

Ville de MONTRÉAL
Diagnostic des réseaux
Rapport final – section Aqueduc
Sommaire exécutif

(version finale du 1^{er} juin acceptée par le comité directeur)

Membres du comité directeur :



Jean-Pierre VILLENEUVE
Directeur INRS-Eau

Guy FELIO
Chercheur sénior CNRC

André AUBIN
Directeur associé STPE
Ville de Montréal

Serge POURREAUX
Directeur général CERIU



Pierre LAVALLÉE
Professeur invité INRS-Eau
Directeur délégué de l'étude Diagnostic

1. MISE EN SITUATION

Le diagnostic de l'état des réseaux d'aqueduc et d'égout de la Ville de Montréal a été réalisé en croisant plusieurs méthodologies ayant déjà été appliquées ailleurs en Amérique du Nord; on pourra ainsi mieux apprécier les résultats obtenus. Si on veut améliorer la précision du diagnostic de l'état des réseaux, le présent projet ne doit pas être un exercice ponctuel; au contraire, cela doit être le démarrage d'une activité récurrente d'auscultation et de diagnostic, réalisée annuellement.

Les objectifs de ce projet peuvent se résumer comme suit :

- Connaître l'état actuel des ouvrages;
- Sélectionner les méthodes d'auscultation les plus efficaces;
- Estimer les coûts des travaux de remplacement et de rénovation;
- Établir une planification évolutive des travaux à réaliser à court terme (0 à 5 ans), moyen terme (5 à 10 ans) et long terme (10 à 20 ans).

En attendant que la campagne d'auscultation du réseau d'égout, débutée en février 1998, ne soit complétée, on présente la conclusion des investigations réalisées sur le réseau d'aqueduc seulement.

Nous reconnaissons que la perpétuation d'un sous-investissement serait une faute grave, puisqu'elle entraînerait une hypothèque lourde sur les générations à venir. En conséquence, on doit cibler au plus près les investissements minimaux requis pour assurer la stabilité des infrastructures d'égout et d'aqueduc, mais ne jamais risquer de sous-estimer le dit seuil minimal.

2. QUALITÉ DE L'INFORMATION DISPONIBLE

Bien que le plan de travail initial prévoyait le traitement d'informations structurées et archivées sous forme numérique, on a dû récupérer et valider l'information provenant directement des 9 régions opérationnelles du service des travaux publics, donc sous des formes diverses. Durant le projet, on a constitué une base de données permettant de traiter l'information, sur le réseau secondaire d'aqueduc en particulier (2 316 km de conduite en date du 31/12/96).

Pour diverses raisons, seules les années 1993 à 1996 étaient documentées sur l'ensemble du territoire. Cette série est en fait très courte; toutefois, compte tenu de la taille du réseau et du nombre de réparations (500 en moyenne par année sur l'ensemble du réseau, hors des interventions sur les entrées de service et hors campagne spécifique de détection de fuites), l'exercice de diagnostic demeure pertinent.

De manière empirique, on peut établir que la prédiction de l'évolution de l'état du réseau exige une rétrospective sur un historique d'au moins 10 ans; 1 seule région administrative possédait un historique crédible de 25 ans: Ahuntsic, qui est desservie par un réseau d'un peu plus de 300 km. Cette région, après analyse détaillée, possède heureusement des caractéristiques pouvant la rendre représentative de l'ensemble du territoire de Montréal, sous certaines conditions de transposition.

Nonobstant l'analyse des débits non expliqués qui a été réalisée pour l'ensemble du réseau, primaire (ou principal) et secondaire, et compte tenu du faible nombre

d'interventions pour bris sur le réseau primaire, on a, dans le cas du réseau d'aqueduc, investi nos efforts sur le diagnostic de l'évolution des réparations du réseau secondaire. Pour le réseau primaire, on utilisera en plus les connaissances et les analyses réalisées par les spécialistes de la Ville de Montréal sur les quelques 427 km du réseau qui sont caractérisés par des conduites de 350 mm ou plus.

Chaque tronçon a été décrit selon diverses caractéristiques : âge, diamètre, type de sol, type de voirie, pression interne, stress des fondants. Ceci afin de chercher des relations plus significatives entre l'état de détérioration observé et les paramètres explicatifs.

Puisqu'un exercice de diagnostic implique le croisement d'un maximum d'informations aux fins d'évaluation et de validation, on a aussi évalué l'ampleur des pertes non expliquées, pouvant être associées à des fuites sur le réseau, afin de confirmer indirectement l'état du réseau.

3. ÉTAT GÉNÉRAL DU RÉSEAU SECONDAIRE

Taux actuel de réparations

De manière générale, basé sur les réparations enregistrées de 1993 à 1996, le réseau secondaire de la Ville de Montréal se caractérise par un nombre annuel de réparations par 100 km de réseau égal à 19,6. Ce résultat est obtenu hors campagne spécifique de détection de fuites et traite l'ensemble du territoire uniformément. À ce taux, on doit ajouter les réparations normalement associées à des campagnes systématiques de détection de fuites (correction validée par les relevés de terrain de plusieurs villes, dont Ville de Laval); le taux annuel de réparations par 100km devient alors égal à 29,4 .

L'examen des résultats sectoriels montre toutefois que les territoires annexés de Villes St-Michel, Rivière-des-Prairies et Pointe-aux-trembles se caractérisent par des taux de réparations bien supérieurs, en fait d'au moins 30 % plus élevés que la moyenne du territoire. Ces secteurs devront faire l'objet d'une attention particulière.

Standards de comparaison

Les standards de comparaison établis par des organismes reconnus comme l'AWWARF (American Water Works Association Research Fondation) et le CNRC (Conseil National de la Recherche du Canada) sont des taux de réparations incluant les réparations découlant de campagnes régulières de détection de fuites. Ces taux standards varient de 16 à 19 réparations/100 km-an et se situent à 18,6 en moyenne (2 années de données) pour un échantillon de 23 villes canadiennes. Dans un effort pour catégoriser la qualité du réseau de la Ville de Montréal, il faut aussi tenir compte de l'analyse des débits de fuites ainsi que de la valeur calculée du taux de réparations (29,4 réparations/100 km-an dans le cas de Montréal). En conséquence, dans le cas de la Ville de Montréal, on devrait à tout le moins rechercher à long terme (20 ans) un rétablissement du taux de réparations au seuil moyen des villes canadiennes (18,6).

Tronçons ayant dépassé le seuil de rentabilité du remplacement

Suite à une étude économique de rentabilité, et à partir des données disponibles, on a pu établir qu'un tronçon de conduite ayant un taux de réparations égal ou

supérieur à 260 réparations/100 km-an doit être rénové (remplacé ou réhabilité). Après étude de la période 1993-1996, on constate que 34,3 km du réseau secondaire ont un taux de réparations plus élevé que le seuil de rentabilité. Ce chiffre est significatif, mais cela représente tout de même moins de 1,5 % du linéaire total et la majeure partie de ces tronçons critiques se retrouvent dans les dites annexions récentes (St-Michel, RDP, PAT).

Analyse indirecte par le taux de fuites

De manière indirecte, le taux de fuites d'un réseau est un indice de son état de détérioration. Sur la base de l'étude des débits minimums (jour férié vers 5 heures du matin), Montréal a un débit minimum distribué per capita élevé, soit 750 L/j-pers. Sans l'établir comme un standard absolu, on considère qu'un débit minimum de 250 L/j-pers est un débit comprenant une part de fuites estimée à 20 % de la production totale. Sauf si des consommations industrielles ou institutionnelles très exceptionnelles sont démontrées, le débit minimum de Montréal est un indice d'un taux de fuites méritant des interventions correctrices, à identifier rapidement dans une étude complémentaire. De plus, de 1966 à 1988, ce débit minimum n'a cessé d'augmenter; heureusement, il semble s'être stabilisé depuis 1990. En 1996, suite à un effort particulier de réparations des fuites, il semble même avoir baissé significativement, ce qui confirme l'importance et l'efficacité de ce type d'interventions. Toujours sur cette base indirecte, des interventions immédiates sont justifiées, puisque selon nos analyses, le taux de fuites global sur le réseau se situe entre 40% et 50%.

4. ÉVOLUTION DE L'ÉTAT DU RÉSEAU

Si on peut identifier le taux de réparations prévalant en 1996 sur l'ensemble du territoire de la Ville de Montréal en analysant les résultats de la période 1993 à 1996, on se doit de faire une prédiction de la progression du taux de détérioration sur un horizon de 20 ans afin de planifier le rythme souhaitable des interventions de rénovation dans le futur. Rappelons que les interventions sur le réseau primaire n'ont que peu d'influence sur cette partie de notre analyse puisque les réparations sur celui-ci sont, en nombre, limitées puisque le réseau conserve son caractère fonctionnel malgré un taux de fuites pouvant être très élevé.

Une seule région, Ahuntsic, possède une courte chronologie exploitable des interventions réalisées sur le réseau secondaire. Cette série couvre la période 1973 à 1997. Cette série de données sur une période de 25 ans est relativement courte par rapport à la durée de vie utile supposée d'une conduite (disons 100 ans), mais des tendances peuvent en être déduites.

Dans le cas de la Ville de Montréal, la figure 1 présente le nombre de réparations effectuées sur le secteur Ahuntsic (linéaire total d'environ 285 km en 1973 et d'un peu plus de 300 km en 1997), de 1973 à 1997. De manière globale, on détecte des variations par période. Ainsi, de 1973 à 1979 (7 ans), on observe inter-annuellement une hausse du nombre des réparations; de 1980 à 1987 (8 ans), on observe une tendance générale à la baisse du nombre de réparations; et de 1988 à 1997, on observe une tendance générale à la hausse (lissage de 1996 et 1997 inclus). On observe donc, de manière globale, une hétérogénéité de comportement assez atypique. Cette hétérogénéité devra être corrigée par l'effort de diagnostic permanent.

Puisqu'il est inutile de chercher une tendance à l'évolution des réparations sur une série hétérogène, nous avons choisi de considérer deux séries distinctes : 1973-1979 et 1980-1997. Pour chacune de ces deux séries, l'évolution des taux de réparations est respectivement de 5,42 % / an et de 3,77 % / an. Notons que si on considère la série 1973-1997 dans son ensemble (excluant la période 1983-1987), l'augmentation du taux de réparations serait de 0,90 % / an, caractérisée cependant par un r^2 très faible, 0,16. Plusieurs facteurs, entre autres reliés à l'hétérogénéité de l'information disponible, rendent cette hypothèse peu probable.

Le taux d'augmentation déduit de la série disponible pour Ahuntsic sera appliqué à l'ensemble du territoire de la Ville de Montréal aux fins de planification du niveau annuel de rénovation à réaliser. Pour une des 4 méthodes de calcul utilisées, on considérera ces trois hypothèses d'évolution des taux de réparations : une valeur de 0,90 % comme hypothèse « seuil » (basse); de 3,77 % comme hypothèse moyenne; et de 5,42 % comme hypothèse haute. Dans les 3 autres méthodes, les mêmes données sont utilisées, mais traitées selon des conventions différentes.

5. ÉVALUATION DE L'EFFORT DE RÉNOVATION DU RÉSEAU SECONDAIRE

Compte tenu de ce qui précède, on a représenté l'effort de rénovation par 4 méthodes distinctes (*l'identifiant en italique permet de reconnaître la référence à chacune des méthodes dans la suite de ce rapport*) :

1. Identification des groupes de *conduites à risque* devant être remplacés sur un horizon de 20 ans. Ces groupes sont sélectionnés sur la base des défauts observés durant la période 1993-1996 et l'effort de rénovation consiste à remplacer l'ensemble des conduites du même type que celles identifiées à risque. Cette méthode est globale et ne peut fournir qu'un indice de l'effort à réaliser;
2. Sélection sur l'ensemble du territoire des *tronçons critiques* ayant dépassé ou devant dépassé dans le prochain horizon de 20 ans le seuil de rentabilité du remplacement. Cette méthode permet de préciser distinctement les efforts à court terme et à long terme en tenant compte de la progression probable de l'évolution des conduites déjà fortement détériorées;
3. Analyse discriminante des *groupes de conduites (CNRC, 1998)*, ayant des descripteurs homogènes, et validation du rythme optimal de remplacement de manière à établir l'effort de rénovation par groupe sur un horizon de 20 ans. Cette méthode permet d'identifier la durée de vie utile restante à un groupe de conduites spécifique, par exemple, un groupe caractérisé par des petits diamètres, installé dans des sols argileux, datant de la période 1950-1959. Elle permet donc aussi de discriminer l'effort de rénovation à faire à court, moyen et long terme;
4. *Modélisation* de l'effort de rénovation compensant la progression du taux de réparations (3 hypothèses : seuil minimum, moyenne, et haute) et permettant de rétablir le dit taux au niveau de l'objectif (moyenne des villes canadiennes, soit 18,6 réparations/100 km-an). Cette méthode a été appliquée en considérant un effort moyen de rénovation constant sur 20 ans.

Les résultats comparés de ces diverses méthodes de calcul du taux optimum de rénovation ont donné des résultats intéressants caractérisés par quelques écarts. Le

tableau 1 fournit l'ensemble des résultats. L'effort de rénovation est exprimé en % du linéaire total à rénover en moyenne annuellement sur un horizon de 20 ans.

Tableau 1 Bilan des calculs des efforts de rénovation

No de la méthode	Identifiant	Effort de rénovation <i>% du linéaire total / an</i>
1	<i>conduites à risque</i>	0,64
2	<i>tronçons critiques</i>	0,39
3	<i>groupes de conduites</i>	0,67 à 0,71
4	<i>modélisation – seuil</i>	0,29
	<i>modélisation – moyenne</i>	0,67
	<i>modélisation –haute</i>	0,97

De l'ensemble de ces résultats, on doit tenter de recentrer la gamme des résultats possibles. En tenant compte des simulations faites dans la méthode 4 (seuil) et des résultats obtenus dans la méthode 2 (réputée comme ayant tendance à sous-estimer l'effort réel de rénovation à prévoir), on déduit que le taux de rénovation du réseau devrait être au minimum de 0,39 % du linéaire par an, et non de 0,29 %. Mentionnons qu'un effort de rénovation à hauteur de 0,5 %/an représente une espérance de vie des conduites de 200 ans, ce qui est rarement vu.

Une seule méthode d'évaluation, la méthode 3, a permis une discrimination des groupes de conduites afin d'apprécier plus justement, et non de manière intégrée, l'effort de rénovation à réaliser. Ce qui veut dire que les investissements peuvent être répartis non uniformément dans le temps : il est en fait reconnu qu'une intervention agressive à court terme est généralement plus rentable à long terme (voir tableaux 2 et 3). Les résultats obtenus ont permis d'établir que sur une période de 20 ans, en moyenne, de 0,67 à 0,71 % du linéaire du réseau devrait être remplacé par année. Ces résultats sont de même amplitude que ceux évalués par la méthode 4 (0,67%/an) si on considère l'hypothèse moyenne. Compte tenu de la méthodologie retenue et malgré certaines limites inhérentes à la qualité et à la quantité des informations disponibles, la méthode 3 est celle réputée être la plus valable. De manière absolue, le taux de remplacement à prévoir peut sembler élevé ; toutefois, il faut comprendre que ces résultats sont probablement conservateurs puisqu'ils sont encore bien en dessous des prévisions réalisées par l'INRS-Eau pour l'ensemble des villes du Québec. Dans une étude réalisée en 1997 et commanditée par le MAM, le taux de rénovation à prévoir en moyenne pour les villes du Québec est de 1,1 % du linéaire / an et ce, pour les 20 prochaines années.

Synthèse des résultats

Le tableau 2 fait la synthèse des efforts de rénovation exprimés en kilomètre de conduites à rénover par an selon chacun des scénarios d'intervention proposés pour

le réseau secondaire seulement. La présentation des résultats a été ajustée au dixième de kilomètre près. On ne présente les résultats que des méthodes 2 à 4.

Tableau 2 Bilan des linéaires à rénover annuellement durant chaque période

<i>Méthode</i>	<i>0 – 5 ans</i>	<i>5 – 10 ans</i>	<i>10 – 20 ans</i>	<i>Total</i>
2	13,7 km/an	8,0 km/an	8,0 km/an	188 km
3*	20,6 km/an	10,8 km/an	17,7 km/an	334 km
4 - seuil	7,0 km/an	7,0 km/an	7,0 km/an	140 km
4 - médian	16,1 km/an	16,1 km/an	16,1 km/an	322 km
4 - haut	23,3 km/an	23,3 km/an	23,3 km/an	466 km

*Moyenne des 3 distributions statistiques (voir rapport CNRC)

Le tableau 3 fait la synthèse des conséquences financières associées à chacun des scénarios d'intervention proposés pour le réseau secondaire seulement. Selon des hypothèses réalistes, on considère que le coût moyen de la rénovation d'un tronçon de conduite est de 650.\$ / m.linéaire. Il faut noter que l'on parle du coût par période et non de l'investissement annuel. Les coûts sont présentés au millions de dollar près.

Tableau 3 Bilan des investissements à prévoir (réseau secondaire)

<i>Méthode</i>	<i>0 – 5 ans</i>	<i>5 – 10 ans</i>	<i>10 – 20 ans</i>	<i>Total</i>
2	44 M\$	26 M\$	52 M\$	122 M\$
3*	67 M\$	35 M\$	115 M\$	217 M\$
4- seuil	23 M\$	23 M\$	45 M\$	91 M\$
4 - médian	52 M\$	52 M\$	105 M\$	209 M\$
4 – haut	76 M\$	76 M\$	151 M\$	303 M\$

*Moyenne des 3 distributions statistiques (voir rapport CNRC)

6. AMÉLIORATIONS DU CARACTÈRE FONCTIONNEL DU RÉSEAU SECONDAIRE

On a identifié 180 cas de particularités fonctionnelles sur le réseau secondaire pouvant être problématiques. Après analyse de chacun de ces cas par les spécialistes de la Ville de Montréal, et rejets des cas déjà réglés ou faisant l'objet d'interventions sur les réseaux primaires, on ne note que très peu de problèmes de basse pression statique, de variations de pression ou de problèmes de protection incendie sur le réseau secondaire. On ne note pas non plus de problèmes particuliers de qualité de l'eau. Les investissements à prévoir ont donc été jugés faibles. Les investissements à réaliser sont évalués à 10 millions de dollars sur les prochains 20 ans (tableau 4).

Tableau 4 Bilan des investissements pour secondaire - fonctionnel

<i>Descriptif</i>	<i>0 – 5 ans</i>	<i>5 – 10 ans</i>	<i>10 – 20 ans</i>	<i>Total</i>
Secondaire – fonctionnel	1 M\$	4 M\$	5 M\$	10 M\$

7. INTERVENTIONS REQUISES SUR LE RÉSEAU PRIMAIRE

7.1 État structural et état fonctionnel

Après une analyse cas par cas par le Service des travaux publics et de l'environnement (S.T.P.E.) des secteurs les plus critiques en terme structural, on identifie que des travaux de rénovation doivent être planifiés sur près de 15% du linéaire dans les 20 prochaines années. Par ailleurs, les travaux de remplacement touchent 17 km de conduites, soit un taux de 0,2% par an. En combinant ce taux à la valeur de travaux de réhabilitation, nous obtenons un équivalent d'investissement correspondant au remplacement de 0,3% du réseau par année. Il faut noter dans ce calcul d'un remplacement égal à 0,3%/an, que le STPE a procédé, dans le cas des 430 km du réseau principal seulement, à une analyse plus détaillée des défauts observés, et qu'en lieu et place de remplacements complets des sections en défaut, il a pu planifier des rénovations partielles tout en respectant les mêmes critères de performance .

En termes fonctionnels (pression, qualité de l'eau), l'état du réseau primaire est qualifié en général de satisfaisant par les spécialistes de la Ville de Montréal. Quelques secteurs peuvent avoir des problèmes de flexibilité d'opération. Après analyse des secteurs concernés, on identifie 21 projets qui doivent être inscrits dans une programmation de travaux. Le tableau 5 résume les investissements à prévoir pour le réseau primaire.

7.2 Débits de fuites

L'analyse des interventions à réaliser sur le réseau principal, telles que décrites dans la section ci-dessus, ne tient pas compte des interventions requises pour réduire les fuites existant sur des portions du réseau par ailleurs satisfaisant d'un point de vue structural et fonctionnel. Ces fuites sont significatives, de l'ordre de 25 % des débits produits, pour le réseau principal seulement, selon une évaluation faite de 1995 à 1998 par le STPE. Ce taux de fuites a été calculé après transposition sur l'ensemble du réseau du taux de fuites mesuré sur une conduite jugée représentative (1,6 km de longueur). Ces résultats ont été présentés en détails à la commission municipale lors des audiences tenues en octobre 1998.

Tableau 5 Bilan des investissements à prévoir pour le réseau primaire

<i>Descriptif</i>	<i>0 – 5 ans</i>	<i>5 – 10 ans</i>	<i>10 – 20 ans</i>	<i>Total</i>
Primaire – structural	19 M\$	12 M\$	13 M\$	44 M\$
Primaire – fonctionnel	14 M\$	10 M\$	13 M\$	37 M\$

8. EFFORTS RÉCURRENTS DE DIAGNOSTIC

Le présent exercice de diagnostic a permis de constituer une base valable d'informations sur l'ensemble du réseau secondaire.

Il est impératif de maintenir à jour cet inventaire et de procéder annuellement à des efforts récurrents d'auscultation et de diagnostic du réseau de distribution d'eau, y incluant des campagnes systématiques de recherche de fuites.

Les méthodologies de réalisation, ainsi que les modes de traitement permanents de l'information devront être constamment mis à jour et ajustés à la réalité mesurée.

Les budgets annuels indiqués au chapitre du diagnostic (tableau 6) comprennent des coûts initiaux d'installation de capteurs sur le réseau, des coûts d'installation de système de traitement de l'information, des frais récurrents de campagnes de détection de fuites, de saisie de l'information, de traitement de l'information et ne comprennent pas de coûts associés aux réparations de fuites par exemple.

Tableau 6 Bilan des investissements à prévoir pour le diagnostic

<i>Descriptif</i>	<i>0 – 5 ans</i>	<i>5 – 10 ans</i>	<i>10 – 20 ans</i>	<i>Total</i>
Diagnostic	10 M\$	4 M\$	8 M\$	22 M\$

9. BILAN DES BESOINS

Pour obtenir une vision la plus intégrée possible des besoins d'investissements, on peut référer au tableau 7 qui présente la somme des investissements requis pour les réseaux primaires et secondaires, aspects fonctionnel et structural, et y incluant les investissements requis pour assurer un diagnostic permanent. On présente la gamme des valeurs en tenant compte de toutes les méthodes et de tous les scénarios de progression du niveau de détérioration (tous scénarios), et en présentant la valeur médiane des résultats, soit le résultat ayant autant de valeurs plus hautes ou plus basses que ce résultat (médiane).

Tableau 7 Bilan des investissements totaux à prévoir selon l'ensemble des scénarios

<i>Méthode</i>	<i>0 – 5 ans</i>	<i>5 – 10 ans</i>	<i>10 – 20 ans</i>	<i>Total</i>
2	88 M\$	56 M\$	91 M\$	235 M\$
3	111 M\$	65 M\$	154 M\$	330 M\$
4 – seuil	67 M\$	53 M\$	84 M\$	204M\$
4 – médian	96 M\$	82 M\$	144 M\$	322 M\$
4 – haut	120 M\$	106 M\$	190 M\$	416 M\$
Tous scénarios	67 à 120 M\$	53 à 106 M\$	84 à 190 M\$	204 à 416 M\$
Médiane	96 M\$	65 M\$	144 M\$	322 M\$

10. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Compte tenu des données disponibles, et en tenant compte du fait que les évaluations des niveaux d'investissements ont été réalisées par au moins 2 méthodes complètement différentes, on peut conclure que les investissements à prévoir pour rénover le réseau de la Ville de Montréal devraient se situer à la borne supérieure de ce qui est présenté au tableau 7.

Les objectifs de rénovation seront atteints dans la mesure où un exercice continu et rigoureux de priorisation des travaux à réaliser sera débuté, et ce le plus tôt possible. En fait, le diagnostic permanent doit être l'effort prioritaire de la Ville de Montréal, dans la mesure où cet exercice permettra de vérifier plusieurs hypothèses établies en cours de projet quant à l'évaluation future de la détérioration du réseau.

En ce sens, la prochaine période de 5 ans est importante dans la mesure où elle permettra de :

- augmenter significativement le nombre et la qualité des informations disponibles quant aux interventions de réparations faites annuellement sur le réseau (de 500 à 700 par année) ;
- mettre à niveau les centaines de vannes et autres organes de contrôle sur le réseau; ces ouvrages étant requis pour isoler des sections de conduites, permettre les mesures, et surtout procéder efficacement au remplacement et rénovations requises;
- développer et mettre en place les procédures et habilités propres au diagnostic permanent des ouvrages, impliquant une constante actualisation des priorités d'intervention dans le but de maximiser le retour sur l'investissement des interventions réalisées;
- de valider les bénéfices obtenus par chaque type d'intervention; ces bénéfices devant être consécutifs à une réduction des débits de fuites, une réduction du

nombre des réparations à effectuer annuellement, et une réduction des contraintes d'opération suite à l'amélioration de l'entretien préventif.

Dans la logique de ce qui a été établi ci-dessus, le STPE a évalué que pour bien prendre la maîtrise de cette première période de 5 ans, il était difficile d'envisager des investissements annuels aussi élevés que 22 à 24 M\$ par an, pour la seule portion Aqueduc, sachant que des sommes importantes seront aussi consacrées à la rénovation du réseau d'égout.

En convenant que la maîtrise de cette première période de 5 ans est une garantie essentielle au succès de l'opération à long terme, et que les efforts de mise en place d'une telle programmation ne sont pas habituels, on peut convenir que la Ville de Montréal devra:

- démarrer dès 1999 le programme de diagnostic permanent, ce qui permettra entre autres d'actualiser les données sur l'état du réseau et de valider le plus rapidement possible certaines hypothèses quant à l'évolution future prévisible de ce réseau;
- procéder dès 1999, et compléter le plus rapidement possible, la mise à niveau (réparations et modifications) des milliers de vannes installées sur son réseau de manière à ce que les interventions et les mesures puissent être réalisées sans défaillance ni retard;
- investir un minimum de 15 M\$ / an et idéalement jusqu'à 24 M\$ / an pour la rénovation du réseau d'aqueduc, incluant le programme de diagnostic permanent de 2 M\$ / an, puisque ce niveau minimum d'investissement correspond au remplacement de 0,39 % du linéaire par an, seuil le plus bas obtenu par une des 4 méthodes d'évaluation des besoins en rénovation. Un minimum de 15 M\$/an se détaille en 2 M\$ pour le diagnostic permanent, 7 M\$ pour le réseau principal et 6 M\$ pour le réseau secondaire; cette répartition des investissements annuels pourra varier en égard aux résultats obtenus par les opérations Diagnostic;
- valider annuellement, à l'aide des modèles développés dans le cadre du présent projet (outils devant être améliorés et ajustés dès la première année), le niveau d'investissement souhaitable et les performances obtenues de manière à réajuster, au plus tard à la fin de la première période de 5 ans, le niveau d'investissement pour s'assurer d'atteindre les objectifs de performance et de rénovation présentés dans les sections précédentes

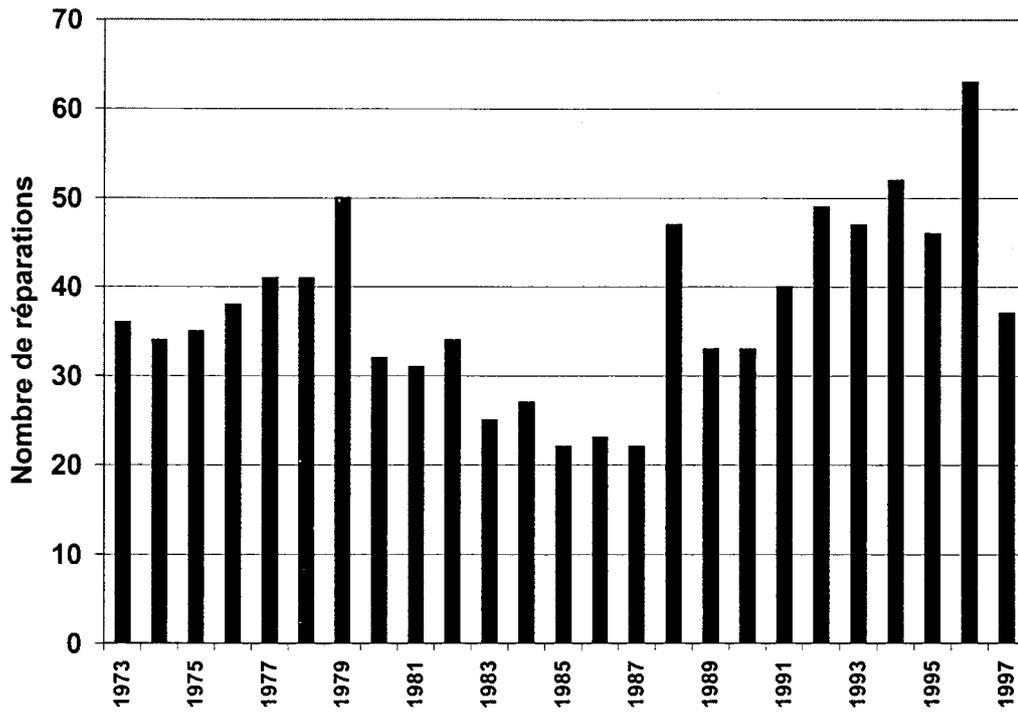


Figure 1 Nombre de réparations dans la région de Ahuntsic pour la période 1973 à 1997