

Contrôle qualitatif sur les gaines de réhabilitation CIPP Conduites pour aqueducs et égouts

Présenté par :
M. Jacques Pharand, ing.
Division de l'expertise et du soutien technique
Contrôle des matériaux

Plan de la présentation



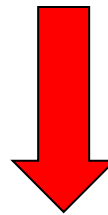
- Mission
- Mise en contexte
- Échantillonnage
- Contrôle qualité en laboratoire
- Conclusion

Mission



Division de l'expertise et du soutien technique

Laboratoire de la Ville de Montréal



Service des infrastructures, du transport et de l'environnement

Mission



Réseaux routiers

Chaussées résidentielles : 4200 km
Réseau artériel : 1400 km
Ruelles : 400 km
Trottoirs : \pm 7000 km



Mission



Ouvrages d'art

Environ 600 structures

- Ponts
- Viaducs
- Passages inférieurs
- Tunnels
- Passages piétonniers



Mission



Immeubles

- 1180 bâtiments
- 2 000 000 m²

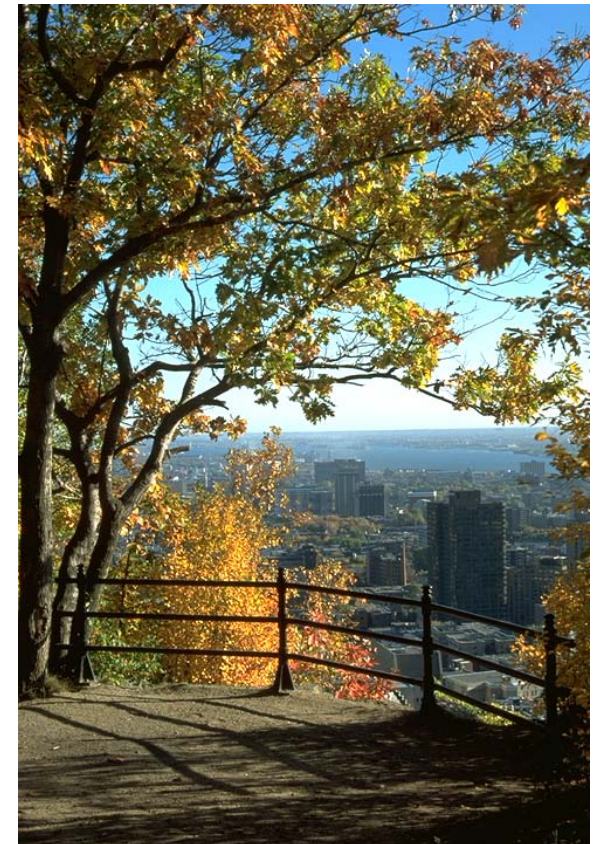


Mission



Parcs

- 22 grands parcs
 - Totalisant 2260 hectares
- 1166 parcs locaux
 - Totalisant 2290 hectares





Service de l'eau

Réseaux	Aqueduc	Égout
Primaire	581 km	382 km
Secondaire	3642 km	4383 km
Total	4223 km	4766 km

Données Ville de Montréal (19 arrondissements)
Date d'extraction des données: 2013-11-11
Seules les conduites encore en service ont été considérées
Pour l'aqueduc, seules les conduites réseau ont été considérées
Pour l'égout, seules les conduites réseau et collecteur ont été considérées



Mise en contexte



Service de l'eau

- La Direction de l'eau potable (DEP)
- La Direction de l'épuration des eaux usées (DEEU)
- La Direction de la gestion stratégique des réseaux d'eau (DGSRE)

Mise en contexte



DGSRE

En partenariat avec les arrondissements, mettre en place une gestion des actifs des réseaux d'eau secondaires, principalement l'entretien et le renouvellement des infrastructures.

Mise en contexte



Objectifs de la DGSRE

- Réduire la production d'eau potable
- Mettre à niveau l'état des conduites d'égouts
- Réduire les coûts d'un remplacement, le faire rapidement et minimiser les impacts sociaux



Mise en contexte



Description des réseaux

	Age moyen	Type de conduite
Aqueduc	61 ans	85% fonte
Égout	57 ans	68% combiné 32% séparatif

Données Ville de Montréal (19 arrondissements)
Date d'extraction des données: 2013-11-11
Seules les conduites encore en service ont été considérées
Pour l'aqueduc, seules les conduites réseau ont été considérées
Pour l'égout, seules les conduites réseau et collecteur ont été considérées

Mise en contexte



Demande de DGSRE en 2008 :

Projet de réhabilitation de conduite d'aqueduc sur 16 km

Technique sans tranchée par la mise en place d'une gaine de résine

Mise en contexte



Mandat

Contrôle qualité des
matériaux de civil

Surveillance
chantier

Contrôle qualité de la
gaine en laboratoire



Matériau – Gaine de réhabilitation

Exigences ASTM F1216	Norme ASTM	Valeurs
Résistance en flexion (court terme)	D 790	≥ 31 MPa
Résistance en flexion (long terme)	D 790	50% de la valeur court terme
Module de flexion (court terme)	D 790	≥ 1724 MPa
Module de flexion (long terme)	D 790	50% de la valeur long terme
Resistance en traction (court terme)	D 638	≥ 21 MPa
Resistance en traction (long terme)	D 638	50% de la valeur long terme

ASTM F 1216 : Standard Practice for Rehabilitation of Existing Pipelines and Conduits by the Inversion and Curing of a Resin-Impregnated Tube.



Exigences supplémentaires à la Ville de Montréal

- Essai de rigidité ASTM D 2412
- Essai de chargement hydrostatique ASTM D 1599
- Essai d'adhérence ASTM D 903 ou D 7234

Échantillonnage



Portrait des diamètres réhabilités depuis 2008

AQUEDUC		ÉGOUT	
Diamètre (mm)	%	Diamètre (mm)	%
200	48,1%	600x900	20,0%
150	30,6%	375	16,9%
300	14,0%	450	6,6%
250	6,3%	600	5,3%
350	1,0%	300	3,4%
		750	3,4%
		Autres	6,4%

Source : réhabilitation aqueduc 2008-2012

Source : réhabilitation égout 2013

Représente 20% du réseau secondaire soit 860 km

Échantillonnage



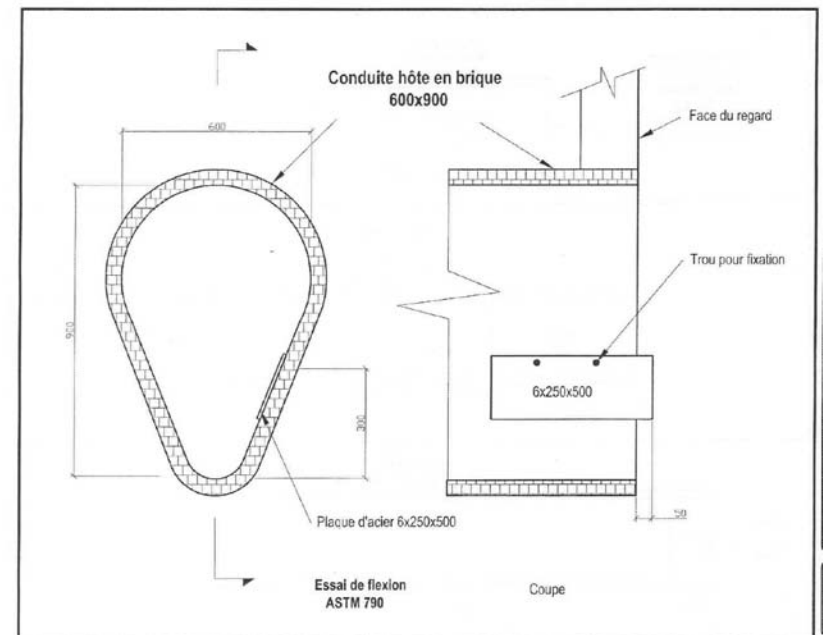
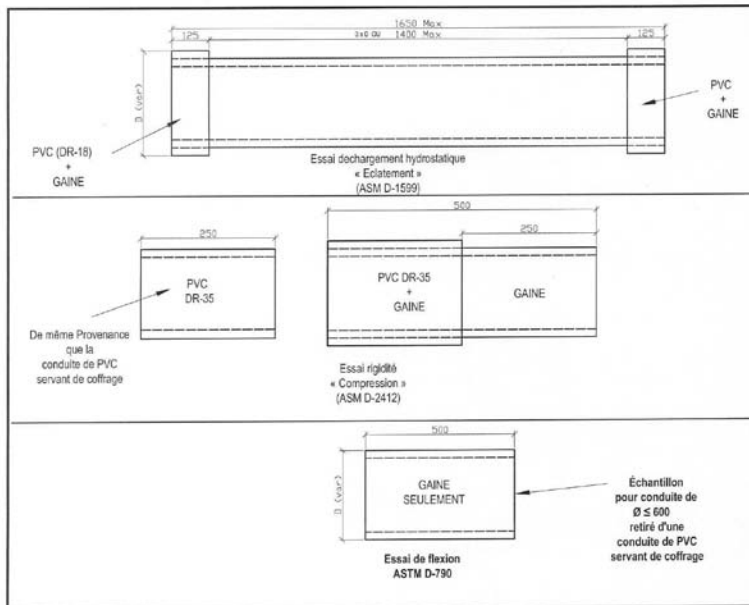
Fréquence des prélèvements

- Essais de flexion et de traction.
 - Un (1) échantillon / Diamètre / Arrondissement
 - Plus d'un (1) échantillon à tous les 350 m. lin./diamètre
- Essais de rigidité, d'adhérence et de chargement hydrostatique
 - Égout – 1 échantillon / diamètre \leq 600 mm / contrat
 - Aqueduc – 2 échantillons / diamètre / contrat

Échantillonnage



Croquis



Échantillonnage



Égout : prélèvement pour essai de flexion



Échantillonnage



Aqueduc : prélèvement pour essai de flexion et de traction



Échantillonnage



Laboratoire : réception des prélèvements du chantier



Échantillonnage



Essai de rigidité



Échantillonnage



Essai de chargement hydrostatique



Échantillonnage



Essai d'adhérence



Contrôle qualité en laboratoire



Réseaux réhabilités

Réseau secondaire	2008	2009	2010	2011	2012	2013-2014	Total
Aqueduc (km)	16,5	12,2	22,5	18,4	18,4	20,6	108,6
Égout (km)	2,1	11,1	12,3	11,2	22,7	31,3	90,7

Contrôle qualité en laboratoire



Base de données actuelle

Aqueduc (164 échantillons prélevés)			
Essai	Nb éprouvettes	Résultat moyen	Non-conformité
Traction	820	66 MPa	0%
Flexion	820	62 MPa	0.5%
Module de flexion	820	2530 MPa	2%
Égout (103 échantillons prélevés)			
Flexion	515	40 MPa	8%
Module de flexion	515	3200 MPa	6%

Contrôle qualité en laboratoire



Égout : Résultat d'essai en flexion

# de Rapport 12RM-	# SL	Diamètre	Épaisseur de conception	Épaisseur mesurée	Résultats d'essai			Valeurs utilisés pour le calcul de Conception	Remarques
					Flexion	Module élastique			
						Sécant à 0,5%	Séc 1% ou Auto	F - Mod	
12RM-197	10	300, 375	5.5	6,3	40,6	3107	2968	31 - 2757	
12RM-196	15	375	6.8	9,9	26,1	2007	1953	31 - 2757	Test en compression
12RM-198	16	300, 375	5.5	6,4	34,1	3133	3004	31 - 2757	
	19	450							
12RM-288	44	600x900	16,9	18,4	42	3648	2891	34.5 - 2758	CDCQ; film 0,42
12RM-192	46	600x900	18.7	20,5	32,1		2540	34.5 - 2758	Test en C
12RM-238	73	600x900	16,9	13,3	36,5	3194	3189	34.5 - 2756	
13RM-027	73		16,9	14	26,9	1321	1299	34.5 - 2756	34.5 - 2756
12RM-251	74	600x900	16,9	19,9	38	3032	3046	34.5 - 2757	
12RM-278	88	600x900	16,9	14,9	43	3599	3081	34.5 - 2758	CDCQ; film 0,42
12RM-250	92/93	600x900	16,9	15,5	33,8	2760	2760	34.5 - 2758	
13RM-028			16,9	14,9	35,1	1766	1757	34.5 - 2758	
12RM-289	260	600x900	18,7	17,1	50	3551	3105	34.5 - 2758	CDCQ; film 0,37
		600x900	14.8					31 - 2757	(2 calculs: 900 et 750 dia

Film soustrait et résultats finaux
CDCQ - Résultat d'un laboratoire externe
 Non-conformité

Contrôle qualité en laboratoire



Aqueduc : Résultat d'essai en traction et flexion

Numéro de Rapport	Année	Diamètre (mm)	Épaisseur conception	Épaisseur mesurée	Résultats (Mpa)			Conception T - F - Mod	Remarques et sens des échantillons
					Traction	Flexion	Module Élast.		
					21	31	1724		
12RM-217	1916	150	2.5	3,6	79,9	81,4	2517	96 - 76 - 2080	
12RM-112	1966	200	3.1	4,9	47,9	65,6	1935	102 - 86 - 2491	
12RM-098rev1	1966	200	3.1	4,9	47,6	58,1	1828	102 - 86 - 2491	LONGITUDINALE
	1966	200	3.1	4,8	141,5	78,3	2610		CIRCONFÉRENTIELLE
12RM-100	1966	200	3.1	4,8	49,7	65,3	1943	102 - 86 - 2491	
12RM-219	1906	150	2.5	3,6	83,4	81,2	2531	96 - 76 - 2080	
12RM-183	1906	150	2.5	3,7	78,6	80,8	2460	96 - 76 - 2080	
12RM-099	1966	200	3.1	5	44	62,8	1862	102 - 86 - 2491	
12RM-108rev1	1954	200	3.1	4,8	57,1	69,6	1926	102 - 86 - 2491	LONGITUDINALE
	1954	200	3.1	4,8	114,1	86,7	2707		CIRCONFÉRENTIELLE
12RM-228	1954	250	4.0	4,8	54,4	65,5	1955	94 - 82 - 2406	
12RM-140	1963	200	3.1	4,8	56,1	66,7	1951	102 - 86 - 2491	
12RM-202rev1		200	3.1	4,9	49,2	58,6	1724	102 - 86 - 2491	LONGITUDINALE
		200	3.1	5	122,9	81,8	2836		CIRCONFÉRENTIELLE
12RM-205	1952	150	2.5	3,4	88,9	81,7	2586	96 - 76 - 2080	

Valeur conforme aux critères de conception

Non-conformité avec les critères de conception

Contrôle qualité en laboratoire

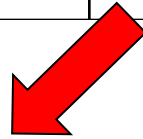


Résultats d'essais de rigidité

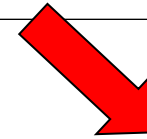
- L'interface entre le PVC et la gaine indique un coefficient d'adhérence important
- Basé sur un module d'élasticité commun pour la gaine et le PVC, les calculs démontrent un gain structural
- À 5% de déformation :

Matériau	Avant 2011 (14 résultats)	Depuis 2012 (7 résultats)
Gaine	79 kPa	123 kPa
PVC	2911 kPa	2847 kPa
PVC + Gaine	5573 kPa	6950 kPa

193 %



252 %



Contrôle qualité en laboratoire



Résultats d'essai d'adhérence

- But initial
 - Éviter les pertes d'eau à l'interface de la gaine et de la conduite hôte
 - Développer des outils de coupe adéquats lors de l'ajout d'une entrée de service
 - Définir un critère d'adhérence minimum
- Constat
 - Nos résultats actuels ne permettent pas de proposer une conclusion

Contrôle qualité en laboratoire



Résultats d'essai hydrostatiques

– But initial

- Définir la résistance à la rupture de la gaine lors d'un chargement hydrostatique
- Comparer ce matériau aux conduites usuelles en PVC ou en fonte

– Constat

- L'échantillonnage est insuffisant pour tirer des conclusions à ce jour
- Cependant, la résistance maximale à la rupture enregistrée est de 680 psi pour une conduite de 200 mm de diamètre
- En fabrication, chaque conduite (PVC DR18 ou fonte) doit supporter un chargement de 500 psi durant 5 secondes
- La résistance à la rupture pour un PVC DR18 correspond à 900 psi alors que pour une conduite de fonte de classe 350, est de 4000 psi

Conclusion



Aujourd'hui

- L'élaboration de la norme BNQ 1809-400 au profit de tous
- Des méthodes d'essai normalisées en traction et en flexion
- Des inspection vidéo 20 mois après l'installation
- Des recherches sur le comportement du matériau mis en place depuis son installation
- La poursuite de nos essais

Conclusion



Demain

- On peut difficilement prévoir à long terme les mécanismes de dégradation puisque notre expérience s'appuie sur le comportement des ouvrages en jeu
- Lorsque la conduite hôte sera entièrement dégradée comment les nouvelles entrées de service seront installées?

Remerciements



L'équipe de la :
Division de la DGSRE
Division de la réalisation des travaux
Division de l'expertise et du soutien technique
Et pour le CERIU



Période de questions?