

Élaboration d'un programme efficace et rentable de réduction du captage et de l'infiltration (C/I)

Document de base en vue de l'élaboration d'une norme nationale

Par Barbara Robinson et Dan Sandink

Juin 2021



Élaboration d'un programme efficace et rentable de réduction du captage et de l'infiltration (C/I)

Document de base en vue de l'élaboration d'une norme nationale

Juin 2021

Série de documents de recherche IPSC – numéro 68

Auteurs :

Barbara Robinson, Norton Engineering Inc.

Dan Sandink, Institut de prévention des sinistres catastrophiques

Publié par :

Institut de prévention des sinistres catastrophiques
20 Richmond Street East, Bureau 210
Toronto (Ontario) Canada M5C 2R9

Ce matériel peut être copié à des fins liées au document tant que les auteurs et les détenteurs de droits sont reconnus.

Les opinions exprimées dans cet article sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques.

Photos de couverture :

En haut : Blair Gordon Main dans Shutterstock.

En bas à gauche : Regard d'inspection (Barbara Robinson).

En bas à droite : Dommages dus à une inondation à Burlington, ON, 2014 (Glenn McGillivray).

ISBN : 978-1-927929-33-9

Tous droits réservés © 2021 Institut de prévention des sinistres catastrophiques

Fondé en 1997 par les assureurs de dommages du Canada, l'**Institut de prévention des sinistres catastrophiques** est un institut de recherche indépendant sans but lucratif ayant des bureaux à Toronto et à l'Université Western, à London, au Canada. L'Institut est un membre fondateur de la *Global Alliance of Disaster Research Institutes*. Les chercheurs de l'Institut sont reconnus à l'échelle internationale pour leur travail innovateur dans plusieurs domaines, incluant le génie éolien et sismique, les sciences de l'atmosphère, l'ingénierie des ressources hydriques et l'économie. La recherche multidisciplinaire est l'un des fondements du travail de l'Institut pour bâtir des communautés plus résilientes face aux catastrophes.



L'IPSC a été désigné comme un Centre d'excellence international de l'IRDR. Les Centres d'excellence internationaux de l'IRDR, établis par l'entremise du Comité scientifique de l'IRDR et du comité national

pertinent, fournissent un foyer régional et un foyer de recherche pour le programme de l'IRDR. Les programmes de recherche des Centres d'excellence internationaux adoptent une approche intégrée de la réduction des risques de catastrophe qui contribue directement au Plan scientifique pour la recherche intégrée sur les catastrophes de l'ICSU/IRDR et à ses objectifs, de même qu'au Plan stratégique (2013-2017) de l'IRDR.

Remerciements

Les auteurs remercient chaleureusement les membres du comité d'experts du milieu qui ont soutenu la rédaction de ce document. Le comité était formé des membres suivants :

- Mark Anderson, ingénieur, Qualité de l'eau, Office de protection de la nature de la rivière Grand
- Susheel Arora, directeur, Services des eaux usées et pluviales, Halifax Water
- Cheryl Beam, représentante de l'Ontario Municipal Water Association (Association des réseaux municipaux de gestion des eaux de l'Ontario)
- Kevin Brander, ingénieur en environnement, Massachusetts Department of Environmental Protection (Agence de protection de l'environnement du Massachusetts)
- Matt D'Hondt, directeur, Opérations de gestion des déchets solides/eaux usées, comté de Brant
- Sean Fahey, directeur, Projets d'investissement, InnServices
- Nick Girimonte, propriétaire, 3 Pillars Contracting
- Riaz ul Haq, ingénieur principal, Division des évaluations et des permissions environnementales, Environnement, Protection de la nature et Parcs
- Robert Hicks, ingénieur principal, Service des déchets liquides, Metro Vancouver
- Christine Hill, directrice, Infrastructures d'alimentation en eau, Cole Engineering Group
- Chris Johnston, vice-président, Kerr Wood Leidal Associates Ltd. et professeur associé, Université de la Colombie-Britannique (génie civil)
- David Kellershohn, chef de la gestion des eaux de ruissellement, Ville de Toronto
- Phil Kelly, chef d'équipe, Voies urbaines et opérateur, Traitement des eaux usées, canton de Cramahe
- Twyla Kowalczyk, instructrice, Gestion intégrée des ressources en eau, MacPhail School of Energy, Southern Alberta Institute of Technology
- Albert Kwan, directeur principal, EPCOR
- David Lapp, Fellow de l'ACG, conseiller spécial sur la résilience des infrastructures, Institut de prévention des sinistres catastrophiques
- Allen Lucas, directeur, Recherches et projets, Utilities Kingston
- James McAloon, technicien en génie, Capital Regional District
- Andrew Niblock, directeur des services environnementaux, Ville de St. John's
- David Potter, chef des services de construction, Ville de Newmarket
- Diego Robayo, ingénieur, Réglementation de la gestion de l'eau, Service de l'eau, Ville de Montréal
- Jitender Singh, conseiller technique, Codes Canada, Conseil national de recherches
- Perry Wager, conseiller technique, Plomberie et gaz, ministère des Affaires municipales, Alberta
- Elliot White, directeur principal, Services environnementaux, municipalité régionale de Wood Buffalo
- Shaw Zandi, Développement des affaires, Protective Plumbing Canada

Les auteurs tiennent également à remercier M^{me} Adrienne Yuen, spécialiste des secteurs, Conseil canadien des normes. Ce projet a été rendu possible grâce au soutien financier du Conseil canadien des normes.

Avis de non-responsabilité

Le présent document a été rédigé par Norton Engineering Inc. et l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques (IPSC) à titre d'information uniquement et ne doit pas être interprété comme un avis technique pour un bâtiment ou projet de construction en particulier. L'IPSC et Norton Engineering Inc., ne font aucune déclaration, ne donnent aucune garantie et ne prennent aucun engagement exprès, tacite ou légal quant à la teneur du présent document, y compris et sans s'y limiter, en ce qui concerne son exactitude, sa complétude et sa conformité aux codes du bâtiment ou aux lois applicables et son adaptation à un usage particulier. L'IPSC et Norton Engineering Inc., n'assument aucune responsabilité ni obligation relativement à l'usage qui est fait du présent document ou de toute information qu'il contient.

À propos de Norton Engineering Inc.

La société d'ingénierie Norton Engineering Inc. a été créée en 2015. Son principal domaine d'intérêt est le phénomène de captage et d'infiltration (C/I) dans les nouveaux réseaux d'égouts, un sujet sur lequel la fondatrice du cabinet, Barbara Robinson, se penche depuis le milieu des années 2000.

Norton mène divers projets continus sur tous les aspects de ce phénomène en Ontario et ailleurs au Canada. Chaque année, la société présente des dizaines d'exposés, d'ateliers et de séances de formation et publie des messages dans les médias sur ce sujet et sur des sujets connexes.

Du personnel de Norton a présidé le comité du groupe CSA (Association canadienne de normalisation) qui a élaboré la norme CSA Z800 : *Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques* (2018).

Pour de plus amples renseignements, visitez le site www.nortonengineeringinc.ca

À propos de l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques

L'Institut de prévention des sinistres catastrophiques (IPSC) est un centre de recherche et de communication de renommée mondiale qui mène des études multidisciplinaires dans le domaine de la prévention des sinistres. Cet institut de recherche indépendant et sans but lucratif a été fondé par le secteur des assurances de dommages (IARD) et est affilié à l'Université Western. Le personnel et les associés en recherche de l'IPSC sont reconnus sur la scène internationale pour leur expertise dans des domaines aussi variés que l'étude des vents et des phénomènes sismiques, les sciences atmosphériques, la perception du risque, l'hydrologie, l'économie, la géographie, les sciences de la santé et les politiques publiques, pour ne nommer que ceux-là.

Pour de plus amples renseignements, visitez le site www.iclr.org.

À propos du Conseil canadien des normes

Le Conseil canadien des normes (CCN) est une société d'État fédérale intégrée au portefeuille d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada. Il encadre et facilite l'élaboration et l'utilisation de normes nationales et internationales et de services d'accréditation pour améliorer la compétitivité du Canada et le bien-être collectif de la population canadienne.

Pour de plus amples renseignements, visitez le site www.scc.ca.

Renvoi suggéré

ROBINSON, B. et D. Sandink, 2021. *Lignes directrices pour l'élaboration d'un programme efficace et rentable de réduction du captage et de l'infiltration (C/I) : Document de base*, Toronto, Institut de prévention des sinistres catastrophiques et Ottawa, Conseil canadien des normes.

Table des matières

Sommaire non technique	1
1. Introduction	12
1.1 Qu'entend-on par captage et infiltration et en quoi cela pose-t-il des problèmes?	12
1.2 C/I et dommages dus aux inondations au Canada	12
1.3 Définitions préliminaires	16
1.3.1 Types d'égouts.	16
1.3.2 Types d'inondations liées au C/I	17
1.4 Objet et portée du présent document	18
1.5 Public cible	18
1.6 Principaux ouvrages consultés pour la préparation du document	19
1.7 Document de base et processus de développement d'une norme nationale	20
1.8 Processus de consultation et de participation des parties prenantes	21
1.9 Principes directeurs	21
2. Gestion du C/I tout au long du cycle de vie d'un réseau d'égouts	23
2.1 Renseignements généraux	23
2.2 Démarches d'élaboration d'un programme de réduction du C/I	23
2.3 Différence entre un programme efficace et rentable de gestion du C/I et une simple étude sur le sujet	24
3. Étape 1 : Comprendre le débit des eaux usées	26
3.1 Discussion générale sur les débits d'eaux usées	26
3.2 Conception et construction d'égouts sanitaires	27
3.2.1 Conception des égouts sanitaires	27
3.2.2 Construction et acceptation des réseaux d'égouts sanitaires	28
3.2.3 Utilisation des valeurs de C/I	28
3.3 Débit par temps sec	29
3.4 Débit permanent et débit réductible par temps sec	30
3.4.1 Débit permanent par temps sec	31
3.4.2 Débit réductible par temps sec	32
3.5 Débit par temps humide	32
3.5.1 Débit réductible par temps humide	33
3.6 Captage et infiltration dans les sections privées	34
3.6.1 Captage et infiltration dans les sections privées	34
3.6.2 Comportement des résidents et programmes volontaires et obligatoires	35
3.6.3 Répercussions des structures municipales à deux paliers sur la capacité de réduire le C/I	39

4. Étape 2 : Élaborer un programme de réduction du captage et de l'infiltration	41
4.1 Captage et infiltration : Étude vs programme	41
4.2 Définir des objectifs	42
4.3 Calculer les coûts actuels du C/I dans le réseau	42
4.4 Données de gestion des actifs existantes.	45
4.5 Niveaux de service du réseau d'égouts sanitaires.	46
4.5.1 Renseignements généraux	46
4.5.2 Niveaux de service : USEPA (Agence de protection de l'environnement des États-Unis)	47
4.5.3 Niveaux de service : Ville de London (Ontario)	48
4.5.4 Niveaux de service : Metro Vancouver, C.-B.	49
4.5.5 Niveaux de service : Ville de Lethbridge, Alberta	50
4.6 Déterminer la volonté de la municipalité d'entreprendre des travaux sur les sections privées	50
4.6.1 Réduction du C/I dans les sections privées : Inspection des collecteurs secondaires au moment de la vente	51
4.6.2 Réduction du C/I dans les sections privées : Autres approches.	52
4.6.3 Réduction du C/I dans les sections privées : Approches des autorités législatives	52
4.6.4 Réduction du C/I dans les sections privées : Assurance des collecteurs secondaires mise en place par la municipalité.	53
4.7 Qu'est-ce qu'un taux de C/I acceptable dans un système existant?	54
4.7.1 Valeurs économiques du C/I acceptable	54
4.7.2 Estimation du taux de C/I acceptable dans les réseaux d'égouts au Canada	54
4.8 Résumer les buts et objectifs.	55
5. Étape 3 : Collecte et évaluation des données existantes (évaluation documentaire informatisée)	56
5.1 Approche « Une seule eau ».	56
5.2 Recensement, collecte et organisation des données	57
5.3 Données des installations de traitement des eaux et des eaux usées	58
5.4 Collecte de données sur les sections publiques des réseaux d'égouts	58
5.5 Collecte de données sur les sections privées des réseaux d'égouts	59
5.6 Données d'exploitation du réseau d'égouts	61
5.7 Données de planification	61
5.8 Cerner les lacunes des données et mettre à jour les méthodes de collecte, lorsque nécessaire	62
5.9 Analyse documentaire informatisée des conditions existantes.	63
5.10 Résumer les constatations et élaborer un plan de travail	64
6. Résumé et prochaines étapes	65
Notes de fin de document	66

Liste des figures

Figure ES-1 :	Représentation visuelle des efforts consacrés aux diverses tâches pour une étude du C/I vs un programme moderne de réduction du C/I	2
Figure ES-2 :	Valeurs de C/I tout au long de la durée de vie d'une canalisation d'égout	3
Figure ES-3 :	Déformation d'une canalisation en raison d'un défaut initial	6
Figure 1 :	Illustration d'un refoulement d'égouts dans un réseau séparatif	15
Figure 2 :	Application du document de base au processus d'élaboration de la norme nationale du Canada	20
Figure 3 :	Représentation visuelle des efforts consacrés aux diverses tâches pour une étude du C/I vs un programme moderne de réduction du C/I	24
Figure 4 :	Représentation type d'un graphique de débit des eaux usées dans les documents de référence sur le C/I	26
Figure 5 :	Valeurs de C/I tout au long de la durée vie d'un réseau d'égouts	29
Figure 6 :	Composants du débit par temps sec	30
Figure 7 :	Résultats de la surveillance du débit des eaux usées par temps sec	30
Figure 8 :	Résultats de la surveillance du débit des eaux usées par temps humide	33
Figure 9 :	Déformation d'une canalisation en raison d'un défaut initial	43
Figure 10 :	Existence d'un plan de gestion des actifs selon la taille de la municipalité	45
Figure 11 :	Mesures des niveaux de service des biens de gestion des eaux usées de la Ville de London	48
Figure 12 :	Objectifs du plan de gestion intégrée des ressources en déchets liquides de Metro Vancouver	49
Figure 13 :	Objectifs de niveaux de service de la Ville de Lethbridge	50
Figure 14 :	Représentation visuelle d'une analyse des écarts	62

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Principales inondations urbaines au Canada qui comprenaient des pertes majeures ou régionales attribuables à des refoulements d'égouts	13
Tableau 2 :	Types d'égouts par contenu	16
Tableau 3 :	Fiche de conception d'égout sanitaire type utilisée pour dimensionner les canalisations (extrait)	27
Tableau 4 :	Changements comportementaux et matériels pour réduire les risques d'inondations par ruissellement, infiltration et refoulement d'égouts associés aux précipitations extrêmes au Canada	36

Abréviations

BES :	Branchement d'égouts sanitaires
BRIC :	Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes
C/I :	Captage et infiltration
CCN :	Conseil canadien des normes
CCTV :	Télévision en circuit fermé
CIDP :	Captage et infiltration dérivés des précipitations
DFI :	Développement à faible impact
EBMUD :	East Bay Municipal Utility District
GEP :	Gestion des eaux pluviales
ITE :	Installation de traitement des eaux
ITEU :	Installation de traitement des eaux usées
MAML :	Ministère des Affaires municipales et du Logement (Ontario)
MassDEP :	Massachusetts Department of Environmental Protection (Agence de protection de l'environnement du Massachusetts)
MDE/MEACC :	Ministère de l'Environnement/Ministère de l'Environnement et de l'Action en matière de changement climatique
MEPNP :	Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs (Ontario)
MMSD :	Milwaukee Metropolitan Sewer District (District de gestion des eaux usées du Grand Milwaukee)
OEN :	Organisme d'élaboration de normes
OMWA :	Ontario Municipal Water Association (Association des réseaux municipaux de gestion des eaux de l'Ontario)
PCDIE :	Précipitations de courte durée et d'intensité élevée
PDSCI :	Plans directeurs sur le captage et l'infiltration
PGAM :	Plan de gestion des actifs municipaux
SPEU :	Station de pompage des eaux usées

Définitions

Branchement d'égouts sanitaires : Branchement d'égouts acheminant des eaux usées¹ que les ingénieurs désignent sous le vocable de « section privée du collecteur sanitaire secondaire ».

Captage et infiltration dérivés des précipitations (CIDP) : S'entend du captage pendant un épisode pluvieux et de l'infiltration qui se poursuit après l'événement lorsque le sol est saturé.

Captage : Comprend les apports en eau qui s'écoulent directement dans les réseaux d'égouts sanitaires, comme ceux provenant, notamment, des descentes pluviales résidentielles, des bassins d'égouts pluviaux accidentellement raccordés aux réseaux d'égouts sanitaires, des fuites provenant des couvercles de regards d'entretien des égouts sanitaires et des drains de cages d'escalier des sous-sols².

Collecteur sanitaire : Collecteur principal acheminant des eaux usées à un branchement d'égouts depuis la colonne de chute, le branchement d'évacuation ou le tuyau de vidange le plus en amont desservant un W.-C³.

Débit des eaux sanitaires de base (DESB) : Terme utilisé auparavant pour décrire la composante variable du débit moyen par temps sec.

Débit permanent par temps sec : Charge hydraulique observée par temps sec qui ne peut (ou ne devrait) pas être éliminée du réseau d'égouts (nouveau terme inventé par Norton).

Débit réductible par temps sec : Charge hydraulique observée par temps sec qui peut être « réduite » dans le cadre d'un programme de réduction du C/I (nouveau terme inventé par Norton).

Développement à faible impact (DFI) : Systèmes et pratiques utilisant ou imitant les processus naturels qui entraînent l'infiltration, l'évapotranspiration ou l'utilisation des eaux pluviales pour assurer la qualité de l'eau et protéger l'habitat aquatique associé⁴.

Drains de fondation : Système généralement composé de canalisations perforées et de matériaux granulaires disposés à la base des murs de fondation, afin d'y recueillir l'eau souterraine pour l'éloigner des fondations.

Eaux claires : Eaux usées dont la teneur en impuretés n'est pas dangereuse pour la santé, ce qui peut inclure l'eau de refroidissement et le condensat des installations de réfrigération et de climatisation, ainsi que le condensat refroidi des installations de chauffage à vapeur, mais n'inclut pas les eaux pluviales⁵.

Eaux pluviales : Eau s'écoulant en surface à la suite de pluies ou de chutes de neige⁶.

Eaux usées : Tout déchet liquide autre que les eaux usées claires ou les eaux pluviales⁷.

Infiltration : Eaux autres que des eaux usées sanitaires qui pénètrent dans les réseaux d'égouts sanitaires par des tuyaux, des raccords de tuyau, des jonctions ou des regards d'entretien défectueux. L'infiltration ne comprend pas le captage⁸.

Inspection sommaire : Inspection effectuée au moyen d'observations sommaires de l'extérieur de bâtiments, de lots, de systèmes de drainage de surface, etc.

Niveau de la nappe aquifère ou phréatique : Niveau supérieur d'une surface souterraine dans laquelle la roche ou le sol est saturé en permanence d'eau⁹.

Niveau saisonnier le plus élevé de la nappe aquifère : Niveau le plus élevé de la nappe phréatique pendant la saison la plus humide d'une année de précipitations supérieures à la moyenne.

Section privée du collecteur sanitaire secondaire : Partie du collecteur sanitaire secondaire située entre la limite du terrain privé et le bâtiment qui s'y trouve. Cette conduite est généralement appelée branchement d'égouts sanitaires (BES) dans les codes du bâtiment.

Section publique du collecteur sanitaire secondaire : Partie du collecteur sanitaire secondaire située entre le collecteur sanitaire principal et la limite du terrain privé.

Taux de fuite acceptable : Taux de fuite observé qui respecte la tolérance acceptable au moment de l'installation d'une nouvelle infrastructure d'égouts.

Sommaire non technique

L'expression « captage et infiltration » (C/I) désigne l'afflux d'eau claire dans les nouveaux réseaux d'égouts sanitaires ou dans les réseaux existants. Un taux de C/I excessif entraîne de nombreuses conséquences néfastes, notamment sur l'environnement et sur la santé et la sécurité de la population, ainsi que des répercussions financières graves et permanentes pour les municipalités, les assureurs, les contribuables et les propriétaires. Plus précisément, les inondations urbaines et de sous-sols attribuables à un taux de C/I excessif dans les réseaux d'égouts sont une cause majeure des dommages dus aux inondations au Canada. Les effets négatifs du C/I sont chroniques et répandus au Canada et ailleurs en Amérique du Nord, et devraient s'accroître en raison des changements climatiques. De plus, comme les zones urbaines aménagées du Canada cherchent à s'étendre et à mettre en valeur les terrains intercalaires, il est de plus en plus important de récupérer la capacité des réseaux d'égouts existants.

Ce document propose une approche pour développer un programme efficace et rentable de réduction du C/I pouvant se poursuivre tout au long du cycle de vie d'un réseau d'égouts. Son contenu s'appuie sur la vaste expérience professionnelle de l'auteur principal et de l'équipe d'auteurs, sur un examen approfondi de la littérature existante sur la gestion du C/I et sur la contribution substantielle du comité d'experts du milieu (CEM), qui était composé de spécialistes du C/I œuvrant au sein des secteurs municipaux et privés de diverses régions du Canada et des États-Unis.

Le document est destiné aux municipalités de petite et de moyenne tailles qui ont souvent des ressources internes limitées à consacrer à l'élaboration et à la mise en œuvre de programmes de gestion du C/I. Nous croyons cependant que toutes les parties prenantes à la gestion du C/I, y compris les grandes municipalités, les consultants et les organismes de réglementation provinciaux et nationaux, tireront parti des orientations présentées ci-après. Le document s'attarde aux réseaux d'égouts séparatifs et partiellement séparatifs, et porte sur la réduction du C/I dans les infrastructures municipales et sur les propriétés privées.

Le but de ce document est de mettre à la disposition des municipalités des outils efficaces et rentables pour bien comprendre l'ampleur du C/I dans leur réseau et pour déterminer la pertinence de procéder à des investissements, *avant de consacrer des sommes importantes à des études et à des travaux de réhabilitation sur le terrain*. Le travail de base que les municipalités auront accompli si elles appliquent les mesures proposées les aidera à adopter une approche moderne de la gestion du C/I, qui est beaucoup plus complexe – et rentable – qu'une simple étude sur le sujet.

Résultat attendu du projet : un document de base

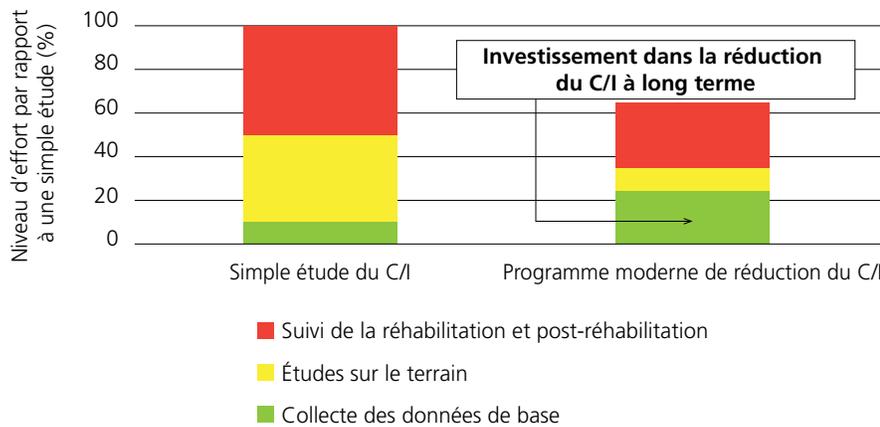
Cet ouvrage se veut un « document de base » rassemblant les connaissances et les idées des parties prenantes en vue de l'élaboration future d'une norme nationale du Canada (NNC). Les constatations qui s'en dégagent donnent à penser qu'une NNC portant sur les programmes de gestion du C/I devrait être élaborée pour le Canada. Il appartient toutefois au Conseil canadien des normes de déterminer s'il convient d'élaborer une NNC.

Différence entre un programme efficace et rentable de gestion du C/I et une simple étude sur le sujet

Ce document présente une démarche par étapes pour élaborer un programme efficace et rentable de réduction du C/I qui se démarque d'une simple étude sur le sujet. Comparativement à une étude, un programme nécessite beaucoup plus de travail de fond pour bien comprendre tous les problèmes qui contribuent au C/I dans un réseau d'égouts. Un programme de réduction du C/I permettra à la municipalité d'être « proactive » en ce qui a trait à la gestion du réseau d'égouts plutôt que de demeurer « réactive ». Il constituera un cadre grâce auquel les causes du C/I et les conditions qui y contribuent pourront être atténuées et gérées de manière systématique par la municipalité.

Cette approche « moderne » vise à permettre une réduction du C/I à long terme. La figure ci-dessous illustre visuellement ce concept.

Figure ES-1 : Représentation visuelle des efforts consacrés aux diverses tâches pour une étude de C/I vs un programme moderne de réduction du C/I



Les étapes du développement d'un programme de réduction du C/I présentées dans ce document sont les suivantes :

- *Étape 1 : Comprendre le débit des eaux usées et le C/I dans les sections privées (section 3).*
- *Étape 2 : Élaborer un programme de réduction du C/I (section 4).*
- *Étape 3 : Recueillir et évaluer les données existantes et préparer un plan de travail (section 5).*

Une fois ces étapes franchies, la municipalité peut procéder à autant d'études du C/I qu'elle le désire. Ces études comprendront les étapes suivantes :

- *Étape 4 : Surveiller les débits et mener des études sur le terrain.*
- *Étape 5 : Cerner les lacunes et élaborer un plan d'immobilisations pour la réhabilitation ou le remplacement.*
- *Étape 6 : Entreprendre la construction et le suivi post-construction.*
- *Étape 7 : Répéter les étapes pour chaque zone de drainage sélectionnée dans le programme global de réduction du C/I.*

Étant donné le peu d'orientations qu'offrirait l'industrie sur la façon de mener les premières étapes du travail nécessaires pour élaborer un programme efficace de gestion du C/I, ce document porte essentiellement sur les étapes 1 à 3. Il existe en effet déjà beaucoup de documentation et une expertise considérable sur les composants des études sur le C/I (étapes 4 à 7); par conséquent, ces étapes ne sont pas couvertes ici.

Étape 1 : Comprendre le débit des eaux usées

Pour réduire le C/I, il est essentiel de bien en comprendre la source. Par conséquent, la première étape pour réduire le C/I dans les réseaux d'égouts consiste à comprendre la charge hydraulique en eaux usées et à étudier chacun des composants qui contribuent à cette charge. Cette étape commence par une discussion des valeurs de C/I utilisées lors de la conception, de la construction et de l'acceptation des réseaux.

Valeurs de C/I intégrées à la conception des égouts sanitaires

Les égouts sanitaires sont conçus pour une durée de vie de 75 ans. Le débit de conception total est calculé en utilisant un débit domestique moyen présumé (p. ex., 300 L/p/j) et un facteur de pointe (Harmon ou autre). Le C/I de pointe à long terme est ensuite intégré à ce calcul. Partout au Canada, à l'étape de la conception des réseaux d'égouts sanitaires, ce calcul se fonde sur un facteur d'infiltration exprimé en L/s-ha (p. ex., 0,28 L/s-ha ou autre). Les deux facteurs de pointe à long terme sont additionnés et la charge hydraulique totale est utilisée pour dimensionner l'égout. L'égout est ainsi dimensionné pour tenir compte du C/I de pointe à 75 ans. L'étape de conception des égouts sanitaires est la seule étape où la valeur de C/I de 0,28 L/s-ha (ou autre) est significative.

La réduction de la tolérance pour le C/I de pointe à la conception (par exemple, 0,28 L/s-ha) n'a absolument aucun impact sur le niveau de C/I dans le système.

Norton, présentation lors de la FCE de l'OMWA en novembre 2020

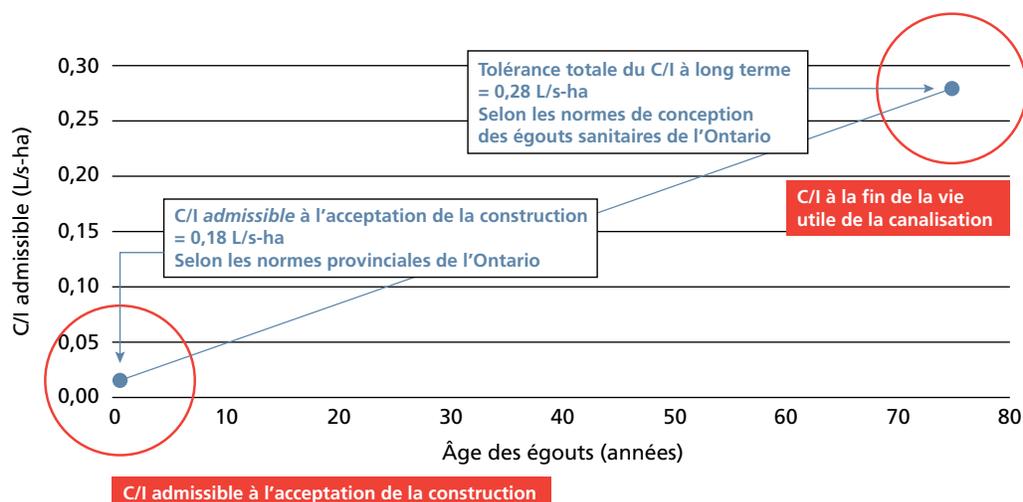
Construction du réseau d'égouts sanitaires et acceptation du C/I

Toutes les spécifications de construction (pour les sections publiques) et tous les codes du bâtiment (pour les sections privées) au Canada comportent des valeurs de C/I (ou de fuites) admissibles qui doivent être confirmées au moment de l'acceptation par la municipalité. La somme des fuites admissibles dans chaque composant d'un réseau d'égouts (tant du côté public que privé) est le taux de fuite admissible pour l'ensemble du réseau. Les nouveaux réseaux d'égouts sanitaires doivent présenter un taux de fuite acceptable pour être pris en charge par la municipalité. Une infrastructure présentant un taux de fuite acceptable est une infrastructure qui passe les tests d'acceptation au moment de son installation.

Utilisation des valeurs de C/I

Comme l'indiquent les deux sections précédentes, l'ingénieur doit prendre en compte deux valeurs de C/I : le taux de C/I à la conception et le taux de C/I à la construction et à l'acceptation. Ces valeurs sont distinctes et non liées. La figure ci-dessous illustre les deux valeurs de C/I utilisées dans les réseaux d'égouts pour un lotissement donné en Ontario (avec une dégradation progressive présumée pendant la durée de vie de l'égout). Le C/I de pointe à long terme (0,28 L/s-ha) ne devrait *jamais* être considéré comme le C/I admissible au moment de l'acceptation.

Figure ES-2 : Valeurs de C/I tout au long de la durée de vie d'une canalisation d'égout



Débit permanent et débit réductible par temps sec

Le débit par temps sec est la charge hydraulique mesurée dans l'égout sanitaire pendant une période de temps sec et est généralement associé à une infiltration. Les composants du débit par temps sec peuvent être divisés en deux catégories : le débit permanent par temps sec et le débit réductible par temps sec.

Le débit permanent par temps sec est une charge hydraulique qui ne peut pas être éliminée du réseau (comme les débits industriels nocturnes, les débits d'eaux usées non mesurés et le C/I intégré à la conception). Le débit réductible par temps sec est une charge hydraulique qui peut être éliminée du réseau (comme les fuites qui se retrouvent dans l'égout sanitaire ou la plupart des fuites par les canalisations, les jonctions ou les regards d'entretien). Il est nécessaire de comprendre cette notion pour apporter des solutions aux problèmes de C/I.

Le débit de C/I par temps sec est tout aussi important que celui par temps humide, car sa constance se révèle extrêmement coûteuse, sans compter qu'il contribue également directement aux pointes de la charge hydraulique par temps humide et aux inondations.

Débit par temps humide

Le débit par temps humide s'entend de la charge hydraulique observée pendant et après les épisodes de pluie et les périodes de fonte des neiges. Il s'agit essentiellement du débit lorsqu'il pleut et pendant un certain temps après, soit tant que le réseau d'égouts absorbe encore l'eau du sol. Le débit par temps humide comprend à la fois du captage et de l'infiltration. Le C/I réductible par temps humide englobe les jonctions fautives entre les réseaux sanitaires et pluviaux, ainsi que les branchements illégaux dans les sections privées.

C/I dans les sections privées

Les experts estiment maintenant qu'en Amérique du Nord de 50 % à 60 % du C/I provient des sections privées du réseau. En effet, dans la plupart des réseaux d'égouts, environ la moitié des canalisations se trouvent du côté privé. Au cours des cinq dernières années environ, des recherches ont été entreprises pour mieux comprendre les causes et les conditions du C/I dans les sections privées, en particulier lorsqu'il se produit dans les nouvelles constructions. Tout programme moderne de réduction du C/I doit prêter une attention particulière au C/I dans les sections privées, qu'il puisse ou non être inclus dans le programme.

Ce document a été rédigé de manière à refléter l'importance fondamentale d'inclure l'évaluation du C/I du côté privé à tout programme moderne de réduction du C/I.

La gestion du C/I du côté privé de la limite de propriété soulève des questions liées aux comportements. Elle présente également des enjeux matériels, d'ingénierie, de plomberie et de codes de construction et de plomberie. Les programmes volontaires comprennent généralement une combinaison d'initiatives pédagogiques, allant de mesures douces comme des renvois à des sites Web et des encarts contenant des renseignements essentiels joints aux factures, à d'autres plus assumées, comme des visites porte-à-porte et des journées portes ouvertes dans les régions touchées par les inondations, ainsi que des subventions pour l'exécution de travaux sur les branchements privés.

Les programmes municipaux offrent souvent des subventions appréciables et des conseils détaillés aux propriétaires; or, l'adoption de mesures d'atténuation du C/I du côté privé est au mieux sporadique partout au pays, de nombreux programmes enregistrant même de faibles taux d'adhésion. Cette participation anémique reflète la difficulté d'atténuer les risques d'inondation de sous-sol et de C/I du côté privé des limites de propriété.

Autres problèmes

Le défi du travail en silos, largement décrié par le personnel de municipalités canadiennes, est exacerbé dans les réseaux d'égouts à deux paliers (c.-à-d. ceux où des administrations municipales de palier supérieur et inférieur partagent la responsabilité de la collecte et du traitement des eaux usées). Dans le cadre de recherches effectuées en 2015 et 2016, des entrevues confidentielles ont été menées auprès de centaines d'employés municipaux de l'Ontario concernant les réseaux d'égouts et en particulier le C/I. Ces employés ont soulevé de nombreux problèmes, ainsi que plusieurs préoccupations et frustrations à propos des tentatives visant à réduire de manière efficace le C/I dans les réseaux à deux paliers.

Le C/I est un problème systémique qui afflige depuis longtemps les réseaux d'égouts. La résolution de problèmes de cette nature est complexe et, idéalement, doit faire partie intégrante du programme de gestion des réseaux d'égouts des municipalités. Le manuel des pratiques sur l'évaluation et la réhabilitation des réseaux d'égouts existants (*Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation: Manual of Practice*) de l'organisme américain Water Environment Federation (WEF) énumère les causes suivantes du C/I :

- vieillissement naturel du réseau d'égouts;
- manque d'entretien;
- eaux pluviales non canalisées;
- méthodes de construction déficientes;
- spécifications de construction ou conception inadéquates.

De toute évidence, les études ponctuelles du C/I sont insuffisantes pour éliminer la plupart de ces causes. Il faut plutôt mettre en place un programme proactif concerté qui tient compte de tous les aspects du réseau d'égouts.

Étape 2 : Élaborer un programme de réduction du captage et de l'infiltration

Après avoir soigneusement analysé toutes les considérations de base associées à la mise en œuvre d'un programme de réduction du C/I, la municipalité peut entreprendre le développement de certains composants du programme.

Estimation des coûts du C/I

Une première étape importante d'un programme de réduction consiste à estimer les coûts réels du C/I, puisqu'il faudra probablement justifier la nécessité du programme auprès du conseil municipal. En tant que tels, les coûts actuels réels du C/I devraient être considérés comme des coûts estimatifs pour des éléments « mesurables » du programme comme :

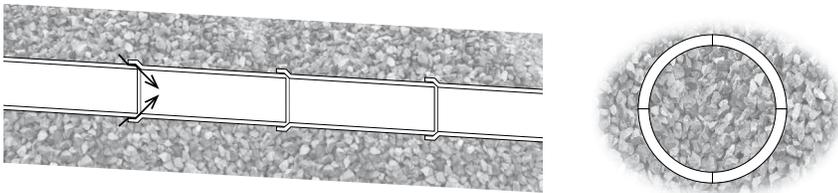
- le traitement du C/I (produits chimiques et énergie utilisés);
- les coûts d'opportunité associés au C/I (par exemple, pertes des revenus de lotissement et des taxes foncières si le développement est suspendu);
- la construction de nouveaux tronçons pour acheminer le débit;
- les débordements d'égouts sanitaires et les dérivations;
- le coût des inondations urbaines (dommages assurés et non assurés, coûts pour les institutions, les entreprises, les ménages et les administrations locales);
- les frais de personnel liés à la gestion des inondations, des débordements et des dérivations;
- les frais juridiques associés aux débordements d'égouts sanitaires, aux dérivations, aux inondations et aux refoulements d'égouts;
- l'augmentation potentielle des coûts associés aux impacts prévus des changements climatiques.

Il faut également prendre en compte les coûts accessoires qui ne sont pas toujours facilement quantifiables, tels que la réputation de la municipalité, son exposition aux risques juridiques et les conséquences sur sa cote de crédit.

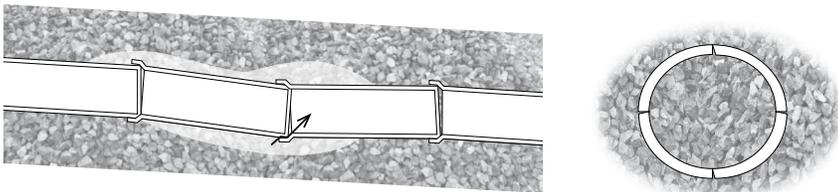
L'impact de pratiques de construction déficientes sur la durée de vie utile d'un égout est un autre coût difficile à évaluer. Selon les lignes directrices du MassDEP pour la réalisation d'analyses d'infiltration et de captage et d'enquêtes d'évaluation des réseaux sanitaires (*Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys*, 2017), les eaux parasites provenant du C/I réduisent la durée de vie utile et la capacité des réseaux d'égouts et des installations de traitement à canaliser et à traiter les eaux usées domestiques et industrielles. La figure ES-3 illustre comment la déformation d'une canalisation en raison d'un défaut initial influe sur la durée de vie utile d'un égout.

Figure ES-3 : Déformation d'une canalisation en raison d'un défaut initial

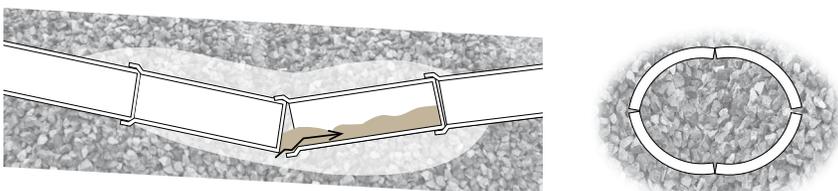
Stade 1 : Défaillance initiale de la canalisation, qui demeure maintenue en place par le sol environnant.



Stade 2 : Apparition de zones de remblai meubles ou de vides causés par l'infiltration de sol dans la canalisation.



Stade 3 : La canalisation perd son intégrité.



Source : Adapté de l'ouvrage *METHODS TO CONTROL LEAKS IN SEWER COLLECTION SYSTEMS*, livre blanc préparé par VIPULANANDAN, C., Ph. D., ing. et H. Gurkan Ozgurel, Center for Innovative Grouting Materials and Technology (CIGMAT), Department of Civil and Environmental Engineering, University of Houston, Houston, Texas 77204-4003, octobre 2004.

Norton Engineering préconise l'utilisation du taux des égouts résidentiels (p. ex., 3,15 \$/m à Kitchener, Ontario, en 2020) comme coût du C/I, car il représente ce qu'il en coûte réellement à la municipalité de posséder, exploiter, entretenir, réparer et remplacer le système de collecte et de traitement des eaux usées dans son intégralité, y compris les coûts fixes et cachés.

Il est recommandé de recourir aux données existantes sur la gestion des actifs pour élaborer le programme de réduction du C/I (ces données pouvant cependant se trouver dans des « silos » différents au sein d'une municipalité). L'ingénieur doit s'assurer de comprendre les critères utilisés pour évaluer l'état du réseau, car ils peuvent différer de ceux utilisés dans une simple étude du C/I (p. ex., l'utilisation de « l'âge » et du « matériau des canalisations » comme indication de l'ampleur du C/I est inadéquate). Cependant, s'il existe un plan de gestion des actifs, il sera utile pour déterminer les « niveaux de service » du réseau d'égouts.

Niveaux de service des égouts sanitaires

Une étape essentielle dans l'élaboration d'un programme efficace et rentable de réduction du C/I consiste à déterminer les niveaux de service cibles appropriés pour le réseau de collecte des eaux usées. Les niveaux de service des réseaux de collecte des eaux usées sont difficiles à quantifier. S'il existe un plan directeur du réseau d'égouts, il pourrait préciser les niveaux de service. En raison de la nature complexe du C/I, il n'est pas toujours possible de relier directement les déficiences du réseau au risque d'inondation (la gestion du risque d'inondation pourrait être un niveau de service cible). Dans les administrations municipales à deux paliers, l'établissement des niveaux de service est particulièrement ardu.

Il peut être approprié de fixer des cibles précises pour déterminer les niveaux de service, par exemple :

- réduction du volume;
- atténuation des pointes;
- diminution des débordements et des dérivations;
- récupération de capacité;
- réduction des risques d'inondation des propriétés privées;
- respect de la capacité de conception des égouts;
- minimisation des risques juridiques (pour la municipalité).

La plupart des municipalités auront toutefois du mal à définir précisément les niveaux de service étant donné la complexité du C/I. De nombreuses municipalités ont estimé qu'une approche plus souple en matière d'objectifs de niveaux de service était nécessaire. Le programme de réduction du C/I doit en venir à définir les niveaux de service souhaités, afin que le financement approprié puisse être accordé et que les résultats soient mesurés par rapport à un objectif.

Déterminer la volonté de la municipalité d'entreprendre des travaux dans les sections privées

Il est maintenant largement convenu que la réduction du C/I dans les sections privées des réseaux doit constituer un aspect important, voire indispensable, de tout programme global de réduction du C/I. Il est plus efficace et plus rentable pour l'équipe de réduction du C/I de chercher d'entrée de jeu à savoir si la municipalité est disposée à effectuer des travaux du côté privé du réseau.

La décision de mener des travaux dans les sections privées du réseau est plus politique que technique. Pour que les programmes comprenant des travaux du côté privé réussissent, il faut bien communiquer et obtenir une forte adhésion de la population. Des programmes innovants, tels que l'inspection des parties privées des collecteurs secondaires au moment de la vente d'une propriété, ont été mis en œuvre avec succès aux États-Unis, et plusieurs instances en Amérique du Nord renforcent les pouvoirs législatifs permettant de réduire les sources de C/I du côté privé. Les produits d'assurance couvrant les canalisations extérieures et la plomberie intérieure, offerts dans le cadre de

partenariats avec les municipalités et les assureurs privés, constituent une autre approche innovante qui peut aider à gérer le C/I du côté privé en sensibilisant les résidents au fait qu'ils possèdent une partie du réseau d'égouts. L'application proactive des règlements sur l'utilisation du réseau d'égouts pour éliminer les branchements illégaux des drains de fondation offre une autre option aux municipalités.

Tout programme moderne de réduction du C/I doit disposer de données sur les sections privées du réseau, que le programme s'attaque ou non au problème.

Qu'est-ce qu'un taux de C/I acceptable dans un système existant?

À ce jour, bien que de nombreux efforts aient été déployés, aucun objectif de réduction du C/I globalement acceptable n'a été fixé, et ce, en raison de l'immense complexité du C/I, des différences notables dans les conditions des réseaux et les méthodes de construction, dans la façon dont chaque municipalité assure le suivi du C/I, etc. On ne s'attend d'ailleurs pas à ce que cela change.

Dans le cadre de son plan de gestion intégrée des ressources en déchets liquides (*Liquid Waste Resource Management Plan*), le district régional du Grand Vancouver (Metro Vancouver) a entrepris une enquête approfondie sur les tolérances du C/I à la conception et a conclu ce qui suit :

Il est évident qu'indépendamment du fait que la tolérance de conception du C/I soit de 11 200 L/j-ha (ou 22 400 L/j-ha [0,28 L/s-ha]), le C/I excessif doit être réduit. D'après les valeurs de conception du C/I au Canada, il semble que tous les taux de C/I supérieurs à 25 000 L/j-ha peuvent être considérés comme étant excessifs.

Les diverses administrations continuent d'analyser de près ce qui est économiquement faisable. Le MassDEP, par exemple, considère les sources de C/I suivantes comme étant excessives et devant être éliminées : sources d'infiltration pouvant être éliminées du réseau à moindre coût et toutes les sources d'infiltration des sections publiques et privées, à moins que les conditions existantes ne rendent cette élimination techniquement impossible ou que le coût soit prohibitif.

Les municipalités devront peut-être se rendre à l'évidence que le C/I « acceptable » dans leurs réseaux d'égouts correspondra davantage au C/I restant après que ce qui pouvait être éliminé de manière rentable l'aura été, plutôt qu'à une valeur absolue.

Résumer les buts et objectifs

Après avoir accompli les tâches mentionnées précédemment, la municipalité devrait bien comprendre les buts et les objectifs globaux du programme de réduction du C/I. Ceux-ci devraient être clairement énoncés par écrit et communiqués aux cadres supérieurs, aux membres du conseil municipal et à la population. L'étape suivante consiste à recueillir et à évaluer les données existantes compte tenu du cadre défini par les étapes fondamentales décrites ci-dessus.

Étape 3 : Collecte et évaluation des données existantes et élaboration d'un plan de travail

Approche « Une seule eau »

L'approche « Une seule eau » aide les concepteurs de programmes à prendre en compte le cycle complet de l'eau sous toutes ses formes : eau potable, eaux usées, eaux pluviales, eaux de surface et eaux souterraines. Les égouts sanitaires, les égouts pluviaux et les canalisations d'alimentation en eau sont tous reliés en ce qui concerne le C/I. Les défauts des réseaux de distribution d'eau et d'égouts pluviaux peuvent avoir un impact direct sur le C/I dans les égouts sanitaires. Comme les deux réseaux perdent de l'eau, les fuites sont susceptibles d'augmenter le C/I dans les égouts sanitaires en raison de l'interconnexion entre les tranchées de services publics et les égouts sanitaires, qui sont généralement enfouis plus profondément que les autres réseaux. De plus, comme il y a toujours de la concurrence pour du financement, l'approche « Une seule eau » est essentielle dans le contexte de la gestion du C/I.

Recensement, collecte et organisation des données

Ces premières tâches de compréhension et de gestion des données existantes consistent à rassembler et à classer tous les renseignements disponibles, puis à les gérer et à les stocker de manière qu'ils soient facilement accessibles pour l'élaboration du programme de réduction du C/I. Une collecte de données exhaustive produira probablement une variété de types, de sources et de formats de données d'exactitude et d'âge multiples. Il faudra ensuite prêter une attention particulière et bien réfléchir à la façon de regrouper ces données dans des bases, des ensembles et des formats utiles. La gestion des données souvent volumineuses recueillies lors de la phase d'étude de l'évaluation du réseau d'égouts est un défi de taille, mais une composante nécessaire d'un programme efficace de gestion du C/I. Comme les méthodes de collecte, de stockage, de gestion et d'extraction des données diffèrent énormément d'une municipalité à l'autre, ces tâches doivent être adaptées à chacune.

Données des installations de traitement des eaux et des eaux usées

L'examen de la relation entre les ITE et les ITEU est un exercice précieux dans le travail de recherche sur le C/I. Ce sont des sources de données facilement accessibles et qui fournissent des renseignements utiles sur le C/I dans un réseau. Les données des ITEU peuvent être collectées à différents degrés de détail et utilisées pour étudier la réaction du réseau à divers événements, par exemple des épisodes pluvieux.

Collecte de données sur les sections publiques des réseaux d'égouts

Des données pertinentes sur les sections publiques des réseaux d'égouts sont accessibles à partir de nombreuses sources (en plus du service du génie), à la fois au sein d'une municipalité et ailleurs. L'ingénieur doit examiner attentivement chacune de ces sources et inclure une discussion de leurs limites potentielles dans la documentation du programme proposé de réduction du C/I.

Collecte de données sur les sections privées des réseaux d'égouts

Il est essentiel de comprendre l'apport des sections privées des collecteurs secondaires au C/I dans une municipalité, car cela permet de concevoir le programme de réduction le plus efficace et le plus rentable possible. Les données sur les sections privées du réseau sont plus difficiles à obtenir, mais de nombreux indicateurs peuvent fournir des renseignements, notamment l'âge des maisons, les cartes de drainage, les données sur les inondations et sur les refoulements d'égouts, et l'expérience des employés municipaux. Il faut prêter une attention particulière aux collecteurs secondaires orphelins, qui peuvent représenter une source importante, mais inaperçue de C/I.

Données d'exploitation du réseau d'égouts

Les responsables du fonctionnement des réseaux d'égouts disposent généralement de renseignements précieux, mais difficiles d'accès. Un programme efficace de réduction du C/I doit se prévaloir de l'apport de ces responsables, dont la compréhension approfondie du fonctionnement du réseau peut éclairer toutes les discussions sur le C/I. Les recherches entreprises depuis 2015 ont révélé que l'expertise du personnel d'exploitation est largement ignorée dans le cadre des simples études du C/I.

Données de planification

Les responsables du programme de réduction du C/I doivent se coordonner avec le service de planification de la municipalité pour comprendre le plan officiel ou les plans ou ébauches approuvés des politiques portant sur l'aménagement, la construction sur terrains intercalaires, les aires protégées, les pôles de croissance, etc., car ces facteurs influent sur les besoins en capacité et, partant, sur les décisions en matière de réduction du C/I. Les effets des changements de zonage et des orientations provinciales sur la densification doivent particulièrement être pris en compte, car la capacité du réseau doit être suffisante pour permettre une telle densification.

Cerner les lacunes des données et mettre à jour les méthodes de collecte au besoin

Il est fort probable que la municipalité décèle des lacunes dans les données au cours du processus de collecte. Elle doit alors mener une analyse des écarts pour déterminer quelles données essentielles, le cas échéant, manquent ou si les données doivent être recueillies différemment ou par un autre service.

À ce stade du développement du programme de réduction du C/I, l'ingénieur aura probablement une bonne idée des données qui seront essentielles. La collecte, la gestion, le stockage et la mise à jour des données peuvent être des activités coûteuses. Les lacunes dans les données et les incohérences de format compliquent le suivi du C/I, de sorte qu'il est recommandé de prendre des mesures pour améliorer ou mettre à jour le processus de collecte de données afin d'assurer un meilleur suivi et une compréhension accrue du C/I pour l'avenir (c.-à-d. passer du mode réactif au mode proactif). Cet aspect de l'élaboration du programme exigera probablement des efforts concertés.

Analyse documentaire informatisée des conditions existantes

Une fois les carences de données résolues, l'ingénieur devrait être en mesure d'entreprendre une analyse documentaire informatisée approfondie des conditions existantes dans le réseau d'égouts. Il importe de noter que l'analyse pour caractériser le C/I ressemble plus à un travail d'investigation qu'à une entreprise scientifique. L'ingénieur doit toujours garder à l'esprit la myriade de variables qui influent sur le C/I. Il doit surtout comprendre clairement les divers afflux en eaux usées et comment chacun contribue à la charge hydraulique totale. Il est courant dans l'industrie de caractériser d'infiltration tout « débit de base », alors qu'en fait une partie est un débit permanent par temps sec qui n'est pas de l'infiltration.

De nombreux renseignements sur la manière d'analyser les données pour évaluer le C/I sont accessibles à tous. L'ingénieur devrait pouvoir accéder au besoin à des sources externes pour analyser des combinaisons spécifiques d'ensembles de données. Voici quelques sources externes recommandées :

- *Guide for Estimating Inflow and Infiltration*, USEPA, 2014.
- *InfraGuide – Examen et évaluation d'un réseau de collecte d'eaux pluviales ou d'eaux usées*, 2003.
- *Guidelines for Performing I/I Analyses and Sewer System Evaluation*, Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017.
- *Guide for Evaluation Capacity, Management, Operation, and Maintenance (CMOM) Programs at Sanitary Sewer Collection Systems*, USEPA, 2005.

Résumer les constatations et élaborer un plan de travail

Une fois les données analysées, l'ingénieur devrait être en mesure de résumer ses constatations et de déterminer les prochaines étapes appropriées. Les résultats préliminaires et les problèmes, les sources, les occasions et les contraintes probables doivent être résumés dans un rapport écrit. Ce rapport devrait réévaluer les objectifs de réduction du C/I et déterminer s'il est possible de les atteindre.

La municipalité dispose dès lors d'un cadre pour procéder aux études de réduction du C/I dans des zones de drainage spécifiques. Les municipalités devraient pouvoir établir des échéanciers, des budgets, des besoins en personnel, etc. raisonnablement précis pour ces études.

Les études sur le C/I qui découleront des analyses initiales comprendront généralement les étapes suivantes :

- Étape 4 : Phase d'analyse du captage et de l'infiltration (surveillance des débits et études sur le terrain)
- Étape 5 : Cerner les lacunes, définir les objectifs et élaborer un plan d'immobilisations pour la réhabilitation ou le remplacement
- Étape 6 : Entreprendre la construction et le suivi post-construction
- Étape 7 : Répéter

Les tâches requises pour les études du C/I sont généralement bien comprises et la façon de réaliser ces études a fait l'objet de nombreux ouvrages du domaine public; elles ne sont donc pas abordées dans le présent document.

1. Introduction

1.1. Qu'entend-on par captage et infiltration et en quoi cela pose-t-il des problèmes?

Le captage et l'infiltration (voir l'encadré) et leurs répercussions négatives constituent désormais des problèmes chroniques en Amérique du Nord. Un taux de C/I excessif entraîne de nombreuses conséquences néfastes, notamment sur l'environnement et sur la santé et la sécurité de la population, ainsi que des répercussions financières graves et permanentes pour les municipalités, les assureurs, les contribuables et les propriétaires¹⁰. On s'attend à ce que ces conséquences s'intensifient dans de nombreuses régions compte tenu de l'augmentation prévue des précipitations extrêmes dues aux changements climatiques. De plus, comme les zones urbaines très développées du Canada continuent de privilégier les projets d'aménagement sur terrains intercalaires, il est de plus en plus important de récupérer la capacité des réseaux d'égouts existants¹¹.

Les répercussions potentielles des changements climatiques sur le C/I dans les réseaux d'égouts séparatifs sont de plus en plus reconnues dans les rapports nationaux d'évaluation des changements climatiques et sont prises en compte dans les documents d'orientation relatifs à l'adaptation aux changements climatiques¹². Bien qu'il soit largement admis que les impacts prévus des changements climatiques toucheront directement les systèmes de gestion des eaux pluviales, les réseaux sanitaires devraient également en subir les conséquences sous forme de C/I¹³. Les interconnexions entre les tranchées des égouts pluviaux et sanitaires¹⁴ (les égouts pluviaux se trouvant généralement au-dessus des égouts sanitaires) rendent ces impacts inévitables. En général, le C/I dérivé des précipitations (CIDP) devrait augmenter avec la hausse de l'intensité et de la quantité des précipitations¹⁵. De plus, on s'attend à ce que les épisodes de précipitations de courte durée et d'intensité élevée (PCDIE) augmentent en fréquence et en gravité dans le contexte des changements climatiques¹⁶.

D'autres conséquences potentielles des changements climatiques peuvent également exacerber ou perturber les taux de C/I. Par exemple, parce qu'un sol gelé est moins propice à l'infiltration, le raccourcissement des périodes de gel causé par la hausse des températures pourrait entraîner une augmentation de l'infiltration pendant l'hiver¹⁷. Aussi, les régions côtières pourraient devoir composer avec un risque croissant de C/I parce que l'élévation du niveau de la mer fait monter celui de la nappe phréatique et que l'intrusion d'eau salée peut compromettre l'intégrité du réseau¹⁸. Les conditions climatiques pourraient également influencer sur les conditions antécédentes (c'est-à-dire les conditions de pluie et d'humidité avant ou entre les épisodes de PCDIE), avec des impacts supplémentaires sur le CIDP¹⁹. Enfin, à mesure que le CIDP augmente, il est possible que la fréquence et le volume des débordements d'égouts unitaires et sanitaires augmentent aussi²⁰.

1.2 C/I et dommages dus aux inondations au Canada

Les inondations urbaines ou de sous-sols^a associées aux épisodes de PCDIE sont l'un des principaux facteurs de pertes dues aux catastrophes au Canada²¹. La vulnérabilité des milieux urbains a été mise en évidence après l'inondation du 8 juillet 2013 dans le Grand Toronto. Avec des pertes assurées totales de plus d'un milliard de dollars (en \$ CA de 2019), il s'agit du sinistre le plus cher de l'histoire de l'Ontario et des inondations urbaines dues à des PCDIE les plus coûteuses de l'histoire du Canada²². Bien que plusieurs événements assurés et non assurés contribuent aux dommages causés par les inondations, dont les écoulements d'eau de pluie et de ruissellement, les refoulements d'égouts, les infiltrations et divers problèmes de plomberie à l'intérieur des résidences, les données sur les pertes du secteur de l'assurance indiquent que plus de 60 % des pertes assurées et 70 % des réclamations sont attribuables aux refoulements d'égouts et aux dégâts d'eau dans des immeubles résidentiels^b.

^a Ces termes sont décrits plus loin dans cette section.

^b Il est à noter que la couverture d'assurance pour les dommages causés par les inondations résidentielles attribuables à des écoulements d'eau de pluie et de ruissellement est offerte au Canada depuis 2015 seulement.

Captage et infiltration (C/I)

Dans le domaine de la gestion des eaux, l'expression « captage et infiltration » désigne les eaux claires qui pénètrent dans les réseaux d'égouts sanitaires. Le C/I touche autant les réseaux d'égouts existants que les nouveaux réseaux. L'agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) définit ainsi le captage et l'infiltration :

Captage – Eaux autres que des eaux usées qui s'écoulent directement dans les réseaux d'égouts sanitaires, comme celles provenant des descentes pluviales résidentielles, des bassins d'égouts pluviaux accidentellement raccordés aux réseaux d'égouts sanitaires, des fuites provenant des couvercles de regards d'entretien et des drains de cages d'escalier des sous-sols. Le captage ne comprend pas l'infiltration.

Infiltration – Eaux autres que des eaux usées sanitaires qui pénètrent dans les réseaux d'égouts sanitaires par des tuyaux, des raccords de tuyau, des connexions ou des regards d'entretien défectueux. L'infiltration ne comprend pas le captage.

Source : EPA des États-Unis, 2014. *Guide to III Reduction.*

Les refoulements d'égouts dans les résidences représentent généralement plus de la moitié du total des pertes assurées lors de grandes inondations urbaines.

Tableau 1 : Principales inondations urbaines au Canada qui comprenaient des pertes majeures ou régionales attribuables à des refoulements d'égouts*

Date de l'épisode et pertes assurées (en \$ CA de 2019, si publiées)	Détails
Peterborough, ON, 15 juillet 2004 Pertes assurées : 113 M \$	~80 mm en 1 h, ~260 mm en 24 h ²³
Toronto/Grand Toronto, ON, 19 août 2005 Pertes assurées : 795 M \$	132 mm en 2 h, 149 mm en 12 h (Toronto/North York) ²⁴
Hamilton, Ottawa, ON (juillet 2012) Pertes assurées : 104 M \$	116 mm à 140 mm en 3 h dans la région de Hamilton
Toronto, ON, 8 juillet 2013 Pertes assurées : 1 024 M \$	102 mm en 2 h, 126 mm en 6 h (Toronto/aéroport international Pearson) ²⁵
Grand Toronto, ON, août 2014 Pertes assurées : 84 M \$	150 à 200 mm à Burlington
Saskatoon, SK, à Thunder Bay, ON, juin 2016 Pertes assurées : 40 M \$	50 mm (jusqu'à 90 mm en tout) en 3 h (Thunder Bay, ON), 44 mm (Estevan, SK), 140 mm, 303 mm/h (West Hawk Lake, MB), 104 mm (Killarney, MB), 60 mm (Grandview, MB)
Estevan, SK, à Edmonton, AB, 8 au 11 juillet 2016 Pertes assurées : 59 M \$	~130 mm en 2 h (Estevan, SK), 49 mm (Clearwater, MB), 86 mm (Lloydminster, SK), 89 mm (Yorktown, SK et région)
Windsor/Tecumseh, ON, 28 sept. 2016 Pertes assurées : 165 M \$	195 mm (total), 100–110 mm en 5 h à Tecumseh, 115–230 mm à Windsor (en 24 h) ²⁶ ~ 80 % des pertes assurées attribuées aux dégâts d'eau causés par le refoulement des égouts résidentiels
Sud de l'Ontario et du Québec, 5 au 7 avril 2017 Pertes assurées : 116 M \$	30 à 40 mm (parties du sud de l'Ontario et du Québec le 4 avril), 50 à 85 mm (parties du sud de l'Ontario et du Québec du 5 au 7 avril), 70 à 85 mm à Montréal
Windsor/Tecumseh/Essex, ON, 28–29 août 2017 Pertes assurées : 177 M \$	290 mm à LaSalle, + de 220 mm à Windsor, 190 mm à Essex ~ 70 % des pertes assurées attribuées aux dégâts d'eau causés par le refoulement des égouts résidentiels.
ON/QC, octobre 2017 Pertes assurées : 104 M \$	Vestige de la tempête tropicale Phillipe (112 mm à Ottawa, 74 mm à Kingston)
Est du Canada, inondations hivernales, janvier 2018	Pluie maximale : 127,5 mm, Mechanic Settlement, NB. Pertes également attribuées aux vents violents
Sud de l'Ontario et du Québec, février 2018	Pluie maximale : 76 mm, Lucknow, ON. Pertes supplémentaires attribuées à la pluie verglaçante
Toronto, inondations dues à des PCDE, août 2018	Pluie maximale : 72 mm
QC et Maritimes, inondations et vent, janvier 2019	Pertes également attribuées à la pluie verglaçante et au vent
ON et QC, dégel hâtif au début février 2019	Pertes attribuées à des dégâts d'eau et à la pluie verglaçante
Sud de l'Ontario et du Québec, fonte des neiges et pluie, mars 2019	Pertes attribuées à la fonte des neiges, à la pluie et aux vents violents
Est du Canada, inondations, mars 2019	Pluie maximale : 62,2 mm, Duncan Cove, NS
ON, QC et NB, inondations printanières, avril et mai 2019 Pertes assurées : 272 M \$	Pertes attribuées aux inondations et aux vents violents
Est du Canada, pluie et tempête de vent, octobre et novembre 2019 Pertes assurées : 256 M \$	Pluie maximale : 109 mm, Stratford, QC. Pertes également attribuées à la neige et aux vents violents.
ON et QC, tempête hivernale et inondations, janvier 2020	Pluie maximale : 82 mm, Wellesley, ON. Pertes également attribuées à la pluie verglaçante et aux vents violents

* Comprend les événements où au moins 20 % des pertes totales ont été attribuées au refoulement des égouts.

Sources : Sauf indication contraire, les données sur les dommages et les accumulations de pluie proviennent des bulletins CatIQ de 2018, 2019 et 2020. Catastrophe Bulletins, Toronto, CatIQ. Ville de Windsor, 2017. Ordre du jour de la réunion extraordinaire du conseil municipal du 23 janvier 2017, Windsor, Ville de Windsor. Sauf indication contraire, les montants des sinistres assurés proviennent du Bureau d'assurance du Canada. Assurances de dommages au Canada 2020, Toronto, Bureau d'assurance du Canada. Ville de Tecumseh, 2016. Communiqué de presse de la ville de Tecumseh sur l'inondation, 29 septembre 2016.

Outre les dommages matériels, les conséquences des inondations attribuables aux refoulements d'égouts incluent notamment des risques pour la santé (p. ex., moisissures, introduction d'eaux usées brutes²⁷), une diminution de la superficie habitable dans les maisons et la perte d'articles irremplaçables ou ayant une valeur sentimentale, entre autres effets. Les ménages peuvent également subir un resserrement de leurs conditions d'assurance ou même voir leurs possibilités de s'assurer contre de tels événements compromises²⁸. À l'échelle municipale, citons les dommages aux infrastructures, les coûts opérationnels et les menaces de poursuites à la suite d'inondations liées à des PCDE²⁹.

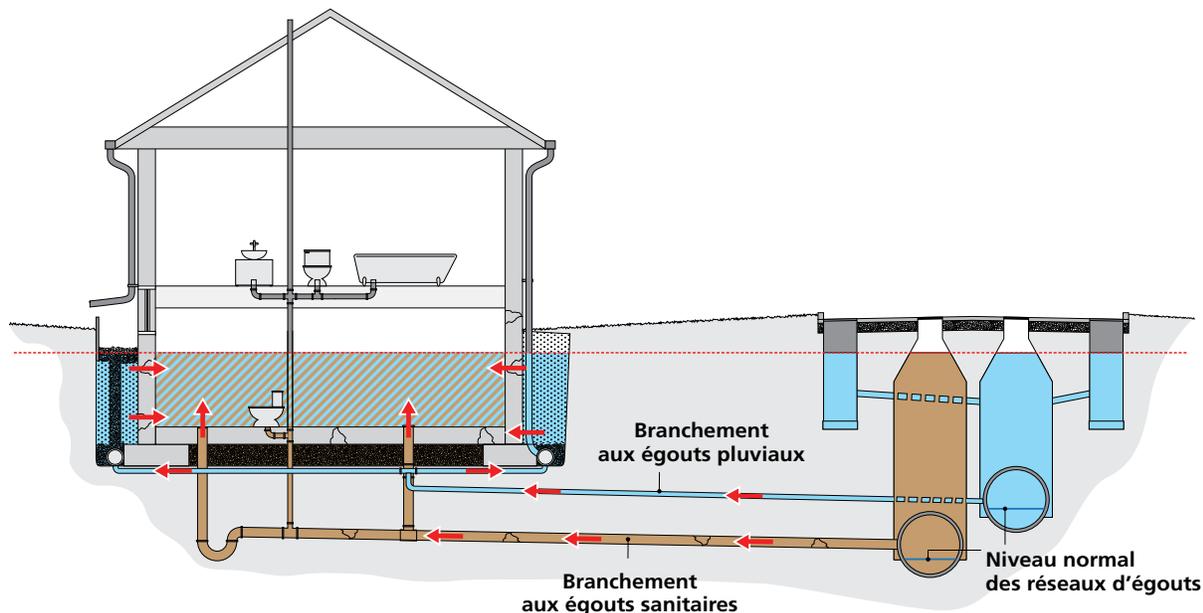
En 2017, dans le cadre d'une analyse de l'adaptation aux changements climatiques de l'environnement bâti, le Groupe de travail sur les infrastructures et bâtiments de la Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques signalait que les municipalités de nombreuses régions du Canada craignent que le risque associé aux inondations urbaines et de sous-sols s'intensifie en raison, notamment, de la croissance du développement urbain, de la densification de la population, du vieillissement des infrastructures privées et municipales, des problèmes de construction des réseaux d'égouts et de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des épisodes de pluie extrême attribuables aux changements climatiques³⁰. Comme nous le verrons plus loin dans le document, le comportement des propriétaires (p. ex., entretien déficient) et la conception des bâtiments, qui favorise l'aménagement des sous-sols comme espace de vie, peuvent être des facteurs aggravant les risques d'inondations de sous-sols³¹. Cette tendance générale à aménager les sous-sols comme espace de vie et son corollaire qui consiste à creuser davantage pour accroître leur habitabilité augmentent encore la vulnérabilité des maisons et des ménages aux dommages causés par les inondations.

Divers facteurs contribuent généralement à l'inondation des maisons lors d'épisodes de PCDE, notamment les suivants³² :

- infiltration des eaux souterraines et de surface (l'eau pénètre dans le sol le long des murs de fondation, puis s'infiltre par des fissures dans les fondations, des raccords non étanches, etc.);
- refoulements d'égouts (de l'eau de pluie ou des eaux usées refoulent dans les canalisations souterraines d'égouts pluviaux ou sanitaires);
- écoulement des eaux de ruissellement (des eaux pluviales pénètrent dans les immeubles par des ouvertures situées au-dessus du niveau du sol).

De nombreux autres facteurs peuvent influencer sur l'occurrence des inondations dans une maison, notamment une défaillance de la pompe de puisard, des dispositifs de protection contre les inondations mal installés ou mal entretenus, des connexions d'égout bloquées et une mauvaise construction³³. La figure 1 illustre l'hydraulique ou les mécanismes d'un refoulement d'égouts provoquant une inondation.

Figure 1 : Illustration d'un refoulement d'égouts dans un réseau séparatif



Source : ROBINSON, B., D. Sandink et D. Lapp, 2019. *Atténuation des risques de captage et d'infiltration (CI) dans les nouveaux réseaux d'égouts – Document de base*, Institut de prévention des sinistres catastrophiques, Toronto et Conseil canadien des normes, Ottawa. Adapté de Sandink, D., 2009, *Guide de prévention des inondations de sous-sols*, Toronto, Institut de prévention des sinistres catastrophiques et de Association canadienne de normalisation, 2019, *CSA Z800-18, Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques*, Toronto, Association canadienne de normalisation.

De janvier 2016 à décembre 2019, des pertes de plus de 1,1 milliard de dollars ont été directement attribuées aux inondations résidentielles dues au débordement des égouts, entraînant des refoulements dans les sous-sols de résidences partout au Canada. En 2019 seulement, ces pertes ont été de plus de 400 millions de dollars. Le tableau 1 présente des renseignements supplémentaires sur les événements catastrophiques assurés récents ayant entraîné des inondations urbaines majeures. Il importe de noter que les événements présentés dans ce tableau comportent des pertes assurées attribuées dans une proportion d'au moins 20 % à des refoulements d'égouts résidentiels. Les pertes restantes sont dues aux dommages causés par les inondations aux automobiles, aux édifices commerciaux et à leur contenu. Comme le signale CatIQ, le principal organisme de déclaration des catastrophes au Canada³⁴, le refoulement des égouts représente généralement plus de la moitié du total des sinistres assurés lors de grandes inondations urbaines.

1.3 Définitions préliminaires

Nous discuterons en détail de nombreux concepts dans ce document. Voici donc une description préliminaire des termes « égout » et « inondation » pour mettre en contexte le reste de la section.

1.3.1 Types d'égouts

Il n'y a que quatre ou cinq grands types d'égouts, mais de nombreuses combinaisons peuvent exister dans certaines municipalités, en particulier dans les plus anciennes. Le tableau 2 présente un résumé simple des types d'égouts en fonction du contenu qu'ils acheminent.

Tableau 2 : Types d'égouts par contenu³⁵

Contenu acheminé	Types d'égouts				
	Fonction sanitaire		Fonction de drainage		
	Séparatif	Partiellement séparatif ou semi-unitaire ¹	Unitaire	Pluvial	Troisième canalisation ²
Eaux usées domestiques	x	x	x		
Descentes pluviales		x	x		x
Drains de fondation		x	x		x
Eaux de ruissellement			x	x	

Source : Norton Engineering, 2020. Présentation à l'OMWA, 19 novembre 2020; recherche en cours.

Remarque 1 : En Ontario, le terme courant est « partiellement séparatif »; en Colombie-Britannique, on emploie surtout « semi-unitaire ».

Remarque 2 : L'Ontario utilise des réseaux avec une troisième canalisation. Ce type de réseau ne semble pas courant en Colombie-Britannique.

Les réseaux d'égouts séparatifs s'entendent des réseaux ayant des canalisations distinctes pour les égouts sanitaires et les égouts pluviaux dans les sections publiques. Du côté privé de la limite de propriété, les maisons sont desservies par un collecteur sanitaire secondaire et peuvent être reliées à l'égout pluvial au moyen d'une « troisième canalisation » pour évacuer l'eau recueillie par le drain de fondation ou les descentes pluviales. Dans les réseaux entièrement séparatifs, seules les eaux usées domestiques (eaux noires et grises) sont rejetées dans l'égout sanitaire. Aucune eau pluviale ou souterraine « propre » – comme celle associée aux descentes pluviales, aux drains de fondation, aux bassins collecteurs, etc. – n'est délibérément rejetée dans le réseau sanitaire.

Les réseaux semi-unitaires (ou partiellement séparatifs) sont des anciens réseaux dans lesquels il existe des égouts séparatifs du côté municipal de la limite de propriété, mais où les systèmes de drainage des fondations, les descentes pluviales, les bassins collecteurs, etc. se déversent dans les collecteurs sanitaires secondaires du côté privé des limites de propriété. Ces débits apportent un excès d'eau important dans les égouts sanitaires, entraînant une surcharge des infrastructures de traitement des eaux usées et des refoulements d'égouts dans les maisons.

Les experts consultés lors de la préparation de ce document ont noté un manque de clarté quant à la définition des réseaux d'égouts dits « séparatifs ». Dans de nombreuses municipalités canadiennes, le raccordement des drains de fondation aux égouts sanitaires était une pratique courante dans les réseaux séparatifs jusque dans la deuxième moitié du 20^e siècle. Bien que les réseaux d'égouts de ces municipalités comprennent des canalisations souterraines séparées pour les eaux usées sanitaires et les eaux pluviales, le réseau sanitaire absorbe des quantités importantes de C/I dérivé des précipitations et des eaux souterraines en raison du raccordement des drains de fondation aux collecteurs sanitaires secondaires. C'est pour cette raison que les réseaux de ce type ne peuvent pas être qualifiés de réseaux entièrement séparatifs, mais sont plutôt désignés comme des réseaux « partiellement séparatifs » ou « semi-unitaires ».

Comme le rapportaient les services des déchets liquides de Metro Vancouver (2016) :

Les réseaux d'égouts semi-unitaires étaient autrefois courants dans les nouvelles constructions canadiennes, car ils permettaient de drainer les fondations et les sous-sols sans qu'il soit nécessaire de construire des égouts pluviaux. Ces réseaux sont donc des réseaux sanitaires recevant des apports pluviaux de collecteurs secondaires ayant de multiples interconnexions du côté privé des limites de propriété. On pense que ces réseaux étaient responsables des taux élevés et chroniques de C/I dans de nombreux quartiers desservis avant qu'ils soient interdits³⁶.

Dans les faits, les réseaux combinent fréquemment les divers types d'égouts présentés au tableau 2. L'équipe du projet et le CEM ont tenté de s'entendre sur des définitions standard pendant la préparation de ce document, mais aucun consensus n'a été atteint. De plus :

Certains réseaux initialement qualifiés de séparatifs sont en fait semi-unitaires ou partiellement séparatifs, car ils ont été altérés par des années de réparations ponctuelles, la détérioration des collecteurs secondaires et une construction déficiente de ces collecteurs, ce qui peut se solder par un ensemble de raccordements entre des égouts séparatifs et semi-unitaires. Ces réseaux sont difficiles à caractériser et à gérer³⁷.

1.3.2 Types d'inondations liées au C/I

Le terme « inondation » est mentionné à plusieurs reprises dans ce document. Il existe deux grandes catégories d'inondations liées au C/I dans les régions intérieures (non côtières) :

1. les inondations riveraines (de plans d'eau collecteurs);
2. les inondations urbaines.

Les inondations riveraines sont associées à la hauteur de la ligne piézométrique d'un plan d'eau collecteur à proximité. Lorsque cette hauteur dépasse les valeurs types, cela provoque un refoulement dans les réseaux d'égouts pluviaux et sanitaires, entraînant des inondations. Si le C/I est plus élevé qu'il ne devrait l'être, une inondation riveraine peut toucher plus de propriétés, puisque la ligne piézométrique dans l'égout part d'un point plus élevé. Ce problème est en grande partie masqué lors d'une importante inondation riveraine.

Les inondations urbaines s'entendent de tous les autres types d'inondations, notamment celles qui sont attribuables aux causes suivantes :

- problèmes de nivellement des lots donnant lieu à des écoulements en surface en raison d'un drainage inadéquat, déficience d'un égout privé ou de dispositifs de protection de la plomberie;
- problèmes municipaux, tels que la surcharge des réseaux d'égouts, la défaillance de stations de pompage ou un entretien déficient.

Le *C/I en général* (et pas seulement celui attribuable à des PCDIE ou à du CIDP) est aussi une cause d'inondation. Si la ligne piézométrique de l'égout est plus élevée en raison du *C/I*, alors celui-ci est directement responsable de l'inondation. Il s'agit là d'un concept important pour les besoins de ce document et pour comprendre et gérer les différents types de *C/I*.

La description des différents scénarios d'inondations possibles (p. ex., inondations côtières, eaux souterraines, etc.) dépasse le cadre de ce document. Les municipalités connaissent vraisemblablement les causes générales de tous les types d'inondations qu'elles subissent et devraient pouvoir élaborer leur programme de réduction du *C/I* en conséquence.

Ce document porte uniquement sur les problèmes liés aux inondations urbaines. Les lecteurs doivent se référer à la norme *CSA Z800-18 : Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques* pour de plus amples renseignements sur les causes et les conditions des inondations urbaines.

1.4 Objet et portée du présent document

Le but de ce document est de mettre à la disposition des municipalités des outils efficaces et rentables pour bien comprendre l'ampleur du *C/I* dans leur réseau et déterminer la pertinence de procéder à des investissements, *avant de consacrer des sommes importantes à des études et à des travaux de réhabilitation sur le terrain*. Le travail de base que les municipalités auront accompli si elles appliquent les mesures proposées les aidera à adopter une approche moderne de la gestion du *C/I*, qui est beaucoup plus complexe – et rentable – qu'une simple étude sur le sujet.

Le document porte plus précisément sur les réseaux séparatifs et semi-unitaires au sens défini au tableau 2. Les analyses des réseaux d'égouts pluviaux et unitaires sont fondamentalement différentes. Cependant, autant les réseaux d'égouts séparatifs qu'unitaires subissent du *C/I*, et les deux types de réseaux réagissent aux épisodes de ruissellement et peuvent avoir des intervalles de récurrence associés à leurs débits.

Quoi qu'il en soit, les techniques de réhabilitation requises pour traiter le *C/I* dans les réseaux séparatifs et unitaires sont essentiellement les mêmes, bien que les solutions appliquées aux réseaux unitaires doivent inclure une évaluation des options d'évacuation des eaux pluviales.

Ce document a été rédigé de manière à refléter l'importance fondamentale d'inclure l'évaluation du *C/I* du côté privé à tout programme moderne de réduction du *C/I*.

Il porte principalement sur les zones urbaines du sud du Canada. Dans sa forme actuelle, le document ne comprend pas de directives initiales visant les régions nordiques du pays, qui pourraient être vulnérables aux changements de la condition du pergélisol.

1.5 Public cible

Les principales parties prenantes susceptibles d'utiliser ce document sont les suivantes :

- municipalités de petite et de moyenne taille;
- organismes de réglementation et instances responsables des réseaux d'égouts sanitaires;
- ingénieurs-conseils.

Ce document part du principe que la plupart des réseaux d'égouts entièrement unitaires plus anciens au Canada sont exploités par de grandes municipalités urbaines qui disposent du personnel compétent, de ressources suffisantes et, probablement, d'une expertise interne en C/I. Le public cible proposé de ce document se compose donc des municipalités qui n'ont pas nécessairement accès à une telle expertise, bien que les grandes villes bénéficieront également de l'information qui y est présentée.

L'utilisateur cible principal est un ingénieur municipal intéressé par la mise en œuvre de stratégies de réduction du C/I pour sa municipalité. Cependant, étant donné qu'il existe très peu de guides sur le sujet, les conseils proposés s'adressent autant aux municipalités qu'aux cabinets d'ingénieurs-conseils.

Le terme « ingénieur » est utilisé ici pour désigner toute personne susceptible de développer un programme de réduction du C/I, bien qu'il soit entendu que cette personne pourrait avoir un titre professionnel différent (autre que celui d'ingénieur ou l'équivalent).

1.6 Principaux ouvrages consultés pour la préparation du document

Il existe très peu de documents complets et à jour qui portent sur l'élaboration d'un programme moderne de réduction C/I. La plupart des documents sur le sujet ont été publiés il y a plus de 10 ans. Cependant, la nature fondamentale du C/I n'a pas changé et une grande partie de l'information est toujours pertinente. Les ouvrages suivants ont été largement consultés lors de la préparation de ce document et sont recommandés à qui voudrait obtenir de plus amples renseignements.

- *InfraGuide – Examen et évaluation d'un réseau de collecte d'eaux pluviales ou d'eaux usées*, publication n° 1.0, 2004, Fédération canadienne des municipalités et Conseil national de recherches du Canada.
- *InfraGuide – Prévention ou réduction de l'infiltration et de l'eau de captage dans les réseaux*, publication n° 1.0, 2003, Fédération canadienne des municipalités et Conseil national de recherches du Canada.
- *InfraGuide – Approche intégrée de l'examen et de l'évaluation des réseaux municipaux de voirie, d'égout et d'eau potable*, publication n° 1.0, novembre 2003, Fédération canadienne des municipalités et Conseil national de recherches du Canada.
- *Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation*, manuel de pratique n° FD-6 de la WEF, manuels et rapports de l'ASCE/EWRI, Water Environment Federation et de l'American Society of Civil Engineers/Environmental and Water Resources Institute.
- *Guide for Evaluating Capacity, Management, Operation, and Maintenance (CMOM) Programs at Sanitary Sewer Collection Systems*, USEPA, janvier 2005.
- *Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys*, Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017.
- *Assessing Local Mandatory Measures To Reduce Flood Risk and Inflow & Infiltration in Existing Homes*, ICLR, 2017.
- *Controlling Inflow and Infiltration in the Metro Vancouver Area, Liquid Waste*, Subcommittee of the Regional Engineers Advisory Committee, 2019.
- *Guide for Estimating Infiltration and Inflow*, USEPA, juin 2014.
- *Best Practices Guide: Management of Inflow and Infiltration in New Urban Developments*, ICLR, 2015.

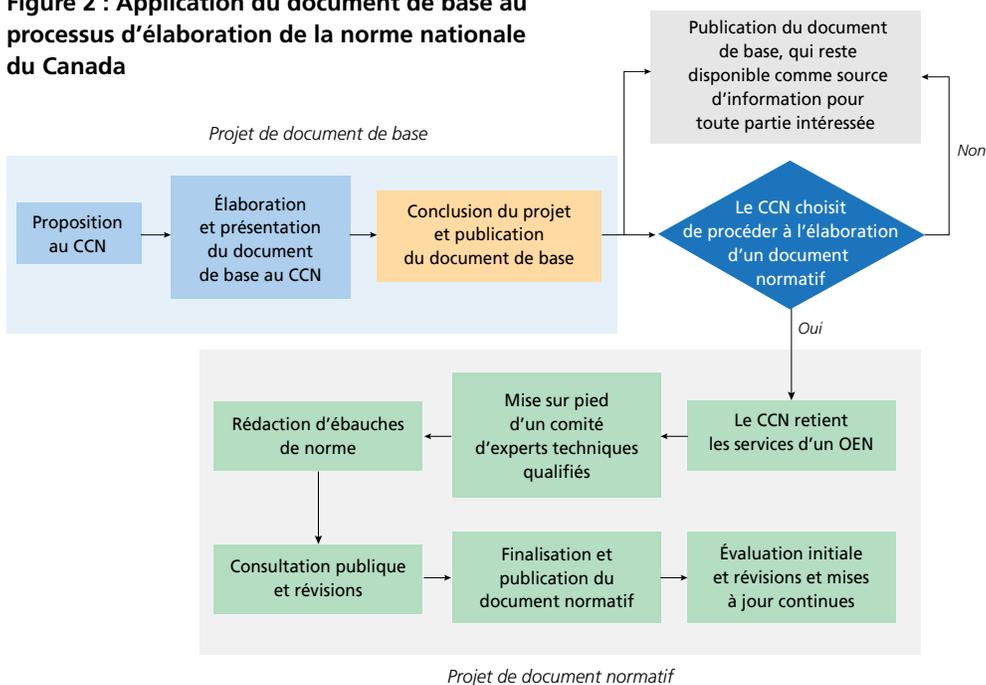
1.7 Document de base et processus de développement d'une norme nationale

Le projet porte sur l'élaboration d'un document « préliminaire » ou « de base » dont l'objectif est de constituer une base de connaissances étayée par les observations de parties prenantes en vue de la rédaction future d'une norme. Le rapport soulève des sujets techniques dans l'optique de susciter des discussions plus poussées.

Bien que le document soit une source d'information utile, il ne peut être utilisé à des fins de certification, de vérification ou de réglementation. Aucune partie du document de base ne doit être considérée comme normative ou adoptée comme étant une meilleure pratique approuvée par quelque organisme que ce soit. Le développement d'une norme nationale devrait faire l'objet d'un projet distinct, géré par le CCN. L'élaboration de la norme nationale devra vraisemblablement comprendre les étapes suivantes (voir la figure 2) :

- Rédaction par le CCN d'une demande de propositions à distribuer aux organismes de développement de normes (OEN) accrédités
- Sélection d'un OEN expérimenté pour entreprendre le projet
- Formation par l'OEN d'un comité technique pour appuyer l'élaboration de la norme nationale (la composition de ce comité devrait reposer sur une matrice afin d'assurer une large représentation nationale des divers secteurs et des multiples parties prenantes)
- Développement de plusieurs ébauches de la norme
- Période officielle de consultation publique et compilation des commentaires reçus sur la version préliminaire de la norme nationale
- Révision du projet de norme nationale en fonction des commentaires reçus lors de la consultation publique
- Finalisation et publication de la norme nationale
- Processus de révision continu (par exemple, re-formation du comité technique et révision tous les cinq ans)

Figure 2 : Application du document de base au processus d'élaboration de la norme nationale du Canada



1.8 Processus de consultation et de participation des parties prenantes

Le processus de consultation et de participation des parties prenantes associé à l'élaboration d'un document de base pour le Conseil canadien des normes comprend les éléments suivants :

- Formation par l'équipe de projet d'un comité d'experts du milieu (CEM) comprenant :
 - des personnes très expérimentées et des experts techniques représentant divers secteurs, dont le génie, l'administration municipale, la consultation, les réseaux d'égouts sanitaires et la réduction du C/I;
 - des membres représentatifs à l'échelle nationale, regroupant des experts de toutes les régions pertinentes du Canada : Colombie-Britannique, Prairies, Ontario, Québec et Atlantique.
- Des consultations approfondies avec les membres du CEM sur une période de 18 mois, notamment dans le cadre d'une réunion en ligne, de deux séances d'examen officiel des versions préliminaires du document et d'entretiens individuels de suivi entre le CEM et les membres de l'équipe de projet.
- Des consultations avec un éventail plus large de parties prenantes dans le cadre d'un webinaire national (voir l'encadré) et de discussions individuelles.
- Des modifications et des révisions de plusieurs versions préliminaires du document pour tenir compte des commentaires des parties prenantes.

1.9 Principes directeurs

Comme le précise le document, la réduction au minimum des risques de C/I excessif dans les réseaux d'égouts existants constitue une bonne pratique d'ingénierie. Elle comporte de nombreux avantages : diminution des coûts, limitation des risques de dommages matériels, prolongation de la durée de vie des infrastructures et levée des contraintes en matière d'expansion des municipalités. Même si l'on s'attend à ce que les changements climatiques augmentent la fréquence et la gravité des épisodes de précipitations extrêmes, les mesures présentées dans ce document sont applicables indépendamment des impacts des changements climatiques.

Pour être incluses dans la norme ou les lignes directrices, les mesures de gestion du C/I doivent :

- **Préserver la santé publique.** En fin de compte, les réseaux d'égouts visent à préserver la santé publique. Ce concept doit donc être pris en compte lors de la prise de décisions importantes concernant le C/I.
- **Comblent les lacunes des normes et des codes existants.** Les provinces et les municipalités du Canada publient des normes pour la conception, la construction et l'inspection des réseaux d'égouts. La norme nationale devrait chercher à homologuer les meilleures pratiques existantes, le cas échéant, et servir de base au renforcement de l'application des normes de construction au moyen de procédures administratives (inspection, échange d'information et coordination entre les décideurs concernés), s'il y a lieu.
- **Être flexibles.** Les mesures proposées devraient permettre une certaine souplesse et mettre autant que possible l'accent sur les processus et les objectifs plutôt que sur des prescriptions. Elles devraient également refléter les exigences administratives des municipalités ou des autres instances locales responsables des réseaux d'égouts sanitaires ainsi que les normes, codes et lignes directrices en vigueur.

Webinaire national

Un webinaire national à participation ouverte a eu lieu le 10 novembre 2020. Le webinaire visait à informer les parties prenantes du projet d'élaboration d'un document de base et à solliciter les commentaires d'un large public.

Au total, 122 participants de la Colombie-Britannique, de l'Ontario, de la Nouvelle-Écosse, de l'Alberta, du Nouveau-Brunswick, de Terre-Neuve et du Québec ont assisté au webinaire. Les participants représentaient les industries et secteurs suivants : services publics municipaux, municipalités régionales, municipalités de palier inférieur et à palier unique, organismes provinciaux, ingénieurs-conseils, collectivités autochtones, fabricants et associations industrielles.

- **Être fondées sur des données et des faits démontrés.** Les mesures proposées devraient être fondées sur les meilleures données disponibles sur la gestion du C/I.
- **Être efficaces.** Les mesures proposées devraient avoir une efficacité démontrée et donner lieu à une réduction mesurable du C/I dans les réseaux d'égouts sanitaires.
- **Permettre un retour sur investissement reflétant les étapes du cycle de vie.** Les étapes du cycle de vie doivent être prises en compte lors de l'évaluation du retour sur investissement des activités de gestion du C/I. Le retour sur investissement de la plupart des mesures les plus efficaces de gestion des risques de C/I varie en fonction de l'étape du cycle de vie de l'infrastructure. Par exemple, les mesures liées aux matériaux des conduites et à la construction auront un retour sur investissement limité lors de travaux de modernisation, mais un retour intéressant lorsqu'elles seront appliquées à la construction de nouveaux réseaux, aux rénovations majeures et aux réaménagements.
- **Être pratiques.** Dans la mesure du possible, les mesures devraient être pratiques et leur mise en œuvre devrait être simple au plan administratif.

Ce document part du principe que les programmes de réduction du C/I doivent être *efficaces et rentables*, notamment en respectant les critères suivants :

- Les résultats semblent justifier l'investissement des contribuables dans le programme de réduction du C/I, y compris les coûts en personnel et les coûts en immobilisations (efficacité de la démarche).
- L'approche du programme de réduction du C/I se concentre sur la coopération entre toutes les parties prenantes afin de maximiser les résultats (efficacité de la démarche).
- Des méthodes novatrices de mise en œuvre des programmes de réduction du C/I sont étudiées, testées et appliquées, sachant que toutes les méthodes ne fonctionnent pas pour chaque municipalité (rentabilité de la démarche).
- Les constatations et les résultats du programme sont partagés publiquement au bénéfice de tous (efficacité de la démarche d'un point de vue sociétal).

Les principes énumérés ci-dessus reflètent également les exigences relatives aux éléments techniques à inclure dans une norme nationale du CCN, comme le précise la section suivante. La rentabilité des programmes de C/I n'est pas définie dans ce document, mais dans sa forme la plus pure, elle serait représentée par le coût total du programme en fonction du nombre de L/s de C/I éliminé.

Ce document considère en outre le C/I tout au long du cycle de vie d'un réseau d'égouts (de l'installation à la mise hors service).

2. Gestion du C/I tout au long du cycle de vie d'un réseau d'égouts

2.1 Renseignements généraux

La détection et la réduction du C/I sont des processus qui peuvent être longs, coûteux et frustrants. De nombreuses municipalités déclarent investir des capitaux importants dans la réduction du C/I et n'obtenir que très peu de résultats positifs et mesurables, voire aucun. De plus, les facteurs suivants contribuent à la difficulté de mener efficacement à terme un programme de réduction du C/I :

- manque d'expertise technique à l'interne;
- roulement de personnel;
- décideurs comprenant mal la corrélation entre les différents facteurs du C/I, comme les inondations, les coûts, etc.;
- collecte déficiente de données pertinentes pour soutenir les programmes de réduction;
- limites du mandat du conseil municipal et, par conséquent, variabilité des priorités du conseil ou des conseillers;
- processus budgétaire et priorités concurrentes;
- découragement en raison de la lenteur du processus.

Il apparaît donc clairement qu'il faut adopter une démarche plus efficace et plus rentable de la réduction du C/I.

La présente section décrit la démarche préconisée dans ce document. L'objectif n'est pas simplement de conseiller les municipalités sur la façon d'entreprendre un programme d'étude du C/I et de réhabilitation des réseaux, mais plutôt de les encourager à réfléchir à la gestion du C/I tout au long du cycle de vie d'un réseau d'égouts (de l'installation à la mise hors service).

2.2 Démarches d'élaboration d'un programme de réduction du C/I

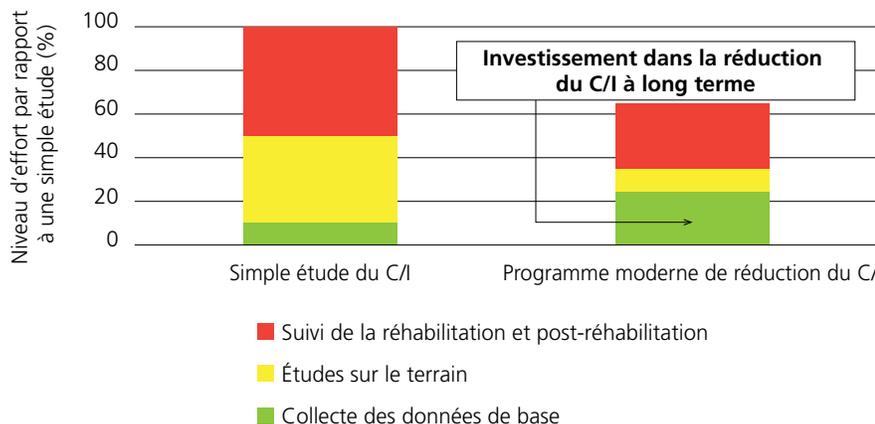
Une étude du C/I nécessite inévitablement un examen des antécédents du réseau, la recherche des secteurs problématiques, une enquête sur le terrain pour confirmer et localiser les sources de C/I, la réhabilitation du réseau et le suivi postérieur à la réhabilitation. Dans les simples études du C/I, la surveillance du débit des grands bassins de collecte des eaux usées est souvent entreprise au début de l'étude pour commencer à localiser les secteurs problématiques. Bien que cette tâche permette effectivement de localiser les secteurs problématiques, elle ne produit pas de données qui permettent à la municipalité de « connaître » la nature et le type du C/I. Les données produites sont typiquement trop générales pour être exploitables.

La démarche proposée ici, appelée programme de réduction du C/I, comprend toutes les mêmes tâches, mais met davantage l'accent sur celles qui doivent être menées au début du processus afin de cibler plus précisément les secteurs problématiques avant d'entreprendre des recherches coûteuses sur le terrain.

Il faut donc que les municipalités effectuent d'abord le travail de base nécessaire, soit l'analyse approfondie du réseau, l'établissement des objectifs et des coûts et l'élaboration de la stratégie à adopter pour les sections privées du réseau, avant de mettre en œuvre les conclusions des études détaillées du C/I dans des bassins de drainage en particulier (ce qui comprend une étude sur le terrain, la réhabilitation du réseau et le suivi postérieur à la réhabilitation). Cette démarche minutieuse devrait réduire, peut-être même substantiellement, l'effort (et donc le budget) consacré à la réhabilitation, car elle optimise l'information *dont dispose déjà la municipalité*.

Cette systématisation de l'évaluation et de la réhabilitation des réseaux d'égouts fait appel à toutes les ressources disponibles. La figure 3 illustre graphiquement la différence conceptuelle entre une simple étude du C/I et un programme moderne de réduction du C/I.

Figure 3 : Représentation visuelle des efforts consacrés aux diverses tâches pour une étude de C/I vs un programme moderne de réduction du C/I



Source : Norton Engineering, 2020. Présentation à l'assemblée générale annuelle sur les documents maîtres des constructions municipales (Master Municipal Construction Documents – MMCD), 20 novembre 2020.

La surveillance des débits sera probablement une composante essentielle de tout programme de réduction du C/I, mais il peut s'agir d'une tâche coûteuse et les données peuvent rapidement devenir difficiles à gérer. Une sélection judicieuse, informée et efficace des sites de surveillance peut faire gagner beaucoup de temps et épargner énormément d'argent aux municipalités. De plus, l'approche évite à la municipalité de recueillir des quantités importantes de données de surveillance du débit qu'elle n'aura peut-être ni la capacité ni l'expertise de traiter, surveiller, comprendre et utiliser. Des municipalités canadiennes, surtout les plus grandes disposant de programmes étendus de surveillance du débit, rapportent avoir du mal à assurer le suivi de leurs analyses, au point d'en venir à ne pas utiliser les données efficacement du tout³⁸.

Comme ce document l'indiquera clairement, la réduction du C/I fait intervenir tous les aspects de la gestion des réseaux d'égouts. Bien que les composants de la gestion des réseaux d'égouts qui débordent la simple gestion du C/I dépassent largement la portée de ce document, certains enjeux y sont quand même présentés, et les lecteurs sont renvoyés à d'autres documents pour de plus amples renseignements.

Ce document propose une démarche systématique qui fait appel à toutes les ressources disponibles comme étant essentielles pour assurer un programme efficace et rentable de réduction du C/I.

2.3 Différence entre un programme efficace et rentable de gestion du C/I et une simple étude sur le sujet

Ce document présente une démarche par étapes pour élaborer un programme efficace et rentable de réduction du C/I qui se démarque d'une simple étude sur le sujet. La démarche du programme nécessite plus de travail de fond pour bien comprendre tous les problèmes qui contribuent au C/I dans un réseau d'égouts. Un programme de réduction du C/I permettra à la municipalité d'être « proactive » en ce qui a trait à la gestion du réseau d'égouts plutôt que de demeurer « réactive ».

Il constitue un cadre grâce auquel les causes du C/I et les conditions qui y contribuent dans une municipalité pourront être atténuées et gérées de manière systématique.

Ces étapes permettront à la municipalité de cerner ses lacunes, de résumer ses constatations et d'élaborer un plan pour mener des études ciblées sur le C/I. Les étapes suivantes menant à l'élaboration d'un programme de réduction du C/I sont présentées dans ce document :

Étape 1 : Comprendre le débit des eaux usées et le C/I dans les sections privées (section 3)

Étape 2 : Élaborer un programme de réduction du C/I (section 4)

Étape 3 : Recueillir et évaluer les données existantes et préparer un plan de travail (section 5)

Une fois le programme défini, la municipalité pourra entreprendre les études sur le C/I. Les études seront conçues pour localiser précisément le C/I que la municipalité souhaite ou peut traiter. Les tâches de surveillance du débit des petits bassins de collecte des eaux usées et de détection des sources de C/I au moyen de techniques intensives, comme les tests de dépistage à la fumée et au colorant (simulation d'inondation), devront alors être entreprises. Ces tâches sont essentielles pour déterminer les sources exactes de C/I afin de sélectionner et mettre en œuvre les techniques de réhabilitation appropriées. Ces techniques sont toutefois très coûteuses. Les résultats ne sont utiles à la municipalité que s'ils mènent à la prise de mesures (p. ex., si une municipalité découvre des problèmes sur une propriété privée, mais n'est pas disposée à faire ce qu'il faut pour les corriger, l'effort peut être vain). Il vaut mieux dépenser le précieux capital pour localiser des problèmes que la municipalité peut et va corriger au moyen d'un programme de réduction du C/I.

Après avoir mis en place le programme de réduction du C/I, la municipalité peut procéder à autant d'études du C/I qu'elle le désire. Ces études comprendront généralement les étapes suivantes :

Étape 4 : Surveiller les débits et mener des études sur le terrain

Étape 5 : Cerner les lacunes et élaborer un plan d'immobilisations pour la réhabilitation ou le remplacement

Étape 6 : Entreprendre la construction et le suivi post-construction

Étape 7 : Répéter

Les études sont évidemment essentielles pour réduire le C/I. Elles ne sont pas particulièrement difficiles à mettre en œuvre sur le plan technique, et il existe de nombreux guides sur chaque composant (p. ex, surveillance du débit, inspection par contrôle télévisuel en circuit fermé et tests de dépistage à la fumée et au colorant). En outre, les techniques de réhabilitation pour corriger le C/I sont bien comprises et évoluent constamment à mesure que de nouveaux produits sont mis en marché.

Étant donné le peu d'orientations qu'offrait l'industrie sur la façon d'entreprendre les étapes initiales du travail nécessaires pour élaborer un programme efficace de gestion du C/I, ce document de recherche porte essentiellement sur les étapes 1 à 3. Il existe en effet déjà beaucoup de documentation et une expertise considérable sur les composants des études sur le C/I (étapes 4 à 7).

Enfin, les tâches décrites dans cette section peuvent être organisées de diverses manières (p. ex., il peut être nécessaire de devancer la surveillance du débit), mais la principale conclusion est qu'une municipalité doit tenir compte de nombreux facteurs *avant* d'entreprendre des travaux coûteux sur le terrain. En effet, pour obtenir une réduction efficace et rentable du C/I, il y a énormément d'éléments à prendre en considération. Le programme décèlera de nombreux facteurs qui affectent le C/I, et nombre d'entre eux ne seront pas techniques, comme le précisent les sections suivantes.

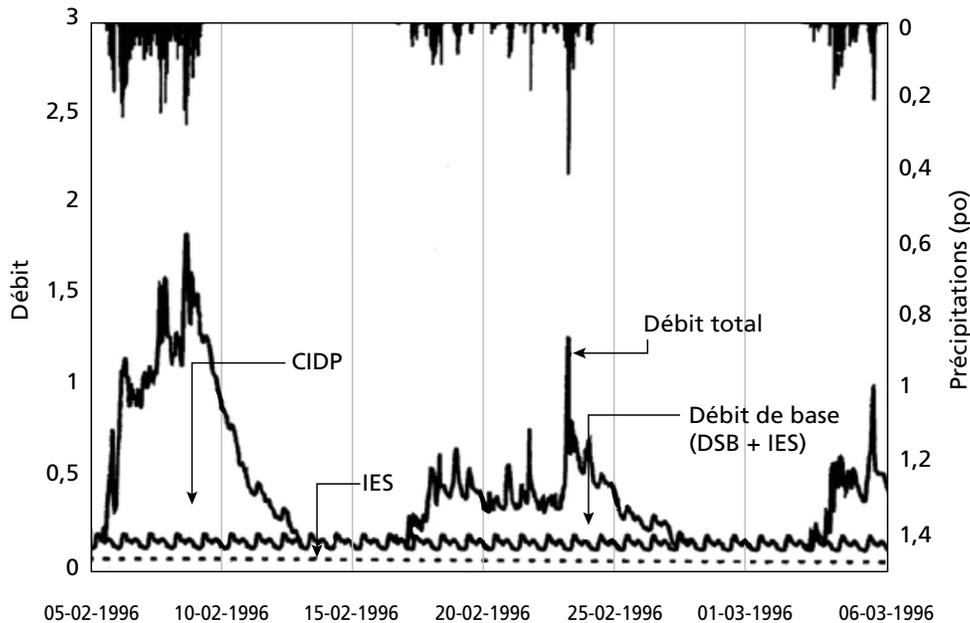
3. Étape 1 : Comprendre le débit des eaux usées

3.1 Discussion générale sur les débits d'eaux usées

La première étape pour réduire le captage et l'infiltration dans les réseaux d'égouts est de comprendre les résultats de la surveillance du débit et chaque composant qui contribue à ce débit (car pour réduire le C/I, il est essentiel de bien en comprendre la source). L'analyse de la charge hydraulique totale en eaux usées pour localiser les sources de C/I pouvant être réduites doit tenir compte de tous les composants du débit.

La figure 4 illustre la façon dont les débits d'eaux usées ont généralement été représentés dans les documents de référence sur le C/I. Bien que cette représentation soit correcte, elle simplifie à l'extrême les composants du débit, en particulier du côté privé, qui est moins bien compris. La présente section décrit ces composants plus en détail.

Figure 4 : Représentation type d'un graphique de débit des eaux usées dans les documents de référence sur le C/I



Source : WEF (Water Environment Federation), 1999b. Using Flow Prediction Technologies to Control Sanitary Sewer Overflows, Monographie, Alexandria, VA.

Comme l'illustre la figure 4, la charge hydraulique de base est définie comme étant le débit sanitaire de base (DSB) et l'infiltration des eaux souterraines (IES). Il s'agit du débit observé par temps sec. Le captage et l'infiltration dérivés des précipitations (CIDP) s'entend du captage et de l'infiltration par temps pluvieux, c'est-à-dire le captage (pendant l'épisode pluvieux) et l'infiltration (qui se poursuit après l'épisode pluvieux lorsque le sol est encore saturé). De nombreux termes sont utilisés pour décrire le C/I, dont certains ne sont pas véritablement pertinents dans le cadre des études réelles sur le C/I.

Le débit des eaux usées est généralement considéré dans deux conditions : par temps sec et par temps humide. Les composants que sont le DSB, l'IES et le CIDP sont expliqués en détail dans les sections suivantes.

3.2 Conception et construction d'égouts sanitaires

Pour comprendre les types de C/I que comportent les réseaux d'égouts, il est essentiel de bien saisir les concepts essentiels de la conception et de la construction des égouts sanitaires. La présente section décrit brièvement les principes de base de la conception, de la construction et de l'acceptation des réseaux d'égouts sanitaires. Ces concepts sont développés plus loin dans le document (section 4.7).

3.2.1 Conception des égouts sanitaires

Comme il est précisé à plusieurs reprises dans ce document, les réseaux d'égouts sanitaires se détériorent avec l'âge et ont généralement une durée de vie nominale de 75 ans, après quoi ils devraient normalement être mis hors service. Au bout de 75 ans, l'égout devrait cependant encore être en mesure d'évacuer le débit domestique de pointe et la tolérance prévue pour le C/I de pointe à long terme. Pour cette raison, lors de la conception des réseaux d'égouts sanitaires, les valeurs de pointe à long terme du C/I sont incluses dans les calculs de dimensionnement des canalisations. Dans la majeure partie du Canada, une valeur de 0,28 L/s-ha (également exprimée en diverses autres unités) est utilisée. (La Colombie-Britannique utilise cependant la moitié de cette valeur.) Le tableau 3 présente une fiche de conception d'égout sanitaire type utilisée en Ontario. La Colombie-Britannique recourt à un modèle de conception similaire.

Tableau 3 : Fiche de conception d'un égout sanitaire type utilisée pour dimensionner les canalisations (extrait)

Ville de XXX • Conception du réseau d'égouts sanitaires

Emplacement : Collecteur principal					Facteur de débit de conception, F= 0,00417 L/s (équivalent à 360 L/pers/j)														
N° de projet : Ingénieur-conseil					Facteur d'infiltration, Fi= 0,28 L/s-ha														
Vérifié par : ABC					Débit maximal autorisé= 100 % de la capacité nominale des égouts														
Calculé par : DEF					Vitesse maximale= 3,0 m/s														
Date : xxx					Vitesse minimale= 0,6 m/s														
Emplacement	N° de secteur	Du RE	Au RE	Densité de pop. (pers/ha)	Superficie (ha)		Population		Facteur de pointe	Débit sanitaire (L/s)		Débit de C/I de pointe (L/s)	Débit suppl. (L/s)	Débit total (L/s)	Conception proposée				
					Augm.	Cumul.	Augm.	Cumul.		Moyenne	Pointe				Diam. (mm)	Vitesse (m/s)	Dc max. (L/s)	% de capacité	
1	A	AM11	PS02	L002	0	0,001	0,00	0	0	5,00	0,00	0,00	0,00	60,80	60,80	200	0,90	28,43	214
2	B	AM10	A002	A001	62	10,53	10,53	653	653	5,00	2,72	13,61	2,95	0,00	77,36	250	1,15	56,46	137
3	"	AM10	A001	A001	62	0,96	11,49	60	712	5,00	2,97	14,85	3,22	0,00	78,87	250	1,03	50,50	156
4	"	AM10	A001	A002	60	3,32	14,81	199	912	5,00	3,80	19,01	4,15	0,00	83,95	300	0,80	56,23	149
5	"	AM10	A002	A003	60	0,78	15,59	47	958	5,00	4,00	19,98	4,37	0,00	85,15	300	0,93	66,46	130
6	"	AM10	A003	A004	60	0,77	16,36	46	1005	5,00	4,19	20,93	4,58	0,00	86,31	350	1,31	126,43	68
7	"	AM10	A004	A005	60	0,62	16,98	37	1042	4,96	4,34	21,54	4,75	0,00	87,10	350	1,38	133,21	65
8	"	AM10	A005	A001	60	12,66	29,64	760	1801	4,44	7,51	33,39	8,30	0,00	102,49	525	1,22	263,59	39

Source : Norton Engineering, 2020. Présentation au sous-comité sur la gestion des déchets liquides du comité régional des ingénieurs-conseils (Regional Engineers Advisory Committee) de Metro Vancouver, septembre 2020.

Comme le précise le tableau 3, le débit quotidien moyen présumé (360 L/p/j dans ce cas) est multiplié par un facteur de pointe (le facteur de Harmon dans ce cas-ci) pour calculer le débit sanitaire de pointe (voir la colonne jaune la plus à droite du tableau 3). Ensuite, le débit de C/I de pointe est calculé séparément, généralement en multipliant la superficie en hectares par 0,28 L/s-ha pour obtenir la tolérance pour le C/I de pointe à la conception (voir la colonne verte du tableau 3). La somme de ces valeurs (colonne rose du tableau 3) correspond au débit de pointe utilisé pour dimensionner la canalisation de l'égout sanitaire. Cette canalisation doit pouvoir évacuer le débit de C/I de pointe au bout de 75 ans.

La réduction de la tolérance de conception du C/I de pointe (p. ex., en proposant moins de 0,28 L/s-ha) n'a absolument aucun impact sur le niveau de C/I dans le système.

Source : Norton, présentation lors de la FCE de l'OMWA en 2020.

Il est important de savoir que la tolérance du C/I de pointe à long terme est distincte du taux de fuite admissible à l'acceptation des nouveaux réseaux³⁹. De plus, la réduction de la tolérance de conception du C/I de pointe (p. ex., en proposant moins de 0,28 L/s-ha) n'a absolument aucun impact sur le niveau de C/I dans le système. Cette valeur, qui est utilisée lors de l'acceptation, est décrite dans la section suivante.

3.2.2 Construction et acceptation des réseaux d'égouts sanitaires

Toutes les spécifications de construction (pour les sections publiques) et tous les codes du bâtiment (pour les sections privées) au Canada comportent des valeurs de C/I admissibles.

Le Code national de la plomberie stipule que les fuites admissibles du côté privé doivent être de « zéro ». Les spécifications provinciales, telles que les normes provinciales de l'Ontario et les documents maîtres des constructions municipales (Master Municipal Construction Documents – MMCD) de la Colombie-Britannique définissent les fuites admissibles pour les nouvelles canalisations et les regards d'entretien.

La somme des fuites admissibles dans chaque composant d'un réseau d'égouts (tant du côté public que privé) est le taux de fuite admissible pour le lotissement. Le terme « inacceptable »⁴⁰ est utilisé lorsque le taux de C/I a été comparé au taux admissible et qu'il le dépasse (voir l'encadré).

Le terme « inacceptable » a une signification précise dans le contexte d'un programme moderne de réduction du C/I. Le taux de C/I est inacceptable lorsqu'il excède le taux autorisé à l'origine, calculé conformément aux normes, codes et lignes directrices en vigueur.

Les valeurs de C/I acceptables pour un réseau d'égouts existant sont expliquées plus en détail à la section 4.7.

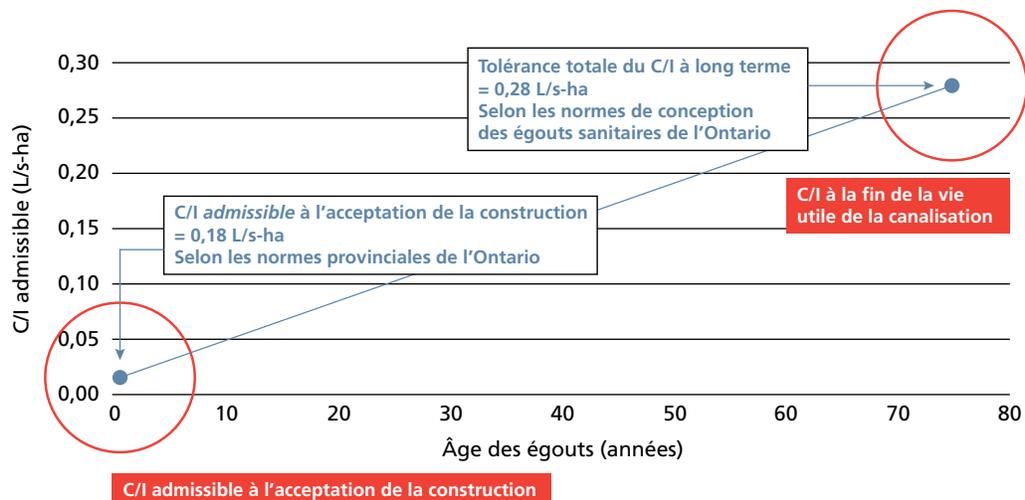
3.2.3 Utilisation des valeurs de C/I

Comme l'indiquent les deux sections précédentes, l'ingénieur doit prendre en compte deux valeurs de C/I. Ces valeurs sont toutefois distinctes et non liées. L'utilisation appropriée des valeurs de C/I dans l'industrie est essentielle, mais est actuellement mal comprise. La figure 5 illustre les deux valeurs de C/I utilisées dans le contexte des réseaux d'égouts – le C/I admissible au moment de l'acceptation et la tolérance du C/I à long terme – pour un lotissement type en Ontario.

Qu'est-ce qu'une infrastructure présentant un taux de fuite acceptable?

Une infrastructure présentant un taux de fuite acceptable est une infrastructure qui passe les tests d'acceptation au moment de son installation. Il s'agit de la somme des fuites acceptables des sections publiques et privées du réseau d'égouts. Cette valeur peut être calculée pour chaque bassin de collecte des eaux usées en fonction de la superficie couverte, du nombre de maisons ou de la longueur des conduites.

Figure 5 : Valeurs de C/I tout au long de la durée vie d'un réseau d'égouts



La figure 5 illustre une dégradation progressive du réseau d'égouts, mais toutes les hypothèses sont envisageables. Le C/I de pointe à long terme (0,28 L/s-ha) ne devrait jamais être considéré comme le C/I admissible au moment de l'acceptation.

3.3 Débit par temps sec

Le débit par temps sec ou débit d'étiage est défini comme étant la charge hydraulique mesurée dans les égouts sanitaires en période de temps sec⁴¹. C'est essentiellement le débit observé quand il n'a pas plu et qu'il ne pleut pas. Le débit par temps sec peut contenir à la fois de l'eau de captage et de l'infiltration, mais il est plus généralement associé à l'infiltration.

Les composants du débit par temps sec peuvent être divisés en deux catégories : le débit *permanent*^c par temps sec et le débit *réductible*^d par temps sec. À eux seuls, les graphiques de surveillance du débit ne permettent pas de localiser la source du débit, bien que leurs formes facilitent une telle localisation.

Le débit *permanent* par temps sec est la charge hydraulique observée par temps sec qui fait partie du réseau d'égouts sanitaires et qui ne peut pas (et ne doit pas) en être éliminée. Ce débit n'est pas attribuable à du C/I; il provient d'une variété de sources qui ne peuvent pas être éliminées dans le cadre d'un programme de réduction du C/I.

Le débit *réductible* par temps sec est la charge hydraulique qui peut être « réduite » dans le cadre d'un programme de réduction du C/I. Que cette charge soit réductible ne signifie pas qu'elle *devrait* être éliminée, mais plutôt qu'elle *pourrait* l'être. L'infiltration associée à des regards d'entretien qui fuient, des collecteurs secondaires orphelins ou des branchements illégaux à l'égout sanitaire sont autant d'exemples de charges hydrauliques composant le débit réductible par temps sec. De nombreux facteurs détermineront quels composants du débit réductible par temps sec devraient être éliminés, dont la faisabilité, l'aspect pratique, l'emplacement (p. ex., côté public ou privé) et le coût.

^c Terme inventé par Norton.

^d Terme inventé par Norton.

Figure 6 : Composants du débit par temps sec

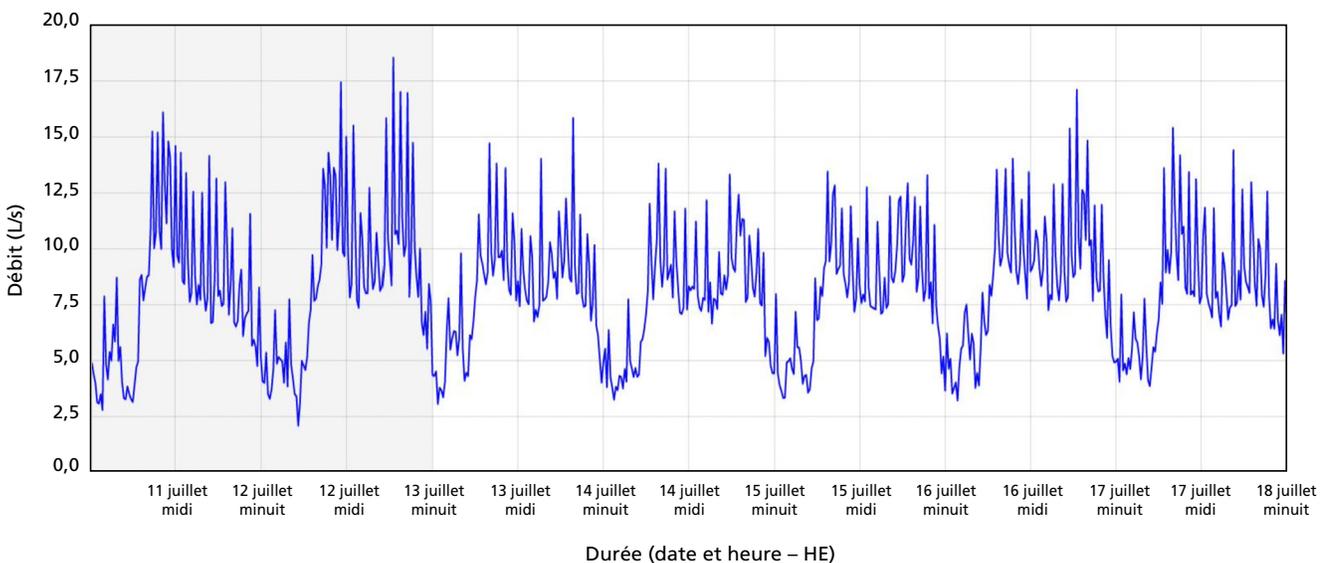


La figure 6 illustre les catégories du débit par temps sec et leurs composants. Ces composants seront ensuite décrits en détail dans la section suivante.

3.4 Débit permanent et débit réductible par temps sec

La figure 7 illustre une période de débit par temps sec. Ces débits ont été enregistrés en 2020 dans un réseau existant pendant une semaine, weekend compris (zone ombrée au début du graphique). Le graphique montre clairement que le débit de pointe et le débit de base varient, même sur une seule semaine et dans des conditions météorologiques sèches. Sur une année, même en omettant les conditions printanières qui produisent souvent des débits plus élevés, les débits de pointe et de base peuvent varier. Les débits réels sont quelque peu différents de ce qui est généralement décrit dans les ouvrages sur le C/I (comme l'illustre la figure 7). La variabilité fondamentale du débit des eaux usées doit être prise en compte lors de l'analyse du C/I.

Figure 7 : Résultats de la surveillance du débit des eaux usées par temps sec



Source : AMG Environmental, site non précisé.

Le débit de base visible sur les graphiques de débit par temps sec provient d'une variété de sources, qui ne sont pas toutes des composants du DSB et de l'IES, comme cela est généralement rapporté sur les graphiques simplifiés (comme à la figure 4). Il s'agit là d'un concept très important à comprendre lors de l'analyse des données sur le débit des eaux sanitaires. Les sections suivantes caractérisent le débit par temps sec en ses deux principaux composants : le débit permanent par temps sec et le débit réductible par temps sec.

3.4.1 Débit permanent par temps sec

Le *débit permanent par temps sec* regroupe les composants suivants :

- débit domestique (résidentiel);
- débit industriel, commercial et institutionnel (ICI);
- débit d'eaux usées non mesuré;
- C/I prévu à la conception.

Tous ces composants du débit par temps sec, qui sont décrits plus en détail ci-dessous, représentent des charges hydrauliques permanentes et qui ne peuvent pas être retirées du réseau. Il est important de comprendre ce concept lorsque l'on cherche à réduire le C/I dans un réseau existant.

Débit domestique (résidentiel)

Le débit des eaux usées domestiques comprend le débit provenant du réseau municipal et celui provenant des résidences, notamment :

- les appareils sanitaires de la maison (évier, toilettes, douches, lave-linge, lave-vaisselle, etc.);
- les appareils ménagers utilisant de l'eau potable, par exemple :
 - les adoucisseurs d'eau, qui fonctionnent généralement pendant une période de deux heures au cours de la nuit – il est cependant difficile d'estimer la quantité d'eau produite, car elle varie en fonction de la dureté de l'eau et de la consommation de la maison, mais une valeur économique d'environ 100 L/j peut être envisagée;
- les appareils de la maison qui produisent de l'eau ne provenant pas du réseau d'aqueduc municipal :
 - les fournaies à haute énergie, qui produisent une petite quantité d'eau pendant le fonctionnement – ce débit peut toutefois varier si le chauffage est réduit pendant la journée ou pendant la nuit;
 - les climatiseurs, qui produisent une petite quantité d'eau – ce débit peut également varier pendant la journée ou la nuit (estimation de 20 à 75 L/j, Hunker.com, 2017).

Débit industriel, commercial et institutionnel (ICI)

Le débit ICI constitue une partie du débit d'eaux usées par temps sec. Ce débit comprend les apports de l'industrie (usines, industries manufacturières), des établissements commerciaux (restaurants, magasins, parcs d'attractions, terrains de camping) et des institutions (écoles, édifices gouvernementaux, prisons). Ces apports peuvent varier considérablement. Les données sur l'utilisation de l'eau peuvent servir à estimer les taux potentiels de production d'eaux usées. Cependant, de nombreuses industries utilisent de l'eau qui n'est pas retournée au réseau de traitement des eaux usées (opérations de mise en conserve, par exemple). Les valeurs économiques de diverses sources du débit ICI sont souvent précisées dans les directives de conception des systèmes d'alimentation en eau.

Débit d'eaux usées non mesuré

Le débit d'eaux usées non mesuré comprend l'eau traitée qui est extraite du réseau, mais qui ne fait pas l'objet de surveillance. Cela peut inclure l'eau utilisée dans la lutte contre les incendies, pour le rinçage des conduites d'eau et pour certaines activités de construction ou d'exploitation (p. ex., purge du réseau dans les impasses) qui est finalement rejetée dans le réseau d'égouts. Il est important de tenir compte de l'eau utilisée dans la lutte contre les incendies et pour le rinçage des conduites d'eau lors de l'analyse des petits bassins de collecte des eaux usées. Par exemple, une pointe importante et inexplicquée du débit par temps sec sur une même journée peut être le résultat de l'une de ces sources; elles peuvent souvent être identifiées comme telles et retirées de l'analyse des sources de C/I pendant une période donnée.

Valeurs de captage et d'infiltration acceptables

Le débit par temps sec contient également du C/I qui est autorisé et qui constitue un composant normal du débit des égouts sanitaires. Les égouts sanitaires ne sont jamais exempts de fuites et ces fuites devraient augmenter lentement à mesure que les égouts vieillissent. Un C/I acceptable devrait faire partie du débit par temps sec. Les nouveaux réseaux d'égouts comportent toujours un « taux de fuite acceptable »⁴² lorsqu'ils sont construits (voir la section 3.2.2).

3.4.2 Débit réductible par temps sec

Le débit *réductible* par temps sec est la charge hydraulique qui peut être « réduite » dans le cadre d'un programme de réduction du C/I. Il comprend notamment les sources suivantes :

- eau provenant des drains de fondation;
- fuites de canalisations sanitaires et pluviales (côtés public et privé);
- fuites de raccords (côtés public et privé);
- fuites de regards d'entretien.

Le débit de ces sources se fraie un chemin dans les égouts sanitaires par temps sec.

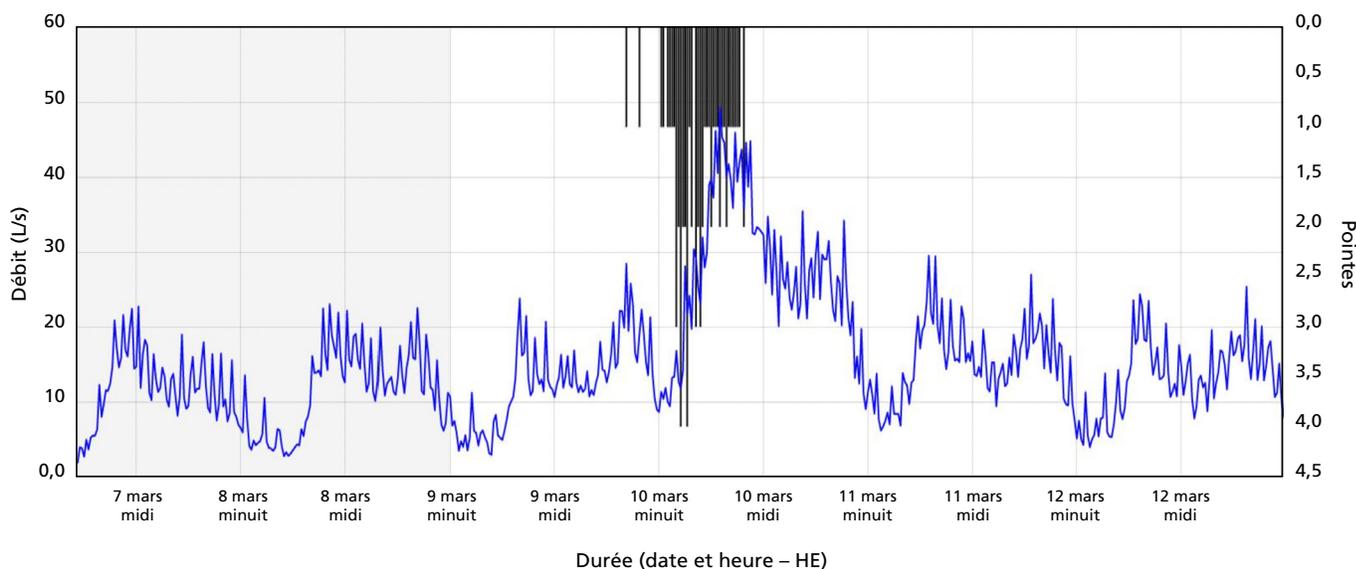
3.5 Débit par temps humide

Le débit par temps humide s'entend de la charge hydraulique observée pendant et après les épisodes de pluie et les périodes de fonte des neiges. Il s'agit essentiellement du débit lorsqu'il pleut et pendant un certain temps après, soit tant que le réseau d'égouts absorbe encore l'eau du sol.

Le débit par temps humide comprend à la fois du captage et de l'infiltration.

La figure 8 illustre le débit sur une semaine par temps pluvieux (la zone ombrée correspond au weekend). Le débit est relativement constant en début de semaine (débit par temps sec), mais dès qu'il commence à pleuvoir, l'apport à l'égout commence à augmenter. Dans ce cas, le débit de pointe élevé dure assez peu de temps, mais le débit de base reste élevé pendant plusieurs jours. Cette augmentation du débit pendant et après une pluie est appelée CIDP. Le concept du CIDP semble bien compris par les ingénieurs.

Figure 8 : Résultats de la surveillance du débit des eaux usées par temps humide



Source : AMG Environmental, site non précisé.

3.5.1 Débit réductible par temps humide

Le débit réductible par temps humide est la charge hydraulique qui peut être « réduite » dans le cadre d'un programme de réduction du C/I. Il peut inclure les sources suivantes :

- eau provenant des drains de fondation;
- fuites de canalisations sanitaires et pluviales (côtés public et privé);
- fuites de raccords (côtés public et privé);
- fuites de regards d'entretien;
- regards d'entretien mal positionnés;
- jonctions fautives avec le réseau d'égout pluvial.

Le débit de ces sources se fraie un chemin dans les égouts sanitaires par temps humide.

3.6 Captage et infiltration dans les sections privées

Les experts estiment maintenant qu'en Amérique du Nord, de 50 % à 60 % du C/I provient des sections privées des collecteurs secondaires. Dans la plupart des réseaux d'égouts, environ la moitié des canalisations se trouve du côté privé. Au cours des cinq dernières années environ, des recherches ont été entreprises pour mieux comprendre les causes et les conditions de ce C/I, en particulier lorsqu'il se produit dans les nouvelles constructions⁴³.

Tout programme moderne de réduction du C/I doit prêter une attention particulière au C/I dans les sections privées, qu'il puisse ou non être éliminé dans le cadre du programme (voir la section 3.6). Comme l'a signalé Metro Vancouver :

...la lutte contre les apports excessifs provenant de la partie privée des collecteurs secondaires doit être au centre des programmes municipaux de réduction du C/I. Ces programmes prendront du temps et exigeront un engagement à long terme en matière de financement et de ressources; leur mise en œuvre ne doit cependant pas être retardée si l'on veut maîtriser le C/I afin de réduire au minimum les débordements d'égouts sanitaires et de garantir que la capacité d'acheminement des réseaux permette la croissance de la collectivité⁴⁴.

Cette section décrit quelques-unes des découvertes récentes concernant le C/I du côté privé.

3.6.1 Captage et infiltration dans les sections privées

Nombre d'organismes ont estimé la contribution potentielle des sections privées des collecteurs sanitaires secondaires au taux de C/I des réseaux municipaux. En 2015, Kesik a mentionné que la plupart des problèmes de C/I provenaient des sections privées⁴⁵. Dans le district Metro Vancouver, les sections privées des collecteurs sanitaires secondaires sont au centre du programme de gestion du C/I, puisqu'environ 50 % des conduites d'égouts se trouvent en terrain privé⁴⁶.

Un projet pilote mené à London, en Ontario, a révélé que la déconnexion des systèmes de drainage des fondations avait eu un impact considérable sur la gestion du C/I dans un lotissement qui posait des risques d'inondation de sous-sols⁴⁷. Dans une autre étude, Jiang et coll. (2019) ont examiné de près la manière dont le CIDP pénètre dans le réseau à partir des sections privées. L'étude a démontré que les drains de fondation des maisons contribuaient de manière substantielle, soit jusqu'à 85 %, à la charge hydraulique des réseaux sanitaires lors des épisodes de pluie. À l'endroit où l'étude a été menée, le débranchement des drains de fondation a permis une diminution de l'apport de 78 % et un raccourcissement de la durée du CIDP de 32 %⁴⁸.

Des recherches internationales ont également indiqué des taux élevés de C/I provenant des sections privées des collecteurs sanitaires secondaires. Par exemple, une enquête menée par la Water Environment Research Foundation auprès de 58 agences américaines a révélé que toutes sauf une considéraient que le C/I dans les réseaux sanitaires constituait un problème. En outre, 26 de ces agences ont estimé que l'apport des sections privées des collecteurs sanitaires secondaires au C/I total variait de 7 % à 80 %, avec une évaluation moyenne à 24 %⁴⁹.

Un rapport publié en 2005 indiquait que 55 % du C/I provenait du côté privé des limites de propriété dans la ville de Columbus, Ohio⁵⁰. Une autre étude réalisée par Pawlowski et coll. en 2014 dans la même ville de Columbus, Ohio, a indiqué que les sources résidentielles de C/I représentaient 35 % de l'ensemble du C/I lors d'épisodes de PCIE (dans des conditions préalables sèches) et 7 % du C/I total

lors d'événements pluvieux de faible intensité et de longue durée (dans des conditions préalables humides). Les descentes pluviales et les collecteurs sanitaires secondaires comptaient pour 98 % du C/I provenant des sections privées⁵¹. Un rapport de 2007 préparé pour le compte de la Neponset River Watershed Association (du Massachusetts, États-Unis) indiquait que près de 40 % des infiltrations dans les réseaux d'égouts provenaient du côté privé de la limite de propriété⁵². Un récent rapport mené dans un nouveau lotissement résidentiel de la ville de Jiaxing, en Chine, a révélé que 30 % des précipitations totales tombées lors d'un épisode pluvieux avaient infiltré le réseau d'égouts de la ville et étaient directement attribuées à des raccordements privés « illicites »⁵³.

Le C/I est souvent attribuable au raccordement des descentes pluviales et/ou des drains de fondation aux réseaux d'égouts municipaux de type « partiellement séparatifs » ou « semi-unitaires »⁵⁴. Des municipalités de diverses régions du Canada ont élaboré des programmes pour atténuer le C/I dans les sections privées et publiques de leurs réseaux. Du côté privé, les actions essentielles pour bien gérer le C/I comprennent la déconnexion des descentes pluviales et des drains de fondation des égouts sanitaires, ainsi que l'entretien et la réparation des raccordements aux égouts⁵⁵.

La norme *CSA Z800-18 : Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques* comprend une variété de figures illustrant différents appareils de plomberie du côté privé, ainsi que les interconnexions potentielles entre les systèmes sanitaires et pluviaux.

Les taux de C/I dans les réseaux d'égouts sanitaires augmentent généralement à mesure que les infrastructures se détériorent avec le temps⁵⁶. Les facteurs concourant à la détérioration comprennent les défauts matériels, les vices de conception, les raccords illégaux, la pénétration de racines, la corrosion, les conditions du sol et les eaux souterraines agressives⁵⁷. Par conséquent, lors de la conception des égouts sanitaires, une tolérance du C/I de pointe à long terme est incluse dans le dimensionnement des canalisations (valeur type de 0,28 L/s-ha).

Les collecteurs secondaires abandonnés et/ou orphelins (qui peuvent se trouver de part et d'autre des limites de propriété) sont depuis longtemps considérés comme des sources de C/I. Des ouvrages récents⁵⁸ ont révélé que de nombreuses municipalités n'ont pas de processus officiel en place pour assurer le suivi nécessaire et prendre les dispositions appropriées pour mettre hors service les collecteurs secondaires abandonnés ou orphelins, laissant potentiellement des sources importantes de C/I connectées aux réseaux d'égouts.

Ce document a été rédigé pour refléter l'importance fondamentale de traiter le C/I dans les sections privées des réseaux.

3.6.2 Comportement des résidents et programmes volontaires et obligatoires

La gestion du C/I du côté privé de la limite de propriété soulève des questions liées aux comportements. Elle présente également des enjeux physiques, d'ingénierie et de plomberie. Les principaux aspects du comportement des résidents concernant l'atténuation des inondations de sous-sol et du C/I sont décrits au tableau 4⁵⁹.

Tableau 4 : Changements comportementaux et matériels pour réduire les risques d'inondations par ruissellement, infiltration et refoulement d'égouts associés aux précipitations extrêmes au Canada

Nature des changements recherchés		Type d'inondation			Fonction	
		R*	I**	RE†	Atténuation des risques du côté privé	Réduction du C/I du côté privé
Comportementaux	Rechercher et lire des ouvrages sur la réduction des inondations urbaines	x	x	x	x	x
	Informier l'administration municipale en cas d'inondation	x	x	x	x	x
	Évaluer la plomberie et le drainage	x	x	x	x	x
	Examiner sa couverture d'assurance			x	x	
	Éviter de verser des matières grasses et de l'huile dans les éviers			x	x	
	Garder les grilles d'égouts pluviaux libres de tout débris	x			x	x
	Réduire sa consommation d'eau pendant les épisodes de pluie abondante			x	x	x
	Entretenir les gouttières et les descentes pluviales		x	x	x	x
	Modifier l'utilisation du sous-sol pour réduire l'exposition aux dommages dus aux inondations	x	x	x	x	
Matériels	Sceller les fissures dans les fondations et le plancher du sous-sol		x		x	
	Repérer et sceller les points d'entrée des eaux de ruissellement	x			x	
	Installer des rallonges de descentes pluviales et des déflecteurs		x	x	x	x
	Niveler et remblayer le terrain et aménager des rigoles de drainage	x	x	x	x	x
	Installer des dispositifs de prévention des refoulements d'égouts			x	x	
	Installer des pompes de puisard et des systèmes de drainage au plafond			x	x	
	Entretenir et réparer les collecteurs sanitaires secondaires			x	x	x
	Installer des puits de fenêtre dotés de couvercles	x			x	
	Débrancher les descentes pluviales des réseaux sanitaires, pluviaux ou unitaires de la municipalité			x		x
Déconnecter les drains de fondation des réseaux municipaux			x		x	

Les mesures individuelles peuvent atténuer un ou plusieurs des divers types d'inondations en réduisant le risque que l'eau pénètre dans la maison (réduction des risques du côté privé) ou en limitant la contribution de la propriété au captage et à l'infiltration dans les réseaux municipaux (réduction du C/I du côté privé).

* Inondation par ruissellement

** Inondation par infiltration

† Inondation par refoulements d'égouts

Source : SANDINK, D. 2016. « Urban flooding and ground-related homes in Canada: an overview », *Journal of Flood Risk Management*, vol. 9(3), p. 208–223.

Dans de nombreux cas, il est techniquement possible pour les municipalités d'adopter des règlements obligeant les résidents à prendre des mesures telles que la recherche de jonctions fautives, la déconnexion des pompes de puisard des égouts sanitaires, l'entretien des collecteurs sanitaires secondaires et autres mesures connexes. Cependant, les complexités de nature administrative, matérielle (plomberie) et politique peuvent faire fléchir la volonté des instances locales de s'engager dans ce type d'approches réglementaires ou obligatoires⁶⁰. Par conséquent, de nombreux programmes d'atténuation des inondations de sous-sol et de réduction du C/I ciblant les sections privées des réseaux misent davantage sur l'adoption volontaire de mesures de gestion du C/I du côté privé de la limite de propriété.

Le district de la région de la capitale à Victoria, en Colombie-Britannique, recourt à un processus bien établi visant l'inspection des collecteurs sanitaires secondaires et se déroule au moment le plus propice, c'est-à-dire lorsque la condition des connecteurs devient connue et/ou importante pour le propriétaire, notamment au moment :

- de la vente ou de l'achat;
- de la demande d'un permis de rénovation;
- d'une défaillance ou d'un blocage.

Les alliés dans cet effort comprennent les agents immobiliers, les courtiers et prêteurs hypothécaires, les plombiers, les inspecteurs en bâtiment et les assureurs. En étant sensibilisées au problème, ces parties prenantes peuvent informer et éduquer les propriétaires. Il s'agit d'une démarche de nature sociale plutôt que technique, et elle devrait être envisagée par davantage d'administrations.

L'instauration de frais d'utilisation du réseau sanitaire à deux paliers ou à deux taux, qui comprend des frais inférieurs pour les collecteurs certifiés et des frais plus élevés (ou normaux) pour les collecteurs non certifiés, peut aussi se révéler intéressante. Cette démarche consiste essentiellement à facturer les utilisateurs du réseau pour leur apport en C/I (eaux de drainage), à moins que leur collecteur secondaire soit certifié exempt de défauts et de jonctions fautives. La certification pourrait être valable pendant une dizaine d'années et être fournie par un entrepreneur en plomberie certifié. La démarche pourrait encourager la gestion des sections privées des collecteurs secondaires par les propriétaires, tout en reconnaissant qu'il peut y avoir des cas où la réparation ou le remplacement de ces collecteurs ne seraient pas pratiques⁶¹.

Le MassDEP, qui réglemente les réseaux d'égouts dans le Massachusetts, inclut la déclaration suivante dans ses lignes directrices pour la réalisation d'analyses de captage et d'infiltration et d'inspections des réseaux d'égouts (*Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys*, 2017) :

Le MassDEP reconnaît les difficultés rencontrées pour traiter les sources de captage dans les sections privées des réseaux publics d'égouts. Bien que toute réglementation sur l'utilisation des réseaux égouts doit interdire le raccordement de sources de captage, conformément à l'article 314 CMR^e 12.03 (5), les méthodes utilisées pour localiser et éliminer les jonctions fautives existantes peuvent et devraient tenir compte du rôle des sources de captage du côté privé dans l'augmentation des risques de débordements d'égouts sanitaires, des coûts à engager par les services publics et/ou les propriétaires pour éliminer ces sources de captage et des impacts négatifs potentiels, comme l'augmentation des inondations ou la formation de glace en surface.

^e Législation d'État.

Les programmes volontaires comprennent généralement une combinaison d'initiatives pédagogiques, allant de mesures douces comme des renvois à des sites Web contenant des renseignements essentiels aux visites porte-à-porte et aux journées portes ouvertes dans les régions touchées par les inondations, ainsi que des subventions pour l'exécution de travaux sur les branchements privés.

Les programmes municipaux offrent souvent des subventions appréciables et des conseils détaillés aux propriétaires; or, l'adoption de mesures d'atténuation du C/I du côté privé est au mieux sporadique⁶². Un programme pilote des plus dynamiques mis sur pied par la ville de London, en Ontario, a mis l'accent sur le débranchement des drains de fondation des égouts sanitaires. Le programme, qui comprenait une évaluation complète de la propriété, une subvention couvrant l'ensemble des mesures d'atténuation et des remises de 1 000 \$ à appliquer aux activités d'entretien futures, a vu 37 des 65 propriétaires admissibles y participer⁶³.

Certains programmes ont eu un taux d'adhésion de moins de 10 %, tandis que d'autres, dont ceux qui ont mis l'accent sur des avis multiples aux propriétaires et des sanctions potentielles pour non-conformité, ont obtenu des taux d'adhésion plus élevés⁶⁴.

Nombre des assureurs les plus importants du Canada offrent maintenant aussi des subventions directes aux assurés qui prennent des mesures pour atténuer les risques d'inondation de sous-sols, y compris des mesures de réduction du C/I. Les assureurs peuvent, par exemple, proposer des réductions de prime et/ou des plafonds de règlement plus élevés aux assurés des régions à risque d'inondation qui ont mis en œuvre des mesures de protection contre les inondations de sous-sol et le C/I. Les mesures incitatives comprennent généralement la déconnexion du drain de fondation du réseau d'égouts ou l'installation d'une pompe de puisard et la protection contre les refoulements d'égouts. Dans certains cas, les mesures de protection contre les inondations de sous-sol peuvent être une condition d'assurabilité des dommages causés par de telles inondations⁶⁵. Plusieurs des plus grands assureurs du Canada se sont également engagés à verser des subventions directes pour aider les ménages qui ont présenté des réclamations pour refoulement d'égouts à mettre en œuvre des mesures de prévention des inondations de sous-sol.

Les programmes volontaires (ou même obligatoires) qui invitent les résidents à prendre des mesures jugées indésirables ont souvent un faible taux d'adhésion. Par exemple, certains programmes invitent les résidents à corriger des jonctions fautives, à réparer ou à remplacer leurs collecteurs sanitaires secondaires ou à installer des pompes de puisard pour protéger les régions en aval du C/I et des inondations, même si ces résidents n'ont jamais subi d'inondations. Certaines mesures, dont l'installation de pompes de puisard, nécessitent un entretien continu et peuvent entraîner une augmentation des coûts énergétiques, ce qui fait davantage fléchir la volonté des ménages de s'engager dans la réduction du C/I et des risques d'inondation de sous-sol.

Les leçons tirées de tels programmes montrent qu'une gamme de stratégies est probablement nécessaire pour gérer efficacement le C/I, y compris les interventions du côté privé des limites de propriété.

Malgré les limites que comportent les mesures obligatoires du côté privé, plusieurs administrations en ont quand même imposées. Par exemple, la ville de Surrey, en Colombie-Britannique, exige des inspections et, dans des situations précises, le remplacement des collecteurs sanitaires secondaires du côté privé lorsque les lots sont réaménagés ou que les bâtiments sont rénovés en profondeur.

Dans le quartier Maizerets du district Limoilou de la Ville de Québec, l'administration locale a obtenu des taux de participation élevés à son programme de déconnexion des descentes pluviales en passant d'une approche volontaire à une approche obligatoire, qui comprenait des amendes de 300 \$ pour les propriétaires qui ne se conformaient pas⁶⁶.

De nombreuses administrations locales en Ontario et en Saskatchewan ont fait valoir les versions locales des codes de construction – en particulier les articles de la section 2.4.6.4. du Code national de la plomberie – pour exiger des interventions visant à protéger les maisons contre les refoulements d'égouts associés à un C/I excessif⁶⁷.

Les allées en pente descendante peuvent provoquer l'infiltration de quantités importantes d'eau dans les sous-sols et les maisons lors d'épisodes de pluies extrêmes⁶⁸. Cette eau peut alors pénétrer dans les réseaux d'égouts sanitaires par les drains de plancher du sous-sol et d'autres branchements, exacerbant considérablement le C/I à l'échelle régionale. L'application des règlements de zonage et des exigences en matière de nivellement des lots et de drainage – tous deux de compétence municipale – a permis de restreindre l'aménagement d'allées en pente descendante, notamment à Toronto, à Pickering et à Markham, en Ontario⁶⁹.

3.6.3 Répercussions des structures municipales à deux paliers sur la capacité de réduire le C/I

Bon nombre des plus grandes municipalités canadiennes ont un modèle de gouvernance à deux paliers qui régit la responsabilité des réseaux d'égouts pluviaux et sanitaires. Il est important d'inclure les eaux pluviales dans cette discussion car les deux réseaux sont reliés. Les modèles varient, mais en général, la municipalité du palier inférieur s'occupe de la collecte des eaux usées et celle du palier supérieur veille au traitement (les stations de pompage des eaux usées pouvant appartenir à l'une ou l'autre). La gestion des eaux pluviales relève souvent de la responsabilité de la municipalité de palier inférieur.

Les municipalités qui étaient autrefois à deux paliers et qui ont fusionné (p. ex., Hamilton, Toronto, Ottawa) ont hérité d'une variété de lignes directrices, de normes, de méthodes de tenue de registres, etc., ce qui complique la compréhension de leurs réseaux sanitaires et pluviaux.

Étant donné que c'est la municipalité de palier supérieur qui doit généralement rendre des comptes aux organismes de réglementation pour ce qui est du traitement des eaux usées et des débordements (plus fréquents dans les réseaux unitaires), mais que la municipalité de palier inférieur est la seule qui peut réellement apporter des changements à l'échelle des lotissements, les systèmes à deux paliers peuvent être problématiques (voir l'encadré).

Si le C/I affecte le fonctionnement du réseau, la municipalité de palier supérieur voudra peut-être que la municipalité de palier inférieur règle le problème. Cependant, la municipalité de palier inférieur peut souhaiter que celle du palier supérieur règle le problème à l'ITEU (p. ex., en installant des bassins d'égalisation ou de stockage). Chaque palier rend compte à son propre conseil municipal et à ses propres électeurs, et a des budgets, des priorités, des pressions et des échéanciers différents.

Un certain nombre de problèmes liés à l'exploitation des infrastructures municipales peuvent avoir une incidence sur les problèmes de C/I. Parmi les plus importants, il y a la répartition des responsabilités de la gestion des eaux pluviales et sanitaires. Cette répartition peut entraîner des situations dans lesquelles un aspect de l'infrastructure municipale relève de l'administration régionale et l'autre est de la seule responsabilité d'une administration municipale dans la région. Les relations de ce type, souvent désignées comme étant des structures en « silos » dans le jargon organisationnel, peuvent entraver une communication efficace et une approche intégrée de la gestion des ressources en eau.

Source : KESIK, T., 2015. Management of Inflow and Infiltration in Urban Developments, Toronto, Institute for Catastrophic Loss Reduction.

Dans le cadre de recherches entreprises en 2015 et 2016, des entrevues confidentielles ont été menées auprès des centaines d'employés municipaux de l'Ontario concernant les réseaux d'égouts et en particulier le C/I. Ces employés ont soulevé de nombreux problèmes, ainsi que plusieurs préoccupations et frustrations à propos des tentatives visant à réduire de manière efficace le C/I dans les réseaux à deux paliers.

Le Milwaukee Metropolitan Sewer District (MMSD) a pourtant réussi à gérer le C/I dans le cadre d'une structure à deux paliers. Le MMSD est une municipalité de palier supérieur qui chapeaute 28 administrations de palier inférieur. Une caractéristique essentielle du programme est l'équipe consultative technique (ECT), un comité composé principalement des directeurs des travaux publics, d'ingénieurs municipaux ou d'autres représentants des 28 organismes satellites qui conseille le personnel du MMSD sur des questions techniques. Mise sur pied en 1995, l'ECT est devenu une composante essentielle du programme de réduction du C/I du MMSD.

L'ECT du MMSD se réunit chaque mois et est un forum de partage d'idées, d'enseignements, de défis, etc. Grâce à l'ECT, le MMSD a démontré aux organismes satellites qu'il est crédible et transparent et qu'il respecte ses engagements. Le lien de confiance a été établi et, dans plusieurs cas, des organismes qui contestaient auparavant le programme en font maintenant la promotion. Il s'agit de la meilleure approche de sa catégorie pour gérer le C/I dans un réseau à deux paliers, car il semble bien que l'efficacité et la rentabilité augmentent lorsque le degré de collaboration et de confiance est élevé. La section 4.6.1 présente davantage de renseignements sur le programme du MMSD.

Le MassDEP, un organisme d'État, adopte également une approche qui préconise la collaboration avec les agences qu'elle réglemente. L'organisme publie des lignes directrices sur le C/I visant :

... à aider les collectivités à effectuer des analyses de captage et d'infiltration (C/I) en leur proposant une démarche systématique et complète pour évaluer leurs réseaux d'égouts et à leur fournir de l'information pour aider les instances responsables des réseaux d'égouts à respecter les exigences de la [législation applicable]...

En outre, l'agence des ressources en eau du Massachusetts (Massachusetts Water Resources Authority – MWRA) propose à ses 43 collectivités membres un programme de subventions et de prêts visant expressément à localiser et à éliminer les sources de C/I. Ce programme semble être apprécié puisque tous les membres de la MWRA y ont eu recours⁷⁰. Les lignes directrices reconnaissent les défis liés à la réduction du C/I et fournissent le cadre général pour l'exécution des travaux requis, tout en admettant que « les conditions propres à chaque site peuvent justifier des approches différentes ».

Le *Guide national pour des infrastructures municipales durables*⁷¹ (InfraGuide 2001) soulignait que la structure à deux paliers appliquée à la gestion des réseaux d'égouts posait des problèmes d'infrastructure en général. Cependant, la collaboration et le soutien que certaines instances offrent aux municipalités qui tentent d'atteindre des objectifs de réduction du C/I sont essentiels à la réalisation d'un programme efficace et rentable.

À ce stade, le document a clairement établi le besoin pressant de réduire le C/I et précisé certains des défis associés à une telle réduction. Les sections suivantes décrivent comment procéder de façon systématique pour élaborer un programme efficace et rentable de réduction du C/I.

4. Étape 2 : Élaborer un programme de réduction du captage et de l'infiltration

La présente section traite spécifiquement de l'étape 2 présentée à la section 2.3, Élaborer un programme de réduction du captage et de l'infiltration. Elle décrit les divers problèmes qu'une municipalité doit prendre en compte lorsqu'elle élabore un programme efficace et rentable de réduction du C/I.

4.1 Captage et infiltration : Étude vs programme

Le C/I est un problème systémique qui afflige depuis longtemps les réseaux d'égouts. La réduction du C/I est complexe et, idéalement, devrait devenir une partie proactive du programme de gestion du réseau d'égouts d'une municipalité (comme l'indique la section 2). De nombreux facteurs contribuent au C/I, mais tous ne sont pas liés au vieillissement des canalisations. Selon le manuel *Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation : Manual of Practice*²² de la Water Environment Federation (WEF), le C/I est attribuable aux causes suivantes :

- vieillissement naturel du réseau d'égouts;
- manque d'entretien;
- eaux pluviales non canalisées;
- méthodes de construction déficientes;
- spécifications de construction ou conception inadéquates.

De toute évidence, une étude ponctuelle du C/I ne suffit pas à traiter de toutes ces causes (voir l'encadré). Les municipalités, en particulier les petites et les moyennes, ont signalé que les études du C/I (généralement menées par des consultants) sont souvent inutiles, car ces municipalités sont ensuite incapables de mettre en œuvre les recommandations en raison d'un manque de ressources ou du roulement du personnel, ou parce que le C/I cède la place à d'autres priorités.

De plus, une gestion efficace et rentable du C/I à long terme exige davantage qu'un effort ponctuel de la part d'une municipalité. Les municipalités doivent continuellement prioriser la capacité, la gestion, l'exploitation et l'entretien (désigné sous l'appellation « démarche CMOM » aux États-Unis) du système de collecte des égouts sanitaires. Cette démarche nécessite un effort continu et concerté de l'ensemble de l'organisation (voir l'encadré ci-dessous). Elle est décrite en détail dans le document.

Les études du C/I et la réhabilitation des réseaux ne sont pas des événements ponctuels. Un programme d'entretien régulier, comprenant l'inspection et le nettoyage des canalisations et des regards d'entretien, le traitement des racines et la localisation et l'élimination des apports en eau, est essentiel pour maintenir l'intégrité d'un système de collecte des eaux.

Source : MassDEP. 2017. Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys.

La démarche CMOM aide les responsables des services municipaux de traitement des eaux usées à fournir des niveaux de service de grande qualité aux clients et à réduire la non-conformité aux règlements. Elle peut aider les services publics à optimiser l'utilisation des ressources humaines et matérielles en transformant les activités de maintenance « réactives » en activités « prédictives », ce qui permet souvent de réaliser des économies en évitant les heures supplémentaires, le coût des travaux d'urgence, l'augmentation des primes d'assurance et le risque de poursuites judiciaires. L'information et la documentation de la démarche CMOM peuvent également contribuer à améliorer les communications avec le public, avec les autres services municipaux et avec les organismes de planification régionale et de réglementation.

Source : USEPA. 2005. Guide for Evaluating Capacity, Management, Operation, And Maintenance (CMOM) Programs At Sanitary Sewer Collection Systems.

4.2 Définir des objectifs

Les municipalités ont intérêt à définir soigneusement les objectifs de leur programme de réduction du C/I, car ceux-ci auront un impact direct sur les solutions mises de l'avant. Les objectifs aideront à déterminer si l'accent doit être mis sur le captage ou sur l'infiltration, ou sur les deux.

Pour définir ses objectifs, la municipalité devra comprendre les conséquences et les coûts actuels du C/I existant, ainsi que les responsabilités qu'il entraîne, se faire une idée de ce qui est un C/I acceptable pour elle et déterminer s'il est possible de mener des travaux dans les sections privées du réseau. L'établissement d'objectifs pour l'élimination du C/I peut devoir être remis à plus tard dans le processus du programme, soit une fois que la nature et l'étendue du C/I seront mieux comprises. Généralement, toutefois, la mise en place d'un programme de réduction du C/I est proposée en réaction à un problème connu dans le réseau.

La définition des objectifs est beaucoup plus difficile dans les structures à deux paliers, où un service régional gère les réseaux d'égouts municipaux qui y sont connectés. Les coûts du C/I sont souvent directement assumés par les municipalités, tandis que les conséquences d'un C/I excessif – débordements d'égouts sanitaires et coûts d'acheminement et de traitement élevés – peuvent être à la charge du service régional. Comme les coûts et les avantages des différentes solutions sont souvent des entrées d'un même livre comptable, les causes et les effets des mesures de gestion du C/I sont moins faciles à rationaliser lorsqu'ils sont répartis entre deux paliers⁷³.

Les organismes provinciaux qui approuvent les améliorations majeures aux réseaux d'égouts et aux ITEU commencent à fixer des exigences de réduction du C/I avant de donner leur approbation. Il est donc recommandé aux utilisateurs de ce document de garder à l'esprit cette approche à plus long terme lorsqu'ils définissent les buts et les objectifs des programmes de gestion du C/I.

4.3 Calculer les coûts actuels du C/I dans le réseau

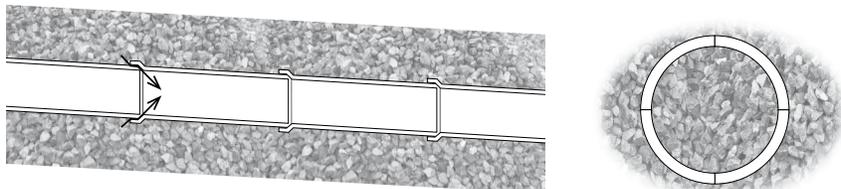
Il était de mise du point de vue des ingénieurs de ne prendre en compte que les coûts de nature « chimique et énergétique » aux ITEU lors du calcul des coûts du C/I, mais c'est une mesure inadéquate du coût réel du C/I qui doit être revue. Norton Engineering préconise de recourir du coût réel d'utilisation des égouts (p. ex.⁷⁴, 3,15 \$/m³ à Kitchener, en 2020), car il représente ce qu'il en coûte réellement à la municipalité de posséder, exploiter, entretenir, réparer et remplacer le système de collecte et de traitement des égouts dans son intégralité, y compris les coûts fixes et cachés. Bien que cela ne soit pas largement accepté, il est au moins spécifique au site.

Un autre coût difficile, voire impossible, à estimer est le coût du remplacement des canalisations bien avant la fin de leur durée de vie estimée (normalement comprise entre 75 et 100 ans). En 2019, la ville de Kitchener a signalé à son conseil municipal que les égouts devaient être remplacés après environ 40 ans⁷⁵, et non 75 ans, et a demandé des augmentations budgétaires substantielles pour entreprendre des programmes de réhabilitation et de remplacement. Le remplacement des égouts relève des programmes d'immobilisations et ne sera donc jamais associé au C/I, même s'il peut être directement attribuable au C/I. Il s'agit là de l'une des raisons pour lesquelles le *coût réel des services d'égouts* doit être utilisé lors du calcul des coûts du C/I.

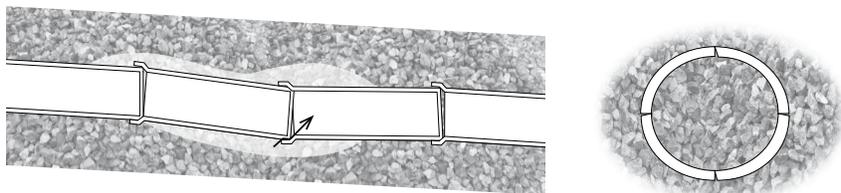
La figure 9 montre comment l'infiltration affecte l'assise des canalisations au fil du temps, entraînant une défaillance prématurée.

Figure 9 : Déformation d'une canalisation en raison d'un défaut initial

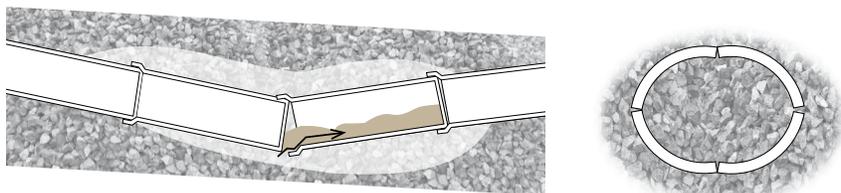
Stade 1 : Défaillance initiale de la canalisation, qui demeure maintenue en place par le sol environnant.



Stade 2 : Apparition de zones de remblai meubles ou de vides causés par l'infiltration de sol dans la canalisation.



Stade 3 : La canalisation perd son intégrité.



Source : Adapté de l'ouvrage *METHODS TO CONTROL LEAKS IN SEWER COLLECTION SYSTEMS*, livre blanc préparé par VIPULANANDAN, C., Ph. D., ing. et H. Gurkan Ozgurel, Center for Innovative Grouting Materials and Technology (CIGMAT), Department of Civil and Environmental Engineering, University of Houston, Houston, Texas 77204-4003, octobre 2004.

Le MassDEP, lorsqu'il décrit l'impact du C/I sur les réseaux d'égouts, commence par préciser que le C/I réduit la durée de vie utile des égouts :

Les eaux parasites provenant du C/I réduisent la durée de vie utile et la capacité des réseaux d'égouts et des installations de traitement à canaliser et à traiter les eaux usées domestiques et industrielles⁷⁶.

Le personnel municipal doit normalement justifier la nécessité d'un programme de réduction du C/I au conseil de ville. Pour ce faire, les employés doivent tenir compte des coûts réels et actuels du C/I. Or, cette information n'est pas toujours disponible au début d'un programme de réduction du C/I (soit avant les études sur le terrain), mais il devrait être possible d'en arriver à des estimations. Les coûts estimatifs des éléments « mesurables » doivent tenir compte des frais associés aux aspects suivants :

- le traitement du C/I (produits chimiques et énergie utilisés);
- les coûts d'opportunité associés au C/I (par exemple, pertes des revenus de lotissement et des taxes foncières si le développement est suspendu);
- la construction de nouveaux tronçons pour acheminer le débit;
- le coût des débordements d'égouts sanitaires et des dérivations;
- le coût des inondations urbaines (dommages assurés et non assurés, coûts pour les institutions, les entreprises, les ménages et les administrations locales);
- les frais de personnel liés à la gestion des inondations, des débordements et des dérivations;
- les risques juridiques associés aux débordements d'égouts sanitaires, aux dérivations, aux inondations et aux refoulements des égouts;
- l'augmentation potentielle des coûts associés aux impacts des changements climatiques.

Dans une étude non publiée pour une grande municipalité du sud de l'Ontario, un consultant a cherché à quantifier tous les frais ci-dessus afin d'estimer les coûts réels du raccordement des descentes pluviales aux égouts sanitaires de la ville (dont le système de collecte finit par se déverser dans une canalisation unitaire avant d'atteindre l'ITEU). Il a alors constaté qu'une seule descente pluviale coûtait à la ville entre 6 000 \$ et 11 000 \$ *par année*. L'étude a inévitablement nécessité la formulation de nombreuses hypothèses, mais même si ces hypothèses étaient surévaluées dans une proportion de 100 à 200 %, les résultats démontrent les coûts substantiels de laisser les descentes pluviales se déverser dans le réseau sanitaire.

Dans la mesure du possible, il est également intéressant d'inclure les coûts accessoires qui ne sont pas toujours facilement quantifiables, tels que la réputation de la municipalité, l'exposition aux risques juridiques et les conséquences sur la cote de crédit. Les assureurs tarifient leurs polices en fonction de l'exposition historique et future aux sinistres assurés en cas d'inondation. Les ménages dans les zones à haut risque peuvent alors se voir imposer des primes plus élevées et des plafonds d'indemnisation inférieurs à la norme (p. ex., des plafonds de 10 000 \$ à 15 000 \$ pour les dommages attribuables aux inondations – ce qui ne représente qu'une fraction des dommages potentiels causés par l'inondation d'un sous-sol aménagé standard). Enfin, certains ménages peuvent même ne pas être en mesure de souscrire une couverture contre les inondations dans les zones à haut risque. Les assureurs commencent également à vouloir relier les données sur les pertes avec celles sur les égouts municipaux, afin de mieux cartographier les risques (Norton Engineering, client privé, 2017).

Comme l'a conclu Metro Vancouver :

La poursuite du développement et de la mise à jour des plans directeurs des municipalités sur le C/I est également nécessaire pour éviter de nouveaux problèmes de C/I et contenir les coûts à long terme de l'infrastructure d'assainissement des eaux.

Les fonctionnaires municipaux devront concevoir un moyen de quantifier adéquatement les coûts réels du C/I pour les contribuables afin d'obtenir le soutien, le financement et l'approbation qui seront nécessaires pour mettre en œuvre et poursuivre un programme de réduction du C/I à long terme.

4.4 Données de gestion des actifs existantes

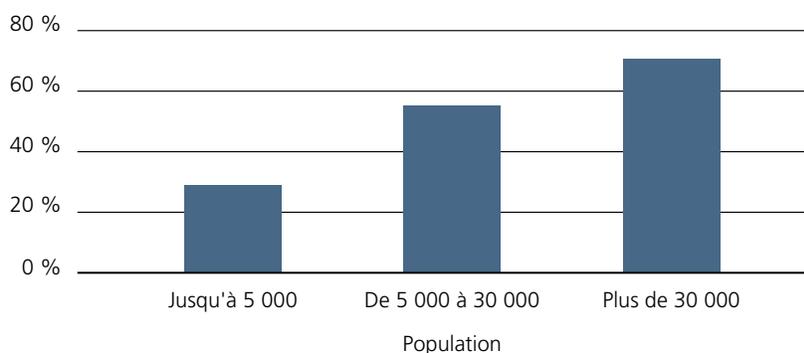
L'élaboration de plans de gestion des actifs (PGA) est devenue plus courante dans les municipalités canadiennes au cours des dernières années. En effet, la Fédération canadienne des municipalités (FCM) a lancé en 2016 le Programme de gestion des actifs municipaux (PGAM) – un programme de 110 millions de dollars sur huit ans financé par Infrastructure Canada. Le PGAM offre du financement, de la formation et des ressources pour aider les municipalités canadiennes à renforcer leurs pratiques de gestion des actifs. Il importe de noter que 82 % des municipalités qui ont reçu un financement à ce jour ont une population de moins de 15 000 habitants, ce qui reflète probablement que les petites municipalités sont beaucoup moins susceptibles de développer un PGAM sans soutien extérieur, comme l'illustre la figure 10.

Grâce à de meilleures données sur les actifs, les municipalités peuvent établir des plans en fonction de leurs besoins en services communautaires, répondre aux changements climatiques et obtenir les meilleurs résultats et les plus rentables pour leurs collectivités.

Source : PGAM, 2018-2019. Soutenir la gestion durable des infrastructures dans les collectivités canadiennes.

Figure 10 : Existence d'un plan de gestion des actifs selon la taille de la municipalité

Pourcentage de municipalités canadiennes disposant d'un plan de gestion des actifs (2019)



La discussion des plans de gestion des actifs dépasse le cadre de ce document. Le Bulletin de rendement des infrastructures canadiennes (BRIC) de 2016 indiquait que « Dans le cas des actifs linéaires, des données substitutives (âge, matériau des conduites, etc.) ont été mentionnées comme la source d'information la plus courante sur l'état physique par 27 à 43 % des répondants ». Cette information n'a pas été mise à jour dans le BRIC de 2019.

L'utilisation des termes « âge » et « matériau des conduites » pour indiquer l'état du C/I est inadéquate. Les municipalités devraient revoir les critères de gestion des actifs, car ils peuvent différer de ceux qu'il faut prendre en compte dans le cadre d'un programme de réduction du C/I. Par exemple, dans un PGA, la pire condition pour un réseau d'égouts est probablement « à risque d'effondrement », mais dans le cadre d'une étude du C/I, un réseau en très mauvais état sans pour autant être à risque d'effondrement peut être une donnée d'un grand intérêt.

L'évaluation du C/I à partir de l'âge de la canalisation et d'une inspection par contrôle télévisuel en circuit fermé respectant une norme connue (inspection effectuée dans le cadre d'un programme de certification des pipelines, par exemple⁷⁷) peut être utile; toutefois, la norme utilisée n'est pas nécessairement calibrée pour évaluer du C/I, mais plutôt pour déceler une défaillance catastrophique (généralement un effondrement structurel de la canalisation).

S'il existe un PGA, il faut s'en servir pour étayer la collecte de données sur le C/I, mais avec la mise en garde que les critères utilisés doivent être examinés pour déterminer s'ils conviennent à un programme de réduction du C/I. L'ingénieur doit déterminer comment le groupe responsable de la gestion des actifs priorise les projets d'infrastructure; le C/I en tant que tel peut en effet ne pas être considéré comme un critère de remplacement. Il peut être nécessaire aux fins d'un programme de réduction du C/I de réévaluer les données de gestion des actifs (p. ex., l'inspection par contrôle télévisuel en circuit fermé) du point de vue du C/I, de la capacité du réseau ou du risque d'inondation (ou selon les priorités importantes du programme de réduction du C/I).

S'il existe un PGA et qu'il établit des objectifs de « niveaux de service » pour le réseau d'égouts sanitaires, ceux-ci devraient être intégrés aux objectifs du programme de réduction du C/I.

4.5 Niveaux de service du réseau d'égouts sanitaires

4.5.1 Renseignements généraux

Une étape essentielle dans l'élaboration d'un programme efficace et rentable de réduction du C/I consiste à déterminer les niveaux de service cibles appropriés pour le réseau de collecte des eaux usées. Les niveaux de service des réseaux de collecte des eaux usées sont difficiles à quantifier. En raison de la nature complexe du C/I, il n'est pas toujours possible de relier directement les déficiences du réseau au risque d'inondation (la gestion du risque d'inondation pourrait être un niveau de service cible). Dans les structures à deux paliers, l'établissement de niveaux de service est particulièrement ardu.

Les lois ou les règlements des instances municipales, provinciales ou fédérales et les normes de l'industrie définissent et limitent déjà certains critères (par exemple, la procédure F-5-5 de l'Ontario pour les réseaux unitaires), mais les administrations municipales peuvent toujours choisir d'être plus strictes ou d'ajouter des critères (p. ex., par rapport aux inondations) qui tiennent compte de leur propre situation.

Il peut être approprié de fixer des objectifs précis, tels que :

- réduction du volume;
- atténuation des pointes;
- diminution des débordements d'égouts sanitaires et des dérivations;
- récupération de capacité;
- réduction des risques d'inondation des propriétés privées;
- respect de la capacité de conception des égouts;
- minimisation des risques juridiques (pour la municipalité).

La plupart des municipalités auront toutefois du mal à définir précisément les niveaux de service étant donné la complexité du C/I.

Il peut même être nécessaire d'établir des objectifs de niveaux de service pour le système de collecte des eaux usées qui visent des cibles « plus souples », comme celles de nature socio-économique, environnementale ou financière plutôt que technique. Pour plus d'information sur ce problème, consulter l'*InfraGuide Examen et évaluation d'un réseau de collecte d'eaux pluviales ou d'eaux usées*.

Les niveaux de service pour les égouts sanitaires peuvent déjà avoir été établis dans le PGA d'une municipalité ou même dans un plan directeur du réseau d'égouts. Il est important que le programme de réduction du C/I tienne compte des niveaux de service proposés pour le réseau d'égouts. Les coûts du C/I sont directement liés à ce que les résidents attendent d'une municipalité en terme de niveaux de service, car ceux-ci portent sur des événements comme les débordements d'égouts sanitaires, les dérivations et l'occurrence des inondations attribuables aux refoulements d'égouts. La Ville de Toronto a un modèle de niveaux de service bien défini pour la protection contre les inondations de sous-sols.

Étant donné l'importance de définir des niveaux de service pour que le programme de réduction du C/I soit efficace et rentable, ce document présente quatre approches différentes pour les définir. Les municipalités pourront ainsi adopter celle qui leur convient le mieux.

4.5.2 Niveaux de service : USEPA (Agence de protection de l'environnement des États-Unis)

L'USEPA propose les objectifs potentiels suivants (niveaux de service) pour un programme de réduction du C/I⁷⁸:

- Abaisser les coûts d'acheminement et de traitement des eaux usées pour les contribuables en mettant en œuvre tous les projets rentables de réduction du C/I dans un délai de 10 ans.
- Réduire au minimum la responsabilité liée à la pollution de l'eau et aux risques pour la santé publique en éliminant les débordements d'égouts sanitaires lors des tempêtes.
- Éliminer suffisamment de C/I pour éviter les coûts en immobilisations liés à l'expansion de la capacité des usines de traitement des eaux usées en prévision d'une croissance démographique de 10 % au cours des 20 prochaines années.
- Éliminer suffisamment de C/I pour éviter les coûts en immobilisations pour l'expansion des intercepteurs, qui seront nécessaires pour soutenir l'aménagement de certains quartiers.
- Éliminer suffisamment de C/I pour compenser l'impact environnemental et réglementaire de l'expansion du réseau d'égouts et de l'augmentation de la demande en eau au cours des 15 prochaines années.

4.5.3 Niveaux de service : Ville de London (Ontario)

La ville de London a défini ses niveaux de service en fonction des exigences de gestion des actifs énoncées dans la nouvelle législation ontarienne sur la gestion des biens (Règlement de l'Ontario 588/17). L'approche de la ville a consisté à appliquer les exigences du règlement, qui comporte des spécifications pour l'élaboration d'un plan de gestion des biens pour ce qui est des niveaux de service des catégories « Niveaux communautaires de service » et « Niveaux techniques de service ». La figure 11 décrit comment ceux-ci sont définis par la Ville (se reporter aux documents complets pour plus de détails).

Figure 11 : Mesures des niveaux de service des biens de gestion des eaux usées de la Ville de London

Le règlement de l'Ontario n° 588/17 exige que les niveaux de service communautaires pour les biens d'infrastructure municipale essentiels soient prévus par la loi. Les niveaux communautaires de service utilisent des énoncés qualitatifs pour décrire la portée ou la qualité du service fourni par une catégorie de biens. Des exemples de niveaux communautaires de service prévus par la loi comprennent une carte montrant les zones de la municipalité reliées au réseau d'alimentation en eau et de gestion des eaux usées. Dans cet exemple, une carte illustre l'étendue des services fournis par le biais des biens d'infrastructure.

Le règlement de l'Ontario n° 588/17 exige également que les niveaux techniques de service pour les biens d'infrastructure soient prévus par la loi. Les niveaux techniques de service utilisent des mesures pour calculer l'étendue ou la qualité du service fourni par une catégorie de biens. Des exemples de niveaux techniques de service prévus par la loi comprennent le pourcentage des propriétés reliées au réseau d'alimentation en eau et de gestion des eaux usées. Les niveaux techniques de service pour les biens d'infrastructure essentiels sont indiqués ci-dessous.

Voici les mesures de rendement du tableau des niveaux de service qui sont des exigences du Règlement de l'Ontario 588/17 pour les installations d'alimentation en eau et de gestion des eaux usées (ou sanitaires). Des références sont présentées pour montrer quelle disposition permet de satisfaire exigence du Règlement de l'Ontario 588/17 a été atteinte :

Mesures des niveaux de service pour la gestion des eaux usées – Services sanitaires (tableau 5.2, pris en application du Règlement de l'Ontario n° 588/17)

Niveaux communautaires de service	Niveaux techniques de service
<ul style="list-style-type: none"> Description (pouvant inclure des plans) des groupes d'utilisateurs ou des secteurs branchés au réseau de gestion des eaux usées. (Tableau 5.3) 	<ul style="list-style-type: none"> Pourcentage des propriétés branchées au réseau municipal de gestion des eaux usées. (94 %, Tableau 5.3 et Figure 5.4)
<ul style="list-style-type: none"> Description de la manière dont les égouts unitaires du réseau municipal de gestion des eaux usées sont équipés d'ouvrages conçus pour permettre les débordements en cas d'événements pluvieux et ainsi éviter les refoulements dans les domiciles. (Tableau 5.3) 	<ul style="list-style-type: none"> Nombre d'incidents par année où le débit de l'égout unitaire dans le réseau municipal de gestion des eaux usées dépasse la capacité du réseau par rapport au nombre total de propriétés branchées au réseau. (Tableau 5.3)
<ul style="list-style-type: none"> Description de la fréquence et du volume des débordements des égouts unitaires du réseau municipal de gestion des eaux usées dans les zones habitables ou sur les plages. (Tableau 5.3) 	<ul style="list-style-type: none"> Nombre de jours-branchements par année où des refoulements d'eaux usées se produisent par rapport au nombre total de propriétés branchées au réseau municipal de gestion des eaux usées. (Tableau 5.3)
<ul style="list-style-type: none"> Description de la manière dont les eaux pluviales peuvent s'infiltrer dans les égouts sanitaires du réseau municipal de gestion des eaux usées causant des débordements dans les rues ou des refoulements dans les domiciles. (Tableau 5.3) 	<ul style="list-style-type: none"> Nombre de violations des normes sur les effluents par année en raison de rejet d'eaux usées par rapport au nombre total de propriétés branchées au réseau municipal de gestion des eaux usées. (Tableau 5.3 et Tableau 5.4)
<ul style="list-style-type: none"> Description de la résilience des égouts sanitaires du réseau municipal de gestion des eaux usées permettant d'éviter les incidents mentionnés à la disposition précédente. (Tableau 5.3) 	
<ul style="list-style-type: none"> Description des effluents qui sont rejetés des stations de traitement des eaux usées dans le réseau municipal de gestion des eaux usées. (Tableau 5.3) 	

Source : <http://www.london.ca/city-hall/master-plans-reports/reports/Documents/CAMPlan-2019-Section5.pdf>

4.5.4 Niveaux de service : Metro Vancouver, C.-B.

Metro Vancouver s'est fixé des objectifs pour son programme de gestion des déchets liquides, le terme qu'elle utilise pour désigner la gestion des réseaux sanitaires et pluviaux. Ces objectifs sont essentiellement des niveaux de service, soit des objectifs assortis de stratégies. Ils ne précisent toutefois pas de niveaux de performance précis. La figure 12 décrit ces objectifs. Bien que le district Metro Vancouver dispose de programmes complets de réduction du C/l, il a déterminé, après avoir consenti des efforts soutenus, qu'il n'était pas en mesure d'établir des objectifs chiffrés de réduction du C/l en raison de la complexité de son système et de sa structure à deux paliers comprenant 19 municipalités membres.

Figure 12 : Objectifs du plan de gestion intégrée des ressources en déchets liquides de Metro Vancouver

Objectif 1 : Préserver la santé publique et l'environnement

Préserver la santé publique et l'environnement en gérant les eaux usées et pluviales à leur source et en fournissant des services de collecte et de traitement des eaux usées qui respectent l'environnement.

Objectif 2 : Utiliser les déchets liquides comme ressource

Récupérer l'énergie accumulée dans les eaux usées sous forme de chaleur et dans le biogaz produit par le processus de traitement. Récupérer les matières qui ont une valeur nutritionnelle des usines de traitement des eaux usées. Récupérer l'eau du processus de traitement des eaux usées et des eaux pluviales.

Objectif 3 : Gérer de manière efficace, abordable et collaborative

Garantir la performance du système et prévenir des réparations plus coûteuses en assurant la surveillance et l'entretien des infrastructures de déchets liquides et en investissant dans ces infrastructures. Explorer d'autres approches innovantes aux systèmes de traitement traditionnels. Rechercher des synergies positives avec d'autres services publics et systèmes de gestion régionaux, comme des plans de gestion intégrée des eaux pluviales. Déceler et atténuer les sources de risque.

Source : <http://www.metrovancouver.org/services/liquid-waste/LiquidWastePublications/IntegratedLiquidWasteResourceManagementPlan.pdf>

4.5.5 Niveaux de service : Ville de Lethbridge, Alberta

La Ville de Lethbridge définit des objectifs de niveaux de service qui conjuguent des cibles souples et strictes. Ces cibles sont décrites à la figure 13. L'une de ses cibles prioritaires en ce qui a trait aux niveaux de service vise les surcharges qui provoquent le refoulement des égouts (99,5 % des foyers protégés). Cette approche fait directement référence à la relation entre le C/I et les inondations de sous-sols, qui, bien que difficile à quantifier, est directe et absolue.

Des niveaux de service définis, exprimés sous forme de critères souples ou stricts, sont essentiels à un programme moderne de réduction du C/I.

Figure 13 : Objectifs de niveaux de service de la Ville de Lethbridge

Les exigences en matière de niveaux de service ont été définies à partir des travaux d'un groupe de discussion composé de clients formé lors de l'élaboration du plan directeur de l'infrastructure souterraine de 2000. Le service de gestion des eaux usées de la Ville de Lethbridge a adopté cet ensemble d'exigences de niveaux de service et, à ce titre, ils formeront la base de ces principes de fonctionnement. La Ville a donc établi les objectifs de niveaux de service suivants :

- Disposer d'un réseau de collecte des eaux usées adéquat pour acheminer le débit par temps sec de tout développement proposé, avec des tolérances appropriées pour les apports par temps pluvieux en fonction des pratiques actuelles de construction des réseaux d'égouts sanitaires.
- Disposer d'un réseau d'égouts sanitaires d'une capacité suffisante pour qu'il ne soit pas surchargé par les débits de pointe par temps sec pour lesquels il a été conçu et qu'il protège 99,5 % des maisons contre le refoulement des égouts pendant les débits de pointe par temps humide.
- Aucune maison supplémentaire ou nouvelle maison ne sera ajoutée à la liste des immeubles « à risque » en raison d'un nouveau développement immobilier. Le terme « à risque » est défini comme un endroit où la surcharge des égouts sanitaires se produit à un niveau inférieur à 2 mètres sous le bord supérieur du regard d'entretien pour un épisode de temps pluvieux prévu à la conception.
- Limiter le captage par temps humide à moins de 5 % du volume total de précipitations dans le système pendant les périodes de temps pluvieux.

4.6 Déterminer la volonté de la municipalité d'entreprendre des travaux sur les sections privées

La section 2.5 a décrit l'importance des sections privées dans un programme global de réduction du C/I. Le volume de C/I pouvant être éliminé d'un réseau d'égouts dépendra directement des travaux qui pourront être effectués dans les sections privées. La réduction du C/I du côté privé est beaucoup plus complexe que du côté public, car elle repose sur la volonté et le comportement des résidents (voir la section 3.6.2). La réussite d'un programme de réduction du C/I peut toutefois également dépendre de la mesure dans laquelle la municipalité a corrigé les déficiences des sections publiques des réseaux.

En effet, il existe de grandes synergies potentielles entre les sections publiques et privées des collecteurs secondaires, puisqu'il s'agit en fait des mêmes canalisations. Il serait en outre plus efficace de procéder aux inspections par contrôle télévisuel en circuit fermé et aux réparations des deux côtés des limites de propriété en même temps.

Les stratégies de gestion du C/I du côté privé présentées ci-après ont beaucoup retenu l'attention ces dernières années.

4.6.1 Réduction du C/I dans les sections privées : Inspection des collecteurs secondaires au moment de la vente

L'inspection des collecteurs secondaires au moment de la vente d'une propriété est l'une des approches utilisées pour réduire le C/I du côté privé. Il s'agit d'une approche de pointe et rentable qui rend les propriétaires responsables de la performance de leur collecteur sanitaire secondaire. Cette démarche de réduction du C/I du côté privé est fortement recommandée pour les raisons suivantes :

- Le fait d'exiger que le propriétaire assume la responsabilité de la performance de son collecteur sanitaire secondaire lui en fait porter le risque, ce qui est tout à fait normal.
- L'instauration d'une telle exigence au moment de la vente augmente vraisemblablement la volonté de payer des propriétaires, car l'achat d'une maison est déjà un investissement énorme avec une variété de coûts accessoires que les acheteurs connaissent déjà.
- La mise en place d'un tel programme rappelle à tous l'importance des sections privées des réseaux d'égouts sanitaires.

La mise en œuvre d'un tel programme pose un grand défi, mais elle doit être considérée comme une stratégie efficace et rentable faisant partie d'un programme moderne de réduction du C/I.

Actuellement, le East Bay Municipal Utility District (EBMUD), près de San Francisco, est une instance qui fait œuvre de pionnier dans le recours à l'inspection des collecteurs secondaires au moment de la vente pour favoriser la réduction du C/I. Les propriétaires visés doivent obtenir un certificat du EBMUD attestant que leurs collecteurs sanitaires secondaires sont étanches lorsqu'ils vendent leur maison, demandent un permis pour des travaux de plus de 100 000 \$ ou modifient la taille du compteur d'eau.

Après de nombreuses années à tenter de réduire les débordements d'égouts, le EBMUD a été contraint en 2009 de promulguer une ordonnance régionale sur les sections privées des collecteurs sanitaires secondaires. Cette ordonnance, qui est entrée en vigueur en 2011, régit maintenant l'ensemble du programme de réduction du C/I du EBMUD. Politiquement, une telle démarche est plus facile à appliquer aux États-Unis en raison de l'utilisation par l'EPA (Agence de protection de l'environnement) de « décrets exécutoires » (essentiellement des outils juridiques) qui permettent d'imposer de lourdes amendes pour non-conformité.

Le EBMUD est une municipalité régionale regroupant sept municipalités locales, à l'image du modèle que l'on trouve au Canada. La municipalité régionale est responsable des collecteurs principaux et du traitement des eaux usées, tandis que les municipalités locales s'occupent des réseaux locaux et traitent directement avec les propriétaires. Après des années de collaboration entre l'EPA et les municipalités locales, le décret exécutoire de l'agence américaine a désigné les municipalités locales et le EBMUD en tant que coresponsables. Cela a résolu le problème que posent les administrations à deux paliers sur les programmes de réduction du C/I, comme le précise la section 3.6.3.

Au Canada, l'inspection des collecteurs secondaires au moment de la vente n'a pas encore été mise en œuvre. Metro Vancouver a cependant instauré une excellente version de cette approche en analysant de manière proactive pendant une décennie la certification des collecteurs sanitaires secondaires lors des transactions immobilières (voir *An Approach Towards Private Sewer Lateral Certification in Real Estate Transactions for Metro Vancouver*, Pinna Sustainability Inc., 2013).

4.6.2 Réduction du C/I dans les sections privées : Autres approches

Certaines instances américaines ont fait des percées en matière de stratégie de réduction du C/I dans les sections privées des réseaux d'égouts (en partie grâce au pouvoir de l'EPA d'émettre des décrets exécutoires, comme il est précisé ci-dessus). La présente section en donne quelques exemples.

Le MMSD (une instance de palier supérieur) fournit du financement et un soutien pour la conception, la planification et les recherches effectuées par les municipalités de palier inférieur qui cherchent à réduire le C/I dans les sections privées du réseau⁷⁹. Afin de bien asseoir son programme de réduction du C/I, le MMSD a obtenu en mai 2011 un avis juridique qui relevait les problèmes potentiels associés à un programme visant les propriétés privées. Dans ses grandes lignes, l'avis a conclu que le MMSD avait des motifs juridiques raisonnables pour entreprendre le programme afin d'assurer la santé publique, la sécurité et le bien-être des résidents.

Le programme exige que les agences satellites soumettent des demandes de financement en présentant un plan de travail au MMSD. Ces demandes sont évaluées par rapport à un ensemble de critères convenus. Sur approbation, le MMSD finance exclusivement l'élimination des sources de C/I dans les sections privées du réseau.

En 2015, le programme avait ainsi changé d'orientation pour se concentrer en grande partie sur les sections privées. Parmi les activités sur des propriétés privées admissibles au financement, mentionnons les suivantes :

- déconnexion des drains de fondation;
- réhabilitation ou remplacement des collecteurs sanitaires secondaires;
- installation de nouveaux collecteurs pluviaux secondaires;
- inspection et enquête (p. ex., tests de dépistage à la fumée et au colorant et inspection par contrôle télévisuel en circuit fermé);
- services professionnels (planification, conception, préparation des documents d'appel d'offres);
- services d'inspection de la construction;
- éducation et sensibilisation du public.

De nombreuses autres instances américaines mettent en œuvre des programmes similaires⁸⁰.

4.6.3 Réduction du C/I dans les sections privées : Approches des autorités législatives

Il devient de plus en plus clair qu'il est essentiel de traiter le C/I du côté privé; toutefois, les municipalités trouvent parfois difficile d'obtenir par elles-mêmes le soutien politique, technique et pratique collectif nécessaire pour instaurer leurs programmes. Une autre approche adoptée par de nombreux organismes de réglementation en Amérique du Nord est donc de commencer à fournir un soutien législatif ou d'imposer des exigences pour assurer la mise en œuvre des programmes de réduction du C/I.

Dans des documents publiés par le MassDEP, l'organisme déclare que toutes les sources de C/I dans les sections publiques et privées sont considérées comme excessives et doivent être éliminées, à moins que les conditions existantes ne rendent une telle élimination techniquement irréalisable ou que son coût soit prohibitif⁸¹. Il s'agit là d'un exemple d'un organisme d'État qui établit clairement le caractère essentiel d'effectuer des travaux dans les sections privées des réseaux d'égouts. L'organisme offre des conseils détaillés aux municipalités locales sur la manière d'aborder ces travaux⁸².

En Ontario, le ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs (MEPP) a récemment élaboré de nouvelles normes de conception de réseaux d'égouts (« Démarche d'autorisations regroupées d'infrastructures linéaires – modèle d'autorisation environnementale de collecte des eaux usées et critères de conception ») qui sont actuellement à l'étude. Bien que les changements proposés par le MEPP s'appliquent en grande partie aux nouvelles constructions, ils démontrent comment les organismes de réglementation peuvent directement favoriser la prévention efficace et rentable du C/I.

Les nouvelles normes de conception des réseaux d'égouts, qui permettront aux municipalités de préapprouver les nouvelles infrastructures si des exigences précises sont respectées, mettent l'accent sur la prévention du C/I en tant que partie intégrante de la conception des nouveaux réseaux d'égouts sanitaires. Comme le résume le MEPP :

Nous proposons de moderniser le processus d'autorisation environnementale des stations d'épuration des eaux d'égout municipales à faible risque en mettant en œuvre une démarche d'autorisations regroupées d'infrastructures linéaires. La démarche proposée permettra de regrouper et mettre à jour le processus d'autorisation pour ces types de stations et elle intégrera des mesures qui permettront d'améliorer la protection de l'environnement⁸³.

Les projets de normes comprennent un certain nombre d'exigences concernant la réduction des risques de C/I. Cette démarche fera en sorte que les municipalités ne considéreront pas le C/I comme une nuisance, mais plutôt comme un problème fondamental.

4.6.4 Réduction du C/I dans les sections privées : Assurance des collecteurs secondaires mise en place par la municipalité

Dans le cadre d'une approche novatrice, plusieurs administrations ontariennes, dont celles de Peel et Hamilton, ont récemment élaboré et mis en œuvre des produits d'assurance couvrant les canalisations extérieures et la plomberie intérieure. Il s'agit d'un programme dans le cadre duquel des municipalités, en collaboration avec des assureurs privés, offrent aux propriétaires des couvertures d'assurance facultatives et volontaires contre les bris de tuyaux. Comme le précise le site Web de la région de Peel :

La région de Peel est responsable de l'entretien et de la réparation des conduites municipales d'aqueduc et d'égout (eaux usées) seulement. En cas de bris d'une conduite située sur votre propriété, il vous incombe de payer pour les réparations, qui peuvent s'élever à des centaines à des milliers de dollars, selon le type de travaux à exécuter. De tels bris peuvent vous placer dans une situation financière précaire, surtout lorsque c'est inattendu⁸⁴.

Ce programme d'assurance couvre des événements qui ne sont généralement pas inclus dans les polices d'assurance habitation, même celles qui comportent des avenants pour inondation par ruissellement, tels que la couverture optionnelle des entrées d'eau extérieures, des canalisations d'égouts et des fosses septiques, ainsi que de la plomberie intérieure et de drainage.

L'un des avantages de ce genre d'approche est qu'elle amène les propriétaires à reconnaître qu'une partie du réseau d'égouts leur appartient et qu'il relève de leur responsabilité. Il s'agit d'une excellente approche pour favoriser la réduction du C/I du côté privé.

En résumé, la gestion du C/I provenant des sections privées fera probablement l'objet de discussions continues avec les cadres supérieurs et les membres du conseil. Le personnel municipal devrait donc commencer à examiner les problèmes que posent les sections privées dès le début du processus d'élaboration du programme de réduction du C/I. La décision d'effectuer ou non des travaux du côté privé aura un impact significatif sur le développement du programme, et il est recommandé de lancer cette discussion au plus tôt. Quoi qu'il en soit, il faudra recueillir des données sur les sections privées des réseaux d'égouts, que l'on prévoie ou non y effectuer des travaux.

4.7 Qu'est-ce qu'un taux de C/I acceptable dans un système existant?

4.7.1 Valeurs économiques du C/I acceptable

Au Canada, nous avons des taux de C/I admissibles à la construction et utilisons une tolérance de conception du C/I, comme l'indique la section 3.2. Ainsi, il serait possible de calculer la valeur économique du C/I acceptable en supposant une dégradation linéaire de l'égout au cours de sa vie utile. En l'absence d'autres données, un taux de C/I spécifié et une dégradation linéaire peuvent être un bon point de départ.

4.7.2 Estimation du taux de C/I acceptable dans les réseaux d'égouts au Canada

Les réseaux d'égouts existants au Canada sont une combinaison de nombreux systèmes de collecte des eaux usées, construits à des moments différents selon des spécifications différentes et dans différentes conditions. L'initiative nationale d'analyse comparative de l'eau potable et des eaux usées (*National Water and Wastewater Benchmarking Initiative – NWWBI*) a cherché à faire le suivi des paramètres de C/I au Canada. Cependant, les données recueillies sur le C/I étaient nécessairement sommaires et non spécifiques, de sorte qu'elles n'ont pas pu être utilisées pour fixer des étalons significatifs.

Jusqu'à présent, l'établissement des valeurs de C/I s'est révélé problématique. Le MassDEP a également reconnu ce problème (voir l'encadré).

Metro Vancouver a publié une recherche approfondie sur les tolérances de conception du C/I et a conclu ce qui suit :

Que la tolérance de conception du C/I soit de 11 200 L/j-ha ou de 22 400 L/j-ha (0,28 L/s-ha), il est évident que le C/I excessif doit être réduit. D'après les valeurs de conception du C/I au Canada, il semble que tous les taux de C/I supérieurs à 25 000 L/j-ha peuvent être considérés comme étant excessifs⁸⁵.

Le MassDEP reconnaît la difficulté de définir ce qu'est un C/I excessif dans un réseau d'égouts. Bien qu'un certain nombre d'étalons aient été élaborés, ils sont souvent trop simplistes pour tenir compte de la façon dont les réseaux d'égouts réagissent à des épisodes de précipitations différant en intensité et en quantité, ainsi que des variations de la hauteur de la nappe phréatique au moment de l'épisode.

Source : MassDEP, 2017. Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys.

À ce jour, aucune donnée d'analyse comparative globale utile du C/I n'a été publiée en raison de la complexité du C/I et des grandes différences dans la façon dont on en fait le suivi (quand il fait l'objet d'un tel suivi) dans chaque municipalité, dans les conditions des sites, dans les méthodes de construction des divers réseaux d'égouts, etc. On ne s'attend d'ailleurs pas à ce que cela change.

Les diverses instances continuent d'analyser de près ce qui est économiquement faisable. Le MassDEP, par exemple, considère les sources de C/I suivantes comme étant excessives et devant être éliminées :

- les sources d'infiltration qui peuvent être supprimées à moindre coût;
- toutes les sources d'infiltration des sections publiques et privées des réseaux, à moins que les conditions existantes ne rendent une telle élimination techniquement irréalisable ou d'un coût prohibitif⁸⁶.

Les municipalités devront peut-être considérer que le C/I « acceptable » dans leurs réseaux d'égouts correspond davantage au C/I restant après que ce qui a pu être éliminé de manière rentable l'a été, plutôt qu'à une valeur absolue.

4.8 Résumer les buts et objectifs

Après avoir recueilli les données mentionnées précédemment, la municipalité devrait bien comprendre les buts et les objectifs globaux du programme de réduction du C/I. Ceux-ci devraient être clairement énoncés par écrit et communiqués aux cadres supérieurs, aux membres du conseil municipal et à la population.

L'ingénieur devrait alors être en mesure de fixer des échéanciers et de préparer des budgets préliminaires pour l'élaboration du programme de réduction du C/I. S'il doit présenter des demandes de budget, c'est à ce stade qu'il devrait le faire. Le personnel municipal devrait planifier un projet pluriannuel avec financement permanent pour traiter de manière proactive la réduction du C/I.

Les municipalités qui envisagent d'embaucher un ingénieur-conseil pour mener le programme de réduction du C/I doivent garder à l'esprit qu'il est important que le personnel municipal comprenne le travail effectué par l'ingénieur afin que les connaissances acquises grâce au programme ne soient pas perdues à l'externe. Ce problème a été soulevé par des municipalités ontariennes qui ont entrepris des études de C/I dirigées par des consultants⁸⁷.

5. Étape 3 : Collecte et évaluation des données existantes (évaluation documentaire informatisée)

De nombreuses données pertinentes sur le C/I sont déjà disponibles dans la plupart des municipalités. Ces données peuvent toutefois être stockées dans divers formats et se trouver au sein de différents services, de sorte qu'elles peuvent être difficiles d'accès. Cette section présente des conseils sur la façon de localiser et de rassembler les données disponibles. L'exploration des sources de données existantes est une étape fondamentale importante dans l'élaboration d'un programme efficace et rentable de réduction du C/I.

5.1 Approche « Une seule eau »

L'approche « Une seule eau » considère le cycle complet de l'eau sous toutes ses formes : eau potable, eaux usées, eaux pluviales, eaux de surface et eaux souterraines, et elle traite toutes les formes d'eau comme des ressources à protéger. Elle part du principe que les changements apportés à une partie du cycle de l'eau urbaine touchent toutes les autres parties (voir l'encadré). Les structures réglementaires, financières et de gouvernance ont historiquement placé les ressources en eau potable, en eaux usées et en eaux pluviales dans des silos gérés séparément. Au 21^e siècle, cela n'est plus de mise.

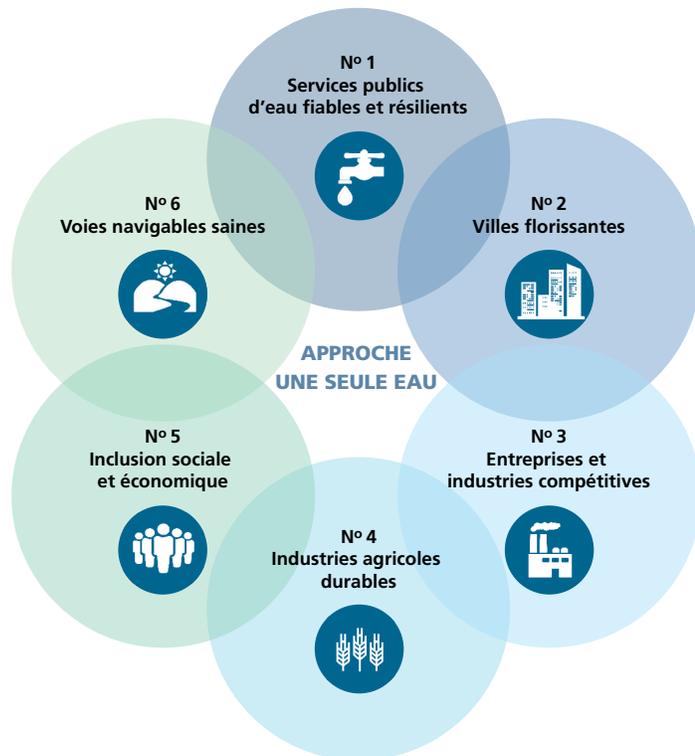
Des municipalités de partout au Canada (en particulier les plus grandes) ont commencé à planifier leurs infrastructures selon l'approche « Une seule eau » (p. ex., Vancouver, région de Niagara, Halifax).

La US Water Alliance⁸⁸ décrit la gestion durable des « ressources essentielles à la vie » comme suit :

La notion d'approche systémique intégrée de l'eau n'est pas nouvelle. Cependant, sa mise en œuvre à grande échelle n'a pas encore été réalisée. De nombreux signes indiquent que la gestion de l'eau aux États-Unis entre dans une autre grande ère de changement et d'innovation. Partout au pays, nous voyons des exemples d'approches intégrées et inclusives de la gestion des ressources en eau qui font éclater les silos. Ces approches illustrent l'idée que toute eau a une valeur et devrait être gérée de manière durable, inclusive et intégrée. **Nous appelons cette perspective « Une seule eau ». Et bien que notre cible soit l'eau, nos objectifs sont la prospérité des économies locales, la vitalité des communautés et la santé des écosystèmes.**

Les égouts sanitaires, les égouts pluviaux et les canalisations d'alimentation en eau sont tous reliés en ce qui concerne le C/I. Les défauts dans les systèmes de distribution d'eau et les égouts pluviaux peuvent avoir des répercussions directes sur le C/I, car les pertes d'eau et les fuites dans les infrastructures pluviales sont susceptibles d'entraîner une augmentation du C/I dans les égouts sanitaires en raison de l'interconnexion des tranchées de services publics (voir l'encadré à la page suivante).

Approche « Une seule eau »



Source : US Water Alliance. 2016.

En outre, et plus important encore, les programmes d'immobilisations sont établis annuellement au palier municipal. L'élaboration de projets d'immobilisations pour la réduction du C/I doit être réalisée dans le contexte des autres besoins et priorités en matière d'infrastructures sur une base annuelle, ce qui permet de mieux visualiser la gestion du C/I dans la perspective « Une seule eau ».

L'intégration des activités de réduction du C/I avec d'autres besoins d'infrastructures municipales est un sujet de discussion qui dépasse la portée de ce document. Pour plus d'information sur ce sujet, se reporter aux documents *Approche intégrée de l'examen et de l'évaluation des réseaux municipaux de voirie, d'égout et d'eau potable* (InfraGuide 2003a) et *Coordonner les travaux d'infrastructures* (InfraGuide 2003d).

5.2 Recensement, collecte et organisation des données

Les premières tâches consistent à rassembler et à classer toute l'information disponible, puis à gérer et à stocker les données résultantes afin qu'elles soient facilement accessibles et récupérables. Une collecte de données exhaustive produira probablement une variété de types, de sources et de formats de données d'exactitude et d'âge multiples. Il faudra ensuite prêter une attention particulière et bien réfléchir à la façon de regrouper ces données dans des bases, des ensembles et des formats utiles. La gestion des données souvent volumineuses recueillies lors de la phase d'étude menant à l'évaluation d'un système (d'égouts) est un défi majeur⁸⁹.

Idéalement, les données recensées pour chaque système devraient être colligées de manière à permettre des références croisées entre les systèmes. Les données recensées devraient également être liées à un système d'information géographique (SIG) pour faciliter l'analyse spatiale, si possible. Le format et le contenu des données recensées varieront selon les municipalités. Cependant, chaque municipalité devrait adopter un plan de collecte et de stockage des données lui permettant à terme de gérer ses systèmes de manière proactive et intégrée.

L'étape du recensement, de la collecte et de l'organisation des données sera un processus itératif. L'approche adoptée par chaque municipalité sera nécessairement unique.

Lors de la collecte de données, il est important de noter la date à laquelle elles sont consignées et le niveau de confiance qu'elles inspirent, si ces renseignements sont connus. Pour une discussion sur la gestion des données, se reporter au document *Règles de l'art relatives aux données sur les services publics* (InfraGuide 2003b).

Les infrastructures linéaires souterraines que sont les égouts, les conduites d'alimentation en eau et les autres canalisations desservant les collectivités créent un vaste réseau de drains français lorsque l'assise et le remblai des tranchées sont composés de matériaux perméables. Cette perméabilité fait en sorte que les eaux de ruissellement et les eaux souterraines sont drainées jusqu'au niveau le plus bas des tranchées. Or, comme les canalisations sanitaires reposent généralement dans des tranchées plus profondes que celles des autres services publics, ces dernières s'égouttent dans les tranchées des égouts sanitaires et entraînent l'immersion des canalisations. Les joints, les raccords et les collecteurs secondaires se trouvent alors submergés de sorte que l'eau s'infiltré dans les moindres interstices.

Source : US Environmental Protection Agency, 1990. Rainfall Induced Infiltration into Sewer Systems: Report to Congress, Office of Water, Washington, United States Environmental Protection Agency.

Dans le cas des services publics municipaux d'eau potable, d'eaux usées et d'eaux pluviales, il existe littéralement des centaines de processus qui couvrent une vaste gamme d'activités techniques, commerciales ou de service. Tous ces processus requièrent des données et des renseignements qui peuvent inclure des emplacements, des dates, des heures et de nombreux types de mesures. Les services publics des municipalités ne disposent cependant d'aucune norme ou règle reconnue relative à la gestion des données et des renseignements. Par conséquent, de nombreuses municipalités ont recours à un grand nombre de moyens et de processus pour stocker les données.

Source : Fédération canadienne des municipalités, 2003. InfraGuide – Règles de l'art relatives aux données sur les services publics.

5.3 Données des installations de traitement des eaux et des eaux usées

L'examen de la relation entre les ITE et les ITEU est un exercice précieux dans le travail de recherche sur le C/I. Les sources particulières de données qui fourniraient de l'information sur le C/I incluent les suivantes :

- données des ITE (volumes pompés et facturés, le cas échéant);
- données des ITEU (y compris celles sur les dérivations);
- données des SPEA (l'utilisation des enregistrements du temps de fonctionnement des pompes ne doit pas constituer la mesure principale en raison de la possibilité de décalages temporels ou de masquage d'événements dus aux bâches d'aspiration)⁹⁰;
- superficie des bassins de collecte des eaux usées et population desservie par chaque usine et station de pompage;
- paramètres chimiques, tels que la demande biologique en oxygène, les solides en suspension, la concentration en phosphore (une faible concentration peut indiquer la présence de C/I);
- fréquence, gravité et durée des débordements et des dérivations;
- fréquence et gravité des surcharges causant des inondations;
- fluctuations des données au fil du temps.

Tel que mentionné à la section 3.4, l'ingénieur doit analyser attentivement la qualité de toutes les données examinées (par exemple, en s'interrogeant sur le moment où les pompes de l'ITE et de l'ITEU ont été calibrées pour la dernière fois).

5.4 Collecte de données sur les sections publiques des réseaux d'égouts

L'ingénieur doit présenter brièvement chaque source de données, y compris leurs limites potentielles, dans la documentation concernant le programme de réduction du C/I proposé. Les données peuvent provenir des sources suivantes :

- cartographie de base/SIG, incluant la diversité des systèmes auxquels l'ingénieur a accès et leur degré de compatibilité;
- couches ou cartes sur le morcellement foncier;
- type et âge des canalisations d'égouts et des regards d'entretien;
- état des installations existantes;
- superficie et délimitation des bassins de collecte des eaux usées;
- données telles qu'enregistrées, y compris la fréquence de mise à jour du SIG;
- âge des égouts;
- inspection par contrôle télévisuel en circuit fermé;
- appels de service des clients;
- niveau des eaux souterraines;
- aménagement du territoire et désignations environnementales;
- emplacement et étendue de tout système de drains de sortie;
- dispositions du réseau hydrographique;
- nombre et fréquence des débordements, dérivations et surcharges du réseau;

Un certain nombre de problèmes liés à l'exploitation des infrastructures municipales peuvent avoir une incidence sur les problèmes de C/I. Parmi les plus importants, il y a la répartition des responsabilités de la gestion des eaux pluviales et sanitaires. Cette répartition peut entraîner des situations dans lesquelles un aspect de l'infrastructure municipale relève de l'administration régionale et l'autre est de la seule responsabilité d'une administration municipale dans la région. Les relations de ce type, souvent désignées comme étant des structures en « silos » dans le jargon organisationnel, peuvent entraver une communication efficace et une approche intégrée de la gestion des ressources en eau.

Source : KESIK, T., 2015. Management of Inflow and Infiltration in Urban Developments, Toronto, Institute for Catastrophic Loss Reduction.

- problèmes antérieurs, enquêtes déjà menées sur le C/I et travaux de réhabilitation effectués;
- emplacement de tout équipement de mesure permanent dans le réseau;
- base de données ou autres sources dressant la liste des collecteurs secondaires abandonnés;
- données sur les sols, y compris les rapports sur les sols réalisés pour des projets de conception et de construction en lien avec les élévations de la nappe phréatique;
- renseignements généraux inclus dans les évaluations environnementales;
- études de capacité;
- modèles informatiques existants du réseau de collecte;
- données existantes sur la prévision des débits;
- cartes des marées pour les zones susceptibles d'être touchées par l'infiltration des marées.

L'un des défis lors de la collecte de données en vue de l'instauration d'un programme de réduction du C/I (p. ex., données sur le développement, sur la conception et la construction, sur les eaux pluviales, sur la gestion des actifs) est que l'information sur le réseau d'égouts peut être hébergée dans différents services (ou même dans la municipalité de palier supérieur) et peut être difficile d'accès. Le travail en silos est courant dans les municipalités. Dans les régions où les administrations régionales et locales partagent la responsabilité de certains actifs, le travail en silo peut poser des problèmes encore plus ardu.

La collecte de données sur les sections privées pose un autre problème du fait que ce sont généralement des fonctionnaires travaillant du côté public qui gèrent l'information sur les inondations. Dans certains cas, les résidents traitent directement avec un assureur sans aviser la municipalité, de sorte qu'il n'existe aucun dossier d'inondation dans la municipalité. Par exemple, une enquête menée en 2011 dans un quartier touché par les inondations à London, en Ontario, a conclu que près de la moitié des répondants n'avaient pas signalé à la municipalité qu'ils avaient été inondés par suite d'un refoulement d'égouts⁹¹. Pour obtenir les chiffres réels des inondations dans une collectivité, il serait avantageux de favoriser le partage de données entre les assureurs et les municipalités et de recueillir des données structurées ou formelles auprès des résidents potentiellement touchés.

5.5 Collecte de données sur les sections privées des réseaux d'égouts

Les données sur les sections privées des réseaux d'égouts seront probablement beaucoup plus difficiles à obtenir que les données sur les sections publiques. Ces données sont toutefois importantes, car même si les travaux sur les propriétés privées ne sont pas envisageables, la planification des programmes de réduction du C/I doit prendre en compte les conditions du côté privé et toutes les données disponibles.

L'information utile pour les analyses du C/I comprend :

- l'âge des maisons;
- les règlements locaux sur le raccordement des drains de fondation, des avaloirs de sol, des puisards, des descentes pluviales, etc. du côté privé, par exemple :
 - il peut être utile de déterminer à quelle date le raccordement des drains de fondation et des descentes pluviales au réseau sanitaire est devenu illégal dans la municipalité, car cette date peut servir à déterminer quels sont les quartiers susceptibles d'avoir encore de tels raccordements;
- les cartes de drainage ou autres dossiers sur les collecteurs secondaires;
- les données sur les inondations, notamment :
 - les plaintes formulées par les propriétaires,
 - les réponses aux sondages menés par suite d'inondations (le cas échéant),
 - les dossiers sur les inspections et autres enquêtes (le cas échéant),
 - les données des assureurs (si possible, en discuter avec les agents ou les courtiers locaux);
- les données sur les refoulements d'égouts (probablement disponibles auprès du personnel et des services d'exploitation);
- l'expérience du personnel de service pour délimiter les secteurs où l'on trouve des pompes de puisard, des drains de fondation, des descentes pluviales, des avaloirs de sol et des puisards raccordés au réseau sanitaire;
- les données de surveillance du débit (le cas échéant);
- les registres, dossiers, etc. indiquant la présence de pompes de puisard dans les maisons et, si possible, les emplacements des points de déversement de ces pompes;
- les registres, dossiers, etc. indiquant si des descentes pluviales sont raccordées au réseau sanitaire;
- les données des inspections sommaires (menées à pied ou à bord de véhicules) effectuées pour d'autres raisons (vérification des descentes pluviales, âge des maisons);
- les registres ou dossiers des inspections par contrôle télévisuel en circuit fermé des systèmes de plomberie menées dans les résidences (le cas échéant).

L'ingénieur doit en outre déterminer si la municipalité ou l'instance locale tient une base de données des collecteurs secondaires abandonnés (orphelins), car ils peuvent être des sources importantes de C/I. Les plombiers et les entrepreneurs en restauration locaux sont également d'excellentes sources d'information sur les configurations de plomberie du côté privé et les problèmes courants dans la région.

Les administrations locales doivent comprendre les facteurs qui influent sur la gestion du C/I du côté privé, même lorsque les travaux sont jugés impossibles. Pour développer des solutions rentables, il est essentiel de connaître l'apport des drains de fondation et des descentes pluviales (par exemple, si les débits provenant des collecteurs secondaires résultent du raccordement de drains de fondation et non de carences du côté public, les travaux d'immobilisations du côté public ne réduiront pas le C/I).

5.6 Données d'exploitation du réseau d'égouts

Les employés opérationnels sont les experts du réseau d'égouts et il faut que les données d'exploitation du réseau et les autres données disponibles soient soigneusement analysées pour qu'un programme de réduction du C/I soit efficace. Le fait que chaque municipalité recueille les données différemment et que les programmes utilisés pour recenser et stocker les données peuvent même varier entre les services d'une même municipalité représente l'un des défis de la collecte de données sur l'exploitation des réseaux. De plus, les services d'exploitation ne conservent souvent pas de registres des activités de maintenance, des blocages et des refoulements dans un format qui permettrait d'analyser facilement les données à des fins de réduction du C/I. Les données d'exploitation sont d'ailleurs fréquemment perdues, car elles ne font pas l'objet de suivi.

Avec l'avènement des fonctions de transmission des autorisations de travail par appareil mobile, la capture des données sur les opérations et les travaux publics devrait se rationaliser et ces données devraient être plus facilement accessibles. D'ici là, la collecte de données sur les opérations continuera d'être une partie difficile, mais essentielle, du programme de réduction du C/I.

Les données utiles sur le fonctionnement du réseau d'égouts peuvent inclure :

- les entretiens avec le personnel opérationnel pour recueillir des renseignements anecdotiques (p. ex., parties du réseau nécessitant des rinçages fréquents ou connues pour les affaissements ou les refoulements d'égouts);
- les résultats du programme d'inspection régulière des regards d'entretien;
- les données du programme de rinçage régulier (p. ex., détails sur la fréquence et l'efficacité des rinçages), particulièrement celles permettant de délimiter les zones particulièrement problématiques;
- les pratiques de gestion des bassins d'eaux pluviales (pour déterminer si elles représentent un risque de C/I pour la municipalité) – si ces bassins ne sont pas nettoyés régulièrement, il est possible qu'ils n'offrent pas le niveau de service prévu à la conception et posent un risque de C/I pour le réseau sanitaire;
- les résultats des inspections par contrôle télévisuel en circuit fermé;
- la confirmation que la municipalité exploite ses installations conformément aux recommandations techniques de conception (ce qui n'est pas toujours le cas).

5.7 Données de planification

Le personnel municipal travaillant à la réduction du C/I doit veiller à coordonner ses activités avec les services de planification pour comprendre le plan officiel ou les plans ou ébauches approuvés des politiques portant sur l'aménagement, la construction sur terrains intercalaires, les aires protégées, les pôles de croissance, etc., car ceux-ci auront une incidence sur les besoins en capacité et, partant, sur les décisions en matière de C/I. Les effets de la densification due aux changements de zonage et aux orientations provinciales doivent particulièrement être pris en compte, car la capacité du réseau doit être suffisante pour permettre une telle densification.

Des renseignements généraux sur le réseau d'égouts municipal peuvent également être inclus dans les documents de planification. Si nécessaire, les valeurs économiques des débits de production d'eaux usées peuvent être utilisées pour calculer les charges hydrauliques qui ne sont pas encore prévues dans les documents de planification.

5.8 Cerner les lacunes des données et mettre à jour les méthodes de collecte, lorsque nécessaire

Au cours du processus de collecte de données, la municipalité est susceptible de déceler des lacunes dans les données, qui peuvent se diviser en plusieurs catégories :

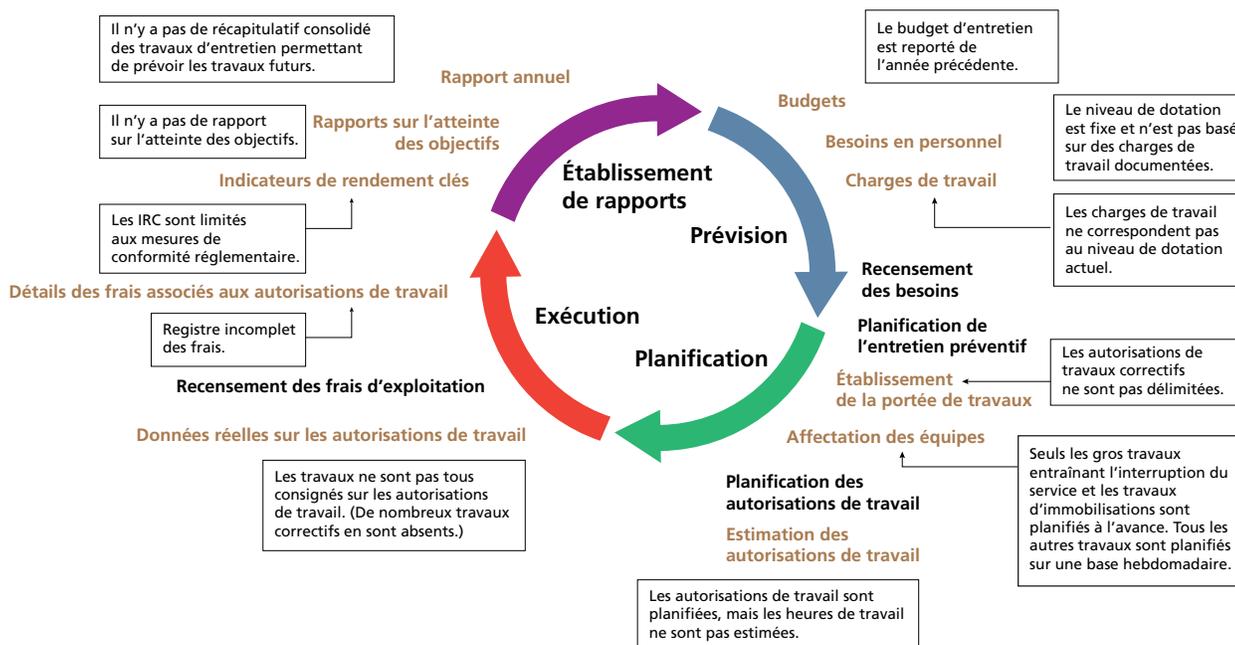
- données non recueillies;
- données recueillies, mais non conservées;
- données recueillies, mais stockées sur papier ou sous une autre forme difficile à opérationnaliser;
- données recueillies, mais stockées sous des formes incompatibles avec les autres données utilisées.

À ce stade du développement du programme de réduction du C/I, l'ingénieur aura probablement une bonne idée des données qui seront essentielles. Le processus de collecte, de gestion, de stockage et de mise à jour des données peuvent être coûteux, et les lacunes dans les données et les incohérences de format compliquent le suivi du C/I. Les municipalités devraient donc prendre des mesures pour améliorer et mettre à jour la collecte de données afin d'assurer un meilleur suivi et une meilleure compréhension du C/I à l'avenir. Cela nécessitera probablement des efforts concertés.

La figure 14 illustre visuellement une analyse des écarts types. Le district régional de Nanaimo, en Colombie-Britannique, a entrepris une analyse globale des écarts dans les systèmes soutenant leurs efforts d'étude, de réalisation, de suivi et de répétition (étapes 1 à 7 telles que définies dans ce document). Comme l'indique la figure 14, l'analyse des écarts cerne également les lacunes du processus et de la collecte de données qui empêchent le district d'avoir une compréhension claire de l'ensemble de ses systèmes. Cette analyse donne au district l'occasion d'améliorer la collecte de données de base afin de mieux comprendre son système.

Figure 14 : Représentation visuelle d'une analyse des écarts⁹²

Analyse des écarts du modèle fonctionnel de traitement des eaux et des eaux usées du district régional de Nanaimo



L'amélioration continue de la gestion, de la surveillance et du suivi des réseaux d'égouts améliorera probablement la performance globale de ces réseaux et réduira les coûts et les risques d'inondation.

L'évaluation des écarts de données aidera l'ingénieur à déterminer le meilleur plan d'action. Celui-ci devrait d'ailleurs envisager une approche d'évaluation des risques, en tenant compte de divers aspects, tels que le coût, la sécurité et les performances. Les coûts associés à l'amélioration des données disponibles doivent être pris en compte et pondérés par rapport aux risques de ne rien faire. Comme les coûts du C/I devraient idéalement avoir été définis plus tôt dans le programme, l'analyse préliminaire des coûts devrait être simple.

Ce document recommande de procéder à une analyse documentaire informatisée, sujet qui a été abordé dans la section précédente, et à une évaluation préliminaire basée sur les données existantes avant d'entreprendre la surveillance des débits et les études sur le terrain, qui sont des étapes coûteuses et longues (voir l'encadré). Ces étapes peuvent être nécessaires, mais une approche ciblée dans des bassins de collecte des eaux usées spécifiques est beaucoup plus rentable et beaucoup plus susceptible d'aboutir à des résultats exploitables au niveau des sous-bassins.

5.9 Analyse documentaire informatisée des conditions existantes

L'analyse des données existantes peut fournir de nombreux renseignements sur les performances du réseau de collecte des eaux usées.

L'analyse pour caractériser le C/I ressemble plus à un travail de détective que de scientifique. L'ingénieur doit toujours garder à l'esprit la myriade de variables qui influent sur le C/I. Il doit surtout comprendre clairement les afflux en eaux usées et comment chacun contribue à la charge hydraulique totale. L'industrie a généralement qualifié tout « débit de base » d'infiltration, alors qu'en fait, une partie est un débit par temps sec permanent qui n'est pas une infiltration (comme le précise la section 2).

De nombreux renseignements sur la manière d'analyser les données pour évaluer le C/I sont accessibles à tous. Il est convenu que l'ingénieur aura au besoin accès à des sources extérieures pour analyser des combinaisons particulières d'ensembles de données.

Voici quelques sources externes recommandées :

- *Guide for Estimating Inflow and Infiltration*, USEPA, 2014
- *InfraGuide – Examen et évaluation d'un réseau de collecte d'eaux pluviales ou d'eaux usées*, 2003.
- *Guidelines for Performing III Analyses and Sewer System Evaluation*, Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017.
- *Guide for Evaluation Capacity, Management, Operation, and Maintenance (CMOM) Programs at Sanitary Sewer Collection Systems*, USEPA, 2005.

Pour décrire avec précision l'état réel d'un réseau, il faut que les nouvelles canalisations soient ajoutées à la base de données à mesure que le réseau prend de l'expansion. Il est également nécessaire d'inclure les données sur l'état du réseau obtenues dans le cadre des programmes d'inspection et au cours des activités quotidiennes d'exploitation et de maintenance. Les municipalités doivent mettre en place une procédure permanente d'actualisation visant à recueillir et à mettre à jour en permanence les données du système.

Source : Guide national pour des infrastructures municipales durables, 2003. Examen et évaluation d'un réseau de collecte d'eaux pluviales ou d'eaux usées.

Le but du recensement des conditions existantes est de recueillir des données afin de mieux comprendre les actifs et le fonctionnement du réseau d'égouts aux fins de l'élaboration du programme de surveillance des débits. Le recensement est la première tâche majeure d'une analyse du C/I et doit être effectué avant toute étude importante sur le terrain.

Source : MassDEP. 2017. Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys.

5.10 Résumer les constatations et élaborer un plan de travail

À ce stade de l'élaboration du programme de réduction du C/I, l'ingénieur devrait être en mesure de résumer les résultats obtenus à ce jour et de déterminer les prochaines étapes les plus appropriées. Il devrait donc pouvoir présenter un sommaire des résultats préliminaires, ainsi que les problèmes, les sources, les opportunités et les contraintes probables dans un rapport écrit. Ce rapport devrait réévaluer les objectifs de réduction du C/I et déterminer s'il est possible de les atteindre.

Au cours de l'analyse préliminaire du C/I basée sur les données existantes, certains problèmes précis nécessitant une recherche supplémentaire peuvent avoir été décelés. Si c'est le cas, ces aspects problématiques peuvent immédiatement faire l'objet d'une enquête plus approfondie. Les étapes subséquentes peuvent alors inclure :

- la surveillance du débit;
- la surveillance du niveau des eaux souterraines;
- la surveillance des eaux pluviales;
- une modélisation hydraulique;
- des séances d'information publiques sur le C/I du côté privé des limites de propriété;
- des programmes de détection des sources (également appelés enquêtes d'évaluation des égouts sanitaires) comprenant :
 - l'inspection des regards d'entretien,
 - l'inspection par contrôle télévisuel en circuit fermé (sections publiques et/ou privées),
 - des tests de dépistage à la fumée,
 - des tests de dépistage au colorant (sections publiques et/ou privées);
- la réhabilitation immédiate.

À ce stade, il devrait être possible de fixer des délais et de prévoir un budget pour les futurs travaux d'enquête. Des demandes de financement doivent alors être faites, si nécessaire. Il convient aussi d'estimer les effectifs requis pour gérer le programme et les données et d'en assurer le financement. S'il faut retenir les services d'un consultant, l'ingénieur doit disposer de suffisamment de renseignements pour être en mesure de présenter une demande de propositions étoffée. La municipalité dispose dès lors d'un cadre pour entreprendre des travaux supplémentaires, et le plan de travail du programme peut être présenté au conseil pour approbation et à la population.

6. Résumé et prochaines étapes

Le but de ce document est de mettre à la disposition des municipalités des outils efficaces et rentables pour bien comprendre l'ampleur du C/I dans leur réseau et déterminer la pertinence de procéder à des investissements, *avant de consacrer des sommes importantes à des études et à des travaux de réhabilitation sur le terrain*. Le travail de base que les municipalités auront accompli si elles appliquent les démarches présentées dans ce document les aidera à adopter une approche moderne de la gestion du C/I, qui est beaucoup plus complexe – et rentable – qu'une simple étude sur le sujet.

La préparation de ce document de base et la recherche connexe ont suscité un intérêt substantiel et soutenu dans tout le Canada, non seulement de la part du personnel municipal, mais aussi de la part de consultants, de développeurs et d'organismes gouvernementaux provinciaux et nationaux.

Les constatations donnent à penser qu'une norme nationale du Canada intitulée *Lignes directrices pour l'élaboration d'un programme efficace et rentable de réduction du C/I* devrait être développée dès que possible. Compte tenu de la nature parfois politique de ce type de recherche, il est en outre recommandé de sélectionner avec soin les experts qui rédigeront le document final afin de s'assurer qu'ils représentent une diversité d'intérêts et de perspectives, mais qu'aucun d'entre eux n'occupe une position dominante.

La section 2 a présenté les étapes subséquentes d'un programme de réduction du C/I, même si elles débordent le cadre du présent document.

Étape 4 : Surveiller les débits et mener des études sur le terrain (phase d'analyse du captage et de l'infiltration)

Étape 5 : Cerner les lacunes et élaborer un plan d'immobilisations pour la réhabilitation ou le remplacement

Étape 6 : Entreprendre la construction et le suivi post-construction

Étape 7 : Répéter

Si les étapes 1 à 3 sont menées de la façon indiquée dans ce document, la municipalité devrait être en mesure de préparer une étude efficace et rentable du C/I (étape 4). La municipalité comprendrait alors quelle proportion de C/I elle peut (ou pourrait) cibler, où ce C/I se produit généralement et quelles sont les possibilités de l'éliminer (p. ex., la municipalité est-elle disposée à mener des travaux dans les sections privées). Cette compréhension permettrait à la municipalité d'élaborer une étude ciblée qui chercherait à détecter le C/I *qui peut réellement être éliminé*. Il s'agit là d'un concept important.

Les étapes 4 et 5 constituent des exercices techniques simples dans lesquels les ingénieurs excellent, et de nombreuses ressources existent pour aider les municipalités à les mener à bien. L'étape 6, qui porte sur la construction et le suivi post-construction, est également un exercice technique simple bien maîtrisé par les ingénieurs. Quant à l'étape 7, elle représente évidemment l'aspect continu du « programme ». Les résultats donnent aussi à penser qu'il conviendrait d'envisager l'élaboration d'un document compagnon actualisé et moderne qui pourrait s'intituler *Lignes directrices sur les études à mener pour mettre en œuvre un programme efficace et rentable de réduction du C/I* et qui couvrirait les quatre dernières étapes du programme.

Notes de fin de document

- 1 Conseil national de recherches du Canada, 2015. *Code national du bâtiment du Canada 2015*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- 2 METCALF et Eddy, 1981. *Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater*, New York, McGraw-Hill.
- 3 Conseil national de recherches du Canada, 2015. *Code national du bâtiment du Canada 2015*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- 4 United States Environmental Protection Agency, 2018. *Urban Runoff: Low Impact Development*, consulté en mars 2019 sur le site <https://www.epa.gov/nps/urban-runoff-low-impact-development>.
- 5 Conseil national de recherches du Canada, 2015. *Code national du bâtiment du Canada 2015*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- 6 Conseil national de recherches du Canada, 2015. *Code national du bâtiment du Canada 2015*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- 7 Conseil national de recherches du Canada, 2015. *Code national du bâtiment du Canada 2015*, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- 8 METCALF et Eddy, 1981. *Wastewater Engineering: Collection and Pumping of Wastewater*, New York, McGraw-Hill.
- 9 <https://www.britannica.com/science/water-table>
- 10 Amec Foster Wheeler and Credit Valley Conservation, 2017. *National Infrastructure and Buildings Climate Change — Adaptation State of Play Report*, rapport préparé par le Groupe de travail sur les infrastructures et bâtiments dans le cadre de la Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques, accessible à l'adresse <http://www.ibwgsop.org/>.
- 11 Voir par exemple, Toronto Star, 2018. « Worried about local water and sewer capacity, Toronto staff move to pause condo development at Yonge-Eglinton », consulté en mars 2019 à l'adresse <https://www.thestar.com/news/gta/2018/04/03/worried-about-local-water-and-sewer-capacity-toronto-staff-move-to-pause-condo-development-at-yonge-eglinton.html>.
- 12 Voir par exemple :

Amec Foster Wheeler and Credit Valley Conservation, 2017. *National Infrastructure and Buildings Climate Change — Adaptation State of Play Report*, rapport préparé par le Groupe de travail sur les infrastructures et bâtiments dans le cadre de la Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques, accessible à l'adresse <http://www.ibwgsop.org>.

ANDREY, J., P. Kertland et F. J. Warren, 2014. « Infrastructure hydraulique et infrastructure de transport », *Vivre avec les changements climatiques au Canada : perspectives des secteurs relatives aux impacts et à l'adaptation*, WARREN, F. J. et D. S. Lemmen (ed.), Ottawa, gouvernement du Canada, p. 235-250.

Association canadienne de normalisation. 2018. *CSA Z800-18, Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques*, Toronto, Association canadienne de normalisation.

Association canadienne de normalisation, 2012. *CSA PLUS 4013-12 : GUIDE TECHNIQUE – Élaboration, interprétation et utilisation de l'information relative à l'intensité, à la durée et à la fréquence (IDF) des chutes de pluie : guide à l'intention des spécialistes canadiens en matière de ressources en eau*, Toronto, Association canadienne de normalisation.

Credit Valley Conservation et Zizzo Strategy, 2018. *Developing a Stormwater Quality Management Standard (QMS) in Light of a Changing Climate*, Ottawa, Engineers Canada and the Standards Council of Canada.

- 13 Association canadienne de normalisation, 2012. *CSA PLUS 4013-12 : GUIDE TECHNIQUE – Élaboration, interprétation et utilisation de l’information relative à l’intensité, à la durée et à la fréquence (IDF) des chutes de pluie : guide à l’intention des spécialistes canadiens en matière de ressources en eau*, Toronto, Association canadienne de normalisation.
- SEMADENI-DAVIES, A., C. Hernebring, G. Svensson et L. Gustafsson, 2008. « The impact of climate change and urbanization on drainage in Helsingborg, Sweden: Combined sewer system », *Journal of Hydrology*, 350, p. 100-113.
- 14 US Environmental Protection Agency, 1990. *Rainfall Induced Infiltration into Sewer Systems: Report to Congress*, Office of Water, Washington, United States Environmental Protection Agency.
- 15 Genivar Inc. 2011. *Climate Change Vulnerability Assessment of the Town of Prescott’s*, Markham, ON.
- NASRIN, T., A. Sharma et N. Muttill, 2017. « Impact of short duration rainfall events on sanitary sewer network performance », *Water*, 9 (3), p. 225-242.
- TORRES, M., 2013. *Infiltration and Inflow in Oslo Municipality: Assessment of III Volumes, Sources, and Relationship with Measurable Wastewater System’s Characteristics*, Master’s Thesis, Norwegian University of Life Sciences.
- ZHANG, Z., 2007. « Estimating rain derived inflow and infiltration for rainfalls of varying characteristics », *Journal of Hydraulic Engineering*, 33 (1), p. 98-105.
- ZHANG, M., Y. Liu, X. Cheng, H. Zhu, H. Shi et Z. Yuan, 2018. « Quantifying rainfall-derived inflow and infiltration in sanitary sewer systems based on conductivity monitoring », *Journal of Hydrology*, 558, p. 174-183.
- 16 DENAULT, C., R. Millar et B. Lence, 2006. « Assessment of possible impacts of climate change in an urban catchment », *Journal of the American Water Resources Association*, 42 (3), p. 685-697.
- Genivar Inc. 2011. *Climate Change Vulnerability Assessment of the Town of Prescott’s Sanitary Sewage System*, Markham, ON.
- Metro Vancouver, 2014. *Inflow and Infiltration Allowance Assessment — Integrated Liquid Waste Management Plan*, Vancouver, C. B., accessible à l’adresse <http://www.metrovancouver.org/services/liquid-waste/LiquidWastePublications/TMs-GHD-StudyImpacts-ClimateChangePrecipitationStormwater-2018.pdf#search=%22climate%20change%20ghd%22>.
- Metro Vancouver, 2008. *Vulnerability of Vancouver Sewerage Area Infrastructure to Climate Change*, Vancouver, C. B.
- 17 SEMADENI-DAVIES, A., 2004. « Urban water management versus climate change, Impacts on cold region waste water inflows », *Climatic Change*, 64, p. 103-126.
- 18 FLOOD, J. et L. Calhoun, 2011. « Risk to coastal wastewater collection systems from sea-level rise and climate change », *Journal of Coastal Research*, 27 (4), p. 652-660.
- 19 MIKALSON, D., Y. Guo et B. Adams, 2012. « Rainfall derived inflow and infiltration modeling approaches », *Journal of Water Management Modelling*, janvier. DOI : 10.14796/JWMM.R245-08.
- 20 DIRCKX, G., H. Korving, J. Bessembinder et M. Weemaes, 2018. « How climate proof is real-time control with regard to combined sewer overflows? », *Urban Water Journal*, 15(6), p. 544–551.
- 21 FRIEDLAND, J., H. Cheng et A. Peleshok, 2014. *Le risque de dommages causés par l’eau et la tarification de l’assurance des biens au Canada*, préparé par KPMG, Ottawa, Institut canadien des actuaires.
- Bureau d’assurance du Canada, 2018. *Assurances de dommages au Canada 2018*, Toronto, Bureau d’assurance du Canada.

- 22 Bureau d'assurance du Canada, 2020. *Assurances de dommages au Canada 2020*, Toronto, Bureau d'assurance du Canada.
- 23 WORSELY, B., 2005. *City of Peterborough Flood Reduction Master Plan*, UMA/AECOM, Peterborough, ON, Ville de Peterborough.
- 24 Environnement et Changement climatique Canada, 2017. *Ensembles de données climatiques en génie*, via Simonovic et coll. 2019. IDF_CC Tool, accessible à l'adresse <https://www.idf-cc-uwo.ca/home.aspx>.
- 25 Environnement et Changement climatique Canada, 2017. *Ensembles de données climatiques en génie*, via Simonovic et coll. 2019. IDF_CC Tool, accessible à l'adresse <https://www.idf-cc-uwo.ca/home.aspx>.
- 26 Ville de Windsor, 2017. Ordre du jour de la réunion extraordinaire du conseil municipal du 23 janvier 2017, Windsor, Ville de Windsor.
- Ville de Tecumseh, 2016. Communiqué de presse de la ville de Tecumseh sur l'inondation, 29 septembre 2016.
- 27 AHERN, M., S. Kovats, P. Wilkinson, R. Few et F. Matthies, 2005. « Global health impacts of floods: epidemiologic evidence », *Epidemiol Rev*, 27, p. 36–46.
- BERRY et col. (n. d.), *Suggested Guidelines for Remediation of Damage from Sewage Backflow into Buildings, Environmental Criteria and Assessment Office*, US Environmental Protection Agency (MD-52), Research Triangle Park, NC.
- Connecticut Department of Public Health, 2008. *Sewage Backups: Information for Residents*, Hartford, Connecticut Department of Public Health.
- DALES, R., R. Burnett et H. Zwanenburg, 1991 b. « Adverse health effects among adults exposed to home dampness and molds », *Am Rev Respir Dis*, vol. 143, p. 505–509.
- DALES, R., H. Zwanenburg, R. Burnett et C. Franklin, 1991a. « Respiratory health effects of home dampness and molds among Canadian children », *Am J Epidemiol*, vol. 134, p. 196–203.
- KESIK, T. et K. Seymour, 2003. *Mesures pratiques visant la prévention des inondations de sous-sol résultant de refoulements d'égout*, Ottawa, Société canadienne d'hypothèques et de logement.
- IVERS, L. et E. Ryan, 2006. « Infectious diseases of severe weather-related and flood-related natural disasters », *Curr Opin Infect Dis*, vol. 19, p. 408–414.
- ROSS, M., L. Curtis, P. Scheff, D. Hryhorczuk, V. Ramakirshanan, R. Wadden et V. Perskey, 2000. « Association of asthma symptoms and severity with indoor bioaerosols », *Allergy*, vol. 55, p. 705–711.
- TAYLOR J., K. Man Lai, M. Davies, D. Clifton, I. Ridley et P. Biddulph, 2011. « Flood management: prediction of microbial contamination in large-scale floods in urban environments », *Environ Int*, vol. 37, p. 1019–1029.
- UPADHYAYA, J. K., N. Biswas et E. Tam, 2014. « A review of infrastructure challenges: assessing stormwater system sustainability », *Can J Civ Eng*, vol. 41, p. 483–492.
- Water Environment Research Foundation (WERF), 2006. *Methods for Cost-Effective Rehabilitation of Private Sewer Laterals*, WERF, Alexandria, VA.
- 28 SANDINK, D. 2016. « Urban flooding and ground-related homes in Canada: an overview », *Journal of Flood Risk Management*, vol. 9(3), p. 208–223.

- 29 CAMPBELL, J., D. Saxe et F. Zechner, 2007. *Municipal Liability for Sewer and Water Pipe Failures... Despite Statutory Authority and Immunity*, Mississauga, Ontario Sewer and Watermain Construction Assn.
- City of Stratford, 2010. « City of Stratford agrees to settle class action suit related to 2002 flood », communiqué de presse de la ville de Stratford, Stratford.
- ZIZZO, L., T. Allan et A. Kocherga, 2017. *Stormwater Management Issues in Ontario: Legal Issues in a Changing Climate*, Mississauga, Ontario, Credit Valley Conservation.
- 30 Amec Foster Wheeler and Credit Valley Conservation, 2017. *Infrastructure and Buildings – Adaptation State of Play*, rapport préparé par le Groupe de travail sur les infrastructures et bâtiments dans le cadre de la Plateforme canadienne d'adaptation aux changements climatiques de RNCAN, accessible à l'adresse : <http://www.ibwgsop.org>.
- 31 FRIEDLAND, J., H. Cheng et A. Peleshok, 2014. *Le risque de dommages causés par l'eau et la tarification de l'assurance des biens au Canada*, préparé par KPMG, Ottawa, Institut canadien des actuaires.
- 32 Association canadienne de normalisation, 2018. *Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques*, Toronto, Association canadienne de normalisation.
- SANDINK, D. 2016. « Urban flooding and ground-related homes in Canada: an overview », *Journal of Flood Risk Management*, vol. 9(3), p. 208–223.
- 33 Association canadienne de normalisation, 2018. *Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques*, Toronto, Association canadienne de normalisation.
- 34 Source : CatIQ, 2020. *Catastrophe Bulletins*, www.catiq.com
- 35 Norton Engineering, 2020. Présentation à l'OMWA.
- 36 Liquid Waste Services Department, 2016. *Private Lateral Foundation Drains and Semi-Combined Sewers as an Inflow and Infiltration*. Source : Burnaby : Metro Vancouver, accessible à l'adresse <http://www.metrovancouver.org/services/liquid-waste/LiquidWastePublications/InflowInfiltrationFoundationDrainCrossConnectionsReport.pdf>.
- 37 HICKS, R., 2020. Communication à titre personnel, Metro Vancouver.
- 38 ROBINSON, B., 2017. *Project to Address Unacceptable Inflow and Infiltration (III) in New Subdivisions: Phase 1 Final Report 2015–2017*, Kitchener, Norton Engineering Inc.
- 39 ROBINSON, B., 2018. *Building Code Regulations and Engineering Standards as they Relate to III in New Sanitary Sewer Systems*, Kitchener, Norton Engineering Inc.
- 40 ROBINSON, B., 2019. *Manual of Best Practices to Reduce Risk of Inflow and Infiltration (III) in Private Side New Construction of Sanitary Sewers*, Kitchener, Norton Engineering Inc.
- 41 InfraGuide : *Examen et évaluation d'un réseau de collecte d'eaux pluviales ou d'eaux usées*.
- 42 ROBINSON, B., 2019. *Manual of Best Practices to Reduce Risk of Inflow and Infiltration (III) in Private Side New Construction of Sanitary Sewers*, Kitchener, Norton Engineering Inc.
- 43 ROBINSON, B., 2020. *Manual of Best Practices to Reduce Risk of Inflow and Infiltration (III) in Private Side New Construction of Sanitary Sewers*, Kitchener, Norton Engineering Inc.
- 44 Metro Vancouver, 2014. *Inflow and Infiltration Allowance Assessment*, Vancouver, Metro Vancouver.
- 45 KESIK, T., 2015. *Management of Inflow and Infiltration in Urban Developments*, Toronto, Institute for Catastrophic Loss Reduction.

- 46 GARRAT, C., S. Rutherford et R. Macdonald, 2013. *An Approach Towards Private Sewer Lateral Certification in Real Estate Transactions*, préparé pour Metro Vancouver, Pinna Sustainability. Metro Vancouver, 2010. *Integrated Liquid Waste and Resource Management Plan*, Vancouver, Metro Vancouver.
- 47 CHAMBERS, K., 2013. *Weeping Tile Disconnection to Reduce the Impact of Basement Flooding in London, Ontario*, deuxième symposium sur les inondations de sous-sols, Institute for Catastrophic Loss Reduction, Toronto.
- 48 JIANG, A., E. McBean, A. Binn et Gharabaghi, B., 2019. « Quantifying rainfall-derived inflow from private foundation drains in sanitary sewers: case study in London, Ontario, Canada », *Journal of Hydrologic Engineering*, vol. 24 (9).
- 49 Water Environment Research Fondation, 2006. *Methods for Cost-Effective Rehabilitation of Private Lateral Sewers*, Alexandria, VA, Water Environment Research Fondation.
- 50 NELSON, D., C. Cantrell et J. Gross, 2005. *Columbus Private Source Infiltration and Inflow Identification Pilot Program*, compte rendu des sessions 81 à 90 des réunions de la Water Environment Federation, WEFTEC, p. 6845 à 6859.
- 51 PAWLOWSKI, C., L. Rhea, D. Shuster et G. Braden, 2014. « Some factors affecting inflow and infiltration from residential sources in a core urban area: Case study in Columbus, Ohio, neighbourhood », *Journal of Hydraulic Engineering*, vol 140, p. 105-114.
- 52 PEARLMAN, S., 2017. *Minimizing Municipal Costs for Inflow and Infiltration Remediation: A Handbook for Municipal Officials*. Neponset River Watershed Association, accessible à l'adresse <https://www.neponset.org/wp-content/uploads/2013/02/II-Handbook.pdf>.
- 53 PEIYING, T., Z. Yongchao, Z. Yiping, D. Zhu et Z. Tuqiao, 2019. « Assessment and pathway determination for rainfall-derived inflow and infiltration in sanitary systems: a case study », *Urban Water Journal*, vol. 16(8), p 600–607, DOI : 10.1080/1573062X.2019.1700289
- 54 Voir par exemple :
- Liquid Waste Services Department, 2016. *Private Lateral Foundation Drains and Semi-Combined Sewers as an Inflow and Infiltration Source*, Burnaby, Metro Vancouver.
- 55 Association canadienne de normalisation, 2018. *Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques*, Toronto, Association canadienne de normalisation.
- 56 Estimation à 7 % par décennie. Source : Région de York, 2015. *Inflow and Infiltration Reduction Strategy: 2015 Best in Class Update*, Newmarket, ON, York Region.
- 57 Fédération canadienne des municipalités et Conseil national de recherches du Canada, 2003. *Prévention ou réduction de l'infiltration et de l'eau de captage dans les réseaux collecteurs d'eaux usées. Guide national pour des infrastructures municipales durables*, Ottawa, FCM et CNRC.
- Voir aussi HODGSON, J. E., C. J. W. Ward et N. U. Schultz, 1995. *Sanitary Sewage Discharges in the City of Edmonton, Alberta*, National Conference on Sanitary Sewer Overflows (SSOs), Washington, DC, 24-26 avril 1995, p. 403-413.
- 58 ROBINSON, B., 2017. *Project to Address Unacceptable Inflow and Infiltration (III) in New Subdivisions: Phase 1 Final Report 2015–2017*, Kitchener, Norton Engineering Inc.

- 59 Association canadienne de normalisation, *CSA Z800-18 : Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques*, Toronto, Association canadienne de normalisation.
- SANDINK, D. 2016. « Urban flooding and ground-related homes in Canada: an overview », *Journal of Flood Risk Management*, vol. 9(3), p. 208–223.
- 60 KYRIAZIS, J., L. Zizzo et D. Sandink, 2017, *Assessing Local Mandatory Measures to Reduce Flood Risk and Inflow & Infiltration in Existing Homes*, Toronto, Institute for Catastrophic Loss Reduction.
- 61 HICKS, R., 2020. Communication à titre personnel, Metro Vancouver.
- 62 SANDINK, D. 2013. *Urban Flooding in Canada: Lot-Side Risk Reduction Through Voluntary Retrofit Programs, Code Interpretation and By-laws*, Toronto, Institute for Catastrophic Loss Reduction.
- KOVACS, P., S. Guilbault et D. Sandink, 2014. *Adaptation aux précipitations extrêmes*, Toronto, Institut de prévention des sinistres catastrophiques.
- 63 CHAMBERS, K., 2013. *Weeping Tile Disconnection to Reduce the Impact of Basement Flooding in London, Ontario*, deuxième symposium sur les inondations de sous-sols, Institute for Catastrophic Loss Reduction, Toronto.
- 64 KOVACS, P., S. Guilbault et D. Sandink, 2014. *Adaptation aux précipitations extrêmes*, Toronto, Institut de prévention des sinistres catastrophiques.
- SANDINK, D. 2016. « Urban flooding and ground-related homes in Canada: an overview », *Journal of Flood Risk Management*, vol. 9(3), p. 208–223.
- 65 SANDINK, D. 2016. « Urban flooding and ground-related homes in Canada: an overview », *Journal of Flood Risk Management*, vol. 9(3), p. 208–223.
- 66 KOVACS, P., S. Guilbault et D. Sandink, 2014. *Adaptation aux précipitations extrêmes*, Toronto, Institut de prévention des sinistres catastrophiques.
- 67 SANDINK, D. 2013. *Urban Flooding in Canada: Lot-Side Risk Reduction Through Voluntary Retrofit Programs, Code Interpretation and By-laws*, Toronto, Institute for Catastrophic Loss Reduction.
- 68 Association canadienne de normalisation, *CSA Z800-18 : Lignes directrices sur la protection des sous-sols contre les inondations et la réduction des risques*, Toronto, Association canadienne de normalisation.
- 69 SANDINK, D., 2018. *Part 1: Basement Flood Protection, Durham Region Climate Resilience Standard for New Houses*, Durham Region/ICLR.
- 70 www.mwra.com
- 71 InfraGuide, 2004. *Examen et évaluation d'un réseau de collecte d'eaux pluviales ou d'eaux usées*, publication n° 1.0, Fédération canadienne des municipalités et Conseil national de recherches.
- 72 Water Environment Federation (WEF), 2009. *Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation: WEF Manual of Practice FD-6*, Alexandria, VA.
- 73 HICKS, R., 2020. Communication à titre personnel, Metro Vancouver.
- 74 Ville de Kitchener, frais d'utilisation approuvés du réseau d'égouts pour 2020 (<https://www.kitchenerutilities.ca/en/ratesoffers/Water---Sewer-Rates.asp>).
- 75 Ville de Kitchener, rapport du personnel au conseil municipal, automne 2019.
- 76 Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017. *Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys*.

- 77 NASSCO PACP.
- 78 USEPA, 2014. *Guide for Estimating Infiltration and Inflow*.
- 79 MMSD, 2015. *Policy Statement on Private Property I/I Reduction*.
- 80 Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017. *Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys*.
- 81 Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017. *Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys*.
- 82 Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017. *Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys*.
- 83 Ministère de l'Environnement, de la Protection de la nature et des Parcs, 2020. *Proposition de modifications au cadre d'autorisations regroupées pour les stations d'épuration des eaux d'égout*, accessible à l'adresse <https://ero.ontario.ca/fr/notice/019-1080>.
- 84 Voir le site <https://www.peelregion.ca/articles/2019/sanitary-sewer-protection-program.asp>.
- 85 Liquid Waste Services Department, 2016. *Private Lateral Foundation Drains and Semi-Combined Sewers as an Inflow and Infiltration Source*, Burnaby, Metro Vancouver.
- 86 Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017. *Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys*.
- 87 ROBINSON, B., 2017. *Project to Address Unacceptable Inflow and Infiltration (I/I) in New Subdivisions: Phase 1 Final Report 2015–2017*, Kitchener, Norton Engineering Inc.
- 88 US Water Alliance, 2016. *One Water Roadmap, The Sustainable Management of Life's Most Essential Resource*.
- 89 Water Environment Federation (WEF), 2009. *Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation: WEF Manual of Practice FD-6*, Alexandria, VA.
- 90 Massachusetts Department of Environmental Protection, 2017. *Guidelines for Performing Infiltration/Inflow Analyses and Sewer System Evaluation Surveys*.
- 91 SANDINK, D. 2011. *Involving Homeowners in Urban Flood Risk Reduction: A Case Study of the Sherwood Forest Neighbourhood, London, ON*. Toronto, Institute for Catastrophic Loss Reduction.
- 92 MAIN, D. (AECOM), 2011. *Process Benchmarking Drives WWTP Maintenance Optimization within the National Water and Wastewater Benchmarking Initiative*, présentation à la WEFTEC.



Institute for Catastrophic Loss Reduction
Institut de prévention des sinistres catastrophiques

Bureau de Toronto

20 Richmond Street East
Bureau 210
Toronto (Ontario) Canada
M5C 2R9

 416-364-8677

 416-364-5889

Bureau de London

Université Western Ontario
Amit Chakma Building, Bureau 4405
1151 Richmond Street
London (Ontario) Canada
N6A 5B9

 519-661-3234

 519-661-4273

 info@iclr.org

 www.iclr.org

 www.PIEVC.ca

 facebook.com/instituteforcatastrophiclossreduction

 twitter.com/iclrcanada • twitter.com/citiesadapt

 youtube.com/iclrinfo

 Search: Institute for Catastrophic Loss Reduction (ICLR)

 www.basementfloodreduction.com

 www.reduirelesinondationsdesous-sol.com

 www.backwatervalveinstallation.com