



La planification d'un projet de gainage de conduite d'aqueduc : Éléments clés à considérer

Par :

André Gervais, Chef de section – projets, Ville de Beaconsfield

Robert Parent, Chargé de projets, Aquarehab

Novembre 2016 – CERIU Infra2016



- Objectifs de la présentation
- Éléments clés de conception de documents d'appel d'offres
- Cas de la Ville de Beaconsfield
- Conclusion
- Questions

Objectifs de la présentation

- Informer les concepteurs sur les éléments clés pour produire des appels d'offres optimaux au niveau du prix et de la rapidité d'exécution.
- Démontrer les avantages autres que monétaires :
 - Réduction du désagrément des citoyens en réduisant le nombre d'excavations
 - Moins d'excavations ➡ réduction durée de projet, de la signalisation, des inconvénients et des perturbations aux usagers de la route.
 - Réduction de l'empreinte écologique
 - Moins d'excavation ➡ réduction du déblai, des dispositions, des camions à benne sur la route, de la pierre concassée pour le remblai, du pavage et donc, des émissions carboniques.



Éléments clés de conception de documents d'appel d'offres

Installation d'un réseau temporaire

- Pour assurer l'alimentation en eau potable pendant les travaux de gainage :
 - Vérifier la condition des vannes de conduites d'aqueduc qui isolent le tronçon à gainer;
 - S'assurer que les bornes d'incendie aux alentours pouvant potentiellement servir à l'alimentation du réseau temporaire sont fonctionnelles et que leur débit est suffisant;



Installation d'un réseau temporaire

- Si la protection incendie est également à assurer :
 - Substituer les bornes d'incendie existantes par des bornes d'incendie temporaires qui nécessitent des conduites temporaires de 150mm de diamètre;
 - Comme la remise en service du branchement de la ligne de gicleur doit se faire par excavation, confirmer si le branchement du côté municipal doit être remplacé. Le cas échéant :
 - Ajouter la spécification dans le devis et aux plans;
 - Indiquer les diamètres des services aux plans (37mm et plus);
 - Adapter le bordereau en conséquence.



Viser une réduction des puits d'accès

- On vise à limiter la quantité d'excavations afin de réduire le prix des travaux et de maximiser les bénéfices de la réhabilitation sans tranchée :
 - Selon leur localisation, abandon des vannes existantes et installation des nouvelles vannes dans les puits essentiels aux insertions de gaines :
 - Gainage à travers une ou des vannes en position ouverte;
 - Excavation pneumatique au niveau de la boîte de vanne existante afin d'en retirer le boîtier et réfection de surface.



Considérer le remplacement des bornes d'incendie existantes



- Justifications qui rendent avantageuses le remplacement des conduites d'alimentation de bornes d'incendie :
 - L'excavation du té est incontournable (il n'est pas conseillé de percer à l'aide du robot des ouvertures supérieures à 50mm);
 - La conduite d'alimentation a généralement le même âge que l'aqueduc la desservant et est sujette à des bris qui ne seront pas couverts durant la période de garantie (à noter que la borne peut être conservée ou remplacée selon sa condition);
 - Considérer ou permettre la possibilité de réhabiliter la conduite de la borne (traverses de boulevard ou de plusieurs voies); prévoir que la vanne devra être positionnée à un maximum d'un mètre du té ou de la borne d'incendie elle-même.



Planifier les imprévus possibles



- Ajouter des excavations ponctuelles dans le bordereau puisqu'il est impossible de prévoir les situations suivantes lors de la période d'appel d'offres :
 - Infiltration d'eau par une ouverture dans la conduite à gainer due à une nappe phréatique élevée constatée lors de l'inspection CCTV qui suit le nettoyage de la conduite (considérer l'installation de manchon interne lorsque la position de l'infiltration rend l'excavation complexe);
 - Contournement d'obstacles non indiqués aux plans;
 - Vanne cassée en position fermée ou partiellement ouverte;
 - Service ovalisé ou percement de conduite pour sellette qui n'est pas circulaire ne permettant pas l'installation de bouchons étanches;
 - Joints de plomb pénétrants et/ou tranchants.



Description des articles du bordereau

- S'assurer que :
 - Chaque item au bordereau possède une description claire de la portée des travaux
 - Exemple : Remplacement de conduite (bien définir s'il est question de remplacement de conduite dans les puits de gainage ou en dehors des puits et effectué en tranchée).
 - Les items du bordereau et leurs descriptions ne se chevauchent pas
 - Exemple : Item séparé de pavage au m² pour la réfection de surface et une description d'article de l'item "puits d'accès" qui spécifie aussi que ceux-ci incluent le pavage.
 - Les noms d'items au bordereau sont cohérents avec leur description respective
 - Exemple : Le bordereau indique "abandon d'une conduite d'aqueduc" mais la description de l'article spécifie l'enlèvement complet de la conduite à abandonner.



Optimiser le bordereau de soumission



- Faire attention aux items provisionnels, dont :
 - Les robinets d'arrêt des branchements de service (très peu nécessitent réellement d'être remplacés).
 - Les branchements de service à remplacer (incluant le robinet d'arrêt).
 - Les puits d'accès imprévus (infiltration, coudes ou autre).

Souvent on retrouve une quantité exagérée d'unités dans le bordereau faisant augmenter le prix de la soumission inutilement et parfois même au-delà du budget.

Il est à l'avantage de la Ville de prévoir un montant de contingences au lieu d'exagérer les quantités d'items provisionnels.



Optimiser le bordereau de soumission



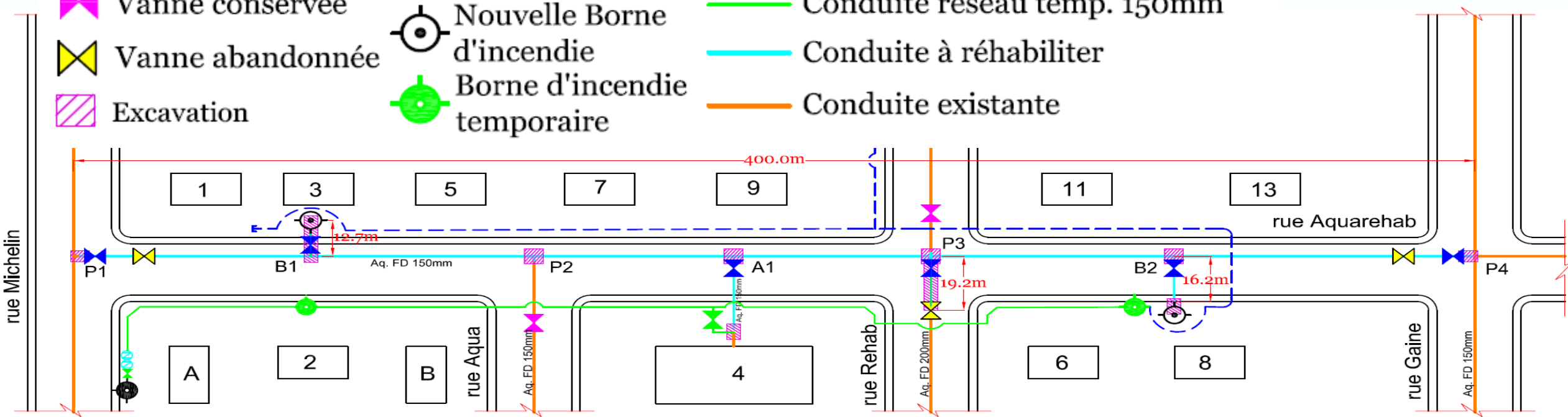
- Éviter de jumeler des items sur une base unitaire avec d'autres items qui peuvent varier (ex. : ne pas inclure les excavations dans le prix de la gaine, qui elle est payable au mètre linéaire);
- Éviter de prévoir des items pouvant varier selon la technologie (ex. : quantité d'insertions de gaine ou des puits à tous les coudes).



Optimiser le bordereau de soumission

LÉGENDE

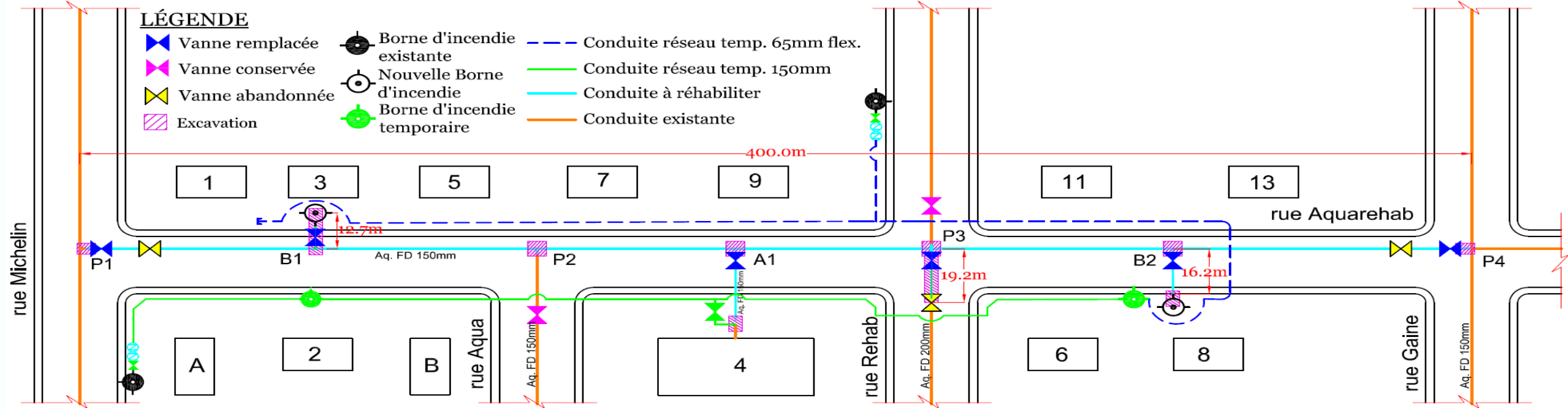
- | | | | | | |
|--|------------------|--|-----------------------------|--|----------------------------------|
| | Vanne remplacée | | Borne d'incendie existante | | Conduite réseau temp. 65mm flex. |
| | Vanne conservée | | Nouvelle Borne d'incendie | | Conduite réseau temp. 150mm |
| | Vanne abandonnée | | Borne d'incendie temporaire | | Conduite à réhabiliter |
| | Excavation | | | | Conduite existante |



Configuration typique d'un projet de réhabilitation

LÉGENDE

- Vanne remplacée
- Vanne conservée
- Vanne abandonnée
- Excavation
- Borne d'incendie existante
- Nouvelle Borne d'incendie
- Borne d'incendie temporaire
- Conduite réseau temp. 65mm flex.
- Conduite réseau temp. 150mm
- Conduite à réhabiliter
- Conduite existante



À PRÉCONISER (SOUMISSION)

Art.	Description	Unité	QTÉ	Prix unitaire	Coût global
1	Réseau temporaire	global	1,0	20 000,00 \$	20 000,00 \$
2	Remplacement / Branchement d'un service 150mm par excavation	global	1,0	15 000,00 \$	15 000,00 \$
3	Puits d'accès	unité	4,0	6 000,00 \$	24 000,00 \$
4	Puits d'accès imprévus	unité	1,0	5 000,00 \$	5 000,00 \$
5	Chemisage 150 mm Ø	ml	400,0	235,00 \$	94 000,00 \$
6	Vanne à abandonner	unité	3,0	550,00 \$	1 650,00 \$
7	Vannes - 150 mm Ø	unité	2,0	2 200,00 \$	4 400,00 \$
8	Vannes - 200 mm Ø	unité	1,0	2 800,00 \$	2 800,00 \$
9	Remplacement poteaux d'incendie	unité	2,0	12 000,00 \$	24 000,00 \$
10	Remplacement de conduite 200 mm Ø	ml	19,2	800,00 \$	15 360,00 \$
11	Réparation d'infiltration d'eau	unité	1,0	4 500,00 \$	4 500,00 \$
12	Maintien de la circulation et signalisation	global	1,0	10 000,00 \$	10 000,00 \$
13	Localisation/essai boîte de service	unité	10,0	75,00 \$	750,00 \$
14	Remplacement de boîte de service	unité	3,0	475,00 \$	1 425,00 \$
15	Robinet de branchement	unité	1,0	2 500,00 \$	2 500,00 \$
16	Contingences	global	n/a		10 000,00 \$
Sous-total :				235 385,00 \$	
Prix au mètre :				588,46 \$	

À ÉVITER (SOUMISSION)

Art.	Description	Unité	QTÉ	Prix unitaire	Coût global
1	Réseau temporaire	m.l.	440,0	80,00 \$	35 200,00 \$
2	Puits d'accès	unité	6,0	5 500,00 \$	33 000,00 \$
3	Pavage (100mm d'épaisseur)	m ²	200,0	60,00 \$	12 000,00 \$
4	Excavation d'un puits imprévus	unité	2,0	4 500,00 \$	9 000,00 \$
5	Chemisage 150 mm Ø	ml	440,0	257,50 \$	113 300,00 \$
6	Vanne à abandonner	unité	5,0	550,00 \$	2 750,00 \$
7	Vannes - 150 mm Ø	unité	3,0	2 200,00 \$	6 600,00 \$
8	Vannes - 200 mm Ø	unité	2,0	2 800,00 \$	5 600,00 \$
9	Remplacement poteaux d'incendie	unité	2,0	11 400,00 \$	22 800,00 \$
10	Remplacement de conduite 200 mm Ø	ml	24,0	650,00 \$	15 600,00 \$
11	Réparation d'infiltration d'eau	unité	2,0	4 000,00 \$	8 000,00 \$
13	Localisation/essai boîte de service	unité	12,0	75,00 \$	900,00 \$
14	Remplacement de boîte de service	unité	6,0	475,00 \$	2 850,00 \$
15	Robinet de branchement	unité	3,0	2 500,00 \$	7 500,00 \$
16	Contingences	global	n/a		10 000,00 \$
Sous-total :				285 100,00 \$	
Prix au mètre :				712,75 \$	

121,1%

À PRÉCONISER (SOUMISSION)

Art.	Description	Unité	QTÉ	Prix unitaire	Coût global
1	Réseau temporaire	global	1,0	20 000,00 \$	20 000,00 \$
2	Remplacement / Branchement d'un service 150mm par excavation	global	1,0	15 000,00 \$	15 000,00 \$
3	Puits d'accès	unité	4,0	6 000,00 \$	24 000,00 \$
4	Puits d'accès imprévus	unité	1,0	5 000,00 \$	5 000,00 \$
5	Chemisage 150 mm Ø	ml	400,0	235,00 \$	94 000,00 \$
6	Vanne à abandonner	unité	3,0	550,00 \$	1 650,00 \$
7	Vannes - 150 mm Ø	unité	2,0	2 200,00 \$	4 400,00 \$
8	Vannes - 200 mm Ø	unité	1,0	2 800,00 \$	2 800,00 \$
9	Remplacement poteaux d'incendie	unité	2,0	12 000,00 \$	24 000,00 \$
10	Remplacement de conduite 200 mm Ø	ml	19,2	800,00 \$	15 360,00 \$
11	Réparation d'infiltration d'eau	unité	1,0	4 500,00 \$	4 500,00 \$
12	Maintien de la circulation et signalisation	global	1,0	10 000,00 \$	10 000,00 \$
13	Localisation/essai boîte de service	unité	10,0	75,00 \$	750,00 \$
14	Remplacement de boîte de service	unité	3,0	475,00 \$	1 425,00 \$
15	Robinet de branchement	unité	1,0	2 500,00 \$	2 500,00 \$
16	Contingences	global	n/a		10 000,00 \$
Sous-total :				235 385,00 \$	
Prix au mètre :				588,46 \$	

À PRÉCONISER (EXÉCUTION)

Art.	Description	Unité	QTÉ	Prix unitaire	Coût global
1	Réseau temporaire	global	1,0	20 000,00 \$	20 000,00 \$
2	Remplacement / Branchement d'un service 150mm par excavation	global	1,0	15 000,00 \$	15 000,00 \$
3	Puits d'accès	unité	4,0	6 000,00 \$	24 000,00 \$
4	Puits d'accès imprévus	unité	1,0	5 000,00 \$	5 000,00 \$
5	Chemisage 150 mm Ø	ml	400,0	235,00 \$	94 000,00 \$
6	Vanne à abandonner	unité	3,0	550,00 \$	1 650,00 \$
7	Vannes - 150 mm Ø	unité	2,0	2 200,00 \$	4 400,00 \$
8	Vannes - 200 mm Ø	unité	1,0	2 800,00 \$	2 800,00 \$
9	Remplacement poteaux d'incendie	unité	2,0	12 000,00 \$	24 000,00 \$
10	Remplacement de conduite 200 mm Ø	ml	19,2	800,00 \$	15 360,00 \$
11	Réparation d'infiltration d'eau	unité	1,0	4 500,00 \$	4 500,00 \$
12	Maintien de la circulation et signalisation	global	1,0	10 000,00 \$	10 000,00 \$
13	Localisation/essai boîte de service	unité	10,0	75,00 \$	750,00 \$
14	Remplacement de boîte de service	unité	4,0	475,00 \$	1 900,00 \$
15	Robinet de branchement	unité	0,0	2 500,00 \$	- \$
16	Contingences	global	n/a		4 500,00 \$
Sous-total :				227 860,00 \$	
Prix au mètre :				569,65 \$	

À ÉVITER (SOUMISSION)

Art.	Description	Unité	QTÉ	Prix unitaire	Coût global
1	Réseau temporaire	m.l.	440,0	80,00 \$	35 200,00 \$
2	Puits d'accès	unité	6,0	5 500,00 \$	33 000,00 \$
3	Pavage (100mm d'épaisseur)	m²	200,0	60,00 \$	12 000,00 \$
4	Excavation d'un puits imprévus	unité	2,0	4 500,00 \$	9 000,00 \$
5	Chemisage 150 mm Ø	ml	440,0	257,50 \$	113 300,00 \$
6	Vanne à abandonner	unité	5,0	550,00 \$	2 750,00 \$
7	Vannes - 150 mm Ø	unité	3,0	2 200,00 \$	6 600,00 \$
8	Vannes - 200 mm Ø	unité	2,0	2 800,00 \$	5 600,00 \$
9	Remplacement poteaux d'incendie	unité	2,0	11 400,00 \$	22 800,00 \$
10	Remplacement de conduite 200 mm Ø	ml	24,0	650,00 \$	15 600,00 \$
11	Réparation d'infiltration d'eau	unité	2,0	4 000,00 \$	8 000,00 \$
13	Localisation/essai boîte de service	unité	12,0	75,00 \$	900,00 \$
14	Remplacement de boîte de service	unité	6,0	475,00 \$	2 850,00 \$
15	Robinet de branchement	unité	3,0	2 500,00 \$	7 500,00 \$
16	Contingences	global	n/a		10 000,00 \$
Sous-total :				285 100,00 \$	
Prix au mètre :				712,75 \$	

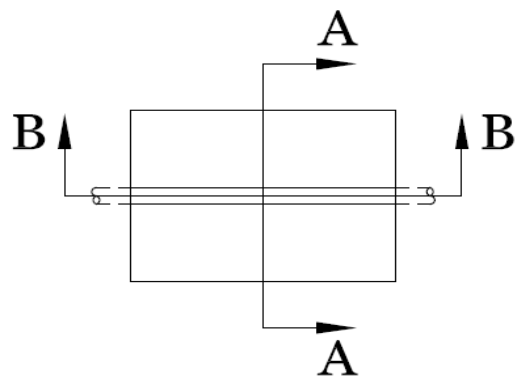
121,1%

À ÉVITER (EXÉCUTION)

Art.	Description	Unité	QTÉ	Prix unitaire	Coût global
1	Réseau temporaire	m.l.	400,0	80,00 \$	32 000,00 \$
2	Puits d'accès	unité	4,0	5 500,00 \$	22 000,00 \$
3	Pavage (100mm d'épaisseur)	m²	110,0	60,00 \$	6 600,00 \$
4	Excavation d'un puits imprévus	unité	1,0	4 500,00 \$	4 500,00 \$
5	Chemisage 150 mm Ø	ml	400,0	257,50 \$	103 000,00 \$
6	Vanne à abandonner	unité	3,0	550,00 \$	1 650,00 \$
7	Vannes - 150 mm Ø	unité	2,0	2 200,00 \$	4 400,00 \$
8	Vannes - 200 mm Ø	unité	1,0	2 800,00 \$	2 800,00 \$
9	Remplacement poteaux d'incendie	unité	2,0	11 400,00 \$	22 800,00 \$
10	Remplacement de conduite 200 mm Ø	ml	19,2	650,00 \$	12 480,00 \$
11	Réparation d'infiltration d'eau	unité	1,0	4 000,00 \$	4 000,00 \$
13	Localisation/essai boîte de service	unité	10,0	75,00 \$	750,00 \$
14	Remplacement de boîte de service	unité	4,0	475,00 \$	1 900,00 \$
15	Robinet de branchement	unité	0,0	2 500,00 \$	- \$
16	Contingences	global	n/a		4 500,00 \$
Sous-total :				223 380,00 \$	
Prix au mètre :				558,45 \$	

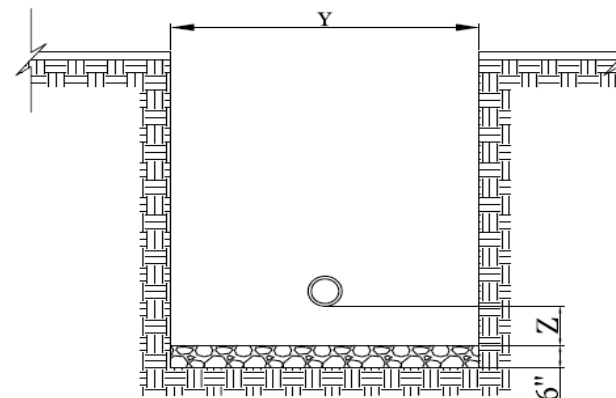
98,0%

Dimensions standard d'un puits d'accès



Vue en plan

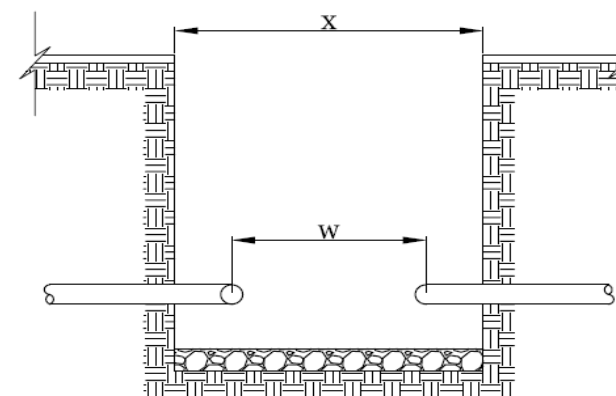
Échelle: aucune



Détails de coupe A-A

Échelle : aucune

Dimensions d'un puits selon le diamètre de la conduite				
Diamètre (mm)	X (m)	Y (m)	Z (")	W (m)
150	3.0	2.0	12.0	1.5-2.0
200	3.0	2.0	12.0	1.5-2.0
250	3.0	2.0	12.0	1.5-2.0
300	3.0	2.0	12.0	1.5-2.0
350	3.5	2.5	16.0	2.0&+
400	3.5	2.5	16.0	2.0&+
450	4.0	3.0	18.0-20.0	2.5
500	4.0	3.0	18.0-20.0	2.5
600	5.0	3.0	18.0-20.0	2.5
750	5.0	3.0	18.0-20.0	2.5
900	5.0	3.0	18.0-20.0	2.5
1200	5.0	3.5	18.0-20.0	3.0



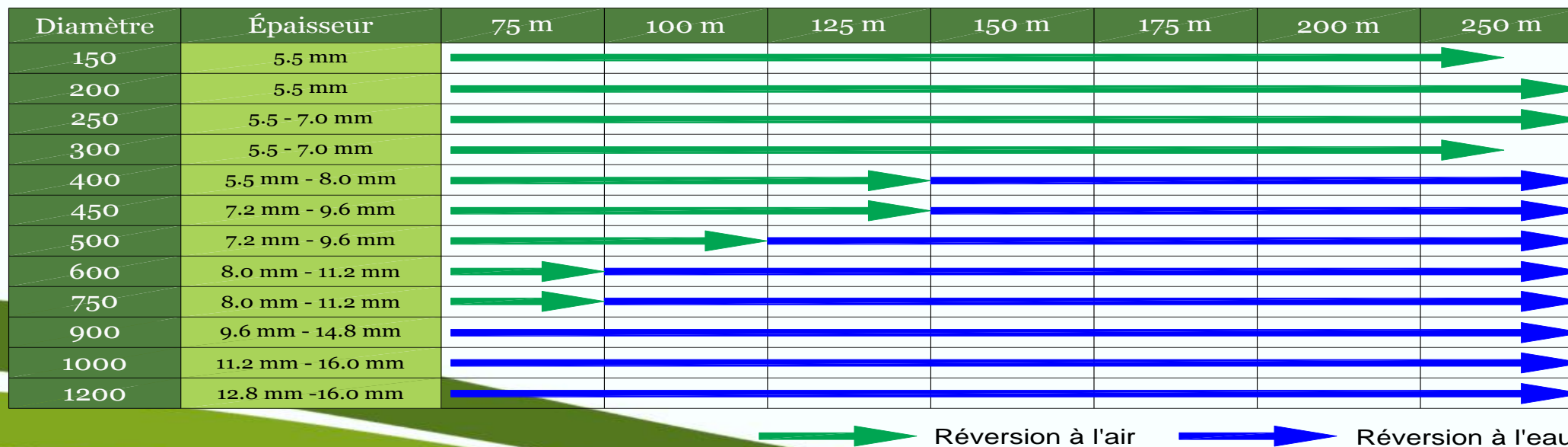
Détails de coupe B-B

Échelle : aucune

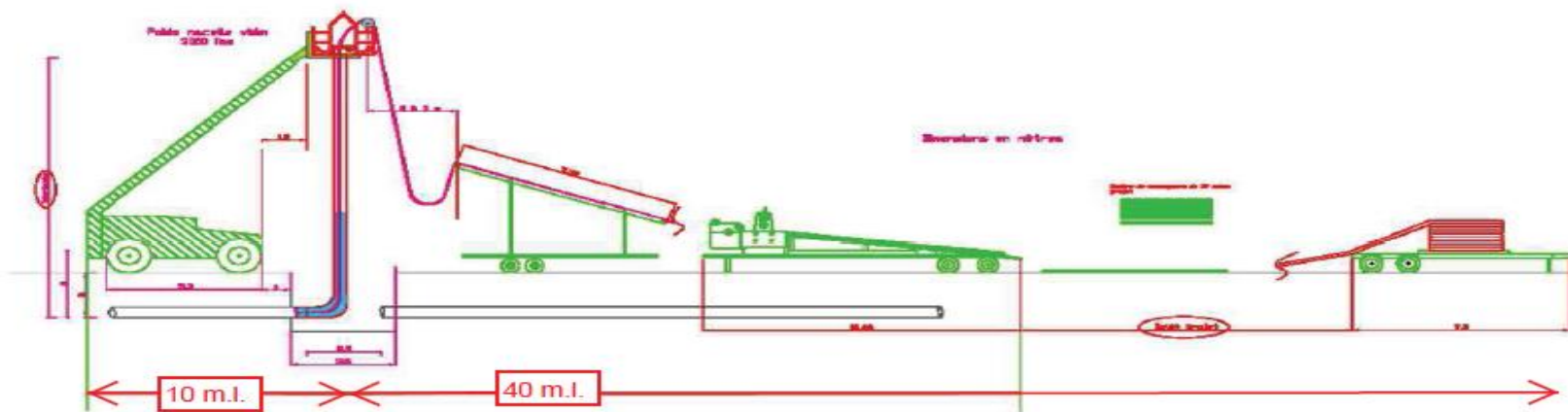
Considérer les limites du gainage

- **Distance maximale entre les puits d'accès** : variant en fonction du diamètre et selon la méthode d'insertion (épaisseur, nombre de coudes et position de ces derniers peuvent faire varier la longueur maximale d'une insertion possible).

LONGUEURS TYPIQUES NORDIPIPE



Espace chantier : réversion à l'eau



Considérer les limites du gainage

- **Quantité maximale de coudes pouvant être présents dans une section à gainer** : variant en fonction du diamètre et de la longueur à gainer.

Ces données correspondent à la technologie Norditube utilisée par Aquarehab et doivent être confirmées par une analyse des plans par Aquarehab.

Longueur	100m			150m			175m			200m			250m		
	Diamètre	22°	45°	90°	22°	45°	90°	22°	45°	90°	22°	45°	90°	22°	45°
6 po	4	2	0	4	2	0	3	2	0	3	1	0			
8 po	4	4	1	4	4	1	3	2	1	3	1	1	3	0	0
10 po	4	4	2	4	4	1	4	2	1	3	1	0	2	1	0
12 po	4	4	2	4	4	2	4	2	1	3	2	0	2	1	0
16 po	4	4	2	4	4	2	4	2	1	3	2	0	2	1	0
18 po	4	4	2	4	4	2	4	2	1	3	2	0	2	1	0
20 po	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0			
24 po	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0			
30 po	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0			
36 po	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0			
42 po	2	1	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0			
48 po	2	2	0	2	1	0	2	1	0	2	1	0			

Cas de la Ville de Beaconsfield

Le contexte de la Ville de Beaconsfield



- Le programme de gainage des conduites d'aqueduc débute en 2012 à la Ville de Beaconsfield.
- L'objectif était de diminuer le nombre de bris ainsi que la consommation d'eau liée aux pertes afin d'atteindre les cibles fixées par la Stratégie Québécoise d'économie d'eau potable (SQEEP).



Portrait de la situation en 2011



Ville de Beaconsfield : condition du réseau d'aqueduc en 2011

	Beaconsfield	SQEEP
Volume d'eau perdu	30%	cible de 20%
Consommation	532 l/p/j	408 l/p/j moy. Qc.
Bris et fuites	56 bris/an/100 km	20 bris/an/100 km



La longueur complète du réseau d'aqueduc de la Ville de Beaconsfield est de 121,5 km dont 83,2 km est composé de fonte grise (68,5 %).



Plan d'intervention



- 1 % en reconstruction dans le cadre du Plan d'Intervention depuis 2006;
- Coûts importants mais les résultats se faisaient attendre.



Programme de gainage des conduites d'aqueduc



Diminution des volumes d'eau perdus et de la fréquence des bris

ANNÉE	PERTES (%)	CIBLE SQEEP (%)	CONSOMMATION (l. / pers. / j.)	CIBLE SQEEP (l. / pers. / j.)	NOMBRE DE BRIS	CIBLE SQEEP	GAINAGE (Km)	% DE LA FONTE	% DU TOTAL	
2011	30,6	20	532	408	76	24,3				
2012	26,9	20	522	408	65	24,3	1,6	1,9%	1,3%	
2013	22,7	20	487	408	56	24,3	4,7	5,6%	3,9%	
2014	19,8	20	404	408	52	24,3	4,9	5,9%	4,0%	
2015	14,8	20	395	408	42	24,3	4,8	5,8%	4,0%	
							SOUS-TOTAL :	16,0	19,2%	13,2%
2016								8,0	9,6%	6,6%
							TOTAL :	24,0	28,8%	19,8%

Note : À Beaconsfield, on retrouve des compteurs à tous les services.

- Amélioration de la capacité hydraulique suite aux travaux de gainage 2015 (secteur Beacon Hill) :
 - La **pression statique** a augmenté en moyenne de 1,5 % ou de 0,75 lb/po² (avec un max de 10 lb/po²)
 - La **pression dynamique** a augmenté en moyenne de 60,4 % ou de 12,62 lb/po² (avec un max de 30 lb/po²)
 - Le **débit disponible à la borne d'incendie** a augmenté en moyenne de 78 % ou de 1 974 l./min. (avec un max de 4 400 l./min.)

Tout n'est pas parfait !

Bien que les résultats sont très encourageants, voici quelques éléments additionnels à considérer :

- Dommages à l'égout sanitaire suite aux travaux de gainage d'aqueduc :
 - Considérer inclure l'inspection caméra des conduites d'égout sanitaire avant et après gainage lorsque celles-ci se retrouvent dans la même tranchée que la conduite d'aqueduc;
 - Considérer l'utilisation de remblai sans retrait dans les puits d'excavation.



- La nécessité d’installer une protection cathodique par courant imposé selon la nature des sols :
 - Parce que la conduite hôtesse en fonte demeure exposée à la corrosivité des sols;
 - Parce que les branchements de service demeurent branchés à la conduite hôtesse;
 - Parce que le rayon d’efficacité et la durée dans le temps des anodes sacrificielles sont limités.



Conclusion



- Porter attention aux détails lors de la planification du projet;
- Utiliser les devis normalisés et ceux de villes qui ont de nombreuses années d'expérience;
- Être clair dans la description des items au bordereau.



Conclusion



- Pour la Ville de Beaconsfield, l'expérience s'avère très positive :
 - Nette diminution des volumes d'eau perdus et de la fréquence des bris;
 - Amélioration de la performance hydraulique.



Des questions ?

