

Suivi des essais de performance de conduites d'eau potable réhabilitées par chemisage structural depuis les 15 dernières années



Anna Polito, ing.

SANEXEN Michael Davison, ing.
SERVICES ENVIRONNEMENTAUX INC.

INTRODUCTION

- Depuis 1996, la Ville a choisi de mettre en place un programme de réhabilitation de ses conduites d'eau potable.
- Elle a investi des sommes importantes afin :
 - d'assurer une qualité d'eau optimale;
 - stabiliser le réseau pour minimiser les pertes d'eau potable et les réparations ponctuelles;
 - minimiser les pertes monétaires découlant des réclamations;
 - minimiser les inconvénients aux citoyens; et
 - augmenter la durée de vie du réseau.

INTRODUCTION

- Le réseau d'eau potable de la Ville compte :
 - 198 km de conduites en fonte, fonte ductile et PVC d'un diamètre allant de 4 po à 24 po (100 mm à 600 mm);
 - 1 139 bornes d'incendie; et
 - 1 215 vannes.
- Depuis 1996, la Ville a réhabilité quelques 78 km de conduites d'eau potable dont :
 - 52 km en utilisant un chemisage structural (dont 43 km par Aqua-Pipe, 6 km par Combiliner et NordiPipe, et 3 km par RS BlueLine);
 - 18 km par projection d'époxy; et
 - 8 km ont été remplacés.
- Ces interventions représentent 40 % de l'ensemble du réseau d'eau potable.

INTRODUCTION

- Quinze ans plus tard, les gestionnaires se questionnent :
 - Comment se comportent les gaines depuis leur mise en service?
 - Cette nouvelle technologie devait augmenter de 50 ans la durée de vie des conduites d'eau. Est-ce que ce sera le cas?
- Le but de la conférence est de présenter le résultat des essais destructifs des échantillons prélevés de sections de conduites réhabilitées en utilisant des produits Aqua-Pipe.

MÉTHODOLOGIE

- Échantillonnage aléatoire de sections de conduites réhabilitées par gainage structural dans les années 2001, 2002 et 2007;
- Échantillons prélevés en août 2015;
- Inspection visuelle des échantillons pour déterminer si la gaine est bien adhérent à la conduite hôte, si les plis sont remplis adéquatement de résine et si les entrées de services sont convenablement scellées; et
- Échantillons prélevés et de contrôle envoyés à un laboratoire indépendant, le Centre de développement des composites du Québec (CDCQ), pour procéder aux essais.

MÉTHODOLOGIE

Échantillons



N°	Rue	Diamètre	Année
1	Ferncrest	200 mm	2001
2	Oakville	150 mm	2001
3	Runnymede	150 mm	2001
4	Place de la Madeleine	150 mm	2002
5	Barton	150 mm	2007

MÉTHODOLOGIE

Observations

Échantillon	Entrée de service	Plis	Commentaires
1	Oui	Non	Paroi de conduite mince, gaine bien adhéree
2	Oui	Oui	Gaine bien adhéree
3	Oui, non-pénétrant avec sellette	Oui	Gaine bien adhéree
4	Oui	Oui	Gaine bien adhéree
5	Non	Non	Léger décollement de la gaine causé par l'outil de coupe

MÉTHODOLOGIE

Échantillon - Place Oakville



Observations

- Entrée de service pénétrante et bien ouverte;
- Pli longitudinal existant et chargé d'époxy.

MÉTHODOLOGIE

Échantillon - Place Oakville



Observations

- Gaine bien scellée et plis remplis;
- Entrée de service coupée en deux, étanchéité maintenue;
- Mêmes observations de tous les échantillons.

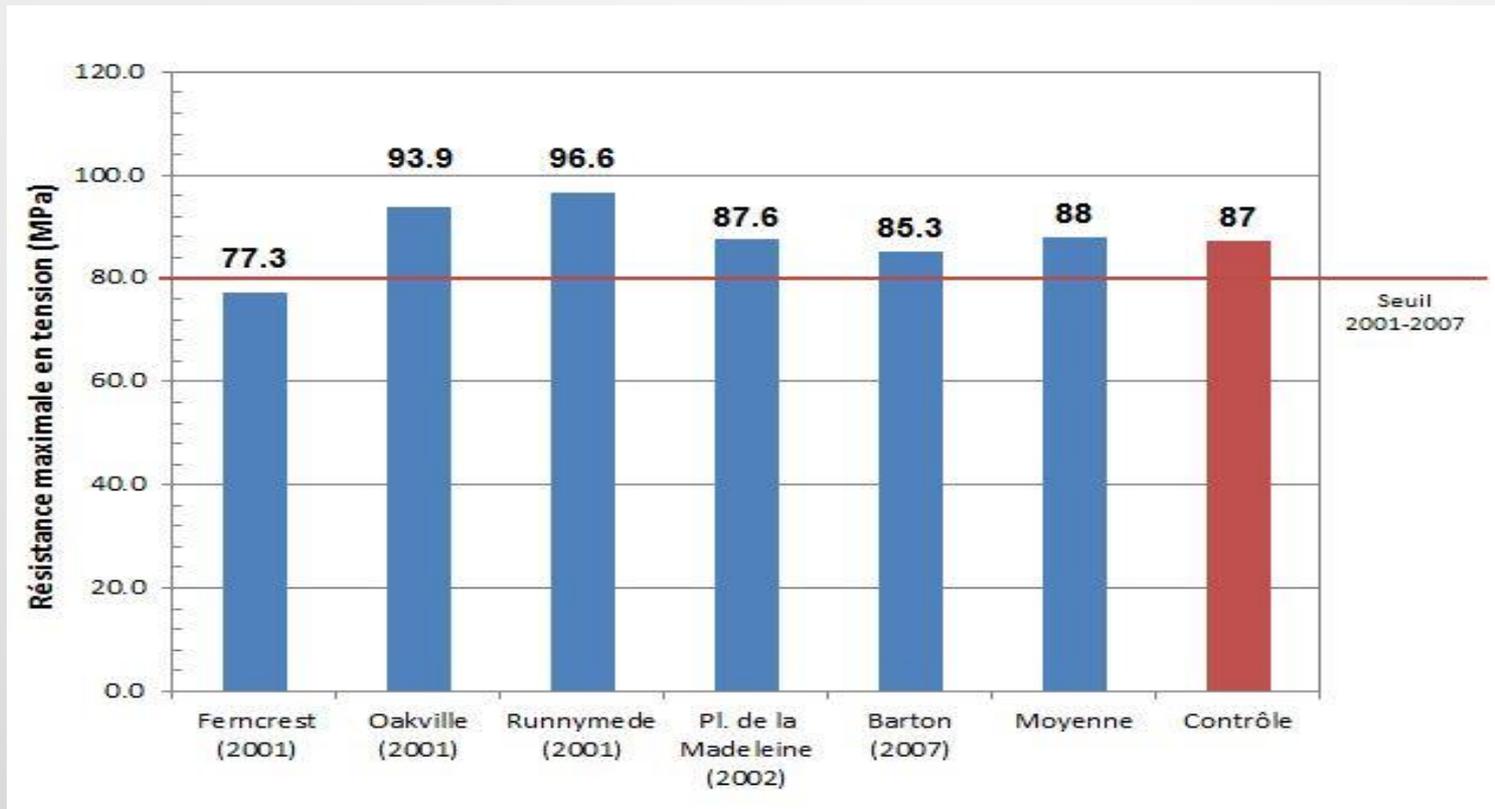
MÉTHODOLOGIE

Type de caractérisation	Propriétés mesurées	Méthode de référence	Description des essais
Essais de flexion	Module de flexion	ASTM D790	Éprouvettes rectangulaires testées en flexion trois points dans la direction longitudinale
Essais de tension	Contrainte maximale (à la rupture)	ASTM D638	Éprouvettes de type « <i>dog bone</i> » testées en traction dans la direction longitudinale
Essais de compression	Module de flexion E du tuyau calculé à partir de sa rigidité PS (<i>pipe stiffness</i>)	ASTM D2412	Sections complètes de cylindres testées en compression
Essais d'adhésion	Force de pelage de la membrane interne	ASTM D3167	Languettes de membrane rectangulaires tirées à partir du substrat dans la direction longitudinale

MÉTHODOLOGIE

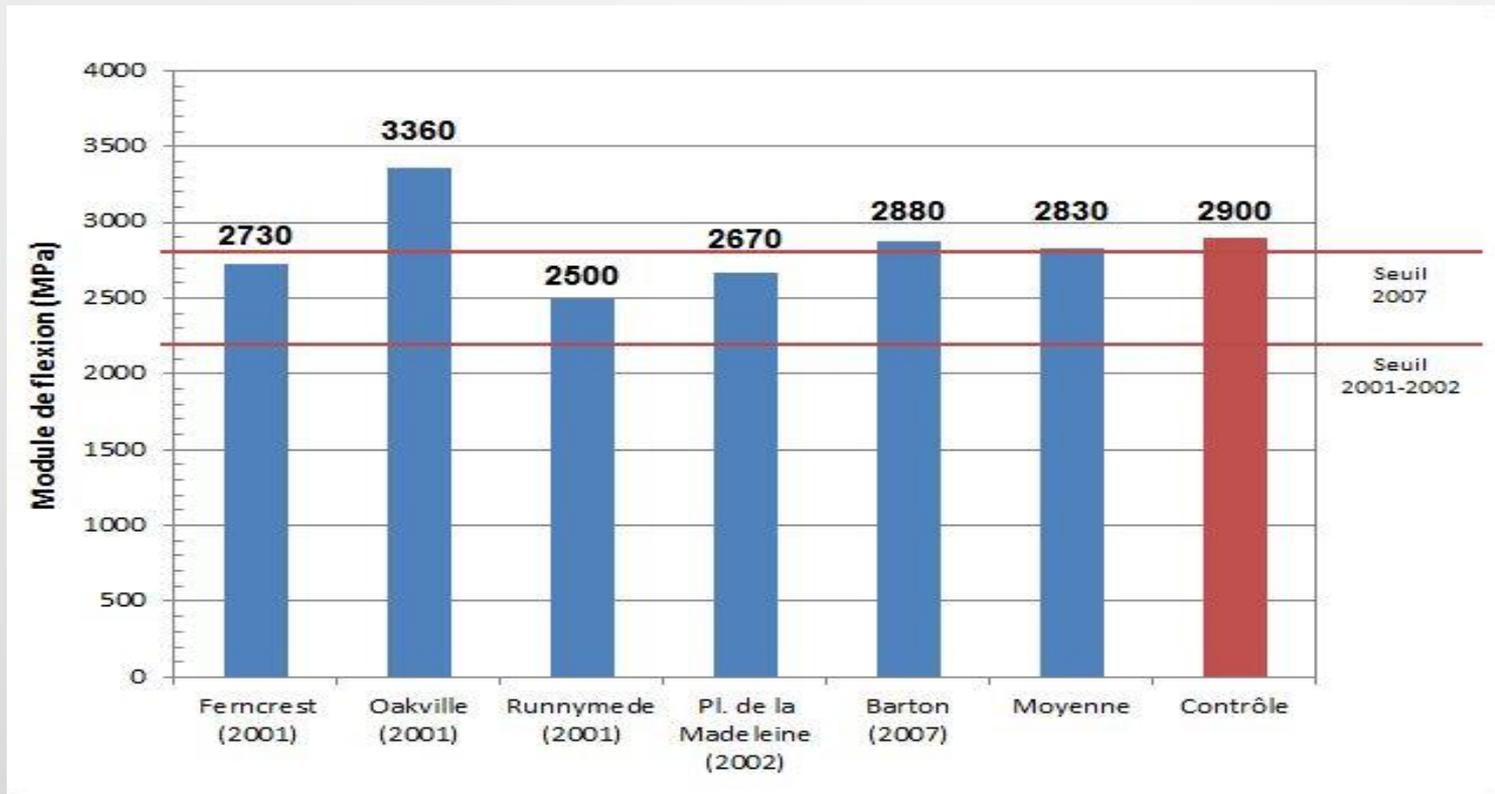
Type de caractérisation	Propriétés mesurées	Méthode de référence	Description des essais
Essais d'étanchéité	Volume d'eau transmis à travers la membrane interne	<i>APS Water Tightness Test</i>	Volume d'eau après 40 h à 23 °C et 50 % R.H. sous 0,5 bar à travers des sections avec membrane interne
Spectrogramme FTIR	Analyse du spectre d'absorbance infrarouge de la membrane polymérique témoignant de son hydrolyse	s/o	Échantillons plats de membrane interne

RÉSULTATS – Traction ASTM D638



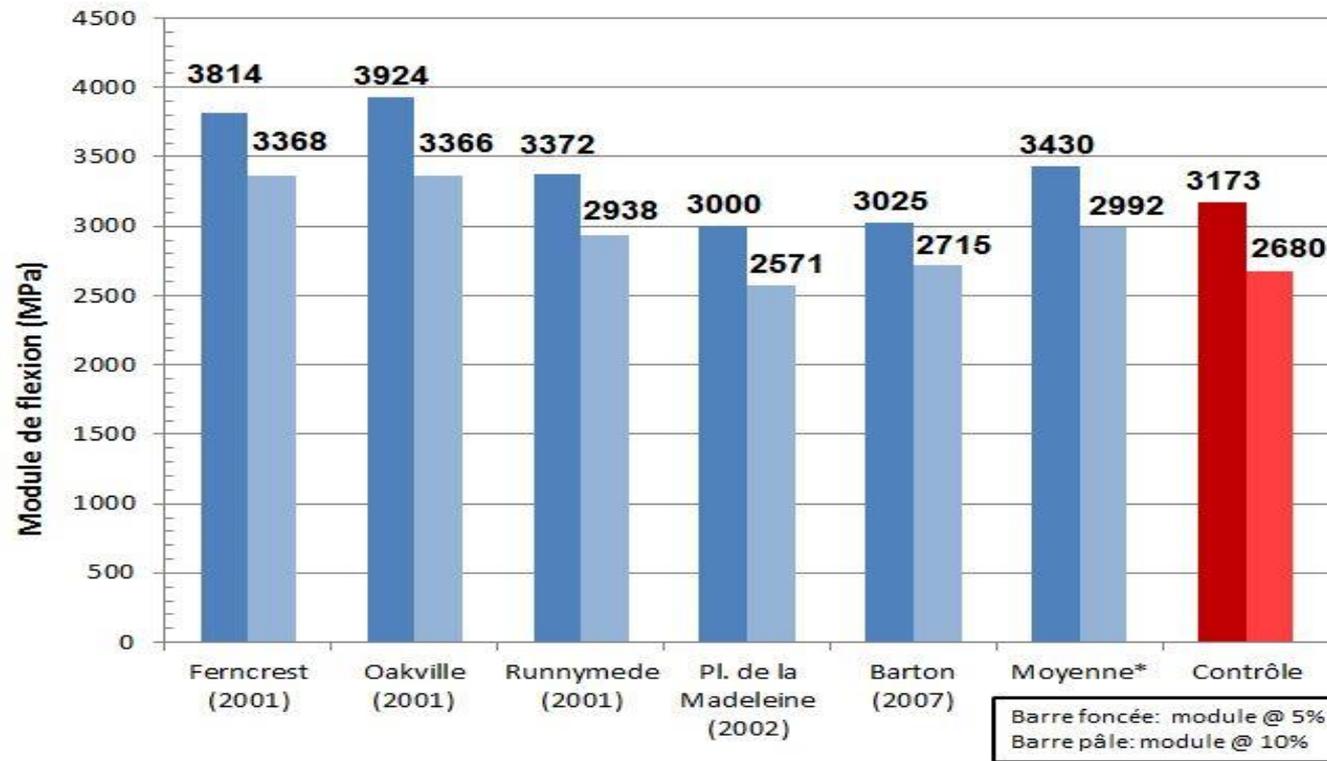
- La résistance en tension varie entre 77,3 MPa et 96,6 Mpa, pour une moyenne de 88 MPa;
- Toutes les valeurs de résistance en tension surpassent la valeur du seuil utilisée à l'époque, sauf celle de 77,3 MPa, soit 3,4 % plus faible que le seuil de 80 MPa.

RÉSULTATS – Flexion ASTM D790



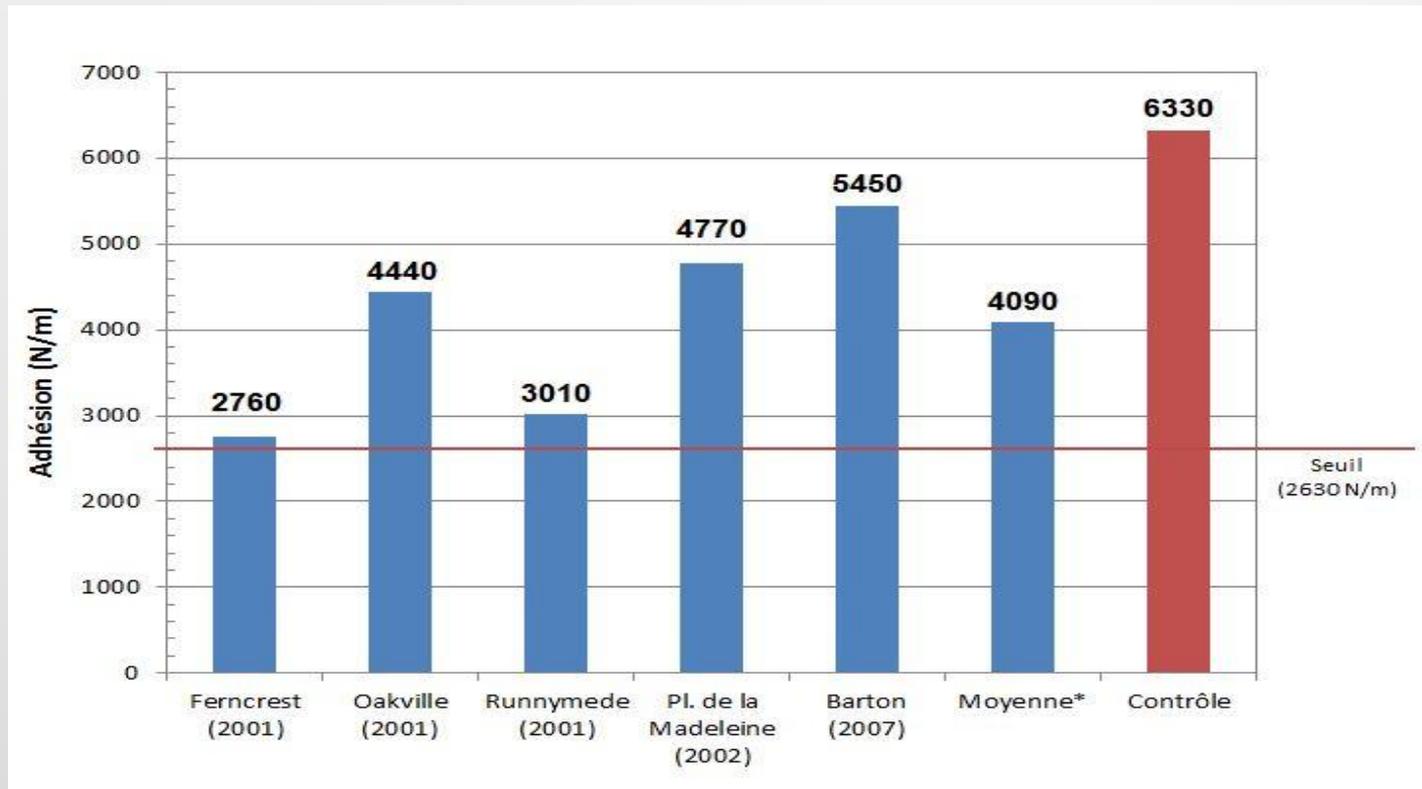
- Les modules de flexion varient entre 2500 MPa et 3360 Mpa, pour une moyenne de 2830 Mpa;
- Toutes les valeurs de module de flexion surpassent les valeurs respectives du seuil de module utilisées à l'époque.

RÉSULTATS – Compression ASTM D2412



- Les modules de flexion mesurés par compression à 5 % varient entre 3000 MPa et 3924 Mpa, pour une moyenne de 3430 MPa;
- Les modules de flexion mesurés par compression à 10 % varient entre 2571 MPa et 3368 Mpa, pour une moyenne de 2992 MPa.

RÉSULTATS – Pelage - ASTM D3167

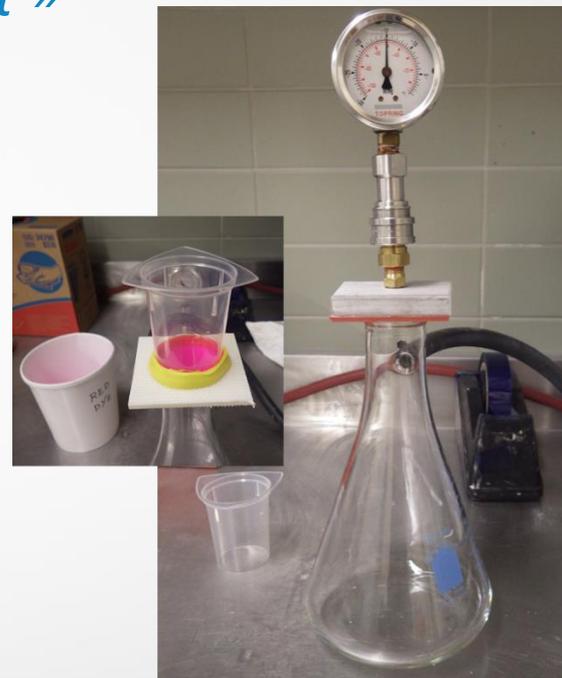


- Les valeurs d'adhésion varient entre 2760 N/m et 5450 N/m, pour une moyenne de 4090 N/m;
- Les valeurs surpassent, dans tous les cas, la valeur du seuil de 2630 N/m spécifiée pour l'adhésion de la membrane polymérique en 2001.

RÉSULTATS – Étanchéité

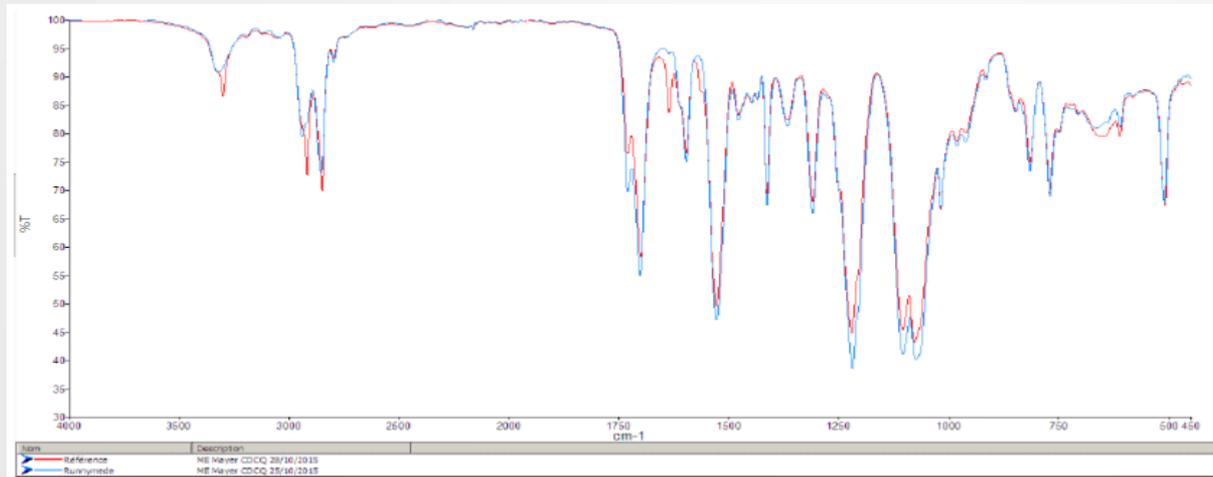
« APS Water Tightness Test »

Échantillons prélevés de rues à DDO	Étanchéité (code allemand APS) avec membrane de TPU
Nom de rue	Infiltration après 40h @ 23°C et 50%HR sous 0.5 bar (ml)
Ferncrest (2001)	0
Oakville (2001)	0
Runnymede (2001)	0
Pl. de la Madeleine (2001)	0
Barton (2007)	0
Contrôle	0



- L'essai d'étanchéité choisi est efficace pour détecter les signes de non-étanchéité et les résultats négatifs obtenus dans tous les cas après 40 heures d'essai sont le signe d'une étanchéité complète des échantillons prélevés.

RÉSULTATS – Spectroscopie IR



- La caractérisation physico-chimique est réalisée pour identifier des signes de dégradation chimique de la membrane par hydrolyse;
- La Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) permet d'identifier ce genre de dégradation en mettant en évidence l'apparition d'une bande d'élongation des liens;
- Les analyses IRTF ont démontré que les membranes des échantillons prélevés ne présentaient aucun signe d'hydrolyse significative en comparaison à l'échantillon de contrôle.

RÉSULTATS

- Les résultats de tension et de flexion mesurés dans la présente campagne permettent encore en 2015 de surpasser les critères d'épaisseur spécifiés dans ces certificats de conception présentés pour les travaux de chemisage de 2001, 2002 et 2007.
- Les modules de flexion des échantillons mesurés par essai de flexion ASTM D790 sont dans le même ordre de grandeur que ceux de l'essai ASTM D2412.
- Les valeurs d'adhésion restent néanmoins en moyenne 35 % plus faibles que celles de l'échantillon de contrôle de 6330 N/m (2014). Ceci démontre sa durabilité ainsi que les améliorations apportées à l'adhésion de la membrane au cours des années;
- Dans tous les essais de pelage réalisés, y compris les essais sur l'échantillon de contrôle, une rupture de type adhésive a été notée. Ceci démontre encore la durabilité de la membrane.

CONCLUSION

- Les essais de contrôle de la qualité pour les échantillons aléatoires prélevés et testés sur des sections de conduites ayant été réhabilitées d'une gaine structurale Aqua-Pipe™ confirment que les propriétés physiques, mécaniques et structurales de cette technologie dépassent les performances théoriques soumises lors de leurs installations.
- Malgré que cette technologie ait été améliorée au cours des années, les résultats obtenus démontrent que les gaines structurales de première génération ne semblent pas se détériorer à un rythme accéléré, mais l'effet contraire semble plutôt se produire.
- En réhabilitant son réseau principalement par chemisage structural, la Ville a pu réduire de 63 % le nombre de bris sur ses conduites d'eau principales. En 2000, le taux de bris était de 40 bris/100 km et depuis les 5 dernières années, nous avons constaté une moyenne annuelle de 12 bris/100 km;

CONCLUSION

- Nos interventions sur le réseau de conduites d'eau potable ont également réduit le taux de fuite, amélioré les aspects hydraulique du réseau et de la qualité esthétique de l'eau.
- Il serait intéressant de faire les mêmes essais dans 10 ans, marquant 25 ans de vie utile, pour voir si le rythme de dégradation demeure lent ou s'il augmente de façon significative. Si la progression de la dégradation continue à ce rythme, la vie utile de la conduite réhabilitée, à notre avis, dépassera les 50 ans.

MERCI



Anna Polito, ing.

Directrice – Service de l'aménagement urbain et de l'ingénierie

apolito@ddo.qc.ca

514 684-0722



Michael Davison, ing.

Directeur de produit – Aqua-Pipe™

mdavison@sanexen.com

450 466-2123 poste 106