



Guide d'inspection télévisée des réseaux d'égouts



INFRASTRUCTURES
SOUTERRAINES

MISSION DU CERIU

Mettre en œuvre toute action de transfert de connaissance et de recherche appliquée pouvant favoriser le développement du savoir-faire, des techniques, des normes et des politiques supportant la gestion durable et économique des infrastructures et la compétitivité des entreprises qui œuvrent dans le secteur.

La reproduction de ce document par quelque procédé que ce soit et sa traduction, même partielles, sont interdites. Tous droits réservés © Gouvernement du Québec et CERIU, 2018

AVANT-PROPOS

LE CERIU

Fondé en 1994, le CERIU est un organisme sans but lucratif **né du besoin de réhabiliter les infrastructures municipales de façon performante.**

Aujourd'hui, grâce à son leadership reconnu et à l'expertise variée de ses **140 membres organisationnels** regroupant municipalités, entreprises, ministères, laboratoires et institutions d'enseignement et à son approche unique axée sur le partenariat et la concertation, le CERIU est le seul organisme à offrir une perspective intégrée de la problématique des infrastructures municipales. Il œuvre en concertation avec ces milieux à changer les mentalités et les habitudes en soutenant l'innovation, la formation, le développement du savoir-faire et le transfert de connaissance pour répondre aux défis que pose la pérennité des infrastructures.

Le conseil permanent Infrastructures souterraines œuvre à appuyer et soutenir le développement de l'expertise et des meilleures pratiques en matière de développement durable des infrastructures municipales souterraines par des activités de normalisation, de diffusion, de formation, de recherche, de veille et de transfert technologique.

REMERCIEMENTS

Le Centre d'expertise et de recherches en infrastructures urbaines (CERIU) tient à remercier chaleureusement tous les membres du comité de travail « Guide d'inspection télévisée des réseaux d'égouts » pour leur dévouement et leur précieuse contribution.

Nous remercions le gouvernement du Québec, particulièrement le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT) pour son appui financier à ce projet.

Le présent ouvrage a vu le jour grâce à l'implication et la mise en commun des compétences des nombreux participants au comité de projet. Le CERIU remercie l'ensemble de ces personnes ainsi que les organismes qu'elles représentent. Leur apport exceptionnel à la réalisation de ce guide apporte aux gestionnaires municipaux un outil leur permettant d'optimiser leurs investissements en matière d'inspection télévisée des réseaux d'égouts, tout en s'assurant de répondre adéquatement aux exigences gouvernementales.

L'ÉQUIPE

- Supervision par **le conseil permanent Infrastructures souterraines**
- Coordination par **Salamatou Modieli**, ing., M. Ing, coordonnatrice de projets, CERIU
- Recherche et rédaction par **Benoît Grondin**, ing., Ville de Montréal (précédemment à Aqua Data Inc.), **Pierre Dugré**, ing., Aqua Data Inc. et **Nathalie Periche**, ing. DESS, Aqua Data Inc.
- Révision par **le conseil permanent Infrastructures souterraines et le comité CERIU/NASSCO**

MEMBRES DU COMITÉ DE TRAVAIL

- **Luc Bégin**, ing. Ville de Québec
- **Claude Couillard**, ing. Ville de Québec
- **Jonathan Desrosiers**, ing. (précédemment au MAMOT)
- **Driss Ellassraoui**, ing. Ville de Montréal
- **Olivier Lefebvre**, ing. Can-Explore
- **Anna Polito**, ing. Ville de Dollard-des-Ormeaux

Avec la collaboration de **Caroline Verreault**, ing., M. Sc. (MAMOT) et **Maéva Ambros**, ing. jr (CERIU).



TABLE DES MATIÈRES

1_ INTRODUCTION	1
2_ L'INSPECTION ET LE GUIDE D'ÉLABORATION D'UN PLAN D'INTERVENTION POUR LE RENOUELEMENT DES CONDUITES D'EAU POTABLE, D'ÉGOUTS ET DES CHAUSSÉES	3
2.1_ Méthodes d'inspection recommandées dans le Guide PI	3
2.2_ Protocoles exigés par le Guide PI	4
2.3_ Inspections minimales requises dans le cadre d'un PI et dans l'élaboration de la stratégie d'inspection	5
2.4_ Qu'est-ce qu'une analyse concluante ?	6
3_ LES MÉTHODES D'INSPECTION	9
3.1_ Caméra à téléobjectif	9
3.2_ Caméra tractée	12
3.3_ Les différentes technologies de captation d'image utilisées au Québec	16
3.4_ Recommandations quant aux contextes d'utilisation	17
3.5_ Étude de cas 1 : Ville de Montréal	24
3.6_ Étude de cas 2 : Ville de Hamilton	25
4_ PROTOCOLES ET NORMES D'INSPECTION AU QUÉBEC	26
4.1_ CERIU/NASSCO PACP®/MACP® : Programmes de certification visant l'évaluation de l'état des conduites et des regards	26
4.2_ Devis normalisé — BNQ 3680-125 : Inspection télévisée des conduites et regards d'égout	28
5_ LE CONTRÔLE QUALITÉ	31
5.1_ Certification de l'opérateur et de l'analyste (TO et CCTV)	32
5.2_ Certification des logiciels (TO et CCTV)	33
5.3_ Contrôle qualitatif de la base de données (TO et CCTV)	34
5.4_ Nettoyage de la conduite (CCTV)	35
5.5_ Vitesse d'inspection (TO et CCTV)	35
5.6_ Position de la caméra (TO et CCTV)	36
5.7_ Position des observations (CCTV)	37

5.8_ Éclairage (CCTV)	38
5.9_ Rotation de la caméra (CCTV)	38
5.10_ Clarté de l'image (TO et CCTV)	39
5.11_ Qualité de l'analyse (TO et CCTV)	39
5.12_ Procédures de plainte sur la qualité des livrables et sur la fraude	39
5.13_ Seuil de qualité (TO et CCTV)	40
5.14_ Exemple de procédure pour effectuer le contrôle Qualité des résultats d'inspection avec la caméra tractée	40

RÉFÉRENCES

Références bibliographiques	43
Références des photos et images	44

LISTE DES FIGURES

Figure 1_	Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées	3
Figure 2_	Caméras tractées	3
Figure 3_	Caméra à téléobjectif	3
Figure 4_	Logos CERIU/NASSCO PACP® - MACP®	4
Figure 5_	Exemples d'inspection par caméra TO – analyses concluantes	7
Figure 6_	Exemples d'inspection par caméra TO – analyses concluantes	7
Figure 7_	Exemples d'inspection par caméra tractée – analyses non concluantes	8
Figure 8_	Caméra TO	9
Figure 9_	Caméra TO	9
Figure 10_	Inspection par caméra à téléobjectif	10
Figure 11_	Images d'inspection par caméra à téléobjectif	12
Figure 12_	Caméras tractées	13
Figure 13_	Image d'inspection par caméra tractée	14
Figure 14_	Images de conduites numérisées	16
Figure 15_	Images de regards numérisés	16
Figure 16_	Étape 1 de l'approche optimisée d'inspection des réseaux d'égouts	20
Figure 17_	Étape 2 de l'approche optimisée d'inspection des réseaux d'égouts	21
Figure 18_	Étape 3 de l'approche optimisée d'inspection des réseaux d'égouts	22
Figure 19_	Étapes de la méthodologie d'inspection télévisée	23
Figure 20_	Répartition des matériaux des égouts	24
Figure 21_	Manuel CERIU/NASSCO PACP®	26
Figure 22_	Exemple de niveau 5 – structural PACP®	26
Figure 23_	Exemple de niveau 5 – fonctionnel PACP®	26
Figure 24_	Devis normalisé 1809-900 «Travaux de construction - Documents administratifs généraux - Ouvrages de génie civil»	28
Figure 25_	Éléments du contrôle Qualité	31
Figure 26_	Carte de certification CERIU/NASSCO	32
Figure 27_	Page Internet du CERIU – Liste des opérateurs et analystes en RÈGLE au Québec	33
Figure 28_	Logos des logiciels certifiés CERIU	33
Figure 29_	Exemple d'une conduite bien nettoyée	35

Figure 30_ Exemples de conduites dont le nettoyage est incomplet	35
Figure 31_ Exemple d'un positionnement adéquat de la caméra	36
Figure 32_ Positionnement de la caméra, extrait du Manual of Sewer Condition Classification, 3rd Edition, WRc, UK	37
Figure 33_ Position des observations	37
Figure 34_ Éclairage suffisant et bien réparti sur la circonférence	38
Figure 35_ Exemples de mauvais éclairage	38
Figure 36_ Exemple d'image obtenue suite à la rotation de la tête de la caméra	38
Figure 37_ Exemples d'images obtenues avec une clarté déficiente	39

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

BNQ	Bureau de normalisation du Québec
CCTV	Caméra tractée (<i>Closed-circuit television</i>)
CERIU	Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines
EPL-1	Indicateur d'état structural pour les conduites d'égouts – Eaux pluviales
EPL-3	Indicateur d'état fonctionnel pour les conduites d'égouts – Eaux pluviales
EU-1	Indicateur d'état structural pour les conduites d'égouts – Eaux usées
EU-3	Indicateur d'état fonctionnel pour les conduites d'égouts – Eaux usées
GUIDE PI	Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées
MACP®	Programme de certification visant l'évaluation de l'état des regards (<i>Manhole Assessment and Certification Program</i>)
MAMOT	Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire
NASSCO	National Association of Sewer service Companies
PACP®	Programme de certification visant l'évaluation de l'état des conduites (<i>Pipeline Assessment and Certification Program</i>)
PI	Plan d'intervention
TO	Caméra à téléobjectif – appelée aussi Zoom
WRc	<i>Water Research Centre</i>

Depuis 2005, le Québec a misé sur la réalisation de plans d'intervention (PI) pour le renouvellement des infrastructures linéaires d'eau potable et d'égouts auxquels se sont ajoutées, dans son édition 2013, les infrastructures linéaires d'eaux pluviales et les chaussées. Cette approche a permis aux municipalités de relever l'état de leurs infrastructures afin d'en préciser les interventions prioritaires.

Dans la version 2013 du *Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées* (Guide PI), il est mentionné que les recommandations d'intervention sur les réseaux d'égouts peuvent notamment être basées sur des inspections télévisées. En plus, les municipalités doivent s'engager à mettre en place une stratégie d'inspection des conduites d'égouts qui auront atteint 50 ans dans les 10 années suivant la remise du plan d'intervention.

Un autre objectif de ces exigences est de supporter les gestionnaires municipaux dans le développement d'une vision de gestion durable des infrastructures. En acquérant une connaissance factuelle de l'état de leurs infrastructures et de leurs besoins, les gestionnaires seront en mesure de comprendre le comportement et la dégradation de ces dernières afin de leur permettre de faire des choix de gestion et d'interventions plus éclairés. De plus, à une époque où les changements climatiques, les attentes des citoyens et les exigences des assureurs doivent être pris en considération dans la conception et l'entretien des réseaux, les gestionnaires doivent acquérir une meilleure connaissance de l'état structural et fonctionnel de leurs réseaux, et ce, suivant le principe de gestion pérenne de leurs infrastructures.

Les inspections des réseaux d'égouts peuvent être réalisées principalement tant avec une caméra à téléobjectif (connue aussi sous les termes caméra TO ou Zoom) qu'avec une caméra tractée (aussi connue sous les termes caméra conventionnelle ou CCTV). Ces deux méthodes d'inspection télévisée sont les plus répandues au Québec et les plus accessibles. Ces méthodes n'ont pas le même objectif et sont généralement complémentaires. La première permet une appréciation générale de l'état d'un réseau et de déterminer si une inspection plus approfondie de la conduite d'égout est requise. La deuxième permet de localiser précisément les éléments pouvant compromettre le rendement fonctionnel ou structural de la conduite d'égout et de déterminer de façon précise les interventions à réaliser ainsi que leur ampleur.

Devant le fait que les coûts des inspections sont assez élevés pour les municipalités et que le coût d'une inspection par caméra tractée est significativement plus important que celui d'une inspection par caméra à téléobjectif, principalement en raison des coûts de nettoyage, il appert important de donner aux gestionnaires municipaux les informations nécessaires et les outils leur permettant de faire des choix plus éclairés en termes de stratégie d'inspection, et ce, à la mesure des objectifs à atteindre et de leur capacité d'investissement.

De façon plus précise, les objectifs du présent guide sont:

- expliquer certaines exigences citées dans le Guide PI à l'égard de l'inspection des conduites d'égouts;
- présenter un sommaire des méthodes d'inspection disponibles avec leurs objectifs ainsi que des recommandations quant aux contextes d'utilisation de chaque méthode et une évaluation budgétaire des coûts;
- clarifier les normes, protocoles et devis pertinents utilisés au Québec ainsi que des recommandations concernant leur utilisation;
- expliquer l'importance du contrôle qualité des données colligées suite à des inspections (vidéos et données de la base de données d'échange CERIU/NASSCO PACP®) et les impacts de le négliger.

À noter qu'il a été considéré pertinent d'aborder également les inspections des regards même si ces éléments ne sont pas visés par le Guide PI. Leur inspection doit faire partie des critères à considérer dans la définition de la stratégie d'inspection et elle est régulièrement incluse dans les mandats d'inspection.

Le présent guide d'inspection des réseaux d'égouts ne limite d'aucune manière l'exercice par les municipalités ou différents donneurs d'ouvrage, de leur discrétion d'apprécier l'opportunité, ou non, de remplacer ou réhabiliter leurs infrastructures.

Ce guide ne peut être interprété de manière à limiter de quelque façon que ce soit la portée d'une disposition législative ou réglementaire valablement édictée et applicable aux infrastructures concernées par l'inspection.

Enfin, ce guide n'a pas pour effet de soustraire les municipalités et propriétaires d'infrastructures souterraines à leur obligation de consulter et de respecter toute loi et tout règlement applicables à la réalisation de leur projet et de s'assurer en tout temps de la conformité de celui-ci à ces lois et règlements.

L'INSPECTION ET LE GUIDE D'ÉLABORATION D'UN PLAN D'INTERVENTION POUR LE RENOUVELLEMENT DES CONDUITES D'EAU POTABLE, D'ÉGOUTS ET DES CHAUSSÉES

Tel que le souligne le Guide PI, il est important de rappeler que l'objectif principal d'un plan d'intervention est de permettre l'amélioration de la connaissance de l'état des réseaux afin de préciser les interventions nécessaires sur ceux-ci. De plus, il spécifie clairement qu'on ne peut attribuer un niveau (Guide PI) par corrélation à une conduite. Seules les conduites inspectées peuvent obtenir un niveau pour les indicateurs de l'état structural (EU-1 et EPL-1) et de déficiences fonctionnelles (EU-3 et EPL-3). Devant les investissements importants qu'impliquent les inspections d'égouts, le comité de travail responsable du Guide PI a jugé important de les baliser afin d'assurer l'obtention des résultats recherchés.

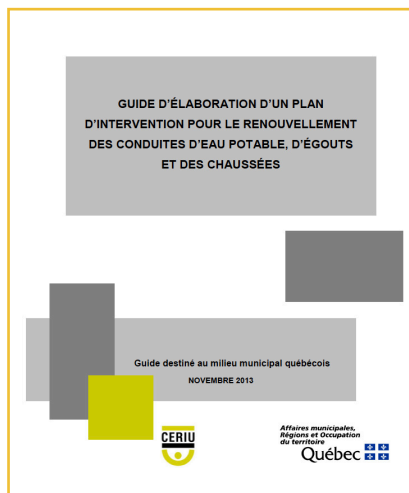


Figure 1: Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées

2.1_ MÉTHODES D'INSPECTION RECOMMANDÉES DANS LE GUIDE PI

Tel que mentionné par le Guide PI, les méthodes les plus usuelles pour connaître l'état réel des conduites d'égouts sont l'inspection visuelle (pour les conduites visitables en respectant les règles d'accès et de travail en espace clos) et l'inspection par caméra télévisée. Elles permettent d'établir leur état structural et fonctionnel. Les inspections par caméra télévisée se font le plus souvent par caméra à téléobjectif (TO) ou par caméra tractée (conventionnelle, CCTV). La section 3 détaille les différents aspects de ces technologies.



Figure 2: Caméras tractées



Figure 3: Caméra à téléobjectif

2.2_ PROTOCOLES EXIGÉS PAR LE GUIDE PI

Aux fins d'un PI, le Guide PI, depuis sa mise en vigueur (novembre 2013), exige que toute nouvelle inspection soit réalisée selon le programme PACP® (CERIU/NASSCO) et par du personnel certifié. Étant donné que le programme évolue périodiquement, aucune version du programme n'est spécifiée. Le programme PACP® exige :

- l'utilisation d'un protocole spécifique pour la codification des anomalies ;
- l'utilisation d'une base de données normalisée pour compiler les données descriptives et d'état afin de permettre l'échange des informations ;
- l'inspection et l'analyse par des opérateurs et analystes certifiés. Au Québec, le CERIU est le seul organisme accrédité à offrir cette formation et cette certification ;
- l'utilisation de logiciels certifiés afin d'assurer la conformité des bases de données. La certification technique peut être obtenue de NASSCO ou du CERIU, alors que la validation de la terminologie française est offerte seulement par le CERIU.



Figure 4 : Logos CERIU/NASSCO PACP® - MACP®

En ce qui concerne les inspections réalisées antérieurement à l'apparition du Guide PI :

- si le protocole WRc (Water Research Centre) a été utilisé, les niveaux obtenus peuvent être considérés équivalents (le protocole PACP® est basé sur le WRc) ;
- si le protocole CERIU¹ a été utilisé, une table de correspondance² doit servir à convertir les données disponibles au protocole PACP®. Cependant, il y aura une perte de données, les deux protocoles n'ayant pas le même dictionnaire de défauts; si un autre protocole, autre que ceux susmentionnés a été utilisé, le visionnement et l'analyse des observations doivent être repris selon le protocole PACP® (CERIU/NASSCO). Avant de se lancer dans la conversion des données ou la reprise de l'analyse, il est fortement suggéré aux donneurs d'ouvrage d'évaluer la pertinence de faire un tel travail. Ces inspections sont probablement rendues désuètes et un tel investissement aux fins d'un plan d'intervention n'en vaut probablement pas le coup. Cependant, cela ne signifie pas que l'on doit s'en départir. Ces données constituent une source importante de données qui serviront à l'évaluation du taux de dégradation des conduites et éventuellement à la planification des travaux d'inspection.

¹ CERIU (2004). Manuel de standardisation des observations – Inspections télévisées des conduites et regards d'égout 2^e édition

² Table de correspondance des données d'inspection télévisée CERIU (manuel de standardisation) vers CERIU/NASSCO PACP® 4.2 – disponible sur le site Internet du CERIU : ceriu.qc.ca



2.3_ INSPECTIONS MINIMALES REQUISES DANS LE CADRE D'UN PI ET DANS L'ÉLABORATION DE LA STRATÉGIE D'INSPECTION

Afin de s'assurer que les conduites généralement les plus à risque soient inspectées, le Guide PI exige qu'un nombre minimum de conduites soit inspecté pour l'élaboration d'un PI. De même, le Guide PI exige l'inclusion d'une stratégie d'inspection s'échelonnant sur une période de 10 ans suivant la production du PI.

De façon spécifique, au moment du dépôt d'un plan d'intervention, le Guide PI stipule qu'il est nécessaire d'avoir inspecté, au minimum :

- toutes les conduites d'égouts ayant atteint 90 % ou plus de leur durée de vie utile, à moins qu'une intervention y soit justifiée pour d'autres considérations;
- au moins 10 % des conduites d'égouts ayant plus de 50 ans.

Ces éléments sont un minimum permettant à toutes les municipalités d'atteindre les objectifs du Guide PI, cependant ils doivent être bonifiés si l'on veut assurer une meilleure gestion de ces infrastructures. En effet, selon les risques inhérents à chaque municipalité, d'autres conduites peuvent s'ajouter.

En ce qui concerne l'exigence de présenter une stratégie d'inspection dans le rapport PI, pour les conduites qui n'ont pas été inspectées, la stratégie devra, selon leur niveau hiérarchique, viser l'inspection :

- de toutes les conduites d'égouts qui auront 50 ans et plus au cours des 10 années suivant l'année de production du PI ;
- des conduites dites fragiles (grès, béton non armé) et celles sujettes à la corrosion (TTOG) ;
- des conduites affectées par d'autres facteurs qui influencent leur durée de vie ;
- selon le niveau de hiérarchisation (conséquence d'une défaillance).

Pour les conduites qui ont déjà été inspectées, la stratégie d'inspection devra prévoir une réinspection, selon leur état structural (niveau PACP®) et leur hiérarchisation (le Guide PI présente en détail les fréquences d'inspection suggérées pour ces conduites).

—
**L'approche
préconisée par le
Guide vise à favoriser
le développement
de bonnes pratiques
de gestion qui incluent
l'approfondissement
des connaissances
d'infrastructures
pour optimiser
la prise de décision.**

Pour leur part, à défaut d'avoir des études concernant la dégradation de conduites propres à une municipalité, les valeurs types des durées de vie utile (DVU) probables suivantes doivent être utilisées pour établir le minimum de conduites à inspecter :

Tableau 1: Durée de vie utile des conduites d'égouts par matériau

MATÉRIAUX DE LA CONDUITE	DVU (an)
Béton non armé	50
Béton armé	150
Brique	150
Ciment-amiante	120
Chlorure de polyvinyle (CPV)	90
Grès	120
Polyéthylène PEHD	90
TTOG	50

Source : Plan d'intervention — Réseaux d'eau secondaires de la Ville de Montréal — Mai 2010 (excepté béton non armé)

2.4_ QU'EST-CE QU'UNE ANALYSE CONCLUANTE ?

Le Guide PI qualifie de concluante l'analyse faite par l'ingénieur si elle permet de déterminer la nature et l'ampleur de l'intervention requise sur toute la longueur du segment de conduite, sans qu'une autre inspection ou étude soit requise.

Selon les situations inhérentes à chacune des conduites, les conditions pour déterminer qu'une analyse est concluante ou non, peuvent varier selon le type de caméra. Par conséquent, dans les prochains paragraphes seront détaillées des situations peu fréquentes qui peuvent mener à une **analyse concluante** ou à une **analyse non concluante**, selon la situation rencontrée.

2.4.1_ ANALYSE CONCLUANTE D'UNE INSPECTION PAR CAMÉRA À TÉLÉOBJECTIF

Dans le cas de la caméra à téléobjectif, certaines conditions peuvent mener à une analyse concluante :

- la section de conduite est courte et/ou la visibilité est suffisante pour permettre de constater l'absence de défaut visible de part et d'autre de la conduite (dans les deux visées). Ces conditions correspondraient à des niveaux PACP® de 1 ou de 2. Lorsqu'une telle situation se présente, il est alors possible de recommander de ne faire aucune intervention ;



Figure 5: Exemples d'inspection par caméra TO – analyses concluantes

- les défauts visibles (par exemple, effondrement) amènent à conclure que la section doit d'être remplacée, car elle est de courte longueur et l'intervention pour corriger la déficience notée amènerait à remplacer la majeure partie de la section.



Figure 6: Exemples d'inspection par caméra TO – analyses concluantes

2.4.2_ ANALYSE NON CONCLUANTE D'UNE INSPECTION PAR CAMÉRA TRACTÉE

Normalement, la caméra tractée mènera à une analyse concluante lorsque la conduite est inspectée en entier. Cependant, certaines situations peuvent amener l'ingénieur à confirmer que l'analyse ne peut être concluante, notamment :

- la conduite n'est pas inspectée en entier, et ce malgré la reprise en sens inverse ;
- le niveau d'eau est trop élevé ;
- la conduite est mal nettoyée ou il y a présence de dépôts attachés en grande quantité pouvant ainsi camoufler des déficiences importantes ;
- la clarté de l'image est déficiente ;
- il y a des bas-fonds qui n'ont pas été vidés au moment de l'inspection et leur proportion, comparativement à la longueur inspectée, est importante.

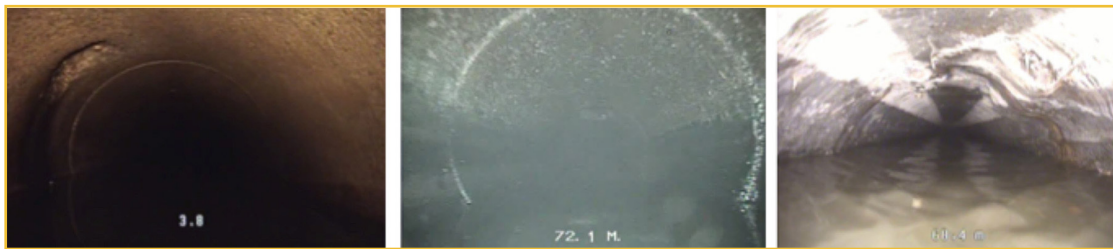


Figure 7: Exemples d'inspection par caméra tractée – analyses non concluantes

Tel que mentionné précédemment, les méthodes d'inspection télévisée des conduites d'égouts les plus couramment utilisées sont l'inspection par caméra à téléobjectif et l'inspection par caméra tractée. Elles sont à utiliser de façon complémentaire en fonction des objectifs de l'inspection.

3.1_ CAMÉRA À TÉLÉOBJECTIF

Selon la définition de la norme BNQ 3680-125, cette méthode d'inspection permet d'obtenir un diagnostic préliminaire général sur l'état structural et fonctionnel du réseau d'égouts, sans interruption de l'écoulement des eaux et sans l'introduction d'une personne dans un espace clos. Cette méthode d'inspection ne nécessite aucun nettoyage au préalable du réseau d'égouts à inspecter. L'inspection par caméra à téléobjectif permet une appréciation globale de l'état structural et de l'état fonctionnel des sections de conduite d'égout. Étant donné que généralement cette méthode d'inspection ne permet pas de visionner l'ensemble de la section de conduite, elle est normalement utilisée pour poser un diagnostic préliminaire.



Figure 8: Caméra TO



Figure 9: Caméra TO

L'inspection par caméra à téléobjectif n'est pas une méthode utilisant la précision (il n'y a pas de distance mesurée ou de distance localisant les anomalies). Elle est utilisée pour avoir un aperçu de l'état fonctionnel et structural d'un réseau. Elle est réalisée la plupart du temps sur un secteur du réseau permettant de révéler les conditions réelles dans lesquelles le réseau fonctionne puisqu'elle se fait sans nettoyage préalable du réseau d'égouts tel qu'indiqué ci-dessus. Une inspection par caméra à téléobjectif permet d'identifier les conduites (et les regards) où il y a des dépôts et des obstructions, de déterminer leur ampleur et d'évaluer s'ils limitent l'écoulement, ce qui permet d'identifier les endroits où les risques de blocage sont les plus élevés. Des informations concernant l'infiltration et la présence de vermine peuvent aussi être mises en évidence.

Enfin, elle permet aussi de déceler rapidement les endroits où il y a des problèmes structuraux évidents pouvant mener à des effondrements, à court ou à moyen terme. Elle apporte donc des éléments qui permettront de justifier le passage de la caméra tractée. Elle ne remplace pas ce type d'inspection qui devra éventuellement être réalisée, mais vient la repousser dans le temps pour certains secteurs alors qu'elle vient la rendre prioritaire pour d'autres, et ce, en fonction des risques de dysfonctionnements qui auront été observés sur le réseau.

Pour ce faire, l'inspection par caméra à téléobjectif consiste à insérer dans un regard d'accès une caméra captant les couleurs. Cette dernière est fixée à un manche télescopique et son objectif est positionné dans l'axe de la conduite. La caméra doit être munie d'un téléobjectif assorti d'un appareil de contrôle multidirectionnel tournant à 360°, permettant une visualisation couvrant toute la périphérie des conduites et des regards d'égouts. Le téléobjectif (« zoom in » successif) de la caméra permet alors d'obtenir des images claires de l'intérieur des sections dont le diamètre nominal est de 200 mm et plus.

Cette inspection est réalisée selon les exigences du PACP® et du MACP® du CERIU/NASSCO.

Le nettoyage et le contrôle de l'écoulement en amont ne sont pas requis en prévision de l'inspection par caméra à téléobjectif. Ces renseignements peuvent être colligés, si requis, dans le rapport d'inspection conformément aux exigences des protocoles d'inspection PACP®/MACP®.

La portée des inspections est tributaire de plusieurs facteurs parmi lesquels se retrouvent le diamètre et les matériaux des conduites, car ils ont une incidence sur la diffusion de la lumière et l'éclairage à l'intérieur de ces dernières. Dans des conditions propices, ce type d'inspection permet de relever les anomalies qui se trouvent à des distances de 10 à 20 m dans les petits diamètres (200-250 mm). Des visionnements pouvant atteindre 30 m dans les conduites de 300 mm sont fréquents et cette distance peut aller jusqu'à 50 m, dans les conduites de grands diamètres.

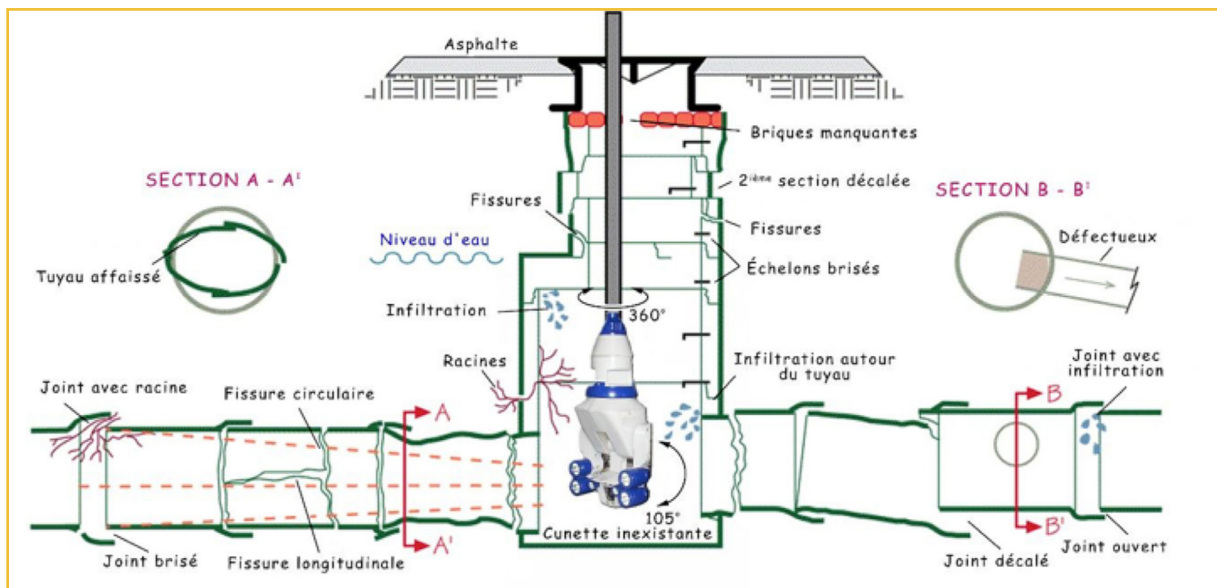


Figure 10 : Inspection par caméra à téléobjectif

La portée de l'inspection peut être également limitée par les débris et dépôts accumulés, les obstructions importantes, tout comme par le niveau de l'eau, les changements de direction de la conduite et la présence de buée. La configuration et la position des regards peuvent parfois rendre l'inspection impossible. Les inspections peuvent se faire l'hiver, impliquant davantage de préparatifs pour assurer une image de qualité (par exemple l'utilisation de la ventilation). Il arrive aussi fréquemment que les couvercles soient gelés ou qu'ils se trouvent sous un banc de neige diminuant considérablement la production journalière.

Considérant que la distance entre deux regards successifs varie généralement entre 65 m et 100 m, on peut estimer qu'en moyenne, dans des conditions idéales, deux tiers des sections de conduite seront visionnés (considérant les deux visées), tous diamètres confondus.

L'inspection de base des regards fait partie du service régulier offert par les firmes. Même si leur condition n'a pas à être considérée dans le cadre d'un PI, le donneur d'ouvrage est responsable de l'entretien de ces éléments et il serait souhaitable de ne pas retirer leur inspection des mandats donnés.

L'inspection d'un regard débute normalement à partir du niveau du pavage afin de montrer le tampon et le cadre du regard ainsi que le type de surface se trouvant autour de ce dernier. Par la suite, la caméra est descendue, orientée vers le fond du regard, à une vitesse maximale de 3m/min, permettant de montrer toutes les composantes et d'enregistrer la condition du regard. À chaque anomalie ou observation, la caméra est basculée et orientée de façon à visualiser de façon détaillée cette partie.

L'inspection avec ce type de caméra nécessite en moyenne une vingtaine de minutes par regard. En conditions d'opération normales, l'inspection se fait à partir du véhicule d'inspection et l'entrée en espace clos n'est pas requise. Toujours dans ces conditions, 20 à 25 regards par jour peuvent être inspectés par équipe, ce qui représente près de 1500 m linéaires de conduites inspectées par jour.

Lorsque l'accès au regard n'est pas possible à l'aide du véhicule d'inspection, les inspections peuvent se faire à l'aide d'un trépied et/ou d'un véhicule tout-terrain, selon la distance à laquelle se trouve le regard par rapport à la route.

—
L'inspection par caméra TO devrait être perçue comme un outil de gestion ; elle vise des interventions de nettoyage, d'enlèvement des obstructions et d'inspection approfondie dans les secteurs où les risques de dysfonctionnements sont les plus élevés.

Le coût d'une inspection par caméra à téléobjectif varie selon le nombre de regards à inspecter, leur emplacement et leur dispersion sur le territoire. Les prix unitaires observés en 2017 sont compris entre 80 \$ et 130 \$ par regard, et incluent :

- l'inspection régulière du regard et des sections de conduite qui s'y rattachent ;
- le rapport des anomalies et des observations relevées aux regards ;
- le rapport des anomalies et des observations relevées sur les conduites d'égouts ;
- les cartes thématiques ;
- une copie de l'enregistrement vidéo ;
- une copie des photos des anomalies et observations ;
- les bases de données PACP[®] et MACP[®].

Les prix indiqués ci-haut sont présentés de telle manière qu'ils incluent l'inspection des regards puisque celle-ci est normalement requise dans les documents d'appel d'offres. Par conséquent, aux fins de comparaisons budgétaires avec la caméra tractée, la portion des coûts associés à l'inspection des regards doit d'être retirée puisqu'elle n'est pas incluse normalement dans les travaux avec la caméra tractée. Ainsi, les frais correspondants à l'inspection par caméra à téléobjectif des regards représentent 20 à 30 % des taux unitaires présentés précédemment. Donc, la portion attribuable à l'inspection des conduites varie entre 65 \$ et 105 \$ par regard visité.



Figure 11: Images d'inspection par caméra à téléobjectif

3.2_ CAMÉRA TRACTÉE

Selon la définition de la norme BNQ 3680-125, cette méthode d'inspection permet de vérifier l'état structural et fonctionnel du réseau d'égouts. Contrairement aux inspections par caméra à téléobjectif (section 3.1), ce type d'inspection nécessite un nettoyage préalable du réseau d'égouts à inspecter. L'inspection par caméra tractée devient donc un incontournable lorsque l'on veut visualiser l'état structural complet d'une conduite, localiser précisément des anomalies, leurs étendues, localiser des raccordements et déterminer les types d'intervention requis. Elle permet aussi de suivre précisément l'évolution des anomalies dans le temps afin d'intervenir au bon moment et de vérifier la qualité des conduites neuves ou des conduites réhabilitées. Enfin, elle peut aussi être utilisée en tandem avec des équipements de nettoyage, d'alésage ou autres pour en assurer le contrôle lors de l'exécution.



Figure 12: Caméras tractées

Cette méthode d'inspection consiste donc à insérer dans la conduite, une caméra vidéo captant les couleurs et fixée sur un tracteur, sur des patins ou sur un radeau. La caméra doit être tractée et étanche, avoir un objectif muni d'un appareil de contrôle multidirectionnel tournant à 360° dans le sens radial et à 270° dans le sens latéral, permettant une visualisation couvrant toute la périphérie des conduites et des regards d'égouts. L'inspection ainsi réalisée se fait selon les exigences du PACP® et du MACP® du CERIU/NASSCO.

En conditions d'opération normales, une fois la conduite nettoyée, la production avec ce type d'équipement peut atteindre un kilomètre par jour pour les conduites circulaires dont le diamètre est inférieur à 1200 mm et 500 m par jour pour les conduites ovoïdes de 600 X 900 mm. Le taux de production varie en fonction du diamètre inspecté, de la forme de la conduite et de la condition fonctionnelle et structurale de l'égout. Pour les conduites de 1 200 mm et plus, le taux d'inspection peut varier de 400 m à 800 m par jour. Ce taux peut varier en raison de plusieurs facteurs notamment le niveau d'eau, le taux de réflexion de la lumière et les défauts observés.

Ce type d'inspection peut aussi se faire l'hiver, mais plus de préparatifs sont nécessaires pour assurer une image de qualité (par exemple l'utilisation de la ventilation) et la production journalière peut en être considérablement réduite.

Les équipements permettent généralement l'inspection d'une section de conduite dont la longueur ne dépasse pas 300 m.

L'efficacité d'une inspection par caméra tractée peut être limitée par différents éléments dont le plus important est l'obstruction du passage de la caméra. L'obstruction peut être causée par des dépôts et des débris ou par certaines déficiences comme des bris, des joints décalés ou ouverts importants, de même que par des déficiences liées à la construction de l'égout comme des raccords pénétrants.

Le nettoyage complet des conduites, l'alésage des racines, des raccordements pénétrants et de toute autre obstruction ainsi que les reprises inverses des inspections selon les besoins sont essentiels pour obtenir une inspection complète afin d'éviter les diagnostics incomplets ou erronés.

L'inspection par caméra tractée ne permet pas d'évaluer l'étanchéité de la conduite lorsque le niveau de la nappe phréatique se situe sous le radier

de la conduite ou lorsque l'inspection est effectuée au même moment que le nettoyage. Il faut aussi noter que l'utilisation de la tête rotative, peut rendre difficile l'évaluation de la dimension des défauts. La tête rotative permet une vision rapprochée des déficiences, ce qui les fait paraître plus importantes qu'elles ne le sont réellement. L'analyste doit donc toujours se référer au diamètre de la conduite pour évaluer la dimension des défauts.

Finalement, il est très difficile, sans un profilomètre laser, d'évaluer avec précision les déformations. Il faut noter que le type d'équipement employé pour le visionnement de la vidéo d'inspection peut provoquer une illusion de déformation. L'utilisation d'un écran format panoramique, si l'image sur la vidéo n'est pas dans ce format, crée notamment cette illusion en étirant l'image dans le sens horizontal.

Les analystes de vidéos expérimentés sont à l'affût de ces difficultés et sont normalement en mesure d'identifier les limites de l'évaluation et de les noter en conséquence.

En 2017, une inspection par caméra tractée coûte environ 3 \$ à 4 \$ par mètre linéaire pour les conduites circulaires et environ 10 \$ par mètre linéaire pour les conduites ovoïdes. Ces prix n'incluent pas le nettoyage des conduites, l'inspection des regards et les honoraires professionnels pour les recommandations de travaux par un ingénieur.

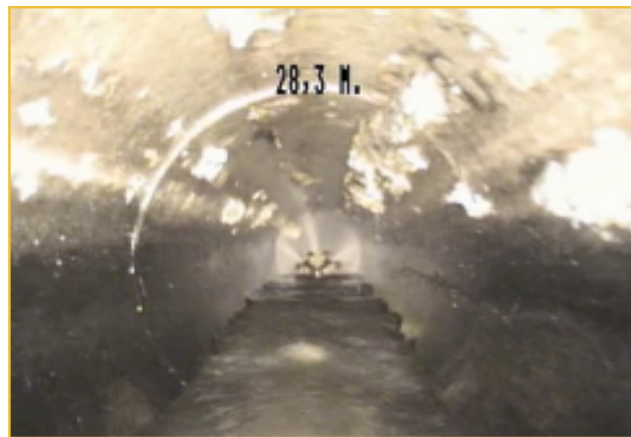


Figure 13: Image d'inspection par caméra tractée

–
L'inspection par caméra tractée est essentielle pour préciser l'ampleur des anomalies structurales afin de déterminer les interventions et les coûts correspondants.

Il faut noter que le prix de l'inspection peut facilement doubler, voire même tripler lorsque l'on ajoute les coûts :

- de nettoyage et de disposition des boues surtout si le réseau est très sale et obstrué ;
- de dérivation du débit d'eaux usées ;
- de signalisation particulière ;
- d'inspection des regards d'accès ;
- d'utilisation d'un récurveur en tandem lorsque la conduite présente des bas-fonds ;
- d'alésage d'obstructions afin d'assurer le passage de la caméra pour une évaluation complète de la conduite.

Également les prix des inspections augmentent pour les grands diamètres et lorsque les conduites sont susceptibles d'être en mauvais état en raison du temps nécessaire requis pour réaliser les inspections et les analyses.

Tous les items représentant des coûts supplémentaires doivent être prévus au bordereau de prix. À cet effet, le lecteur est invité à consulter le devis normalisé 3680-125 du BNQ, qui propose un bordereau et donne un descriptif d'items qui peuvent être employés pour préparer les documents de soumission.

3.3_ LES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES DE CAPTATION D'IMAGE UTILISÉES AU QUÉBEC

Au Québec, il existe actuellement deux types de technologies qui sont employées pour faire la capture de l'image des inspections :

- la première est considérée comme conventionnelle, c'est-à-dire que l'enregistrement de l'inspection se fait comme un film et le résultat est une vidéo standard enregistrée électroniquement qui peut être visionnée avec un outil tel que Windows Media Players ou VLC Media. Les formats vidéo générés sont généralement de type MPEG ;
- la seconde méthode, appelée « Numérisation par balayage des parois », crée une vidéo à partir d'une séquence d'images prises dans la conduite inspectée. Cette méthode apporte plusieurs avantages dont la possibilité d'obtenir l'image de la conduite sous forme de bandeau (image dépliée), la possibilité de zoomer aux endroits désirés sur l'image saisie et la possibilité de se déplacer dans la vidéo seulement à l'aide d'un clic sur l'image sous forme de bandeau généré suite à l'inspection. Il est aussi important de mentionner que l'opérateur n'est plus tenu de tourner la tête rotative lors de l'inspection, l'analyste pourra se déplacer dans la conduite comme s'il y était. La vidéo ainsi produite ne peut être lue par les lecteurs conventionnels et requiert l'emploi d'un logiciel spécialisé. Il est important de noter que le zoom offert par cette méthode ne remplace pas le zoom optique d'une caméra tractée. Le zoom se fait sur la photo qui a été prise et ne permet donc pas de voir plus loin dans un branchement de service par exemple.

Selon les fournisseurs de caméra, l'image générée permet une rotation à 360° dans le sens radial et à 270° dans le sens latéral.

Cette technologie est aussi disponible pour l'inspection des regards et est connue sous le terme de Caméra 360°. Elle permet également de créer une image 3D du regard inspecté.

Des exemples de conduites et de regards numérisés avec cette méthode sont présentés aux figures 14 et 15 :

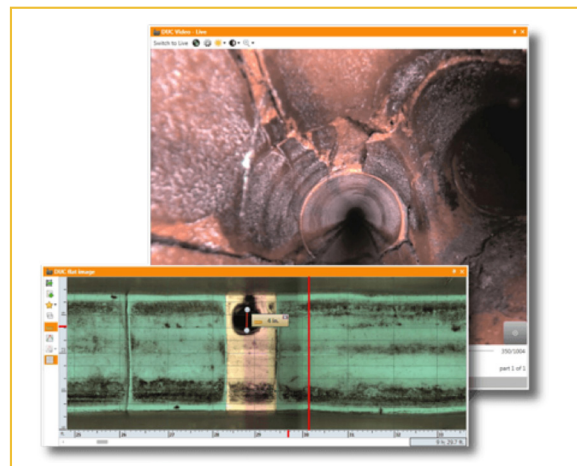


Figure 14: Images de conduites numérisées



Figure 15 :
Images de regards numérisés

3.4_ RECOMMANDATIONS QUANT AUX CONTEXTES D'UTILISATION

Les coûts reliés à un projet d'inspection de conduites d'égouts sont très importants. Afin d'optimiser l'utilisation des budgets disponibles, il est fortement recommandé d'établir une stratégie d'inspection, en choisissant le type d'inspection le mieux approprié pour les besoins de la ville ou de la municipalité. Tel que mentionné précédemment, le Guide PI demande d'inclure dans le rapport du PI une stratégie d'inspection avec des critères minimaux spécifiques.

Une stratégie d'inspection plus élaborée doit permettre de déterminer « où et quand inspecter et quelle méthode employer » pour réduire le niveau de risque associé à une défaillance du réseau d'égouts. La stratégie d'inspection doit permettre de gérer cet actif de façon optimale. C'est-à-dire qu'elle doit permettre de réduire son coût de maintien sur son cycle de vie tout en considérant le niveau de risque toléré tant d'un point de vue structural que fonctionnel. La notion de risque est importante dans l'élaboration d'une stratégie d'inspection, car elle doit considérer :

a. La probabilité d'une défaillance (structurale ou fonctionnelle), qui augmente généralement en fonction de l'infrastructure, de son état de dégradation, de son âge et d'autres facteurs tels que :

- la fragilité des matériaux de la conduite ;
- les bris et fuites sur les conduites d'eau potable ;
- les fréquences de mise en charge des conduites ;
- la présence d'une nappe phréatique élevée ;
- les travaux effectués à proximité de l'égout. Ceux-ci peuvent aussi avoir une incidence sur l'état de la conduite d'égout, selon le type de matériau composant cette dernière, les travaux effectués et la distance de ces derniers par rapport à l'égout.

Les règles d'inspection minimales du Guide PI visent certaines de ces conditions.

b. La conséquence d'une défaillance sur l'environnement de l'infrastructure et sur les usagers qu'elle dessert. Les impacts peuvent être d'ordre :

- sociaux-économiques : lorsque la défaillance affecte le quotidien des usagers et selon son impact financier. Dans un premier temps, à titre d'exemple, les défaillances importantes peuvent affecter la sécurité des citoyens (effondrements de la chaussée, refoulements). D'autre part, les coûts d'intervention augmentent avec le niveau de détérioration et deviennent imprévisibles et parfois incontrôlables. Finalement, la vie utile des réseaux et services environnants peut en être grandement diminuée ;
- corporatifs (image) : lorsque l'évènement affecte de manière négative l'opinion publique envers l'administration municipale ;
- environnementaux : lorsqu'une défaillance a une incidence directe sur les milieux naturels. À titre d'exemple, une défaillance peut, dans certains cas, provoquer des rejets non autorisés vers un cours d'eau.

La hiérarchisation des conduites d'égouts est une façon de considérer les conséquences d'une défaillance (structurale ou fonctionnelle) d'un actif donné sur son environnement. Par exemple, l'effondrement d'une conduite d'égout sur une rue locale n'aurait pas les mêmes incidences sur les usagers si cette même conduite s'était trouvée sur une route numérotée (artère). Dans le premier cas, seuls les résidents de la rue locale seraient normalement affectés par l'excavation nécessaire pour corriger la déficience. Dans le second cas, l'effondrement toucherait un plus grand nombre de personnes, en plus d'avoir des conséquences économiques pour la région puisqu'il s'agit habituellement de la route principale de transport des personnes et des marchandises.

La stratégie d'inspection doit viser à diminuer les risques de défaillance du réseau d'égouts. Pour identifier les priorités d'inspection, la stratégie devra donc cibler prioritairement les conduites dont le niveau de risque serait jugé inacceptable. Ce qui mènera notamment à prendre en considération les conduites dont la probabilité de défaillance est élevée ou celles dont les conséquences d'une défaillance seraient simplement inacceptables. De plus, la stratégie d'inspection doit considérer :

- les conduites à risques plus faibles, mais dont les interventions seraient opportunes pour prolonger leur vie utile ;
- le suivi des conduites dont les déficiences identifiées continuent à se dégrader dans le temps ;
- le vieillissement des conduites dans la période visée par la stratégie d'inspection ;
- le niveau de précision requis et les budgets disponibles pour l'inspection.

3.4.1_ QUAND CHOISIR LA CAMÉRA À TÉLÉOBJECTIF ET QUAND CHOISIR LA CAMÉRA TRACTÉE

Caméra tractée

En règle générale, la caméra tractée est utilisée lorsque :

- il y a une présence potentielle d'un problème structural ;
- les conduites d'égouts se trouvent à proximité d'une conduite d'eau potable à remplacer ou à réhabiliter, une conduite qui a subi un bris ou une fuite importante (lorsqu'il est raisonnable de croire que cet incident peut avoir des conséquences sur l'égout) ou sous une chaussée dont les fondations de rue seraient à reconstruire en profondeur ;
- les conduites présentent des défauts structuraux suite à l'inspection à la TO.

Caméra à téléobjectif

La caméra à téléobjectif est un choix recommandé dans tous les autres cas, suivie par une inspection par caméra tractée là où les conditions le requièrent. Les statistiques cumulées par les rédacteurs de ce guide dans différentes villes du Québec et de l'Ontario et de différentes tailles, démontrent qu'en moyenne 20% des sections de conduite d'un réseau d'égouts ont un niveau (cote) d'état structural PACP® de 3, 4 ou 5 et nécessitent une inspection plus approfondie par caméra tractée. De ces sections de conduite, en moyenne 7% ont des niveaux PACP® de 4 ou de 5. En ce qui concerne les conduites avec des problèmes de blocage, les statistiques démontrent qu'environ 25% des conduites seraient à nettoyer. La portion restante serait alors en bon état et ne requerrait donc pas une inspection détaillée par une caméra conventionnelle, ce qui permet d'éviter des dépenses non nécessaires. Ces ratios dépendent de plusieurs facteurs, entre autres, l'âge du réseau, le type d'entretien (curatif, proactif), etc.

– Dans le cadre d'une approche optimisée de gestion des réseaux d'égouts, il a été confirmé que l'utilisation d'une combinaison stratégique des deux types de caméras est la solution la plus rentable et performante pour les municipalités en raison de ce qu'apporte chaque technologie.

MÉTHODOLOGIE D'INSPECTION

L'approche présentée dans ce guide a été éprouvée et s'avère être la méthodologie somme toute la plus rentable. Elle permet de réduire de façon significative le temps requis pour l'obtention des résultats comparativement à une approche basée sur l'utilisation unique de la caméra tractée.

Les étapes d'une approche optimisée d'inspection du réseau d'égouts sont :

Étape 1 – Inspection par caméra à téléobjectif

L'étape 1 consiste à inspecter les sections de conduite avec la caméra à téléobjectif. Lorsque des défauts significatifs tant au niveau fonctionnel que structural sont identifiés, l'investigation doit être approfondie.

L'inspection peut se faire par secteurs ou par bassins, selon les critères utilisés pour établir la stratégie d'inspection telle que présentée précédemment.

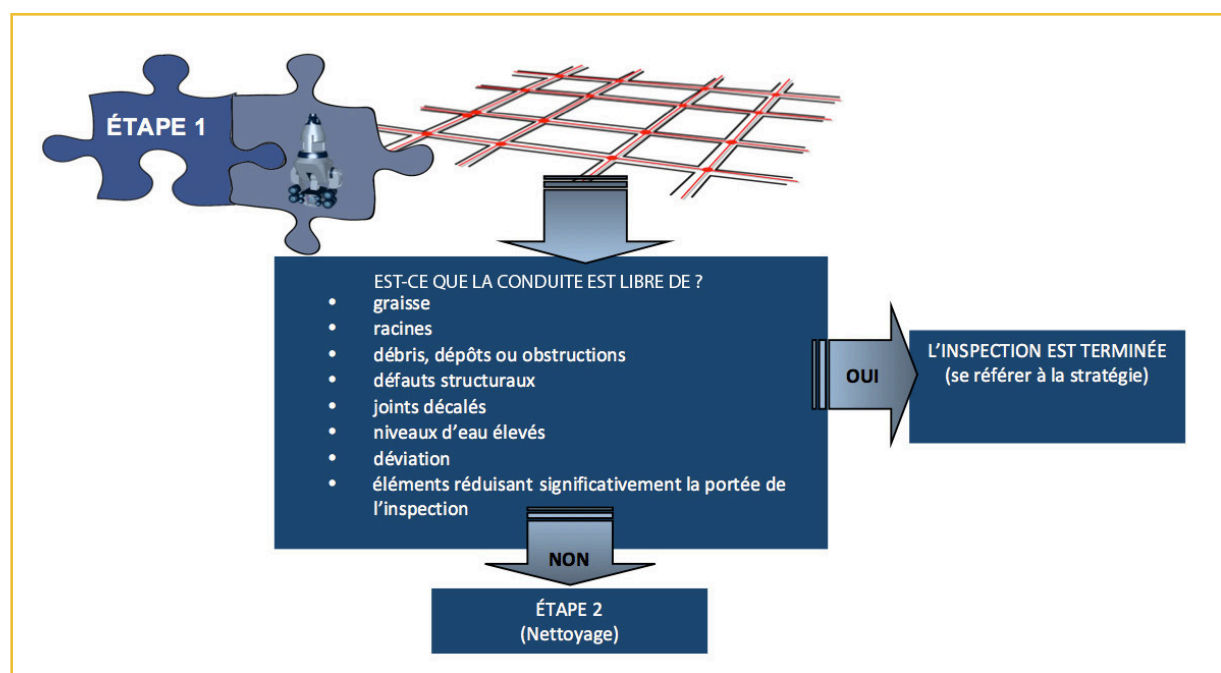


Figure 16: Étape 1 de l'approche optimisée d'inspection des réseaux d'égouts

Étape 2 – Nettoyage des sections déficientes

L'étape 2 consiste à débarrasser les conduites des dépôts et autres obstructions qui ont limité la portée de l'inspection par caméra à téléobjectif, le tout afin de déterminer si une intervention est requise. Le nettoyage des conduites bloquées ou partiellement bloquées est une activité essentielle pour assurer le bon fonctionnement du réseau. C'est un prérequis à l'inspection par caméra tractée.

Dans de nombreux cas nécessitant un nettoyage, l'état structural est jugé satisfaisant et ne requiert aucune autre intervention subséquente.

Afin de rentabiliser cette étape, il serait pertinent d'employer la caméra à téléobjectif à nouveau pour valider la qualité des travaux de nettoyage et déterminer si une inspection plus approfondie par caméra tractée est requise.

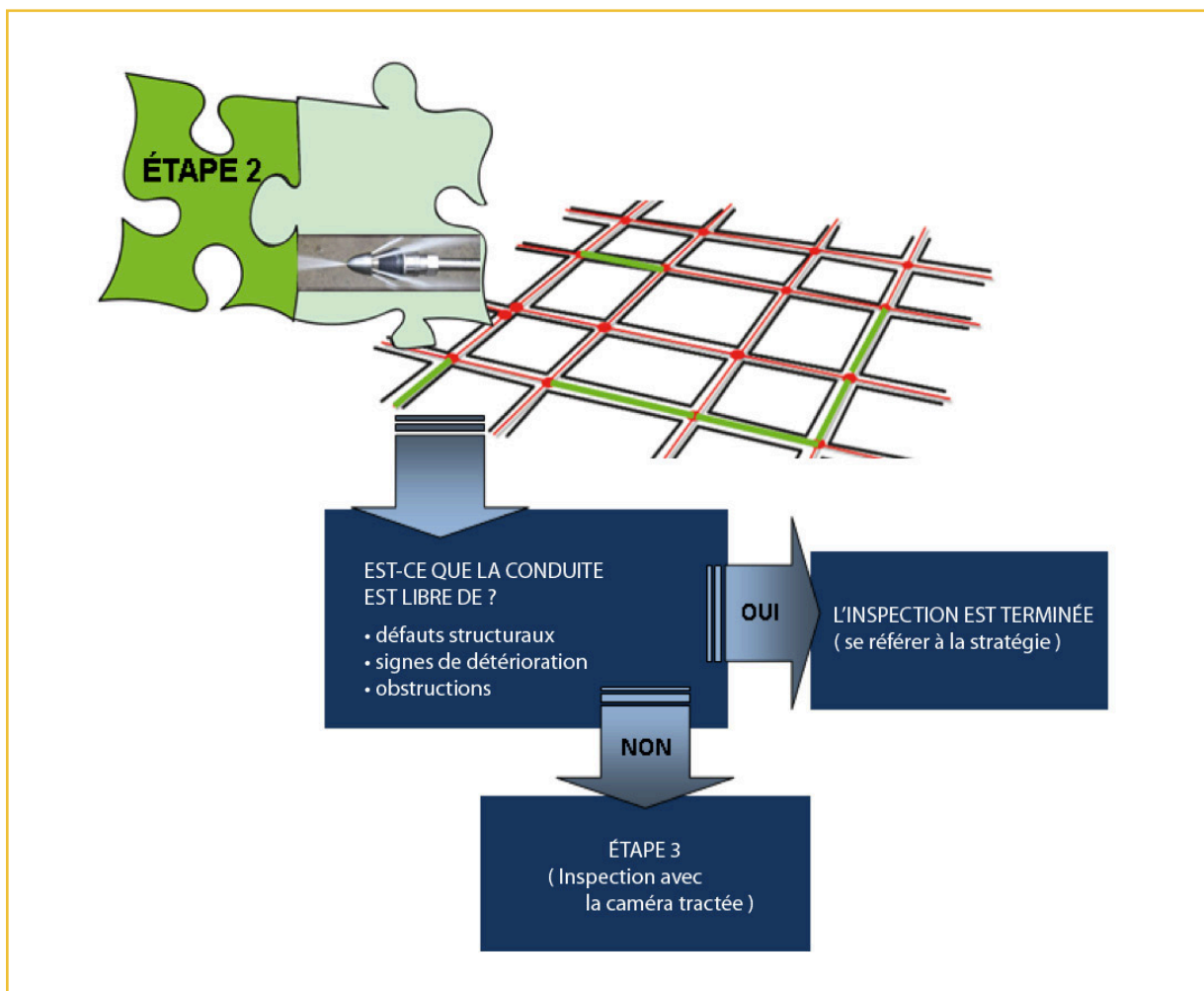


Figure 17: Étape 2 de l'approche optimisée d'inspection des réseaux d'égouts

Étape 3 – Inspection par caméra tractée des sections déficientes

L'étape 3 consiste à inspecter par caméra tractée les conduites comportant des défauts structuraux de niveaux 3, 4 et 5 identifiées à l'issue de l'étape 1 et de l'étape 2.

Bien effectuée, l'inspection par caméra tractée est certes la méthode qui permet le mieux d'identifier l'état structural d'une conduite. Les informations qui seront colligées permettront de déterminer avec précision le type d'intervention à effectuer comme le colmatage par injection, la réhabilitation ponctuelle ou continue, la réparation locale par excavation ou le remplacement complet par excavation.

Ce type d'inspection est essentiel pour identifier adéquatement les différents défauts et leur étendue comme les fractures, les bris, les trous, les infiltrations, les racines, etc.

Le fait d'avoir passé à travers les deux premières étapes, et d'avoir identifié les conduites nécessitant une inspection par caméra tractée, optimise les investissements et diminue les entraves requises pour obtenir ces données comparativement à faire les mêmes inspections uniquement par caméra tractée.

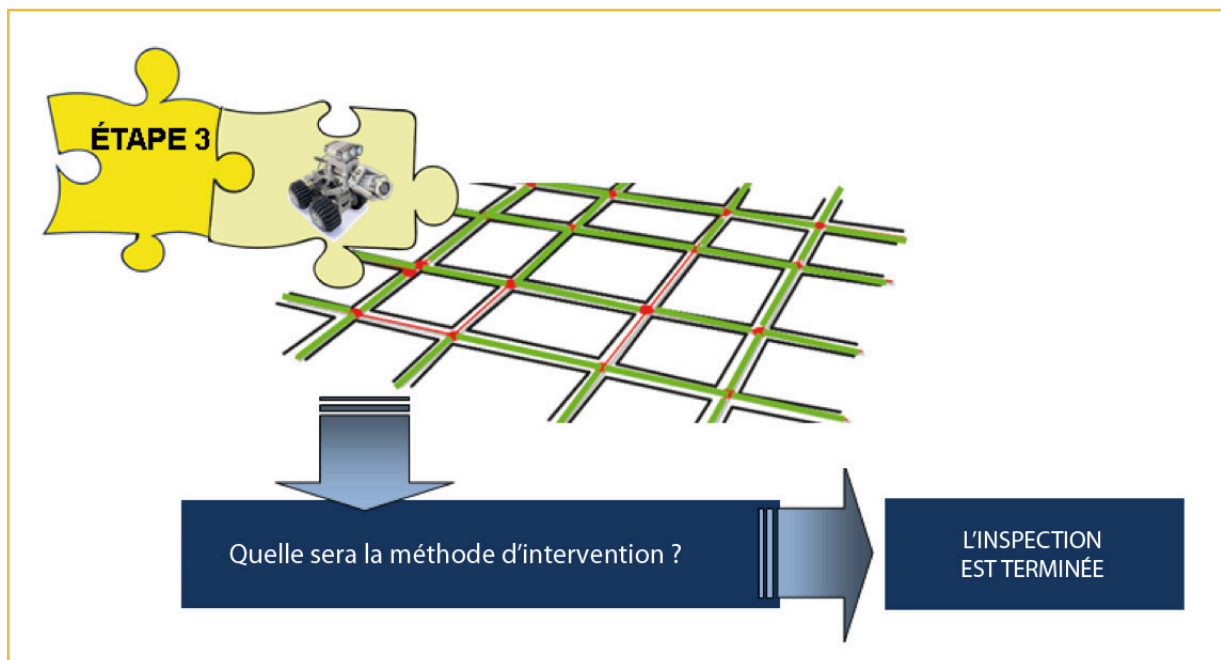


Figure 18 : Étape 3 de l'approche optimisée d'inspection des réseaux d'égouts

Étape 4 – Suivi

Suite à une première inspection, il faut obligatoirement prévoir un suivi sur une période qui variera d'une infrastructure à l'autre. Un cycle d'inspection devra donc être établi selon les besoins observés. Il devra notamment tenir compte des déficiences non corrigées, de l'environnement de la conduite et du type de matériau.

La figure 19 ci-dessous montre les 4 étapes de la stratégie d'inspection.

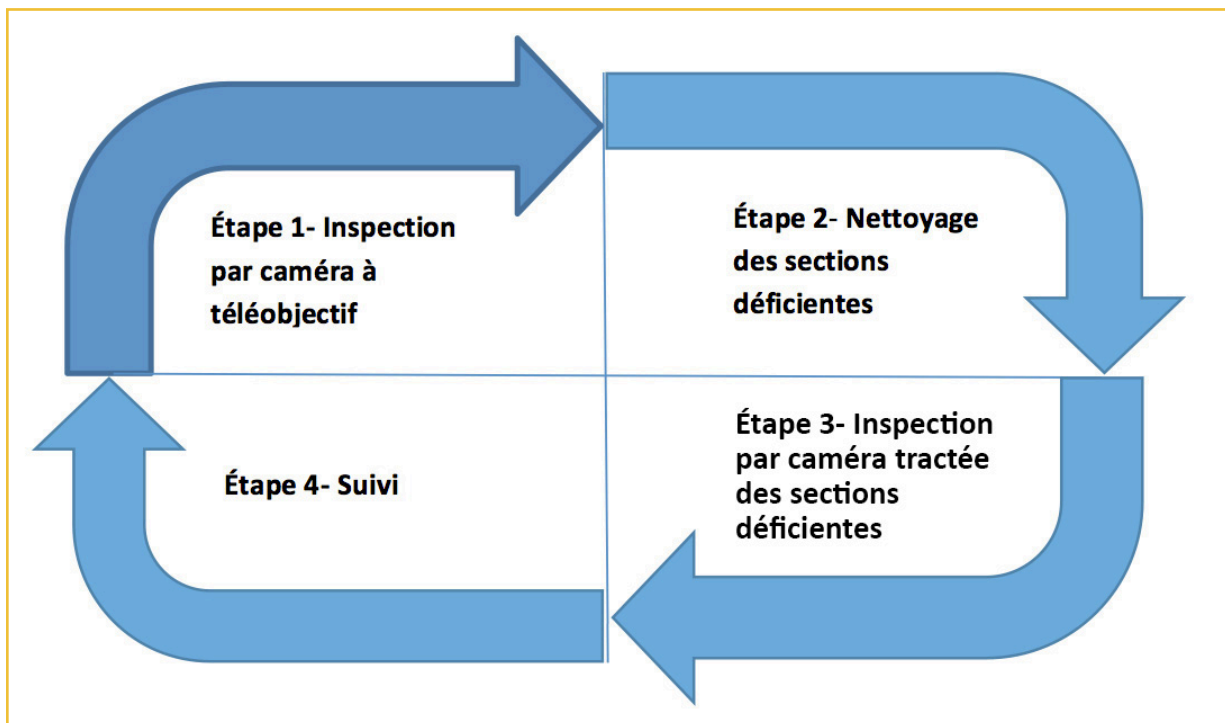


Figure 19: Étapes de la méthodologie d'inspection télévisée

3.5_ ÉTUDE DE CAS 1: VILLE DE MONTRÉAL

Le réseau d'égouts secondaire de la Ville de Montréal s'étend sur environ 4350 km dont 3619 km d'égouts sanitaires et combinés et 732 km d'égouts pluviaux³. Il est constitué de conduites de diamètres variant entre 300 mm et 1350 mm, dont 70 % des conduites sont en béton et 21 % sont en brique.

Les graphiques suivants illustrent la répartition des matériaux pour les égouts sanitaires et combinés ainsi que pour les égouts pluviaux.

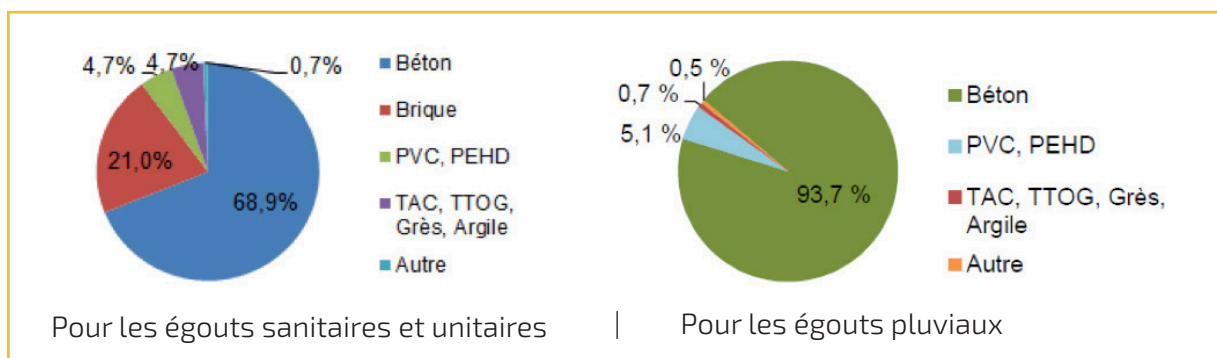


Figure 20 : Répartition des matériaux des égouts

Afin de procéder à l'auscultation de son réseau, la Ville s'est dotée d'une stratégie d'inspection du réseau d'égouts secondaire qui a été actualisée la dernière fois en 2013. Cette stratégie d'inspection combine l'utilisation des deux principales méthodes d'inspection des conduites, soit la caméra tractée et la caméra à téléobjectif et s'appuie sur les différents concepts discutés précédemment pour faire le choix de la méthode d'inspection :

Selon le bilan de 2016, plus de 80 % du réseau d'égouts (environ 3460 km) a été inspecté au moins une première fois dans son historique et plus de 22 % du réseau a été inspecté par caméra tractée (environ 965 km).

En suivant la stratégie d'inspection, environ 2000 km de conduites ont été inspectés entre 2012 et 2016 dont 1305 km en TO et 695 km en CCTV.

En termes de budget, les sommes investies pour ces inspections se détaillent comme suit :

- inspection par caméra tractée (incluant le nettoyage) : 10,4 M \$;
- inspection par caméra à téléobjectif : 4,6 M \$;
- coût total des inspections : 15 M \$.

Ces coûts sont basés sur des prix unitaires moyens de 15 \$ / m de conduite inspectée à la tractée (incluant le nettoyage) et 3,5 \$ / m de conduite inspectée par caméra à téléobjectif. À titre de comparaison, si toutes les inspections étaient réalisées à l'aide de la caméra tractée, les sommes à investir auraient été alors de 30 M \$ au lieu de 15 M \$, soit une augmentation de 100 %.

³ Plan d'intervention 2016-2020

3.6_ ÉTUDE DE CAS 2: VILLE DE HAMILTON

En 2016, la Ville d'Hamilton publie, pour la troisième fois de son histoire, un appel d'offres visant à inspecter l'ensemble des conduites du réseau d'égouts à l'aide de la caméra à téléobjectif. Les mandats antérieurs avaient démontré la rentabilité du processus présenté précédemment de même que son efficacité. Les données ci-dessous sont tirées d'une conférence donnée en 2008 au congrès annuel du CERIU, INFRA par Loris Busnello portant le titre *Utilization of zoom camera technology in municipal sewer system maintenance*.

Selon les données publiées :

- 59 % des défauts sont dans les premiers 20 m à partir du regard ;
- 76 % des défauts sont dans les premiers 30 m à partir du regard ;
- en moyenne la distance visible avec la caméra à téléobjectif est de 30 m à partir du regard ;
- 25 % des sections de conduite ont nécessité une inspection par caméra tractée ;
- 18 % des sections de conduite ont nécessité un nettoyage.

Les inspections par caméra à téléobjectif ont mené à :

- des travaux de réparation de regards ;
- des travaux de remplacement de conduites ;
- des travaux d'inspection par caméra tractée ;
- des travaux de nettoyage hydraulique ;
- des travaux de nettoyages spéciaux (alésage d'obstruction, de graisse, etc.).

Analyse économique de la campagne d'inspection de 2004 à 2009

Les résultats de l'analyse économique de la campagne d'inspection se résument comme suit :

- 29 500 regards inspectés en 4 ans soit 76 % du réseau ;
- 2 212 km de conduites (36 875 sections) inspectés ;
- coûts de la stratégie d'inspection combinant les deux types de caméras :
 - 2 150 000 \$ pour le téléobjectif ;
 - 1 200 000 \$ pour le CCTV + autres travaux ;
 - pour un total de 3 350 000 \$, soit 1,50 \$ / m.

Si la Ville avait opté pour une approche utilisant uniquement la caméra tractée, basée sur les 2 212 km de conduites nettoyés et inspectés, à un coût unitaire de 2,69 \$ / m, le coût total aurait été de 5 950 000 \$, excluant l'inspection des regards.

Cette stratégie d'inspection a permis à la Ville d'économiser un montant de 2 600 000 \$, soit près de 45 %.

4.0 PROTOCOLES ET NORMES D'INSPECTION AU QUÉBEC

4.1_ CERIU/NASSCO PACP® MACP®: PROGRAMMES DE CERTIFICATION VISANT L'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES CONDUITES ET DES REGARDS

Depuis 2009, le milieu municipal au Québec, a adopté la nomenclature et les exigences du protocole CERIU/NASSCO PACP® pour les inspections télévisées des conduites d'égouts et du protocole CERIU/NASSCO MACP® pour les inspections télévisées de regards. Ces protocoles sont devenus obligatoires en 2013 dans le Guide PI et dans le devis normalisé — BNQ 3680-125: Inspection télévisée des conduites et regards d'égout.



Figure 21:
Manuel CERIU/NASSCO PACP®

Ces protocoles viennent définir le langage, les normes d'identification des déficiences et observations faites ainsi que la manière de colliger les informations à travers les champs disponibles et dans les bases de données d'échange.



Figure 22:
Exemple de niveau 5 – structural PACP®



Figure 23:
Exemple de niveau 5 – fonctionnel PACP®

Dans la plus récente version, les protocoles attribuent un niveau à chaque anomalie et observation susceptibles d'être rencontrées au cours d'une inspection. Ces niveaux sont donnés tant pour le volet structural que fonctionnel et vont de 1 à 5, 5 étant le plus haut niveau de dégradation.

Le protocole n'encadre pas le livrable qu'est le rapport d'analyse (papier ou format électronique), il est donc du ressort du donneur d'ouvrage de spécifier dans son devis les éléments qu'il veut voir ressortir.

MISE EN GARDE LORS DE L'UTILISATION DU PROTOCOLE PACP®

Malgré la rigueur dont peuvent faire preuve les analystes et opérateurs formés, le système de pointage pour le volet structural du PACP® a été développé à la base pour les conduites rigides (béton, briques et grès). Par conséquent, les niveaux qui sont associés à chacune des déficiences et observations sont représentatifs de leur sévérité relativement au maintien de l'intégrité structurale des conduites fabriquées à partir d'un de ces matériaux.

De ce fait, pour les conduites flexibles, certains niveaux structuraux ne sont pas représentatifs de l'incidence réelle de l'observation sur la capacité de la conduite à supporter les charges qui y sont appliquées. À titre d'exemple, une fracture circulaire dans une conduite de PVC a un niveau PACP® de 2 comme c'est le cas pour une conduite en béton armé. Cependant, une conduite en PVC fracturée mérite une intervention à brève échéance pour en assurer l'intégrité structurale. À l'opposé, une déformation dans une conduite rigide est un signe que cette dernière ne supporte plus les charges qui y sont appliquées et le niveau structural attribué pour une faible déformation (7,5 % et moins par exemple) en est représentatif. Par contre, une conduite flexible avec la même déformation (7,5 % et moins) répond aux normes québécoises alors que le niveau structural qui lui sera attribué selon le PACP® (version antérieure à 7.0.2) est de 4, c'est-à-dire mauvais. Aucune distinction de niveau n'est donc faite relativement au type de matériau.

Il est donc important que les gestionnaires municipaux et les professionnels utilisant cette nomenclature prennent le temps d'analyser chacune des déficiences afin d'établir si les anomalies notées doivent être corrigées. Le rôle des firmes d'inspection n'est pas de déterminer si les déficiences doivent être corrigées, mais bien de les rapporter de la façon la plus juste possible sans égard à leur importance.

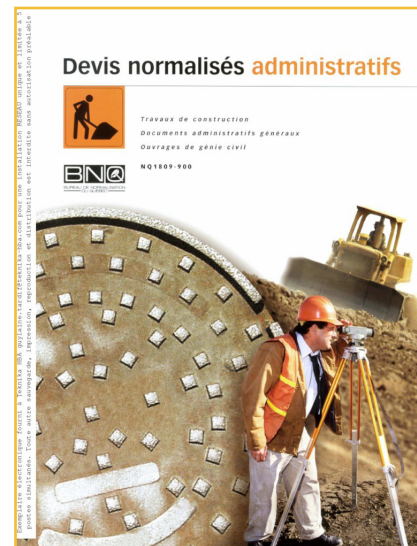
EN AUCUN CAS, l'utilisateur d'un rapport ne devrait baser son analyse uniquement sur les niveaux de la conduite, que ce soit pour identifier les interventions requises pour un réseau existant ou pour se prononcer sur l'acceptabilité de travaux réalisés (reconstruction, gainage, etc.) De même, dans la terminologie du PACP® les termes « Bon », « Moyen », « Mauvais » ou « Très mauvais » utilisés pour qualifier l'état des conduites existantes, ne devraient pas être utilisés pour l'acceptation ou le refus lors de la réception des travaux. Ce jugement doit être laissé à un ingénieur. Tel qu'expliqué, une conduite en PVC avec un niveau 2 pourrait nécessiter un remplacement alors qu'une conduite avec un niveau 4 (conduite en PVC avec une déformation de 7,5 % ou moins) répondra aux exigences du devis normalisé du BNQ et ne nécessitera aucune intervention.

4.2_ DEVIS NORMALISÉ — BNQ 3680-125: INSPECTION TÉLÉVISÉE DES CONDUITES ET REGARDS D'ÉGOUT

Le devis normalisé du BNQ contient des clauses techniques générales relatives à l'inspection télévisée des conduites et des regards par caméra à téléobjectif et tractée ainsi qu'au nettoyage des conduites et des regards d'égout.

Au début du document, le BNQ suggère dans l'avertissement de compléter ces exigences par le devis normalisé 1809-900 « Travaux de construction - Documents administratifs généraux - Ouvrages de génie civil ».

Figure 24 : Devis normalisé 1809-900
« Travaux de construction - Documents administratifs généraux - Ouvrages de génie civil »



ADAPTATIONS DU DEVIS AUX BESOINS DU DONNEUR D'OUVRAGE

Le devis du BNQ doit être considéré comme une base de travail et être complété par des clauses techniques particulières notamment par des précisions quant aux livrables attendus et aux champs considérés comme étant obligatoires que les rapports doivent contenir. De même, le donneur d'ouvrage a tout intérêt à spécifier certains éléments comme les horaires de travail, le besoin de géolocaliser les éléments, les plans à fournir avec le rapport ou le point d'alimentation en eau potable pour les opérations de nettoyage. En fait, plus l'information est claire et précise, plus le prix sera juste et moindres seront les demandes de frais supplémentaires.

Si certaines informations sont inconnues du donneur d'ouvrage, ce dernier devrait le mentionner clairement dans le devis et ainsi partager les risques liés aux travaux avec les entrepreneurs afin d'obtenir un juste rapport qualité / prix.

De façon spécifique, les éléments suivants doivent être adaptés à la municipalité et inclus dans le devis :

a. Données à l'égard des conduites (TO et CCTV)

Pour bien évaluer les travaux, l'entrepreneur a besoin au minimum des informations suivantes :

- le nom de la rue où se trouve la conduite ;
- le diamètre de la conduite ;
- la longueur théorique ;
- le matériau de la conduite ;
- le type de réseau ;
- la version du protocole PACP® à utiliser.

Avant de débiter les travaux, il faudra prévoir fournir à l'entrepreneur, soit :

- le numéro de la section de conduite ;
- le numéro du regard (ou nœud) amont ;
- le numéro du regard (ou nœud) aval ;
- le numéro du bon de commande.

Idéalement, l'ensemble de ces données devrait être fourni sous format électronique (tableau Excel ou autres). De cette façon l'entrepreneur pourra copier les informations dans son outil de travail, ce qui aura pour effet de limiter les erreurs de saisie.

b. Nettoyage des conduites et regards à inspecter

Il serait souhaitable pour le donneur d'ouvrage d'établir dans son devis un pourcentage moyen de dépôts à nettoyer. Ce pourcentage devra être inclus dans les prix unitaires soumis pour l'inspection des conduites, au même titre que les travaux d'inspection et de préparation et de remise du rapport. À ce titre, on pourrait par exemple établir que l'entrepreneur doit prévoir dans sa soumission enlever des dépôts équivalents à 30% du diamètre. Ce volume de dépôt serait considéré comme un nettoyage standard. Pour les conduites où la moyenne de dépôt dépasse cette limite, le donneur d'ouvrage définit dans son devis comment l'Entrepreneur sera rémunéré (à l'heure par exemple) et on pourrait considérer ce nettoyage comme du nettoyage supplémentaire. De cette façon tous les soumissionnaires travaillent sur une base égale et le risque est partagé entre le donneur d'ouvrage et le soumissionnaire. Ainsi, si les dépôts sont plus importants que prévu, le donneur d'ouvrage assumera les coûts supplémentaires liés au nettoyage excédentaire (voir PACP® 7.0).

Cette approche poursuit les mêmes objectifs que ceux définis dans le PACP® à savoir que l'inspection de la conduite doit se faire lorsque la conduite est dégagée de l'ensemble des dépôts qui s'y trouvent. Le tout afin de permettre une visibilité complète de la paroi sur toute la circonférence. C'est uniquement de cette manière que l'on peut parvenir à un diagnostic complet de la section de conduite sous inspection.

c. Rapport (TO et CCTV)

Selon les exigences du devis, le rapport peut se présenter sous différentes formes et contenir plus ou moins d'information. Comme mentionné précédemment, la façon de présenter ce dernier, si elle n'est pas spécifiée au devis, est laissée à la discrétion de l'entrepreneur.

Il est toujours recommandé de demander une copie papier et une copie PDF du rapport. Il pourrait être spécifié au devis de fournir un rapport type en annexe de la soumission.

Le donneur d'ouvrage a tout avantage à être précis dans son devis sur ce qu'il s'attend à avoir comme livrable. Le devis du BNQ donne des indications sommaires à cet effet lesquelles doivent être complétées ou révisées par des clauses techniques particulières.

d. Vidéos (TO et CCTV)

L'enregistrement de l'inspection doit être fourni en format numérique. Encore une fois, le devis du BNQ donne des indications sommaires à cet effet. Le donneur d'ouvrage a avantage à détailler dans ses clauses techniques particulières ses exigences tant au niveau du format de la vidéo que de la façon de nommer les fichiers et à spécifier les informations devant figurer sur l'en-tête vidéo.

e. Base de données d'échange (TO et CCTV)

Chaque logiciel produit automatiquement une base de données qui lui est propre. Il est donc essentiel d'exiger la base de données d'échange PACP® pour les conduites et MACP® pour les regards. Lorsque produites par un logiciel certifié, ces bases de données normalisées seront toujours bâties de la même façon d'une entreprise à l'autre et pourront être intégrées dans le logiciel ou base de données que le donneur d'ouvrage utilise. Si la base de données PACP® (ou MACP®) n'est pas spécifiée, le donneur d'ouvrage pourrait recevoir un fichier qui est compatible uniquement avec le logiciel de la firme d'inspection. Tout comme pour la nomenclature des fichiers vidéo, il est préférable que le donneur d'ouvrage spécifie dans ses clauses particulières la manière de nommer les fichiers des bases de données si celle du devis normalisé ne convient pas.

f. Support numérique (TO et CCTV)

Dans la plupart des cas, les données sont transmises sous forme de DVD. Cependant, lorsque les rapports sont plus volumineux, il est de plus en plus courant de fournir les données sur une clé USB ou sur un disque dur portatif. Le devis normalisé donne des directives à cet effet. Cependant, il est fortement suggéré de spécifier les supports d'enregistrement requis dans les clauses techniques particulières du devis.

Il sera aussi important de définir si le support numérique doit être numéroté et de quelle façon classer les dossiers sur ce dernier (par exemple si les photos doivent être dans un répertoire, les vidéos dans un autre).

Le gestionnaire d'un réseau d'égouts gère des risques. Au niveau fonctionnel, il gère le risque des refoulements ou débordements et au niveau structural, le risque d'effondrement. Les données tirées des inspections permettront d'évaluer le risque de défaillance auquel le gestionnaire est exposé. Le gestionnaire doit donc obtenir des données fiables.

Le contrôle qualité est essentiel pour s'assurer que les livrables reçus sont fiables, conformes aux devis et aux attentes du donneur d'ouvrage. Selon le type de caméra et étant donné que les objectifs des inspections sont différents, le niveau de précision attendu varie et les exigences en termes de contrôle qualité aussi.

Dans le cadre des mandats d'inspection, plusieurs éléments sont à contrôler. La figure 25 ci-dessous présente les principaux éléments et les pages qui suivent donnent les détails se rattachant à chaque élément et leur pertinence selon le type de caméra.

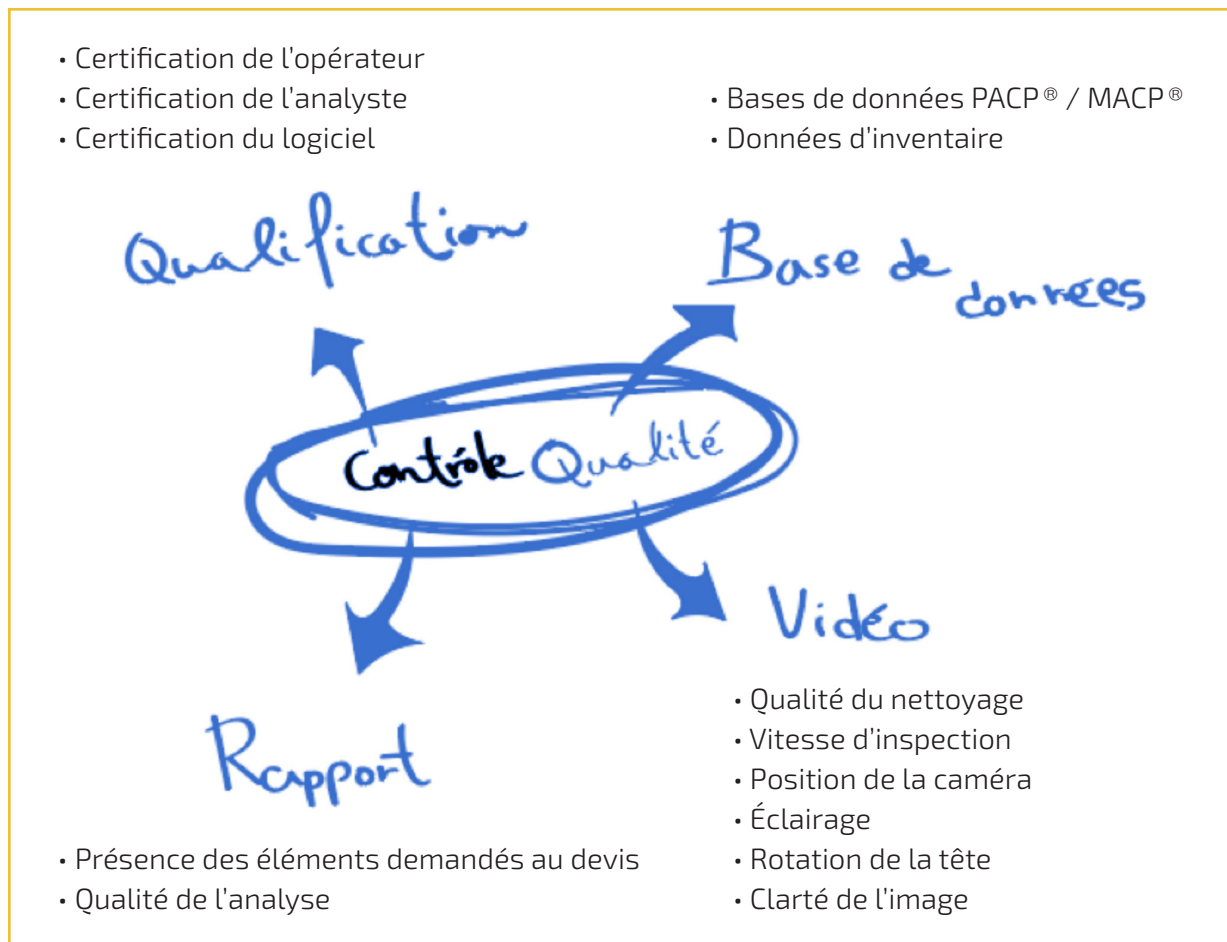


Figure 25: Éléments du contrôle Qualité

5.1_ CERTIFICATION DE L'OPÉRATEUR ET DE L'ANALYSTE (TO ET CCTV)

CARTE ÉMISE PAR LE CERIU

Le CERIU émet une carte de certification à toute personne ayant suivi la formation et réussi les examens de contrôle de ses connaissances sur le PACP® et le MACP® du CERIU / NASSCO.

Au Québec, TOUS les opérateurs et analystes doivent obligatoirement posséder cette accréditation pour effectuer un travail d'inspection télévisée et d'analyse des conduites et des regards selon les programmes mentionnés ci-dessus. Le BNQ exige aussi que l'inspection télévisée des regards et conduites en vue d'acceptation des travaux soit réalisée par des personnes certifiées.

1] Indique les certifications obtenues par la personne. Cependant, si la personne n'obtient pas sa certification MACP® au même moment que celle du PACP®, la mention MACP® ne sera pas indiquée. Dans ce cas, une validation de la certification MACP® doit être faite sur le site Internet du CERIU. Il est possible au certifié de faire une demande de carte MACP®, une fois certifié.



2] Numéro de certification unique attribué. Les chiffres suivant le U- indiquent la date de la certification (mois année). Les chiffres suivant le C- indiquent le numéro de la personne certifiée par le CERIU. Dans l'exemple, M. Jean est le 1557^e individu certifié.

3] Indiquent les dates d'émission et d'expiration de la carte de certification délivrée. Au-delà de la date d'expiration, la personne n'est plus en RÈGLE selon les exigences des protocoles CERIU / NASSCO PACP® - MACP®.

Figure 26: Carte de certification CERIU / NASSCO

SITE WEB DU CERIU

La liste des opérateurs et analystes en règle au Québec est consultable en tout temps sur le site Internet du CERIU en suivant les étapes suivantes :

1. à partir de la page www.ceriu.qc.ca, cliquer sur Projets et ensuite sur Programme de certification CERIU / NASSCO – Inspection télévisée des réseaux d'égouts ;
2. cliquer sur *Liste des opérateurs et analystes en RÈGLE au Québec* ;
3. inscrire le prénom, le nom de famille ou les deux à l'endroit approprié pour obtenir les informations relatives à la validité de la certification PACP®/MACP® de la personne recherchée. Il est possible de faire une recherche par le nom de l'employeur.

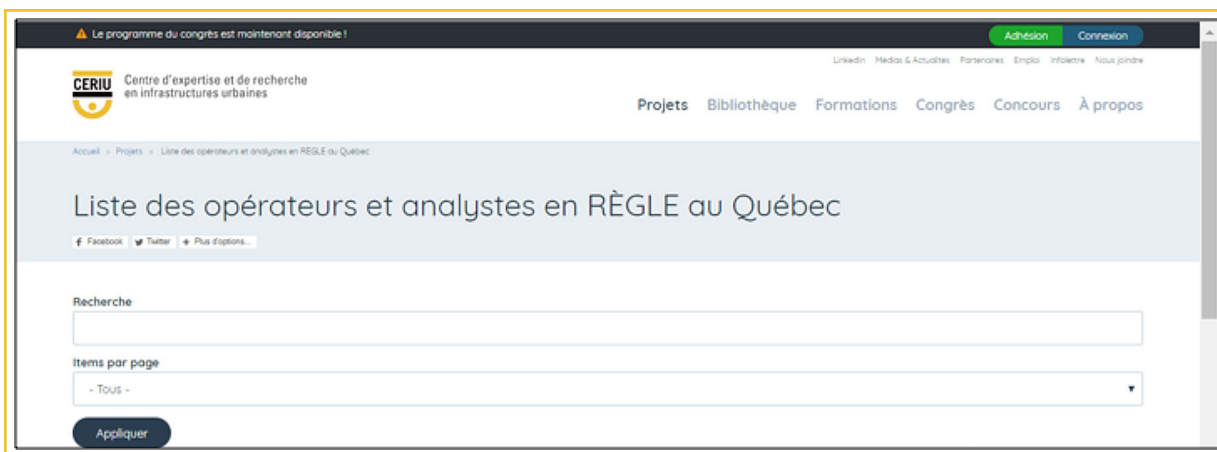


Figure 27 : Page Internet du CERIU – Liste des opérateurs et analystes en RÈGLE au Québec

5.2_ CERTIFICATION DES LOGICIELS (TO ET CCTV)

Tous les logiciels servant à la saisie des données terrains, à l'analyse des données et à la préparation des rapports doivent être certifiés.

Au Québec tout logiciel doit avoir une certification technique et une validation du français.

La certification technique atteste que le logiciel respecte les critères et exigences des protocoles PACP® et MACP® et que les bases de données créées par le logiciel sont conformes à ces mêmes exigences. Cette certification peut être réalisée par NASSCO ou par le CERIU.

La validation du français, qui suit la certification technique, vient attester que le logiciel respecte la terminologie française. Cette validation est effectuée uniquement par le CERIU.



Figure 28 : Logos des logiciels certifiés CERIU

SITE WEB DU CERIU

La liste des logiciels certifiés CERIU/NASSCO est disponible sur le site du CERIU :

1. à partir de la page www.ceriu.qc.ca, cliquer sur Projets et ensuite sur Programme de certification CERIU/NASSCO – Inspection télévisée des réseaux d'égouts ;
2. cliquer sur *Liste des logiciels de collecte de données certifiés au Québec* pour afficher la liste de tous les logiciels certifiés selon les différentes versions des protocoles PACP® et MACP®.

5.3_ CONTRÔLE QUALITATIF DE LA BASE DE DONNÉES (TO ET CCTV)

Un des livrables qui doit être fourni avec toutes les inspections télévisées est la base de données d'échange PACP®. En exigeant la certification CERIU/NASSCO, les gestionnaires s'assurent d'obtenir une base de données uniforme d'une entreprise à l'autre. Ceci facilite l'intégration de la base de données dans les logiciels utilisés par le donneur d'ouvrage.

Comme les bases de données d'échange PACP® contiennent plusieurs informations sur les données d'inventaire, une validation des données qu'elles contiennent avant leur intégration est primordiale.

Par exemple, si dans la base de données d'une ville il est indiqué que la conduite est en ciment-amiante et que selon l'opérateur de la caméra cette dernière est en béton armé, lors de l'intégration des données se trouvant dans la base de données d'échange, les données de la ville pourraient être écrasées, si aucune validation n'est pas faite au préalable. Cette modification pourrait éventuellement mener à une prise de décision erronée.

Une validation de l'ensemble des données avant leur import permettra d'éviter que des informations valides soient écrasées. Certains logiciels sur le marché font une validation avant l'importation des données et produisent un rapport des différences observées avant leur intégration.

5.4_ NETTOYAGE DE LA CONDUITE (CCTV)

Une inspection par caméra CCTV effectuée selon les exigences du PACP® implique que la conduite ait été débarrassée de TOUS ces dépôts mous avant le début de l'inspection et que tous les efforts nécessaires soient entrepris pour inspecter la longueur totale de la section. La figure 29 montre un exemple d'une conduite bien nettoyée.



Figure 29: Exemple d'une conduite bien nettoyée

Les obstructions peuvent être la cause de l'interruption de l'inspection ou limiter la portée de l'inspection et de l'analyse des déficiences, telles qu'illustrées à la figure 30.



Figure 30: Exemples de conduites dont le nettoyage est incomplet

5.5_ VITESSE D'INSPECTION (TO ET CCTV)

Pour la caméra téléobjectif, la vitesse du zoom lors de l'inspection du regard ne doit pas dépasser 3 m/min. Pour les conduites, il est très difficile de donner une limite, mais elle doit être calibrée de manière à permettre à l'analyste d'apprécier l'état de la conduite.

Pour ce qui est de la caméra tractée, la vitesse du tracteur ne doit pas dépasser 9 m/min.

Une inspection plus rapide peut rendre difficile l'identification des défauts.

NOTE : Cette limite ne s'applique pas aux caméras effectuant une numérisation par balayage des parois.



5.6_ POSITION DE LA CAMÉRA (TO ET CCTV)

La caméra à téléobjectif doit être positionnée autant que possible dans l'axe de la conduite afin de débiter le zoom par la visée du pourtour du raccordement de la conduite au regard. Par contre, étant donné que la caméra est fixée à l'extrémité d'un mât télescopique rigide, la configuration des éléments dans le regard (c.-à-d. alignement de l'ouverture du regard vs le positionnement de la conduite) peut rendre impossible le positionnement de la caméra dans l'axe de la conduite à inspecter.

Pour sa part, la caméra tractée doit être centrée dans la conduite à $\pm 10\%$ dans les deux axes. Ainsi, la couronne et le radier doivent être à la même distance du bord de l'écran à tout moment lors de l'inspection ainsi que les points situés à 3 heures et 9 heures sur la circonférence (voir l'image ci-contre). Une caméra décentrée modifie la distribution de l'éclairage et peut provoquer des zones d'ombre ou d'éblouissement, ce qui peut mener à une mauvaise interprétation des défauts. Une mauvaise position verticale de la caméra rend plus difficile le positionnement (chaînage) des observations. La hauteur de la caméra doit toujours être ajustée selon le diamètre de la conduite inspectée.

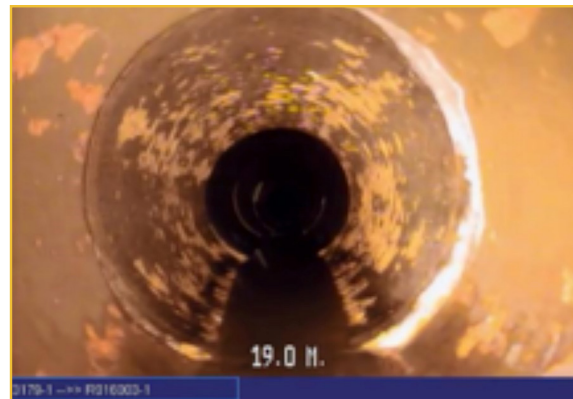


Figure 31: Exemple d'un positionnement adéquat de la caméra

En ce qui concerne le positionnement de la caméra, l'inspection par caméra tractée de la conduite doit toujours débiter au niveau de la jonction conduite/regard en établissant l'affichage de l'odomètre à 0,00 (zéro) à cet endroit. Lorsque cela est possible, la vidéo doit inclure une vue du joint de raccordement entre la conduite et le regard d'égout. Le respect de cette procédure permet d'éviter les erreurs de positionnement des anomalies et donc des interventions, spécialement dans les conduites de grand diamètre. Ce 0,00 est établi suivant le croquis ci-dessous. Si la caméra ne peut être positionnée telle que montrée et qu'elle est placée de façon à permettre que la jonction conduite/regard soit visible, l'opérateur prendra la distance focale (distance entre la lentille et le point visible en périphérie de l'écran) préalablement établie pour la caméra et les différents diamètres pour établir le chaînage de départ. La position de la caméra est schématisée dans la figure 32 de la page suivante.

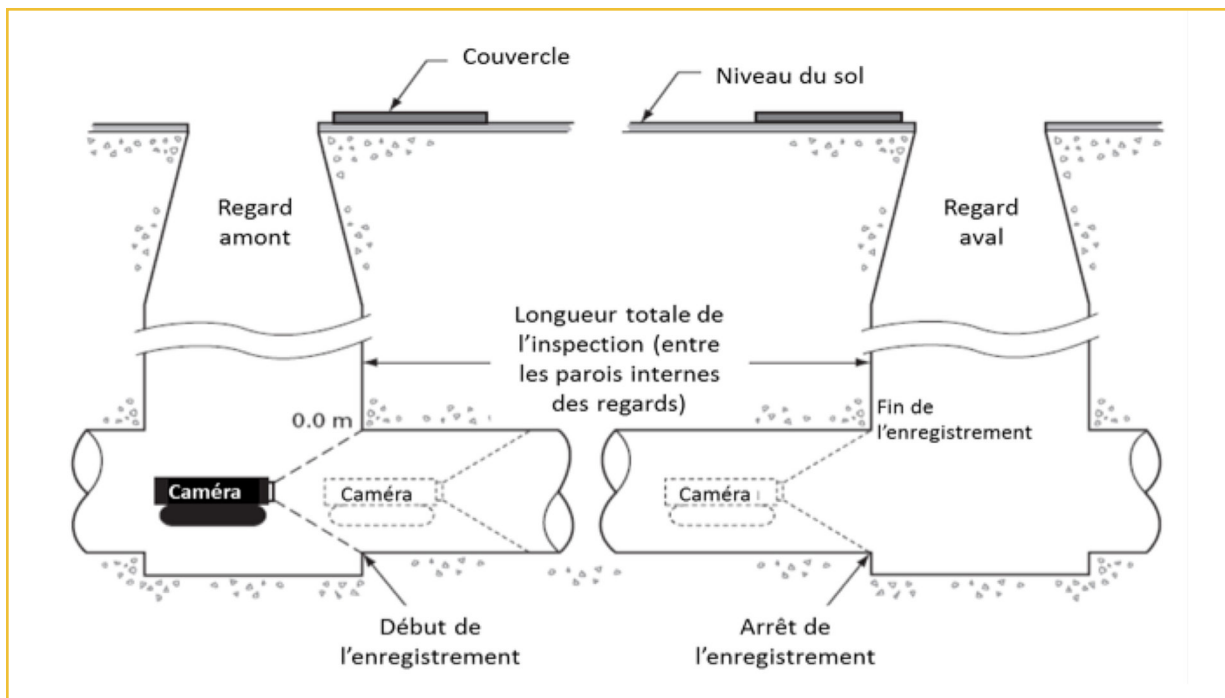


Figure 32: Positionnement de la caméra, extrait du *Manual of Sewer Condition Classification, 3rd Edition, WRc, UK*

5.7_ POSITION DES OBSERVATIONS (CCTV)

Lors de l'analyse des inspections CCTV, l'analyste doit toujours inscrire le chaînage de l'observation lorsque l'image où l'on voit l'anomalie couvre environ 80% de l'écran. La figure 33 montre un exemple de défaut au joint localisé à 19,00 m.

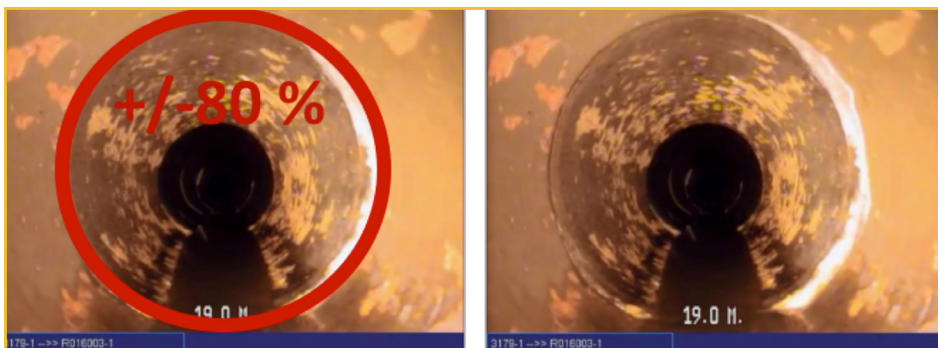


Figure 33: Position des observations

Ces façons de faire normalisées permettront aux donneurs d'ouvrage de localiser les anomalies observées ou les raccordements pour des besoins d'intervention.

5.8_ ÉCLAIRAGE (CCTV)

Pour la CCTV, l'éclairage devrait être suffisant pour permettre une vision d'au moins 3 m devant la caméra. L'éclairage devrait aussi être réparti de façon uniforme sur toute la circonférence et ne devrait pas créer de zone d'ombre ou d'éblouissement. Il ne devrait pas non plus être concentré en un seul endroit. Un exemple d'éclairage convenable est présenté à la figure 34.

L'éclairage devrait aussi être adapté lorsqu'il y a rotation de la caméra afin de ne pas éblouir les surfaces exposées.



Figure 34 : Éclairage suffisant et bien réparti sur la circonférence

Un mauvais éclairage limite le travail de l'analyste en plus de favoriser une mauvaise interprétation des déficiences en créant des zones d'ombre et d'éblouissement. Des exemples de mauvais éclairage sont montrés à la figure 35.

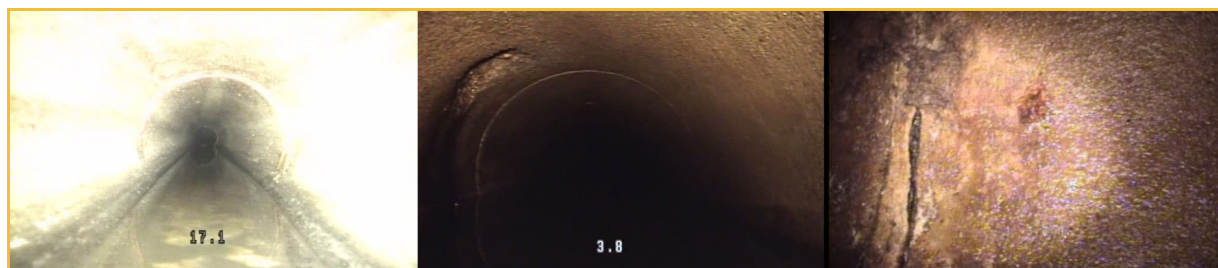


Figure 35: Exemples de mauvais éclairage

5.9_ ROTATION DE LA CAMÉRA (CCTV)

Les caméras tractées sont équipées d'une tête rotative. Cette dernière doit être manipulée lorsque requis pour montrer les déficiences ou les observations. Lors d'une inspection, il est anormal qu'aucune rotation de la tête ne soit effectuée.

Il est recommandé de toujours effectuer la rotation de la tête de la même manière (dans le sens horaire) ce qui facilite le repérage dans la conduite. Il faut éviter d'aller dans tous les sens avec la tête rotative.

NOTE : Un usage excessif de la tête rotative n'est pas recommandé.

La manipulation de la tête rotative permet d'apprécier l'ampleur d'un défaut et d'en définir la nature exacte. Dans le cas des raccordements, elle permet, lorsque demandé au devis, d'inspecter la portion visible des branchements. Des actions préventives seront effectuées si des déficiences y sont notées.



Figure 36: Exemple d'image obtenue suite à la rotation de la tête de la caméra

5.10_ CLARTÉ DE L'IMAGE (TO ET CCTV)

La lentille de la caméra devrait être propre en tout temps lors de l'inspection. Elle devrait donc être exempte de saleté ou d'eau. Il ne devrait pas non plus y avoir de vapeur dans la conduite.

Une lentille sale ou une image non claire limite le travail de l'analyste et conduit à une mauvaise interprétation de l'état de la conduite inspectée.

À noter que pour la caméra à téléobjectif, il est normal que la fin de la visée soit dictée par la perte de la clarté de l'image.



Figure 37: Exemples d'images obtenues avec une clarté déficiente

5.11_ QUALITÉ DE L'ANALYSE (TO ET CCTV)

La certification des analystes est nécessaire, mais n'est pas un gage de qualité. Il est important que le donneur d'ouvrage s'assure que l'analyste a fait un travail répondant aux critères du devis. Une analyse d'inspection par caméra tractée réalisée selon les exigences du Programme CERIU / NASSCO PACP® et du Programme CERIU / NASSCO MACP® signifie que TOUS les défauts et observations doivent être identifiés et codés de manière uniforme et précise, et ce, quel qu'en soit le nombre. Pour l'inspection TO et sauf indication contraire dans le devis, on vise la notation d'au moins le pire défaut de chaque type de défaut rencontré. Il sera suffisant pour déterminer le niveau et le besoin d'une investigation plus approfondie.

Bien que le Programme CERIU/NASSCO (PACP®) et le Programme CERIU/NASSCO (MACP®) soient précis, il peut arriver qu'il y ait place à une certaine interprétation dans la manière de noter les défauts.

5.12_ PROCÉDURES DE PLAINTE SUR LA QUALITÉ DES LIVRABLES ET SUR LA FRAUDE

Le donneur d'ouvrage est en droit de recevoir des livrables de qualité qui respectent les exigences des protocoles d'inspection CERIU / NASSCO PACP® et MACP®. Lorsque la qualité des livrables fait défaut, le donneur d'ouvrage peut effectuer des démarches avec l'entreprise pour trouver un terrain d'entente. L'entente peut concerner la reprise de l'inspection ou du rapport, ou tout autre arrangement proposé par l'entreprise et jugé acceptable par le donneur d'ouvrage. Lorsque toutes les démarches n'ont pas conduit à une entente, il sera alors possible, en dernier recours, de déposer une plainte au CERIU.

Il est toutefois important de préciser que le CERIU ne doit pas être perçu comme un lieu de règlement de litige, qu'il n'agira pas à titre de témoin expert lors d'un litige entre deux parties et qu'il ne peut être tenu responsable de la qualité du travail effectué par des opérateurs et analystes suite à la formation reçue.

D'autre part, les personnes qui ne détiennent pas une certification en règle et qui utilisent les protocoles PACP® / MACP® sont en situation de fraude.

5.13_ SEUIL DE QUALITÉ (TO ET CCTV)

Pour s'assurer de la qualité des livrables, une vérification de la vidéo réalisée par l'opérateur et du rapport effectué par l'analyste doit être faite. Une procédure de contrôle peut être instaurée dans le but de vérifier, sur une base régulière, la qualité des vidéos et des rapports d'analyse.

Généralement, le processus de contrôle consiste à vérifier un premier échantillon au début du mandat et d'autres par la suite sélectionnés de façon aléatoire, représentant un pourcentage déterminé du nombre total des inspections considérées. Selon la proposition de NASSCO, l'ensemble des échantillons retenus devrait représenter 5% des inspections effectuées par la firme. La méthodologie de NASSCO proposée pour le contrôle des données colligées dans les rapports (voir 5.14 c), peut être consultée en suivant le lien https://www.nassco.org/sites/default/files/pacp_qa_qc.pdf.

Cette méthodologie est proposée à titre indicatif. Il appartient au donneur d'ouvrage d'établir sa propre méthode. Il sera toutefois important que le donneur d'ouvrage soit précis à cet égard en décrivant sa procédure de contrôle qualité dans le devis et les conséquences d'un échec.

–
L'utilisation du protocole CERIU / NASSCO PACP® et celle du devis du BNQ sont une première étape pour l'obtention du service attendu. L'adaptation du devis, le suivi et le contrôle qualité sont tout aussi importants et constituent un plus pour y arriver.

5.14_ EXEMPLE DE PROCÉDURE POUR EFFECTUER LE CONTRÔLE QUALITÉ DES RÉSULTATS D'INSPECTION PAR CAMÉRA TRACTÉE

a. Contrôle du travail de l'opérateur

Le contrôle du travail de l'opérateur se fait en visionnant les enregistrements vidéo qu'il a réalisés. L'objectif de cette vérification est de s'assurer qu'il respecte les règles et les exigences des protocoles PACP® / MACP® quant à l'opération de la caméra mentionnée précédemment, c'est-à-dire : son positionnement, sa vitesse de déplacement, la manipulation de la tête rotative, l'éclairage, la clarté de l'image et la captation de tous les défauts. De même, ce contrôle permettra de s'assurer que les informations recueillies sur le chantier et qui sont indiquées dans le rapport sont exactes et que les données correspondent à la bonne localisation par rapport aux plans. Après avoir analysé la vidéo, si la qualité de l'inspection ne correspond pas aux règles de l'art et aux exigences du devis et qu'elle affecte le diagnostic à porter, l'inspection devra être reprise, aux frais de l'entrepreneur. La firme devra tout de même être informée de la présence de défauts mineurs ne justifiant pas la reprise des inspections.

b. Contrôle du travail de l'analyste

Le contrôle du travail de l'analyste consiste à vérifier l'exactitude des renseignements saisis dans le formulaire d'inspection. La vérification se fait pour la partie « En-tête » et pour la partie « Observations » du formulaire. Il est vrai qu'au Québec une partie des champs d'en-tête est normalement saisie par les opérateurs. Cependant, comme le rapport est signé par l'analyste, ce dernier demeure responsable des données qui s'y trouvent et doit les valider avant d'y apposer sa signature.

En ce qui a trait au rapport, le donneur d'ouvrage devra valider si les erreurs découvertes dans l'en-tête nuisent à la traçabilité des données ainsi qu'au diagnostic de l'état de la conduite et si cela requiert une reprise des rapports.

c. Procédure de contrôle proposée par NASSCO

Cette procédure permet de déterminer de manière concrète le seuil de qualité des résultats des inspections par la caméra tractée. Sans procédure balisée, l'analyse et la détermination du seuil de qualité pourraient être considérées arbitraires et subjectives. En cas de litige, la position du donneur d'ouvrage serait plus difficile à défendre.

L'analyse porte sur chaque partie du rapport des résultats :

Partie « En-tête » du formulaire : la vérification consiste à s'assurer que tous les champs requis ont été remplis correctement. L'exactitude des données peut être contrôlée selon la procédure suivante :

- 1) déterminer le **Nombre de champs requis** ;
- 2) déterminer le **Nombre d'erreurs observées**, en comptant toutes les erreurs de saisie et les omissions (c'est-à-dire les champs qui doivent être remplis et qui ne le sont pas) ;
- 3) calculer le **Niveau d'exactitude**, suivant la formule ci-dessous :

$$\text{Niveau d'exactitude} = \frac{(\text{Nombre de champs requis} - \text{Nombre d'erreurs observées}) * 100}{\text{Nombre de champs requis}}$$

Un niveau d'exactitude de 90 % ou plus est jugé acceptable, puisque la plupart des données sont fournies par le propriétaire du réseau. Sous ce seuil, la portion « En-tête » du rapport de cette section doit être reprise. Lorsqu'un rapport est rejeté, il est alors recommandé au donneur d'ouvrage de valider deux rapports supplémentaires, soit ceux des sections en amont et en aval de celle qui a été validée.

Partie « Observations » du formulaire : Pour être en mesure de contrôler le travail de l'analyste, le donneur d'ouvrage doit sélectionner, au hasard, un enregistrement vidéo et procéder au visionnement de ce dernier. Lors de ce visionnement, le donneur d'ouvrage doit valider que toutes les déficiences ont été notées et que les règles de codification ont été observées.

Il doit aussi s'assurer que le code utilisé par l'analyste est bel et bien celui de la déficience notée (par exemple, une fracture identifiée comme une fissure ou vice versa). Pour chacune des observations, chaque donnée erronée ou manquante doit être considérée comme une erreur. De cette façon, l'exactitude des données peut être contrôlée selon la procédure suivante :

- 1) déterminer le **Nombre de saisies requises** en comptant toutes les saisies obligatoires ;
- 2) déterminer le **Nombre d'erreurs observées** en comptant toutes les données erronées et les saisies manquantes ;
- 3) calculer le **Niveau d'exactitude** suivant la formule ci-dessous :

$$\text{Niveau d'exactitude} = \frac{(\text{Nombre de saisies requises} - \text{Nombre d'erreurs observées}) * 100}{\text{Nombre de saisies requises}}$$

La procédure de NASSCO n'explique pas un seuil de niveau d'exactitude pour la section observation. Cependant, la littérature suggère un niveau d'exactitude de 85 % et plus pour que le rapport soit jugé conforme. Sous ce seuil, la partie « Observations » du rapport de cette section doit être reprise.

d. Compléments aux procédures de contrôle

Lorsqu'un rapport est rejeté, il est alors recommandé au donneur d'ouvrage de valider deux rapports supplémentaires, soit ceux des sections en amont et en aval de celle qui a été validée.

S'il le désire, le donneur d'ouvrage peut aussi fixer un seuil à partir duquel toutes les vidéos ou les rapports complétés par une même personne devraient être repris. Par exemple, après avoir évalué la qualité du formulaire d'une section, si le niveau d'exactitude est inférieur à 75 %, tous les formulaires complétés par cet analyste dans le cadre du mandat devraient être repris, sans aucune autre validation. Enfin, un donneur d'ouvrage pourrait aussi compiler les résultats obtenus par chaque analyste au cours d'une année et fixer un seuil minimum d'exactitude. En cas d'échec, le donneur d'ouvrage pourrait alors exiger que cet analyste se perfectionne. Un donneur d'ouvrage pourrait aussi fixer des seuils de rendement par entreprise.

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Gouvernement du Québec, Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire. (Novembre 2013). **Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées.**
- Ville de Montréal (Mai 2010). **Plan d'intervention – Réseaux d'eau secondaires de la ville de Montréal (excepté béton non armé).**
- Water Research Centre (Août 1993). **Manual of Sewer Condition Classification, 3rd Edition.**
- CERIU / NASSCO (Octobre 2016). **Programme de certification visant l'évaluation de l'état des conduites.**
- CERIU (2004). **Manuel de standardisation des observations - Inspections télévisées des conduites et regards d'égout.**
- Bureau de normalisation du Québec (Mai 2013). **Devis normalisé 3680-125: Inspection télévisée des conduites et regards d'égout.**
- Loris Busnello (Novembre 2008). **Utilization of zoom camera technology in municipal sewer system maintenance. Conference INFRA.**
- Site Internet du CERIU : www.ceriu.qc.ca
- Site Internet de NASSCO : www.nassco.org
- Site Internet d'Aqua Data : www.aquadata.com

RÉFÉRENCES

RÉFÉRENCES DES PHOTOS ET IMAGES

FIGURE	SOURCE
Figure 1_ Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées	MAMOT www.mamrot.gouv.qc.ca
Figure 2_ Caméras tractées	AIT Advanced Inspection Technologies www.aitproducts.com
Figure 3_ Caméra à téléobjectif	Aqua Data Inc.
Figure 4_ Logos CERIU / NASSCO PACP® - MACP®	CERIU
Figure 5_ Exemples d'inspection par caméra TO – analyses concluantes	Aqua Data Inc.
Figure 6_ Exemples d'inspection par caméra TO – analyses concluantes	Aqua Data Inc.
Figure 7_ Exemples d'inspection par caméra tractée – analyses non concluantes	Aqua Data Inc.
Figure 8_ Caméra TO	Aqua Data Inc.
Figure 9_ Caméra TO	CUES www.cuesinc.com
Figure 10_ Inspection par caméra à téléobjectif	Aqua Data Inc.
Figure 11_ Images d'inspection par caméra à téléobjectif	Aqua Data Inc.
Figure 12_ Caméras tractées	IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG www.ibak.de/de/startseite
Figure 13_ Image d'inspection par caméra tractée	Aqua Data Inc.
Figure 14_ Images de conduites numérisées	CUES - GraniteNet Inspection Software www.cuesinc.com
Figure 15_ Images de regards numérisés	IBAK Helmut Hunger GmbH & Co. KG www.ibak.de/de/startseite
Figure 16_ Étape 1 de l'approche optimisée d'inspection des réseaux d'égouts	Aqua Data Inc.

Figure 17_ Étape 2 de l'approche optimisée d'inspection des réseaux d'égouts	Aqua Data Inc.
Figure 18_ Étape 3 de l'approche optimisée d'inspection des réseaux d'égouts	Aqua Data Inc.
Figure 19_ Étapes de la méthodologie d'inspection télévisée	CERIU
Figure 20_ Répartition des matériaux des égouts	Ville de Montréal
Figure 21_ Manuel CERIU / NASSCO PACP®	CERIU
Figure 22_ Exemple de niveau 5 – structural PACP®	Aqua Data Inc.
Figure 23_ Exemple de niveau 5 – fonctionnel PACP®	Aqua Data Inc.
Figure 24_ Devis normalisé 1809-900 « Travaux de construction - Documents administratifs généraux - Ouvrages de génie civil »	BNQ
Figure 25_ Éléments du contrôle Qualité	Aqua Data Inc.
Figure 26_ Carte de certification CERIU / NASSCO	CERIU
Figure 27_ Page Internet du CERIU – Liste des opérateurs et analystes en RÉGLE au Québec	CERIU
Figure 28_ Logos des logiciels certifiés CERIU	CERIU
Figure 29_ Exemple d'une conduite bien nettoyée	Aqua Data Inc.
Figure 30_ Exemples de conduites dont le nettoyage est incomplet	Aqua Data Inc.
Figure 31_ Exemple d'un positionnement adéquat de la caméra	Aqua Data Inc.
Figure 32_ Positionnement de la caméra, extrait du Manual of Sewer Condition Classification, 3rd Edition, WRc, UK	WRc
Figure 33_ Position des observations	Aqua Data Inc.
Figure 34_ Éclairage suffisant et bien réparti sur la circonférence	Aqua Data Inc.
Figure 35_ Exemples de mauvais éclairage	Aqua Data Inc.
Figure 36_ Exemple d'image obtenue suite à la rotation de la tête de la caméra	Aqua Data Inc.
Figure 37_ Exemples d'images obtenues avec une clarté déficiente	Aqua Data Inc.

La reproduction de ce document par quelque procédé que ce soit et sa traduction, même partielles, sont interdites.

Tous droits réservés
© Gouvernement du Québec
et CERIU, février 2018



Centre d'expertise
et de recherche
en infrastructures
urbaines

1255, boul. Robert-Bourassa, bur. 800
Montréal (Québec) H3B 3W3
Canada

514 848-9885

info@ceriu.qc.ca
www.ceriu.qc.ca