intervention sur les deux types de conduites. De même, il est fréquent d'observer qu'une fuite sur la conduite d'aqueduc a entraîné une détérioration de(s) la conduite(s) d'eaux usées. Finalement, il faut prendre en considération que les municipalités tendent de plus en plus à combiner au sein d'une même intervention les travaux sur les infrastructures de base : chaussée, aqueduc, égout. Elles cherchent ainsi à réduire le risque qu'un bris sur une conduite n'ayant pas été remplacée lors d'une intervention précédente oblige de nouveaux travaux qui viendront affecter négativement les infrastructures les plus récentes en plus de perturber une nouvelle fois le secteur concerné.

Les données du MEF concernant les demandes d'autorisation de travaux nous apprennent que 17 % d'entre elles concernent uniquement les conduites d'aqueduc, 20 % concernent les égouts seulement et 63 % impliquent les deux types de conduites. Une intervention sur les égouts seulement étant peu probable dans le cas d'un remplacement de conduites existantes, nous avons donc basé nos estimés sur la règle suivante : 83 % du kilométrage de conduites d'eau potable devant être remplacées impliquera également le remplacement des conduites d'égouts, 17 % impliquera uniquement le remplacement de la conduite d'aqueduc.

Dans le premier cas, le prix de référence que nous avons utilisé est de 1 065 \$ le mètre linéaire. Dans le second cas, le prix au mètre linéaire est de 645 \$. Les deux prix comprennent la reconstruction de la chaussée (fondation et pavage) ainsi que les bordures.

Par ailleurs, une des principales difficultés de l'estimation des coûts de réfection et de mise à niveau des conduites consiste à identifier les conduites d'eau potable qui doivent faire l'objet d'une intervention. Pour faire ce travail, nous sommes partis de l'hypothèse que ce qui brise fréquemment brisera encore plus souvent et qu'il vaut mieux remplacer ces conduites (Herz, 1996, Kane, 1995).

La première sous-population de conduites sur laquelle il faut intervenir est sans aucun doute le kilométrage où la fréquence de bris a été jugée intolérable par les répondants. Nos données nous indiquent que 10 % du kilométrage étudié, 1 207 kilomètres, sont dans une telle situation.

La seconde sous-population qui appelle une intervention est constituée des conduites qui, même si elles connaissent une fréquence de bris jugée tolérable par les responsables de réseaux, risquent, à moyen terme, de voir la fréquence de leurs problèmes augmenter dans la mesure où elles sont fabriquées du matériau qui cause le plus de problèmes et qu'elles ont été installées au cours d'une période qui est, elle aussi, problématique. L'identification de la fonte grise et des périodes d'installation 1945-1960 et 1961-1975 comme des périodes et un matériau problématiques nous indiquent qu'au sein de cette sous-population, on dénombre 1 123 km de fonte grise installés entre 1945 et 1960 et 1 361 km entre 1961 et 1975 pour un total de 2 484 km

Nous avons préparé deux scénarios de coûts. Un premier dans lequel l'intervention sur les conduites d'égouts comprend la mise en place d'un système d'égouts pluviaux. Ce scénario respecte les directives du MEF concernant les systèmes d'égouts et sa volonté de procéder à l'installation de systèmes séparatifs. Le deuxième scénario ne prévoit pas l'installation de systèmes d'égouts pluviaux. Il tient compte du fait que le plus souvent les municipalités ont un système d'égouts combinés et qu'elles souhaitent, surtout à cause de coûts de réfection moindres, laisser les choses ainsi.

Les coûts de remplacement obtenus pour chacune des municipalités de l'échantillon ayant fourni l'information nécessaire (tableau 9) sont ensuite projetés à l'ensemble du Québec (tableau 10) en utilisant comme point d'appui les immobilisations passées (1986-1996) des municipalités dans les réseaux souterrains et en les regroupant dans des groupes relativement homogènes grâce à une typologie basée sur la composition de leur assiette fiscale (Collin et Hamel, 1993).

Tous ces estimés (tableaux 9 et 10) excluent la Ville de Montréal. D'une part les répondants de Montréal ont décidé de ne pas qualifier l'état de leurs conduites préférant attendre les résultats de la vaste enquête qui était alors menée par le CERIU, l'INRS-Eau et le Conseil national de recherche (Institut de recherche en construction). D'autre part, Montréal nous semblait constituer un cas trop spécifique pour permettre une projection à partir des données obtenues sur d'autres municipalités.

Mentionnons, en terminant, que nous avons étalé les interventions à réaliser sur une période de 15 ans. Les 5 premières servent à remplacer les conduites où la fréquence de bris est jugée intolérable. Les 10 suivantes permettent de procéder aux interventions que nécessitent les conduites où la fréquence de bris est jugée tolérable. Cet échéancier de 15 ans nous semble être le plus court que les municipalités peuvent supporter compte tenu de leurs dépenses passées.

**Tableau 9- Estimation des coûts de remplacement des conduites souterraines dans les municipalités et les organismes intermunicipaux de l'échantillon.**

Conduites faisant l'objet d'une intervention	Durée du programme d'intervention	Coût pour l'ensemble de la période		Coût annuel pour la période	
		Avec pluvial	Sans pluvial	Avec pluvial	Sans pluvial
Conduites où la fréquence de bris est jugée intolérable	5 ans	1,199 M \$	949 M \$	240 M \$	190 M \$
Conduites de fonte grise des périodes 1945-1960 et 1961-1975 où la fréquence de bris est jugée tolérable	10 ans	2,468 M \$	1,953 M \$	247 M \$	195 M \$
<b>TOTAL</b>	<b>15 ans</b>	<b>3,667 M \$</b>	<b>2,902 M \$</b>		

**Tableau 10- Estimation des coûts totaux de remplacement des conduites souterraines rapportés à l'échelle du Québec (sans Montréal)**

Conduites faisant l'objet d'une intervention	Durée du programme d'intervention	Coût pour l'ensemble de la période		Coût annuel pour la période	
		Avec pluvial	Sans pluvial	Avec pluvial	Sans pluvial
Conduites où la fréquence de bris est jugée intolérable	15 ans	8,795 M \$	6,959 M \$	586 M \$	464 M \$
Conduites de fonte grise des périodes 1945-1960 et 1961-1975 où la fréquence de bris est jugée tolérable					

Pour se faire une idée plus juste de ce que représentent ces investissements, rappelons qu'il s'est investi 4,5 milliards de dollars sur les conduites entre 1986 et 1995, soit en moyenne 450 millions par année. Au même rythme sur quinze ans, il se serait investi 6,8 milliards de dollars. De ce point de vue, le scénario comprenant l'installation d'un système d'égouts pluviaux (8,795 M \$) représente une augmentation de 32 % par rapport aux dépenses des quinze dernières

années (tableau 10). Sur une base annuelle, l'écart entre les dépenses estimés et celles réalisées au cours des quinze dernières années est donc significatif.

Moins coûteux, le scénario qui ne retient pas l'installation d'égouts pluviaux (6,959 M \$) représente une augmentation de 4 % des dépenses (tableau 10). Sur une base annuelle, les investissements prévus dans ce deuxième scénario sont presque équivalents à ceux réalisés au cours des quinze dernières années.

Comparés aux investissements des quinze dernières années, nos estimations de coûts, peu importe le scénario retenu, n'apparaissent pas hors proportions ou hors de portée puisqu'elles constituent la borne supérieure des travaux à réaliser. Rappelons, en effet, que lorsque nous indiquons que les conduites connaissant une fréquence de bris jugée intolérable feront l'objet d'une intervention, nous supposons que tout le kilométrage sera remplacé alors que nous savons qu'il est peu probable que toutes les conduites d'une catégorie donnée aient à l'être. Une évaluation plus fine de l'état structural des conduites aurait sans aucun doute pour effet de réduire le kilométrage de conduites à remplacer au sein d'une sous-population que nous identifions comme problématique. En l'absence d'une telle évaluation, notre décision de remplacer entièrement une sous-population donnée conduit à établir le coût maximum d'une intervention sur ces conduites.

Il importe aussi de souligner que nos scénarios de remplacement prévoient le remplacement de 30 % du kilométrage du réseau sur 15 ans; un rythme qui selon l'analyse menée à l'INRS-Eau à partir de la modélisation du nombre de bris permettrait une amélioration globale de l'état structural des réseaux. Le scénario de maintien de l'état structural des réseaux à son état actuel élaboré à l'INRS-Eau prévoit quant à lui des dépenses de l'ordre de 5,3 milliards sur 20 ans ou 265 M \$ par an) (INRS-Eau et INRS-Urbanisation, 1998).

## **Conclusion**

---

De façon générale l'étude nous a appris que les ouvrages externes posent peu de problèmes aux gestionnaires qui en ont la responsabilité. Les investissements majeurs réalisés au cours des quinze dernières années ont doté le Québec d'équipements à la fois jeunes et relativement performants. Dans ce contexte, si les normes en vigueur actuellement ne sont pas remplacé par d'autres beaucoup plus sévères, les investissements à venir sont peu importants.

Quant aux ouvrages souterrains, notre étude nous amène à un diagnostic plus nuancé. Dans un premier temps, nous avons remarqué que les gestionnaires de réseaux possèdent assez rarement une connaissance fine et détaillée de leurs réseaux de conduites. Le comportement et l'état d'une part importante des conduites leur est souvent inconnu et dans le cas de celles qu'ils peuvent qualifier, ils le font souvent à partir d'indicateurs et de données peu structurés. Cela dit, notre analyse montre aussi que malgré le fait que les gestionnaires de réseaux ne semblent pas toujours avoir accès à des données précises et détaillées sur l'état structural de leurs conduites, ils ont tout de même une perception globale très juste de leur état et de l'ampleur des travaux requis.

Ensuite, notre enquête a montré que dans l'ensemble les réseaux de conduites sont dans un état que les responsables de réseaux jugent satisfaisant. La proportion de conduites qui connaissent des problèmes sérieux (intolérables) est relativement faible alors que celle qui connaissent des problèmes jugés négligeables est relativement élevée. Cette situation n'a pas vraiment de quoi étonner puisque dans l'ensemble les réseaux de conduites des municipalités québécoises sont récents.

Cela dit, le kilométrage de conduites nécessitant une intervention majeure de remplacement est important et cette situation entraîne évidemment des dépenses qui sont significatives même si nos estimés montrent que les travaux à réaliser sont de l'ordre du possible pour les municipalités. De plus, et c'est sans doute là un point crucial, notre analyse montre qu'il faudra dépenser différemment. Alors qu'au cours des quinze dernières années, les sommes investies ont surtout servies à installer de nouvelles conduites dans de nouveaux développements résidentiels ou industriels, les municipalités et les organismes intermunicipaux devront maintenant s'attaquer à la réfection et au remplacement des conduites existantes. Au plan fiscal, le défi est de taille puisque contrairement à l'installation de nouvelles conduites dans de nouveaux développements, les dépenses sur les conduites existantes ne génèrent pas de nouveaux revenus de taxation pour les municipalités. Dans ce contexte, consacrer aux conduites souterraines un peu plus d'argent qu'à l'habitude représente un effort considérable et difficile.

## Références

---

- American Water Works Association. 1994. *An Assessment of Water Distribution Systems and Associated Research Needs*, Denver, AWWA.
- Bureau de la statistique du Québec (BSQ). 1995. *Le Québec statistique*, Québec, Les Publications du Québec.
- Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU) 1998, *Bilan des infrastructures de base dans la région métropolitaine de Montréal*, Rapport préliminaire présenté au ministère de la Métropole, Montréal, juillet.
- Collin, J.-P. et P. J. Hamel. 1993, « Les contraintes structurelles des finances publiques locales : les budgets municipaux dans la région de Montréal en 1991 », *Recherches sociographiques*, Vol. XXXIV, n. 3, p. 439-467.
- Federation of Canadian Municipalities. 1996a. *Report of the State of Municipal Infrastructure in Canada*.
- Herz, R. 1996. *Ageing Processes of Water Mains and Resulting Requirement for Network Rehabilitation*, AWWARF REP 265, Working Paper, January, p. 1-21.
- INRS-Eau et INRS-Urbanisation. 1998. *Synthèse des rapports INRS-Urbanisation et INRS-Eau sur les besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eaux*, Rapport de recherche No R-517, Sainte-Foy, février.
- INRS-Eau 1997, *Évaluation des besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eaux*, Rapport de recherche No R-512, Sainte-Foy, Septembre.
- Kane, M. 1995. « Optimised rehabilitation planning – the Severn Trent approach », *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Conference on Pipeline Protection*, Florence, October 9-11, Cranfield : BHT Group.
- Ministère de l'Environnement du Québec. 1992. *Évaluation d'un programme d'aide aux exploitants pour le respect des futures normes du Règlement sur l'eau potable*, Gouvernement du Québec, Ministère de l'environnement, Direction des écosystèmes urbains, Division des eaux de consommation, document de soutien pour l'analyse économique.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune. 1997a. *L'eau potable au Québec. Un second bilan de sa qualité, 1989-1994*, Québec.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune. 1997b. *Étude économique préliminaire. Projet de modification du règlement sur l'eau potable*, Service d'assainissement des eaux et du traitement des eaux de consommation, Direction des politiques du secteur municipal, document de travail.
- Sullivan, J. P. 1982. « Maintaining Aging Systems – Boston's Approach », *Journal AWWA*, November, p. 555-559.
- Union des Municipalités du Québec. 1994. *L'état actuel et les nouveaux modes de gestion et de financement des infrastructures municipales*.