

GUIDE DE GESTION DES DÉBORDEMENTS ET DES DÉRIVATIONS D'EAUX USÉES

TOME II – ÉTABLIR UN PORTRAIT DES DÉBORDEMENTS ET DES DÉRIVATIONS

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction des eaux usées municipales du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

Renseignements

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Formulaire : www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp

Internet : www.environnement.gouv.qc.ca

Dépôt légal – 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-96222-9 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.
© Gouvernement du Québec – 2023

Équipe de réalisation

Coordination

Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs :

Martin Bouchard-Valentine, ing.

Ève Nantel

Vanessa Dias, ing.

Bernard Lavallée, ing.

Rédaction

Martin Bouchard-Valentine, ing., ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Avec la participation de

Gilles Rivard, ing., Lasalle | NHC

Simon Deslauriers, ing., Lasalle | NHC

Collaboration à la rédaction :

Ève Nantel, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Vanessa Dias, ing., ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Révision des textes

Martin Bouchard-Valentine, ing., ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

Présentation du guide

La gestion des débordements d'eaux usées vers les milieux récepteurs constitue aujourd'hui un enjeu majeur qu'il est primordial de bien maîtriser afin de minimiser les impacts négatifs sur l'environnement et favoriser la récupération des usages.

Le présent guide constitue un guide de référence pour assister les municipalités dans leur gestion des débordements et des dérivations d'eaux usées, mais aussi pour quiconque s'intéresse à la question des débordements et des dérivations d'eaux usées. Il propose des mesures utiles aux municipalités pour s'assurer de respecter leurs obligations face aux débordements et aux dérivations, mais aussi pour réduire les débordements et les dérivations pour les municipalités engagées dans cet objectif.

Ce guide permet d'orienter les municipalités dans les analyses à réaliser et dans les mesures à mettre en œuvre afin de réduire les débordements aux ouvrages de surverse et les dérivations aux stations d'épuration.

Le guide est séparé en trois tomes :

Le **tome I**, qui regroupe les chapitres 1 à 8, présente des **connaissances de base** à savoir pour quiconque s'intéresse aux débordements et aux dérivations de systèmes d'égout. Il présente un historique de l'assainissement des eaux usées au Québec, expose l'encadrement des débordements effectué par le Ministère et les différentes obligations des municipalités en cette matière et décrit les différentes composantes des systèmes d'égout. Une discussion sur l'effet des changements climatiques sur les débordements complète ce tome.

Le **tome II**, qui regroupe les chapitres 9 à 14, décrit les connaissances à obtenir pour produire le **diagnostic d'un système d'égout**, c'est-à-dire produire un portrait de situation permettant de comprendre l'état des débordements et des dérivations, les ouvrages de surverse problématiques et les causes probables des débordements répertoriés.

Le **tome III**, qui regroupe les chapitres 15 à 22, est consacré aux **mesures de gestion des débordements et des dérivations**, c'est-à-dire les interventions sur un système d'égout ou sur le territoire permettant de gérer et de réduire les débordements et les dérivations. Puisque la plupart des débordements et des dérivations surviennent en contexte de pluie au Québec, les mesures axées sur la réduction des apports en eau de pluie occupent un espace prépondérant dans ce tome (chapitre 19). À ce titre, une attention particulière est donnée aux infrastructures vertes végétalisées avec une description des avantages et co-bénéfices qu'elles procurent, mais aussi leur utilisation dans des stratégies de réduction des débordements élaborées dans les villes d'importance au Québec, aux États-Unis et ailleurs (chapitre 21). Ce tome explique aussi comment les outils d'urbanisme et fiscaux dont disposent les municipalités peuvent contribuer à réduire les eaux pluviales captées par les réseaux d'égout et donc, réduire les débordements et les dérivations (section 19.2).

Table des matières du tome II

Équipe de réalisation	iii
Présentation du guide	v
Table des matières du tome II	vii
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	xi
Remerciements	xv
Glossaire	xvii
Acronymes	xxi
Avant-propos	xxiii
CHAPITRE 9. Renseignements nécessaires pour établir un portrait des débordements	9-1
9.1 Description du système d'égout et de ses composantes	9-1
9.2 Obligations relatives aux ouvrages de surverse	9-5
9.3 Portrait des débordements	9-6
9.4 État fonctionnel du système d'égout	9-15
9.5 Données provenant d'appareils de mesure	9-35
9.6 Informations provenant des opérateurs du système d'égout	9-37
9.7 Capacité résiduelle en temps sec	9-37
9.8 Capacité résiduelle en temps de pluie	9-38
CHAPITRE 10. Identification des ouvrages de surverse prioritaires	10-1
10.1 Débordement en temps sec et en urgence	10-1
10.2 Débordements en contexte de pluie ou de fonte	10-3
10.3 Séquence d'analyse des ouvrages de surverse prioritaires	10-5
10.4 Quantification des eaux parasites	10-8
CHAPITRE 11. Inspection d'un système d'égout	11-1
11.1 Inspections télévisées	11-1
11.2 Remontées par tronçons de nuit du système d'égout	11-4
11.3 Techniques pour détecter des raccordements inversés	11-4
11.4 Documentation utile pour des inspections	11-6
CHAPITRE 12. Ajout de débits et mesures compensatoires	12-1
12.1 Rappel des obligations	12-1
12.2 Projets ajoutant des débits	12-2
12.3 Étapes de vérification d'un projet ajoutant des débits	12-3
CHAPITRE 13. Instrumentation et campagne de mesures	13-1
13.1 Objectif de la campagne de mesures	13-1
13.2 Pluviométrie	13-3
13.3 Mesures de débits	13-5
13.4 Durée de la campagne de mesures	13-15
CHAPITRE 14. Modélisation d'un système d'égout	14-1
14.1 Utilité d'un modèle	14-1
14.2 Étape 1 : Plan de modélisation	14-4
14.3 Étape 2 : Développement d'un modèle numérique	14-9
14.4 Étape 3 : Paramètres du modèle	14-15

14.5	Étape 4 : Calibration et validation du modèle _____	14-17
14.6	Étape 5 : Utilisation du modèle _____	14-32

RÉFÉRENCES CITÉES AU TOME II

Liste des tableaux

Tableau 9-1.	Exemple de tableau résumant les caractéristiques d'un système d'égout	9-3
Tableau 9-2.	Grille d'établissement des cotes pour l'indicateur <i>Problème hydraulique – Registre</i>	9-29
Tableau 9-3.	Grille d'établissement des cotes pour l'indicateur <i>Problème hydraulique – Étude</i>	9-30
Tableau 9-4.	Liste des classes d'interventions sur les segments selon MAMROT, 2013	9-30
Tableau 10-1.	Valeurs de référence pour quantifier des eaux d'infiltration	10-16
Tableau 10-2.	Sommaire des indicateurs et des seuils pour déterminer les secteurs d'intervention ou d'inspection prioritaires d'un système d'égout domestique ou pseudo-domestique en fonction des apports en temps de pluie mesurés	10-17
Tableau 10-3.	Ordres de grandeur des débits d'infiltration observés dans les systèmes d'égout du Québec devant faire l'objet de réfection	10-20
Tableau 12-1.	Normes de débordement réglementaires et supplémentaires devant être respectées	12-1
Tableau 12-2.	Exemple d'évaluation des capacités résiduelles en temps sec par phase	12-6
Tableau 12-3.	Exemple de données de population pouvant être indiquées dans la DOMAEU	12-7
Tableau 13-1.	Sommaire des appareils de mesure de débit conventionnels	13-10
Tableau 14-1.	Principales étapes pour la modélisation numérique des réseaux	14-4
Tableau 14-2.	Paramètres à respecter pour l'emploi d'un modèle informatique SWMM5	14-16
Tableau 14-3.	Coefficients de rugosité de l'écoulement en nappe (<i>sheet flow</i>), <i>N</i> , pour diverses surfaces ⁽¹⁾	14-16
Tableau 14-4.	Pertes initiales (<i>Dstore</i>) selon le type de surface	14-17
Tableau 14-5.	Paramètres suggérés pour les hydrogrammes unitaires de type RTK	14-27
Tableau 14-6.	Exemples de critères d'efficacité pour la calibration et la validation d'un modèle	14-29
Tableau 14-7.	Critère de calibration d'un modèle informatique (selon WEF, 2011)	14-30

Liste des figures

Figure 9-1.	Exemple de schéma d'écoulement _____	9-2
Figure 9-2.	Chemin d'accès dans le système SOMAEU pour obtenir le rapport synthèse des débordements aux ouvrages de surverse _____	9-8
Figure 9-3.	Chemin d'accès dans le système SOMAEU pour obtenir le rapport des débordements aux ouvrages de surverse à partir des données de suivi _____	9-9
Figure 9-4.	Capture d'écran montrant que les données du rapport des débordements aux ouvrages de surverse peuvent être exportées en fichier CSV _____	9-10
Figure 9-5.	Exemple des données pluviométriques pouvant être visualisées en consultant la fiche d'un ouvrage de surverse inscrite dans le système SOMAEU _____	9-10
Figure 9-6.	Chemin d'accès dans le système SOMAEU pour obtenir le rapport des avis au ministre _____	9-11
Figure 9-7.	Chemin d'accès dans le système SOMAEU pour obtenir les rapports annuels _____	9-11
Figure 9-8.	Comparaison des caractéristiques des pluies associées aux débordements pour deux ouvrages de surverse d'une municipalité québécoise. Chaque point représente un événement de débordement. L'ouvrage A déborde pour des pluies de faible intensité et de faible hauteur totale, alors que l'ouvrage B ne déborde que pour des événements de pluie ayant une hauteur minimale d'environ 8 mm et une intensité (aux 5 minutes) supérieure à environ 25 mm/h. La mise en relation de l'événement de débordement avec les caractéristiques des pluies indique que l'ouvrage A est plus sensible aux pluies et que, donc, il a une probabilité de débordement plus élevée que l'ouvrage B. _____	9-13
Figure 9-9.	Schéma illustrant les cinq catégories d'événements de pluie en fonction de la hauteur totale de pluie et de l'intensité maximale sur deux heures. Les valeurs au-delà de la droite de pente 1/2 ne sont pas possibles. _____	9-14
Figure 9-10.	Exemple d'une opération de rinçage d'aqueduc. S'il est mal planifié (p. ex., ouverture de plusieurs poteaux d'incendie en même temps, rinçage réalisé en contexte de pluie ou en période de pointe de rejet d'eaux usées), le rinçage peut provoquer des débordements. _____	9-17
Figure 9-11.	Obstructions par des incrustations _____	9-19
Figure 9-12.	Obstructions par du sable et gravier _____	9-20
Figure 9-13.	Obstructions par des roches _____	9-20
Figure 9-14.	Obstructions par des dépôts de graisse _____	9-20
Figure 9-15.	Obstructions par des racines _____	9-21
Figure 9-16.	Obstructions par des raccordements pénétrants _____	9-21

Figure 9-17.	Obstruction par des déchets _____	9-21
Figure 9-18.	Obstruction par l'affaissement ou l'effondrement de conduites _____	9-21
Figure 9-19.	Obstruction par des matériaux de construction _____	9-22
Figure 9-20.	Obstruction par des conduites ou des pieux traversant une conduite d'égout _____	9-22
Figure 9-21.	Obstructions par des conduites déjointées ou désaxées _____	9-22
Figure 9-22.	Bas-fond dans un système d'égout _____	9-23
Figure 9-23.	Exemples d'alésage d'une conduite pour éliminer une obstruction et restaurer la capacité hydraulique _____	9-24
Figure 9-24.	Garniture lâche _____	9-25
Figure 9-25.	Infiltration d'eau dans un système d'égout causée par une condition structurale déficiente _____	9-25
Figure 9-26.	Proportion des matériaux des conduites au Québec _____	9-26
Figure 9-27.	Exemple d'une configuration d'un regard pouvant provoquer des débordements (conduite de trop-plein enlignée avec une conduite d'entrée) _____	9-27
Figure 9-28.	Exemple de problème d'exploitation d'une municipalité du Québec. Un repère visuel (carré de styromousse blanc) de grandes dimensions a été installé pour suivre les débordements dans la conduite de trop-plein, mais il s'est déplacé dans la conduite d'égout principale et l'a ainsi obstruée. Cette situation a généré un débordement continu pendant une semaine avant qu'il ne soit détecté par la municipalité. _____	9-28
Figure 9-29.	Couche de données d'un plan d'intervention dans l'application <i>Territoires</i> (Eaux usées) _____	9-32
Figure 9-30.	Couche des indices d'état du PIEMQ dans l'application <i>Territoires</i> (Eaux usées) _____	9-33
Figure 9-31.	Exemple d'un polygone tracé dans le navigateur cartographique de l'application <i>Territoires</i> permettant d'obtenir des données de population et de logements _____	9-33
Figure 9-32.	L'application <i>Territoires</i> renseignent sur l'année de construction de bâtiments résidentiels _____	9-34
Figure 10-1.	Parmi les informations associées à un ouvrage de surverse inscrite dans le système SOMAEU figure le débit passant (en pourcentage du débit moyen de temps sec de conception de la station d'épuration). Le pourcentage passant ne constitue pas un indicateur des volumes débordés. _____	10-5
Figure 10-2.	Séquence d'analyse pour déterminer les causes possibles d'un débordement à un ouvrage de surverse _____	10-7

Figure 10-3.	Hydrogramme type en temps sec d'un système d'égout _____	10-9
Figure 10-4.	Exemples de résultats pour des indicateurs moyens de temps sec. Ces résultats montrent que les secteurs étudiés ont des problématiques d'infiltration d'eau avec des indicateurs supérieurs aux valeurs de référence (> 20 % pour EI-1 et > 280 L/pers/d pour EI-2). _____	10-9
Figure 10-5.	Exemple d'indices de rejet d'eaux usées établis à partir d'une campagne de mesures dans une municipalité du Québec et représentés en fonction de la proportion du territoire à vocation résidentielle. Un taux de rejet à l'égout relativement constant d'environ 300 L/pers/d (litres par personne par jour) est observé, et ce, indépendamment de l'occupation du territoire. Les deux valeurs supérieures à 375 L/pers/d (en rouge) sont toutefois grandement différentes. Le secteur en amont de chacun de ces points de mesure devrait être inspecté pour établir la présence d'un établissement qui rejette de grandes quantités d'eaux usées (p. ex., une industrie) ou la présence d'eaux d'infiltration, ou les deux. _____	10-11
Figure 10-6.	Exemple d'apports supplémentaires mesurés en temps de pluie _____	10-12
Figure 10-7.	Exemple de relation pouvant être établie entre des données de débits en temps de pluie et des données de précipitation _____	10-13
Figure 10-8.	Exemple des périodes d'apports supplémentaires mesurés en temps de pluie pour le calcul des indicateurs _____	10-15
Figure 10-9.	Pointes de débits réguliers signalant de possibles rejets industriels _____	10-19
Figure 11-1.	Appareils servant à des inspections télévisées _____	11-1
Figure 11-2.	Drone utilisé pour des inspections télévisées de système d'égout _____	11-3
Figure 11-3.	Exemples de test à la fumée pour détecter des sources de captage direct. _____	11-5
Figure 11-4.	Exemple d'utilisation d'un colorant vert pour détecter dans un regard d'un système de gestion d'eaux pluviales la présence d'un raccordement inversé _____	11-5
Figure 11-5.	Exemple d'utilisation d'une grille au fond d'un regard d'un système de gestion d'eaux pluviales pour détecter la présence d'un raccordement inversé _____	11-6
Figure 12-1.	Vérifications qu'une municipalité devrait effectuer avant de permettre un projet ajoutant du débit dans son système d'égout _____	12-4
Figure 12-2.	Exemple de courbe IDF de grandes récurrences produite par le service Info-Climat du Ministère (récurrence de deux fois par mois présentée) _____	12-15
Figure 13-1.	Exemple de sites retenus pour une campagne de mesures des débits (points bleus). Plusieurs dizaines de sites peuvent être nécessaires. _____	13-7
Figure 13-2.	Exemples d'appareils permettant de mesurer des débits _____	13-9

Figure 13-3.	Exemple d'une relation hauteur-vitesse presque idéale dans une conduite en écoulement libre _____	13-14
Figure 13-4.	Exemple d'une relation hauteur-vitesse dans une conduite en écoulement libre signalant une influence en aval _____	13-14
Figure 14-1.	Processus de calibration pour d'un système d'égout avec un modèle numérique _____	14-18
Figure 14-2.	Séparation des différentes composantes des débits en temps sec _____	14-21
Figure 14-3.	Les trois hydrogrammes unitaires (H1, H2, H3) à la base de la méthode RTK (en vert) et leur sommation (en bleu) _____	14-26
Figure 14-4.	Comparaison des apports en temps de pluie et en temps sec entre des mesures de débits et une simulation SWMM avec la méthode des hydrogrammes unitaires de type RTK pour un système d'égout de type pseudo-domestique _____	14-28
Figure 14-5.	Exemple d'un décalage temporel entre un hydrogramme simulé et un hydrogramme observé qui mène à des valeurs NSE et ISE faibles bien que l'inspection visuelle des hydrogrammes montre que le modèle représente bien les débits observés _____	14-30
Figure 14-6.	Exemple d'instabilités numériques (oscillations en « dents de scie ») d'une simulation informatique qui devraient attirer l'attention du modélisateur _____	14-31

Remerciements

Le Ministère tient à remercier les personnes suivantes pour leur contribution active au sein du comité consultatif créé pour commenter les textes de la version préliminaire du guide rédigés de 2019 à 2021 :

	Organisme affilié (en 2021)
Benoît Beaudoin	Technologies Maid labs
Alain Bédard	Avizo
Audrey Briand	Ville de Longueuil
Julien Brasseur-Chiasson	EnviroServices
David Courchesne	EXP
Sarah Dorner	École Polytechnique
Sophie Duchesne	INRS
Carl Gagnon-Ouellette	EXP
Martine Galarneau	Ville de Laval
Marie-Ève Jean	INRS
Joël Lambert	Ville de Victoriaville
Alain Mailhot	INRS
Marie Paré-Bourque	Ville de Québec
Benoît Plante	Ville de Trois-Rivières
Alain Roy	MAMH
Peter Vanrolleghem	ModelEAU et Université Laval

Le Ministère tient aussi à remercier particulièrement les personnes suivantes qui ont contribué à la rédaction du guide en fournissant de précieux commentaires et suggestions précieuses pour certains chapitres :

Alain Mailhot, Institut national de recherche scientifique
Marie-Ève Jean, Institut national de recherche scientifique
Marie Paré-Bourque, Ville de Québec
Marie Dugué, Ville de Montréal
Guy Trudel, Ville de Montréal
Simon Tremblay, TetraTech
Delphine Courvoisier, PR'eautech

L'équipe de coordination veut remercier le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation pour la révision détaillée de la section 19.2 et des annexes 2 à 4 du présent guide, de même que les collègues du Ministère qui ont aidé à bonifier le guide, ainsi que tous ceux et celles qui ont fourni gracieusement des photos et des images.

Glossaire

Attestation d'assainissement municipale	Document légal délivré à une municipalité en vertu des articles 31.32 et suivants de la Loi sur la qualité de l'environnement ainsi que des articles 3, 17 et 18 du Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées, qui précisent les conditions, les restrictions et les interdictions applicables à un ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées.
Débordement d'eaux usées	Tout rejet d'eaux usées non traitées dans l'environnement ou dans un système de gestion des eaux pluviales.
Dérivation d'eaux usées	Tout rejet dans l'environnement d'eaux usées partiellement traitées dû au contournement d'une étape de traitement de la station d'épuration. Est considérée une dérivation tout déversement d'eaux usées effectué après un dégrilleur.
Déversement d'eaux usées	Rejet d'eaux usées à l'environnement, qu'il s'agisse d'un débordement ou d'une dérivation.
Eaux de captage direct	Eaux présentes dans un système d'égout à la suite d'une pluie via un processus direct, c'est-à-dire après que des eaux de ruissellement aient été captées par un équipement d'interception tels un puisard, une gouttière, un drain de toit plat raccordé à un système d'égout ou des trous de levage des tampons (couvercles) de regards.
Eaux de captage indirect	Eaux présentes dans un système d'égout à la suite d'une pluie via des processus indirects, tels que l'infiltration des eaux pluviales dans le sol et qui sont captées par un drain de fondation raccordé à un système d'égout.
Eaux parasites	Eaux retrouvées dans un système d'égout qui ne sont pas des eaux usées. Les eaux parasites regroupent les eaux d'infiltration et les eaux pluviales (eaux de captage).
Égout domestique	Type d'égout qui ne collecte que des eaux usées.
Égout pseudo-domestique	Type d'égout n'ayant aucun puisard raccordé à celui-ci, et qui ne capte donc pas les eaux pluviales des rues, mais sur lequel sont raccordés les branchements de service des bâtiments par lesquels sont évacuées les eaux des drains de fondation en plus des eaux usées, ainsi que, le cas échéant, les eaux de toiture.
Égout unitaire	Type d'égout qui collecte dans une même conduite à la fois les eaux usées (domestiques, industrielles, commerciales et institutionnelles) et les eaux pluviales.
Enregistreur électronique de débordement	Dans un système de suivi électronique des débordements, équipement qui reçoit le signal du capteur et l'enregistre pour une utilisation future. Par extension, l'expression « enregistreur électronique de débordement » est parfois utilisée comme synonyme de « système de suivi électronique des débordements ».

Infrastructure grise	Ouvrage lié au transport et à l'évacuation de l'eau, tels des conduites, des postes de pompage et des bassins de rétention. Les infrastructures grises n'utilisent pas de végétaux pour contrôler les eaux, d'où leur nom, lequel fait aussi référence au fait qu'elles comportent souvent des composantes en béton.
Infrastructure verte (de gestion des eaux pluviales)	Infrastructure qui capte puis infiltre les eaux de ruissellement avant qu'elles n'atteignent un réseau de drainage ou un cours d'eau. Cette infrastructure est « verte » en ce sens qu'elle imite le comportement hydrologique d'un sol naturel, c'est-à-dire une surface qui ne génère pas ou que peu de ruissellement à la suite d'un événement de pluie. L'appellation « verte » ne fait pas référence à la présence de végétaux, bien que la plupart du temps une infrastructure verte de gestion des eaux pluviales contient des végétaux. Les infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales ont pour effet de réduire les quantités d'eau ruisselées vers un réseau de drainage ou un cours d'eau.
Mesure compensatoire	Mesure de gestion des débordements et des dérivations permettant le respect des normes de débordement (réglementaires et supplémentaires) d'un ou de plusieurs ouvrages de surverse et garantissant que les fréquences de dérivation en temps de pluie ne sont pas augmentées malgré l'ajout de débits dans un système d'égout.
Mesure correctrice	Mesure de gestion des débordements et des dérivations permettant de rendre conforme un ouvrage de surverse ou un ouvrage de dérivation qui ne respecte pas sa norme de débordement réglementaire (temps sec) ou supplémentaire (temps de pluie).
Mesure de gestion des débordements et des dérivations	Intervention, règle opérationnelle, équipement ou infrastructure permettant de maintenir ou de réduire une fréquence de débordement ou de dérivation.
Mesure de réduction	Mesure de gestion des débordements et des dérivations permettant de réduire la fréquence des débordements à l'échelle du système d'égout et la fréquence des dérivations de l'ensemble de la station d'épuration.
Méthode rationnelle	Équation qui permet d'estimer le débit maximum théorique pouvant ruisseler d'un territoire. Cette équation est $Q = CAI$, où « Q » est le débit maximum, « C », le coefficient de ruissellement, « A », la superficie du terrain considéré et « I », l'intensité de la pluie ayant une durée correspondant au temps de concentration du terrain considéré.
Ministère	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs.
Municipalité	Dans le contexte du présent guide, le terme « municipalité » est utilisé de manière générique et désigne l'exploitant d'un système d'égout ou le maître de l'ouvrage, que celui-ci soit une municipalité, une régie intermunicipale ou une autre entité agissant à titre de concessionnaire pour une ou plusieurs municipalités.

Norme de débordement réglementaire	Obligation à l'égard des débordements et des dérivations inscrites dans le Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées. Elle consiste en une interdiction de débordement ou de dérivation <u>en temps sec</u> , sauf pour les situations indiquées au Règlement.
Norme de débordement supplémentaire	Obligation inscrite dans une attestation d'assainissement municipale ainsi que dans le système de suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées à l'égard des débordements et des dérivations. Pour les débordements, il s'agit du nombre maximal de débordements permis pour un ouvrage de surverse dans <u>un contexte de fonte et de pluie</u> à ne pas dépasser pour une certaine période de l'année. Les normes de débordement supplémentaires s'ajoutent à la norme de débordement réglementaire.
Objectif de débordement	Valeur fixée par le Ministère indiquant la fréquence de débordement tolérable à laquelle un ouvrage de surverse devrait déborder au maximum sur une certaine période de l'année, compte tenu des caractéristiques et des usages de l'eau du milieu récepteur et de la composition des eaux usées.
Ouvrage de dérivation	Ouvrage mis en place pour rejeter des eaux usées partiellement traitées dans l'environnement.
Ouvrage de surverse	Ouvrage mis en place pour rejeter des eaux usées non traitées dans l'environnement ou dans un système de gestion des eaux pluviales.
Ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées	Système d'égout exploité par une régie intermunicipale, une municipalité ou une personne agissant à titre de concessionnaire pour une municipalité conformément à l'article 43 de la Loi sur la qualité de l'environnement et à l'article 22 de la Loi sur les compétences municipales.
Plan de gestion des débordements et des dérivations d'eaux usées	Document préparé par une municipalité qui énonce les objectifs de contrôle des débordements et des dérivations poursuivis et qui décrit les mesures prévues pour atteindre ces objectifs, avec une démonstration de leur efficacité, et les moyens pour mettre en œuvre ces mesures avec un calendrier de leur réalisation.
Système d'égout	(Selon l'article 3 du REAFIE) Tout ouvrage utilisé pour la collecte, l'entreposage, le transport et le traitement des eaux usées, en tout ou en partie d'origine domestique, avant leur rejet dans l'environnement, à l'exception : <ul style="list-style-type: none"> 1° d'une canalisation desservant un seul bâtiment, raccordée à un système d'égout, située à l'intérieur de la limite de propriété de ce bâtiment; 2° d'un système de gestion des eaux pluviales qui reçoit des eaux usées d'origine domestique issues d'un ouvrage de surverse ou des eaux usées traitées; 3° d'un équipement ou d'un dispositif de traitement d'eau destiné à traiter des eaux autres que des eaux usées d'origine domestique et qui n'est pas exploité par une municipalité.

Acronymes

AAM	Attestation d'assainissement municipale
CMQ	Code municipal du Québec
DOMAEU	Description des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées
EED	Enregistreur électronique de débordement
ICI	Industries, commerces et institutions
IDF	Intensité-durée-fréquence
LAU	Loi sur l'aménagement et l'urbanisme
LCM	Loi sur les compétences municipales
LCV	Loi sur les cités et villes
LFM	Loi sur la fiscalité municipale
LQE	Loi sur la qualité de l'environnement
MAMH	Ministères des Affaires municipales et de l'Habitation
MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
MTQ	Ministère des Transports du Québec
OMAEU	Ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées
PGD	Plan de gestion des débordements et des dérivations
REAFIE	Règlement sur l'encadrement d'activités en fonction de leur impact sur l'environnement
ROMAEU	Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées
SAP	Sanction administrative pécuniaire
Système SOMAEU	Système de suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées

Avant-propos

Les connaissances évoluant rapidement, le présent guide est sujet à des mises à jour périodiques. Dans ce contexte, le lecteur est invité à consulter régulièrement le site Web du Ministère pour constater d'éventuelles modifications apportées au guide.

CHAPITRE 9. Renseignements nécessaires pour établir un portrait des débordements

La connaissance du système d'égout et de ses composantes, des obligations légales relatives aux débordements et aux dérivations, de l'état de situation des débordements, de l'état fonctionnel du système d'égout, de la capacité résiduelle du système d'égout et des appareils de mesure pouvant fournir des données utiles constitue la base sur laquelle s'appuient la gestion et le contrôle des débordements d'une municipalité. Le présent chapitre expose ces différents éléments.

9.1 Description du système d'égout et de ses composantes

La première étape pour démarrer l'analyse d'un réseau est de comprendre comment il est construit et de connaître ses composantes. Ces informations peuvent en grande partie être retrouvées dans le document *Description des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées* (DOMAEU).

NOTE : La *Description des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées* remplace le chapitre 2 du *Cahier des exigences environnementales* qui était produit autrefois dans le cadre des programmes d'assainissement des eaux (le PAEQ de 1978 à 1994 ou le PADEM de 1994 à 2014).

9.1.1 Renseignements contenus dans la Description des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées

La *Description d'un ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées* (DOMAEU) est un document rédigé par l'exploitant municipal. La DOMAEU fournit les renseignements de base sur la nature et l'état des OMAEU qui aide à comprendre rapidement l'interrelation entre les différents ouvrages (réseaux de conduites d'égout et station d'épuration) et le milieu naturel. Elle vise à en décrire les principales composantes et à préciser les points de rejet des eaux usées dans le milieu naturel. Lorsqu'une DOMAEU a été produite pour un système d'égout, sa consultation, en particulier pour obtenir les renseignements exposés aux prochaines sections, peut être particulièrement utile avant d'entamer la préparation d'une stratégie de contrôle des débordements.

NOTE : La DOMAEU fournit des renseignements utilisés par le Ministère pour la préparation d'une AAM. La DOMAEU doit être maintenue à jour par la municipalité. En vertu de l'article 31.34 de la Loi sur la qualité de l'environnement, le Ministère peut exiger qu'une municipalité lui transmette des renseignements sur son système d'égout si ceux-ci sont manquants à la DOMAEU. Plus de détails sur la rédaction de la DOMAEU, incluant un modèle de rédaction à télécharger, sont disponibles [ici](#).

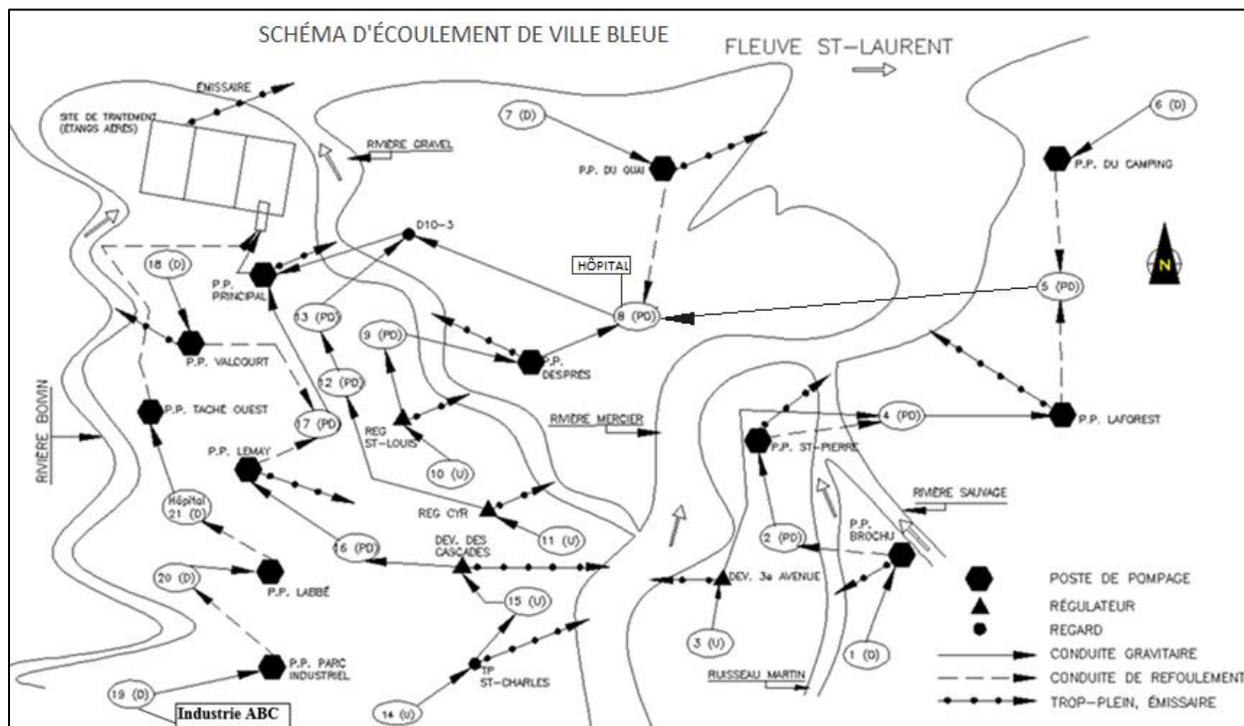
Même si la DOMAEU d'un système d'égout est disponible, la date de sa dernière mise à jour doit être vérifiée afin de s'assurer que la DOMAEU reflète bien les conditions actuelles du système d'égout.

9.1.1.1. Plan d'ensemble et schéma d'écoulement

Le **plan d'ensemble** présente le système d'égout complet qui alimente la station d'épuration, les limites des différents bassins qui s'y raccordent et toutes les principales composantes (p. ex., les postes de pompage et les ouvrages de surverse). De façon générale, le plan d'ensemble indique minimalement le diamètre des conduites, leurs pentes avec idéalement les radiers des regards et les sens d'écoulement des réseaux. D'autres informations complémentaires peuvent inclure les matériaux des conduites et les dates de construction des différents secteurs. Lorsqu'une station d'épuration dessert un territoire touchant plus d'une municipalité, il est souhaitable d'avoir un plan d'ensemble pour chaque municipalité.

La DOMAEU doit aussi présenter le **schéma d'écoulement** du système d'égout. Le schéma d'écoulement couvre l'ensemble du territoire desservi par une station d'épuration, même si plus d'une municipalité est desservie par cette station. Il représente le tracé des principaux axes de collecte des systèmes d'égout (ce qui inclut les systèmes unitaires, domestiques et pseudo-domestiques), auxquels sont raccordés les différents bassins de drainage. Ces bassins sont normalement délimités de manière à ce qu'un seul

ouvrage de contrôle ou trop-plein y soit associé. La Figure 9-1 donne un exemple d'un schéma d'écoulement.



Source : MELCC, 2021

Figure 9-1. Exemple de schéma d'écoulement

Le schéma d'écoulement des eaux usées, entre le point où elles sont captées et les points d'interception où se trouvent normalement les ouvrages de surverse, est un élément important à considérer dans le développement des interventions. Un ouvrage de surverse aura un comportement différent s'il est situé en fin de ligne d'un système d'égout ou à la suite d'une séquence d'ouvrages en série, ce qui conditionne les solutions à envisager pour contrôler une problématique de débordement.

L'influence que peut avoir un ouvrage sur un autre en amont ou en aval doit être bien comprise puisque cela peut déterminer le choix d'une intervention. Par exemple, si une intervention vise à augmenter la capacité d'interception à un ouvrage, mais a pour conséquence de surcharger un autre ouvrage situé en aval, le problème ne sera que déplacé. De la même façon, l'augmentation des capacités d'interception, qui impliquera une augmentation des débits dirigés vers la station d'épuration, pourra être une avenue à envisager si la capacité résiduelle de la station, tant d'un point de vue hydraulique que de traitement, est jugée acceptable. L'augmentation des débits dirigés vers la station d'épuration ne peut toutefois se traduire en une augmentation de la fréquence des dérivations ou une augmentation des volumes dérivés.

9.1.1.2. Types de systèmes d'égout et niveaux de service existants

La DOMAEU doit présenter un portrait des types d'égouts composant le système d'égout, comme illustré au Tableau 9-1.

Tableau 9-1. Exemple de tableau résumant les caractéristiques d'un système d'égout

Type de réseau	Bassin ou partie de bassin	Période de construction
Domestique	5, 6, 7	1998-2014
	4 (40 %)*	1996-1998
Pseudo-domestique	3, 4 (60 %)*	1980-1995
Unitaire	1, 2	1960-1979

* Indiquer de quelle façon le pourcentage a été établi : par exemple, en fonction de la longueur des conduites, des superficies ou de la population.

Source : MELCC, 2021

Les types d'égout (unitaire, pseudo-domestique, domestique) qui compose les divers tronçons du système d'égout à l'étude ont un impact important sur les mesures de gestion des débordements et des dériviatives à privilégier. Dans le cas d'un système d'égout unitaire, avec généralement des apports d'eaux de ruissellement largement supérieurs aux débits d'eaux usées, le retrait d'une petite surface imperméable drainée vers le système existant permet dans plusieurs cas de réduire la quantité d'eau présente dans le système d'égout à la suite d'une pluie et, donc, la fréquence de débordement en temps de pluie. Ce type de mesure peut s'avérer très efficace et relativement peu coûteux pour compenser l'ajout de débits d'origine domestique associé, par exemple, à un projet de prolongement de réseau desservant de nouveaux logements.

Dans le cas d'un système d'égout domestique ou pseudo-domestique, des efforts plus importants sont à prévoir pour localiser et quantifier les apports d'eaux parasites dont la réduction permettra de compenser les débits ajoutés au système d'égout. Dans la plupart des cas, une campagne de mesures de débits sera nécessaire puisque ces apports sont plus diffus et plus difficiles à quantifier.

Plusieurs municipalités exploitent des égouts domestiques situés en périphérie, mais raccordés à des égouts unitaires plus anciens situés en aval. Il est important de rappeler que tout ajout de débits dans les portions « séparées » de ces systèmes d'égout a des effets sur les débordements des réseaux unitaires situés en aval et, par conséquent, des mesures sont requises pour compenser ces ajouts de débits.

9.1.1.3. Ouvrages de surverse et ouvrages de contrôle

La DOMAEU doit comprendre une description des ouvrages de surverse et des ouvrages de contrôle (poste de pompage, régulateur, déversoir, réservoir de rétention, etc.) ainsi que des fiches descriptives de chacun de ces ouvrages en annexe.

Il est courant que le plan d'un ouvrage de surverse ou de contrôle ne corresponde pas à la situation réelle. Par exemple, il est commun que des conduites de trop-plein aient été ajoutées ou désaffectées sans que cela ait été indiqué aux plans. Par conséquent, **les caractéristiques des ouvrages de surverse (dimensions, configuration des équipements et niveaux de fonctionnement) doivent être validées**, par des relevés spécifiques au besoin, afin de s'assurer qu'elles décrivent bien les conditions actuelles. L'assurance de disposer d'informations sur les ouvrages de surverse qui sont justes est essentielle, car ces informations serviront à établir la capacité hydraulique des ouvrages d'interception à prendre en compte lors de la modélisation, si on a recours à celle-ci, ou en utilisant une méthode simplifiée d'analyse (méthode rationnelle).

9.1.1.4. Débits de conception du système d'égout

Eaux d'infiltration

La DOMAEU doit indiquer la méthodologie qui a été utilisée pour déterminer les débits d'infiltration retenus pour la conception de la station d'épuration et celle des ouvrages d'interception, en précisant notamment pour quelles conditions de niveaux de nappe phréatique les débits ont été calculés.

Exemple d'information pouvant être indiquée à la DOMAEU : *Les débits d'infiltration retenus pour la conception de la station d'épuration sont ceux mesurés le 23 juin 2016, desquels ont été soustraits ceux potentiellement éliminés par les travaux de réhabilitation.*

De la même manière, la DOMAEU doit indiquer comment les débits d'infiltration pour la conception des ouvrages d'interception ont été établis. Les débits d'infiltration qui avaient été retenus pour chaque bassin, et qui apparaissent en annexe 4 du document des OMAEU, selon le modèle de document proposé par le Ministère, pourront donner un aperçu des zones avec des débits d'infiltration plus élevés.

Captage direct (apport en temps de pluie)

La DOMAEU doit indiquer la méthodologie utilisée pour déterminer les débits de captage direct, soit les apports en temps de pluie, retenus pour la conception de la station d'épuration et celle des ouvrages d'interception. Les bassins de drainage retenus, qui apparaissent en annexe 1 de la DOMAEU, fournissent un aperçu des zones avec des débits de captage direct plus élevés.

Exemple d'information pouvant être indiquée à la DOMAEU : *Aucun débit de captage n'a été retenu pour la station. Les débits de captage retenus pour la conception des ouvrages d'interception ont été établis à partir des sources de captage inventoriées, après les travaux de réhabilitation, et des mesures de débits effectuées en réseau, pendant la campagne d'inspections du réseau de juin 2017.*

Ces informations de base sont utiles à titre préliminaire pour orienter les analyses, mais, dans la plupart des cas et considérant leur importance, les débits de captage direct et indirect à prendre en compte dans le cadre d'un programme de contrôle des débordements devraient être établis **à la suite d'une campagne de mesures de débits**. Dans la plupart des cas, les estimations des débits ont été faites au moment de la conception et ne tiennent pas compte des interventions effectuées ou des modifications apportées depuis. Il y a donc lieu d'actualiser ces estimations.

Si aucune mesure de débit n'est disponible pour déterminer les débits d'eaux pluviales présents dans un système d'égout, ceux-ci peuvent être estimés de manière théorique par une modélisation des réseaux (voir le chapitre 14) ou par un calcul basé sur la méthode rationnelle³². La modélisation est la méthode privilégiée puisqu'elle permet de mieux caractériser le comportement hydrologique des sous-bassins et, par conséquent, d'optimiser le choix et la conception des mesures de gestion des débordements et des dérivations. Cependant, la quantification théorique des apports en eaux pluviales, que ce soit par modélisation ou par méthode rationnelle, n'est applicable que pour des **systèmes d'égout de type unitaire**, conçus pour capter les eaux pluviales au même titre qu'un système de gestion des eaux pluviales, et non pour des systèmes d'égout domestiques ou pseudo-domestiques. En effet, dans ces deux derniers cas, les eaux de captage sont d'origine diffuse et inconnue et un modèle théorique ne peut adéquatement représenter les processus en cause. Ainsi, pour les systèmes d'égout domestiques et pseudo-domestiques, seul l'accès à des mesures de débits en réseau permet la quantification des apports en eaux pluviales.

³² La méthode rationnelle est expliquée à la section 6.5.1 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011).

9.1.2 Vérifications et inspections complémentaires à réaliser

Les vérifications et les inspections suivantes relatives à certaines composantes du système d'égout sont utiles pour comprendre l'hydraulique d'un système d'égout et, donc, les débordements :

- Inspection des regards de contrôle ou des répartiteurs de débit, avec une attention particulière afin de déterminer les sources d'eaux parasites, soit directement ou indirectement par l'observation de marques laissées par les eaux ou par les débris sur les parois;
- Vérification de la présence de dispositifs de contrôle, de clapets pour la marée ou de mesures de niveaux d'eau élevés aux émissaires (car cela peut avoir un impact sur les ouvrages de surverse);
- Vérification de la date d'étalonnage des postes de pompage afin d'établir leur capacité réelle;
- Inspection des chambres de contrôle hydraulique ou mécanique afin de valider les débits de contrôle qui sont présumés;
- Vérification, dans les ouvrages de surverse, de la présence de trop-pleins secondaires servant à détourner le débit vers un autre ouvrage en aval ou vérification que ces trop-pleins secondaires n'ont subi aucune modification;
- Vérification de la calibration des chambres de mesures de débits et de la qualité des mesures;
- Vérification de la station d'épuration afin de valider les caractéristiques et les modes de fonctionnement (pour effectuer une analyse des dérivations)

Ces vérifications et inspections requièrent souvent des relevés sur le terrain pour compléter ou préciser les informations disponibles.

9.2 Obligations relatives aux ouvrages de surverse

9.2.1 Normes de débordement en temps de fonte et de pluie

Comme indiqué à la section 3.4.1, chaque ouvrage de surverse d'un système d'égout possède une norme de débordement supplémentaire. Cette norme correspond à la valeur maximale de débordements à ne pas dépasser à cet ouvrage de surverse dans un contexte de fonte et de pluie, et ce, pour une période précise de l'année. Ces normes sont indiquées dans le système SOMAEU, ou dans l'attestation d'assainissement municipale lorsque celle-ci est délivrée à une municipalité par le Ministère. Dans ce dernier cas, les normes de débordement supplémentaires ont une valeur légale et leur non-respect expose la municipalité à des sanctions.

L'inventaire et la localisation des ouvrages de surverse, mais aussi la connaissance de la norme de débordement supplémentaire associée à chaque ouvrage est donc essentielle pour assurer la gestion des débordements d'un système d'égout.

NOTE : Les normes de débordement supplémentaires indiquées dans le système SOMAEU doivent être considérées comme préliminaires. Celles-ci sont vérifiées et parfois modifiées lors de la délivrance de l'attestation d'assainissement d'une municipalité. Ainsi, la valeur numérique, la base d'application (hebdomadaire ou quotidienne) et la période d'application de la norme (période A, B, C, D, etc.) peuvent être modifiées.

9.2.2 Objectifs de débordement en temps de fonte et de pluie

Comme indiqué à la section 3.4.4, en plus de la norme de débordement supplémentaire, le Ministère fixe à chaque ouvrage de surverse un objectif de débordement basé sur les caractéristiques et les usages de l'eau du milieu récepteur. L'objectif de débordement est donc la fréquence maximale de débordement

admissible ou tolérable qui devrait être observée à un ouvrage de surverse compte tenu du milieu récepteur et de la composition des eaux usées.

De manière générale, plus le nombre de débordements permis dans une période donnée est faible, plus le milieu est sensible aux débordements. L'objectif de débordement peut donc servir d'indicateur pouvant aider à prioriser les ouvrages de surverse où des interventions sont requises.

La connaissance des objectifs de débordement des différents ouvrages de surverse constitue une information essentielle pour l'exploitation d'un système d'égout puisque ces objectifs permettent de déterminer les ouvrages dont les débordements ont le plus de conséquences sur les milieux récepteurs. Les objectifs de débordement sont disponibles dans le système SOMAEU.

9.2.3 Programmes correcteurs

Un programme correcteur est une intervention que l'exploitant municipal doit réaliser à l'intérieur d'une échéance fixée par le Ministère. Cette intervention, et son échéance, sont inscrites dans l'attestation d'assainissement municipale et donc, constituent une obligation légale. Une municipalité s'expose ainsi à des sanctions si l'intervention n'est pas réalisée à l'intérieur de l'échéance inscrite.

À titre d'exemple, le Ministère peut imposer la réalisation de travaux correctifs si un ouvrage de surverse ne respecte pas sa norme de débordement supplémentaire. De même, toute mesure compensatoire indiquée dans le [Formulaire de demande de report d'application d'une norme de débordement supplémentaire](#) sera inscrite à titre de programme correcteur dans l'attestation d'assainissement municipale.

La connaissance des programmes correcteurs est essentielle pour l'exploitation d'un système d'égout.

9.3 Portrait des débordements

Une stratégie de gestion des débordements ne peut être élaborée sans une connaissance de l'état de situation des débordements dans une municipalité. Quels sont les ouvrages de surverse qui débordent le plus? Lesquels n'ont pas respecté leur norme de débordement supplémentaire? Quels sont les écarts entre les fréquences de débordement répertoriées au cours des dernières années et l'objectif de débordement des ouvrages de surverse? Quels ouvrages débordent en temps de sec? Quels ouvrages ont un nombre anormalement élevé de débordements en urgence? Voilà quelques-unes des questions fondamentales auxquelles il faut répondre.

L'établissement d'un portrait de situation est donc essentiel pour faire un bon diagnostic des problématiques des débordements. Ce portrait repose grandement sur les données de débordement obtenues par les équipements servant à répertorier les débordements (voir la section 6.2) et rapportées dans le système SOMAEU. Mais d'autres sources d'information peuvent aussi être utilisées. Les prochaines sections exposent différentes sources d'information utilisées pour établir un portrait de situation des débordements.

9.3.1 Données disponibles dans le système SOMAEU

Les données de débordement rapportées par les exploitants municipaux dans le système SOMAEU (voir la section 3.5), en conformité avec l'obligation inscrite à l'article 12 du ROMAEU, mais surtout les rapports synthèses que permet de produire le système SOMAEU à partir de ces données, sont des informations essentielles à consulter pour établir un portrait des débordements.

NOTE : L'accès au système SOMAEU est réservé exclusivement aux opérateurs d'un OMAEU ou à un mandataire engagé par une municipalité pour exploiter son OMAEU. Il incombe donc à la municipalité de transmettre toute information jugée pertinente contenue dans le système SOMAEU à ses collaborateurs, en particulier à un consultant engagé pour l'accompagner dans la gestion des débordements.

9.3.1.1. Rapport de synthèse des débordements aux ouvrages de surverse

Le système SOMAEU permet de produire, pour un OMAEU donné, un rapport de synthèse des débordements aux ouvrages de surverse (voir la Figure 9-2). Ce rapport permet d'apprécier en un coup d'œil l'état de conformité de tous les ouvrages de surverse à l'égard de leur norme de débordement supplémentaire (en temps de pluie) ou réglementaire (interdiction de débordement en temps sec). Le système SOMAEU peut produire deux versions de ce rapport : une où le bilan de tous les ouvrages de surverse de l'OMAEU est fourni dans un seul tableau synthèse, et une autre présentant un bilan de conformité, mois par mois, de manière individuelle pour chacun des ouvrages de surverse. Ainsi, ces rapports facilitent le repérage des ouvrages en situation de non-conformité.

À partir de ce rapport synthèse, il est également possible de déceler des anomalies en comparant les débordements d'une année à une autre. Par exemple, un ouvrage qui débordait entre 5 et 10 fois en temps de pluie ou de fonte durant sa période de référence et qui déborde maintenant entre 15 et 25 fois devrait attirer l'attention. Si les données pluviométriques montrent des conditions pluviométriques similaires d'une année à l'autre, ces changements dans le nombre de débordements peuvent être dus à différentes causes, telles que :

- Des changements dans la méthodologie de suivi des débordements d'un ouvrage (p. ex., le remplacement d'un repère visuel par un système de suivi électronique, la modification du positionnement d'une sonde ou de la technologie de la sonde, un changement du personnel responsable des suivis, etc.);
- La défectuosité d'un enregistreur de débordements qui a engendré des pertes de données antérieures sur les débordements;
- Des travaux de réfection ou de développement du territoire qui engendrent une augmentation des débits d'eaux usées ou d'eaux parasites;
- Des problématiques locales (bris ou blocages de conduites, régulateurs, postes de pompage, ouvrages de surverse, etc.).

La détermination des causes de variation du nombre de débordements permet d'estimer la performance réelle des ouvrages de surverse et du système d'égout.

Par ailleurs, il ne faut pas ignorer que des débordements répertoriés peuvent constituer de « **faux positifs** ». De faux positifs peuvent survenir, notamment si un capteur d'un équipement servant à répertorier les débordements est mal installé ou fonctionne mal, provoquant ainsi de mauvaises lectures, par exemple, si la calibration d'un appareil a été effectuée à partir d'un niveau de débordement dans un regard qui a été mal établi, ou si un capteur est exposé à des éclaboussures qui sont interprétées comme des débordements. De même, la localisation d'un repère visuel peut favoriser un déplacement qui n'est pas provoqué par un débordement, par exemple si des incapacités dans le réseau pluvial en aval du trop-plein d'un ouvrage de surverse provoquent des refoulements vers le système d'égout (et déplacent le repère visuel) sans que des eaux usées soient déversées vers l'égout pluvial.

NOTE : Malgré le paragraphe précédent, le système SOMAEU requiert que toutes les données aient été validées puis officialisées par l'exploitant municipal avant d'être enregistrées. Par conséquent, le Ministère considère que les données d'exploitation rapportées dans le système SOMAEU sont officielles. Elles peuvent donc faire l'objet d'inspection et mener à des avis de non-conformité si un manquement est décelé.



Figure 9-2. Chemin d'accès dans le système SOMAEU pour obtenir le rapport synthèse des débordements aux ouvrages de surverse

9.3.1.2. Rapport des débordements aux ouvrages de surverse

Basé sur les données de suivi, le système SOMAEU permet aussi de produire un rapport des débordements aux ouvrages de surverse (Figure 9-3). Il s'agit d'un rapport qui présente les données de débordement (durée cumulée quotidienne des débordements³³) rapportées par une municipalité sous forme de tableau synthèse regroupant l'information par ouvrage de surverse et par mois. Le rapport peut présenter le bilan pour la période 12 mois sélectionnée par l'utilisateur. Particularité de ce rapport : le système SOMAEU permet d'exporter les données contenues dans ce rapport en fichier CSV, permettant ainsi leur manipulation et leur analyse dans un chiffrier électronique (Figure 9-4).

Ce rapport des débordements aux ouvrages de surverse présente la date des débordements, leur contexte (temps sec, urgence, pluie, fonte, travaux planifiés) et leur durée (si le suivi est assuré par un système de suivi électronique). Il est donc possible, à partir de ces informations, de déceler la présence de débordements qui surviennent de manière répétitive ou régulière, signalant ainsi la possible présence de rejets illicites dans le système d'égout.

L'analyse de ce rapport permet aussi de déterminer les ouvrages qui débordent fréquemment. Le contexte (pluie, fonte, temps sec, urgence) dans lequel les débordements ont lieu est également indiqué. Ceci est important puisque le contexte des débordements peut influencer sur le type d'analyses ultérieures à réaliser. Par exemple, la gestion des débordements d'un ouvrage qui a des débordements excessifs en contexte de pluie nécessitera des analyses hydrauliques. Ce sera particulièrement le cas si des débordements en contexte de pluie sont répertoriés pour un système d'égout domestique ou pseudo-domestique. Ou encore, lorsque les débordements sont principalement causés en contexte de fonte, une approche misant sur la réduction des eaux d'infiltration devra être préconisée. Enfin, un ouvrage qui a des débordements en contexte d'urgence ou de temps sec peut indiquer la présence de problématiques locales, comme des bris, des obstructions ou des apports illicites. En outre, des ouvrages qui débordent fréquemment en urgence devraient être inspectés puisque cela dénote une situation anormale.

Les données pluviométriques (hauteur de précipitation quotidienne) associées à l'ouvrage de surverse transmises par l'exploitant municipal, comme l'exigent les AAM (voir la section 3.4.7.2), sont aussi incluses dans le rapport (voir la Figure 9-5). Il est donc possible de croiser les données pluviométriques et les données de débordement d'un ouvrage de surverse afin d'apprécier le comportement de cet ouvrage en contexte de pluie (voir la section 9.3.3).

³³ Pour les ouvrages de surverse suivis par un repère visuel, une durée de 24 h est inscrite.

Une vigilance face à de possibles « faux positifs » doit tout de même être exercée (voir la remarque et la note à ce sujet à la section précédente).

Lors de la transmission des données, l'exploitant municipal peut inscrire des commentaires dans le système SOMAEU pour apporter des précisions sur les débordements ou répertorier des problématiques vécues. Ces commentaires figurent dans le rapport des débordements aux ouvrages de surverse. Ces commentaires devraient être analysés afin de déceler des problématiques pouvant expliquer des débordements qui ont été inscrits dans le système SOMAEU, tels un enregistreur de débordement défectueux ou imprécis, un bris d'équipement, une obstruction, une influence de marée, une inondation, une crue d'un cours d'eau ou une panne de courant. Les commentaires à propos d'un problème technique d'un équipement sont souvent associés à un rejet par l'exploitant d'une donnée de débordement déclarée dans le système SOMAEU.

Les problématiques signalées par l'exploitant devraient ensuite être évaluées en tenant compte de :

- La récurrence de la problématique;
- Le contexte dans lequel la problématique se produit;
- L'impact sur les débordements réels, les débordements inscrits au système SOMAEU et la performance de l'ouvrage de surverse;
- Le temps de réaction du personnel pour corriger la problématique;
- Les correctifs apportés et l'impact sur la performance de l'ouvrage par la suite.

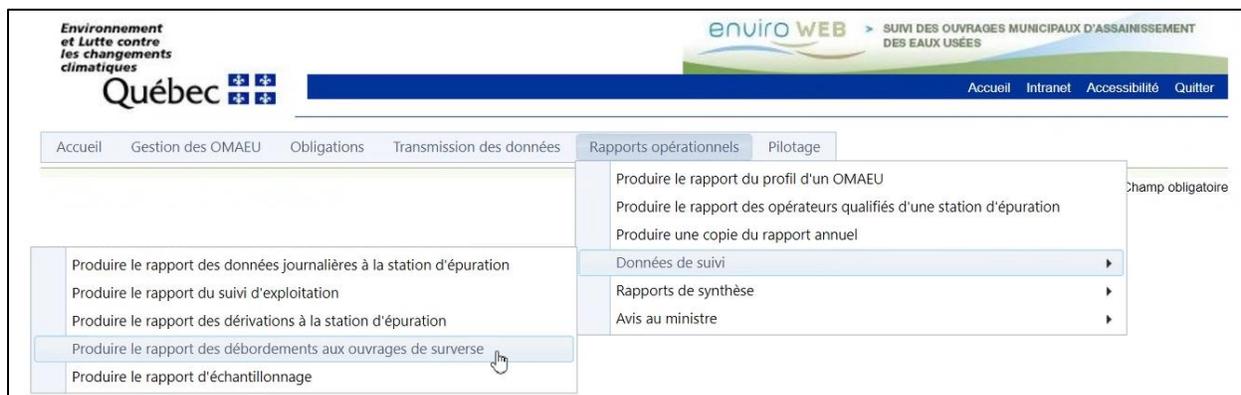


Figure 9-3. Chemin d'accès dans le système SOMAEU pour obtenir le rapport des débordements aux ouvrages de surverse à partir des données de suivi

Produire le rapport des débordements aux ouvrages de surverse

Critères de sélection généraux

Tri du rapport :*

Par nom de l'ouvrage de surverse

Type de rapport demandé :*

Faire une sélection

Rapport détaillé

Rapport sommaire

Fichier CSV

Figure 9-4. Capture d'écran montrant que les données du rapport des débordements aux ouvrages de surverse peuvent être exportées en fichier CSV

Données météorologiques

	29 août	30 août	31 août	01 septembre	02 septembre	03 septembre	04 septembre
Hauteur de précipitation	10,0 mm *	11,0 mm *	11,0 mm *	1,0 mm *	0,0 mm	6,0 mm *	6,0 mm *
Code de précipitation	P *	P *	P *	P *	--	P *	P *

* La donnée météorologique provient du secteur où est situé l'ouvrage de surverse.

Données météorologiques dans le secteur de l'ouvrage de surverse (optionnel)

Note : Les données météorologiques saisies dans le secteur de l'ouvrage de surverse ont préséance sur celles inscrites à la station d'épuration.

Hauteur de précipitation (mm) :
6,0000

Code de précipitation :
P

Figure 9-5. Exemple des données pluviométriques pouvant être visualisées en consultant la fiche d'un ouvrage de surverse inscrite dans le système SOMAEU

9.3.1.3. Débit à l'entrée de la station d'épuration

Les débits à la station doivent obligatoirement être mesurés et inscrits dans le système SOMAEU en vertu du ROMAEU. Ces données sont d'intérêt puisqu'elles peuvent renseigner sur l'ampleur des eaux d'infiltration présentes dans le réseau pour différents moments de l'année, comme au printemps en condition de nappe haute, ou en été ou à l'automne en condition de nappe basse.

D'autres renseignements peuvent aussi être tirées de ces données de débits. Par exemple, des débits à l'entrée de la station près de la capacité de la station indiquent un réseau très chargé et donc, propice à déborder ou dériver des eaux usées à la suite d'apports supplémentaire, par exemple à la suite d'une pluie.

9.3.1.4. Avis au ministre

Le système SOMAEU peut produire un rapport compilant l'ensemble des avis au ministre. Ces avis sont exigés en vertu de l'article 15 du ROMAEU pour toutes les dérivations et tous les débordements planifiés ou survenus autrement qu'en contexte de pluie ou de fonte, de même que pour tous les débordements effectués ailleurs qu'à partir d'un ouvrage de surverse ou d'un ouvrage de dérivation (voir la section 3.3). Les avis au ministre fournissent des explications sur les débordements en contexte d'urgence, de travaux planifiés et de temps sec. Ces avis détaillent la cause du débordement et, le cas échéant, la nature des travaux planifiés à la source du débordement, en plus de fournir des commentaires sur l'événement. Ces renseignements peuvent être utiles pour documenter les débordements autres qu'en contexte de pluie ou de fonte.



Figure 9-6. Chemin d'accès dans le système SOMAEU pour obtenir le rapport des avis au ministre

9.3.1.5. Rapports annuels

Les rapports annuels des dernières années sont également pertinents à consulter puisqu'ils fournissent des justifications pour toutes les non-conformités recensées aux ouvrages de surverse, mais aussi une description des mesures qui ont été prises ou qui sont prévues pour corriger les problématiques.



Figure 9-7. Chemin d'accès dans le système SOMAEU pour obtenir les rapports annuels

9.3.2 Atlas de l'eau et Portail des connaissances sur l'eau

Les normes de débordement supplémentaires et les données de débordement des ouvrages de surverse sont inscrites dans le système SOMAEU comme mentionné à la section précédente. Cependant, l'accès au système SOMAEU est réservé aux exploitants municipaux.

Ces données sont tout de même diffusées publiquement dans l'[Atlas de l'eau](#), une carte interactive publiée par le Ministère où sont localisés les ouvrages de surverse, auxquels est associée, pour chaque ouvrage, une fiche d'information énonçant la norme de débordement supplémentaire et l'historique des débordements tel que rapporté dans le système SOMAEU.

De même, les données brutes de débordements compilées par le Ministère dans le système SOMAEU sont aussi rendues disponibles dans le [Portail des connaissances sur l'eau](#). Seuls les acteurs de l'eau, soit tout professionnel intervenant dans le domaine de l'eau au Québec, peuvent avoir accès à ce portail.

9.3.3 Données pluviométriques

La compréhension du contexte des débordements en temps de pluie, qui représente plus de 60 % des débordements au Québec, comme indiqué à la section 2.4, est essentielle. À cette fin, les caractéristiques (hauteur, intensité, durée) des pluies associées à des événements de débordement peuvent être mises en graphique pour évaluer le comportement de l'ouvrage de surverse. En ajoutant la dimension du volume et de la durée du débordement dans l'analyse (si ces données sont disponibles), le comportement de l'ouvrage peut être précisé encore davantage. L'ouvrage déborde-t-il aux fortes pluies ou aux pluies longues et soutenues? Pendant combien de temps l'ouvrage déborde-t-il? Quel volume d'eau total déborde? Quels types de pluie causent les débordements les plus importants? La réponse à ces questions peut orienter les décisions quant aux mesures à envisager.

Comme illustré à la Figure 9-8, une analyse croisée des données de débordement et de précipitation peut établir la sensibilité d'un ouvrage de surverse aux pluies.

L'exploitant municipal doit rapporter dans le système SOMAEU les hauteurs de précipitation quotidiennes sur son territoire comme l'exige son AAM. Ces données sont disponibles dans le système SOMAEU et affichées dans le rapport synthèse des débordements que peut produire le système SOMAEU (voir la section 9.3.1.2).

NOTE : Le système SOMAEU prévoit un champ d'entrée où l'exploitant municipal peut indiquer une hauteur totale de précipitation tombée à chaque jour. Les données pluviométriques associées à la station d'épuration sont, par défaut, reportées par le système SOMAEU à chacun des ouvrages de surverse, à moins d'indications différentes par l'exploitant municipal. Il importe aussi de savoir que l'exploitant municipal est libre d'inscrire les données qu'il souhaite dans le système SOMAEU et que le système SOMAEU ne renseigne pas sur la localisation du pluviomètre à la source des données pluviométriques inscrites. Ainsi, l'exploitant municipal peut inscrire des données de précipitation provenant d'une station météorologique non représentative (p. ex. située à plusieurs dizaines de kilomètres ou à des altitudes différentes). **La source des données de précipitation inscrites dans le système SOMAEU devrait donc être vérifiée auprès de l'exploitant municipal préalablement à toutes utilisations de ces données pour fins d'analyse.** Toute analyse hydrologique et hydraulique d'un système d'égout basée sur des données pluviométriques qui ne sont pas locales devrait être évitée.

L'analyse d'un seul événement de pluie n'est cependant pas suffisante pour établir une corrélation entre la hauteur de précipitation tombée et l'occurrence d'un débordement. En effet, plusieurs facteurs déterminent si un événement provoque ou non un débordement, tels que les antécédents de pluie et les conditions d'humidité au début de l'événement de pluie, la durée de la pluie, les intensités de pluie observées et leur distribution (hyétogramme), les débits d'eaux usées présents dans le système d'égout (qui sont fonction de la journée et de l'heure), le niveau des eaux souterraines (qui varie selon les semaines et les mois), etc. Ainsi, un même événement de pluie peut provoquer ou non un débordement, ou une dérivation, selon les conditions qui prévalent au moment de cet événement. Seule l'analyse de plusieurs événements de pluie peut mener à des conclusions crédibles.

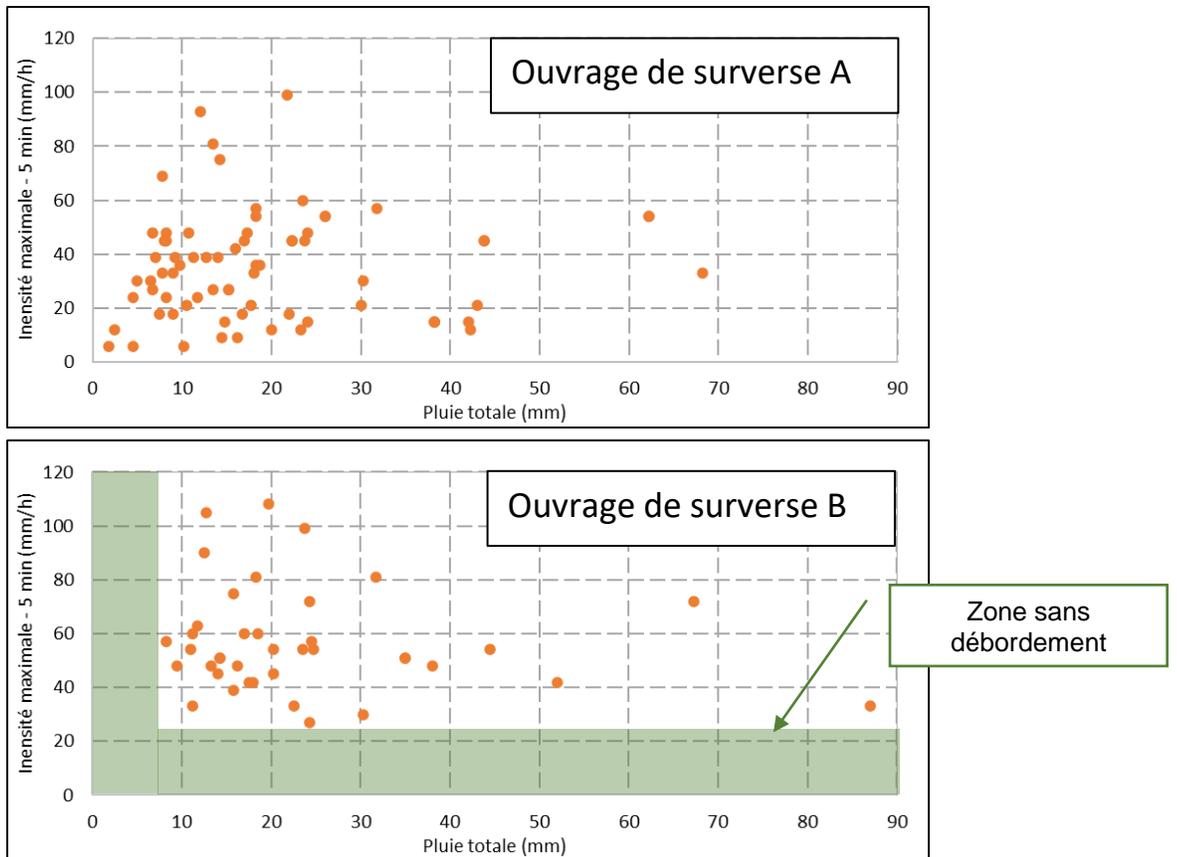
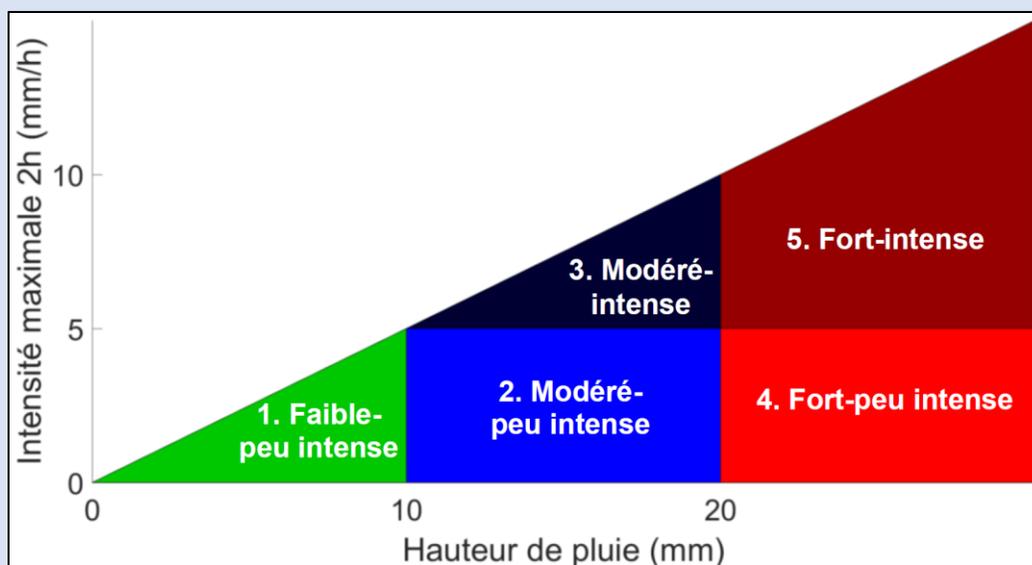


Figure 9-8. Comparaison des caractéristiques des pluies associées aux débordements pour deux ouvrages de surverse d’une municipalité québécoise. Chaque point représente un événement de débordement. L’ouvrage A déborde pour des pluies de faible intensité et de faible hauteur totale, alors que l’ouvrage B ne déborde que pour des événements de pluie ayant une hauteur minimale d’environ 8 mm et une intensité (aux 5 minutes) supérieure à environ 25 mm/h. La mise en relation de l’événement de débordement avec les caractéristiques des pluies indique que l’ouvrage A est plus sensible aux pluies et que, donc, il a une probabilité de débordement plus élevée que l’ouvrage B.

Catégorisation des pluies par la Ville de Montréal

La Ville de Montréal a procédé à l'analyse des pluies qui provoquent des débordements sur son territoire. Cette analyse a mené à la création de cinq catégories d'événements de pluie en fonction de la hauteur totale de pluie tombée durant un événement de pluie (H_{tot}) et de l'intensité maximale de pluie enregistrée pendant une période de deux heures consécutives³⁴ (I_{max2h}). Ces catégories sont décrites ci-dessous et sont illustrées à la Figure 9-9 :

- Catégorie 1 : événement faible, peu intense : $H_{tot} < 10$ mm (sans égard aux intensités)
- Catégorie 2 : événement modéré, peu intense : $10 \text{ mm} \leq H_{tot} \leq 20$ mm et $I_{max2h} < 5$ mm/h
- Catégorie 3 : événement modéré, intense : $10 \text{ mm} \leq H_{tot} \leq 20$ mm et $I_{max2h} \geq 5$ mm/h
- Catégorie 4 : événement fort, peu intense : $H_{tot} > 20$ mm et $I_{max2h} < 5$ mm/h
- Catégorie 5 : événement fort, intense : $H_{tot} > 20$ mm et $I_{max2h} \geq 5$ mm/h



Source : Mailhot et collab., 2019

Figure 9-9. Schéma illustrant les cinq catégories d'événements de pluie en fonction de la hauteur totale de pluie et de l'intensité maximale sur deux heures. Les valeurs au-delà de la droite de pente 1/2 ne sont pas possibles.

Les événements de pluie de catégorie 1 ne provoquent que peu ou pas de débordements des égouts unitaires. Les actions de la Ville sont donc axées sur les pluies des autres catégories. Ainsi, la Ville a comme objectif de n'observer aucun débordement au passage d'événements de pluie de catégories 2 et 3 et que les débordements soient limités pour la catégorie 4. Les débordements associés aux événements de pluie extrêmes en hauteur et intensité (catégorie 5) sont, quant à eux, tolérés et ne sont pas, a priori, l'objet d'un contrôle. Les événements de catégorie 5 sont utilisés aussi comme objectif de contrôle des ouvrages qui débordent aux événements de pluie de catégories 1 à 4 (c'est-à-dire que les ouvrages doivent être en mesure de respecter leur objectif de performance établi par la Ville jusqu'à concurrence des événements de pluie de catégorie 5).

³⁴ Si l'événement ne dure qu'une heure, alors I_{max2h} correspond à la hauteur totale de pluie divisée par deux.

9.3.4 Historique des plaintes et des nuisances

L'historique des plaintes et des nuisances pour des problématiques d'inondations ou de refoulements peut signaler la présence d'une problématique sur un tronçon d'un système d'égout. Bien qu'il soit parfois difficile de déterminer la cause réelle des nuisances signalées, un premier tri devrait être fait afin d'écarter les plaintes dont les nuisances rapportées sont occasionnées par des problématiques propres à un bâtiment ou un lot privé.

L'analyse de la localisation des plaintes et des nuisances restantes et de leur occurrence permet ensuite de cerner les secteurs problématiques. En effet, le croisement des dates des plaintes et des nuisances avec les données pluviométriques peut servir à déterminer les événements pluviométriques problématiques et, de ce fait, permettre une estimation du niveau de service de certains tronçons du système d'égout. Par exemple, les plaintes et les nuisances qui surviennent lors d'événements de pluie dont la période de retour est inférieure au niveau de service attendu peuvent mettre en lumière un sous-dimensionnement du réseau ou des problématiques d'obstruction, ce qui nécessite des analyses supplémentaires et, possiblement, des interventions ou des travaux correctifs. À l'opposé, les plaintes et les nuisances qui se produisent lors d'événements plus rare (p. ex., qui ont une période de retour supérieure à 10 ans, selon le [Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées](#)) ne nécessitent pas nécessairement de travaux correctifs (voir le Tableau 9-3).

Des plaintes et des nuisances associées à des journées de temps sec ou lors de très faibles pluies sont des indications encore plus fortes de la présence d'une problématique locale, tels des obstructions, des blocages, des incrustations, etc. (voir la section 9.4.2 sur les problématiques locales).

Par ailleurs, des plaintes et des nuisances associées à des événements hydrologiques importants (très hautes marées, inondations printanières, période de fonte) peuvent indiquer une problématique importante d'infiltration d'eaux dans le système d'égout.

Dans tous ces cas, une simulation de ces événements dans un modèle hydraulique peut confirmer les hypothèses retenues, localiser les infrastructures dont la capacité est insuffisante et aider à établir les travaux à réaliser afin de redonner un niveau de service acceptable au système d'égout.

9.4 État fonctionnel du système d'égout

La connaissance de l'état fonctionnel d'un système d'égout, c'est-à-dire la détermination des tronçons présentant une **problématique locale** ou présentant un **défaut structural** constitue la base sur laquelle s'appuie la gestion et le contrôle des débordements d'une municipalité. En effet, les tronçons d'un système d'égout ayant un état fonctionnel déficient sont des tronçons où la capacité hydraulique est réduite ou encore des tronçons où des eaux d'infiltration sont captées par le réseau. Il s'agit donc de situation favorisant l'occurrence de débordement.

Les débordements en temps sec ne pouvant pas être expliqués par un état fonctionnel déficient (présence d'une problématique locale ou d'un défaut structural) signalent un problème structurel du système d'égout, soit une situation où les apports normaux en eau sont trop importants compte tenu de la capacité hydraulique disponible. Il en est de même pour des fréquences de débordement en temps de pluie ne respectant pas les normes de débordement supplémentaires et ne pouvant être expliquées par un état fonctionnel déficient. Un problème structurel d'un système d'égout requiert des interventions qui augmentent la capacité hydraulique du système d'égout et qui réduisent les apports en eau (voir le tome III du présent guide au sujet de la réduction des apports en eau).

9.4.1 Utilité d'établir l'état fonctionnel

La connaissance de l'état fonctionnel du système d'égout est incontournable pour la gestion des débordements puisqu'elle permet de déterminer si les débordements sont causés par une sous-capacité structurelle du système d'égout ou par un état fonctionnel déficient (présence de problématiques locales ou de défauts structuraux) et, donc, les solutions à envisager.

La détermination de l'état fonctionnel de tronçons d'un système d'égout permet en outre ce qui suit :

- Bâtir un registre des observations et des informations documentant les problématiques fonctionnelles existantes ou potentielles (type, source, ampleur, impact);
- Déterminer les événements ou les contextes qui ont perturbé la performance des réseaux et des ouvrages de surverse alors qu'ils auraient dû fonctionner selon le niveau de service attendu;
- Estimer la proportion des débordements causés par les problématiques fonctionnelles;
- Évaluer l'impact de ces problématiques sur la performance des ouvrages de surverse;
- Évaluer les correctifs à apporter pour corriger les tronçons déficients;
- Évaluer les investigations et les analyses supplémentaires à réaliser pour confirmer des apports d'eaux d'infiltration, localiser les sources de ces eaux et déterminer les correctifs nécessaires à apporter;
- Évaluer si la réalisation d'un modèle hydraulique est toujours nécessaire si des problématiques fonctionnelles sont corrigées;
- Rassembler des informations pertinentes pour bâtir un modèle hydraulique du système d'égout représentatif des conditions réelles (section d'écoulement, niveau d'ensablement ou d'obstruction, infiltration d'eau, apports illicites, superficies de drainage raccordées aux réseaux domestiques, etc.);
- Déterminer les tronçons du système d'égout où une intervention est prioritaire (conduites ou ouvrage ayant un état fonctionnel mauvais ou très mauvais) à titre d'occasion de mettre en œuvre certaines mesures compensatoires ou correctives (p. ex., séparation de réseau, rétention souterraine, réduction de l'infiltration, etc.).

9.4.2 Problématiques locales

Les systèmes d'égout, et les ouvrages de surverse en particulier, ne fonctionnent pas toujours comme ils ont été prévus lors de leur conception. Avec le temps, des problématiques locales peuvent apparaître et perturber le fonctionnement des systèmes d'égout et des ouvrages de surverse. Ces problématiques locales peuvent avoir pour effet d'augmenter les débits dans les réseaux, de diminuer la capacité hydraulique des infrastructures et de provoquer des refoulements et des débordements aux ouvrages de surverse. Dans une stratégie de gestion des débordements, la présence de ces problématiques doit être vérifiée, et ce, avant d'envisager une analyse complexe (p. ex., l'élaboration d'un modèle hydraulique du réseau) ou des travaux de réfection à grande échelle qui nécessitent des investissements majeurs (tels que la séparation de réseaux, le remplacement de conduites ou la mise en œuvre de mesures en surface pour réduire les apports en eau de pluie). Parfois, la correction d'une problématique locale permet de redonner la capacité hydraulique originale à un tronçon du système d'égout et aux ouvrages de surverse concernés et de résoudre ainsi une problématique de débordement.

En fonction de l'impact des problématiques locales sur les performances des ouvrages de surverse et des correctifs prévus, les prochaines étapes à réaliser et le niveau de détail à appliquer dans les analyses pourront être réévalués pour élaborer une stratégie de mise en œuvre de mesures de gestion des débordements et des dérivations la plus optimale et réaliste.

Il existe une multitude de problématiques locales pouvant survenir sur un système d'égout et qui peuvent expliquer des débordements. Toutefois, dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie de mise en œuvre de mesures de gestion des débordements et des dérivations, il est important de recenser et d'analyser les mesures qui affectent ou ont le potentiel d'affecter la capacité hydraulique d'un tronçon d'un système d'égout et la performance des ouvrages de surverse.

9.4.2.1. Apports ponctuels dans le bassin de drainage

Certaines activités réalisées ponctuellement dans le bassin de drainage en amont des ouvrages de surverse peuvent générer des débits suffisants pour créer des débordements ponctuels dans un système d'égout. Ces activités peuvent être très variées et parfois même surprenantes. Il peut s'agir, par exemple, du rinçage des filtres d'une piscine publique, de la vidange d'une piscine résidentielle ou publique, d'une opération de rinçage d'aqueduc mal planifiée, du rejet hors norme d'une industrie ou d'un commerce, des efforts pour combattre un incendie, des jeux d'eau publics fonctionnant en continu, etc. Des apports non prévus qui s'infiltrent dans le système d'égout peuvent aussi provenir de la marée ou être issus d'un bris d'aqueduc. L'occurrence d'activités illicites doit aussi être envisagée pour expliquer des débordements tels que la vidange de camions-citernes ou de réservoirs d'eaux usées (p. ex., roulottes de chantier ou autres) dans des regards d'un système d'égout. Ces activités, qu'elles soient sporadiques ou en continu, peuvent mener à des débordements si elles surviennent en contexte de pluie ou de fonte, et même en temps sec.



Figure 9-10. Exemple d'une opération de rinçage d'aqueduc. S'il est mal planifié (p. ex., ouverture de plusieurs poteaux d'incendie en même temps, rinçage réalisé en contexte de pluie ou en période de pointe de rejet d'eaux usées), le rinçage peut provoquer des débordements.

Certaines activités peuvent aussi faire en sorte que des débris se retrouvent dans le système d'égout, qui peuvent alors obstruer les infrastructures et causer des refoulements, des inondations et des débordements aux ouvrages de surverse lorsqu'ils s'accumulent.

Les apports pluviaux constituent également des apports illicites lorsqu'ils sont véhiculés dans un système d'égout de type domestique ou pseudo-domestique. Ils proviennent en majeure partie des secteurs desservis par des systèmes d'égout pseudo-domestiques caractérisés par le raccordement d'un branchement de service unique évacuant les eaux usées, mais aussi (et surtout) les eaux des drains de fondation et parfois les eaux de ruissellement des toitures ou autres surfaces imperméables. En plus de ces apports, les raccordements inversés constituent également une source d'apports illicites. Par exemple, dans les secteurs desservis par un réseau d'égout domestique, un bâtiment muni de deux branchements

de service véhicule les eaux de son branchement pluvial dans la conduite domestique et les eaux usées dans la conduite pluviale. Des raccordements de conduites pluviales, des fossés ou des puisards sont parfois raccordés par erreur sur les réseaux domestiques ou pseudo-domestiques.

Les apports ponctuels provoquent des hausses de niveaux ou de débits pouvant être observées par les différents équipements de mesure instrumentant les systèmes d'égout et les ouvrages de surverse. Les apports ponctuels peuvent surcharger des conduites et des ouvrages de surverse.

Les activités suivantes sont susceptibles de générer des apports ponctuels dans un système d'égout :

- Les institutions ou les commerces munis de piscines ou d'installations aquatiques;
- Les opérations de rinçage du réseau d'aqueduc;
- Les industries ou les commerces qui consomment des débits importants d'eau potable et qui rejettent une part importante dans le système d'égout. Dans ce dernier cas, les registres des compteurs d'eau peuvent être consultés afin d'évaluer les débits et les volumes rejetés au système d'égout et ainsi identifier les utilisateurs importants.

9.4.2.2. Bris et obstructions aux ouvrages de surverse

Le bris d'un équipement servant à l'interception ou à la régulation des débits (actuateur, pompe, vanne, système à bascule, régulateur, etc.) peut entraîner une diminution des débits interceptés par l'ouvrage de surverse et ainsi provoquer des débordements qui n'auraient pas eu lieu en temps normal. Le nombre de débordements liés à ces bris est fonction du type d'équipement installé dans l'ouvrage et de son état de dégradation. Par exemple, le mécanisme des pompes ou des régulateurs à bascule âgés ou détériorés peut plus facilement bloquer ou être endommagé. La présence de débris dans la chambre de contrôle peut également empêcher les mécanismes de certains équipements de bouger, comme les vannes à bascule ou les vannes modulantes, ou causer la défaillance d'une pompe.

L'obstruction partielle ou complète des équipements et des infrastructures dans les ouvrages de surverse peut provoquer des débordements. Ces obstructions peuvent être causées par toutes sortes de matériaux provenant de différentes sources : roches, sable, matériaux de construction, déchets d'origine domestique, rejets de matières grasses ou organiques par certains commerces ou industries, arbres, matériaux provenant de la dégradation de conduites ou d'ouvrages de surverse (déflecteurs, grilles, morceaux de béton, pièces métalliques rouillées), etc. Les régulateurs de petites dimensions ou qui ont une mise en charge peu importante en amont peuvent bloquer plus facilement.

Si l'obstruction ne peut être retirée, alors une éventuelle modélisation du système d'égout devra tenir compte de cette obstruction afin de reproduire les débordements observés et d'évaluer le niveau de service actuel des ouvrages de surverse.

9.4.2.3. Obstructions dans les conduites

Les obstructions partielles ou complètes présentes dans un système d'égout ne causent pas nécessairement des débordements aux ouvrages de surverse. Par exemple, lorsqu'elles sont situées dans les conduites en amont d'un ouvrage, les obstructions limitent les débits, rehaussent les niveaux d'eau et peuvent causer des refoulements dans les bâtiments ou des inondations en surface sans nécessairement avoir d'incidence sur l'autre ouvrage de surverse situé en amont. De plus, dans cette situation, les débits véhiculés en aval de l'obstruction jusqu'aux ouvrages de surverse se retrouvent laminés ou réduits, ce qui n'impacte pas nécessairement les débordements.

Par contre, les débris ou les matières qui provoquent l'obstruction dans ces conduites peuvent être entraînés par les forts débits jusqu'aux ouvrages de surverse. Ces débris peuvent ensuite bloquer les conduites et les équipements (comme décrit à la section 9.4.2.2) et provoquer des débordements.

Si elles ne peuvent être retirées, les obstructions sur les réseaux en amont des ouvrages de surverse devraient être prises en compte lors du développement, le cas échéant, d'un modèle hydraulique afin de représenter les véritables conditions d'écoulement et de produire ainsi des analyses justes permettant de déterminer les solutions les plus appropriées.

Quant à elles, les obstructions se produisant dans les conduites d'égout en aval d'un ouvrage de surverse provoquent également un rehaussement des niveaux d'eau en amont. Ces rehaussements peuvent parfois aller jusqu'à influencer l'hydraulique d'un ouvrage de surverse, diminuer sa capacité d'interception et augmenter les débordements.

Les obstructions peuvent être causées par des incrustations, du sable et du gravier, des roches, l'accumulation de matières grasses, des racines, des raccordements pénétrants, des déchets, des matériaux de construction, des affaissements et autres, comme il est illustré aux figures Figure 9-11 à Figure 9-23.

L'alésage est une opération visant à éliminer les obstructions dans une conduite (racines, dépôt de graisse, dépôts calcaires, joints d'étanchéité déplacés, raccordements pénétrants, etc.) qui nuisent à l'écoulement et augmentent les risques de refoulement. Ces obstructions peuvent aussi empêcher le passage de la caméra ou risquer d'endommager la gaine lors d'une réhabilitation. Lors de l'alésage, les outils spécialisés sont fixés à l'extrémité du boyau de l'unité de nettoyage et sont activés par la pression d'eau (CERIU, 2012).

La conduite de trop-plein peut elle aussi être obstruée, en particulier à l'émissaire d'un cours d'eau. En effet, de l'ensablement ou des débris peuvent s'y loger, créant une obstruction à l'origine de refoulement dans le système d'égout. De même, le clapet à l'émissaire peut être défectueux ou non étanche, permettant des entrées d'eaux dans le système lors des hauts niveaux de cours d'eau (lors de marées hautes ou de crues).



Source : Ville de Québec

Figure 9-11. Obstructions par des incrustations



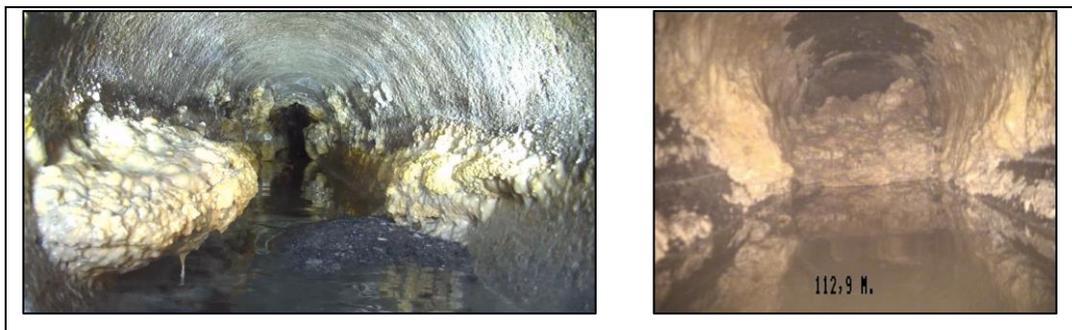
Source : Ville de Québec

Figure 9-12. Obstructions par du sable et gravier



Source : Ville de Québec

Figure 9-13. Obstructions par des roches



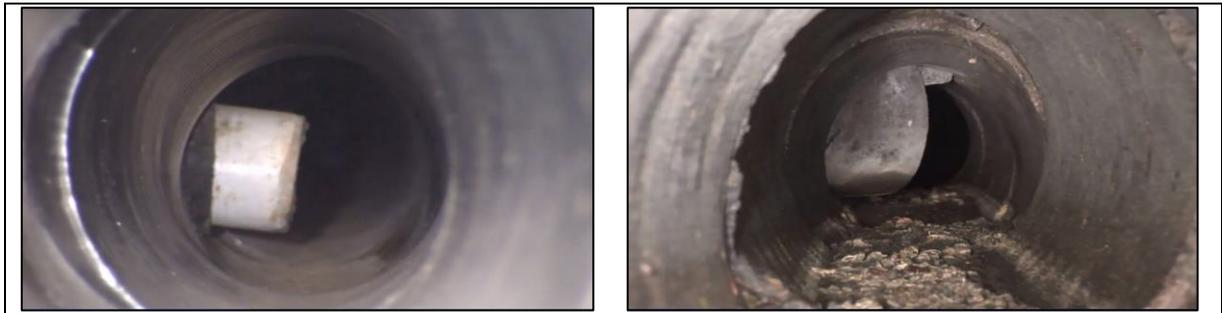
Source : Ville de Québec

Figure 9-14. Obstructions par des dépôts de graisse



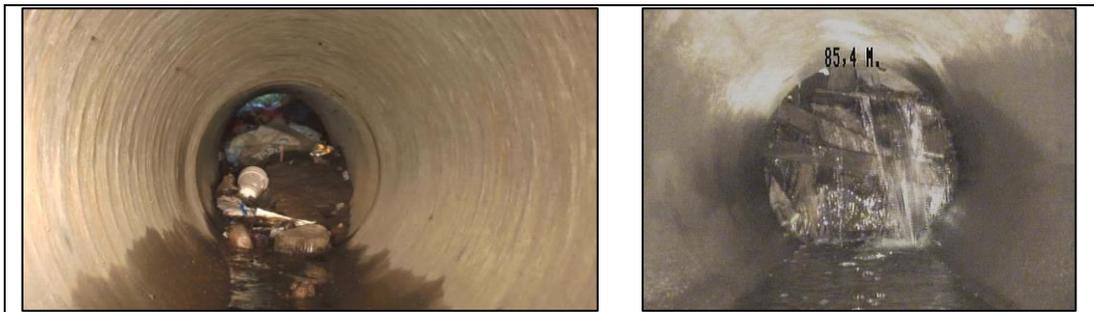
Source : Ville de Québec

Figure 9-15. Obstructions par des racines



Source : Ville de Québec

Figure 9-16. Obstructions par des raccordements pénétrants



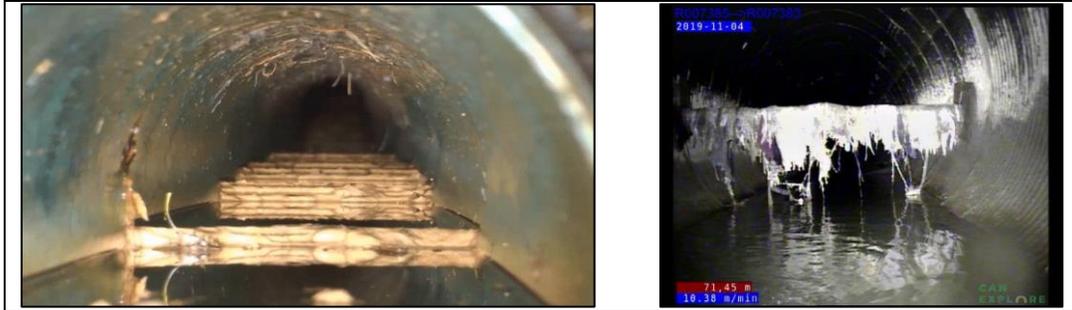
Source : Ville de Québec

Figure 9-17. Obstruction par des déchets



Source : Ville de Québec

Figure 9-18. Obstruction par l'affaissement ou l'effondrement de conduites



Source : Ville de Québec

Figure 9-19. Obstruction par des matériaux de construction



Source : Ville de Québec

Figure 9-20. Obstruction par des conduites ou des pieux traversant une conduite d'égout



Source : Ville de Québec

Figure 9-21. Obstructions par des conduites déjointées ou désaxées

Les conduites où les obstructions sont les plus susceptibles de se produire sont celles avec une pente faible, celles où il y a présence de bas-fonds et celles situées dans des secteurs où il y a présence d'activités susceptibles de générer des débris ou dans des endroits du réseau où le nettoyage est plus difficile. Les conduites et les regards percés ou fissurés près d'une forêt, d'un champ ou d'un arbre sont plus sujets à contenir des racines.

NOTE : Les racines des végétaux (y compris celles des arbres) n'ont pas la capacité de percer des conduites. La présence de racines dans une conduite n'est possible que par la présence préalable de fissures ou d'ouvertures, par exemple aux joints ouverts de raccord, où les racines peuvent pénétrer dans la conduite. Mais les racines ne sont pas la cause de fissures. Pour éviter que des racines pénétrant dans une conduite fissurée ou endommagée, une membrane anti-racinaire, voire une membrane étanche, peut être installée autour de la conduite.

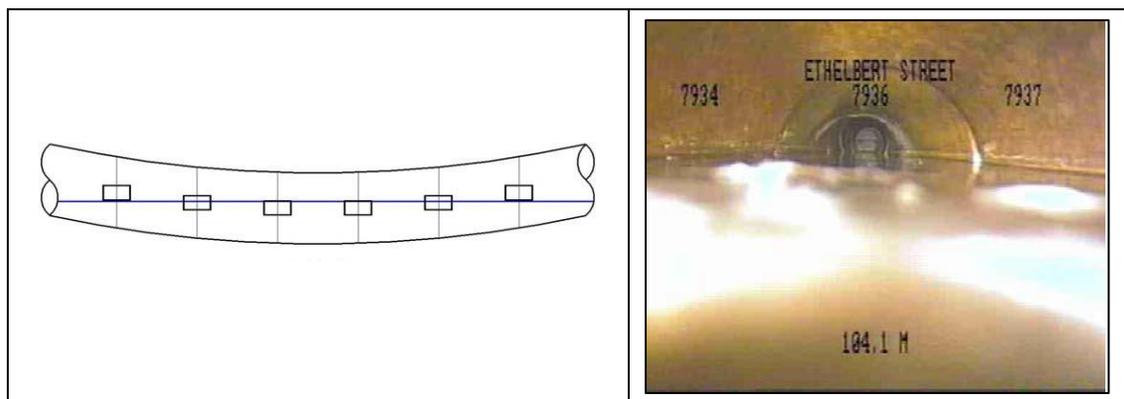
Il est souvent possible de déterminer les activités qui ont généré des débris dans un système d'égout en examinant la nature des matériaux retrouvés. Par exemple, les chantiers de construction sur la voie publique ou sur des lots privés ainsi que les terrains vacants peuvent acheminer des débris, des matériaux de construction, du sable, du gravier, des roches ou des végétaux lorsque les eaux de ruissellement sont captées par le système d'égout. Des commerces ou établissements dont les activités relèvent du domaine alimentaire, comme les restaurants, peuvent rejeter des quantités importantes de matières grasses lorsqu'ils nettoient leur trappe à graisse ou lorsque celle-ci est défectueuse. Les matières grasses peuvent ensuite se figer et s'accumuler plus en aval dans les réseaux. Également, certains établissements du domaine de la santé peuvent rejeter des produits d'hygiène personnelle en grande quantité dans les systèmes d'égout, provoquant des obstructions et des débordements.

NOTE : L'article 11 du Règlement sur les déchets biomédicaux énonce que nul ne peut rejeter dans un réseau d'égout des déchets biomédicaux. Ainsi, en principe, ce type de déchets (seringues, pansements, lingette, masque, etc.) ne devrait pas être présent dans un système d'égout.

Un inventaire des conduites présentant une obstruction peut aider à comprendre certains comportements observés dans le système d'égout (refoulement, mise en charge, chemin emprunté par les eaux et autre nuisance).

Une attention devrait être portée dans les tronçons du système d'égout en aval d'une rue commerciale avec des établissements qui offrent des services alimentaires (p. ex., restaurants, établissements de transformation alimentaire), car des bouchons de graisse sont plus susceptibles d'y être présents.

Par ailleurs, un bas-fond dans un système d'égout crée aussi une restriction hydraulique équivalente à une obstruction.



Source : MAMROT, 2012

Figure 9-22. Bas-fond dans un système d'égout

9.4.2.4. Détection de problématiques locales

L'examen des rapports synthèses produits par le système SOMAEU (section 9.3.1) est un moyen pour repérer des problématiques locales. Des ouvrages de surverse qui débordent en contexte d'urgence ou de temps sec peuvent indiquer la présence de problématiques locales comme des bris, des obstructions ou des apports illicites. Les rapports synthèses présentent aussi les commentaires inscrits par l'exploitant municipal dans le système SOMAEU lors de la transmission des données. Ces commentaires peuvent également fournir des indices quant à la présence de problématiques locales.

Les données de niveau d'eau provenant d'instruments installés dans le système d'égout sont aussi utiles. De hauts niveaux durant une longue période peuvent indiquer un blocage au niveau de l'ouvrage de régulation ou en aval.

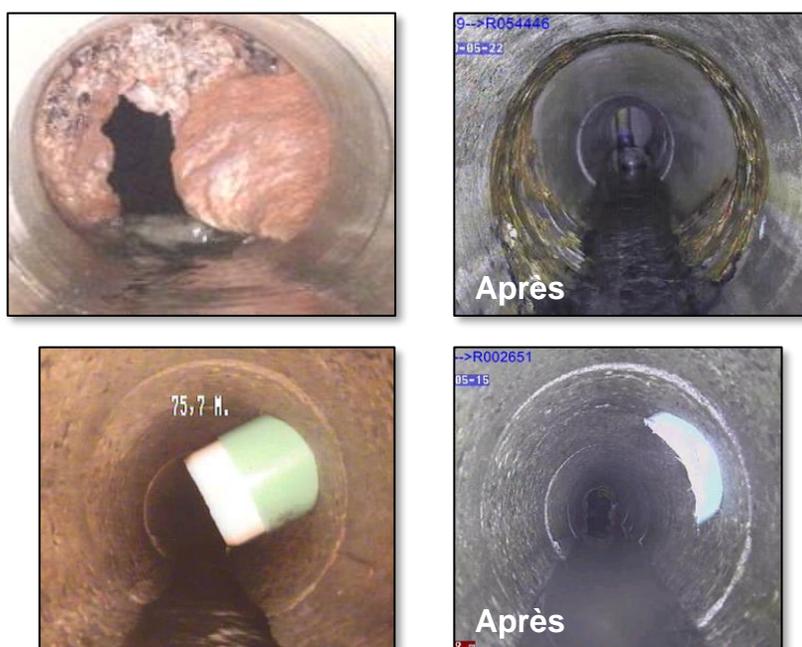
De même, des plaintes ou des nuisances pour des problématiques d'inondation ou de refoulements transmises en temps sec ou lors de très faibles pluies peuvent être une indication de la présence d'une problématique locale (obstructions, blocages, incrustations, etc.).

L'examen des données de débordement permet aussi la détection d'apports illicites dans un système d'égout. Par exemple, des débordements en temps sec qui se produisent en l'absence d'obstructions ou de bris, des débordements qui se répètent à des périodes ou à des fréquences fixes ainsi que des débordements en temps de pluie dans des réseaux qui ne devraient pas véhiculer des eaux pluviales sont des exemples de comportements qui devraient éveiller des soupçons sur la présence d'apports illicites et qui nécessiteraient des investigations supplémentaires. Les apports illicites d'eaux pluviales dans un égout domestique ou pseudo-domestique (toits, stationnements, puisards, etc.) peuvent aussi être détectés par des inspections aux colorants ou des essais à la fumée (voir la section 11.3). Autrement, des apports illicites causés par des raccordements inversés peuvent aussi être détectés en inspectant le système de gestion des eaux pluviales plutôt que le système d'égout. En effet, une concentration importante de coliformes fécaux ou la présence de débris tels que du papier hygiénique signalent une possible existence de raccordements inversés et, donc, vraisemblablement, d'apports illicites au système d'égout.

Lorsque la présence d'une problématique locale est suspectée, une inspection devrait être réalisée pour la confirmer.

9.4.2.5. Conclusion

Lorsque des débordements anormaux sont détectés à la suite d'un examen des données de débordement (débordements en temps sec, débordements excessifs en temps de pluie), la présence d'une problématique locale devrait d'abord être envisagée et examinée. En effet, la correction d'une problématique locale peut restaurer le niveau de service d'un tronçon du système d'égout et ainsi réduire, voire éliminer, les occurrences de débordement sans recourir à des interventions d'envergure, telles que la séparation de réseau, la réfection de conduites ou la réduction des apports en temps de pluie par des interventions en surface.



Source : Ville de Québec

Figure 9-23. Exemples d'alésage d'une conduite pour éliminer une obstruction et restaurer la capacité hydraulique

Par ailleurs, l'absence de problématique locale pour expliquer des débordements peut révéler un problème d'infiltration, ou encore un problème structurel du système d'égout, c'est-à-dire que les apports en eau sont trop importants compte tenu de la capacité hydraulique disponible. Une simulation d'écoulement à l'aide d'un modèle informatique hydraulique serait nécessaire pour le démontrer (voir le chapitre 14). Un problème structurel d'un système d'égout requiert des interventions qui augmentent la capacité hydraulique ou qui réduisent les apports en eau, ou les deux. La réduction des apports est l'objet du tome III du présent guide.

9.4.3 Défauts structureaux

Les défauts structureaux sont ceux qui requièrent généralement la réfection ou le renouvellement de conduites. Il s'agit de fissures, de fractures, de bris, de trous, d'affaissements ou d'effondrements, de déformations, de garnitures lâches et de décalages d'enlignement. Le CERIU (2023) discute de ces défauts structureaux. Les défauts structureaux peuvent entraîner l'infiltration d'une quantité importante d'eaux souterraines ou d'eaux provenant de fuites d'aqueduc ou d'eaux pluviales percolant dans le sol, ou encore causer des restrictions hydrauliques. Les défauts structureaux peuvent aussi permettre la migration du sol enrobant la conduite vers l'intérieur du système d'égout, ce qui peut mener à des dépôts et des obstructions. Bref, ultimement, ils peuvent être la cause de débordements ou de dérivations.



Source : Ville de Québec

Figure 9-24. Garniture lâche



Source : Ville de Québec

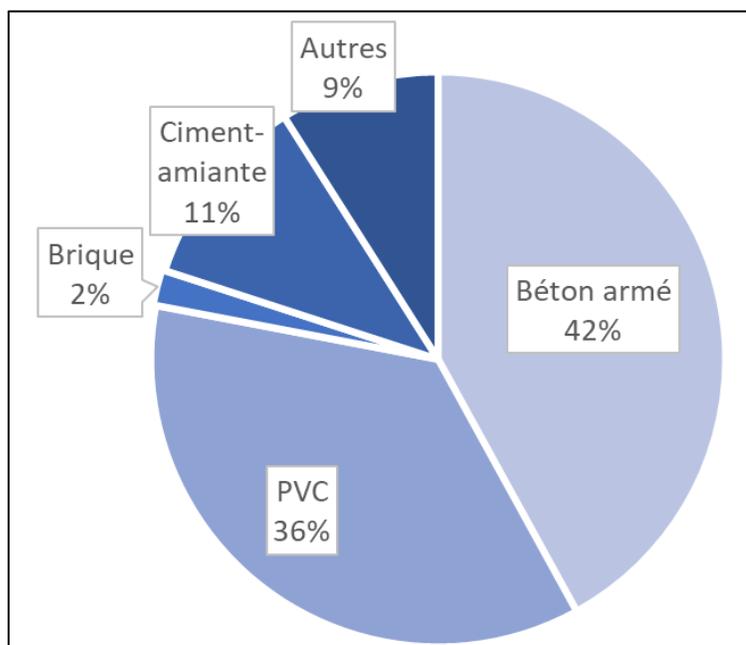
Figure 9-25. Infiltration d'eau dans un système d'égout causée par une condition structurelle déficiente

Au-delà de la période du printemps caractérisée globalement par de hauts niveaux d'eau souterraine, des niveaux d'eau souterraine élevés sont susceptibles d'être présents dans les secteurs suivants :

- À proximité d'un cours d'eau ou d'un milieu humide;
- Dans des zones inondables;
- Dans des zones influencées par les marées;
- Dans des secteurs où s'écoulait un ancien cours d'eau.

L'inspection des tronçons du système d'égout dans ces secteurs pour établir la présence de défauts structuraux devrait être priorisée. De même, l'inspection des conduites suivantes devrait aussi être priorisée puisqu'elles sont propices à infiltrer des quantités importantes d'eaux souterraines :

- Conduites fabriquées avec des matériaux sensibles à la corrosion, aux déformations ou aux fissures, comme la tôle ondulée galvanisée, le grès ou l'amiante. La Figure 9-26 présente la proportion des matériaux des conduites;



Source des données : CERIU, 2020

Figure 9-26. Proportion des matériaux des conduites au Québec

- Conduites situées sous ou près des chemins de fer (car souvent construits en tôle ondulée galvanisée, TTOG);
- Conduites construites avant 1978, car ce n'est qu'à partir de cette année-là que des essais d'étanchéité ont été exigés pour tout système d'égout nouvellement construit (Brière, 2012). Au Québec, près de 50 % des conduites ont été construites avant 1978 (CERIU, 2020).

L'évaluation de la condition structurale (présence de défauts structuraux) est importante, car elle peut orienter le choix de certaines solutions. Par exemple, pour des systèmes unitaires, des tronçons très détériorés pourraient encourager une prise de décision en faveur de la séparation du réseau, c'est-à-dire le remplacement du système d'égout unitaire par deux systèmes : un pour les eaux usées (égout domestique) et un pour les eaux pluviales.

9.4.4 Défauts de configuration et fonctionnement déficient

Les débordements anormaux à un ouvrage de surverse peuvent parfois s'expliquer autrement que par un état fonctionnel déficient (présence d'une problématique locale ou d'un défaut structural). Par exemple :

- Si la configuration du système d'égout génère des pertes de charge importantes. Par exemple : le système d'égout présente-t-il inutilement plusieurs coudes à 90 degrés en aval d'un ouvrage de surverse)?;

- Si la configuration d'un ouvrage de surverse provoque des débordements inutiles. Par exemple : un muret déversoir de faible hauteur a-t-il été aménagé à un endroit où se crée un ressaut hydraulique? Une conduite de trop-plein enlignée avec une conduite d'entrée d'eau peut-elle évacuer des débits lors de grands débits par effet d'inertie (Figure 9-27)?;

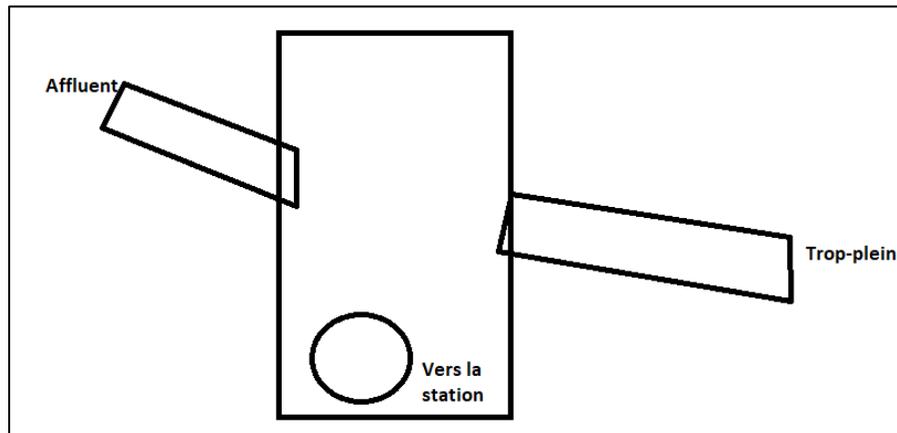


Figure 9-27. Exemple d'une configuration d'un regard pouvant provoquer des débordements (conduite de trop-plein enlignée avec une conduite d'entrée)

- Si les règles de contrôle ne sont pas optimales. Par exemple : le niveau de départ des pompes ou la hauteur des déversoirs ont-ils été mal établis et causent-ils des débordements prématurés? Les niveaux d'opération établis peuvent aussi favoriser l'accumulation de graisse pouvant mener à des blocages;
- Si les appareils de mesure dans un ouvrage de surverse génèrent des lectures erronées en raison d'une mauvaise calibration ou une mauvaise installation. D'une part, une lecture erronée des capteurs peut mener au signalement de faux débordements (faux positifs) ou, au contraire, ne pas signaler des situations de débordement (faux négatifs), faussant ainsi le portrait des débordements fourni par les instruments de mesure. D'autre part, des lectures erronées peuvent mener à des débordements prématurés ou inutiles, par exemple si un trop-plein pompé ou une vanne sont actionnés inutilement en raison d'une lecture de niveau déficiente, ou si un débitmètre relié à un variateur de fréquence fait en sorte qu'un ouvrage pompe plus ou moins de débit que sa valeur de consigne. La section 6.7 explique des sources d'erreurs liées à la collecte et au traitement des données des équipements servant à répertorier des débordements.

La rapidité de réaction des opérateurs peut aussi éviter des débordements prolongés. Par exemple, les alarmes sont-elles optimales et permettent-elles aux opérateurs de réagir rapidement en cas de problématiques détectées (débordements, obstructions, bris, hauts niveaux, etc.)? De même, les difficultés d'accès aux ouvrages de surverse et aux ouvrages de contrôle peuvent contribuer aux débordements, notamment s'ils sont situés sous un boulevard. Dans ce cas, la capacité d'inspection et les fréquences d'entretien sont réduites, augmentant le risque de défaillance causant des débordements. La rapidité d'intervention peut être aussi compromise en cas d'urgence.

Ainsi, lorsque des débordements sont constatés alors que l'état structural de l'ouvrage de surverse et du système d'égout semble adéquat, la possibilité que ces débordements soient causés par des configurations ou des opérations déficientes doit être examinée avant de conclure à un manque de capacité hydraulique du système d'égout, c'est-à-dire à un problème structural du système d'égout.



Figure 9-28. Exemple de problème d'exploitation d'une municipalité du Québec. Un repère visuel (carré de styromousse blanc) de grandes dimensions a été installé pour suivre les débordements dans la conduite de trop-plein, mais il s'est déplacé dans la conduite d'égout principale et l'a ainsi obstruée. Cette situation a généré un débordement continu pendant une semaine avant qu'il ne soit détecté par la municipalité.

9.4.5 Source d'information

9.4.5.1. Plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées

Le [Plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées](#) permet de déterminer les tronçons problématiques d'un système d'égout. Ainsi les tronçons présentant des problématiques locales ou des défauts structuraux sont des tronçons où la capacité hydraulique est réduite ou des tronçons où des eaux d'infiltration peuvent rejoindre le réseau. Les données qui ont servi à préparer un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées peuvent être utiles pour établir un portrait de l'état fonctionnel d'un système d'égout.

Description d'un plan d'intervention

Le Plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées est un outil qui permet d'évaluer l'état de ces infrastructures et d'établir les travaux prioritaires à réaliser pour leur renouvellement. La préparation de ce plan est décrite dans le [Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées](#)^{35,36} publié par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMROT, 2013).

Ainsi, selon la méthodologie décrite dans ce guide, à partir des différentes données et auscultations disponibles, l'état des infrastructures est évalué en attribuant à chacun des segments d'un réseau de

³⁵ Un plan d'intervention préparé selon ce guide est exigé par le MAMH à toute municipalité qui présente une demande d'aide financière pour des travaux de renouvellement de conduites d'eau potable ou d'égout, ou pour des travaux de priorité 3 ou 4 dans le cadre du programme de la taxe sur l'essence et de la contribution du Québec. (TECQ).

³⁶ Le MAMH exige que les inspections visuelles ou télévisées effectuées dans le cadre de la préparation d'un plan d'intervention soient réalisées par du personnel certifié selon *Pipeline Assessment and Certification Program*, ou programme PACP (CERIU/NASSCO). Voir section 11.1 pour plus de détails.

conduite une cote (de 1 à 5) pour différents indicateurs. Pour les systèmes d'égout, quatre indicateurs ont été établis :

1. **Indicateur « État structural »** : cet indicateur recense les segments présentant des défauts structuraux. Les défauts comme les fissures, les fractures, les bris, les trous et les effondrements peuvent favoriser l'infiltration des eaux souterraines dans les systèmes d'égout. En plus d'être une source potentielle d'infiltration, les conduites effondrées peuvent également provoquer une restriction hydraulique importante. Les conduites qui présentent des effondrements imminents sont également à surveiller. Les segments présentant des problèmes structuraux importants nécessitent généralement des interventions majeures (réhabilitation ou renouvellement de conduites).
2. **Indicateur « Problème hydraulique – Registre »** : cet indicateur se base sur le nombre de refoulements observés ou par la fréquence de nettoyage requise pour les éviter. Les segments de réseau qui ont des statuts « 4 – Mauvais » et « 5 – Très mauvais » sont ceux qui ont connu au moins un refoulement ou une mise en charge ou qui nécessitent au moins trois nettoyages par année (voir le Tableau 9-2). Ces segments sont susceptibles d'avoir une capacité hydraulique insuffisante et des problématiques d'incrustations.

Tableau 9-2. Grille d'établissement des cotes pour l'indicateur *Problème hydraulique – Registre*

Statut	Cote	Problème hydraulique
Excellent	1	Aucun
Bon	2	1 nettoyage/an
Moyen	3	2 nettoyages/an
Mauvais	4	1 refoulement ou 3 nettoyages/an ou au moins 1 mise en charge
Très mauvais	5	2 refoulements ou + de 3 nettoyages/an

Source : MAMROT, 2013

3. **Indicateur « Déficiences fonctionnelles »** : cet indicateur recense les segments présentant des problématiques liées à un déficit d'entretien, telles que la présence de dépôts de graisse, de racines, d'obstacles, de raccordements pénétrants et d'infiltration. Des interventions majeures (réhabilitation ou renouvellement de conduites) ne sont généralement pas justifiées pour corriger une problématique de déficience fonctionnelle.
4. **Indicateur « Problème hydraulique – Étude »** : les conduites qui ont démontré un problème de capacité hydraulique sont repérées avec cet indicateur. Les segments qui ont une problématique de mise en charge ou de refoulement pour une pluie récurrente de deux ans ou moins obtiennent des statuts « 4 – Mauvais » et « 5 – Très mauvais ».

Tableau 9-3. Grille d'établissement des cotes pour l'indicateur *Problème hydraulique – Étude*

Statut	Cote	Fréquence de nettoyage	Problème de capacité actuelle (sanitaire)	Problème de capacité actuelle (pseudo-séparatif, unitaire ou pluvial)	Problème de capacité future sur 10 ans
Excellent	1	Aucun	Capacité \geq 120 % débit théorique	Pluie récurrente de plus de 25 ans	Pluie récurrente de $>$ 10 ans
Bon	2	1 nettoyage/an	Capacité \geq débit théorique et $<$ 120 % du débit théorique	Pluie récurrente de $>$ 10 à 25 ans	Pluie récurrente de $>$ 5 à 10 ans
Moyen	3	2 nettoyages/an	Capacité $<$ débit théorique	Pluie récurrente de $>$ 2 à 10 ans	Pluie récurrente de $>$ 2-5 ans et moins
Mauvais	4	3 nettoyages/an	Capacité $<$ débit théorique avec trace de refoulement	Mise en charge lors d'une pluie récurrente de 2 ans et moins (sans refoulement)	Pluie récurrente de 2 ans et moins
Très mauvais	5	+ de 3 nettoyages/an	Capacité $<$ débit théorique avec refoulement	Refoulement lors d'une pluie récurrente de 2 ans ou moins	Sans objet

Source : MAMROT, 2013

Ces cotes servent ensuite à catégoriser les infrastructures selon quatre classes de priorité d'intervention (de A à D, voir le Tableau 9-4) et, donc, à programmer les interventions nécessaires pour les cas les plus urgents (classes C et D). La méthodologie pour établir les classes d'intervention en fonction des cotes données aux différents indicateurs ci-haut est décrite dans le [Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées](#) (MAMROT, 2013).

Tableau 9-4. Liste des classes d'interventions sur les segments selon MAMROT, 2013

Classe d'intervention	Intervention
A	Aucune intervention, maintien ou entretien préventif
B	Étude ou auscultation requise
C	Intervention souhaitable
D	Attention immédiate

NOTE : L'application *Territoires*, développée par le MAMH, fournit des données relatives aux plans d'intervention. Les tracés des systèmes d'égout y sont affichés selon un code de couleur qui représente les classes d'intervention intégrées provenant des plans d'intervention. Les données descriptives des plans d'intervention telles que transmises par les municipalités sont aussi disponibles. Voir la section 9.4.5.2 pour plus de détails.

Utilité du plan d'intervention pour la gestion des débordements

Dans le cadre d'une analyse des problématiques de débordement d'une municipalité, les données ayant servi à alimenter le plan d'intervention pour établir les cotes des indicateurs des conduites d'égout doivent être examinées afin de déterminer les problématiques, les anomalies ou les déficiences qui ont un impact sur la capacité des réseaux et la performance des ouvrages de surverse. L'analyse devrait prioriser en les données associées aux segments du système d'égout qui a obtenu une cote de « 4 – Mauvais » ou de « 5 – Très mauvais » pour au moins un des quatre indicateurs décrits ci-haut pour les conduites d'égout.

Après avoir consulté les données utilisées pour déterminer les cotes des indicateurs, des analyses ou des investigations supplémentaires peuvent être nécessaires afin de bien comprendre les problématiques et de les intégrer adéquatement dans une stratégie de contrôle des débordements. Par exemple, des auscultations, des remontées par tronçon ou la réalisation d'une campagne de mesures peuvent permettre de confirmer la présence d'infiltration dans une conduite et la quantifier si nécessaire. Les informations alors recueillies permettront ensuite de localiser les sources d'infiltration avec plus de précision et de déterminer les correctifs à apporter pour corriger les problématiques et ainsi réduire les apports acheminés dans les conduites d'égout et les ouvrages de surverse. Également, de nouvelles auscultations peuvent être réalisées afin d'observer l'évolution de la dégradation de conduites dont l'état structural démontrait un effondrement imminent lors de la réalisation du dernier plan d'intervention.

Les conduites qui présentent des sections d'écoulement réduites, que ce soit à la suite de l'effondrement d'une conduite ou parce qu'il y a des racines ou des incrustations, doivent être prises en compte dans l'analyse hydraulique afin d'évaluer l'impact de ces restrictions hydrauliques sur l'ensemble du système d'égout et d'établir le niveau de service actuel. Des interventions pourront être ajoutées dans les travaux à réaliser dans le cadre d'un plan de gestion des débordements afin d'aléser ou de corriger les conduites problématiques. Ces restrictions hydrauliques devraient aussi être prises en compte dans un modèle informatique d'écoulement.

Il est également judicieux, au moment de planifier ou de concevoir des mesures compensatoires ou correctrices, de tenir compte des interventions et des travaux prévus dans le cadre du plan d'intervention afin d'évaluer la possibilité de combiner l'ensemble des travaux.

9.4.5.2. Application *Territoires*

L'[application *Territoires*](#) est un outil de consultation, d'analyse et de diffusion d'information géospatiale destiné aux organismes municipaux et gouvernementaux qui souhaitent consulter et obtenir de l'information géospatiale produite ou compilée notamment par le gouvernement du Québec et ses partenaires (CERIU, 2021). Elle a été développée par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation en 2013. Elle permet de consulter tous les documents et les plans relatifs à l'aménagement et au développement du territoire, de même que plusieurs documents connexes.

L'application *Territoires* comprend un navigateur cartographique. Outre la possibilité d'afficher des informations telles que le cadastre, le réseau routier, le découpage administratif ou les zones inondables (près d'une centaine de couches d'information), l'application *Territoires* contient des données utiles pour réaliser des analyses liées aux débordements d'une municipalité.

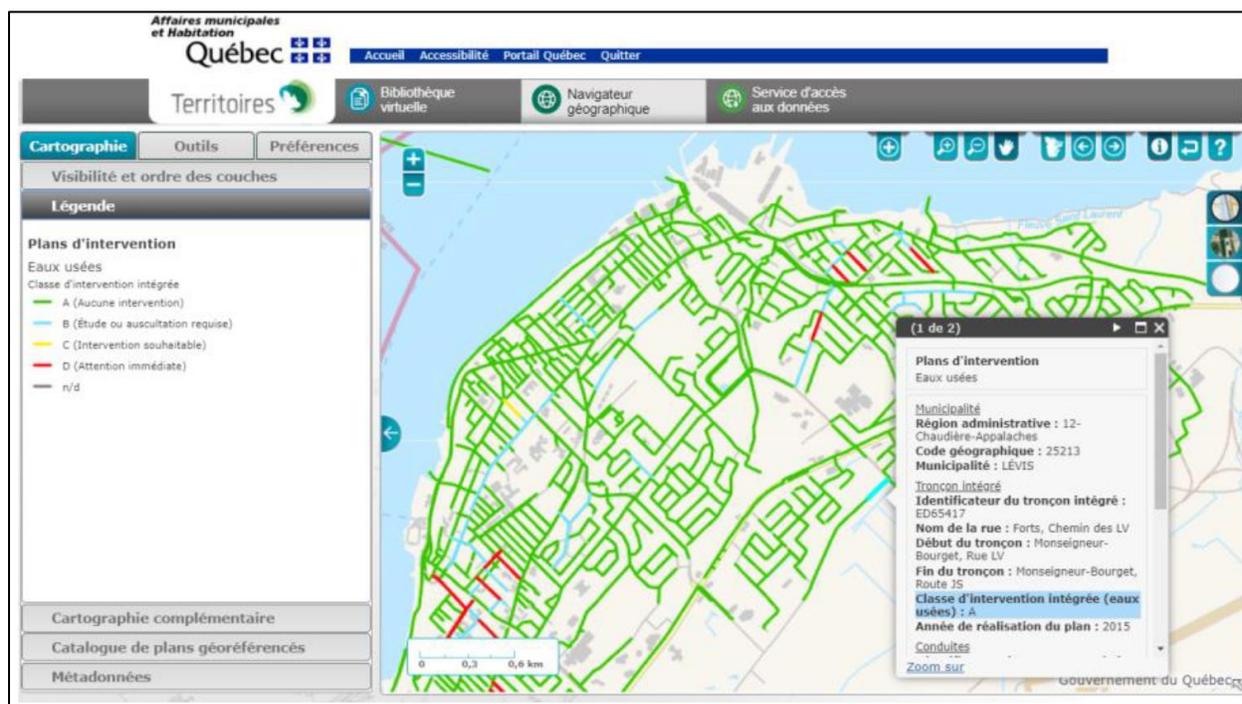
Tracé des systèmes d'égout et leur état structural

Le tracé des systèmes d'égout peut être affiché. De plus, les systèmes d'égout peuvent être affichés selon un code de couleur qui représente les classes d'intervention intégrées provenant des plans d'intervention (Figure 9-29), ou selon les indices d'état calculés du Portrait des infrastructures en eau des municipalités du Québec (PIEMQ) (Figure 9-30).

Le type d'égout (unitaire, pseudo-domestique, domestique), le diamètre des conduites, l'année d'installation de la conduite et le matériau sont aussi indiqués.

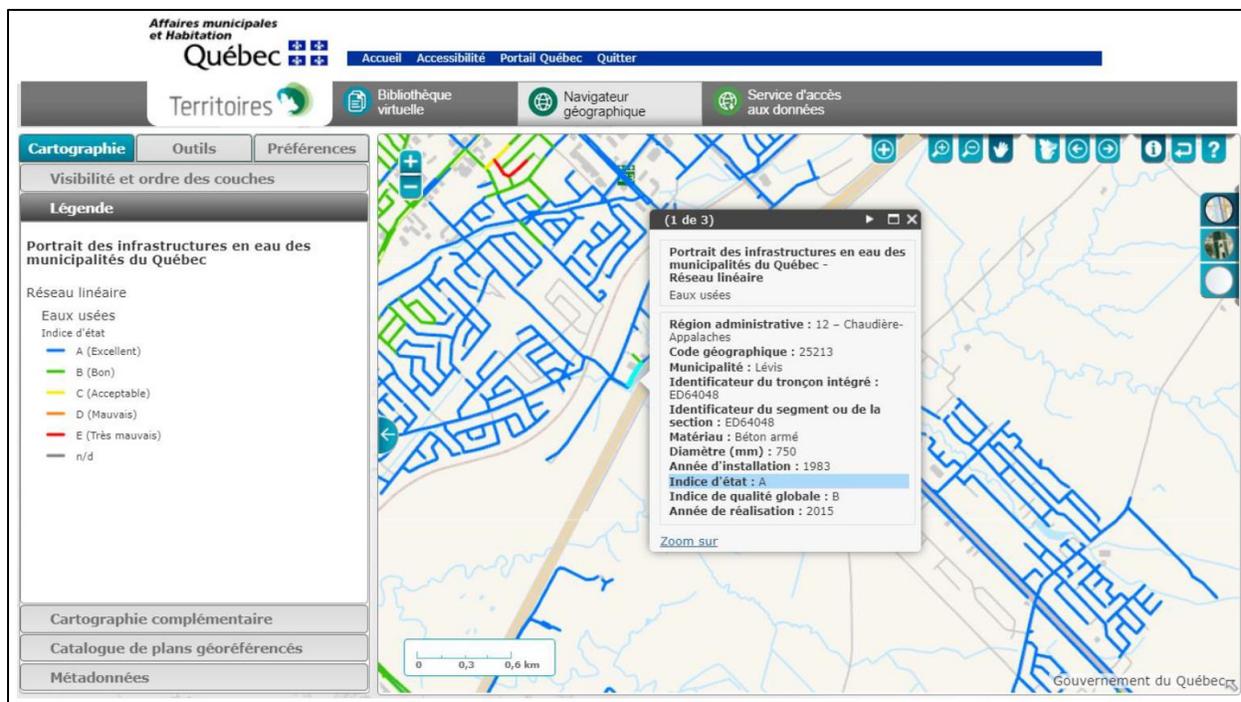
L'application *Territoires* permet aussi la consultation des données descriptives des plans d'intervention telles que transmises par les municipalités ainsi que celles du PIEMQ. La recherche de conduites par tronçon intégré ou par numéro de segment ou de section, pour faciliter la localisation de celles-ci, est aussi possible.

NOTE : Les classes d'intervention provenant des plans d'intervention ainsi que les indices d'état calculés dans le PIEMQ ne sont disponibles que pour les utilisateurs de l'application *Territoires* enregistrés comme municipalités.



Source : CERIU, 2022

Figure 9-29. Couche de données d'un plan d'intervention dans l'application *Territoires* (Eaux usées)



Source : CERIU, 2022

Figure 9-30. Couche des indices d'état du PIEMQ dans l'application *Territoires* (Eaux usées)

Population

L'application *Territoires* fournit un outil d'analyse spatiale pour le calcul de la densité de logement et de la densité de population selon le secteur tracé à l'écran (Figure 9-31). Cette donnée peut être utile pour estimer des débits d'eaux usées à partir d'hypothèses de taux de rejet à l'égout.

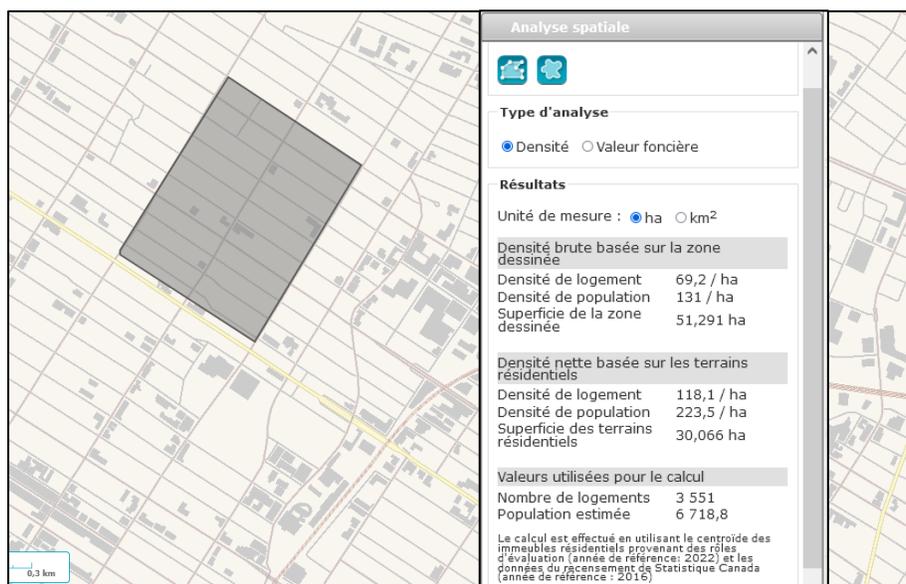


Figure 9-31. Exemple d'un polygone tracé dans le navigateur cartographique de l'application *Territoires* permettant d'obtenir des données de population et de logements

Année de construction des bâtiments

L'application *Territoires* fournit une couche d'information renseignant sur l'année de construction des bâtiments (Figure 9-32). Cette donnée peut être utile puisque les bâtiments construits avant 1982 n'étaient généralement pourvus que d'un seul branchement de service évacuant à la fois les eaux sanitaires et les eaux du drain de fondation, dans lequel les eaux de toiture peuvent être évacuées, surtout pour les toits plats (voir la rubrique sur les particularités des bâtiments construits avant 1982 à la section 4.3.2.2). Étant susceptibles de contribuer grandement aux eaux parasites retrouvées dans un système d'égout, ces bâtiments sont d'intérêt pour la gestion des débordements.

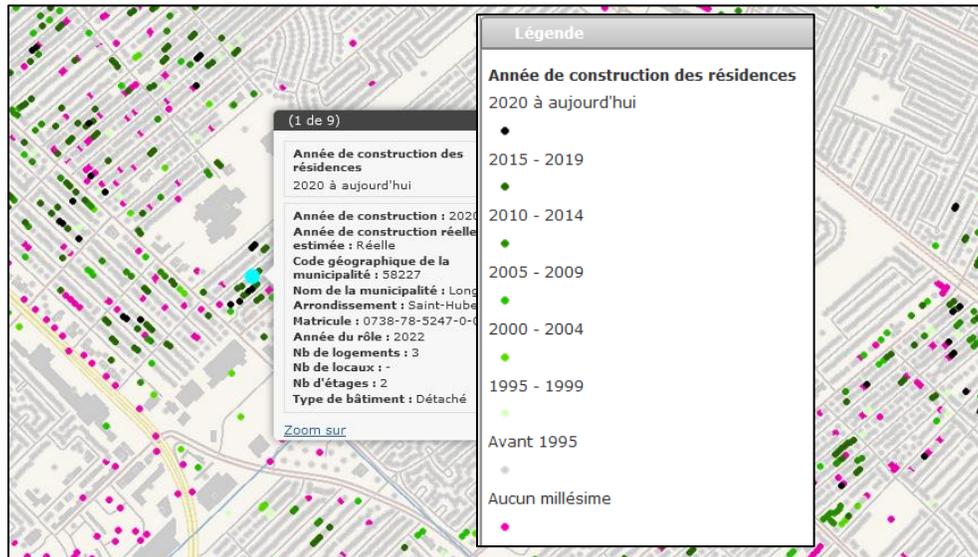


Figure 9-32. L'application *Territoires* renseigne sur l'année de construction de bâtiments résidentiels

9.4.6 Documents de référence sur l'inspection du système d'égout

Les documents suivants peuvent être consultés pour aider à planifier une inspection d'un système d'égout :

- [Guide d'inspection télévisée des réseaux d'égouts](#) (CERIU, 2018);
- [Guide méthodologique pour la recherche et l'élimination des raccords inversés dans les réseaux de collecte d'eaux usées municipales](#) (MAMR, 2006);
- [Manuel sur les réseaux d'égouts – Pathologies, diagnostics et interventions pour les conduites gravitaires – 2^e édition](#) (CERIU, 2023)

NOTE : Le devis normalisé BNQ 1809-300, *Travaux de construction – Clauses techniques générales – Conduites d'eau potable et d'égout*, précise que l'inspection télévisée doit être faite selon les exigences du Programme de certification visant l'évaluation de l'état des conduites (PACP®) et du Programme de certification visant l'évaluation de l'état des regards (MACP®) du CERIU/NASSCO.

De plus, le devis normalisé BNQ 3680-125, *Inspection télévisée des conduites et regards d'égout*, spécifie que les opérateurs et les analystes doivent détenir la certification PACP® ou MACP®.

Le MAMH exige que les inspections visuelles ou télévisées effectuées dans le cadre de la préparation d'un plan d'intervention soient réalisées par du personnel certifié selon le programme PACP® (CERIU/NASSCO). La liste des opérateurs et des analystes certifiés CERIU/NASSCO au Québec est diffusée sur cette [page Web](#).

Le CERIU est le détenteur des droits exclusifs en français d'utilisation et de diffusion des protocoles PACP®, MACP® et LACP® au Québec.



Pour plus de détails, consulter ce [dépliant d'information](#).

9.5 Données provenant d'appareils de mesure

D'autres données que celles obtenues par les équipements servant à répertorier les débordements peuvent être utiles et devraient être récupérées.

En effet, les ouvrages de contrôle et de surverse sont parfois munis d'appareils de mesure qui permettent à la municipalité de suivre leurs comportements à distance. Des appareils de mesure peuvent également être installés sur les réseaux, comme les intercepteurs.

Les appareils de mesure peuvent enregistrer plusieurs types de données, mais les plus utiles pour la gestion des débordements sont les suivantes :

- Les données de débits puisque, lorsque combinées avec la durée d'un débordement, elles permettent d'estimer un volume débordé;
- Les données de hauteur d'eau;
- Les temps de pompage.

Les données de ces appareils devraient être utilisées au même titre que celles issues d'une campagne de mesures. Ces données ont l'avantage d'être généralement recueillies depuis plusieurs années, ce qui permet une analyse du comportement de l'ouvrage dans plusieurs conditions : en période hivernale pour les débits en temps sec, au printemps pour les débits de fonte, à l'été pour les événements pluviométriques intenses et à l'automne pour les pluies de longue durée. Elles permettent également de déceler la présence de captage direct et indirect dans les réseaux domestiques ou pseudo-domestiques et d'observer la présence d'apports illicites. Avant d'utiliser ces données, il est cependant essentiel de valider la qualité des mesures et la fiabilité des appareils, notamment pour comparer les données avant et après une calibration ayant été effectuée sur un appareil.

L'utilité de ces données est expliquée dans les prochaines sections.

9.5.1 Données de débits

Les mesures de débits peuvent être situées à différents endroits dans l'ouvrage de surverse, soit à l'entrée d'un ouvrage pour mesurer les débits entrants, au niveau du trop-plein pour mesurer les débits débordés ou à l'aval pour mesurer les débits interceptés. Si ces données sont de bonnes qualités, elles peuvent être utilisées pour évaluer les éléments suivants :

- Les débits en temps sec en période hivernale où l'infiltration est minimale : débit moyen, débit maximal et facteur de pointe;
- Les volumes et les débits apportés par l'infiltration en période de fonte. Ces volumes peuvent ensuite être comparés aux volumes véhiculés durant les autres périodes afin d'évaluer l'ampleur de la problématique;

- Les débits en temps sec en période estivale;
- La capacité résiduelle de l'ouvrage en temps sec;
- Les débits d'infiltration lors des pluies automnales;
- Les volumes et les débits de ruissellement, en soustrayant les débits et les volumes de temps sec. Dans le cas des réseaux pseudo-domestiques, une corrélation entre les volumes de ruissellement et les hauteurs de précipitation permettra d'évaluer une superficie moyenne de surfaces imperméables raccordées à ce réseau;
- Les débits et les volumes qui ont débordé;
- La présence de rejets illicites ainsi que le débit, la fréquence et la durée du rejet.

Ces données peuvent être utilisées pour planifier une stratégie de contrôle des débordements. Par exemple, pour estimer les débits à soustraire du système d'égout afin de corriger une problématique de débordement, dans le cas où les apports en temps de pluie seraient la cible des débits à soustraire, les données pourraient servir à estimer la superficie tributaire à retrancher des surfaces de drainage. Autre exemple : pour estimer les volumes à emmagasiner dans un ouvrage de rétention. Les données de débits peuvent également servir à calibrer les apports pluviaux d'un modèle hydraulique au même titre que des données issues d'une campagne de mesures.

Il faut aussi rappeler qu'en vertu de l'article 4 du ROMAEU, le débit traité à une station d'épuration doit obligatoirement être mesuré. Ces données, ainsi que celles de campagnes de mesures antérieures, peuvent également être analysées, notamment pour comprendre des problématiques de dérivations excessives ou en temps sec.

NOTE : Les débits mesurés à la station fluctuent grandement sur 12 mois, la variation pouvant être d'un facteur de 30 (voir la Figure 4-9). Cependant, le niveau d'exactitude des mesures des équipements qui mesurent les débits n'est pas constant sur toutes les plages de débits. Par exemple, un équipement dont l'exactitude des débits a été vérifiée au printemps alors que les débits dans le système d'égout peuvent être très importants ne fournira pas le même degré d'exactitude pour des débits nettement moindres, comme en été. Il en est de même des mesures de débits élevées (p. ex., au printemps) avec un équipement qui a été étalonné avec des débits faibles (p. ex., à l'été). De plus, comme les mesures de débits à une station d'épuration sont souvent obtenues avec un canal Parshall, il importe de rappeler que ce canal permet d'estimer adéquatement les débits pour une plage de débits située entre 20 % et 80 % de la capacité du canal. Les mesures des débits hors de cette plage comportent donc une incertitude importante (MELCC, 2019).

9.5.2 Données de niveau d'eau

Les appareils qui mesurent les niveaux d'eau sont généralement associés à un système de suivi des débordements où la mesure du niveau d'eau est comparée avec la hauteur du trop-plein de l'ouvrage de surverse (voir la section 6.4). Des débits peuvent être estimés à l'aide de relations spécifiques ou d'équations générales.

L'analyse de ces données permet également de déceler des tendances et des problématiques en observant les courbes de niveaux d'eau. De hauts niveaux durant une longue période peuvent indiquer un blocage au niveau de l'ouvrage de régulation ou en aval. Des variations cycliques peuvent être dues à des rejets illicites ou à la marée.

9.5.3 Temps de pompage

Dans un poste de pompage, les temps de marche des pompes peuvent être utilisés afin d'estimer des volumes en les multipliant par la capacité de la pompe. La capacité des pompes devrait avoir été déterminée récemment afin d'obtenir une estimation fiable des volumes puisqu'elle décroît avec le temps.

Les données de volumes peuvent servir à établir différents paramètres tels que :

- a) Les volumes lors des journées de temps sec, qui peuvent ensuite être convertis en débits moyens journaliers;
- b) Les volumes en période hivernale. Lors de journées sans fonte ni pluie, ces données sont un bon indicateur des débits de rejets domestiques, industriels, commerciaux et institutionnels, car l'infiltration y est minimale;
- c) Les volumes ou les débits moyens journaliers d'infiltration en période de fonte, en période estivale ou en période automnale ainsi que des volumes de ruissellement, qui peuvent être évalués en soustrayant le volume de temps sec type (tel que déterminé en b), par exemple) du volume total estimé;
- d) Les volumes débordés dans un trop-plein pompé.

Par ailleurs, un petit poste de pompage fonctionnant en continu peut signaler une problématique d'infiltration, tel un débit entrant entre les sections du regard qui serait supérieur à la capacité de pompage.

NOTE : Les données de consommation électrique d'un poste de pompage ne peuvent pas servir à évaluer le temps de marche des pompes ni, donc, à estimer des débits et des volumes pompés. Voir la note à ce sujet à la section 13.3.4.

9.6 Informations provenant des opérateurs du système d'égout

Les opérateurs d'un système d'égout connaissent mieux que quiconque le fonctionnement d'un système d'égout et de son comportement hydraulique. Toute discussion avec eux peut révéler des informations, parfois méconnues, pour déterminer des tronçons ou des équipements problématiques ou comprendre la cause de certains débordements. Ainsi, par exemple, les opérateurs peuvent fournir des observations sur l'état fonctionnel ou signaler des ouvrages de surverse caractérisés par des apports excessifs d'eaux parasites. Il y a donc tout avantage à consulter les opérateurs d'un système d'égout pour colliger de l'information utile.

9.7 Capacité résiduelle en temps sec

La capacité résiduelle en temps sec des ouvrages de surverse, des ouvrages d'interception et des ouvrages de traitement doit être établie afin d'évaluer la capacité du réseau à accueillir un ajout de débits. Les débordements en temps sec sont interdits en tout temps, sauf pour les exceptions prévues (voir la section 3.3 pour plus de détails).

La capacité résiduelle en temps sec est obtenue en faisant la différence entre la capacité d'un ouvrage avant débordement (ou au niveau normal de fonctionnement dans le cas d'un poste de pompage) et le débit de pointe maximum attendu. Ce débit de pointe maximum doit être établi en considérant tous les apports en temps sec, soit le cumul des débits d'origine domestique, industrielle, commerciale et institutionnelle auquel s'ajoutent les débits d'eaux d'infiltration présents au-delà de la période de fonte/dégel (les débordements de temps sec durant la période de fonte/dégel peuvent être déclarés en « fonte », mais ils sont alors encadrés par les normes de débordement supplémentaire qui limitent les débordements permis en contexte de pluie et de fonte).

NOTE : Aucun ajout de débits ne devrait être planifié en amont d'ouvrages de surverse qui présentent déjà des problématiques de débordement en temps sec. Dans une telle situation, des mesures correctrices devraient avoir été mises en œuvre avant que des ajouts de débits puissent être envisagés.

Bien que la DOMAEU fournisse normalement les informations nécessaires à l'analyse de la capacité résiduelle des ouvrages de débordement, les débits qui y sont présentés peuvent être différents des conditions réelles. Comme mentionné précédemment, les données inscrites à la DOMAEU doivent être utilisées à titre préliminaire puisque des interventions ou des modifications au réseau ou à l'occupation du

territoire peuvent ne pas avoir été prises en compte. Il y a donc lieu d'obtenir et d'actualiser ces informations. Ainsi, selon le niveau de précision requis pour développer un modèle d'écoulement, la quantification des débits transitant par un ouvrage pourrait nécessiter une campagne de mesures de débits.

9.8 Capacité résiduelle en temps de pluie

Comme indiqué à la section 3.1, le Ministère considère que tout ajout de débits dans un système d'égout, qu'il soit unitaire, domestique ou pseudo-domestique, est susceptible de provoquer le non-respect de la norme de débordement supplémentaire des ouvrages de surverse affectés par cet ajout. Ceci s'explique par le fait que les normes de débordement supplémentaires ont été établies, pour la vaste majorité des ouvrages de surverse, à partir des fréquences de débordement déclarées entre 2009 et 2013. Ainsi, chaque ouvrage de surverse a déjà atteint entre 2009 et 2013 au moins une fois la fréquence de débordement correspondant à sa norme de débordement supplémentaire. Toutes choses étant égales, ceci veut dire que dans les mêmes conditions pluviométriques que celles de l'année de référence utilisée aux fins de l'établissement de la norme de débordement supplémentaire, un ouvrage de surverse débordera à la même fréquence que sa norme. Donc, il débordera plus fréquemment si des débits sont ajoutés en amont de cet ouvrage.

De même, le fait que des ouvrages de surverse débordent moins que leur norme de débordement supplémentaire lors d'années récentes ne signifie pas que des débits peuvent être ajoutés au système d'égout sans compensation. Ces années peuvent avoir été caractérisées par une pluviométrie plus faible que l'année de référence qui a servi à établir la norme. Ainsi, même si des ouvrages de surverse ont débordé moins que leur norme de débordement supplémentaire, il demeure que ces ouvrages ont le potentiel de déborder à une fréquence correspondant à leur norme de débordement supplémentaire si les conditions qui existaient au moment de l'établissement de la norme surviennent de nouveau.

Cette manière d'établir les normes de débordement supplémentaires signifie que **les ouvrages de surverse ne disposent d'aucune capacité résiduelle en temps de pluie** si aucune mesure de gestion des débordements et des dérivations n'a été mise en œuvre. Dans ce contexte, il n'est pas nécessaire d'évaluer la capacité résiduelle en temps de pluie d'un ouvrage de surverse, sauf si des mesures compensatoires ont déjà été mises en œuvre dans le passé et que leurs effets sur la capacité résiduelle des ouvrages de surverse n'ont pas été quantifiés.

NOTE : Aucun ajout de débits ne devrait être planifié en amont d'ouvrages de surverse dont la norme de débordement supplémentaire n'a pas été respectée dans les années récentes. Dans une telle situation, des mesures correctrices devraient avoir été mises en œuvre avant que des ajouts de débits puissent être envisagés.

CHAPITRE 10. Identification des ouvrages de surverse prioritaires

Le portrait de situation des débordements d'un système d'égout (section 9.3) peut révéler des ouvrages de surverse ou de dérivation qui ne respectent pas leurs obligations de base, soit leur norme de débordement réglementaire ou leur norme de débordement supplémentaire (voir le Tableau 3-1). Après avoir confirmé que les débordements enregistrés sont réels et ne sont pas dus à un mauvais fonctionnement des instruments causant de « faux positifs », ces ouvrages doivent être considérés en situation de non-conformité et requièrent une attention immédiate au moyen de mesures correctrices.

Cependant, bien que des interventions rapides soient nécessaires pour tout ouvrage en situation de non-conformité, il demeure qu'il faut parfois prioriser les ouvrages où intervenir en premier. Les critères présentés aux prochaines sections peuvent servir à cet exercice de priorisation. Ils permettent de discriminer les ouvrages de surverse en considérant le niveau de risque environnemental et l'impact potentiel sur le milieu récepteur des débordements. De manière générale, peu importe le type de débordement (temps sec, pluie, fonte ou urgence), la priorité d'intervention devrait se faire sur les débordements qui posent directement des risques pour la santé publique, qui contribuent de manière continue à restreindre des usages d'un secteur ou qui ont des effets importants sur des milieux sensibles.

NOTE : En plus d'aider à déterminer les ouvrages de surverse où des **mesures correctrices** doivent être mises en œuvre en priorité, ces critères peuvent aussi servir à prioriser les ouvrages de surverse qui doivent être visés par des **mesures de réduction** des débordements si une municipalité s'est engagée dans une telle stratégie.

10.1 Débordement en temps sec et en urgence

Les ouvrages qui débordent en temps sec doivent faire l'objet d'une investigation prioritaire pour en trouver les causes et mettre en œuvre les solutions. Ces ouvrages sont prioritaires, car, d'une part, ils ne respectent pas l'interdiction générale de tout débordement et toute dérivation en temps sec (obligation n° 1, voir le Tableau 3-1). D'autre part, un débordement en temps sec signifie que les eaux débordées sont fortement chargées par certains contaminants (absence de dilution par la pluie ou la fonte) et sont donc beaucoup plus susceptibles de provoquer des impacts négatifs.

De plus, en période de temps sec, les débits des cours d'eau récepteurs sont généralement plus faibles qu'en période de pluie, augmentant d'autant l'impact des rejets. Les débordements en temps sec exposent davantage la population à des risques puisqu'ils contaminent des cours d'eau à un moment propice aux activités de contact avec l'eau³⁷.

Les débordements en temps sec, en particulier ceux récurrents, constituent des situations critiques qui requièrent des actions immédiates pour déterminer et éliminer les causes, mais aussi les moyens pour en minimiser les effets.

S'ils sont issus d'une problématique locale (obstruction, déficit d'entretien ou de fonctionnement du système, etc.), les débordements en temps sec peuvent, dans la majorité des cas, être corrigés facilement et rapidement, résolvant du coup la situation de non-conformité. En revanche, en l'absence d'une telle problématique, les débordements en temps sec répétitifs peuvent indiquer un problème de sous-capacité du système d'égout face aux débits d'eaux usées devant être évacués, ce qui constitue un problème structurel. Des apports trop importants en eaux usées, en eaux d'infiltration ou en apports illicites peuvent expliquer des débordements en temps sec. Il est donc important de déterminer rapidement si des débordements en temps sec sont issus d'un problème structurel du système d'égout puisque la correction de cette situation implique des travaux et des investissements majeurs. Par ailleurs, dans l'éventualité où

³⁷ Pour plus d'information, voir le [lexique des usages liés au milieu aquatique](#).

un problème structurel du système d'égout serait démontré, aucun ajout de débits ne devrait être permis par la municipalité tant que des mesures réduisant les débits ne sont pas mises en œuvre ou que la capacité du système d'égout n'est pas augmentée.

NOTE : L'augmentation de la capacité d'interception du système d'égout (augmentation de diamètre de conduites, augmentation de capacité de pompage, etc.) peut augmenter les débits acheminés vers la station d'épuration et ainsi provoquer des dérivations en temps sec (généralement interdits par le ROMAEU) et augmenter la fréquence des dérivations en temps de pluie, ce qui est contraire à la Position ministérielle sur les débordements (voir la section 3.1). De plus, la captation d'eaux parasites puis leur évacuation vers la station d'épuration ont pour effet de diluer les eaux usées, ce qui peut réduire l'efficacité des traitements biologiques. Des mesures axées sur la réduction des débits devraient donc toujours être préconisées en cas d'incapacité structurelle du système d'égout.

Les ouvrages pour lesquels des débordements « en urgence » sont déclarés de manière répétée sont aussi problématiques. En effet, les débordements en urgence peuvent survenir aussi en temps sec et, donc, soulèvent les mêmes préoccupations que celles décrites au paragraphe précédent. En guise de rappel, les exploitants municipaux peuvent déclarer des débordements « en urgence » lorsque l'événement qui les a provoqués est imprévisible et non récurrent³⁸. Cependant, de multiples débordements déclarés « en urgence » doivent attirer l'attention.

D'une part, ces débordements peuvent être, en fait, des débordements en temps sec qui ont été déclarés, à tort, en urgence³⁹ et qui, donc, exigent des actions immédiates comme il est décrit précédemment. D'autre part, des débordements « en urgence » déclarés à un ouvrage de surverse de manière récurrente ne sont pas conformes au ROMAEU et constituent une mauvaise pratique puisqu'ils ne revêtent plus le caractère « imprévisible » et « non récurrent » que décrit la situation d'urgence (voir la section 3.5.1 sur la catégorisation d'un débordement ou d'une dérivation). Ils doivent donc être déclarés « en temps sec ». Dans tous les cas, les débordements « en urgence » récurrents signalent la plupart du temps un déficit d'entretien et de fonctionnement qui peuvent se corriger sans investissement majeur. L'exploitant municipal devrait donc en priorité mettre en œuvre les mesures appropriées pour éliminer les débordements qui ont été déclarés « en urgence » de manière récurrente.

³⁸ Il demeure que les débordements « en urgence » doivent faire l'objet d'un avis au ministre sans délai après l'événement de débordement. Voir l'article 15 du [ROMAEU](#).

³⁹ Le cas d'urgence est celui lié à un événement imprévisible et non récurrent. Ainsi, par exemple, un débordement causé par l'une des situations suivantes n'est pas considéré comme un cas d'urgence :

- Sous-capacité du réseau;
- Déficit d'entretien ou de maintenance du réseau ou d'un équipement (p. ex., bris ou blocage récurrent causé par la corrosion de pièce);
- Mauvaise manœuvre d'un équipement (p. ex., mauvaise programmation des automates, actions inappropriées des opérateurs);
- Équipement en fin de vie utile (bris ou blocage récurrent);
- Utilisation d'une pompe d'appoint pour soulager le système d'égout chaque printemps, ou presque;
- Panne électrique causée par un panneau électrique désuet;
- Pannes électriques récurrentes du fournisseur d'électricité.

Ainsi, par exemple, le débordement causé par le mauvais fonctionnement d'une vanne peut être qualifié « en urgence ». En revanche, si la vanne n'a pas été réparée, d'autres débordements sont à anticiper. Dans cette éventualité, ces débordements ne pourront être déclarés « en urgence ».

10.2 Débordements en contexte de pluie ou de fonte

Les débordements en contexte de pluie ou de fonte représentent plus de 80 % des débordements répertoriés au Québec (voir le chapitre 2). L'examen des ouvrages de surverse qui débordent en temps de pluie est donc important.

Les indicateurs suivants peuvent être utilisés pour déterminer, parmi les ouvrages de surverse dont les débordements en contexte de pluie ou de fonte sont non conformes (c.-à-d. qui ne respectant pas leur norme de débordement supplémentaire), ceux pour lesquels une intervention devrait être priorisée. Ces indicateurs permettent d'évaluer le niveau de risque environnemental que représente un ouvrage de surverse. Ils peuvent servir d'éléments d'évaluation d'une analyse multicritère pour classer les ouvrages de surverse par priorité d'intervention, par exemple afin de résoudre des situations de non-conformité, ou pour cibler les sites d'intervention prioritaire dans une démarche de réduction des débordements à l'échelle du système d'égout. La pondération à accorder à chaque indicateur est laissée à la discrétion des municipalités. Cependant, il importe de remarquer que cette pondération peut varier. Elle n'a pas à être identique d'une situation à l'autre.

NOTE : Cette liste d'indicateurs est fournie à titre indicatif et n'est pas exhaustive. Ainsi, d'autres indicateurs pourraient être utilisés par une municipalité. Les indicateurs ne sont pas présentés en ordre d'importance.

- **Ouvrages situés en aval de projets menant à un ajout planifié de débits.** Puisque tout ajout de débits est susceptible de provoquer le non-respect d'une norme de débordement supplémentaire, les ouvrages par lesquels transiteront des débits supplémentaires issus de projets à venir sont à risque et requièrent des mesures de contrôle des débordements;
- **Ouvrages dont l'objectif de débordement est le plus contraignant.** L'objectif de débordement associé à un ouvrage de surverse constitue un indicateur pour juger des conséquences d'un débordement dans le cas d'égout pseudo-domestique ou unitaire⁴⁰. En effet, l'objectif a été fixé par le Ministère en fonction des caractéristiques et des usages de l'eau du milieu récepteur, ou de la présence de contaminants liés à l'origine des eaux usées. Par exemple, un ouvrage de surverse situé sur un système d'égout unitaire et ayant un objectif de débordement « PFO » (aucun débordement à l'année) signale que les débordements sont une préoccupation importante (p. ex., présence d'une prise d'eau potable, point de rejet situé directement dans une zone de baignade, eaux usées composées de rejets industriels pouvant être toxiques, présence d'une frayère, etc.).

Ainsi, toutes choses étant égales, pour les systèmes d'égout pseudo-domestiques ou unitaires, la gestion des débordements d'un ouvrage ayant un objectif de « **PFO** » devrait être priorisée par rapport à la gestion des débordements d'un ouvrage ayant un objectif autre que « PFO ».

Pour plus de détails sur les périodes d'application des normes et des objectifs de débordements et sur la grille d'évaluation pour établir les objectifs de débordement, voir le Tableau 3-3 et le Tableau 3-4.

- **Composition des eaux usées.** Les eaux usées composées d'eaux issues d'industries, de commerces ou d'institutions et qui sont susceptibles d'être très chargées en contaminants ou de contenir des contaminants toxiques sont plus néfastes que des eaux usées d'origine strictement domestique. Ainsi, toutes choses étant égales, les ouvrages de surverse pouvant déborder des eaux fortement contaminées ou toxiques devraient être priorisés.

⁴⁰ Selon le Tableau 3-4, un objectif « PFO » est fixé automatiquement à un ouvrage de surverse situé sur un système d'égout domestique (plutôt que pseudo-domestique ou unitaire), sans égard à la présence ou non d'éléments sensibles (prise d'eau potable, frayère, etc.). Ainsi, un objectif « PFO » reflète la présence d'éléments sensibles davantage pour les systèmes d'égout pseudo-domestiques ou unitaires que pour un égout domestique.

- **Ouvrages pour lesquels l'écart entre le nombre de débordements répertoriés dans le système SOMAEU durant la période d'application de l'objectif et la valeur de l'objectif de débordement est le plus élevé.** Par exemple, un ouvrage « A » ayant un objectif « PFB4 » et ayant débordé 10 journées en moyenne durant la période d'application de l'objectif devrait être priorisé comparativement à un ouvrage « B » ayant un objectif « PFB7 » et ayant débordé 12 journées en moyenne durant la période d'application de l'objectif. En effet, l'écart de l'ouvrage « A » est de 6 débordements ($10 - 4 = 6$), alors qu'il est de 5 débordements pour l'ouvrage « B » ($12 - 7 = 5$). La moyenne des débordements répertoriés en temps de pluie au cours des trois dernières années devrait être utilisée. Pour les ouvrages dont les débordements sont suivis de manière hebdomadaire, le nombre de débordements doit être rapporté sur une base quotidienne. À cette fin, les méthodes décrites à la 12.3.6.1 peuvent être utilisées.

Ainsi, toutes choses étant égales, les ouvrages de surverse ayant le ratio le plus élevé devraient être priorisés.

- **Ouvrages ayant les volumes débordés annuels les plus élevés.** Les volumes débordés devraient être considérés lorsque cette donnée est disponible. En effet, la fréquence de débordement n'est pas le seul paramètre d'importance pour évaluer l'impact des débordements sur l'environnement. Pour cet indicateur, la moyenne annuelle des volumes débordés durant la période d'application de l'objectif au cours des trois dernières années devrait être utilisée si les données des enregistreurs de débordement sont utilisées. Si les résultats de simulation d'un modèle informatique sont utilisés pour établir le volume, la simulation de la pluviométrie des trois dernières années devrait être effectuée.

Ainsi, toutes choses étant égales, les ouvrages de surverse dont la moyenne des volumes débordés est la plus élevée devraient être priorisés.

NOTE : Les fiches des ouvrages de surverse inscrits dans le système SOMAEU indiquent le pourcentage de débit de conception de la station d'épuration passant par l'ouvrage de surverse, comme illustré à la Figure 10-1

Figure 10-1. Cependant, le pourcentage de débit passant par l'ouvrage (ci-après « pourcentage passant ») ne constitue pas un indicateur fiable des volumes débordés. En effet, un ouvrage « A » ayant un pourcentage passant de 20 % peut déborder un plus grand volume annuel qu'un ouvrage « B » ayant un pourcentage passant de 80 %. De plus, l'ouvrage « A » peut déborder fréquemment (p. ex., pour des pluies de 5 mm) et pour de longues durées, alors que l'ouvrage « B » peut ne déborder qu'à quelques reprises durant une année (p. ex., pour des pluies de 25 mm), et ce, pour de courtes durées.

Les seules manières de comparer des volumes débordés sont à partir de données d'enregistreurs de débordement compilant les volumes ou à partir des résultats de simulation d'un modèle informatique.

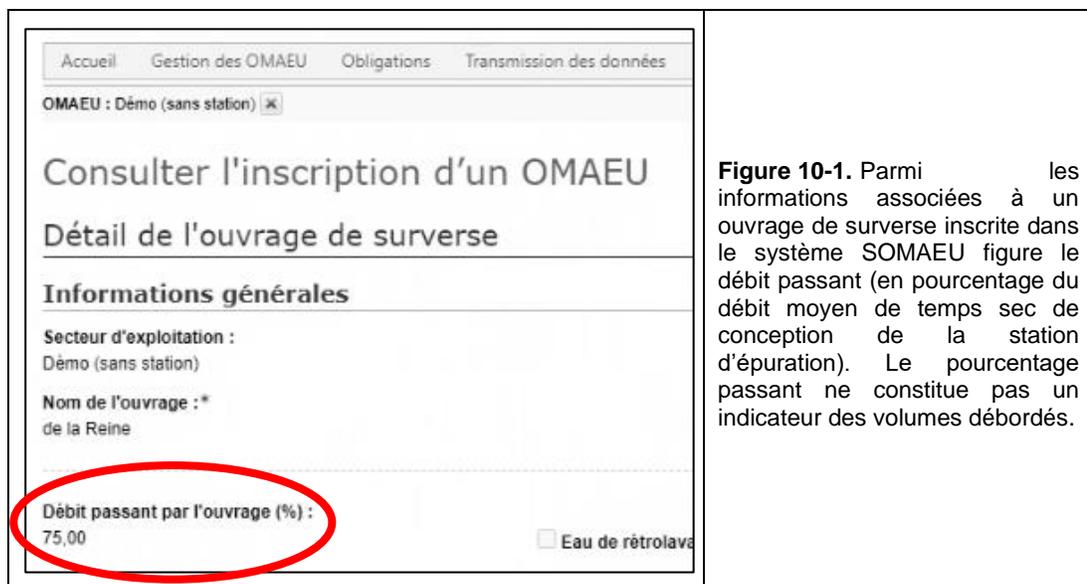


Figure 10-1. Parmi les informations associées à un ouvrage de surverse inscrite dans le système SOMAEU figure le débit passant (en pourcentage du débit moyen de temps sec de conception de la station d'épuration). Le pourcentage passant ne constitue pas un indicateur des volumes débordés.

- **Ouvrages pour lesquels les eaux débordées rejoignent un cours d'eau qui a déjà d'autres points de débordement actifs en temps de pluie.** La dégradation d'un cours d'eau en temps de pluie sera d'autant plus grande lorsque plusieurs points de débordement y sont présents. La multiplication des rejets dans un cours d'eau et l'effet cumulatif des débordements amplifient les risques à la santé des écosystèmes aquatiques et les pertes d'usages de l'eau liés aux débordements.

Ainsi, toutes choses étant égales, les ouvrages de surverse dont le point de rejet est situé dans les cours d'eau ayant le plus de points de rejet devraient être priorités.

10.3 Séquence d'analyse des ouvrages de surverse prioritaires

Après avoir priorisé les ouvrages de surverse requérant une intervention (p. ex., à partir des critères de priorisation proposés à la section 10.3), la cause des débordements à ces ouvrages doit être recherchée. Cette recherche devrait être effectuée selon la séquence ci-dessous. La Figure 10-2 résume cette démarche d'analyse.

Étape 0. Confirmer que les débordements détectés sont réels et ne sont pas dus à une défaillance d'un équipement ou d'une installation ou à une mauvaise lecture (éliminer l'hypothèse de faux positifs).

Étape 1. D'abord, la possibilité qu'une activité ponctuelle ayant eu lieu dans le bassin de drainage de l'ouvrage puisse être à l'origine de débordements non conformes doit être examinée (section 9.4.2.1). Si tel est le cas, aucune intervention sur le système d'égout ne serait nécessaire a priori. S'il s'agissait d'une activité exceptionnelle (p. ex., un incendie), la situation de non-conformité pourrait être tolérée. Autrement, un meilleur encadrement de l'activité devrait être prévu pour éviter que celle-ci ne provoque à nouveau d'autres débordements (p. ex., revoir la période de réalisation des travaux de purge du système d'aqueduc).

Étape 2. L'ouvrage de surverse lui-même devrait être inspecté pour détecter tout bris ou toute obstruction ayant pu causer les débordements non conformes (voir la section 9.4.2.1). Si l'ouvrage de surverse est mécanisé, la possibilité d'une mauvaise configuration des équipements de contrôle, des règles opérationnelles déficientes ou d'une erreur de manœuvre (erreur humaine) doit être aussi examinée pour expliquer les débordements non conformes (voir la section 9.4.4).

Étape 3. Si l'ouvrage de surverse ne présente aucun défaut ni aucun problème de fonctionnement, les tronçons du système d'égout situés en aval et en amont des ouvrages de surverse en situation de non-

conformité peuvent être considérés comme problématiques. Le tronçon **aval** doit d'abord être inspecté afin de repérer une restriction hydraulique, telle qu'une obstruction (racines, dépôts de graisse, débris, etc.), un affaissement de conduite (section 9.4.2.3) ou une mauvaise configuration du système d'égout (section 9.4.4), qui a pu créer un refoulement à l'origine des débordements non conformes. Si la présence d'une restriction hydraulique est confirmée, la réalisation de travaux correctifs pourrait être suffisante pour résoudre la problématique de débordement, et ce, sans nécessiter des investigations approfondies pour déterminer des sources d'eaux parasites ni d'investissements majeurs.

Étape 4. En l'absence confirmée de restrictions hydrauliques sur le tronçon aval, l'excès d'eaux parasites provenant des tronçons en amont de l'ouvrage de surverse devient l'explication la plus probable pour expliquer les débordements non conformes. Cette présence excessive d'eaux parasites peut être confirmée par l'analyse des données de débits dans ces tronçons. Cette analyse est exposée à la section 10.4.

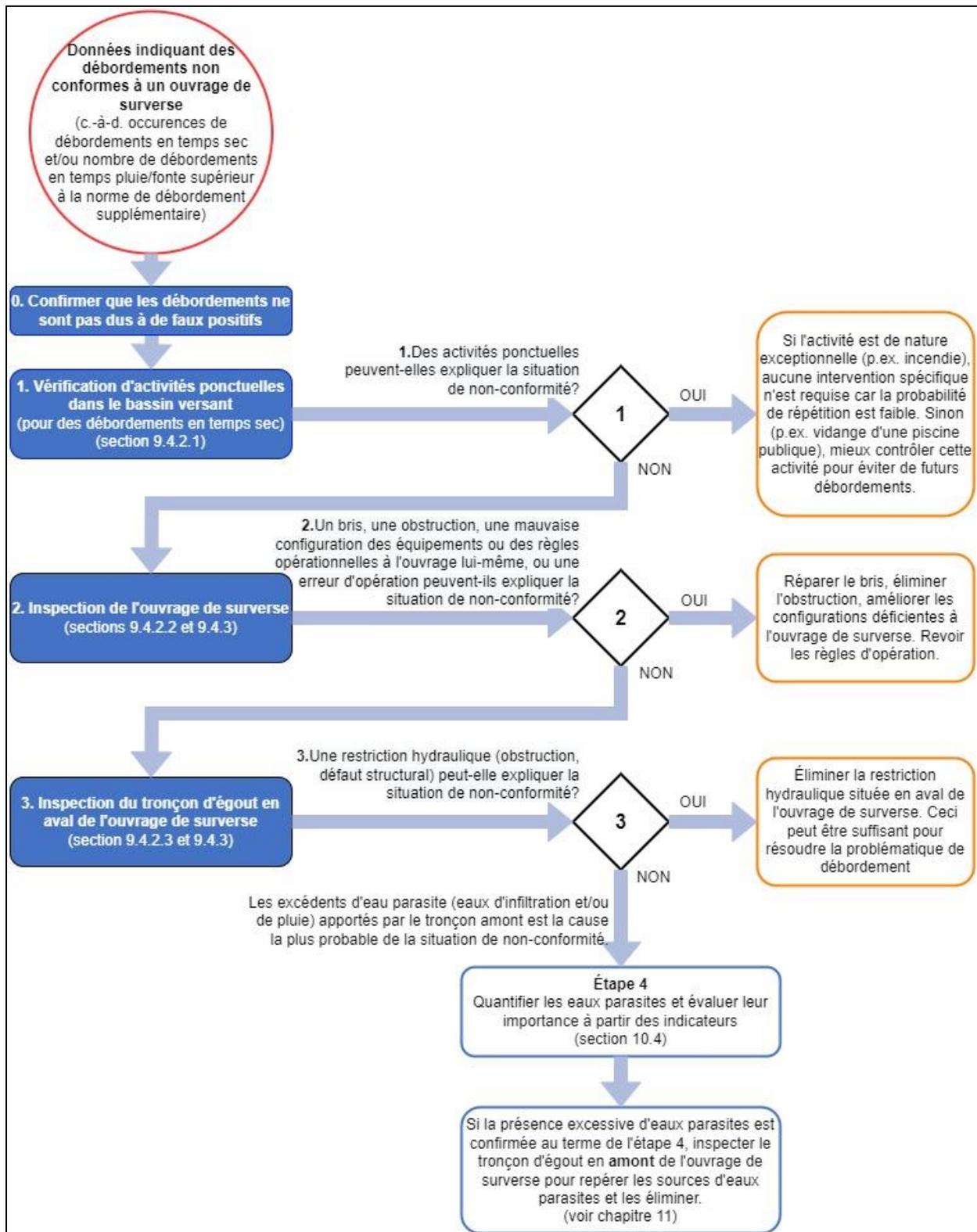


Figure 10-2. Séquence d'analyse pour déterminer les causes possibles d'un débordement à un ouvrage de surverse

10.4 Quantification des eaux parasites

Les eaux d'infiltration et les apports en temps de pluie peuvent représenter une part importante des débits retrouvés dans un système d'égout. Elles sont responsables de la plupart des débordements d'eaux usées répertoriés au Québec. La détermination des tronçons problématiques d'un système d'égout, c'est-à-dire qui véhiculent une quantité excessive d'eaux d'infiltration et de captage (apports en temps de pluie) est primordiale dans une stratégie de contrôle des débordements.

Les tronçons les plus à risque de contenir des eaux parasites sont mentionnés à la section 4.3.2.3. Une identification préliminaire des tronçons qui ont des apports problématiques d'eaux parasites peut être faite par l'analyse des données de débordement et en suivant la séquence décrite à Figure 10-2.

Néanmoins, le moyen le plus efficace pour confirmer et quantifier la présence d'eaux parasites dans un tronçon d'un système d'égout, et pour établir si ce dernier est problématique, est sans conteste l'analyse des données de débits obtenues en aval de ce tronçon.

Différents indicateurs peuvent être estimés à partir des données de débits, en distinguant des indicateurs pour les données obtenues en période de temps sec et celles obtenues en temps de pluie. Ces indicateurs permettent de détecter, par des critères objectifs, des problématiques liées à des apports excessifs en eaux d'infiltration ou d'eaux en temps de pluie. Ces indicateurs sont discutés dans la présente section.

NOTE : Si aucune donnée de débits n'est disponible ou que les données disponibles sont insuffisantes, une campagne de mesures de débits sur plusieurs sites stratégiquement positionnés sur le territoire devrait être prévue. Même si aucune modélisation du système d'égout n'est prévue, une telle campagne de mesures fournira une foule d'informations cruciales sur le comportement hydrologique du territoire et le comportement hydraulique du système d'égout. Une campagne bien planifiée et exécutée permet de déterminer les tronçons d'égout qui ont des apports d'eaux parasites problématiques. La planification d'une campagne de mesures est l'objet du chapitre 13.

10.4.1 Hydrogrammes de temps sec et débits d'infiltration

Les hydrogrammes de temps sec (voir l'exemple à la Figure 10-3), c'est-à-dire **ceux obtenus au moins 48 heures après la fin de toute pluie**, peuvent aider à déterminer des tronçons qui présentent des problématiques d'infiltration d'eaux souterraines, mais aussi de fuites d'eau potable captées par les égouts.

Les débits d'eaux d'infiltration devraient être estimés par l'analyse des données de débits du système d'égout mesurés de nuit, **entre 2 h et 6 h** (alors que les débits d'eaux usées sont minimaux) à partir de l'hydrogramme de temps sec (Brière, 2012).

Le débit d'eaux d'infiltration peut être déduit en soustrayant le débit des eaux provenant des industries, des commerces et des institutions (ICI) du débit minimum. Si aucun ICI n'est présent en amont du point de mesure, alors il est présumé que le débit minimum correspond au débit d'infiltration.

Les quantités d'eau provenant des ICI présentes dans un système d'égout varient d'un secteur d'étude à un autre. Un tronçon d'égout desservant un secteur résidentiel compte peu d'ICI comparativement à celui d'un centre-ville ou d'une artère commerciale. Les débits provenant des ICI peuvent être calculés à partir des mesures de compteurs d'eau (lorsqu'elles sont disponibles) ou à partir de valeurs théoriques. Dépendant du type d'apport des ICI, on pourra présumer un pourcentage de retour à l'égout entre 80 % et 90 % par rapport à la consommation d'eau potable.

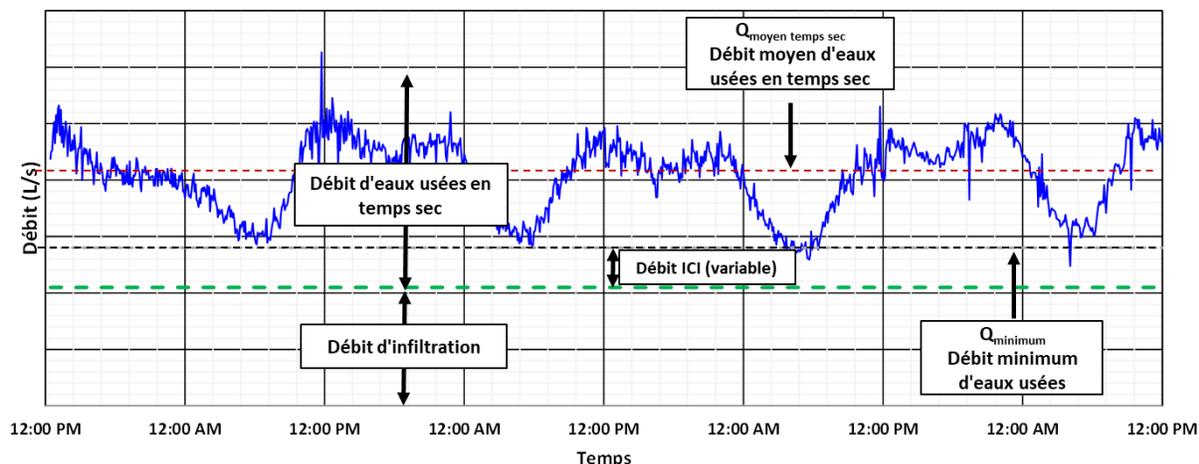


Figure 10-3. Hydrogramme type en temps sec d'un système d'égout

Deux indicateurs sont utiles pour évaluer le degré d'importance des eaux d'infiltration (EI) :

- **EI-1** : $80\% \frac{Q_{\text{minimum}}}{Q_{\text{moyen}}}$ / Débit moyen d'eaux usées en temps sec.
→ Devrait être inférieur à 20 %
- **EI-2** : Débit moyen d'eaux usées en temps sec / Population tributaire au point de mesure.
→ Devrait être inférieur à 280 L/pers/d

Les valeurs à partir desquelles des volumes importants d'eaux d'infiltration peuvent être considérés sont de plus de **20 %** pour l'indicateur EI-1 et **280 L/pers/d**⁴¹ pour l'indicateur EI-2 (Carne, 2013; Water New Zealand, 2015). Des exemples de résultats d'apports d'infiltration importants sont montrés à la Figure 10-4.

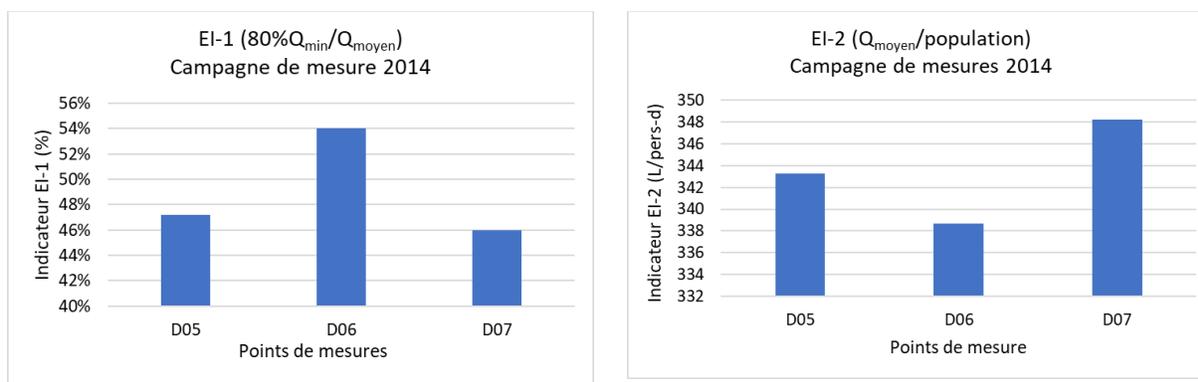


Figure 10-4. Exemples de résultats pour des indicateurs moyens de temps sec. Ces résultats montrent que les secteurs étudiés ont des problématiques d'infiltration d'eau avec des indicateurs supérieurs aux valeurs de référence ($> 20\%$ pour EI-1 et > 280 L/pers/d pour EI-2).

⁴¹ Au Québec, en 2019, la consommation résidentielle moyenne en eau potable était de 262 L/pers/d. Le volume d'eau distribué était, quant à lui, de 525 L/pers/d (Québec, 2021).

L'indicateur **EI-1** devrait utiliser le débit minimum horaire afin d'éviter les fluctuations importantes qui peuvent apparaître dans les données de débits mesurés. De plus, les débits minimums horaires pour des périodes plus ou moins longues de temps sec devraient être comparés pour juger la valeur la plus représentative. Une valeur minimale de temps sec durant la période de fonte pourrait être bien différente d'une valeur lors d'une période d'étiage.

L'indicateur **EI-2** s'applique aux bassins sanitaires majoritairement résidentiels (avec présence limitée d'ICI) puisque la population tributaire est utilisée dans le calcul, et des apports ICI importants pourraient venir fausser le calcul. Les données de population les plus récentes doivent être utilisées afin d'établir les débits théoriques d'eaux usées. À ce titre, l'application *Territoires* développée par le MAMH permet d'obtenir facilement la population d'un secteur d'une municipalité (voir la section 9.4.5.2).

Un autre indicateur complémentaire, lorsque les données de consommation d'eau potable sont disponibles pour l'ensemble d'un secteur, est le **ratio du débit d'eaux usées moyen mesuré à la consommation d'eau mesurée**⁴², c'est-à-dire un indicateur qui représente la proportion d'eau potable retournée au système d'égout. La gamme de valeurs devrait se situer entre 0,7 et 0,9. Lorsque la valeur est de 0,5, on peut présumer qu'il y a de l'exfiltration (perte d'eau dans les réseaux). Lorsque la valeur dépasse 1,1, une quantité importante d'eau d'infiltration peut être présente.

Ainsi, toujours en référant à la Figure 10-3, un indice de rejet d'eaux usées (exprimé en L/pers/s ou en L/pers/d) peut être calculé, comme indiqué par l'équation suivante :

$$\text{Indice de rejet d'eaux usées} = \frac{(Q_{\text{moyen}} - Q_{\text{minimum}})^*}{(\text{Population en amont du point de mesure})}$$

* Les débits issus des industries, commerces ou institutions peuvent être inclus ou non dans le débit minimum (Q_{minimum}).

Des indices de rejet d'eaux usées pour différents secteurs devraient être établis puisque ces indices peuvent mettre en évidence certaines problématiques comme des débits anormalement bas ou élevés lorsque comparés à d'autres secteurs ou villes des environs, comme le présente la Figure 10-5. Cependant, les indices de rejets à l'égout pour un même secteur devraient se maintenir dans une gamme relativement restreinte.

Les indices de rejet d'eaux usées obtenus dans un secteur d'une municipalité peuvent être intégrés à un modèle informatique d'écoulement afin d'établir les apports d'eaux usées au prorata des populations tributaires.

NOTE : Si la population est estimée à partir de l'occupation du territoire, il faut prendre soin d'ajuster les densités d'occupation selon le type de logements. Par exemple, un secteur avec une prédominance de condominiums a généralement une densité d'occupation plus faible (p. ex., 1,7 personne/logement) qu'un secteur prédominé par des maisons unifamiliales (p. ex., 2,5 personnes/logement) puisque les condominiums sont plus souvent occupés par des personnes vivant seules ou en couple, alors que les maisons unifamiliales sont plus souvent occupées par des familles avec enfants.

⁴² La quantité d'eau consommée n'est pas équivalente à la quantité d'eau distribuée.

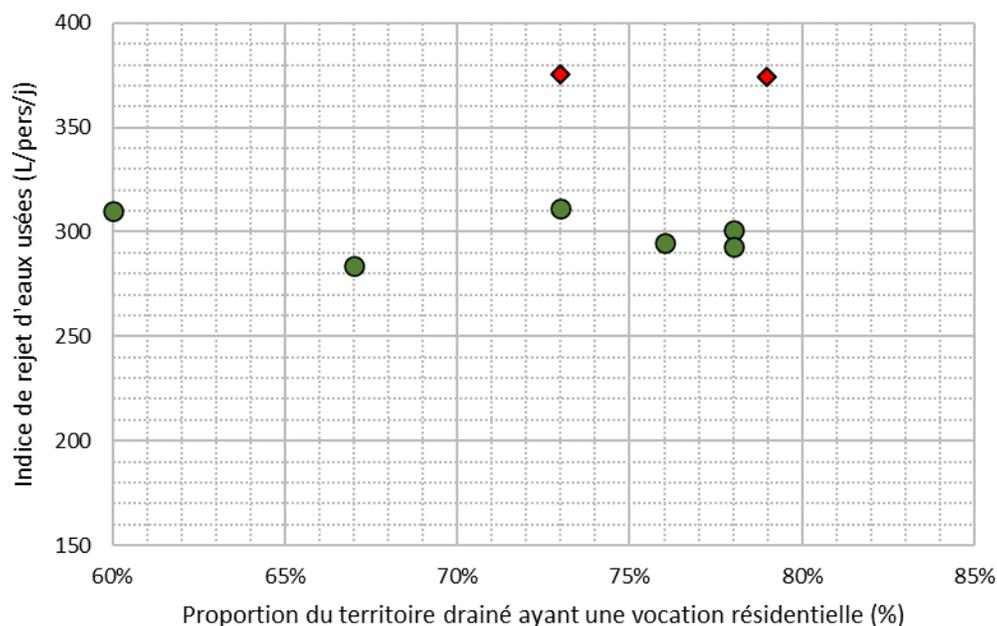


Figure 10-5. Exemple d'indices de rejet d'eaux usées établis à partir d'une campagne de mesures dans une municipalité du Québec et représentés en fonction de la proportion du territoire à vocation résidentielle. Un taux de rejet à l'égout relativement constant d'environ 300 L/pers/d (litres par personne par jour) est observé, et ce, indépendamment de l'occupation du territoire. Les deux valeurs supérieures à 375 L/pers/d (en rouge) sont toutefois grandement différentes. Le secteur en amont de chacun de ces points de mesure devrait être inspecté pour établir la présence d'un établissement qui rejette de grandes quantités d'eaux usées (p. ex., une industrie) ou la présence d'eaux d'infiltration, ou les deux.

Il est important de rappeler que les eaux d'infiltration dépendent grandement du niveau des eaux souterraines, lequel fluctue sur 12 mois, comme il est illustré à la Figure 4-11. Les niveaux sont généralement plus élevés au printemps, après la fonte des neiges, ou à l'automne, saison caractérisée par des pluies de longue durée pouvant recharger les eaux souterraines. Le niveau des eaux souterraines est généralement à son plus faible à l'été ou à l'hiver. Ainsi, pour un même point de mesure, les débits d'infiltration pourront être beaucoup plus élevés à la fonte des neiges ou pendant un automne pluvieux que pendant l'été en période de canicule prolongée. Des écarts de 10 à 30 % peuvent être observés entre les conditions printanières (nappe haute) et estivales (nappe basse). Ainsi, **les indicateurs et l'indice décrits dans la présente section devraient être calculés à partir de données de débits en temps sec obtenues pour une variété de périodes différentes** afin d'obtenir des résultats pour une gamme de conditions. Les indicateurs et l'indice calculés doivent donc être interprétés en tenant compte du contexte hydrologique du territoire (condition de nappe basse, moyenne ou élevée).

Les données de débits entrant à la station d'épuration sont disponibles dans le système SOMAEU puisque ces débits doivent être obligatoirement mesurés en vertu du ROMAEU. Leur analyse est un moyen de quantifier les variations d'eaux d'infiltration selon les différentes périodes de l'année.

De plus, il est important de souligner que les débits d'eaux usées dans un système d'égout de certaines municipalités touristiques ou de villégiature, ou dans certains quartiers d'une municipalité, peuvent être très différents selon les saisons ou les jours de la semaine en raison de l'affluence de touristes, de résidents temporaires ou d'une foule participant à un événement (festival, activité sportive, etc.). Cette variation doit être prise en compte. Par exemple, les débits mesurés durant l'hiver ou un mardi peuvent ne pas être représentatifs des débits mesurés l'été ou un samedi.

10.4.2 Hydrogrammes de temps de pluie

Les apports en temps de pluie doivent être presque nuls pour des égouts domestiques et limités pour des égouts pseudo-domestiques. Les égouts unitaires sont, quant à eux, conçus pour capter les eaux de pluie. Ainsi, l'analyse des hydrogrammes en temps de pluie pour déceler des apports excessifs en eaux pluviales n'est pertinente que pour les égouts domestiques et pseudo-domestiques.

De plus, pour les systèmes d'égout domestiques ou pseudo-domestiques, il est souvent difficile d'estimer les apports en temps de pluie de manière théorique, sans mesure de débit.

Les débits mesurés dans un système d'égout à la suite d'événements de pluie doivent être évalués en tenant compte des débits d'eaux usées présents avant l'événement pluvieux afin d'établir les débits d'eau strictement d'origine pluviale, comme illustré à la Figure 10-6. La présente section décrit deux approches permettant de déterminer les tronçons d'égout domestique ou pseudo-domestique qui ont des apports excessifs en eaux de pluie ou ceux qui doivent être priorisés pour des interventions : l'approche par analyse graphique et l'approche par indicateurs.

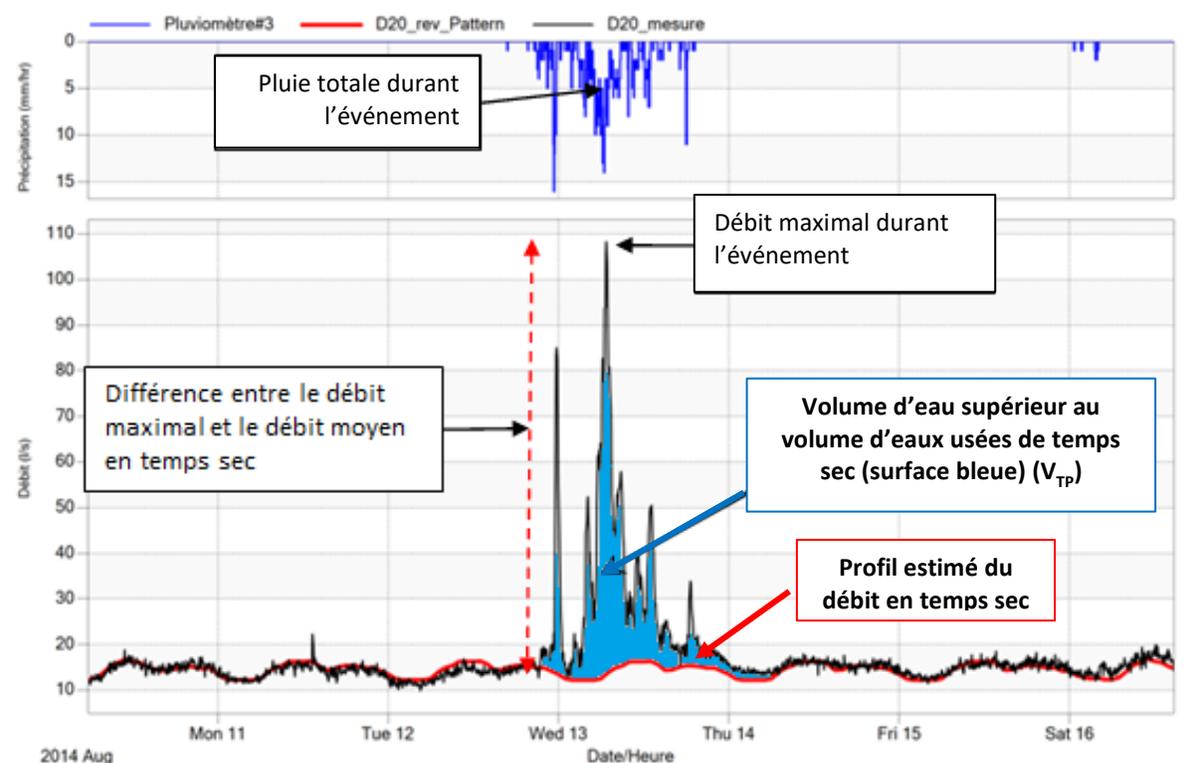
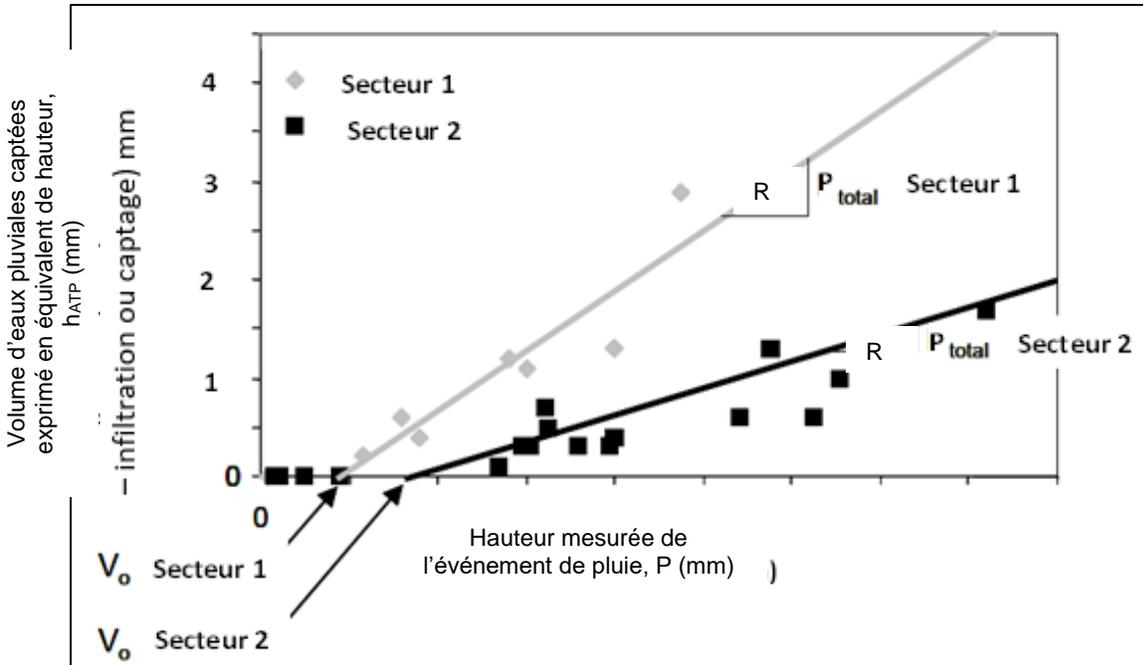


Figure 10-6. Exemple d'apports supplémentaires mesurés en temps de pluie

10.4.2.1. Approche par analyse graphique

Une première approche, relativement simple d'application, consiste à établir sous forme graphique, pour différents événements de pluie, une relation entre les apports en temps de pluie mesurés dans les réseaux et la hauteur de précipitation de l'événement de pluie, comme illustrée à la Figure 10-7. Chaque point de ce graphique peut être établi directement à partir des mesures de débits, sans modélisation ni calculs additionnels.



Adapté de EPA, 2007a

Figure 10-7. Exemple de relation pouvant être établie entre des données de débits en temps de pluie et des données de précipitation

Le « P » (axe horizontal) représente la hauteur totale de pluie tombée durant un événement de pluie. Un événement de pluie est généralement défini comme une précipitation de plus de 1 mm précédée et suivie par une période sans précipitation d'au moins six heures. Les données de précipitation proviennent directement des enregistrements des pluviomètres.

Le terme « h_{ATP} » (axe vertical) représente les apports en temps de pluie exprimés en équivalent de hauteur d'eau calculé par l'équation suivante :

$$h_{ATP} = V_{TP}/(A \times 10)$$

Où :

h_{ATP} = Équivalent en hauteur d'eau des volumes d'eaux pluviales captées par le système d'égout à la suite de passage de la pluie mesurée (mm);

V_{TP} = Volume d'eau captée par le système d'égout en temps de pluie. Il correspond à l'aire comprise entre les débits en temps sec (en L/s) basés sur le patron type d'écoulement et les débits mesurés (en L/s) à partir du début d'un événement de pluie jusqu'à ce que l'hydrogramme revienne au profil d'écoulement de temps sec (m^3) (aire colorée en bleu sur la Figure 10-6);

A = Superficie des surfaces tributaires desservies par le réseau au point de mesures (ha);

10 = Facteur de conversion pour les unités.

Les données de précipitation (P) et d'apports en temps de pluie (h_{ATP}) peuvent ensuite être mises en relation sous forme de graphique pour plusieurs événements de pluie (Figure 10-7). Une régression linéaire peut ensuite être produite. La pente de cette droite de régression indique la fraction de la précipitation de la pluie qui a été captée par le système d'égout. La pente de cette droite constitue donc une estimation de la valeur du paramètre « R » dans les calculs de la méthode RTK utilisée pour la modélisation des réseaux (voir la section 14.5.7.1).

Le point d'interception de la régression linéaire avec l'axe horizontal, soit le terme « V_0 » (voir la Figure 10-7), représente une estimation de la hauteur de pluie minimum d'un événement pour qu'une augmentation des débits en réseau en temps de pluie soit mesurée, et ce, pour des conditions antécédentes d'humidité « sèche ». Cette valeur peut être différente d'un point de mesure à un autre puisque l'occupation du territoire, qui détermine le ruissellement des eaux, est variable. Elle peut aussi être différente à un même point de mesure selon les saisons puisque la valeur de V_0 tend à augmenter avec la croissance des végétaux.

Une faible valeur de V_0 indique une forte sensibilité du tronçon du réseau en amont du point de mesure aux événements de précipitation (c.-à-d. qu'une faible hauteur de précipitation est suffisante pour provoquer une augmentation des débits).

De même, une pente prononcée de la droite indique qu'une forte proportion de la pluie est captée par le système d'égout. La mise en œuvre de mesures pour réduire les apports en temps de pluie devrait donc être priorisée dans les secteurs en amont du point de mesure associé à un hydrogramme présentant un faible V_0 combiné à une pente prononcée de la droite.

Les informations tirées d'une figure similaire à la Figure 10-7, soit la hauteur minimum de la pluie nécessaire pour observer une augmentation des débits (V_0) et la proportion de la pluie captée par le système d'égout, sont aussi utiles pour développer un modèle d'écoulement (chapitre 14).

Il est important de souligner que la fraction de la précipitation qui entre dans le réseau peut varier selon les saisons, la durée et l'intensité de la précipitation ainsi que les conditions précédant l'événement de pluie (une pluie est plus susceptible de ruisseler lorsque le sol est déjà humide).

10.4.2.2. Approche par indicateurs

Une seconde approche s'appuie sur des indicateurs pouvant être calculés à partir de l'analyse d'un hydrogramme en temps de pluie.

Comme le montre la Figure 10-8, on peut distinguer aussi deux périodes pour la détermination des volumes additionnels qui sont observés en temps de pluie dans les réseaux :

Période 1 : du début de la pluie à la fin de la pluie. Cette période donne une indication de l'importance du **captage direct**;

Période 2 : du début de la pluie jusqu'au retour au patron de temps sec (normalement au maximum 48 h après la fin de l'événement de pluie). Cette période donne une indication de l'importance du **captage indirect**, qui implique des processus plus lents, telle la percolation des eaux de pluie jusqu'aux drains de fondation.

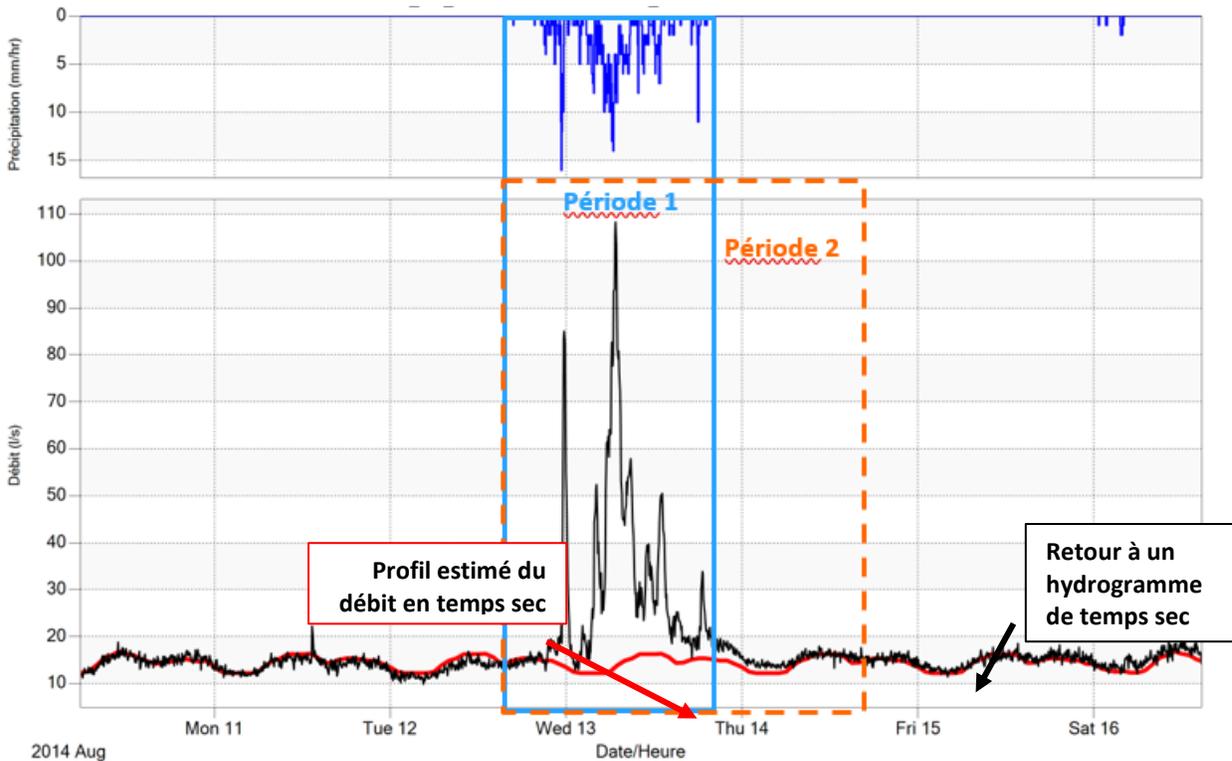


Figure 10-8. Exemple des périodes d'apports supplémentaires mesurés en temps de pluie pour le calcul des indicateurs

Pour chaque pluie jugée significative pour l'évaluation de systèmes d'égout pseudo-domestiques et domestiques, les paramètres suivants peuvent être déterminés à partir de l'hydrogramme en temps de pluie :

- $Q_{\text{moy-sec}}$** = Débit moyen de temps sec avant l'événement de pluie (L/s);
- Q_{max}** = Débit maximum pendant l'événement de pluie (L/s);
- $Q_{\text{max-pluie}}$** = Différence entre le débit maximum (Q_{max}) et le débit moyen de temps sec ($Q_{\text{moy-sec}}$). Il s'agit du débit de pointe d'eaux pluviales (L/s);
- $Q_{\text{max-pluie_quot}}$** = $Q_{\text{max-pluie}}$ exprimé sur une base quotidienne ($Q_{\text{max-pluie}} \times 24 \text{ h} \times 3\,600 \text{ s/h}$) (L/d);
- Vol(1)** = Volume d'eau de pluie captée par le réseau durant la période 1, soit l'aire sous la courbe située au-dessus du profil estimé du débit en temps sec durant la période 1 (voir la Figure 10-8) (m^3);
- Vol(2)** = Volume d'eau de pluie captée par le réseau durant la période 2, soit l'aire sous la courbe située au-dessus du profil estimé du débit en temps sec durant la période 2 (voir la Figure 10-8) (m^3);
- H_{pluie}** = Hauteur d'eau tombée au total durant l'événement de pluie (mm).
- V_{pluie}** = Volume de pluie tombée, soit la hauteur d'eau tombée (H_{pluie}) multipliée par « A », la somme des surfaces tributaires drainées vers le système d'égout en amont du point de mesure (m^3).

Ces paramètres permettent de définir les **cinq indicateurs décrits ci-après**. Ces indicateurs sont établis après le passage d'un événement de pluie et servent à comparer différents tronçons d'égout pour déterminer ceux dont les apports en eau de pluie sont les plus importants.

Indicateur 1 : $Vol(1)/V_{pluie}$

Indicateur 2 : $Vol(2)/V_{pluie}$

Les indicateurs 1 et 2 expriment la fraction du volume d'un événement de pluie qui rejoint le système d'égout. Le premier indicateur cible les apports par captage direct, alors que le deuxième indicateur cible les apports directs, mais aussi ceux provenant des drains de fondation et de l'infiltration (réponse hydrologique plus lente et tardive associée au captage indirect). Plus ces ratios sont petits, moins les apports en temps de pluie sont importants. Les apports peuvent être considérés comme élevés si la valeur de ces indicateurs est supérieure à 0,05 (5 %) (York Region, 2011).

Indicateur 3 : $Q_{max}/Q_{moy-sec}$: cet indicateur est l'équivalent du facteur de pointe durant l'événement de pluie. Un ratio inférieur à 4 est considéré comme faible, de 4 à 6, comme moyen et supérieur à 6, comme étant élevé (York Region, 2011).

Indicateur 4 : $Q_{max-pluie}/A$, où A est la somme des surfaces tributaires drainées vers le système d'égout en amont du point de mesure. Cet indicateur exprime le débit unitaire maximal mesuré pendant l'événement pluvieux par unité de surface desservie (L/s/ha). Une valeur inférieure à 0,25 L/s/ha est considérée comme basse, entre 0,25 et 0,35 L/s/ha, comme moyenne et supérieure à 0,35 L/s/ha, comme élevée.

Indicateur 5 : $Q_{max-pluie_quot}/(longueur\ de\ conduite\ x\ diamètre)$ est le débit de pointe d'eaux pluviales exprimé sur une base quotidienne (24 heures) divisé par la somme des produits [longueur (km) x diamètre (cm)] des tronçons de diamètre en amont du point de mesure (L/cm*km*d). Il s'agit d'un indice de débit en fonction de la longueur totale et du diamètre du réseau. Les classes de valeurs pour cet indicateur sont faibles lorsqu'elles sont inférieures à 2 800 L/cm*km*d, modérées lorsque comprises entre 2 800 et 5 600 L/cm*km*d et élevées lorsque supérieures à 5 600 L/cm*km*d (York Region, 2011). D'autres plages de valeurs, normalement utilisées comme référence pour évaluer les eaux d'infiltration, sont reproduites au Tableau 10-1.

Tableau 10-1. Valeurs de référence pour quantifier des eaux d'infiltration

Intensité du problème d'infiltration	Réseau domestique (L/cm*km*d)	Réseau unitaire ou pseudo-domestique (L/cm*km*d)
Faible	1 500	2 000
Moyenne	3 000	4 000
Élevée	6 000	9 000

Source : MENV, 1989

Un sommaire des indicateurs et des valeurs de référence pour l'analyse des hydrogrammes en temps de pluie pour les systèmes d'égout domestiques et pseudo-domestiques est présenté au Tableau 10-2. Les indicateurs en rouge sont ceux qui indiquent des apports en eaux de pluie excessifs. La recherche d'eaux de captage (apports en temps de pluie) et la mise en œuvre de mesures pour les réduire devraient être priorisées dans les secteurs en amont du point de mesure de débit ayant servi à établir l'indicateur.

Tableau 10-2. Sommaire des indicateurs et des seuils pour déterminer les secteurs d'intervention ou d'inspection prioritaires d'un système d'égout domestique ou pseudo-domestique en fonction des apports en temps de pluie mesurés

Indicateur ¹	Paramètre	Critère d'évaluation et code de couleur (vert = acceptable, orange = à vérifier, rouge = problématique)
1. Pourcentage du volume de pluie qui se retrouve dans le réseau	$Vol(1)/V_{pluie}$	< 2 % (faible)
		2 à 5 % (moyen)
		> 5 % (élevé)
2. Pourcentage de pluie entrant dans le réseau pendant la pluie et la décrue complète	$Vol(2)/V_{pluie}$	< 2 % (faible)
		2 à 5 % (moyen)
		> 5 % (élevé)
3. Facteur de pointe des débits	$Q_{max}/Q_{moy-sec}$	< 4 (faible)
		4 à 6 (moyen)
		> 6 (élevé)
4. Débit maximal par unité de surface desservie	$Q_{max-pluie}/A$ (L/s/ha)	< 0,25 L/s/ha (faible)
		0,25 à 0,35 L/s/ha (moyen)
		> 0,35 L/s/ha (élevé)
5. Apports par surfaces de conduites exposées	Q par longueur et diamètre de réseau (L/cm*km*d)	< 2 800 L/cm*km*d (faible)
		2 800 à 5 600 L/cm*km*d (moyen)
		> 5 600 L/cm*km*d (élevé)

¹ Ces indicateurs sont non applicables pour caractériser des systèmes d'égout unitaires qui sont conçus pour capter les eaux pluviales.

10.4.3 Valeurs théoriques de débits

L'évaluation des débits d'eaux usées, d'infiltration et d'eaux pluviales s'écoulant dans un système d'égout devrait être effectuée à partir de l'analyse de données de débits (voir les sections 10.4.1 et 10.4.2). En effet, la seule façon fiable de déterminer les débits dans un système d'égout est à partir de données de débits dans diverses conditions représentatives des variations de débits susceptibles de se produire. Si de telles données ne sont pas disponibles, une campagne de mesures de débits devrait être planifiée pour les obtenir (MELCC, 2013).

En l'absence de données mesurées, des valeurs théoriques peuvent être utilisées. Néanmoins, il faut réitérer qu'en l'absence de mesures de débits sur lesquelles appuyer les évaluations de débit, l'utilisation de débits théoriques peut dans certains cas conduire à une sous-évaluation des débits réels. Ainsi, la réponse hydrologique pour ce type de système devrait s'établir à l'aide de mesures des débits. Une approche conservatrice dans la sélection des débits théoriques (ou ceux transposés d'un autre secteur) devrait être privilégiée puisque ceux-ci peuvent être très différents des valeurs réelles.

10.4.3.1. Débits d'eaux usées

Les débits d'eaux usées de conception inscrits dans la DOMAEU devraient être utilisés avec précaution. En effet, les conditions théoriques de conception sont, dans la plupart des cas, passablement différentes des conditions réelles. De plus, les débits pour certains secteurs précis représentent généralement la donnée qui est recherchée.

Apports provenant des secteurs résidentiels

Les débits théoriques moyens d'eaux usées domestiques des secteurs résidentiels peuvent être établis de manière conventionnelle, c'est-à-dire en multipliant une valeur moyenne de rejet à l'égout, généralement de l'ordre de 180 à 225 L/pers/d auxquels s'ajoutent les débits issus d'industries, de commerces ou d'institutions. Le débit maximum est obtenu en appliquant un facteur de pointe.

NOTE : Les facteurs de pointe peuvent difficilement être évalués en fonction de mesures effectuées à la station de traitement des eaux usées parce qu'il se produit un laminage des pointes dans le système d'égout. Les eaux parasites et la saison sont d'autres facteurs qui influencent les débits reçus à la station de traitement des eaux usées.

Plus de précisions sur le calcul théorique de débit de conception sont données à la section 2.1 du [Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique](#) (MELCC, 2013) et au chapitre 6 de la [Directive 004](#) (MENV, 1989).

Lorsque le secteur considéré comprend des résidences et des **commerces de proximité**, les débits additionnels associés à ces commerces peuvent être estimés en utilisant un taux de 75 m³/ha/d, en utilisant la surface de plancher commerciale. Ceci représente une population équivalente d'environ 75 à 100 personnes/ha. Lorsqu'il s'agit d'un secteur existant, les valeurs du tableau 2.1 du [Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique](#) devraient être privilégiées.

Lorsque le secteur considéré comprend des résidences et des **institutions**, les débits additionnels associés à ces institutions peuvent être estimés en utilisant un taux de 25 m³/ha/d, en utilisant la surface de plancher des institutions. Ceci représente une population équivalente d'environ 60 à 75 personnes/ha. L'apport des institutions varie cependant considérablement selon leur taille, leur degré d'occupation et leurs activités. Lorsqu'il s'agit d'un secteur existant, les valeurs du tableau 2.1 du [Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique](#) devraient être privilégiées.

Les données de population les plus récentes doivent être utilisées afin d'établir les débits théoriques d'eaux usées. Cette donnée est disponible dans l'application *Territoires* (voir la section 9.4.5.2).

Apports provenant des industries, des commerces et des institutions

Les apports industriels, commerciaux et institutionnels (ICI) sont les apports issus, par exemple, d'une fromagerie, d'une usine agroalimentaire, d'une manufacture, d'un établissement d'enseignement, d'un restaurant, d'un lieu d'hébergement, d'un hôpital ou d'un centre commercial, ou des apports issus de rejets d'eau de lavage des filtres d'une station de production d'eau potable.

La DOMAEU (voir la section 9.1.1) doit indiquer les principales industries à considérer à l'intérieur du territoire à l'étude. Souvent, les usagers importants sont munis de compteurs d'eau.

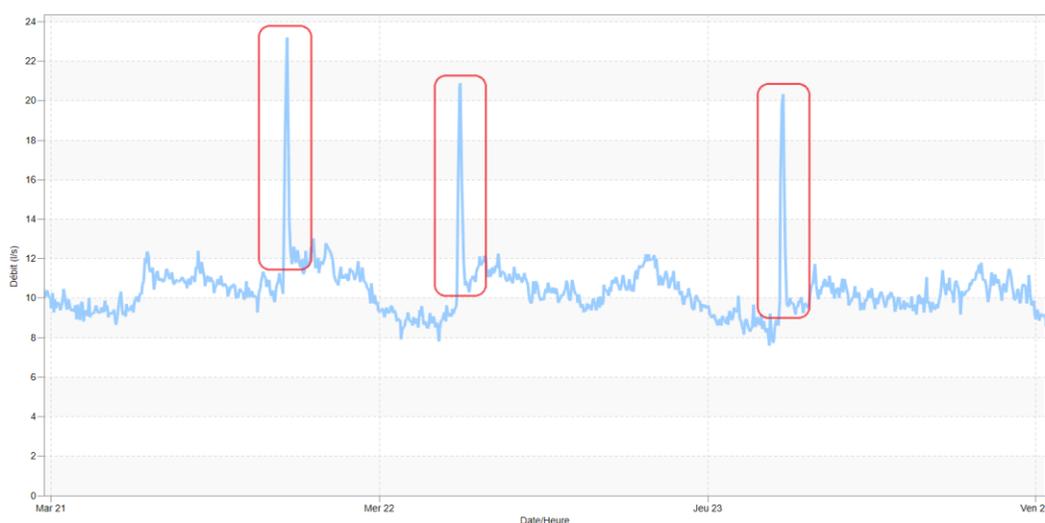
Les apports provenant des ICI peuvent être très variables dans le temps (p. ex., selon les cycles opérationnels d'une industrie). Cependant, ils peuvent être distingués des apports provenant des eaux souterraines lorsqu'ils sont importants et qu'ils sont assez constants. Les eaux de lavage ou de refroidissement rejettent des débits importants d'eau à l'égout. Les établissements qui utilisent de tels procédés devraient être indiqués en priorité.

Lorsque possible, les rejets importants provenant, par exemple, des ouvrages municipaux (usines de filtration) ou des grandes industries devraient être quantifiés individuellement.

Dans certains cas, les industries connaissent précisément leurs rejets. L'utilisation de ces données doit être favorisée lorsqu'elles sont disponibles. Un contact direct avec les industries qui produisent les plus grands volumes d'eaux usées est à encourager pour bien comprendre la nature, la quantité et le cycle des débits rejetés. Autrement, l'estimation de ces apports à partir de compteurs d'eau est une approche simple à envisager (p. ex., en présumant un retour à l'égout de 80 % à 90 %).

Si aucune donnée de compteurs d'eau n'est disponible, des valeurs théoriques pour différents types d'établissements (écoles, hôpitaux, garages, cinémas, centres commerciaux, etc.) peuvent être utilisées. Le chapitre 2.1 du [Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique](#) fournit des valeurs de référence. Il faut cependant rappeler que les débits d'eaux usées liés à certains établissements (lieux d'hébergement, restaurants, musées, centres sportifs, etc.) peuvent fluctuer grandement selon les saisons (touristiques) et les jours de la semaine.

Il est cependant possible que certains commerces ou industries aient des rejets de débit très variable et qu'une approche en supposant un apport constant ne soit pas appropriée. Par exemple, une usine qui effectue un lessivage d'un équipement périodiquement aura une signature particulière sur les débits mesurés, comme le montre la Figure 10-9.



Source : Carl Gagnon-Ouellette

Figure 10-9. Pointes de débits réguliers signalant de possibles rejets industriels

10.4.3.2. Débits théoriques d'infiltration

Pour des égouts construits avant 1978, alors qu'aucun essai d'étanchéité n'était exigé, les valeurs présentées au Tableau 10-3 peuvent être utilisées à titre indicatif des ordres de grandeur des débits.

Tableau 10-3. Ordres de grandeur des débits d'infiltration observés dans les systèmes d'égout du Québec devant faire l'objet de réflexion

Intensité du problème d'infiltration	Système d'égout domestique		Système d'égout unitaire ou pseudo-domestique	
	m ³ /ha/d	L/cm*km*d	m ³ /ha/d	L/cm*km*d
Faible	6	1 500	8	2 000
Moyenne	12	3 000	16	4 000
Élevée	24	6 000	36	9 000

Source : MENV, 1989

Par ailleurs, pour un système d'égout domestique construit récemment ou projeté, des valeurs théoriques de l'ordre de 225 L/cm*km*d sont plutôt recommandées (MENV, 1989). Il est à noter que cette valeur s'applique aussi aux branchements de service puisqu'ils constituent une importante proportion d'un système d'égout et qu'ils contribuent, eux aussi, à ajouter des débits d'infiltration.

La valeur de 225 L/cm*km*d s'applique pour des systèmes d'égout de type domestique. Des valeurs plus élevées sont attendues pour des conduites neuves liées à un système d'égout de type pseudo-domestique ou unitaire, quoique, normalement, aucune nouvelle conduite d'égout de ces types ne devrait être installée.

Si les diamètres et les longueurs de conduites d'un réseau projeté sont inconnus, une valeur de débit d'infiltration de 60 L/pers/d est recommandée.

Les valeurs théoriques pour estimer les débits d'infiltration d'un système d'égout existant doivent être utilisées avec précaution compte tenu de la grande variabilité temporelle et spatiale (même à l'intérieur du territoire d'une municipalité) des apports en eaux d'infiltration. De plus, l'expérience montre que ces valeurs de référence sous-estiment les débits d'infiltration réels qui ont été mesurés par la suite.

L'estimation des débits d'eaux d'infiltration basée sur des mesures de débits devrait toujours être privilégiée.

10.4.3.3. Débits théoriques d'eaux pluviales

Le recours à des méthodes théoriques pour estimer les débits d'eaux pluviales sont similaires à celles utilisées pour la conception d'un système de gestion des eaux pluviales (SGEP). Cependant, ces méthodes sont applicables pour des systèmes d'égout unitaires, conçus pour capter les eaux pluviales au même titre qu'un SGEP, et non pour des systèmes d'égout domestiques ou pseudo-domestiques.

Pour les systèmes d'égout unitaires, les apports en temps de pluie sont dominés par le captage direct. Ainsi, les méthodes théoriques pour estimer les débits d'eaux pluviales sont similaires à celles utilisées pour la conception d'un SGEP. Elles vont du débit constant (p. ex., nombre de litres par hectare par millimètre de précipitation [L/ha/mm]) aux modèles d'écoulement informatique calibrés à partir de données de mesures de débits et qui permettent de prédire le comportement hydraulique d'un système d'égout au passage d'événements de pluie simulés. La justesse des estimations dépend de la qualité et de la quantité de données disponibles pour produire ces estimations. Il ne sert à rien d'avoir recours à une méthode sophistiquée si la qualité des données disponibles est douteuse (WEF, 2009a).

L'utilisation de méthodes simplifiées basée sur la *méthode rationnelle* est aussi possible lorsque le bassin tributaire des eaux de captage peut être facilement caractérisé (aire, pente, utilisation du sol, etc.) et que les superficies drainées sont faibles (moins de 5 ha), comme dans le cas des toits ou des superficies tributaires d'un puisard. La méthode rationnelle est expliquée à la section 6.5.1 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011).

Pour les systèmes d'égout domestiques et pseudo-domestiques, la méthode RTK, discutée à la section 14.5.7.1 sur la modélisation, est la plus communément utilisée. Elle est d'ailleurs intégrée au logiciel SWMM (*Storm Water Management Model*) (EPA, 2007a, 2008 et 2012). La méthode RTK n'est pas appropriée pour les systèmes d'égout unitaires puisque les apports en temps de pluie y sont dominés largement par le captage direct.

Bien que les systèmes d'égout de type domestique ne captent, en théorie, aucun apport en temps de pluie, en pratique, ce type d'apport est présent. Une valeur théorique de 25 L/pers/d est recommandée pour des systèmes d'égout domestiques nouvellement construits, et de 50 L/pers/d à long terme (après 15 ans).

10.4.3.4. Débits théoriques des drains de fondation

Les débits d'eaux parasites en provenance des drains de fondation sont issus de trois sources différentes :

- a) Les eaux souterraines interceptées par les drains (infiltration);
- b) Les eaux de pluie des gouttières reliées aux drains (captage direct);
- c) Les eaux de pluie qui percolent dans le sol en périphérie du bâtiment (captage indirect).

Par conséquent, les débits dirigés vers un système d'égout par un drain de fondation sont influencés par plusieurs facteurs : connexion directe ou indirecte des gouttières avec le drain, élévation relative du drain par rapport à la nappe, aménagement du terrain, niveau des eaux souterraines, type de sol, perméabilité, etc. Ainsi, les données de débits de drains de fondation provenant d'un lot ou d'un quartier donné ne peuvent être transposées ailleurs pour quantifier la réponse des drains de fondation d'un autre territoire.

Dans ce contexte, aucune valeur théorique globale ne peut être proposée. La contribution des drains aux débits du système d'égout ne peut être estimée qu'à partir de mesures directes de débits, prises autant en temps sec qu'en temps de pluie et à différentes périodes de l'année (nappe haute, moyenne, basse) puisque les débits évacués peuvent être très différents pour ces différentes périodes.

Les débits à chacune des trois sources indiquées au début de la présente section peuvent être estimés par les méthodes suivantes :

Source a) : eaux souterraines

Seule une campagne de mesures des débits peut déterminer les apports en eaux d'infiltration issus de drains de fondation.

Source b) : eaux pluviales des gouttières ou des toitures

Pour les réseaux unitaires ou pseudo-domestiques, les gouttières peuvent être raccordées aux drains de fondation des bâtiments. Dans ces cas, il peut être pertinent d'évaluer la contribution des drains aux apports globaux en temps de pluie. Cette évaluation peut être nécessaire dans le cas d'une séparation de réseaux ou dans le cadre d'un programme comprenant uniquement les débranchements de gouttières.

Pour des toitures conventionnelles (c.-à-d. qui ne sont pas des toitures végétalisées), le débit maximum évacué par la toiture peut être estimé par la méthode rationnelle, résumée par l'équation ci-dessous :

$$Q_{\text{toit}} = C \times A \times i / 3\,600$$

Où :

- Q_{toit} = Débit maximal d'eaux pluviales évacué par une toiture. Il s'agit donc d'une valeur plafond (L/s);
- C = Coefficient de ruissellement de la toiture. Une valeur de 0,95 est recommandée (sans unité);
- A = Superficie de la toiture (m²);
- i = Intensité de la pluie considérée. La valeur de l'intensité pour une pluie d'une durée correspondant au temps de concentration des aires tributaires en amont de l'ouvrage de surverse à l'étude et dont la période de retour est déterminée selon la méthode décrite à la section 14.3.6.1 (mm/h) est suggérée⁴³.

Source c) : eaux pluviales de percolation

Les drains de fondation peuvent récolter de manière indirecte des eaux de pluie, soit les eaux de pluie qui percolent de la surface, dans la zone d'influence autour du bâtiment, jusqu'au drain de fondation. Le débit **maximum** d'eaux pluviales percolées pouvant être captées par un drain de fondation peut être estimé en prenant la plus faible valeur⁴⁴ des deux équations suivantes :

$$Q_{\text{perc}} = [(1 - C) \times i \times A] / 3\,600 \quad (\text{équation 1})$$

$$Q_{\text{perc}} = [(K_{\text{sat}} / \text{FS}) \times A] / 3\,600 \quad (\text{équation 2})$$

Où :

- Q_{perc} = Débit maximum de percolation (valeur plafond) des eaux dans le sol près des fondations qui peut être capté par un drain de fondation (L/s);
- K_{sat} = Conductivité hydraulique à saturation du sol dans la zone d'influence (remblai non compacté) (mm/h);
- FS = Facteur de sécurité d'au moins 2;
- A = Superficie de la zone d'influence (pourtour du bâtiment et toiture). Il peut être considéré que la pluie qui tombe jusqu'à 1,5 à 2,0 m en périphérie d'un bâtiment peut être captée par le drain de fondation (m²);
- i = Intensité de la pluie considérée d'une durée correspondant au temps de concentration des aires tributaires en amont de l'ouvrage de surverse et pour une période de retour donnée⁴⁵ (mm/h);
- C = Coefficient de ruissellement pondéré de la surface A (sans unité);
- 3 600 = Coefficient de conversion pour les unités.

⁴³ Comme décrit dans le passage « Hypothèse de pluie la plus conservatrice » apparaissant à la section 12.3.6.1, le scénario le plus conservateur dépend des fins du calcul. Dans le contexte de l'évaluation du débranchement de gouttières à titre de mesure compensatoire, plus l'intensité de la pluie est faible, plus elle conduit à un résultat de calcul conservateur puisque davantage de toitures devront être débranchées pour compenser un ajout de débits.

⁴⁴ Comme décrit dans le passage « Hypothèse de pluie la plus conservatrice » apparaissant à la section 12.3.6.1, le scénario le plus conservateur dépend des fins du calcul. Dans le contexte de l'évaluation du débranchement de drains de fondation à titre de mesure compensatoire, la valeur la plus faible entre les deux équations est celle qui est la plus conservatrice. Dans un autre contexte, la valeur la plus élevée pourrait être retenue (p. ex., pour le dimensionnement du drain de fondation ou du système d'égout, ou la détermination d'une capacité de pompage).

⁴⁵ Comme décrit dans le passage « Hypothèse de pluie la plus conservatrice » apparaissant à la section 12.3.6.1, le scénario le plus conservateur dépend des fins du calcul. Dans le contexte de l'évaluation du débranchement de drains de fondation à titre de mesure compensatoire, plus l'intensité de la pluie est faible, plus elle conduit à un résultat de calcul conservateur puisque davantage de drains de fondation devront être débranchés pour compenser un ajout de débits.

La superficie de la zone d'influence (A) doit être délimitée de manière à inclure les portions du terrain où le ruissellement peut être dirigé et capté par les drains de fondation. En principe, cette surface devrait être limitée puisqu'on construit généralement les terrains autour des bâtiments avec des pentes dirigeant le ruissellement vers l'extérieur et non en direction du bâtiment. Un certain tassement se produit toutefois dans certains cas et une zone autour du bâtiment pourra avoir une pente plus faible qu'à l'origine, ce qui favorisera l'infiltration d'une partie du ruissellement vers le bâtiment. Cette hypothèse pourra être vérifiée au cas par cas, mais, aux fins d'évaluation sommaire, il peut être considéré que le ruissellement causé par la pluie qui tombe au sol du mur extérieur du bâtiment jusqu'à 1,5 à 2,0 m en périphérie pourra se rendre au drain de fondation. Également, il est présumé que les eaux de gouttières sont dirigées vers le sol à l'intérieur de 2,0 m du bâtiment et non directement dans les drains de fondation.

Le débit de l'équation 1 représente la quantité de pluie qui percole près du bâtiment. L'équation 2 est la méthode rationnelle, modifiée pour obtenir non pas le ruissellement, mais bien la partie qui s'infiltré (percole) et qui pourra atteindre le drain (d'où le terme $1-C$ de l'équation 1 pour obtenir la fraction de la pluie qui s'infiltré). Le coefficient représente une valeur pondérée qui tient compte du toit (coefficient C de 0,95) et de la surface autour du bâtiment (pour du gazon, la valeur de « C » est de l'ordre de 0,2). L'intensité de la pluie à considérer devrait être la même que celle établie à partir du nombre de débordements et des courbes IDF de grandes récurrences, comme discuté à la section 12.3.6.1.

Le débit de l'équation 2 détermine la capacité d'infiltration limite du sol (écoulement vertical de l'eau dans le sol) en supposant que le sol est saturé en eau (aucune capacité d'accumulation d'eau dans les vides). Ce processus suppose que des eaux de ruissellement sont disponibles pour être infiltrées. Ainsi, le débit d'infiltration ne peut pas être supérieur au débit entrant dans le sol tel que déterminé à l'équation 1. Il faut donc calculer le débit avec ces deux équations et retenir la plus petite valeur entre ces deux débits pour estimer un débit **maximum** pouvant être capté par les drains de fondation via un processus de percolation des eaux pluviales près des fondations.

Si le débit calculé par l'équation 1 est le plus petit, c'est que le débit d'eaux de pluie est le facteur limitant. À l'inverse, si le débit le plus petit est celui calculé par l'équation 2, alors c'est la capacité du sol à permettre l'écoulement des eaux (conductivité hydraulique) qui est le facteur limitant.

La valeur la plus faible entre ces deux équations représente une valeur plafond du débit d'eaux pluviales percolées capté par le drain. Ainsi, le débit réellement capté par le drain sera inférieur au résultat du calcul ($Q_{\text{réel}} < Q_{\text{perc}}$).

Des valeurs types pour la conductivité hydraulique à saturation du sol (K_{sat}) sont disponibles dans le chapitre 6 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011). Un facteur de sécurité (FS) d'au moins 2 devra être appliqué au K_{sat} . Des essais de conductivité hydraulique sur le terrain peuvent servir à déterminer ou à confirmer la classe hydrologique de sol du secteur à l'étude.

Les coefficients de ruissellement sont aussi disponibles au chapitre 6 du Guide de gestion des eaux pluviales.

CHAPITRE 11. Inspection d'un système d'égout

L'inspection d'un système d'égout est essentielle pour détecter des sources d'eaux parasites, des obstructions et des défauts structuraux. Les inspections télévisées, les remontées par tronçon et les programmes de détection de raccords inversés sont les activités d'inspection les plus courantes.

D'autres techniques d'auscultation

11.1 Inspections télévisées

Ce type d'inspection introduit des caméras vidéo dans le système d'égout afin de visualiser les possibles raccords inversés et d'observer l'état global du réseau. Cette technique est relativement dispendieuse, mais elle permet de détecter des branchements non conformes et de mettre en évidence des défauts structuraux comme des fissures ou des joints décalés qui favorisent l'infiltration d'eau ou encore la présence d'obstructions locales comme des racines, des dépôts de graisse ou de débris qui provoquent une restriction hydraulique pouvant causer un débordement.

Les tronçons qui présentent des facteurs de risque associés à la présence d'eaux parasites et d'obstructions locales et pour lesquels une inspection télévisée serait utile pour confirmer des problématiques sont présentés respectivement à la section 4.3.2.3 et au 0.

La caméra à téléobjectif est généralement utilisée avant l'utilisation de la caméra tractée. Elle permet d'obtenir un diagnostic préliminaire général sur l'état structural et fonctionnel du système d'égout, sans interruption de l'écoulement des eaux et dans un espace clos. Cette méthode d'inspection ne nécessite aucun nettoyage préalable du système d'égout (BNQ, 2013). Elle pourra être suivie d'une inspection par caméra tractée si, par exemple, un défaut structural ou une obstruction sont suspectés. La caméra tractée permet d'obtenir un diagnostic détaillé de l'état structural et fonctionnel d'un tronçon d'égout. Elle nécessite cependant un nettoyage préalable (BNQ, 2013).

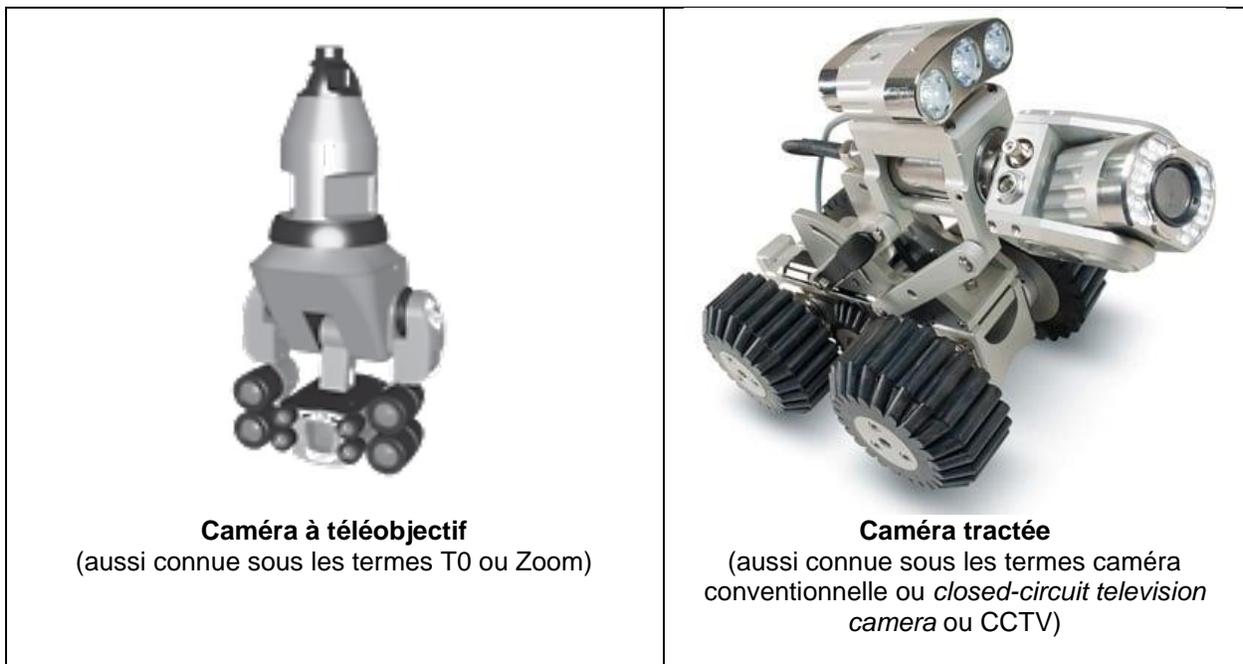


Figure 11-1. Appareils servant à des inspections télévisées

Le devis normalisé BNQ 3680-125, *Inspection télévisée des conduites et regards d'égout*, présente les clauses techniques générales relatives à l'inspection télévisée des conduites et des regards d'égout par

caméra conventionnelle et par caméra à téléobjectif ainsi qu'au nettoyage des conduites et des regards d'égout et aux travaux connexes. Ce devis peut servir de guide pour la préparation d'appels d'offres et de contrats relatifs à des inspections télévisées. Les caractéristiques suivantes des caméras sont notamment exigées au devis :

Caméra à téléobjectif

- Être munie d'un téléobjectif dont le zoom optique permet un grossissement minimal de 22x.
- Être munie d'un zoom numérique permettant un grossissement de 312x, en incluant le grossissement du zoom optique.
- Être munie d'un module de balayage panoramique multidirectionnel motorisé.
- Être munie d'un téléobjectif assorti d'un appareil de contrôle multidirectionnel tournant à 360° qui permet la visualisation couvrant toute la périphérie des conduites et des regards d'égout.
- Permettre l'inspection d'une conduite d'égout d'un diamètre intérieur de 200 mm.
- Avoir une capacité de visionnement de 25 m dans une conduite d'égout d'un diamètre intérieur de 250 mm.
- Être munie d'un mât télescopique de suspension et de descente automatisée mesurant au moins 10 m de longueur à son déploiement maximal.
- Avoir une résolution égale ou supérieure à 420 lignes.

Caméra tractée

- Être autotractée et étanche.
- Avoir un objectif muni d'un appareil de contrôle multidirectionnel tournant à 360° dans le sens radial et à 270° dans le sens latéral qui permet une visualisation couvrant toute la périphérie des conduites et des regards d'égout.
- Avoir un système d'éclairage intégré permettant de capter une image claire sur une distance minimale de 3 m.
- Avoir une résolution égale ou supérieure à 420 lignes.
- Enregistrer la mesure de la distance de déplacement de la caméra en surimpression dans la vidéo.

Les caméras tractées peuvent être équipée d'une caméra télescopique, c'est-à-dire d'une caméra pouvant s'allonger. Ce type de caméra est utile pour inspecter des branchements à la conduite principale.

Des appareils combinant un sonar et une caméra sont aussi disponibles pour détecter des défauts géométriques de conduites de grands diamètres (525 mm à 2500 mm) partiellement comblées d'eau usées (CERIU, 2023)

NOTE : Le devis normalisé BNQ 1809-300, *Travaux de construction – Clauses techniques générales – Conduites d'eau potable et d'égout*, précise que l'inspection télévisée doit être faite selon les exigences du Programme de certification visant l'évaluation de l'état des conduites (PACP®) et du Programme de certification visant l'évaluation de l'état des regards (MACP®) du CERIU/NASSCO.

De plus, le devis normalisé BNQ 3680-125, *Inspection télévisée des conduites et regards d'égout*, spécifie que les opérateurs et les analystes doivent détenir la certification PACP® ou MACP®.

Le MAMH exige que les inspections visuelles ou télévisées effectuées dans le cadre de la préparation d'un plan d'intervention soient réalisées par du personnel certifié selon le programme PACP® (CERIU/NASSCO). La liste des opérateurs et des analystes certifiés CERIU/NASSCO au Québec est diffusée sur cette [page Web](#).

Le CERIU est le détenteur des droits exclusifs en français d'utilisation et de diffusion des protocoles PACP®, MACP® et LACP® au Québec.

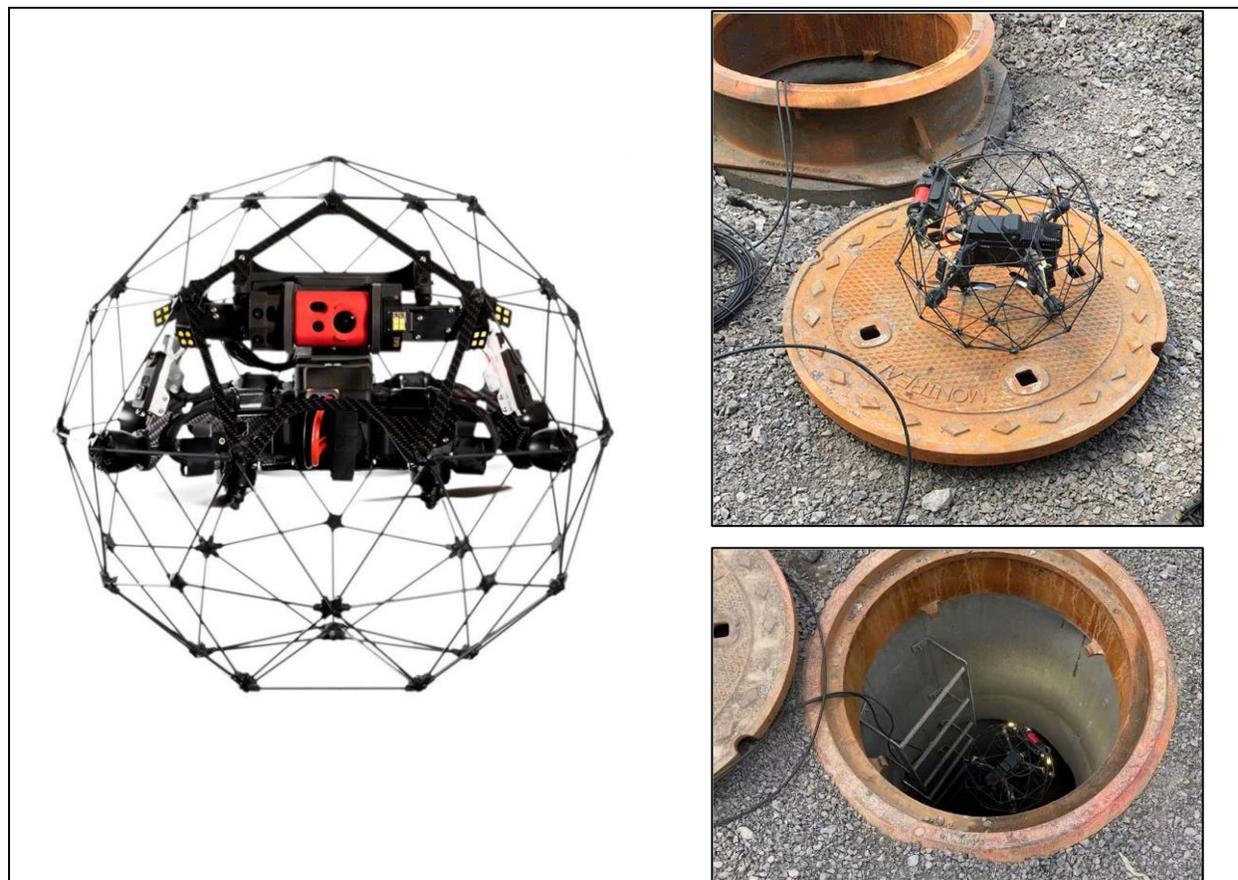
Pour plus de détails, consulter ce [dépliant d'information](#).



L'utilisation d'un drone pour réaliser des inspections télévisées est une nouvelle approche maintenant possible. Le drone peut être utile pour des conduites ayant des obstacles, de forts débits ou des regards désaxés, soit des conduites où il est impossible de procéder à des inspections télévisées conventionnelles.

La portée d'un drone (portée du signal de téléguidage) est d'environ 500 m au maximum avec un amplificateur de signal. L'autonomie de la batterie est de quelques heures. Le drone résiste aux éclaboussures. Il génère cependant beaucoup de bruit et il est recommandé d'aviser les citoyens avant l'inspection d'un tronçon d'égout situé dans un quartier résidentiel.

L'inspection par drone ne remplace pas les techniques usuelles par caméra tractée ou par caméra à téléobjectif (cette technique n'est pas encadrée par le protocole PACP®/MACP®), mais est complémentaire à celles-ci.



Source : Ville de Laval

Figure 11-2. Drone utilisé pour des inspections télévisées de système d'égout

11.2 Remontées par tronçons de nuit du système d'égout

Les remontées par tronçons servent à repérer la présence d'eau d'infiltration. Elles consistent à réaliser des mesures de débits ponctuelles, durant la nuit entre 0 h et 5 h, de l'aval vers l'amont d'un réseau en période de temps sec, soit au moins 48 heures après la fin d'un événement de pluie. Considérant que les débits d'eaux usées d'origine domestique sont négligeables durant la nuit (en particulier dans les tronçons du système d'égout desservant des quartiers résidentiels sans industrie, commerce ou institution), le calcul de la différence entre les débits mesurés ponctuellement en aval et en amont d'un tronçon de conduite permet d'établir le débit d'infiltration généré par chaque section de conduite. Pour quantifier plus précisément les apports en eau parasite sur un tronçon, un bouchon temporaire peut être installés durant la nuit à l'entrée d'une conduite dans un regard (p.ex. à l'aide d'un ballon pneumatique) pour ensuite mesurer le débit sortant de ce tronçon dans un regard en aval.

Les débits calculés peuvent ensuite être convertis en taux d'infiltration (débit quotidien par centimètre de diamètre intérieur de conduite et par kilomètre de conduite [L/cm*km*d]) pour comparer différents tronçons.

Pour mesurer ponctuellement le débit dans chaque regard, plusieurs méthodes peuvent être utilisées selon la situation, notamment une mesure volumétrique, avec un déversoir à insertion, un moulinet hydrométrique ou un vélocimètre électromagnétique portatif.

11.3 Techniques pour détecter des raccordements inversés

Les raccordements inversés (ou croisés) sont une source d'apports illicites et, donc, d'eaux parasites. Cette situation survient lorsque la conduite qui évacue les eaux pluviales et les eaux issues du drain de fondation d'un bâtiment (le branchement de service) a été raccordée par erreur au système d'égout. Ou encore lorsque la conduite qui évacue les eaux sanitaires du même bâtiment a été raccordée par erreur au système de gestion des eaux pluviales. Encore de nos jours, même si le branchement sanitaire d'un bâtiment est correctement raccordé au système d'égout (et ne peut ainsi pas être qualifié de « raccordement inversé » à proprement parler), il est courant de détecter que le drain de fondation de bâtiments récemment construits est raccordé au système d'égout par erreur.

À l'échelle du Québec, de 1 à 2 % des bâtiments auraient des raccordements inversés, bien que des programmes d'inspection municipaux pour repérer des raccordements inversés aient parfois révélé jusqu'à 25 %, voire 50 %, de bâtiments mal raccordés dans certaines rues. À la ville de Québec, près de 2 200 raccordements inversés ont été repérés (et corrigés) dans les années récentes.

Différentes techniques existent pour détecter des raccordements inversés :

- **Remontées et inspection des systèmes de gestion des eaux pluviales.** Cette technique consiste à inspecter de l'aval vers l'amont les conduites de l'égout pluvial en période de temps sec, alors qu'aucun écoulement ne devrait être observé (sauf des eaux d'infiltration), afin de détecter la présence d'écoulement d'eau suspect. Les regards sont ouverts afin de déceler les indices révélant la présence d'apports d'eaux usées, tels que des odeurs, des déchets solides, des écoulements continus ou d'autres éléments (MAMH, 2006). Si un branchement sanitaire au système de gestion des eaux pluviales est découvert, il est fort probable que l'inverse soit vrai, c'est-à-dire que des branchements pluviaux soient dirigés vers le système d'égout. Ce genre de visite sur le terrain permet également de procéder à une inspection des regards dans le but de détecter des sources d'infiltration le long des parois.
- **Test à la fumée.** Les tests à la fumée consistent à insuffler dans le système d'égout, en période de temps sec, une fumée non toxique. Les points d'entrée d'eaux pluviales peuvent être détectés rapidement en observant les endroits par où la fumée s'échappe (puits d'accès des drains de fondation, puisards, gouttières, événements de plomberie sur le toit, etc.) et ainsi cerner les sources d'eaux illicites. Cependant, l'absence de fumée ne constitue pas une garantie d'absence de raccordements illicites puisque des obstacles peuvent nuire au passage de la fumée (p. ex., présence d'eau).



Fumée sortant d'un puitsard



Fumée sortant d'un événement de plomberie

Figure 11-3. Exemples de test à la fumée pour détecter des sources de captage direct.

- **Test au colorant.** Cette technique consiste à verser un colorant non toxique ou un traceur fluorescent dans les drains de toit, des puitsards de rue, les drains d'entrée de garage en contre-pente ou des drains de fondation (à partir d'un puits d'accès) et de surveiller l'apparition du colorant dans les regards en aval.

Le colorant peut aussi être dissous dans des eaux usées (p. ex., dans une toilette d'un bâtiment). Les systèmes d'égout et de gestion des eaux pluviales sont ensuite observés en aval. L'observation d'eau colorée dans le système de gestion d'eaux pluviales, mais pas dans le système d'égout, signale la présence d'un raccordement inversé. Si seul le système de gestion des eaux pluviales a été observé et que de l'eau colorée y est détectée, alors un branchement sanitaire au système de gestion des eaux pluviales est découvert. Il est donc fort probable que l'inverse soit vrai, c'est-à-dire que le branchement pluvial du bâtiment soit dirigé vers le système d'égout. D'autres indicateurs visuels comme des bouchons de liège ou des confettis colorés peuvent être utilisés.



Figure 11-4. Exemple d'utilisation d'un colorant vert pour détecter dans un regard d'un système de gestion d'eaux pluviales la présence d'un raccordement inversé

- **Grille au fond d'un regard d'égout pluvial.** Cette technique consiste à installer une grille au fond d'un regard d'égout pluvial au travers duquel les eaux s'écoulent. Après quelques jours, la présence de débris typiques des eaux usées d'origine domestique coincés au travers du maillage, à l'image d'un dégrilleur à l'entrée d'une station d'épuration, est un signe de présence d'un raccordement croisé vers l'égout pluvial. Il est donc fort probable que l'inverse soit vrai, c'est-à-dire que le branchement pluvial du bâtiment soit dirigé vers le système d'égout.



Figure 11-5. Exemple d'utilisation d'une grille au fond d'un regard d'un système de gestion d'eaux pluviales pour détecter la présence d'un raccordement inversé

Source : Ville de Québec

11.4 Documentation utile pour des inspections

Le Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU) a produit, parfois à la demande et avec l'aide financière du ministère responsable des affaires municipales, de nombreux documents de soutien à l'attention des municipalités relativement à la recherche d'eaux parasites et à l'inspection d'un système d'égout, dont les suivants :

- [Devis technique – Recherche et mesure des eaux parasites d'infiltration et de captage](#) (CERIU, 2013);
- [Guide d'inspection télévisée des réseaux d'égouts](#) (CERIU, 2018);
- [Manuel sur les réseaux d'égouts – Pathologies, diagnostics et interventions pour les conduites gravitaires – 2^e édition](#) (CERIU, 2023)
- [Recherche des eaux parasites d'infiltration et de captage AM-02](#) (CERIU, 2014);
- [Recherche des eaux parasites d'infiltration et de captage : Mesures du débit et test de fumée](#) (CERIU, 2012).

La Fédération canadienne des municipalités (FCM) et le Conseil national de recherche du Canada (CNRC) a aussi produit le guide suivant dans le cadre de la série InfraGuide :

- [Examen et évaluation d'un réseau de collecte d'eaux pluviales ou d'eaux usées](#) (FCM et CNRC, 2004);

Le ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR) a pour sa part publié un guide sur les raccordements inversés :

- [Guide méthodologique pour la recherche et l'élimination des raccordements inversés dans les réseaux de collecte d'eaux usées municipales](#) (MAMR, 2006)

CHAPITRE 12. Ajout de débits et mesures compensatoires

12.1 Rappel des obligations

Les ouvrages de surverse et de dérivation sont assujettis à deux obligations : le respect de la norme de débordement réglementaire et le respect de la norme de débordement supplémentaire, comme résumé au Tableau 12-1.

Tableau 12-1. Normes de débordement réglementaires et supplémentaires devant être respectées

OBLIGATION 1 Norme de débordement et de dérivation réglementaire	OBLIGATION 2 Norme de débordement et de dérivation supplémentaire
Inscrite dans le ROMAEU (article 8) (voir la section 3.3)	Inscrite dans l'attestation d'assainissement municipale (voir la section 3.4.1)
Sont interdits, en temps sec, tout débordement et toute dérivation (sauf en cas d'urgence, en situation de fonte de neige ou en raison de travaux planifiés)	Pour la période d'application de la norme de débordement supplémentaire¹, chacun des ouvrages de surverse ou de dérivation ne peut déborder des eaux en contexte de pluie ou de fonte de neige au-delà de la norme de débordement supplémentaire associée à cet ouvrage, et ce, année après année. ¹ Voir le Tableau 3-3.

En lien avec les normes de débordement et de dérivation supplémentaires (obligation n° 2), le Ministère considère que tout ajout de débits dans un système d'égout, qu'il soit unitaire, domestique ou pseudo-domestique, est susceptible de provoquer le non-respect de la norme de débordement supplémentaire des ouvrages de surverse affectés par cet ajout.

Dans ce contexte, **dès que des ajouts de débits sont prévus dans un système d'égout, des mesures compensatoires doivent être prévues**, à moins que celles-ci n'aient été déjà réalisées.

L'évaluation des conséquences d'ajouts de débits sur l'hydraulique du **tronçon d'égout à l'étude** (voir encadré ci-dessous) requiert au préalable de connaître les composantes du système d'égout situées sur ce tronçon, les ouvrages de surverse représentant la composante d'intérêt majeur, leur fonctionnement et leur état (ces éléments sont discutés au 0). L'un des éléments de cette analyse consiste à s'assurer que les normes de débordement réglementaire et de débordement supplémentaire seront respectées malgré la réalisation du projet comportant l'ajout de débits.

En particulier, les éléments suivants sont d'intérêt pour établir les conséquences d'un ajout de débit sur les débordements et les dérivations :

- La localisation, la complexité mécanique et le mode de fonctionnement des ouvrages de surverse et de dérivation;
- La capacité résiduelle en temps sec des ouvrages de surverse et de dérivation;
- La capacité des postes de pompage;
- La capacité des collecteurs;

- Les segments du système d'égout qui présentent des restrictions hydrauliques;
- Les secteurs ayant des historiques de refoulements et de débordements de surface.

Tronçon d'égout à l'étude

Le **tronçon d'égout à l'étude** est le tronçon du système d'égout affecté pour l'ajout de débits planifié, incluant la station d'épuration. Ce tronçon peut être sous la responsabilité de plusieurs exploitants municipaux (municipalités ou régie intermunicipale) entre le point d'ajout de débits et la station d'épuration. Ainsi, **l'analyse des conséquences des ajouts de débits ne doit pas se limiter à la portion du système d'égout située sur le territoire municipal où a lieu le projet comportant l'ajout de débits, mais doit aussi inclure, le cas échéant, les portions du système d'égout exploitées par d'autres exploitants municipaux.** Dans ce cas, la mise en œuvre de mesures compensatoires sur le territoire des exploitants municipaux situés en aval pourrait être requise. Par conséquent, **l'initiateur de tout projet ajoutant des débits à un système d'égout dont le tronçon à l'étude est sous la responsabilité de plusieurs exploitants municipaux devrait obtenir les autorisations et les permissions non seulement auprès de la municipalité où a lieu ce projet, mais aussi auprès de tous les autres exploitants municipaux concernés.**

Le **tronçon d'égout à l'étude** correspond généralement à tout le réseau d'égout situé en aval du point d'ajout de débits par lequel transitent les débits ajoutés pour atteindre la station d'épuration. Cependant, dans certains cas, le tronçon d'égout à l'étude peut inclure un segment en amont du point d'ajout de débits lorsque les eaux peuvent refouler. Cela peut se produire si, par exemple, le premier ouvrage de contrôle situé en aval du point d'ajout de débits est un poste de pompage sans trop-plein. Dans ce cas, l'ajout de débits affectera la fréquence de débordement de l'ouvrage de surverse situé en amont du point d'ajout de débits par refoulement. Cet ouvrage situé en amont devra donc être considéré dans l'analyse des effets des ajouts de débits.

Par ailleurs, il est fréquent que le plan d'un ouvrage de surverse ou de contrôle ne corresponde pas à la situation réelle. Par exemple, il est commun que des conduites de trop-plein aient été ajoutées ou désaffectées sans que cela ait été indiqué aux plans ou que des trop-pleins pompés soient non fonctionnels. Par conséquent, les caractéristiques des ouvrages de surverse (dimensions, configuration des équipements et niveaux de fonctionnement) doivent toujours être validées avant de procéder à l'analyse de « *tronçon à l'étude* » pour pouvoir déterminer avec exactitude les ouvrages affectés par l'ajout de débits.

12.2 Projets ajoutant des débits

De manière générale, les projets menant à une augmentation de la population d'une municipalité provoquent une augmentation de la consommation d'eau et, donc, une augmentation des eaux usées rejetées. Des débits supplémentaires d'eaux d'infiltration et d'eaux pluviales sont aussi à considérer lorsqu'un système d'égout est prolongé.

NOTE : La norme CAN/BNQ 3682-320 *Atténuation des risques de captage et d'infiltration dans les nouveaux réseaux d'égout sanitaire* fournit de l'information et définit les exigences pour atténuer les risques de captage des eaux pluviales et des eaux d'infiltration dans les nouveaux réseaux d'égout sanitaire publics ou privés.

À titre d'exemple, les projets suivants représentent des cas d'ajouts planifiés de débits qui doivent être quantifiés aux fins de planification des mesures de gestion des débordements et des dérivations :

- Prolongement d'un système d'égout pour desservir un nouvel ensemble résidentiel, ce qui ajoute des débits d'origine domestique auxquels s'ajoutent les débits d'eaux parasites attendus (eaux d'infiltration et eaux pluviales) qui doivent être pris en compte lors de la conception;
- Densification du territoire ou requalification d'un site, ce qui augmente le nombre de personnes desservies par le système d'égout et augmente, par conséquent, les débits rejetés à l'égout;
- Prolongement ou établissement d'un système de gestion des eaux pluviales tributaire d'un système d'égout;
- Raccordement au système d'égout de nouvelles industries⁴⁶, de nouveaux commerces ou de nouvelles institutions;
- Augmentation des rejets à l'égout d'industries⁴⁶, de commerces ou d'institutions existants (par exemple, à la suite de modifications de leurs activités);
- Conversion d'un terrain en friche en stationnement dont les eaux sont drainées vers un égout;
- Ajout ou augmentation des rejets à l'égout d'eaux de lavage d'une installation de production d'eau potable.

12.3 Étapes de vérification d'un projet ajoutant des débits

Les étapes que devrait suivre une municipalité avant de permettre la réalisation d'un projet ajoutant du débit dans son système d'égout sont résumées à la Figure 12-1. Ces étapes sont décrites aux sections suivantes.

IMPORTANCE DE LA RÉGLEMENTATION MUNICIPALE

La Figure 12-1 souligne l'importance de la réglementation municipale. En effet, les points de contrôle 1, 3 et 6 de cette figure représentent des situations pouvant être problématiques pour une municipalité en matière de débordements si les ajouts de débits sont permis. Ainsi, à chacun de ces trois points de contrôle, une municipalité doit avoir le pouvoir réglementaire de refuser une demande de permis pour un projet qui a pour effet de provoquer des débordements ou des dérivations non conformes aux normes de débordement, ou d'aggraver une situation de non-conformité existante. À cela, s'ajoute le cas d'une municipalité engagée dans une stratégie de réduction des débordements qui voudra être en mesure de contrôler les ajouts de débits dans les secteurs prioritaires.

Il est essentiel que les municipalités adaptent rapidement leur réglementation (notamment leur règlement relatif aux rejets à l'égout) si elles ne disposent pas d'un pouvoir réglementaire leur permettant de refuser des demandes de permis pour des projets ayant pour effet de provoquer des débordements ou des dérivations non conformes aux normes de débordement, ou d'aggraver une situation de non-conformité existante.

L'adoption d'une réglementation adéquate est d'autant plus importante que le pouvoir de délivrance d'un permis dont dispose les municipalités est un pouvoir lié. Cela signifie que l'officier municipal (ou le conseil municipal) est tenu de délivrer un permis lorsque tous les critères prévus à la réglementation sont satisfaits. Ainsi, l'absence, dans une réglementation, de critères de délivrance de permis relatifs à l'effet d'un projet sur les débordements et les dérivations oblige la délivrance du permis si tous les critères sont satisfaits et ce, même s'il est avéré que le projet placera une municipalité en situation de non-conformité face aux normes de débordement qu'elle doit respecter. Il est donc important pour toute municipalité de s'assurer d'inclure dans sa réglementation des critères d'autorisation municipale relatifs à l'effet d'un projet sur les débordements et les dérivations.

⁴⁶ Pour les rejets industriels à l'égout, voir aussi la [Démarche d'évaluation de l'acceptabilité d'un rejet d'eaux usées non domestiques dans un système d'égout municipal](#).

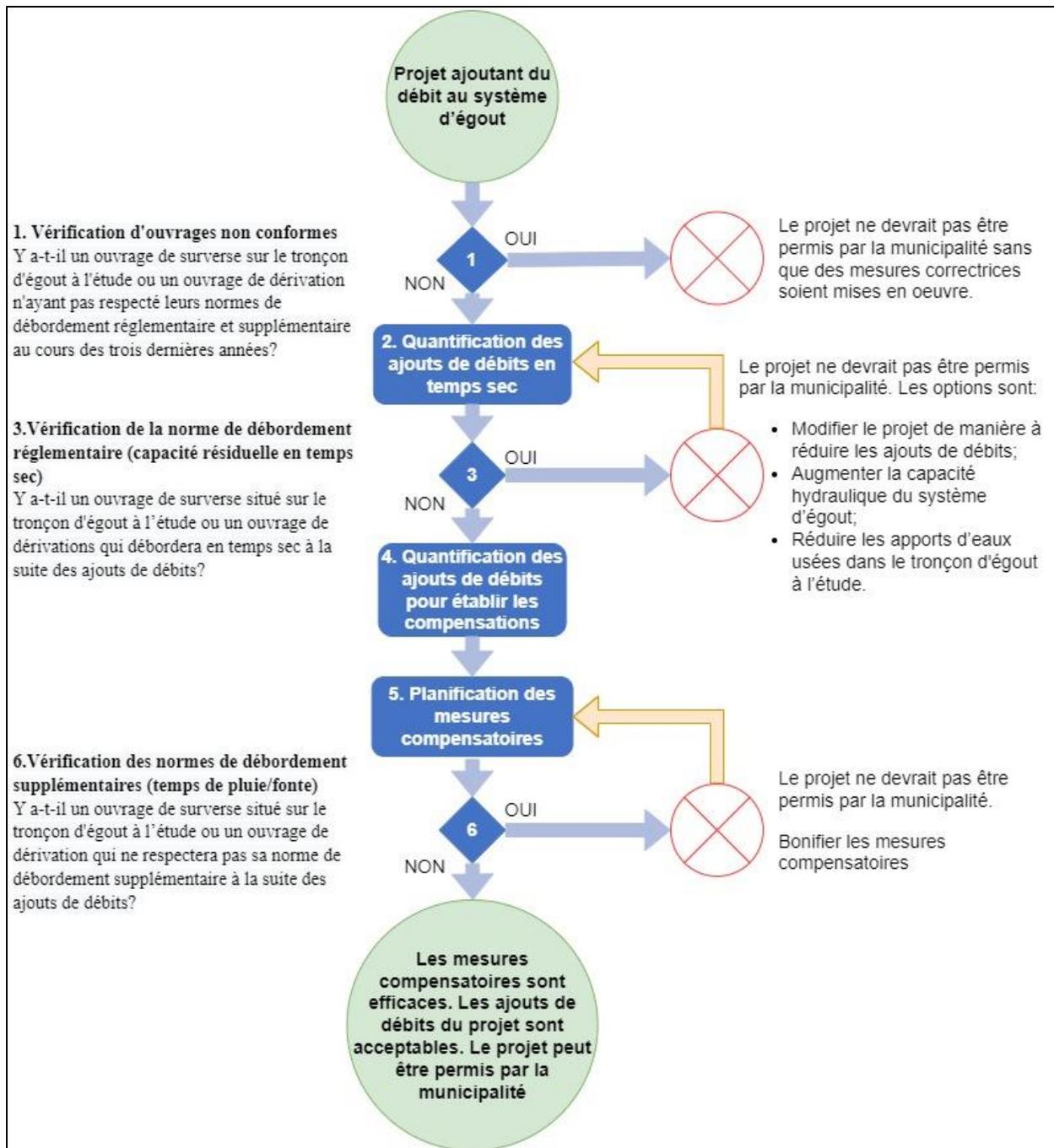


Figure 12-1. Vérifications qu'une municipalité devrait effectuer avant de permettre un projet ajoutant du débit dans son système d'égout

12.3.1 Étape 1 : Vérification du respect des normes de débordement et de dérivation

Aucun ajout de débits ne devrait être permis par une municipalité en amont d'ouvrages de surverse ayant déjà des problématiques de débordement en temps sec. De même, aucun ajout de débits ne devrait être permis en amont d'ouvrages de surverse dont la norme de débordement supplémentaire n'a pas été respectée au cours des trois dernières années. Ainsi, dans ces cas, des mesures correctrices devront avoir été mises en œuvre avant que des ajouts de débits au système d'égout puissent être envisagés.

Dans le cas particulier d'un ouvrage de surverse dont la norme de débordement supplémentaire est définie à « PFO », si aucun débordement n'a été observé dans les années récentes, la simulation d'une pluie de période de retour d'au moins cinq ans à partir d'un modèle informatique calibré est recommandée afin de vérifier que les ouvrages de surverse ne débordent pas en temps de pluie. Une norme « PFO » est généralement associée à un ouvrage de surverse situé sur un système d'égout de type domestique.

12.3.2 Étape 2 : Quantification des débits ajoutés en temps sec

L'équation suivante indique le débit en temps sec à considérer aux fins de l'analyse de capacité résiduelle et du respect de la norme réglementaire des ouvrages de surverse situés sur le tronçon d'égout à l'étude et des ouvrages de dérivation :

$$Q_{\text{Ajouté_TS}} = Q_{\text{UséesMax}} + Q_{\text{ICI}} + Q_{\text{Inf}}$$

Où :

$Q_{\text{Ajouté_TS}}$ = Débit en temps sec ajouté par le projet à utiliser pour évaluer la conformité réglementaire des ouvrages de surverse situés en aval, sur le **tronçon d'égout à l'étude**, et des ouvrages de dérivation (L/s);

$Q_{\text{UséesMax}}$ = Débit de pointe instantané d'eaux usées issu du projet (L/s). Le débit de pointe instantané est obtenu en multipliant le débit moyen d'origine domestique par un facteur de pointe compris entre 2 et 4, comme décrit dans la Directive 004 (MENV, 1989). Voir la section 10.4.3.1 pour plus de détails;

Q_{ICI} = Débits provenant des rejets d'industries, de commerces et d'institutions, le cas échéant (L/s). Voir la section 10.4.3.1 pour des valeurs théoriques;

Q_{Inf} = Débit des eaux d'infiltration ajouté par le projet (L/s). Pour des projets de prolongement d'un système d'égout. Voir la section 10.4.3.2 pour des valeurs théoriques.

NOTE : La norme CAN/BNQ 3682-320, *Atténuation des risques de captage et d'infiltration dans les nouveaux réseaux d'égout sanitaire*, fournit des exigences et des recommandations visant à réduire les risques de captage et d'infiltration à toutes les étapes du processus de développement des nouveaux systèmes d'égout publics et privés, de la conception à l'entretien, en passant par la planification, la construction, les inspections, l'approbation et le fonctionnement.

Les projets de complexes domiciliaires ou de redéveloppement représentent généralement les principales activités qui mènent à des ajouts de débits au système d'égout. La quantification des débits de pointe issus de ces projets requiert les données suivantes :

- Superficies des zones de développement ou de redéveloppement;
- Densité et type d'habitations planifiés;
- Population;
- Toute autre donnée permettant d'estimer des débits.

Si la population attendue et le type d'habitation sont incertains pour un projet particulier, le scénario qui génère le plus d'apports au système d'égout devrait être retenu pour l'élaboration d'une stratégie de contrôle des débordements.

12.3.3 Étape 3 : Évaluation de la capacité résiduelle en temps sec

La capacité hydraulique résiduelle du système d'égout en temps sec du *tronçon d'égout à l'étude* ainsi que celle de la station d'épuration doivent être suffisantes pour accepter les ajouts projetés de débits en **temps sec**. Ces débits ont été déterminés à l'étape précédente (section 12.3.2). Ainsi, aucun des ouvrages de surverse situés sur ce tronçon ni aucun ouvrage de dérivation ne devront déborder en temps sec malgré les ajouts de débits planifiés en temps sec. **Si les calculs et les évaluations démontrent le contraire, aucun ajout de débits ne devrait être permis par la municipalité.**

En vertu de l'article 8 du ROMAEU, la période de temps sec débute 24 heures après la fin d'un événement de pluie. À noter que les débordements en temps sec causés par des eaux de fonte ou des eaux d'infiltration lors du dégel printanier ne sont pas visés par cette interdiction (et donc la présente évaluation). Les débordements en « fonte » sont plutôt encadrés par la norme de débordement supplémentaires inscrite dans l'AAM.

RAPPEL – Le *tronçon d'égout à l'étude* est le tronçon d'égout à partir du point d'ajout de débits jusqu'à la station d'épuration, tel qu'indiqué en introduction du présent chapitre.

L'analyse de la capacité résiduelle en temps sec doit s'effectuer selon les années et les phases de développement. Par exemple, dans le cas de projets résidentiels, si la séquence des constructions est connue, les étapes des constructions futures pourraient être modélisées par phase afin de déterminer les priorités d'intervention. Le Tableau 12-2 montre un exemple d'évaluation de la capacité du réseau en temps sec.

Si cette analyse temporelle démontre une capacité insuffisante du système d'égout en conditions futures, des interventions visant à augmenter cette capacité devraient alors être prévues avant de permettre la réalisation des phases ultérieures du projet.

Tableau 12-2. Exemple d'évaluation des capacités résiduelles en temps sec par phase

Ouvrage	Condition actuelle		Horizon 5 ans		Horizon 20 ans	
	Capacité utilisée	Capacité résiduelle	Capacité utilisée	Capacité résiduelle	Capacité utilisée	Capacité résiduelle
Intercepteur 1	38 %	62 %	54 %	46 %	82 %	18 %
Pompe A	60 %	40 %	68 %	32 %	89 %	11 %

Il est préférable d'établir l'évolution de la capacité résiduelle à partir de projets connus et anticipés (des projets concrets), plutôt qu'en se basant sur des projections de population utilisées pour établir des horizons de conception comme celles retrouvées dans la DOMAEU et illustrées au Tableau 12-3.

Tableau 12-3. Exemple de données de population pouvant être indiquées dans la DOMAEU

Population	Année	Muni. 1	Muni. 2	Totale
Actuelle desservie (année de mise en service, station)	2018	1 500	850	2 350
Conception – Traitement (horizon de 10 ans ou autre)	2028	1 620	910	2 530
Conception – Interception				
Mécanique (horizon de 10 ans ou autre)	2028	1 620	910	2 530
Génie civil (horizon de 30 ans ou autre)	2048	1 800	1 020	2 820
Muni. 1 = Ville Durable Muni. 2 = De L'Espérance				

Source : MELCC, 2021

12.3.4 Étape 4 : Quantification des débits à compenser

L'obligation de respecter, année après année, les normes de débordement et de dérivation supplémentaires, c'est-à-dire celles qui s'appliquent aux débordements en contexte de pluie ou de fonte, requiert de bien connaître et quantifier les ajouts planifiés de débits au système d'égout puisque ces débits devront être compensés par des mesures de gestion des débordements appropriées, appelées « mesures compensatoires ». Cette quantification permet de déterminer l'envergure des mesures qui devront être mises en œuvre pour compenser ces ajouts, ou pour quantifier les débits à retrancher d'une potentielle « banque de débits en réserve » si des mesures compensatoires ont été mises en œuvre avant l'ajout de débits.

NOTE : La connaissance des ajouts planifiés de débits est aussi nécessaire dans la planification de solutions visant à corriger des problématiques de débordement détectées à des ouvrages de surverse (planification de « **mesures correctrices** »), ou dans la planification de solutions pour réduire les débordements afin de récupérer des usages d'un cours d'eau ou de restaurer des écosystèmes (planification de « **mesure de réduction des débordements** »).

Les normes de débordement supplémentaires ont été établies pour leur vaste majorité avant 2013. Par conséquent, **tous les ajouts de débits réalisés depuis le 1^{er} avril 2014 doivent être considérés dans la quantification des débits ajoutés. De même, les mesures compensatoires mises en œuvre avant 2014 ne sont pas considérées** puisque leur effet a été pris en compte dans les données de débordement répertoriées entre 2009 et 2013.

L'équation ci-dessous résume le calcul du débit ajouté en temps de pluie qui doit être compensé :

$$Q_{Ajout} = Q_{Ajouté_TS} + Q_{Pluv}$$

Où :

- Q_{Ajout} = Débit ajouté pour un projet devant être compensé sur la *tronçon d'égout à l'étude* (L/s);
- $Q_{Ajouté_TS}$ = Débit en temps sec ajouté par le projet tel que défini à la section 12.3.2 (L/s).
- Q_{Pluv} = Débit d'eaux pluviales (apports en temps de pluie) ajouté par le projet (L/s). Pour des projets de prolongement d'un système d'égout, voir la section 10.4.3.3 pour des valeurs théoriques.

NOTE : La norme CAN/BNQ 3682-320, *Atténuation des risques de captage et d'infiltration dans les nouveaux réseaux d'égout sanitaire*, fournit des exigences et des recommandations visant à réduire les risques de captage et d'infiltration à toutes les étapes du processus de développement des nouveaux systèmes d'égout publics et privés, de la conception à l'entretien, en passant par la planification, la construction, les inspections, l'approbation et le fonctionnement.

12.3.5 Étape 5 : Planification de mesures compensatoires

Les mesures compensatoires sont des mesures de gestion des débordements qui assurent que les normes de débordement et de dérivation supplémentaires sont respectées malgré l'ajout de débits.

Il s'agit de mesures qui retirent des apports en eaux qui atteignent le système d'égout ou qui interviennent sur l'hydraulique d'un système d'égout. Ces mesures sont décrites en détail au tome III du présent guide.

Les mesures compensatoires doivent être efficaces minimalement pour la période d'application de la norme de débordement supplémentaire. Par exemple, une mesure compensatoire prévue pour assurer le respect d'une norme de débordement supplémentaire s'appliquant sur la période « C » doit être efficace et procurer des gains minimalement entre le 1^{er} mai et le 31 octobre de chaque année (voir le Tableau 3-3 pour les intervalles associés aux périodes d'application d'une norme). Ceci est particulièrement d'intérêt pour les mesures compensatoires axées sur la réduction d'eaux d'infiltration (voir l'encadré ci-dessous).

Mise en garde importante à propos des eaux d'infiltration

Les débits d'eaux d'infiltration fluctuent sur 12 mois selon la variation du niveau des eaux souterraines. Ainsi, bien qu'un tronçon d'égout ou des drains de fondation puissent capter des eaux souterraines à certains moments d'une année (p. ex., au printemps ou à l'automne), il est possible qu'aucune eau d'infiltration ne soit présente dans le système d'égout ou dans les drains de fondation à d'autres moments de l'année. C'est le cas notamment à l'été ou l'hiver alors que le niveau des eaux souterraines atteint les niveaux annuels les plus faibles.

Une mesure peut être qualifiée de « compensatoire » à des débits ajoutés si elle procure des gains sur la période d'application des normes de débordement supplémentaires. Ce gain correspond au plus faible débit présent dans le système d'égout durant la période d'application de la norme. Ainsi, si à un certain moment durant cette période aucune eau souterraine n'est rejetée par des drains de fondation, alors une mesure visant à débrancher des drains de fondation ne procurera aucun gain.

À titre d'exemple, une municipalité qui permettrait d'ajouter 20 logements en échange du débranchement de drains de fondation en se basant sur une estimation des débits rejetés par les drains effectuée en avril, alors que ces drains sont secs à l'été, s'expose grandement à augmenter la fréquence de débordement au-delà des normes. En effet, à l'été, ces 20 logements contribueront aux débits présents dans le système d'égout alors qu'aucun débit équivalent n'aura été soutiré du système au même moment. L'exemple utilise le débranchement de drains de fondation comme mesure, mais la conclusion s'applique pour toute mesure axée sur la réduction d'eaux d'infiltration (voir le chapitre 18).

Il est donc important d'évaluer correctement, lors d'une campagne de mesures, les débits d'eaux parasites présents dans le *tronçon d'égout à l'étude* (incluant les drains de fondation si le débranchement de ceux-ci est ciblé comme mesure) durant la période d'application de la norme de débordement supplémentaire la plus longue des ouvrages de surverse présents. **La valeur du débit d'eaux d'infiltration la plus faible mesurée durant la période d'application de la norme est celle qui doit être retenue pour établir la compensation à des ajouts de débits, en reconnaissant que cette valeur peut être nulle (0 L/s).**

La planification et la conception des mesures compensatoires (et des mesures de gestion des débordements et des dérivations en général) constituent souvent un processus itératif. Une planification préliminaire des mesures compensatoires (étape 5) est donc testée par calcul ou à l'aide d'un modèle informatique d'écoulement (étape 6, section 12.3.6) qui pourra indiquer un manque de performance, obligeant de revoir la planification initiale (étape 5) qui devra être testée à nouveau (étape 6).

12.3.5.1. Mesures compensatoires axées sur l'hydraulique du système d'égout

Comme indiqué au chapitre 15, les mesures compensatoires sont classées en deux catégories : celles axées sur les réductions des débits présents dans le système d'égout (catégorie 1) et celles axées sur l'hydraulique du système d'égout (catégorie 2). Les mesures de catégorie 2, telles que l'augmentation de la capacité d'un poste de pompage ou d'un régulateur et l'augmentation du diamètre des conduites, bien que pouvant mener localement au respect des normes de débordement supplémentaires, ont pour effet d'augmenter les débits évacués vers l'aval. Ceci peut provoquer une augmentation de la fréquence de débordement des ouvrages de surverse en aval et, donc, le non-respect de normes de débordement supplémentaires. Une telle approche constitue un déplacement des débordements d'un point de débordement à un autre et n'est pas acceptable, sauf si un gain environnemental peut être démontré, par exemple, si l'augmentation de la fréquence des débordements vers un milieu moins sensible est accompagnée d'une réduction de la fréquence des débordements vers un milieu plus sensible. Dans ce dernier cas, les normes de débordement supplémentaires devront être ajustées en conséquence. À cette fin, une municipalité peut remplir le module B du [Formulaire de demande de report d'application ou de modification d'une norme de débordement supplémentaire](#).

Lorsque le déplacement des débordements s'effectue vers la station d'épuration, une augmentation de la fréquence des dérivations est à prévoir. Malgré l'énoncé de la Position ministérielle, cette situation peut présenter un gain environnemental, et donc être acceptable, si les eaux dérivées ont pu subir un traitement, même partiel, avant d'être rejetées dans l'environnement (p. ex., si les eaux sont dérivées après leur passage dans un décanteur ou un dessableur). Un traitement partiel de type « dégrilleur » ne présente pas, à lui seul, un gain environnemental.

12.3.5.2. Localisation des mesures compensatoires

A priori, les mesures compensatoires devraient être appliquées à l'intérieur du bassin de drainage de l'ouvrage de surverse où des débits ont été (ou seront) ajoutés. Il est toutefois possible d'appliquer des mesures compensatoires dans un bassin de drainage différent. Une telle approche implique généralement que la fréquence de débordement augmentera dans le bassin où a lieu l'ajout de débits, alors que la fréquence de débordement sera réduite dans le bassin où a lieu la compensation. Une modification des normes de débordement supplémentaires est donc requise et une demande en ce sens doit être adressée au Ministère (voir la page Web [Demande de report d'application ou de modification d'une norme de débordement supplémentaire](#)). Une telle demande peut être acceptée par le Ministère si le gain environnemental est supérieur à celui obtenu par la mise en œuvre de mesures compensatoires dans le bassin de drainage où les débits ont été (ou seront) ajoutés. Dans son analyse, le Ministère considère notamment, en plus des volumes et des fréquences de débordement en cause, les objectifs de débordement des ouvrages de surverse concernés, la possibilité de récupération d'usages de l'eau, les usages devant être préservés, etc.

12.3.5.3. Mesure compensatoire axée sur les volumes débordés

La réduction du volume d'eau débordé ou du temps de débordement peut être acceptée à titre de mesure compensatoire. Dans ce cas, la municipalité doit présenter au Ministère les renseignements nécessaires pour lui permettre de juger de l'acceptabilité de cette approche (p. ex., des résultats de simulations ou des données colligées sur plusieurs années à l'aide d'équipements appropriés, tels que des systèmes de contrôle en temps réel, des systèmes de mesure des volumes débordés, etc.). À noter que la quantification des volumes d'eaux usées débordés nécessite un appareillage plus sophistiqué qu'un enregistreur de temps des débordements et peut s'avérer complexe. De plus, la fiabilité et la calibration de l'appareillage doivent être vérifiées régulièrement.

Toutefois, puisque les normes de débordement supplémentaires sont exprimées en fréquence de débordement dans l'AAM, les effets d'une réduction de volume des débordements sur la fréquence des débordements doivent être présentés. Si des normes de débordement supplémentaires doivent être modifiées, le module B du [Formulaire de demande de report d'application ou de modification d'une norme de débordement supplémentaire](#) doit être rempli.

12.3.5.4. Durée des débordements

Toute augmentation de la durée d'un débordement est susceptible d'augmenter la fréquence de débordement et d'entraîner ainsi le non-respect de la norme de débordement supplémentaire. Des mesures compensatoires sont donc requises lorsqu'une augmentation de la durée des débordements est anticipée.

Ainsi, le recours à une plaque-orifice pour limiter le débit sortant d'un ouvrage de surverse constitue un exemple de mesure compensatoire jugée inadéquate puisqu'elle a pour effet d'augmenter localement la durée du débordement. Une plaque-orifice présente aussi un risque d'obstruction, soit un autre argument défavorable à ce type de solution.

12.3.5.5. Report et modification d'une norme de débordement supplémentaire

Lorsqu'une municipalité prévoit des mesures compensatoires, le Ministère permet que l'application des normes de débordement supplémentaires des ouvrages de surverse affectés par ces mesures puisse être reportée le temps que les mesures soient mises en œuvre. À cet effet, le **module A** du [Formulaire de demande de report d'application ou de modification d'une norme de débordement supplémentaire](#) doit être transmis au Ministère si une municipalité souhaite reporter l'application d'une norme de débordement supplémentaire. L'échéancier de mise en œuvre des mesures planifiées doit être suffisamment justifié, car l'acceptation de la demande de report de norme porte en partie sur cet élément.

Si une municipalité souhaite mettre en œuvre des mesures compensatoires qui auront un effet sur un autre tronçon d'égout que le tronçon d'égout à l'étude, alors le **module B** du même formulaire doit être rempli. En effet, une telle approche implique d'augmenter la norme de débordement supplémentaire d'un ouvrage de surverse et de réduire la norme de débordement supplémentaire d'un autre ouvrage. Des gains environnementaux substantielles liés à ces modifications devront cependant être démontrés. Le Ministère évalue les demandes de modification de normes (module B) en fonction notamment des critères indiqués à la section 10.2. Si une municipalité envisage de modifier des normes de débordement, elle devrait consulter le Ministère avant de s'engager dans cette voie.

La mise en œuvre de toute mesure compensatoire indiquée au formulaire doit être terminée au **31 décembre 2030** au maximum. Cela signifie que le Ministère n'effectuera aucun report de norme de débordement (ou de dérivation) supplémentaire au-delà du 1^{er} janvier 2031.

12.3.6 Étape 6 : Évaluation des conséquences des ajouts de débits sur un système d'égout en contexte de pluie

Comme expliqué à la section 9.8, les ouvrages de surverse ne disposent d'aucune capacité résiduelle en temps de pluie si aucune mesure compensatoire n'a été mise en œuvre. Ainsi, le Ministère considère que tout ajout de débits dans un système d'égout, qu'il soit unitaire, domestique ou pseudo-domestique, est susceptible de provoquer le non-respect de la norme de débordement supplémentaire (en temps de pluie) des ouvrages de surverse affectés par cet ajout.

Par conséquent, **tout ajout de débits doit être accompagné de mesures compensatoires sur le tronçon d'égout à l'étude.**

RAPPEL : Le *tronçon d'égout à l'étude* est le tronçon d'égout à partir du point d'ajout de débits jusqu'à la station d'épuration, tel qu'indiqué en introduction du présent chapitre.

IMPORTANT : le nombre maximal permis de débordement fixé par les normes de débordement supplémentaires s'applique sur la somme des débordements en fonte et en pluie. Les approches décrites ci-après ne vise que les débordements causés par des pluies.

Deux approches sont possibles pour évaluer l'efficacité des mesures compensatoires envisagées à l'égard des débordements en temps de pluie. Une mesure compensatoire (ou un ensemble de mesures) est efficace si elles permettent que les normes de débordement supplémentaires de tous les ouvrages de surverse situés sur le tronçon d'égout à l'étude, ainsi que celles des ouvrages de dérivation, soient respectées et ce, malgré l'ajout de débits.

- À partir d'un événement de pluie ponctuel (pour une évaluation préliminaire seulement);
- En simulant sur une longue durée des données de pluie historiques (approche recommandée).

12.3.6.1. Approche par événement de pluie ponctuel

À titre préliminaire (voir l'encadré ci-dessous), l'approche par événement de pluie ponctuel consiste à simuler un seul événement de pluie pour établir la capacité d'un système d'égout à respecter les normes de débordement supplémentaires en conditions futures à la suite d'ajout de débits et de mesures compensatoires.

Une pluie synthétique de référence (p. ex., la pluie de type Chicago, SCS ou SEA d'une durée de trois heures, six heures ou autres; voir la section 6.3.5 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) [MDDEFP et MAMROT, 2011]) ou une pluie réelle d'intérêt peuvent être utilisées. L'utilisation d'un événement de pluie réel, plutôt que synthétique, autant en conditions actuelles qu'en conditions futures, est préférable, car elle facilite la prédiction des augmentations de débits dans le système en temps de pluie.

Le débit en temps sec de pointe (par exemple, un débit mesuré dans le réseau à 7 h, au moment où le niveau des eaux souterraines est le plus haut durant la période d'application des normes de débordement supplémentaires des ouvrages de surverse à l'étude, qui est généralement dans les mois de printemps) devrait être présent comme débit de base dans le système d'égout au début de la simulation de l'événement de pluie afin d'obtenir des résultats conservateurs. Si une pluie synthétique est utilisée, une période de retour de l'événement de pluie doit être spécifiée. Au minimum, cette période de retour devrait correspondre à la fréquence de la norme de débordement supplémentaire. Par exemple, une norme « PFC7 – quotidienne » associée à un ouvrage de surverse signifie qu'à cet ouvrage, il ne peut y avoir plus de sept journées avec débordement entre le 1^{er} mai et le 31 octobre, soit l'équivalent d'une journée de débordement par mois. Ainsi, au minimum, la période de retour de la pluie synthétique devrait être de 1/mois (un événement par mois). La méthode pour établir la période de retour minimale de la pluie synthétique est décrite ci-dessous.

Mise en garde concernant l'approche par événement de pluie ponctuel

L'approche par événement de pluie ponctuel est utile pour évaluer préliminairement les conséquences sur le système d'égout d'ajouts de débits et l'efficacité de mesures compensatoires. En effet, les normes de débordement supplémentaires sont en vigueur durant plusieurs mois, selon la période d'application inscrite dans cette norme (p. ex., la période « C » s'applique pendant sept mois, soit du 1^{er} mai au 31 octobre). Une analyse du comportement du système d'égout basée sur la simulation d'un seul événement de pluie ne procure donc pas une grande certitude quant à la capacité du système à déborder à des fréquences égales ou inférieures aux valeurs fixées par les normes de débordement supplémentaires durant la période d'application des normes.

Il est aussi important de rappeler que la plupart des normes de débordement supplémentaires des ouvrages de surverse ont été établies sur le maximum annuel de débordements déclarés par les exploitants municipaux entre 2009 et 2013⁴⁷. Par exemple, l'établissement d'une norme PFC7 pour un ouvrage de surverse donné veut dire qu'entre 2009 et 2013, le nombre maximal de débordements déclarés par l'exploitant municipal entre le 1^{er} mai et le 31 octobre à cet ouvrage a été de sept débordements. Parmi ces

⁴⁷ La méthodologie suivie par le Ministère pour établir les normes de débordement supplémentaires est décrite à l'annexe 7 des [Références techniques pour la première attestation d'assainissement municipale](#) (MELCC, 2023).

sept débordements, il y a peut-être eu des événements de pluie de période de retour de 5 ans, 20 ans et 100 ans. Ainsi, l'utilisation d'un seul événement de pluie ayant une période de retour équivalente à la fréquence de débordement de la norme revient à utiliser un événement statistiquement moyen qui peut ne pas refléter la saison pluviométrique qui a mené à l'établissement de la norme de débordement supplémentaire.

Par ailleurs, la norme de débordement supplémentaire s'applique aux débordements en contexte de pluie, mais aussi de fonte. **Une analyse basée sur un événement ponctuel de pluie ne permet donc pas de tenir compte des débordements provoqués par la fonte ou la présence d'eaux d'infiltration durant le dégel printanier et qui sont aussi encadrés par la norme de débordement supplémentaire.** Cette remarque n'est pas applicable pour les normes de débordements dont la période d'application est « D » puisque celle-ci débute le 1^{er} juin, soit après la période de fonte/dégel.

Ceci est un argument supplémentaire soulignant la nature « préliminaire » des conclusions qui peuvent être tirées d'une analyse basée sur une approche par événement de pluie ponctuel.

Détermination de la période de retour d'une pluie synthétique

L'approche consiste à établir le lien entre la fréquence de surverse (en journée débordée) et la période de retour de l'événement de pluie synthétique.

La première étape consiste à connaître la fréquence de débordement à respecter pour un ouvrage de surverse donné. Il s'agit de la norme de débordement supplémentaire inscrite dans l'AAM. Si l'AAM n'a pas encore été délivrée, le système SOMAEU peut être consulté pour connaître les normes de débordement supplémentaires.

NOTE : À moins qu'une AAM ait été délivrée pour une OMAEU, le concepteur doit considérer les normes inscrites dans le système SOMAEU comme étant provisoires. Ainsi, dans une telle situation, avant d'utiliser une norme de débordement inscrite dans le système SOMAEU, un concepteur devrait valider l'information auprès du Ministère puisque cette dernière pourrait être modifiée à l'occasion de la délivrance d'une AAM.

Si la norme de débordement supplémentaire est exprimée sur une base hebdomadaire (parce qu'elle s'appuie sur des données de débordement obtenues à l'aide d'un repère visuel), alors la fréquence de débordement associé à cette norme ne correspond pas à la fréquence réelle de débordement (en journée). En effet, pour un ouvrage de surverse suivi par un repère visuel, plus d'un débordement a pu survenir entre deux visites de l'inspecteur municipal, bien qu'un seul événement ait été consigné. Au Québec, il y a environ 2,5 à 3,5 jours de pluie par semaine en moyenne (journée avec plus de 0,2 mm, voir Tableau 2-1).

Ainsi, un équivalent « quotidien » doit être établie lorsqu'une norme de débordement supplémentaire est exprimée sur une base hebdomadaire. De manière générale, plus la valeur numérique de la norme de débordement hebdomadaire est près de 1, plus le nombre de journée avec débordement devrait être près de 1. À l'inverse, plus la valeur numérique de la norme hebdomadaire est près du nombre de semaine comprise dans la période d'application, plus le nombre de jour avec débordement par mois devrait s'approcher du nombre moyen de journée avec pluie par mois, soit typiquement entre 12 et 16 jours de pluie par mois (voir Tableau 2-1).

IMPORTANT : Prise en compte des débordements en fonte

S'il est démontré que des débordements en fonte ont été répertoriés aux ouvrages de surverse situés sur le tronçon à l'étude, alors ces débordements en fonte doivent être pris en compte. Cela peut se refléter en modifiant les méthodes décrites ci-après. Voir la rubrique *Hypothèse de pluie la plus conservatrice* en page 12-16 pour plus de détails.

Deux méthodes sont suggérées pour établir le nombre de journée avec débordement à partir d'une norme hebdomadaire:

- **MÉTHODE 1 : Par majoration de la norme par un facteur établi à partir des données récentes de suivi des débordements.**

Prérequis : Disposer d'au moins trois ans de données de débordement collectées grâce à un système de suivi électronique des débordements

Description : sont disponibles à l'ouvrage de surverse à l'étude. Il s'agit de déterminer, pour l'ensemble des semaines pour lesquelles un débordement en contexte de pluie ou fonte a été répertoriée, le nombre moyen de jour avec débordement en contexte de « pluie » ou « fonte » tel que résumé par l'équation ci-dessous :

$$F = (J_{\text{Fonte}} + J_{\text{Pluie}}) / \text{Semaine}_{\text{PF}}$$

Où :

F = Moyenne de jour avec occurrence de débordement en contexte de pluie ou de fonte par semaine;

J_{Fonte} = Journées avec déclaration de débordement en contexte de fonte

J_{Pluie} = Journées avec déclaration de débordement en contexte de pluie

Semaine_{PF} = Nombre de semaine pour lesquelles un débordement en contexte de pluie ou fonte a été répertoriée

La valeur moyenne (F) représente le facteur de majoration de la norme exprimée sur une base hebdomadaire. Ainsi, le produit de la norme de débordement exprimée sur une base hebdomadaire par le facteur de majoration permet d'obtenir une estimation du nombre journée avec occurrence de débordement (J) en contexte de pluie ou de fonte.

- **MÉTHODE 2 : Par estimation basée un modèle statistique estimant les occurrences de débordement.**

Prérequis : Disposer des relevés de débordements hebdomadaires pour l'année de référence de la norme⁴⁸.

Description : Le nombre de jour avec débordement en contexte de pluie ou de fonte vraisemblable pour la période d'application de la norme peut être obtenu à partir de l'équation suivante :

$$J = n(1 - \theta) \quad \sigma = [n\theta(1 - \theta)]^{1/2}$$

Où :

J = Nombre de jour avec occurrence de débordement en contexte de pluie ou de fonte durant la période d'application de la norme de débordement supplémentaire;

⁴⁸ Tel qu'indiqué à la section 3.4.1.1, pour la plupart des ouvrages de surverse, la norme de débordement supplémentaire correspond à la valeur maximale parmi les fréquences de débordement en contexte de fonte et de pluie ayant été répertoriées par les exploitants municipaux à chacune des années entre 2009 à 2013 inclusivement. L'année de référence de la norme correspond à l'année dont la fréquence de débordement a conditionné l'établissement de la norme. Par exemple, si c'est la fréquence de débordement répertoriée en 2011 qui est la fréquence la plus grande ayant été répertoriée entre 2009 et 2011 et qui donc, a servi à fixer la valeur numérique de la norme pour un ouvrage de surverse donné, alors l'année 2011 est l'année de référence de cette norme.

σ = Écart-type

n = Nombre de jour compris dans la période d'application de la norme (p.ex. 123 jours ou 184 jours pour la période « D » et « C » respectivement)

θ = Probabilité d'occurrence de jour sans surverse, telle que déterminée selon l'équation suivante :

$$\theta = \left[\frac{N_0}{N_0 + rN_1} \right]^{\frac{1}{r}}$$

Où :

N_0 = Nombre de relevé fait à l'ouvrage de surverse où aucun déplacement du repère visuel n'a été constaté (c.-à-d. aucun débordement constaté)

N_1 = Nombre de relevé fait à l'ouvrage de surverse où un déplacement du repère visuel a été constaté et à la suite duquel un débordement en contexte de pluie a été déclaré par l'exploitant municipal

r = Nombre de jour moyen entre deux relevés effectués à l'ouvrage de surverse par l'inspecteur municipal pour constater le déplacement ou non du repère visuel (p.ex. $r = 7$ jours pour une visite à tous les lundis) tel qu'établi à partir des relevés de débordement de l'exploitant municipal pour l'année de référence de la norme⁴⁹

Le nombre de jour avec occurrence de débordement (qu'il est ou non été obtenu selon l'une des méthodes décrites ci-haut) doit par la suite être exprimé sous forme de période de retour. Pour ce faire, la relation suivante peut être utilisée :

$$P = J / N_{\text{mois}}$$

Où :

- P** = Période de retour des débordements en contexte de pluie ou de fonte (exprimée en mois);
- J** = Nombre de jour avec occurrence de débordement en contexte de pluie ou de fonte durant la période d'application de la norme de débordement supplémentaire;
- N_{mois}** = Nombre de mois compris dans la période d'application de la norme de débordement supplémentaire.

La période de retour des débordements de l'ouvrage de surverse à l'étude est donc de « P » fois par mois. Une courbe intensité-durée-fréquence (IDF) peut par la suite être produite pour cette période de retour. Des courbes IDF de grandes récurrences (dont la période de retour est petite) sont disponibles auprès du service [Info-Climat](#) du Ministère⁴⁹. La courbe correspondant à la région et à la période voulue peut être fournie sur demande. Celle-ci peut également être produite à partir d'une station météorologique locale.

⁴⁹ Le service Info-Climat du Ministère peut produire des données IDF de grandes récurrences allant de une fois aux six mois (1/6 mois) jusqu'à neuf fois par mois (9/mois).

Exemple

L'ouvrage de surverse à l'étude possède une norme de débordement supplémentaire « PFB3 – hebdomadaire », comme indiqué dans l'AAM. Les débordements y sont répertoriés à l'aide d'un système de suivi électronique des débordements depuis seulement six mois, offrant un historique de données insuffisant pour estimer un facteur de majoration (méthode 1). Ainsi, la méthode 2 décrite ci-haut est utilisée. Les informations sur l'ouvrage de surverse indiquent que l'année de référence pour l'établissement de la norme de débordement « PFB3 » est 2011. Lors de cette année, pendant la période de sept mois du 1^{er} mai au 30 novembre (n = 214 jours) correspondant à la période « B », l'ouvrage de surverse a été visité 36 fois par un technicien, soit une visite à tous les 5,9 jours en moyenne (r = 5,9). De ces 36 visites, le déplacement du repère visuel a été constaté cinq fois. Ces constats ont mené à une (1) déclaration de débordement en contexte de fonte, trois (3) déclarations en contexte de pluie et une (1) déclaration en contexte d'urgence. Lors des 31 autres visites, aucun déplacement du repère visuel n'a été constaté. Ainsi, N₁=3 et N₀=31. À partir des équations décrites à la méthode 2, la valeur moyenne du nombre de jour avec débordement en pluie ou fonte durant la période « B » est estimée à 15,7 (J = 15,7) avec un écart-type de 3,8 jours.

La période de retour des débordements en contexte de pluie (P) seulement (fonte exclue) peut donc être calculée ainsi :

$$\begin{aligned} P &= J / N_{\text{mois}} = 15,7 \text{ jours avec débordement pluie-fonte} / 7 \text{ mois} \\ &= 2,2 \text{ débordements par mois} \\ &\approx 2 \text{ débordements par mois} \end{aligned}$$

Une courbe IDF pour une période de retour correspondant à celle des débordements (2 fois par mois) peut alors être obtenue pour la municipalité visée, comme illustrée à la Figure 12-2. Cette courbe permet de déterminer l'intensité moyenne de la pluie synthétique qui a la durée souhaitée. Ainsi, pour une pluie d'une durée de trois heures, l'intensité moyenne serait environ 3,1 mm/h ou 9,3 mm sur trois heures. L'intensité de cette pluie pourrait ensuite être utilisée pour planifier préliminairement des mesures compensatoires visant à diminuer les apports en temps de pluie à l'aide d'un modèle informatique calibré, ou par une méthode simplifiée telle que la méthode rationnelle⁵⁰ (en sachant que les débordements en fonte ne sont pas considérés).

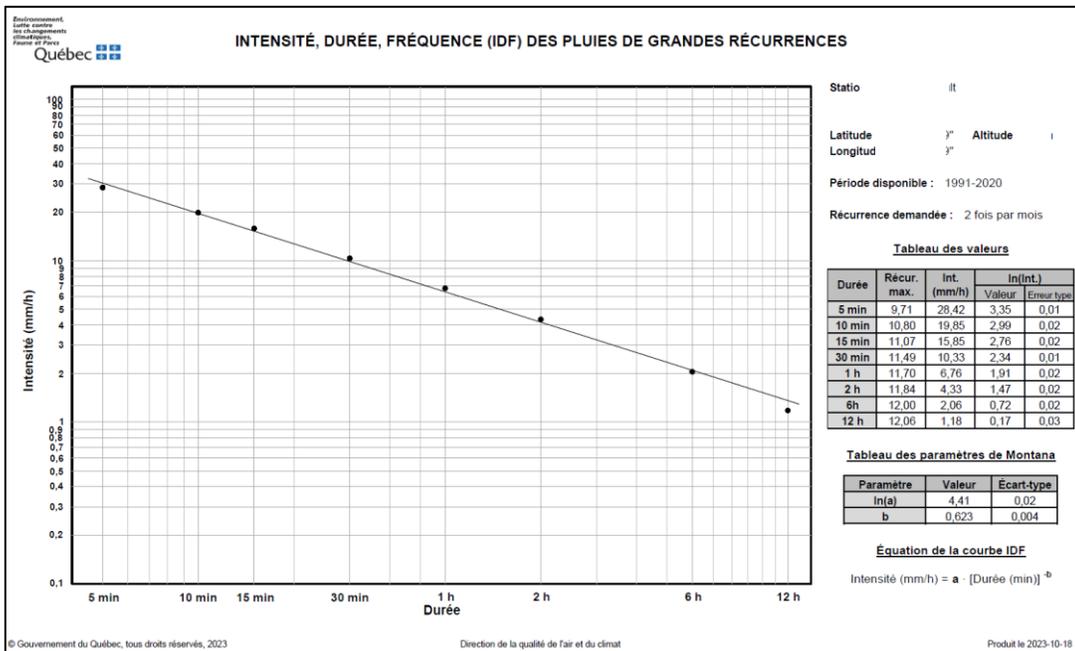


Figure 12-2. Exemple de courbe IDF de grandes récurrences produite par le service [Info-Climat](#) du Ministère (récurrence de deux fois par mois présentée)

⁵⁰ La méthode rationnelle est décrite au chapitre 6 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011).

Caractéristique des pluies ponctuelles

Lorsqu'un modèle informatique calibré est utilisé, **la simulation d'une variété de pluies ponctuelles est recommandée**. Par exemple, des pluies synthétiques de type Chicago, SCS ou SEA de différentes durées et hauteurs de précipitation devraient être simulées⁵¹. Ces types de pluies sont généralement conseillés pour les milieux urbains et sont fréquemment utilisés en Amérique du Nord. Le résultat des simulations menant à la conception de mesures compensatoires la plus conservatrice devrait être retenu. La définition d'une pluie conservatrice dépend de la mesure de gestion des débordements et des dérivations envisagée. Voir ci-dessous « *Hypothèse de pluie la plus conservatrice* ».

Lorsqu'une méthode de calcul simplifiée basée sur la méthode rationnelle est utilisée pour évaluer la performance de mesures compensatoires axée sur la réduction d'apports en temps de pluie (débits de captage direct), une intensité de pluie doit être postulée. Cette intensité devrait être déterminée pour une pluie dont la durée correspond au temps de concentration du bassin versant en amont de l'ouvrage de surverse à l'étude. Par exemple, si le bassin de drainage de l'ouvrage de surverse possède un temps de concentration de 30 minutes, alors l'intensité de pluie serait d'environ 18 mm/h selon la Figure 12-2. Ainsi, une pluie d'une hauteur totale de précipitation de 9 mm et une intensité de 18 mm/h pourrait être utilisée comme hypothèse de calcul simplifiée.

Hypothèse de pluie la plus conservatrice

Dans la planification initiale des mesures compensatoires, il importe d'adopter une approche sécuritaire (conservatrice). À cet effet, le choix des pluies conditionne souvent le caractère conservateur ou non d'un scénario. Cependant, le choix de la pluie conservatrice dépend des mesures compensatoires qui agissent sur les apports en temps de pluie (voir le tableau 15-1).

Pour les **mesures compensatoires qui affectent l'hydraulique d'un système d'égout** (p. ex., augmentation de la capacité d'un poste de pompage, aménagement d'un bassin de rétention), le choix des pluies qui ont les plus grandes intensités (mm/h) ou les plus grandes hauteurs de précipitation (mm) sont souvent celles qui mènent aux résultats les plus conservateurs puisqu'elles mènent à des solutions de plus grande envergure. Par contre, pour les **mesures compensatoires visant à diminuer les apports en temps de pluie** (p. ex., débranchement de gouttières, séparation de réseaux ou aménagement de système de biorétention), ce sont les pluies de faible intensité et de faible hauteur qui mènent à des solutions de plus grande envergure. Il importe donc de bien comprendre les mesures compensatoires envisagées pour déterminer l'hypothèse de pluie ponctuelle la plus conservatrice.

Ainsi, par exemple, pour des **mesures compensatoires visant à diminuer les apports en temps de pluie**, les méthodes 1 et 2 peuvent être utilisées tels que décrites car elles mènent à une hypothèse de pluie conservatrice. Pour les **mesures compensatoires qui affectent l'hydraulique d'un système d'égout**, les méthodes 1 et 2 pourraient être modifiées pour ne pas tenir compte des jours avec débordement en fonte. De la sorte, les fréquences de pluie calculées seront plus faibles, menant à des intensités ou des hauteurs de précipitation plus élevées.

Étendue de l'analyse

L'analyse des pluies qui causent les débordements devrait être effectuée **pour chacun des ouvrages de surverse situés sur le tronçon d'égout à l'étude**. En effet, il est possible qu'un ajout de débits en temps sec ait un impact sur plus d'un ouvrage de surverse et que des mesures compensatoires soient requises pour chaque ouvrage situé en aval. Par exemple, pour une pluie de faible intensité qui ne ferait pas déborder l'ouvrage de surverse en amont, l'ensemble des eaux serait dirigé vers les ouvrages plus en aval où des débordements pourraient survenir. Dans ce cas, lorsque plusieurs ouvrages de surverse sont affectés par un ajout de débit, la planification des mesures compensatoires doit se baser sur la norme de débordement supplémentaire qui mène à la pluie la plus conservatrice (voir la section « Hypothèse de pluie

⁵¹ Voir la section 6.3.5 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011) pour plus de détails sur les pluies synthétiques.

la plus conservatrice » ci-haut). Il peut donc s'agir de la norme avec la plus faible fréquence de débordement (p.ex. PFD1) ou la plus élevée (p.ex. PFD10) selon la nature des mesures compensatoires envisagées.

12.3.6.2. Approche par simulation de données historiques de pluie

L'approche par simulation de données historiques consiste à simuler sur une longue période le comportement du système d'égout en utilisant les données pluviométriques disponibles sur plusieurs années. Ceci permet de caractériser le système d'égout sur une plus longue période et de mieux prévoir la fréquence des débordements attendue. Il s'agit de l'approche qui permet de valider avec le moins d'incertitude le respect des normes de débordement supplémentaires qui s'appliquent sur plusieurs mois. Une approche par simulation de données historique ne permet que d'estimer les journées avec débordements en contexte de pluie. Les débordements en contexte de fonte, aussi ciblés par les normes de débordement supplémentaire, ne sont pas quantifiés par cette approche.

IMPORTANT : Prise en compte des débordements en fonte

S'il est démontré que des débordements en fonte ont été répertoriés aux ouvrages de surverse situés sur le tronçon à l'étude, alors ces débordements en fonte doivent être pris en compte. En effet, ces débordements participent au décompte des débordements aux fins de la vérification du respect de la norme supplémentaire. Ainsi, dans ce cas, la valeur cible du nombre de débordements en contexte pluie ne devrait pas correspondre à la valeur numérique de la norme, mais plutôt une valeur moindre afin de prévoir une marge de manœuvre pour les débordements en fonte. L'objectif est d'éviter que les débordements en fonte susceptibles de survenir fassent en sorte que le total de débordements en Pluie + Fonte excède les normes de débordements des ouvrages de surverses situés sur le tronçon à l'étude. Une telle situation placerait une municipalité en situation de manquement face à ses normes de débordement.

Cette approche consiste donc à utiliser les données de précipitation disponibles pour la période la plus longue parmi les périodes d'application des normes de débordement supplémentaires des ouvrages affectés par les ajouts planifiés de débits. Par exemple, si les périodes d'application des normes des ouvrages de surverse à l'étude varient entre « C » et « D », alors la simulation devrait couvrir la période la plus longue, soit la période « C », entre le 1^{er} mai et le 31 octobre. Les données pluviométriques disponibles pour cette période devraient ainsi être simulées dans un modèle qui inclut les ajouts de débits pour vérifier le respect des normes.

NOTE 1: La simulation de données pluviométriques permet d'établir la fréquence des débordements en contexte de pluie. Or, les normes de débordement supplémentaires s'appliquent aussi pour les débordements en contexte de fonte. Ainsi, une fréquence de débordement en fonte doit être ajoutée à celle en pluie déterminée par la simulation pour obtenir le total des débordements en pluie et en fonte, lequel doit être égal ou inférieur à la norme de débordement supplémentaire associé à l'ouvrage de surverse étudié.

NOTE 2 : Les données de pluie ne sont généralement pas disponibles à l'extérieur de la période du 1^{er} mai au 31 octobre puisque les pluviomètres ne sont souvent pas fonctionnels durant la saison froide.

12.3.6.3. Éléments de vérification des simulations informatiques

Quelle que soit l'approche utilisée, par événement de pluie ponctuel ou par simulation de données historiques, les résultats de simulation devraient s'intéresser aux éléments suivants :

- **Les débordements aux ouvrages de surverse.** Il s'agit de l'élément fondamental dans le contexte du présent guide. Les résultats de simulation doivent démontrer l'absence de débordement en temps sec et le respect des normes de débordement supplémentaires (en temps de pluie), et ce, malgré tous les ajouts de débits planifiés. Si des débordements non conformes sont observés à la suite de la simulation en temps de pluie, les mesures compensatoires prévues

devraient être bonifiées et la performance de celles-ci doit être évaluée jusqu'à ce que les résultats démontrent le respect des normes de débordement supplémentaires.

- **Les niveaux de surcharge du système d'égout.** Il s'agit de s'assurer d'une protection adéquate contre les refoulements d'égout dans les sous-sols ou à la surface. Le niveau piézométrique du système d'égout devrait normalement se situer de 1,8 à 2,0 m sous la ligne de pavage afin d'assurer une protection contre les refoulements d'égout. La période de retour de la pluie à utiliser pour une telle analyse est à déterminer par la municipalité, mais une pluie de période de retour de 10 ans est généralement utilisée.

12.3.7 Demande d'autorisation

Une activité qui a pour effet de rejeter des débits vers un système d'égout peut devoir faire l'objet d'une demande d'autorisation auprès du Ministère en vertu de l'article 22 de la Loi sur la qualité de l'environnement. La section 3.1.1 peut être consultée pour plus de détails.

CHAPITRE 13. Instrumentation et campagne de mesures

13.1 Objectif de la campagne de mesures

L'objectif principal de la campagne de mesures est de récolter des données de précipitation et des données de débits. Ces données sont utiles pour :

- Établir les débits en temps sec permettant de quantifier les débits d'eaux usées et les débits d'eaux d'infiltration (voir le 0);
- Établir les apports en temps de pluie;
- Déterminer les tronçons d'égout qui ont des apports problématiques d'eaux parasites;
- Déterminer les mesures de gestion des débordements à préconiser et les secteurs du système d'égout où elles doivent être mises en œuvre (les mesures de gestion des débordements sont l'objet du tome III du présent guide);
- Calibrer et valider les modèles numériques d'écoulement (chapitre 14).

Une campagne de mesures permet plus spécifiquement ce qui suit :

- Caractériser les pluies qui causent des débordements;
- Comprendre la dynamique du système d'égout lors des débordements;
- Déterminer la durée des débordements et le volume débordé;
- Valider les données relatives aux rejets d'origine domestique ou des ICI et établir les facteurs de pointe et les patrons de variation horaire des débits sur une base quotidienne et hebdomadaire;
- Caractériser les différents apports d'eaux au réseau (usages sanitaires d'origine domestique, industrielle, institutionnelle, débit d'infiltration, débit de captage);
- Déterminer la capacité résiduelle d'un tronçon du système d'égout par temps sec.

La campagne de mesures doit être planifiée pour récolter le plus d'information possible à des sites stratégiquement établis pour pouvoir mieux comprendre la dynamique du réseau. Le type de système d'égout (unitaire, domestique, pseudo-domestique), le positionnement des appareils, la période de l'année, la durée de la campagne, la fréquence de suivi, le nombre de sites à mesurer et le type d'appareil sont des facteurs importants à considérer dans la planification des campagnes de mesures. Les connaissances acquises antérieurement sur les caractéristiques des systèmes d'égout comme, par exemple, les normes de débordement supplémentaires des ouvrages de surverse et leur période d'application, le nombre de débordements répertoriés, le comportement hydraulique du système d'égout et sa structure, constituent des informations essentielles à prendre en compte dans la planification d'une campagne de mesures.

Même si une campagne de mesures peut représenter dans certains cas des coûts appréciables, l'acquisition des données constitue souvent la seule approche adéquate pour quantifier correctement l'ampleur des eaux de captage et d'infiltration. La précision de cette quantification peut être déterminante sur le choix des mesures de gestion des débordements. La campagne de mesures doit être envisagée comme un investissement à long terme susceptible de réduire le temps nécessaire à la calibration et à la validation du modèle numérique, et d'orienter les décisions quant à la gestion des débordements.

13.1.1 Mesures obligatoires en vertu du ROMAEU

Le ROMAEU oblige les exploitants municipaux à mesurer le débit entrant à la station et les occurrences de débordements d'eaux usées.

Ces données constituent une base pour établir un état de situation sommaire des débordements. Mais elles doivent nécessairement être complétées par une instrumentation additionnelle du système d'égout pour obtenir toutes les données utiles pour poser un diagnostic adéquat de l'hydraulique d'un système d'égout et des causes des débordements. Ces données additionnelles sont essentiellement les données de précipitation locales et les débits en de multiples points sur le réseau, que ces données soient obtenues dans le cadre d'un programme de suivi permanent ou dans le cadre d'une campagne de mesures ponctuelle s'échelonnant sur quelques mois ou années.

Obligations de mesure prévues au ROMAEU

Débit entrant à la station

L'article 4 du ROMAEU stipule que :

L'exploitant d'une station d'épuration doit mesurer le débit journalier des eaux usées traitées par sa station à l'aide d'un appareil permettant de mesurer le débit avec une marge d'erreur inférieure à 15 % de la valeur réelle.

Cet appareil doit être maintenu en bon état de fonctionnement en tout temps. Il doit en outre être étalonné au moins une fois par année.

Dans le ROMAEU, le terme *étalonnage* doit être interprété, en général, comme une vérification de l'exactitude du système de mesure. Dans certaines situations, un étalonnage du système doit cependant être effectué, par exemple lorsque l'écart maximal toléré n'est pas respecté lors de la vérification de l'exactitude. L'exploitant doit s'assurer d'avoir les connaissances suffisantes et l'équipement nécessaire pour effectuer la vérification de l'exactitude du système de mesure. Dans le cas contraire, le recours aux services d'une firme spécialisée dans l'étalonnage et la vérification de l'exactitude des systèmes de mesure du débit est nécessaire. Dans la mesure du possible, la vérification de l'exactitude doit permettre de confirmer que le système de mesure des débits journaliers qui est en place est adéquat pour l'ensemble de la plage de débits réels de la station (débit moyen, débit minimal et débit maximal).

Occurrence des débordements d'eaux usées

Comme indiqué à la section 3.3, l'article 9 du ROMAEU exige que tous les débordements d'eaux usées soient répertoriés.

Étant donné l'importance des équipements qui répertorient les débordements dans la gestion des débordements, ce sujet est traité spécifiquement au chapitre 6.

13.2 Pluviométrie

L'enregistrement en continu de données pluviométriques locales est fondamental et devrait être systématiquement inclus dans toute campagne de mesures puisque les précipitations sont responsables de variations importantes des débits dans les systèmes d'égout. L'acquisition de données pluviométriques (et avec des équipements en redondance en cas de dysfonctionnement) est indispensable pour comprendre la dynamique d'un réseau d'égout et développer un modèle informatique représentant le système d'égout.

NOTE : Les exploitants municipaux peuvent rapporter dans le système SOMAEU la quantité de précipitations liquides, en millimètre, enregistrée chaque jour (voir la section 3.4.7.2). Dans ce contexte, et considérant le faible coût d'un pluviomètre (~3000 \$ ou moins pour un pluviomètre à auget) et l'utilité considérable des données de pluie **locales** pour la gestion des débordements et des dérivations (analyse des caractéristiques des pluies provoquant des débordements ou des dérivations, analyse de solutions, conception de mesures de gestion des eaux, calibration de modèle informatique, etc.), **l'installation et l'exploitation de pluviomètres ne peuvent qu'être encouragées**. Autrement, les municipalités devraient vérifier l'accès à des données pluviométriques locales via des stations météorologiques exploitées par les ministères responsables de l'environnement du Québec ou du Canada, ou via des stations météorologiques locales exploitées par d'autres organisations comme Hydro-Québec, des universités ou autres centres de recherche, le ministère des Transports du Québec, etc.

Les données de pluie locales sont essentielles, car les événements de précipitation de type convectif, souvent associés aux orages observés en fin d'après-midi d'une journée d'été chaude et humide, peuvent s'étendre sur une zone de quelques kilomètres seulement. Ainsi, les données d'une station météorologique distante ont peu de chance de refléter les conditions de précipitation observées à un ouvrage de surverse, du moins pour les événements de précipitation convectifs (orages). Or, ces événements convectifs produisent typiquement des pluies de durée relativement courte, mais avec potentiellement de très fortes intensités, générant ainsi des débits de ruissellement importants à haut potentiel de provoquer des débordements et des dérivations. L'installation de pluviomètres près des ouvrages de surverse et de la station d'épuration est essentielle et même incontournable pour obtenir un portrait adéquat des précipitations qui affectent l'hydraulique d'un système d'égout (voir la section 13.2.3).

Les données pluviométriques peuvent provenir de plusieurs sources, comme des pluviomètres temporaires installés durant une campagne de mesures ou des pluviomètres permanents exploités par des municipalités, des organismes privés ou des institutions gouvernementales. En général, l'ajout de pluviomètres temporaires est nécessaire pour la durée de la campagne de mesures puisque les pluviomètres permanents sont souvent trop éloignés pour caractériser spatialement les événements de précipitation intenses qui sont souvent localisés (il peut pleuvoir intensément dans un secteur d'une municipalité alors qu'il fait soleil dans un autre secteur).

NOTE : Les données radars sont également des sources de données pluviométriques qui peuvent fournir une couverture spatiale intéressante, surtout pour de grands territoires. Si des données radars sont utilisées, il est essentiel de les calibrer avec des données provenant d'un ou de plusieurs pluviomètres et avec des méthodes reconnues. L'analyse et l'interprétation des données radars requièrent une expertise spécialisée qui n'est pas à la portée de tous. Dans le contexte d'une campagne de mesures pour établir le comportement hydraulique d'un système d'égout, l'acquisition de données pluviométriques par des pluviomètres est adéquate.

13.2.1 Localisation des pluviomètres

Les pluviomètres devraient être installés à l'intérieur du territoire desservi par l'ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées dans des endroits ouverts, éloignés des éléments qui pourraient nuire à la mesure de la pluie, comme des arbres et des bâtiments. Plus spécifiquement, un pluviomètre devrait être installé sur un terrain plat, dégagé et recouvert d'un tapis végétal naturel, à une distance d'au moins deux fois (et préférablement quatre fois) la hauteur des obstacles environnants conformément à la section 5.4 de la plus récente norme CSA R101 pour une station de classe 1 ou 2. L'orifice du pluviomètre doit être

mis à niveau lors de l'installation. Dans le cas d'un pluviomètre à augets basculeurs, la hauteur de l'orifice devrait être située entre 75 et 100 centimètres au-dessus de la surface du sol. Ainsi, l'installation d'un pluviomètre sur une toiture n'est pas appropriée.

L'installation sur des terrains municipaux comme une station de police, une bibliothèque municipale ou un centre communautaire facilite les visites d'inspection. Dans la mesure du possible, les recommandations du [Manuel d'instructions à l'usage des observateurs en météorologie](#) (MDDEFP, 2013) , de la norme [CSA R101](#) (CSA, 2022) ou celles du [Guide des instruments et des méthodes d'observation](#) (OMM, 2018) devraient être suivies pour l'installation d'instruments de mesure. Les endroits choisis devraient être accessibles de façon sécuritaire pour des vérifications régulières en cours de campagne de mesures, tout en se faisant discrets de façon à éviter d'être vandalisés.

Les stations de pompage représentent des sites intéressants pour la localisation d'un pluviomètre pour des raisons pratiques puisqu'elles requièrent en temps normal des visites plus fréquentes que les autres ouvrages. La vérification de l'état du pluviomètre peut alors être faite simultanément. Les stations de pompage bénéficient également d'une alimentation en électricité qui pourrait être utilisée pour alimenter le pluviomètre si ce dernier n'est pas équipé de panneaux solaires et d'une batterie. Cependant, il est toujours préférable de privilégier des sites permettant de capter les pluies tombées sur les surfaces tributaires du tronçon d'égout à l'étude que des sites qui n'ont qu'un intérêt pratique.

13.2.2 Précision des pluviomètres

Les pluviomètres devraient enregistrer les données de manière continue avec des pas de temps à la minute. À cette fin, un pluviomètre à augets basculeurs est recommandé. Les données de pluie à la minute peuvent ensuite être agrégées pour n'importe quel pas de temps selon le besoin (p.ex. 5 min, 15 min, 24 heures).

Les appareils qui captent le volume de pluie sans enregistrement sont peu d'utilité car ils doivent être visités par un observateur tous les jours à minuit pour que les données de pluie puissent être mises en relation avec les données de débordements, lesquelles sont compilées de minuit à minuit.

Il est préférable d'avoir un pas de temps identique pour les appareils de mesure de la pluie et les appareils de mesure de débit. Certaines normes fournissent une discussion plus approfondie sur les types d'instruments (CSA, 2019; OMM, 2017).

13.2.3 Densité de répartition des pluviomètres

La répartition et la densité des pluviomètres temporaires doivent permettre de caractériser adéquatement la distribution spatiale de la pluie. Basée sur le guide du Chartered Institution of Water and Environmental Management sur la pluviométrie (, 2016), une densité minimale d'un pluviomètre par 400 ha en terrain plat est recommandée. En terrain montagneux, la densité minimale recommandée est plutôt d'un pluviomètre par 100 ha. Des pluviomètres additionnels sont tout de même recommandés en cas de mauvais fonctionnement. Compte tenu du coût d'achat abordable d'un pluviomètre de base (quelques centaines de dollars) et du caractère essentiel des données de précipitation pour interpréter le comportement hydraulique des réseaux, l'installation d'un maximum de pluviomètres devrait toujours être considérée.

13.2.4 Période d'opération des pluviomètres

Les pluviomètres sont généralement non-fonctionnels ou produisent des données peu fiables durant la saison froide, soit entre novembre et mars inclusivement.

13.3 Mesures de débits

Afin d'aider à la compréhension des principes de mesure des débits, de contribuer à l'installation conforme d'un système de mesure *in situ* et d'encadrer la vérification de l'exactitude d'un système de mesure, que ce soit par des inspections visuelles ou par des mesures ponctuelles de débits qui permettront d'établir l'écart du système de mesure en place par rapport à une méthode de référence, le Ministère a publié le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 7 – Méthodes de mesure du débit](#) (MELCC, 2019) ainsi qu'une [foire aux questions](#) sur les mesures de débits s'adressant au secteur municipal. Ces documents constituent des références pour quiconque souhaite planifier une campagne de mesures de débits.

13.3.1 Sites de mesure à privilégier

Le choix de la localisation des sites de mesure de débits est une étape importante qui doit s'appuyer sur toutes les informations utiles à la détermination des points problématiques et stratégiques du réseau et des sites avec des configurations particulières qui méritent d'être étudiés. Une sélection judicieuse des sites de mesure augmentera la qualité et la pertinence des données recueillies et, ultimement, appuiera la modélisation en fournissant des données essentielles à la calibration et à la validation.

Les sites offrant la possibilité de transposer les résultats obtenus vers d'autres sites qui ont des caractéristiques similaires sont à préconiser puisque les données recueillies pourront être exploitées à leur maximum. Par exemple, des secteurs avec une occupation de type résidentiel unifamilial et desservis par un même type de système d'égout auront possiblement des réponses hydrologiques comparables. Dans ce cas, il n'y aurait pas intérêt à multiplier les points de mesure dans ces secteurs.

La sélection des sites de mesure de débits dépend des objectifs de la campagne et sur une connaissance préalable du réseau. Les principaux sites d'intérêt à considérer sont les suivants :

- Le point d'entrée des installations de traitement des eaux usées, ce qui est une obligation réglementaire⁵²;
- Les tronçons du système d'égout susceptibles de contenir des eaux parasites, en raison de la présence de facteurs de risque (voir la section 4.3.2.3) ou déterminés préliminairement à la suite de l'analyse des données de débordement (voir la section 10.1);
- Les jonctions de tributaires importants, au niveau du collecteur ou ailleurs, qui sont des sites intéressants à couvrir pour la détermination des apports en temps de pluie et en temps sec;
- L'amont et l'aval des ouvrages de débordements. Les points qui sont submergés en raison d'un niveau élevé à l'émissaire sont à éviter;
- L'amont et l'aval des trop-pleins secondaires dirigés vers d'autres ouvrages;
- L'amont d'un poste de pompage, si le temps de marche des pompes, qui est un moyen de déterminer les débits (voir la section 13.3.4), n'est pas enregistré (cependant, l'amont direct du poste de pompage devrait être évité comme point de mesure si les niveaux d'eau y sont localement influencés par le fonctionnement des pompes);
- Les collecteurs, qui sont des points d'intérêt majeurs dans les campagnes de mesures. Le positionnement d'appareils en série permet de déduire les apports en provenance des raccordements intermédiaires;
- Les points où le système d'égout domestique se jette dans un système d'égout unitaire;

⁵² En vertu de l'article 4 du ROMAEU, l'exploitant d'une station d'épuration doit mesurer le débit journalier des eaux usées traitées par sa station à l'aide d'un appareil permettant de mesurer le débit avec une marge d'erreur inférieure à 15 % de la valeur réelle.

- Certains bassins prioritaires avec des problèmes particuliers (p. ex., ceux connus pour avoir des quantités importantes d'eaux parasites ou qui ont connu des problèmes de refoulement récurrent) ou des bassins qui accueilleront des développements importants.

Les secteurs problématiques d'un système d'égout, notamment le tronçon qui a des apports excessifs en eaux d'infiltration ou en eaux pluviales, sont, dans plusieurs cas, déjà bien connus des personnes responsables du fonctionnement et de l'entretien du système d'égout. **Celles-ci devraient donc toujours être consultées dans la planification d'une campagne de mesures pour déterminer les sites à instrumenter.**

Des remontées par tronçon, des visites de terrain et des inspections télévisées additionnelles peuvent aussi être planifiées pour compléter les informations disponibles. Ces inspections devraient être réalisées avant de planifier une campagne de mesures.

Si un site suscite des hésitations quant à son inclusion ou non à la campagne de mesures, il est recommandé de l'inclure. De manière générale, plus la campagne de mesures comporte de sites, mieux seront estimés les apports en temps sec et meilleure sera la compréhension de la dynamique du réseau en temps de pluie. Les coûts supplémentaires associés à l'ajout d'un site de mesure seront récupérés plus tard par une optimisation des solutions. Un modèle bien calibré avec des données de qualité permettra de prédire l'impact des interventions avant leur mise en place et d'aider à faire des choix optimaux présentant les meilleurs rapports coûts-bénéfices.

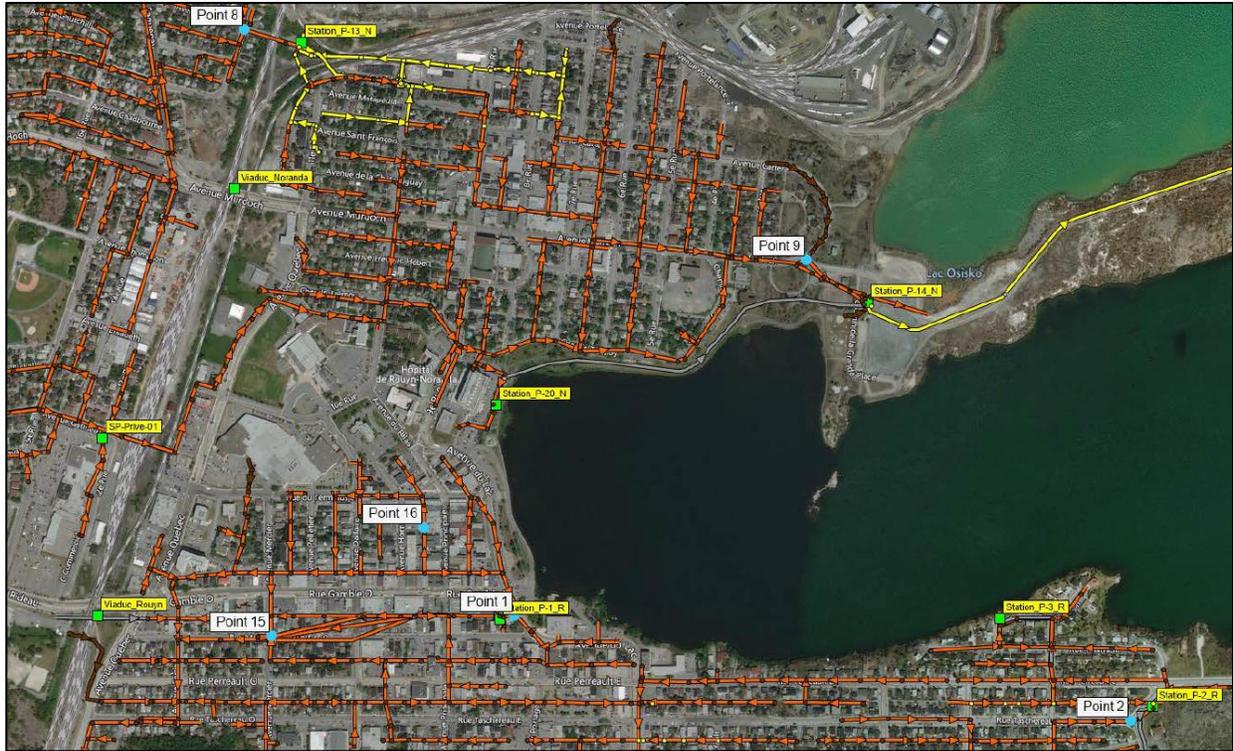
La Figure 13-1 fournit un exemple du positionnement des appareils de mesure de débits dans un réseau. Le positionnement des appareils de mesure a pour but d'isoler les différentes sections du réseau et les surfaces tributaires les plus importantes. Il est impératif de positionner l'appareil de mesure en amont ou en aval dans le réseau, selon le type d'information que l'on souhaite récolter.

Un appareil positionné dans les sections plus en amont du réseau fournira des données plus locales et spécifiques à un bassin ou à un ouvrage. Ce positionnement peut être particulièrement avantageux lorsque l'on souhaite caractériser de façon plus précise les apports d'un secteur en particulier, surtout si l'on suspecte des apports d'infiltration ou de captage très élevés.

Si l'appareil est positionné dans les parties plus en aval du réseau, les données recueillies seront plus globales et regrouperont les apports de plusieurs bassins. Il sera alors plus difficile dans ce cas d'établir des liens, parfois complexes, avec les ouvrages plus en amont. De plus, la validation du comportement des ouvrages de régulation à l'étape de la modélisation sera ardue si plusieurs ouvrages de régulation non instrumentés durant la campagne de mesures sont situés en amont d'un point de mesure. Le positionnement plus en aval a tout de même l'avantage de fournir des données globales pour une grande partie du territoire, ce qui peut être économique en limitant le nombre de sites.

Le nombre de points de mesure requis dépend de la complexité du système d'égout, du nombre d'ouvrages de régulation et de surverse, des limites des sous-bassins et du positionnement des types de réseaux desservis.

Après avoir procédé à la localisation générale des sites où il apparaît souhaitable d'installer des appareils de mesure, la position exacte des instruments dans le réseau doit être précisée, certains sites étant préférables à d'autres. Par exemple, les conduites d'entrée sont à privilégier pour l'installation des appareils de mesure puisque l'écoulement y est normalement plus stable et que les vitesses d'écoulement sont bien distribuées dans l'aire d'écoulement. Les sections du système d'égout sujettes à de fortes turbulences, des vitesses mal distribuées ou des hauteurs d'eau fluctuantes ou instables sont à éviter. Les conduites avec de fortes pentes (> 2 %), les conduites en chute ou les conduites où l'arrivée d'un autre débit important peut affecter l'écoulement sont également à éviter. Enfin, l'accessibilité du site ou la possibilité de vandalisme sont d'autres éléments à évaluer pour la localisation des sites.



Source : Gilles Rivard

Figure 13-1. Exemple de sites retenus pour une campagne de mesures des débits (points bleus). Plusieurs dizaines de sites peuvent être nécessaires.

13.3.2 Validation des sites de mesure de débit

S'il a été développé, le modèle informatique du système d'égout à l'étude devrait être utilisé pour planifier la campagne de mesures et pour estimer les gammes de débits, de profondeurs et de vitesses attendues. En effet, les limitations des instruments de mesure quant aux conditions d'écoulement doivent être prises en compte dans le choix des appareils de mesure de débits à installer.

Une visite de terrain devrait être réalisée afin de valider le choix des sites et la disposition des regards ainsi que de confirmer si les configurations locales permettent d'accueillir des appareils de mesure dans des conditions optimales. Certains facteurs pourraient avoir une grande incidence sur la capacité d'installer l'instrumentation :

- L'accessibilité générale de site et la possibilité d'ouvrir le regard et d'installer une alimentation électrique, des batteries ou des panneaux solaires;
- Le trafic routier, qui pourrait complexifier la mise en place, mais aussi les accès de maintenance et de suivi;
- Les conditions hydrauliques comme la turbulence, la concentration des vitesses, la mise en charge possible, les points de chute, les changements de direction, la présence de déversoirs ou d'ouvrage de régulation;
- Des facteurs de sécurité comme la profondeur du regard, les vitesses d'écoulement ou l'état du regard et des conduites.

Il est judicieux de prévoir une ou deux autres options si certains sites s'avéraient inaccessibles ou moins propices à l'installation des équipements.

13.3.3 Instruments de mesure pour déterminer des débits

Le choix des instruments de mesure est un élément fondamental pour assurer la qualité de la collecte de données. Les fournisseurs et les firmes spécialisées devraient être consultés pour aider à faire un choix éclairé sur l'appareil le mieux adapté aux différentes situations. Quelques informations de base sont toutefois présentées ici pour aider à la planification d'une campagne de mesures :

- Les méthodes de mesures du débit ont beaucoup évolué et certaines méthodes, plus anciennes et plus simples, sont maintenant jugées moins performantes et sont supplantées par des méthodes basées sur des technologies récentes.
- Les méthodes de mesure manuelles sont les plus simples et rapides pour des mesures instantanées dans des petits réseaux en temps sec. Elles ne sont cependant pas adéquates quand le débit varie rapidement, comme lors d'un événement de pluie.
- Des mesures de hauteur d'eau combinées à un ouvrage de régulation, comme des orifices ou des déversoirs, peuvent fournir une mesure de débit puisque la hauteur d'eau sera proportionnelle au débit, suivant une équation connue (courbe de tarage). Ces mesures peuvent être relativement précises lorsque les conditions d'écoulement sont adéquates. Cette méthode ne peut toutefois être appliquée en cas de surcharge ou lorsque le débit est inversé.
- L'exactitude de l'appareil de lecture de la hauteur d'eau est aussi à prendre en compte. En effet, une petite erreur de mesure de la hauteur d'eau peut entraîner une différence importante dans la mesure du débit. Les appareils les plus couramment utilisés pour les mesures de la hauteur d'eau sont les capteurs ultrasoniques, les capteurs de pression et les flotteurs.
- La hauteur d'eau peut aussi être utilisée pour estimer le débit en conduite. L'équation de Manning est utilisée pour les cas d'écoulement à surface libre et l'équation de Hazen-Williams, pour les conduites en charge. Ces débits ainsi estimés peuvent cependant présenter des incertitudes assez importantes.
- D'autres types d'appareils mesurent la hauteur d'eau et la vitesse en conduite et les combinent pour en déduire une valeur de débit. Ces appareils, communément appelés sonde H/V, sont les plus couramment utilisés dans les campagnes de mesures temporaires puisqu'ils sont facilement installés et relativement précis. Il existe plusieurs types de sondes, chacune ayant des conditions d'installations spécifiques et des applications optimales à prendre en considération. Les sondes H/V Doppler à ondes continues, les sondes de type Doppler à ondes pulsées et les sondes « sans contact » (laser ou radar-vitesse) sont les plus communément utilisées. Ces sondes fonctionnent lorsque l'écoulement s'inverse et également durant les périodes de surcharge. Les sondes de type H/V Doppler à ondes continues sont les plus utilisées puisqu'elles offrent des mesures d'une bonne précision tout en étant abordables. Les sondes de type Doppler à ondes pulsées sont utilisées pour les conduites de grand diamètre et lorsque les mesures requièrent une grande précision. Enfin, les sondes « sans contact » sont généralement utilisées lorsqu'il n'est pas possible d'installer un appareil conventionnel; elles sont particulièrement utiles dans les situations où le niveau d'eau élevé rend l'installation d'une sonde immergée difficile ou quand des sédiments peuvent venir affecter les mesures.

Le Tableau 13-1 résume les types d'appareils et les conditions d'installation optimales.

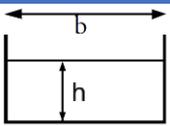
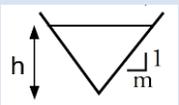
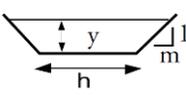
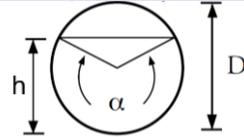
À propos des sondes H/V

Les débitmètres ou sondes H/V sont des appareils qui permettent de calculer un débit. Ils nécessitent, en plus d'une sonde de niveau, une sonde de vitesse et un algorithme de calcul pour déterminer le débit⁵³. En effet, le débit est déterminé à partir de la vitesse mesurée et de la hauteur d'eau à partir de l'équation suivante :

$$Q = V \times A$$

Où :

- Q** = Débit (m³/s);
- V** = Vitesse mesurée (m/s).
- A** = Section d'écoulement (m²). Elle peut être établie à partir de la mesure de la hauteur d'eau (h) pour des conduites à géométrie simple à partir du tableau suivant :

Géométrie	Calcul de la section (A)	Géométrie	Calcul de la section (A)
	$b \times h$		mh^2
	$(a + mh)h$		$(\alpha - \sin \alpha)D^2/8$ avec $\alpha = 2\cos^{-1} \left[1 - \frac{2h}{D} \right]$

Les vitesses sont mesurées à l'aide de différents principes physiques (mécanique, ultrasonique, effet Doppler, électromagnétique, etc.). Les technologies sont variables selon le type d'appareil. Les débitmètres doivent être étalonnés lors de l'installation et nécessitent un étalonnage périodique lors des vérifications.

Par exemple, un débitmètre de type pastille submergée (image A, Figure 13-2) peut être utilisé pour mesurer la vitesse et la pression. Un radar sans contact (image B, Figure 13-2) peut pour sa part mesurer la vitesse de surface et le niveau de l'eau à l'aide d'un capteur ultrasonique ou d'un radar.



Figure 13-2. Exemples d'appareils permettant de mesurer des débits

⁵³ La mesure des débits à l'entrée d'une station d'épuration peut s'effectuer par d'autres méthodes qui n'impliquent pas nécessairement des mesures de vitesse, tels que des déversoirs ou des canaux jaugeurs de type canaux Parshall et canaux Palmer-Bowlus.

Tableau 13-1. Sommaire des appareils de mesure de débit conventionnels

Type d'appareil	Localisation	Types de mesures enregistrées	Avantages	Limitations
Débitmètre hauteur-vitesse (sonde H/V) Doppler à ondes continues	En réseau, généralement pour des conduites de 1 200 mm ou moins	Hauteur et vitesse	<ul style="list-style-type: none"> Bonne précision Facilité d'installation Mesure en condition submergée et en écoulement inverse 	<ul style="list-style-type: none"> Hauteur d'écoulement minimum d'environ 75 mm nécessaire; sinon, un élément primaire comme un déversoir ou un canal jaugeur est requis Affecté par la présence de dépôts
Débitmètre hauteur-vitesse Doppler à ondes pulsées	En réseau, généralement pour des conduites de plus de 1 200 mm	Hauteur et vitesse	<ul style="list-style-type: none"> Très bonne précision Facilité d'installation Mesure en condition submergée et en écoulement inverse 	<ul style="list-style-type: none"> Hauteur d'écoulement minimum d'environ 150 mm nécessaire Coût élevé
Débitmètre hauteur-vitesse sans contact (laser ou radar-vitesse)	En réseau, diamètre variable. Pas de restriction sur le diamètre	Hauteur et vitesse	<ul style="list-style-type: none"> Très bonne précision Mesure en condition submergée et en écoulement inverse 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé L'installation dépend de la configuration
Combinaison d'un débitmètre hauteur-vitesse avec un élément primaire	En réseau, lorsque les conditions ne permettent pas l'installation d'un débitmètre seulement	Hauteur et vitesse	<ul style="list-style-type: none"> Permet de mesurer les faibles débits lorsque la sonde H/V seule n'est pas adaptée 	<ul style="list-style-type: none"> Installation et maintenance des équipements plus complexes Demande une bonne connaissance en hydraulique pour interpréter les données
Limnimètre avec élément primaire	En réseau, parfois combiné avec un débitmètre hauteur-vitesse conventionnel	Hauteur	<ul style="list-style-type: none"> Idéal pour les débits en temps sec Peu coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> Ne mesure pas en condition submergée ou lors d'écoulement inverse Demande une bonne connaissance en hydraulique pour interpréter les données
Limnimètre dans un puits humide	Puits de pompage	Hauteur	<ul style="list-style-type: none"> Bonne précision Facilité d'installation 	<ul style="list-style-type: none"> Ne donne pas de lecture de débit, mais plutôt une variation de volume Pour des pompes à vitesse fixe seulement N'offre pas de mesure sur le volume débordé
Enregistreur de temps de marche des pompes	Puits de pompage	Durée de mise en marche	<ul style="list-style-type: none"> Facilité d'installation Bonne précision pour un niveau normal d'exploitation 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessite un étalonnage des pompes N'offre pas de mesure sur le volume débordé
Débitmètre volumétrique en temps réel et canal ouvert pour station de pompage	Panneau de contrôle doté d'un capteur de niveau	Débit pompé, estimation des débits et des volumes de débordement, fonctionnement des pompes	<ul style="list-style-type: none"> Facilité d'installation Bonne précision 	<ul style="list-style-type: none"> Nécessite une sonde de niveau, pas avantageux si seulement les informations de débordement sont d'intérêt

Voir le [Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementales – Cahier 7](#) pour plus de détails.

13.3.4 Postes de pompage

Des appareils de mesure installés dans les postes de pompage peuvent également fournir des informations sur les volumes et le débit transitant par ces ouvrages. Des mesures du niveau d'eau dans le puits permettent d'apprécier les fluctuations du niveau d'eau et, par le fait même, le volume d'eau et le débit pompé.

Des mesures du temps de marche des pompes permettent également d'estimer les débits d'un système d'égout en sachant la capacité des pompes. Cette méthode est exacte si les pompes ont été étalonnées récemment⁵⁴. Si un trop-plein est présent au poste de pompage, ces types de mesures ne permettent pas de déterminer le débit débordé (donc le débit total arrivant au poste).

NOTE : La mesure de la consommation électrique d'un poste ne peut servir à évaluer le temps de marche des pompes et, donc, à estimer des débits et des volumes pompés. La consommation électrique d'un poste de pompage est certes influencée par les débits pompés, mais aussi par les pertes de charge présentes dans la conduite de refoulement et par l'entretien des pompes. Ainsi, un poste de pompage qui consomme deux fois plus d'électricité ne signifie pas que deux fois plus de débit a été pompé puisque la consommation électrique supplémentaire doit aussi servir à lutter contre les pertes de charge plus importantes. Aussi, le démarrage d'une pompe consomme beaucoup d'électricité. Donc, une journée caractérisée par beaucoup de mise en marche et d'arrêt de la pompe enregistrera une consommation électrique supérieure à une autre journée où la pompe a fonctionné en continu, bien que le débit pompé la première journée ait été inférieur. Par ailleurs, la consommation électrique d'un poste de pompage est aussi liée à d'autres équipements, notamment les appareils de chauffage.

Des appareils spécifiquement conçus pour faire un bilan des débits et des volumes dans un poste de pompage sont disponibles. Ces appareils établissent les débits d'entrée, les débits pompés ainsi que les volumes de débordement. Ces appareils sont faciles à installer, mais requièrent la présence d'un capteur de niveau dans le poste de pompage. Considérant leur petite taille, leur polyvalence et leur simplicité d'installation, ces appareils sont souvent utilisés pour l'étalonnage des pompes et pour des diagnostics de fonctionnement.

Les informations suivantes relatives aux postes de pompage devraient être minimalement connues et colligées :

- Le nombre de pompes, leurs types et leurs caractéristiques (courbe de performance, débit en relation avec la tête hydraulique, etc.);
- Les conditions de mise en marche des pompes (niveau de départ et d'arrêt) et leur programmation (urgence ou assistance);
- La capacité nominale des pompes et les courbes de fonctionnement de celles-ci pour la gamme complète des niveaux de charge, idéalement confirmée par un étalonnage *in situ*;
- La position de la conduite d'entrée par rapport au niveau de fonctionnement des pompes;
- Les dimensions du puits de pompage;
- Les caractéristiques des conduites de refoulement;
- Le positionnement et les dimensions du trop-plein;
- La date du dernier étalonnage des pompes;
- Le type de capteur de niveau utilisé et son historique de calibration.

⁵⁴ Les pompes devraient être étalonnées chaque année ainsi qu'après chaque intervention susceptible de modifier la capacité déjà étalonnée, tels le remplacement de volutes, le récurage de la conduite de refoulement ou toute autre modification qui influe sur la capacité.

Si disponibles, les données d'études antérieures sur les postes de pompage devraient être utilisées pour évaluer la capacité des pompes. Si des données sur le temps de marche des pompes sont disponibles, elles devraient être consultées et être utilisées dans l'analyse de la capacité. Puisque les postes de pompage peuvent présenter des anomalies de fonctionnement intermittentes, l'utilisation d'un appareil qui permet à la fois l'étalonnage des pompes et un diagnostic sur le fonctionnement des éléments affectant leur contrôle devrait être privilégiée.

13.3.5 Intervalle d'enregistrement

Les mesures de débits devraient être enregistrées minimalement à des intervalles de cinq minutes afin de bien reproduire les pointes de débit et les variations brusques de débits qui peuvent survenir durant des événements pluvieux.

13.3.6 Installation des équipements

Une installation conforme et une calibration adéquate des appareils sont des éléments clés pour assurer une collecte de données de qualité. L'installation des appareils devrait être faite par du personnel qualifié en mesure de garantir que les recommandations du fabricant des appareils de mesure sont respectées.

Il est recommandé de visiter le site d'installation prévu avant la mise en place de l'appareil et de s'assurer du bon fonctionnement des instruments quelques jours après leur installation. Au besoin, une reconfiguration de l'appareil ou des ajustements pourraient être requis. Dans certains cas, un nettoyage des conduites pourrait s'avérer nécessaire.

Des visites d'entretien et de collecte des données sont ensuite à prévoir sur une base régulière pour s'assurer du bon fonctionnement des appareils. La fréquence des visites dépend du type de mesures, des conditions du site et de la capacité d'autonomie de l'appareil. Typiquement, des visites hebdomadaires sont prévues pour les appareils de mesure temporaires. Les visites peuvent être moins fréquentes dans le cas des appareils installés de façon permanente. Il est habituel de doter les appareils de mesure permanents d'un système d'acquisition de données à distance. Dans ce cas, pour les appareils fonctionnant avec des piles, la mise en place d'un système de téléavertissement lorsque la charge des piles devient trop basse est recommandée.

13.3.7 Validation et contrôle de la qualité des résultats

Il est recommandé de prévoir des procédures de vérification et de validation des données afin de s'assurer que les données sont fiables et de bonne qualité. À cet égard, l'implication des équipes responsables du fonctionnement et de l'entretien des systèmes d'égout (travaux publics, génie) est souhaitable afin qu'elles puissent tenir un registre de toutes les manœuvres inhabituelles ou de toutes les situations d'urgence pendant la période de mesures, tels des pannes électriques, des bris d'équipement, une modification des opérations ou des activités de nettoyage ou autres pouvant affecter directement les débits et expliquer les mesures.

Un examen sommaire des données enregistrées est une première étape dans la validation des données et sert principalement à vérifier que les données sont complètes et cohérentes. Les données manquantes ou les incohérences dans les enregistrements devraient être cernées et analysées. Si les données archivées ont subi une transformation (sont dérivées des données brutes), il pourrait être requis de vérifier les données brutes.

Durant la période de fonctionnement des appareils de mesure, les données devraient être vérifiées sur une base hebdomadaire ou bihebdomadaire afin de s'assurer du bon fonctionnement des appareils et de ne pas perdre trop de données en cas de problème.

Les périodes sans enregistrement de précipitation devraient correspondre à des périodes de temps sec dans le réseau. Durant ces périodes, les mesures de débits devraient suivre un patron de consommation diurne typique des systèmes d'égout domestiques. Des variations dans les patrons sont possibles durant la période de la campagne de mesures, mais elles devraient être de faible ampleur d'une journée à l'autre. Les variations prononcées devraient être examinées afin d'en cerner les causes, qui peuvent être multiples : dysfonctionnement de l'appareil de mesure, changement dans le type d'écoulement, panne d'une pompe, entretien d'un appareil, blocage dans le réseau, modifications des conditions en amont ou en aval ou période de changement d'heure. Il est également possible que les données en temps sec soient affectées par de faibles hauteurs d'eau ou la présence de débris.

En période de pluie, les données mesurées devraient être analysées pour s'assurer qu'elles sont cohérentes avec les événements de pluie mesurés aux pluviomètres. Pour des systèmes d'égout unitaires et, dans une moindre mesure, pour les systèmes d'égout domestiques ou pseudo-domestiques, le débit de pointe et la forme générale de l'hydrogramme devraient être synchrones et proportionnels à l'événement de pluie. Une vérification de la cohérence entre les mesures à des sites placés en série d'amont en aval le long du réseau devrait être réalisée. En l'absence de trop-plein ou de dérivation, les débits mesurés en aval devraient être supérieurs à ceux mesurés en amont.

Un graphique montrant la relation entre les vitesses et les profondeurs mesurées aide généralement à mieux comprendre le comportement du système pour différents événements pluvieux. La relation hauteur-vitesse peut être utilisée pour vérifier la cohérence des données mesurées et vérifier qu'elles satisfont l'équation de Manning⁵⁵. Cette équation établit une relation entre la hauteur d'eau et la vitesse pour un écoulement à surface libre avec une condition d'écoulement en régime permanent et uniforme. Ainsi une augmentation de la hauteur d'écoulement se traduit par une hausse de la vitesse moyenne d'écoulement sur la section. Lorsque les conduites deviennent en charge, ou lorsque l'écoulement n'est plus permanent ou uniforme (changement de diamètre de conduite, changement de pente, changement de direction de l'écoulement, jonction avec une autre conduite, etc.), l'équation de Manning n'est plus applicable.

La Figure 13-3 montre un exemple de la relation entre le niveau d'eau et la vitesse enregistrés dans une conduite de 1 500 mm de diamètre. La forme générale de la distribution des points mesurés suit une tendance claire et, à quelques exceptions près, la relation hauteur-vitesse est unique, c'est-à-dire qu'à une hauteur donnée correspond une valeur de vitesse unique. Quant à elle, la Figure 13-4 présente les données obtenues dans une conduite de grand diamètre située à proximité d'un ouvrage de régulation qui est influencé par le niveau d'eau du milieu récepteur. Cette situation fait en sorte que plusieurs points s'écartent de la courbe principale en raison de l'influence du niveau d'eau du milieu récepteur.

Une distribution des points de mesure de hauteur-vitesse qui s'écarte de la courbe principale ne signifie pas nécessairement que les mesures sont erronées, mais suggère plutôt l'existence de conditions hydrauliques particulières à ce site. Les conditions d'écoulement à proximité d'une station de pompage, d'un ouvrage de régulation ou d'une structure influencée par le niveau d'eau ne seront pas toujours uniformes et en régime permanent. Les données qui montrent une distribution plus dispersée qui s'éloigne beaucoup d'une courbe hauteur-vitesse unique sans explication claire devraient être examinées plus en détail.

À la fin d'une campagne de mesures, il est recommandé d'en résumer les résultats dans un rapport ayant le contenu minimum suivant :

⁵⁵ Voir la section 7.2.4 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011) pour plus de détails sur l'équation de Manning.

- Localisation des appareils de mesure et détails relatifs à l'installation des appareils (positionnement exact, diamètre de la conduite, croquis, observations sur place, etc.);
- Sommaire des données récoltées et analyse des données (synthèse du contrôle de la qualité qui a été effectué, commentaires sur la validité des mesures, explication technique des valeurs aberrantes s'il y a lieu);
- Résumé de la calibration de l'appareil et des visites d'entretien;
- Hydrogrammes montrant le débit et les précipitations enregistrés durant la période de mesure;
- Pertes de données ou limitations dans les mesures.

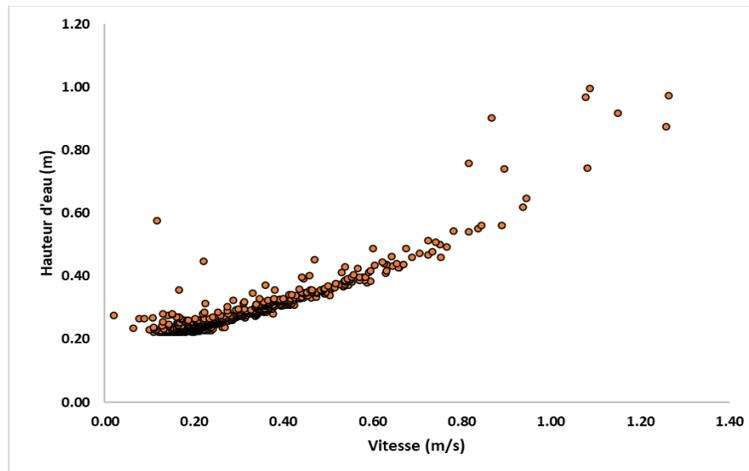


Figure 13-3. Exemple d'une relation hauteur-vitesse presque idéale dans une conduite en écoulement libre

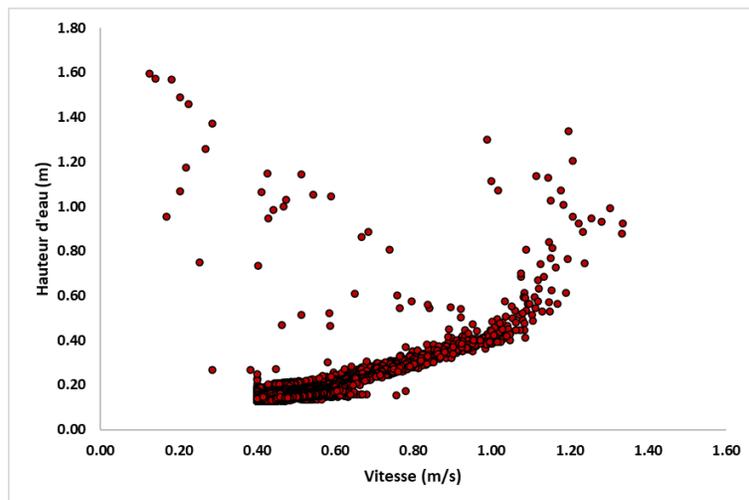


Figure 13-4. Exemple d'une relation hauteur-vitesse dans une conduite en écoulement libre signalant une influence en aval

13.4 Durée de la campagne de mesures

Les campagnes de mesures peuvent être temporaires ou permanentes, dépendamment des besoins et des choix à long terme. Les mesures temporaires sont les méthodes d'acquisition des données les plus couramment utilisées pour la calibration des modèles numériques. Une campagne de mesures temporaire fournira des informations sur le comportement du système d'égout sur une période donnée, généralement de quelques semaines à plusieurs mois. Les campagnes de mesures temporaires devraient viser à maximiser le volume de données collectées afin de caractériser le mieux possible la réponse du système et des ouvrages durant les périodes de l'année les plus pertinentes. Ainsi, les périodes où les types de pluies les plus susceptibles de générer des débordements ou celles durant lesquelles les débordements sont les plus fréquents devraient être privilégiées.

Comme mentionné précédemment, les débits dans un système d'égout fluctuent grandement sur 12 mois, atteignant généralement un niveau record au printemps en raison des eaux parasites (voir la Figure 4-9). De plus, il est important de souligner que les débits d'eaux usées dans le système d'égout de certaines municipalités touristiques ou de villégiature, ou dans certains quartiers d'une municipalité, peuvent être très différents selon les saisons ou les jours de la semaine en raison de l'affluence de touristes, de résidents temporaires ou d'une foule participant à un événement (festival, activité sportive, jeux d'eau, etc.). Par exemple, les débits mesurés durant l'hiver peuvent ne pas être représentatifs des débits mesurés l'été. La planification de la campagne de mesures devrait tenir compte des fluctuations saisonnières attendues dans le système d'égout étudié. C'est pourquoi les campagnes de mesures ont des périodes et des durées de prise de mesures différentes selon le système d'égout étudié.

Une analyse des données de débordement (voir la section 9.3) et des données de débits déjà disponibles devrait être préalablement réalisée afin d'établir ces périodes. À ce titre, les données de débits mesurés à l'entrée de la station, qui sont disponibles puisqu'elles doivent être obtenues en vertu du ROMAEU, devraient être examinées, car elles constituent des indicateurs globaux des apports en période de nappe haute (à la fonte des neiges), en période de nappe basse (étiage estival) ou à l'automne.

La durée d'une campagne de mesures temporaire doit être suffisamment longue pour couvrir des périodes de temps sec et des événements de temps de pluie. Puisque la réaction des réseaux est très variable selon l'événement pluvieux, une variété d'événements pluvieux en intensité et en volume devrait être captée afin d'obtenir des données de débits pour la plus large gamme de pluies.

Dans le contexte de la gestion des débordements, notamment dans le but de documenter les causes des débordements puis de déterminer et de planifier des mesures correctives, des mesures compensatoires ou des mesures de réduction des débordements, une campagne de mesures d'une durée minimale de quatre mois est recommandée. Idéalement, l'enregistrement d'un minimum de six événements pluvieux qui provoquent des débordements et qui sont variés (hauteur, durée et intensité de pluie tombée) devrait être visé. Les caractéristiques des pluies causant les débordements peuvent être établies en mettant en relation les épisodes de débordement avec les caractéristiques de l'événement de pluie (voir la section 9.3.3 pour un exemple d'application). De même, six événements pluvieux importants (quantité de 10 mm ou plus et intensité supérieure à 15 ou 20 mm/h) devraient être captés pour le développement d'un modèle informatique d'écoulement : trois de ces événements pourront servir pour la calibration et les trois autres, pour la validation du modèle (CIWEM, 2017; WaPUG, 2006).

DURÉE DE LA CAMPAGNE DE MESURES ET NORMES DE DÉBOREMENT SUPPLÉMENTAIRES

Si la campagne de mesures a pour but d'obtenir des données pour s'assurer de la conformité d'ouvrages de surverse à leur norme de débordement supplémentaire, alors la période d'application de ces normes est d'intérêt pour la planification d'une campagne de mesures. Par exemple, la période d'acquisition de données d'un tronçon d'égout ayant des ouvrages de surverse dont la période d'application des normes de débordement supplémentaires est « D » pourrait se limiter à la même période, soit du 1^{er} juin au 30 septembre⁵⁶.

Une campagne de mesures de débits peut couvrir plusieurs périodes de l'année, ce qui permet de connaître le comportement hydraulique du système d'égout dans plusieurs situations :

- Période de nappe haute au printemps, pour quantifier l'infiltration (en tenant compte de la période pendant laquelle s'appliquent les normes de débordement supplémentaires);
- En été, pour mieux comprendre la dynamique du réseau lors d'événements pluvieux de fortes intensités;
- Période de temps sec et de nappe basse (hiver), pour estimer les débits de base.

Une longue campagne de mesures temporaire augmente la probabilité d'obtenir un large éventail d'événements pluvieux qui provoquent des débordements, améliorant ainsi la compréhension du comportement hydrologique et hydraulique du système d'égout, en particulier les ouvrages de surverse, et la calibration d'un éventuel modèle informatique d'écoulement.

Des équipements permanents peuvent également être installés pour fournir des informations à long terme sur le réseau. Les appareils de mesure permanents sont généralement placés à des endroits stratégiques qui drainent de grandes surfaces en amont. Les installations permanentes fournissent des données pour différentes périodes de l'année et captent une gamme très large d'événements pluvieux.

Une combinaison de mesures permanentes et temporaires constitue dans plusieurs cas une stratégie intéressante puisqu'elle fournit des données à plusieurs sites de façon temporaire et des données à des sites de convergence de façon permanente.

⁵⁶ Le Tableau 3-3 présente les périodes d'application des normes de débordement supplémentaires.

CHAPITRE 14. Modélisation d'un système d'égout

Le présent chapitre fournit des directives générales pour le développement d'un modèle informatique d'écoulement. La modélisation est un outil très utile, parfois incontournable, pour évaluer les conditions hydrauliques existantes et projetées d'un système d'égout, déterminer les mesures de gestion des débordements les plus pertinentes et leur effet sur la fréquence des débordements et confirmer le respect des normes de débordement. Si le système d'égout à l'étude est simple et de petite envergure, le recours à une approche simplifiée, telle que la méthode rationnelle, peut être justifié.

14.1 Utilité d'un modèle

Un modèle numérique, une fois calibré et validé, permet d'analyser la réponse hydraulique d'un système d'égout en temps sec et en temps de pluie sous différentes conditions d'écoulement et d'occupation du territoire, notamment en conditions futures. Il est particulièrement utile pour établir les conditions hydrauliques du système d'égout à la suite d'un ajout de débits et de la mise en œuvre de mesures de gestion des débordements et des dérivations. En outre, le modèle numérique permet au modélisateur de choisir les mesures de gestion des débordements et des dérivations qui ont les meilleurs ratios coûts-bénéfices.

Dans le cadre du présent guide, l'objectif du modèle d'écoulement d'un système d'égout est de bien représenter le nombre, la localisation et la fréquence des débordements pour une gamme de pluies d'intensité, de hauteur de précipitation et de durée variables. Il doit aussi permettre d'analyser les effets des ajouts de débits. Ultiment, le modèle doit permettre d'évaluer la performance des mesures de gestion des débordements et des dérivations, c'est-à-dire de confirmer si des **mesures correctrices** ou **compensatoires** permettent aux ouvrages de surverse de respecter leurs normes de débordement ou si des **mesures de réduction** des débordements permettent d'abaisser la fréquence des débordements aux ouvrages de surverse à des valeurs s'approchant des objectifs de débordement.

NOTES IMPORTANTES

- L'estimation de la fréquence des débordements en contexte de pluie à partir par simulation informatique n'est généralement pas possible pour les mois de novembre à avril car les données de pluie ne sont généralement pas disponibles pour ces mois (pluviomètres non-fonctionnels durant la saison froide). De plus, la prise en compte de la fonte de la neige requiert des données de température locale, de luminosité, de vitesse de vent, ce qui complexifie les modèles qui demeurent, au final peu performants pour simuler la fonte de neige et la pluie sur neige. Ainsi, les modèles d'écoulement, utilisés pour établir des prédictions, sont jugés fiables seulement pour estimer les débordements en temps sec ou en contexte de pluie et ce, entre le 1er mai et le 31 octobre, soit pour des mois sans couvert de neige.
- Les normes de débordement supplémentaires s'appliquent sur la somme des débordements en contexte de pluie et de fonte. Ainsi, une fréquence de débordement en fonte doit être ajoutée à celle en pluie déterminée par la simulation pour obtenir le total des débordements en pluie et en fonte, si le modèle est utilisé pour vérifier le respect des normes de débordements supplémentaires. Ou autrement exprimé : la valeur cible du nombre de débordements en contexte pluie ne devrait pas correspondre à la valeur numérique de la norme, mais plutôt une valeur moindre afin de prévoir une marge de manœuvre pour les débordements en fonte s'il est démontré que des débordements en fonte ont été répertoriés aux ouvrages de surverse à l'étude.

Plus spécifiquement, le modèle numérique peut être exploité à plusieurs fins :

- Évaluer la capacité du système d'égout dans ses conditions actuelles et comparer la fréquence des débordements simulée et observée;
- Prévoir le comportement du système d'égout avec des projections de développement et redéveloppement pour différents horizons de temps et calculer des statistiques sur les débordements pour différentes conditions;
- Créer des cartes de risque et prioriser les interventions en fonction des problématiques du réseau en couplant le modèle à un système d'information géographique;
- Optimiser les performances du système d'égout en prévoyant des interventions locales ou globales afin de réduire les surcharges liées à des problématiques de capacité;
- Évaluer l'effet de différentes mesures de contrôle du ruissellement à la source;
- Évaluer l'harmonisation ou la synchronisation du fonctionnement des pompes;
- Évaluer les impacts des changements climatiques et prévoir des mesures d'atténuation en conséquence.

Les étapes nécessaires pour construire un modèle numérique d'un système d'égout fiable sont présentées au

Tableau 14-1. Les sections suivantes décrivent ces étapes.

À propos des coûts de modélisation

Bien que les coûts d'acquisition des données requises pour construire le modèle numérique combinés aux coûts liés à l'effort de modélisation puissent apparaître élevés aux premiers abords, il est important de réaliser qu'ils constituent souvent une faible portion des coûts totaux des mesures de gestion des débordements et des dérivations. Une modélisation bien réalisée permet de cibler des mesures compensatoires optimales et d'éviter des investissements, parfois majeurs, pour des mesures de gestion des débordements ou des dérivations peu utiles. Il y a donc un équilibre à atteindre entre les coûts d'acquisition des données et d'efforts de modélisation par rapport aux coûts de mises en œuvre de mesures inefficaces ou de trop grande envergure. L'élaboration d'une stratégie de gestion des débordements et des dérivations basée sur les résultats d'un modèle construit à partir de données insuffisantes ou trop peu précises apparaît risquée, voire périlleuse.

Tableau 14-1. Principales étapes pour la modélisation numérique des réseaux

Étape	Éléments clés
1. Plan de modélisation et définition des objectifs	<ul style="list-style-type: none">• Choix du logiciel• Stratégie de modélisation
2. Développement du modèle	<ul style="list-style-type: none">• Collecte des données de base• Montage du modèle• Délimitation des sous-bassins• Définition des éléments du système d'égout
3. Paramétrisation du modèle	<ul style="list-style-type: none">• Caractérisation des sous-bassins• Paramètres pour les éléments des systèmes d'égout (regards, conduites, bassins de rétention, postes de pompage, ouvrages de surverse)
4. Calibration et validation du modèle	<ul style="list-style-type: none">• Données pluviométriques• Calibration en temps sec• Calibration en temps de pluie• Validation du modèle
5. Utilisation du modèle et analyse des résultats	<ul style="list-style-type: none">• Simulations en conditions actuelles• Simulations pour la mise à niveau, s'il y a lieu, pour les conditions actuelles (en fonction des normes)• Simulations pour les conditions futures• Simulations pour l'évaluation des mesures compensatoires

14.2 Étape 1 : Plan de modélisation

Puisque la modélisation peut impliquer des investissements importants en temps et en coûts, un plan de modélisation doit être élaboré afin de bien cerner les enjeux, les besoins et les effectifs requis pour atteindre les objectifs.

14.2.1 Évaluation de la pertinence d'un modèle numérique

La première étape consiste à vérifier la pertinence de développer ou non un modèle numérique du système d'égout. Si le modèle doit être utilisé comme outil d'aide à la décision pour résoudre des situations de débordement non conformes, l'hypothèse de la présence de problématiques locales pour expliquer ces débordements doit d'abord avoir été éliminée (voir le 0). En effet, la correction des problématiques locales peut résoudre les situations non conformes, réduisant ainsi l'intérêt de développer un modèle pour des problématiques de débordement en contexte de temps de pluie qui ont une origine autre que purement hydrologique.

Si le système d'égout est de faible ampleur et d'une configuration simple, l'utilisation d'une approche par calcul (méthode simplifiée) pour évaluer la performance de mesures de gestion des débordements et des dérivations axées sur la réduction des eaux de pluie peut être suffisante.

S'il est jugé qu'un modèle est nécessaire, la possibilité de transformer un modèle existant, s'il en existe un (voir la section 14.2.4), pour répondre aux besoins en cours doit être envisagée.

Généralement, un modèle numérique est requis lorsqu'il est nécessaire de prédire de façon dynamique la réaction à plusieurs scénarios de contrôle et particulièrement lorsque le système d'égout présente des portions avec rétention ou en surcharge. Dans ce choix, il est nécessaire de mettre en perspective les objectifs finaux du plan de modélisation et de considérer que l'utilisation d'un modèle offre de nombreux avantages qui pourront être transposables dans d'autres secteurs d'activité par la suite. Les objectifs possibles d'un modèle sont présentés à la section suivante.

14.2.2 Élaborer un plan de modélisation

L'élaboration d'un plan de modélisation devrait généralement comprendre les éléments suivants (d'après EPA, 1999 et WEF, 2011) :

DÉFINITION DES OBJECTIFS DU MODÈLE. Bien que les objectifs du présent guide portent principalement sur la gestion des débordements, le modèle pourrait aussi avoir d'autres objectifs à court ou à long terme qui pourraient également être pris en compte. Le modèle numérique pourrait être exploité dans un effort à long terme de réduction des débordements et de mise en place de nouvelles mesures de gestion des débordements et des dérivations. L'établissement d'objectifs futurs ou additionnels du modèle peut donc orienter la préparation du plan de modélisation.

Les objectifs incontournables de la modélisation, dans le contexte de la gestion des débordements, sont de reproduire et de déterminer :

- Les points du système d'égout où se produisent les débordements;
- La fréquence des débordements;
- La durée des débordements;
- Les volumes d'eau débordés;
- Les types de pluies responsables des débordements.

INVENTAIRE DES DONNÉES DU SYSTÈME D'ÉGOUT ET DÉTERMINATION DES BESOINS. Les informations et les données disponibles qui ont été présentées dans les chapitres précédents seront mises à contribution pour la construction du modèle. L'inventaire devrait aussi appuyer une première analyse des données directement exploitables et, du même coup, servir à déterminer les principaux besoins qui ne sont présentement pas comblés.

DESCRIPTION ET INTERPRÉTATION DE LA DYNAMIQUE DU SYSTÈME D'ÉGOUT. Une première interprétation de la dynamique du système d'égout, basée sur une analyse des données disponibles et les connaissances générales du personnel technique responsable de l'opération, devrait permettre de déterminer les points clés dans le système d'égout et les endroits où les interactions peuvent être complexes ou influencées par des éléments extérieurs comme les conditions frontalières des milieux récepteurs ou des éléments de régulation ajustables. Ces interactions clés ont probablement une incidence importante sur le comportement du système d'égout et la configuration de ces structures devrait être vérifiée attentivement si des incertitudes persistent sur l'état et le fonctionnement de ces structures.

REGISTRE DES DONNÉES DU MODÈLE. S'il n'est pas déjà en place, il est recommandé d'établir un registre des données du modèle qui permet à quiconque de comprendre la logique de construction du modèle et son historique, sachant qu'une succession de personnes sont appelées à utiliser et à développer le modèle. Il s'agit de consigner et d'indiquer clairement les données d'intrants du modèle, les éléments de vérification du modèle (contrôle qualité) et les résultats de modélisation. Ce registre permet de réduire les chances d'erreur lors du développement et de l'exploitation du modèle. Ceci est particulièrement important pour les modèles de grande taille où les erreurs de modélisation peuvent se multiplier rapidement et conduire à des résultats erronés ou à une mauvaise interprétation de ceux-ci.

STRATÉGIE DE MODÉLISATION. Lors de la modélisation numérique, certaines stratégies sont à considérer afin de s'assurer que le modèle répond aux besoins et aux exigences de l'étude (p. ex., une résolution spatiale fine ou grossière). Le modèle numérique doit également être accessible pour l'ensemble des usagers et l'effort requis pour la mise en œuvre doit être raisonnable considérant les ressources disponibles. Les stratégies de modélisation sont discutées de façon plus détaillée à la section 14.2.3.

CONSTRUCTION DU MODÈLE NUMÉRIQUE. À cette étape, les données manquantes doivent avoir été déterminées et les points d'intérêt dans le modèle qui méritent une attention particulière sont connus. La stratégie de modélisation devrait être appliquée en suivant certains points d'intérêt relativement aux différents éléments du modèle. La section 14.3 détaille plus amplement l'étape de la construction du modèle.

EXPLOITATION DU MODÈLE NUMÉRIQUE. Une fois assemblé, calibré et validé, le modèle est exploité pour évaluer l'efficacité des mesures de gestion des débordements et des dérivations. Les mesures de gestion des débordements et des dérivations devraient être prises en compte dans la préparation du plan de modélisation pour s'assurer que le modèle choisi permet la mise en œuvre de ces mesures (p. ex., des mesures axées sur la réduction d'eaux d'infiltration impliquent que le modèle inclue les points d'entrée et les débits associés à ces eaux). Il est aussi important de s'assurer que la stratégie de modélisation employée permettra une application simple des mesures et que la méthodologie fournira des résultats suffisamment précis et vérifiables. Puisque chaque système d'égout et son milieu récepteur sont uniques, il n'existe pas de plan de modélisation universel. Cependant, les points abordés plus haut devraient fournir un point de départ pour la mise en place d'un modèle numérique du système d'égout.

14.2.3 Envergure de la modélisation

Le modèle doit évidemment bien représenter la réponse hydrologique et hydraulique du système d'égout, mais il n'est pas nécessaire de représenter la totalité de ce système pour reproduire de façon satisfaisante les débordements à un ouvrage de surverse en particulier. Des stratégies de modélisation différentes peuvent donc être employées afin de réduire l'effort de modélisation en se concentrant au besoin uniquement sur les portions d'intérêt du système d'égout. Cependant, **pour évaluer les effets d'ajouts de débits sur les débordements et les mesures compensatoires associées, le tronçon d'égout à l'étude, soit le tronçon à partir du point d'ajout de débits jusqu'à la station, doit être modélisé.** En effet, tous les ouvrages de surverse en aval du point d'ajout ont le potentiel d'être affectés par des débits supplémentaires.

Il est suggéré d'avoir une stratégie de modélisation par approche incrémentale. Le modèle initial est simple et basé sur des données permettant de reproduire le système d'égout et le bassin tributaire de façon rudimentaire. Les résultats d'une simulation de ce modèle initial peuvent ensuite être comparés à des mesures de débits afin d'analyser si la réponse du système d'égout semble correspondre aux observations, avec un ajustement rapide des paramètres de modélisation si nécessaire (la superficie, l'imperméabilité, la longueur de drainage, les pertes initiales, etc.). Cette analyse permet ensuite d'orienter le niveau de raffinement supplémentaire requis pour atteindre un ajustement satisfaisant des simulations par rapport aux observations. Un modèle plus simple est plus rapide à exploiter et il est souvent plus facile d'ajuster les paramètres lors de la calibration. En revanche, un modèle trop grossier reproduit de manière plus incertaine et imprécise la réponse hydrologique et hydraulique du système d'égout. La tâche consiste donc à établir le niveau de détail ou de précision optimal des différents paramètres du modèle qui permet d'atteindre les objectifs de la modélisation.

Si le modèle doit être utilisé pour évaluer la performance d'une mesure de gestion des débordements et des dérivations, un modèle numérique découpé grossièrement peut être utilisé pour procéder à des vérifications de dimensionnement préliminaire. La modélisation de la solution devrait rester sommaire et se baser sur des hypothèses conservatrices sans aller dans des détails de conception trop avancés. Le développement d'un tel modèle et son utilisation n'ont alors pour but que d'aider à choisir les mesures les plus convenables en vue d'une seconde étape d'analyse plus détaillée, et non de dimensionner des mesures de façon précise.

Un modèle plus simple du système d'égout représenterait, par exemple, les surfaces tributaires par des sous-bassins de grande taille et ne représenterait que les conduites de drainage principales. Les sous-bassins engloberaient alors plusieurs lots et rues d'un même secteur et les ramifications du système d'égout considérées comme étant de moindre importance seraient ignorées pour ne conserver que les conduites principales menant vers les ouvrages. Le modèle pourrait alors être progressivement modifié au besoin en y ajoutant plus de détails, en raffinant la discrétisation des éléments de drainage et des sous-bassins ou en modélisant d'une manière plus complète un secteur en particulier (p. ex., un secteur situé immédiatement en amont d'un ouvrage de surverse). Les sous-bassins seraient alors redécoupés davantage pour distinguer entre elles les surfaces qui ont des réponses hydrauliques différentes, tels les lots résidentiels, les rues, les stationnements, les bâtiments commerciaux ou les lots vacants. Les portions du système d'égout qui auraient été ignorées pourraient être ajoutées. Le raffinement progressif pourrait aussi être concentré aux endroits clés ou au niveau des surfaces dont les apports sont jugés les plus importants pour la réponse du système d'égout. Cette technique de raffinement ciblé pourrait être appliquée pour une partie du système d'égout avant d'être utilisée pour l'ensemble du modèle.

Afin de minimiser les efforts requis, le modélisateur devrait se concentrer sur les activités de modélisation qui produisent le plus grand bénéfice et éviter celles qui apportent des gains marginaux. En général, lors du raffinement ciblé, les apports qui ont un impact déterminant sur la réponse du système d'égout deviendront évidents.

14.2.4 Utilisation d'un modèle existant

L'utilisation d'un modèle hydrologique ou hydraulique existant peut être un bon point de départ, mais peut comporter certains défis supplémentaires quant à la validation et à l'exploitation du modèle. Il est possible que le logiciel de modélisation ne soit pas adapté pour les besoins en cours et que les hypothèses de modélisation initiales amènent des limites d'application. Le modèle pourrait être largement désuet comparativement à la situation actuelle et sa mise à jour pourrait être complexe. Les modèles existants devraient être analysés et compris avant d'être utilisés dans un contexte de gestion des débordements.

14.2.5 Choix du modèle numérique

Un modèle numérique doit permettre de simuler le comportement **hydrologique** (soit la quantité d'eau ruisselée d'un sous-bassin et captée par le système d'égout) et le comportement **hydraulique** (soit l'établissement des conditions d'écoulement, des hauteurs d'eau et des vitesses, dans le système d'égout) d'un système d'égout.

La **modélisation hydrologique** vise à déterminer les apports par les eaux de ruissellement du bassin de drainage en réponse à un événement pluvieux. Cet aspect du modèle est crucial pour simuler correctement les débits présents dans un système d'égout au passage d'un événement de pluie. La modélisation hydrologique est discutée à la section 14.3.3.

La **modélisation hydraulique**, quant à elle, achemine les débits dans l'ensemble du système d'égout et représente les paramètres hydrauliques dans le système ou à la surface, comme la vitesse d'écoulement, la hauteur d'eau et le débit.

Le type de modèle utilisé doit être déterminé d'avance afin de connaître les données requises pour réaliser la modélisation. Par exemple, s'il est nécessaire de générer un apport de surface, il est généralement préférable d'utiliser un modèle capable de modéliser les sous-bassins à la surface avec un certain nombre d'attributs qui permettront de gérer un débit. Voici des critères pour aider à choisir le modèle, basés sur des recommandations de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA, 1999) et du Chartered Institution of Water and Environmental Management (CIWEM, 2017) :

- Le modèle devrait avoir, au minimum, la capacité de modéliser les deux composantes suivantes : le débit ou le ruissellement en réaction à une pluie et les éléments physiques qui permettent d'acheminer le débit dans le système d'égout (conduites, regards, puisards, structures, etc.).

- La capacité de représenter les comportements hydrauliques du système de drainage. Par exemple, un modèle numérique capable de simuler la dynamique de l'écoulement est requis lorsque les débordements sont causés par un manque de capacité ou par une surcharge. Si le système d'égout comprend des structures complexes comme des pompes ou des déversoirs, le modèle numérique doit être en mesure de reproduire ces ouvrages.
- La capacité de représenter le ruissellement de surface du bassin de drainage, en prenant en compte les caractéristiques particulières du bassin de drainage (p. ex., type de sol, pente, pourcentage d'imperméabilité, superficie), et la capacité de pouvoir simuler les pluies historiques.
- Le besoin de simuler de longues périodes de prise de mesures. Les simulations à long terme sont préférables pour l'étude et la prédiction des débordements puisqu'elles permettent d'établir les statistiques sur la fréquence, le volume et la durée des débordements.
- Les conditions frontières qui sont dépendantes de systèmes de contrôle ou d'un milieu récepteur avec des conditions variables doivent pouvoir être imposées pour la modélisation.
- La simulation des méthodes de contrôle ou de réduction des débordements doit être possible afin de faire la démonstration de l'efficacité des solutions proposées (p. ex., infrastructures vertes, rétention additionnelle, régulation, dérivation, pompage, mesures de contrôle locales, etc.).

Modèles disponibles

Plusieurs logiciels de modélisation sont disponibles. Chacun d'entre eux possède des forces et des limitations qui devraient être connues et bien comprises du modélisateur. Le choix du modèle devrait être basé sur la complexité des caractéristiques du système d'égout, le nombre et la localisation des ouvrages de surverse ainsi que les conditions limites attendues du système. Le niveau de détail et la précision attendus du modèle devraient refléter la complexité du système d'égout qui est étudié. Le chapitre 10 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011) propose également une liste exhaustive de logiciels disponibles pouvant répondre aux besoins de modélisation et de planification.

Les modèles les plus populaires présentement disponibles sur le marché sont basés sur le modèle SWMM5 (*Storm Water Management Model 5*) développé aux États-Unis en 1970 et qui continue d'évoluer. Ce modèle d'écoulement répond aux besoins de modélisation présentés dans le présent chapitre. Le Code de conception d'un système de gestion des eaux pluviales admissible à une déclaration de conformité exige d'ailleurs l'utilisation de logiciels basés sur le modèle SWMM5.

Le logiciel EPA-SWMM développé par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA, Environmental Protection Agency) compte parmi les logiciels les plus utilisés puisqu'il est disponible gratuitement et qu'il existe de nombreux ouvrages de référence et de guides pour son utilisation. Ce logiciel utilise SWMM5 comme modèle de calcul hydrologique et hydraulique. Des logiciels commerciaux basés sur SWMM5 existent aussi. Ils ont habituellement une interface « utilisateur » plus conviviale que l'EPA-SWMM qui facilite la construction du modèle ainsi que l'analyse et l'interprétation des résultats.

14.3 Étape 2 : Développement d'un modèle numérique

14.3.1 Les intrants de base pour la construction d'un modèle numérique détaillé

Les données suivantes sont généralement requises pour préparer le modèle informatique d'écoulement :

- Cartographie du système d'égout, les conduites (longueur, diamètre, pente, élévation des radiers), les regards (radier et élévation du niveau de sol) et les structures hydrauliques;
- Données topographiques, incluant des données Lidar ou un modèle numérique de terrain (MNT), pour déterminer toutes les surfaces qui contribuent au ruissellement;
- Description des ouvrages de surverse, des structures hydrauliques (dérivation, rétention, régulation, etc.) et des postes de pompage et configuration des exutoires. Ces ouvrages sont fondamentaux et doivent être correctement représentés dans le modèle, les ouvrages de surverse aux premiers chefs. Les plans « tels que construits » (TQC) ou émis pour construction peuvent être consultés à cette fin;
- Données d'inspection du système d'égout, qui peuvent indiquer des sources d'infiltration ou des raccordements illicites à inclure au modèle;
- Occupation du territoire (surfaces perméables et imperméables), photos aériennes et cadastre;
- Information géotechnique sur les sols (nature des sols et leur capacité d'infiltration) et mesures des hauteurs de la nappe phréatique, si disponibles;
- Données pluviométriques aux stations localisées sur le territoire ou aux environs;
- Données du niveau des eaux du milieu récepteur à l'endroit des exutoires;
- État fonctionnel du système d'égout (voir la section 9.4) pour inclure toute restriction hydraulique (affaissements de conduites, obstruction par des racines ou autre);
- Conditions de fonctionnement mécanique ou opérationnel des ouvrages hydrauliques (pompes, régulateurs, vannes, etc.) afin d'inclure leurs règles opérationnelles dans le modèle. Pour les postes de pompage, la capacité étalonnée doit être utilisée;
- Vérification des dimensions et des éléments de contrôle (vannes, déversoirs, flottes ou autres).

S'il est existant, le registre des plaintes concernant les refoulements dans les bâtiments (avec les dates et les localisations) pourra également être utile lors de la calibration du modèle afin d'en valider la performance pour reproduire les cas observés de mise en charge.

Une fois l'ensemble des données colligé et le fonctionnement du système d'égout bien compris par le modélisateur, l'étape de modélisation peut débuter.

14.3.2 Construction du modèle

Cette section fournit une description des éléments importants à prendre en compte lors de la construction du modèle. Les sous-bassins, les conduites, les regards, les structures hydrauliques et les conditions frontières ont tous des particularités qui méritent d'être mises en contexte.

La construction du modèle numérique du système d'égout devrait toujours être géoréférencée. À cette fin, les données pour tracer le système d'égout (conduites et regards) devraient provenir d'un système d'information géographique contenant toutes les informations sur le système et on devrait toujours se référer à cette base de données pour des modifications. Autrement, un fond de carte géoréférencé, tel que des photos aériennes ou des plans géoréférencés, devrait être utilisé pour tracer le système d'égout.

14.3.2.1. Délimitation de la surface tributaire globale (eaux pluviales)

Pour le volet hydrologique du modèle qui simule les apports en temps de pluie au système d'égout, la délimitation de la surface tributaire du système d'égout (l'ensemble des surfaces se drainant vers le système d'égout) devrait être la première étape du plan de modélisation. Cette grande surface sera subdivisée à l'étape suivante.

À l'aide des différentes informations décrites à la section précédente, les limites existantes du bassin de drainage et du système d'égout ainsi que les limites prévues dans les conditions futures devraient être précisées.

Une attention particulière devrait être apportée aux limites physiques de topographie, comme des routes, des chemins de fer ou des lacs, et aux éléments de drainage qui y sont rattachés comme les ponceaux, les ponts, les fossés et les dérivations. Ces éléments peuvent avoir une incidence sur la contribution de certaines surfaces adjacentes.

Les limites des surfaces qui contribuent au système de drainage devraient être définies en exploitant les sources d'information disponibles et les données acquises sur le terrain. La méthodologie utilisée pour le découpage des sous-bassins dépend du type de système d'égout en place. La division des sous-bassins devrait s'appuyer sur les éléments suivants, sans s'y limiter :

- Plan du réseau et localisation des infrastructures;
- Localisation des puisards;
- Plan cadastral;
- Modèle numérique de terrain (MNT) et données Lidar;
- Photographies aériennes géoréférencées (communément appelées orthophotos).

14.3.2.2. Subdivision de la surface tributaire

La subdivision de la surface tributaire en sous-bassins doit être effectuée en considérant le type de système d'égout en place et la façon dont les apports en temps de pluie sont interceptés. La subdivision en sous-bassins est différente dans le cas d'un système d'égout domestique, pseudo-domestique ou unitaire.

Le découpage des sous-bassins figurant dans le schéma d'écoulement du système d'égout n'est pas adéquat, car il est trop grossier. Il est préférable de subdiviser le système d'égout en bassins de plus petites dimensions, de façon à faciliter l'analyse du système d'égout (infiltration et captage) et la détermination des interventions de réhabilitation.

Peu importe le système d'égout en place, les sous-bassins devraient toujours être subdivisés de façon à couvrir un seul type de système et un seul type de sol. Ces règles de modélisation sont particulièrement importantes puisqu'elles facilitent la modélisation des différents apports en temps de pluie selon le type de système d'égout en place.

Il est important de souligner que la subdivision des sous-bassins devrait être réfléchiée en fonction d'une intégration facile et réaliste des différentes mesures de gestion des débordements et des dérivations qui pourraient être mises en œuvre. Le débranchement des gouttières, l'installation d'infrastructures vertes, le contrôle local du volume de ruissellement ou l'infiltration locale d'une certaine quantité de pluie sont quelques exemples de mesures qui demandent, afin d'être modélisés correctement, une disposition particulière des sous-bassins.

Tronçon d'égout domestique ou pseudo-domestique

Dans les tronçons de type domestique ou pseudo-domestique d'un système d'égout, les apports en temps de pluie sont diffus ou difficiles à localiser, mais ils sont présents. En effet, bien que les débits dans un

égout domestique (et pseudo-domestique, dans une moindre mesure) ne devraient pas être influencés par la pluie, la réalité est que les débits peuvent augmenter rapidement puis revenir au débit en temps sec après une période pouvant parfois atteindre plusieurs jours. Il est donc important de représenter les apports en temps de pluie dans un modèle informatique en subdivisant la surface tributaire du système d'égout qui peut contribuer à des apports directs et indirects (étape décrite à la section précédente) en sous-bassins. Le découpage de ces sous-bassins peut être plus grossier que dans le cas d'un modèle représentant un système d'égout unitaire (ou un système de gestion des eaux pluviales). Toutefois, il pourrait être aussi nécessaire de modéliser le système de gestion des eaux pluviales (nécessitant un découpage plus détaillé des sous-bassins qui s'y drainent) si jamais certaines interactions entre le système d'égout domestique et le système de gestion des eaux pluviales sont jugées importantes.

Le code des bonnes pratiques de modélisation des systèmes de drainage urbain (CIWEM, 2017) suggère de limiter la taille des sous-bassins « domestiques » et « pseudo-domestiques » à quatre hectares si l'hydrologie est représentée par des processus d'écoulement de la pluie sur les sous-bassins (c.-à-d. similaire à un système de gestion des eaux pluviales). Cette limite peut cependant être étendue à 15 ha, voire à 30 ha si les processus d'hydrologiques sont représentés par la méthode RTK (voir la section 14.5.7.1).

Tronçon d'égout unitaire

Pour les tronçons « unitaires » du système d'égout, la délimitation des sous-bassins du modèle devrait suivre les mêmes critères que ceux utilisés pour délimiter les sous-bassins d'un modèle d'un système de gestion des eaux pluviales. Ainsi, les sous-bassins devraient avoir les surfaces les plus uniformes possibles en matière d'utilisation du sol, mais aussi de réponse hydrologique. Les éléments de la voirie devraient idéalement être représentés par des sous-bassins spécifiques puisque leur réponse hydrologique est directe et prévisible. Les grandes surfaces imperméables, comme les bâtiments de centres commerciaux, les hôpitaux, les stationnements et les développements majeurs (grands ensembles résidentiels), devraient aussi être représentés par des sous-bassins exclusifs puisque ces surfaces contribuent à générer un volume important de ruissellement.

De plus, il est possible que certaines de ces surfaces aient des structures de rétention souterraine ou en surface pour contrôler les débits avant leur évacuation vers le réseau municipal. Ces grandes surfaces devraient être modélisées en éléments indépendants et comprendre les détails nécessaires pour représenter, s'il y a lieu, l'effet des structures de régulation en place. Des vérifications devraient être faites sur le terrain ou des hypothèses pourraient être émises sur le système d'égout en place ou la régulation si les plans ou les informations ne sont pas disponibles.

Les toits plats devraient aussi être modélisés individuellement si les apports en provenance des surfaces sont jugés importants et que la discrétisation de ceux-ci pourrait avoir un impact sur les résultats des simulations. En découpant les surfaces des toits plats, il est possible de tenir compte des apports directs vers le système d'égout qui peuvent être considérables, surtout dans le cas des systèmes pseudo-domestiques. Ce type de modélisation permet aussi d'évaluer certains effets hydrauliques propres aux toits plats, comme le laminage et la rétention lors de fortes pluies.

Dans certains cas particuliers, il est possible que les entrées en contre-pente constituent un apport de débit important lors d'événement de pluie et il pourrait être utile de découper ces surfaces et de les modéliser individuellement, ou du moins d'estimer la surface totale qu'elles occupent.

La taille des sous-bassins de type unitaire devrait être limitée à deux hectares (CIWEM, 2017).

14.3.2.3. Caractérisation des sous-bassins

Dans le cas des modèles de grande taille, il pourrait être utile de considérer une caractérisation uniforme des sous-bassins basée sur une classification de l'utilisation du sol. Chaque sous-bassin est caractérisé par un type d'utilisation du sol et les paramètres de modélisation sont uniformes pour chacun des types (imperméabilité, infiltration, pertes initiales, etc.). Ceci permet une modélisation uniforme à la grandeur du

modèle et des ajustements faciles lors de la calibration. Cette approche de modélisation facilite l'étape de calibration et rend aussi plus facile la présentation des résultats.

14.3.2.4. Toitures

Le ruissellement en provenance des toitures est un élément qui peut se révéler majeur dans la modélisation. En particulier, les toits plats des bâtiments construits avant 1982 étaient généralement raccordés directement au système d'égout via la plomberie interne. Les toitures sont typiquement drainées par des gouttières, mais celles-ci sont souvent raccordées aux drains de fondation qui évacuent les eaux au système d'égout dans le cas des égouts unitaires ou pseudo-domestiques. Les gouttières peuvent aussi évacuer les eaux en surface, mais ces eaux peuvent aussi rejoindre le système d'égout unitaire si elles peuvent ruisseler jusqu'à un puisard. Les toitures peuvent donc avoir un impact important sur la réponse hydrologique du modèle. L'état du raccordement des gouttières peut être évalué par des visites de terrain, par des relevés existants ou à partir des connaissances du personnel municipal.

En début de modélisation, des hypothèses peuvent être émises sur le raccordement des gouttières et la rétention potentielle sur les toits plats, mais elles devraient être validées en cours de projet. Il est possible que la représentation de ces phénomènes requière l'ajout d'éléments au modèle.

Les toits plats peuvent produire un effet de laminage et de rétention du volume dû à la capacité du drain et à la forme du toit. Le ruissellement généré par le toit sera donc atténué, entraînant une rétention et une diminution du débit de pointe dirigé vers le système d'égout. Dans certains cas, des régulateurs de débit peuvent déjà se trouver en place et pourraient mériter d'être inclus au modèle.

14.3.2.5. Conduites et jonctions

Les éléments de drainage du système d'égout sont composés de liens et de nœuds interconnectés qui permettent d'acheminer le débit vers l'exutoire par gravité ou par pompage.

Les nœuds dans un modèle peuvent représenter des regards, des éléments de rétention, des jonctions dans un système d'égout ou des sorties. Les éléments principaux dans la modélisation des nœuds sont l'élévation du radier du nœud, l'élévation de la surface, les apports en temps sec et en temps de pluie ainsi que les propriétés de rétention à la surface. Les éléments de rétention et les exutoires ont des propriétés additionnelles distinctes des autres nœuds.

Lors des simulations, le niveau des eaux dans le modèle d'égout peut rejoindre la surface (surcharge du réseau). La modélisation de l'accumulation ou de l'écoulement des eaux en surface peut donc être nécessaire. Le lien entre le réseau souterrain (appelée « réseau mineur ») et le réseau de surface (appelé « réseau majeur ») peut être représenté par une connexion directe sans limitation ou une connexion limitée par la capacité des ouvrages d'interception comme les puisards. Un modèle qui tient compte à la fois du réseau mineur et du réseau majeur est appelé « modèle en double de drainage ». Les modèles en « double drainage » permettent de prédire et de quantifier les zones inondées et, donc, les bâtiments qui peuvent être affectés, les entraves à la circulation ou les enjeux de sécurité.

Les liens dans un modèle peuvent être représentés par des conduites, des conduites forcées, des ponceaux de différentes formes et des sections transversales de fossés ou de cours d'eau. Les éléments du modèle devraient avoir les formes géométriques et les propriétés adéquates pour bien représenter la capacité des rues, des fossés, des conduites circulaires, des ponceaux, des formes particulières, etc.

Les principaux paramètres des liens sont les dimensions géométriques, l'élévation des radiers, la rugosité (coefficient de Manning) et les pertes de charge. Pour plus de détails sur les pertes de charge singulières et par friction (rugosité), il est suggéré de se référer au chapitre 7 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011). La méthode proposée dans ce guide s'avère une estimation simple qui peut être utilisée pour un calcul sommaire. Le modèle devrait tenir compte de l'effet des principales pertes de charge.

Comme indiqué à la section 14.3.1, l'état fonctionnel du système d'égout est d'intérêt, car il peut affecter l'hydraulique du système d'égout. Les renseignements concernant l'état fonctionnel (voir section 9.4) doivent être pris en compte dans le modèle.

Dans certains cas, la capacité d'interception à la surface d'un système d'égout unitaire pourrait ne pas être suffisante pour acheminer le ruissellement vers le système d'égout. Les puisards le long d'une rue en pente ou un nombre insuffisant de puisards pourraient faire en sorte que l'interception locale ne soit pas suffisante pour passer du réseau majeur au réseau mineur. Ce manque de capacité d'interception du système d'égout peut être indiqué par des accumulations d'eau importantes à la surface. Elles sont souvent rapportées par les citoyens ou le personnel d'exploitation lors d'événements pluvieux, ou par le modèle qui rapporte des débordements à la surface. La modélisation du réseau majeur pourrait alors être nécessaire afin de prendre en considération la capacité réelle d'interception afin de bien représenter l'interaction entre le réseau mineur et le réseau majeur. Les capacités de rétention à la surface devraient être ajustées en conséquence dans le modèle puisque les eaux peuvent s'accumuler à la surface. De plus, le possible déplacement de l'eau vers un autre point bas devrait être représenté dans le modèle. Par ailleurs, si la capacité des éléments qui assurent le transport du ruissellement de surface est dépassée, une attention particulière devrait être portée aux possibles interconnexions de surface. Par exemple, si le niveau d'eau dépasse la hauteur d'un fossé ou d'un ponceau, le modèle devrait faire en sorte que l'eau puisse s'accumuler sur place ou progresser en suivant la direction de l'écoulement.

S'il est modélisé, le réseau majeur doit être une représentation fidèle de la configuration existante des éléments du système de drainage de surface. Pour plus de détails sur la capacité des différents éléments du système d'égout, on pourra se référer aux chapitres 5, 7 et 10 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011).

14.3.2.6. Structures hydrauliques

Les structures hydrauliques retrouvées dans les systèmes d'égout sont les ouvrages de surverse (qui sont composés d'un ouvrage de contrôle et d'un ouvrage de trop-plein), les stations de pompage, les réservoirs, les régulateurs de débit et les ouvrages au niveau de la station de traitement des eaux. Ces ouvrages devraient être modélisés de façon explicite avec le plus de détails possible sur les dimensions, la volumétrie, l'agencement et les restrictions sur le contrôle.

Ouvrages de surverse

Les trop-pleins, les seuils et les divisions faisant partie des ouvrages de surverse sont des éléments qui peuvent avoir une incidence considérable sur le comportement du système d'égout. Une attention particulière devrait être portée aux éléments clés suivants :

- Le type d'ouvrage ainsi que les dimensions et la volumétrie de la chambre qui abrite l'ouvrage;
- Le niveau du trop-plein ou du seuil ou de la division;
- La taille exacte de l'orifice ou du déversoir et la longueur;
- Les détails sur les grilles, les vannes et les clapets;
- Les détails sur le milieu récepteur ou toute autre forme de contrôle appliqué à l'ouvrage.

Les élévations et les dimensions des différents éléments de contrôle sont les paramètres les plus importants. Des croquis simplifiés, des photos et des plans devraient appuyer la modélisation de ces structures. L'influence potentielle du milieu récepteur (niveau d'eau à l'exutoire et influence de la marée) devrait être également prise en compte dans la modélisation s'il y a lieu. Les coefficients de débit des orifices ou des seuils devraient être calculés avec attention et en se référant à des valeurs de la littérature.

Postes de pompage

Les informations sur le mode de fonctionnement des postes de pompage (niveau de départ et d'arrêt), la capacité de pompage (relation hauteur-débit), le nombre de pompes en simultané et la volumétrie du puits

sont les éléments essentiels qui doivent être connus. Les postes de pompage doivent être modélisés en reproduisant le plus fidèlement possible les propriétés des pompes et leur capacité étalonnée et non théorique puisque la capacité d'une pompe décroît avec le temps.

Malgré le soin apporté à la modélisation du système pompes/conduites de refoulement, le débit simulé peut s'écarter grandement du débit étalonné. Dans ce cas, un coefficient de perte de charge singulière est ajouté à l'entrée de la conduite de refoulement pour ajuster le débit pompé dans la simulation. Si l'étalonnage se base sur des mesures de niveau d'eau, l'idéal consiste à utiliser directement ces valeurs, plutôt que les débits, pour valider la justesse du modèle.

L'arrangement des pompes et des conduites de refoulement doit aussi être pris en compte pour représenter les pertes de charge par frottement dans la conduite de refoulement. Par exemple, deux pompes qui utilisent la même conduite de sortie apporteront beaucoup plus de pertes de charge lorsqu'elles sont en fonction simultanément. La capacité de pompage peut être grandement surestimée si la capacité des pompes en place est simplement additionnée. La valeur utilisée pour la rugosité des conduites de refoulement, qui dépend du matériau qui compose la conduite, devrait être établie sur la base de références reconnues.

On doit également porter une attention particulière aux équipements connexes au fonctionnement de la station (comme les vannes d'entrée modulantes, les déversoirs, les orifices ou le trop-plein) qui doivent être correctement modélisés en considérant le mode opérationnel de l'ouvrage et ses interactions possibles avec les équipements.

Bassins et réservoirs de rétention

Les bassins et les réservoirs peuvent avoir un effet considérable sur le débit de pointe et sur le volume de débordements. Les ouvrages de ce type doivent être modélisés sur la base de plans qui incluent tous les détails actuels des ouvrages. Tous les éléments qui sont raccordés à l'ouvrage doivent être pris en compte dans la modélisation afin de pouvoir reproduire le comportement de l'ouvrage en conditions extrêmes lorsque les débits qui arrivent à l'ouvrage dépassent la capacité avant débordement.

Régulateurs de débit

La localisation et les caractéristiques des régulateurs de débit mis en place dans le système d'égout peuvent avoir une incidence non négligeable sur les niveaux d'eau et les débits mesurés. La compilation de ces informations doit être la plus complète possible. Normalement, selon le type de régulateur, les débits de contrôle devraient minimalement être pris en compte avec, idéalement, la charge hydraulique agissant sur le régulateur. La présence de bâtiments existants avec toits plats peut par ailleurs avoir une grande incidence sur l'ampleur et le décalage des débits pouvant arriver aux systèmes d'égout, en particulier pour des événements pluvieux importants dont les débits pourraient être limités par les drains de toit.

14.3.3 Représentation des processus hydrologiques

Le choix du modèle hydrologique, c'est-à-dire la représentation conceptuelle des processus hydrologiques qui doit s'exercer lors de la simulation d'une pluie, doit être adapté au type de système à analyser.

Pour un **système d'égout unitaire**, les apports en temps de pluie par captage direct (ruissellement de surface) constituent l'apport prédominant et peuvent être d'une ampleur beaucoup plus importante que les débits d'eaux usées. En temps de pluie, un système d'égout unitaire se comporte comme un système de gestion des eaux pluviales d'un point de vue hydrologique. Ainsi, dans le cas des systèmes d'égout unitaires, les mêmes algorithmes de calcul qui convertissent la pluie en ruissellement pour ensuite établir les débits captés par un système de gestion des eaux pluviales peuvent être utilisés (p. ex., SWMM5). La section 6.5.4 du [Guide de gestion des eaux pluviales](#) (MDDEFP et MAMROT, 2011) fournit une description des algorithmes de calcul utilisés pour les systèmes de gestion des eaux pluviales. Cependant, bien qu'ils soient plus rares, il existe des systèmes d'égout unitaires dont les apports en temps de pluie s'étalent longtemps après la fin d'une pluie. Dans ces cas, la représentation des processus hydrologiques selon la méthode RTK (décrite à la section 14.5.7.1) serait à privilégier.

Pour les **systèmes d'égout domestiques ou pseudo-domestiques**, les apports en temps de pluie sont plus diffus et ne correspondent généralement qu'à une faible fraction du volume total ruisselé à la suite d'une pluie. De plus, les débits d'eaux d'infiltration peuvent être non négligeables par rapport aux apports en temps de pluie, ce qui n'est pas le cas pour un système d'égout unitaire. L'utilisation d'un modèle hydrologique approprié est donc requise pour simuler ces apports. La méthode RTK, décrite à la section 14.5.7.1, est l'approche recommandée puisqu'elle permet de représenter les apports en temps de pluie s'échelonnant sur une longue durée, ce que les méthodes hydrologiques associées aux systèmes de gestion des eaux pluviales ne permettent pas. D'autres approches sont aussi possibles, par exemple en ajoutant des débits constants aux nœuds pour l'infiltration (donc pas d'effet simulé pour la variation des hauteurs de la nappe phréatique) et en intégrant le captage direct à chacun des sous-bassins sanitaires par une modélisation des surfaces imperméables directement reliées aux systèmes d'égout domestiques. Le captage indirect (p. ex., pour les eaux provenant des drains de fondation) doit être modélisé avec une autre approche, notamment en ajustant le paramètre de calibration W (largeur de drainage) du modèle SWMM5 ou par l'intermédiaire d'un autre artifice. Dans tous les cas, les phénomènes physiques en cause sont complexes et l'utilisation des différentes approches plus simplifiées doit nécessairement s'appuyer sur des mesures de débits et une calibration.

14.4 Étape 3 : Paramètres du modèle

La construction d'un modèle informatique et les valeurs indiquées dans les différents champs d'entrée du modèle informatique doivent refléter les conditions d'écoulement les plus représentatives des conditions existantes ou projetées.

Un modèle informatique peut être construit en utilisant de manière préliminaire les valeurs d'attributs des paramètres du modèle indiquées au Tableau 14-2. D'autres documents peuvent également être consultés pour l'estimation des paramètres de modélisation (EPA, 2015; EPA, 2016a; EPA, 2016b; EPA, 2017). Ces valeurs préliminaires seront ensuite ajustées à l'étape de la calibration.

Lorsque le modèle est construit en « double drainage », les options générales du modèle doivent permettre l'accumulation (*stockage*) en surface des eaux sur les nœuds (l'option *Allow ponding* doit être activée) et chacun des nœuds (*nodes*) du modèle, sauf les émissaires (*outfalls*), doit avoir une valeur non nulle ($\neq 0$) attribuée au champ de superficie d'accumulation d'eau (*Ponded area*).

Tableau 14-2. Paramètres à respecter pour l'emploi d'un modèle informatique SWMM5

Paramètre du modèle	Attributs (terme en anglais)	Valeur	
Options générales	Unité (Units)	L/s ou m ³ /s (LPS ou CMS)	
Options générales	Modèle d'écoulement (Routing model)	Onde dynamique (Dynamic Wave)	
Options générales	Modèle d'infiltration (Infiltration model)	Horton	
Options générales	Pas de temps des résultats de simulation (Report time step)	≤ 1 minute	
Options générales	Pas de temps de calcul pour la propagation (Routing time step)	≤ 30 secondes	
Options générales	Accumulation (stockage) en surface des eaux (Allow ponding)	Activée, si le modèle est construit en « double drainage »	
Sous-bassins	Coefficient de rugosité (N) – surfaces imperméables (N impervious)	Voir le Tableau 14-4	
Sous-bassins	Coefficient de rugosité (N) – surfaces perméables (N pervious)		
Sous-bassins	Pertes initiales – surfaces imperméables (Dstore – impervious)		
Sous-bassins	Pertes initiales – surfaces perméables (Dstore – pervious)		
Sous-bassins	Horton – capacité d'infiltration initiale (f ₀)		≤ 75 mm/h ⁽¹⁾
Sous-bassins	Horton – capacité d'infiltration ultime (f _c)		≤ 7,5 mm/h ⁽¹⁾
Sous-bassins	Horton – taux de décroissance (k)	≥ 2	
Nœud	Aire d'emmagasinement	Valeur non nulle (≠ 0), si le modèle est construit en « double drainage »	

¹ La valeur dépend du type de sol.

Tableau 14-3. Coefficients de rugosité de l'écoulement en nappe (sheet flow), N, pour diverses surfaces⁽¹⁾

Surface d'écoulement	Coefficient de rugosité, N
Asphalte ou béton	0,01 à 0,015
Surface lisse imperméable	0,03
Sol nu compacté et sans débris	0,10
Végétation courte et clairsemée	0,05
Sol cultivé	
Surface de résidus ≤ 20 %	0,06
Surface de résidus > 20 %	0,17
Gazon	
Gazon court	0,15
Gazon dense	0,24
Gazon très dense	0,41
Prairie naturelle	0,13
Pâturage	0,40
Forêt ⁽²⁾	
Sous-bois clairsemé	0,40
Sous-bois dense	0,80

(1) Une hauteur d'écoulement inférieure à 30 mm est généralement associée à un écoulement en nappe.

(2) Basé sur les conditions retrouvées dans une zone de 30 mm au-dessus du sol. Il s'agit de la portion des végétaux compris dans cette zone qui obstrue l'écoulement en nappe.

Tableau 14-4. Pertes initiales (*Dstore*) selon le type de surface

Type de surface	Perte initiale minimale (mm)
Pavage	1,5
Toit plat	1,5
Toit avec pente	1,0
Pelouse	5,0
Surface boisée et champs	8,0
Forêt	15,0

14.5 Étape 4 : Calibration et validation du modèle

14.5.1 Aspects généraux

Le modèle numérique d'un système d'égout est comme tous les autres appareils de mesure : il faut toujours les calibrer avant de les utiliser pour s'assurer de l'exactitude des mesures.

De fait, la calibration d'un modèle est cruciale afin de reproduire correctement les conditions existantes et donner de la crédibilité aux résultats de simulation. Un modèle non calibré peut être acceptable pour des évaluations sommaires et préliminaires. Cependant, la confiance envers les résultats d'un tel modèle n'est pas suffisante pour qu'il puisse servir à évaluer l'effet d'ajouts de débits ou de mise en œuvre de mesures de gestion des débordements et des dérivations. Bien qu'un haut niveau de discrétisation couplé avec une paramétrisation réaliste permette d'obtenir des résultats s'approchant du comportement réel d'un système d'égout, il est impossible de le savoir sans avoir procédé à la calibration d'un modèle. L'utilisation d'un modèle numérique non calibré est hautement risquée et peut mener à des erreurs importantes sur les débits et les hauteurs d'eau simulés.

Par définition, la calibration est un exercice de comparaison des résultats du modèle avec des données observées ou mesurées. Si les résultats obtenus ne représentent pas de façon raisonnable les mesures, le modélisateur doit revoir le modèle et ajuster des paramètres à l'intérieur de limites raisonnables. Cet exercice d'ajustement et de comparaison peut être fait à plusieurs reprises avant d'en arriver à une réponse satisfaisante. Il est bien important de ne pas forcer l'ajustement des paramètres à des valeurs qui sont arbitraires, qui s'écartent des valeurs recommandées ou qui n'ont pas de sens logique avec le territoire couvert dans le simple but d'atteindre les objectifs de calibration. Une variation trop importante des paramètres lors de la calibration implique souvent qu'un élément important du système d'égout n'a pas été modélisé explicitement ou de la bonne manière.

L'exercice de validation est une étape supplémentaire qui vise à tester le modèle calibré en utilisant des événements ou des données supplémentaires qui n'ont pas été utilisés durant la calibration. Si les données simulées respectent les mêmes critères que ceux utilisés lors de la calibration, le modèle est prêt à être utilisé. Cette étape sert à s'assurer que le modèle n'a pas été surcalibré autour d'événements de pluie similaires l'empêchant de reproduire correctement d'autres types d'événements.

Avant d'entreprendre l'exercice de calibration, le modélisateur doit être confiant quant à la validation des données de base intégrées au modèle. Les données météorologiques, les données de mesures dans le système d'égout, les données sur les caractéristiques du système et les conditions frontières devraient déjà avoir fait l'objet de vérifications et de contrôle de qualité.

Le débit en temps sec (qui inclut les variations journalières et saisonnière pour tenir compte des eaux d'infiltration) devrait être calibré et vérifié en premier lieu, avant la validation et la calibration des événements de pluie. À la suite de la calibration et de la validation du modèle pour les événements en

temps sec et de temps de pluie, le modèle devrait être comparé avec les données de débordement répertoriées dans le système SOMAEU.

Au besoin, et si les données sont disponibles, des vérifications supplémentaires sur la qualité de l'ajustement du modèle peuvent être faites en comparant les résultats avec des données complémentaires, comme des données de mise en marche de stations de pompage, des données en provenance de la station d'épuration, des données historiques pour les ouvrages de débordement, des données recueillies lors d'événements majeurs ou toutes autres données acquises sur le long terme.

Enfin, une fois calibré et validé, le modèle doit être utilisé pour confirmer que les débordements répertoriés aux ouvrages de surverse sont bien simulés. Si le modèle n'est pas en mesure de reproduire les débordements avec une marge d'erreur acceptable (voir la section 14.5.9) et qu'il est impossible de fournir une explication sur les raisons de cette incapacité, il faut revoir la calibration du modèle et réévaluer les principaux éléments de modélisation et les données utilisées pour la calibration. La Figure 14-1 illustre le processus à suivre pour un système d'égout domestique ou pseudo-domestique.

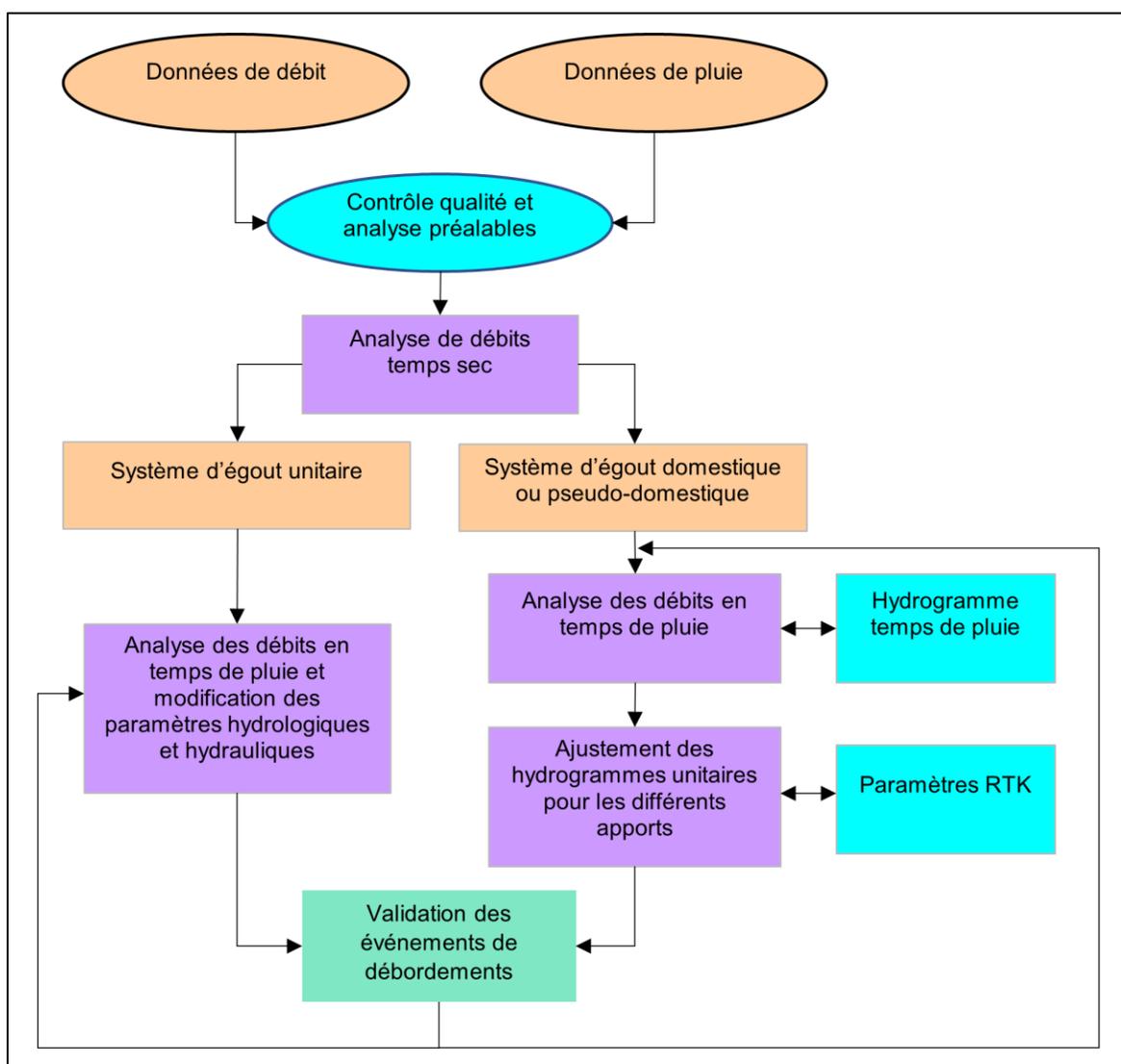


Figure 14-1. Processus de calibration pour d'un système d'égout avec un modèle numérique

14.5.2 Données requises pour la calibration

Les données de débordement survenu autrement qu'en urgence ou à la suite de travaux planifiés (c.-à-d. débordement en temps sec, en pluie et en fonte répertoriées dans le système SOMAEU), les données de débits et les données de précipitation sont essentielles pour calibrer le modèle. Ces données permettent de reproduire correctement les débits d'eaux usées, les débits d'eaux d'infiltration et les débits d'eaux pluviales qui s'écoulent dans le système d'égout. Les données de précipitation et de débits en temps de pluie sont notamment utiles pour ajuster les paramètres des sous-bassins de drainage du modèle ou les paramètres RTK (voir la section 14.5.7).

L'historique des refoulements d'égout (avec les dates et les localisations) peut également être utile pour reproduire les cas observés de mise en charge. À cette fin, l'historique des plaintes et des nuisances pour des problématiques d'inondation ou de refoulement peut fournir de l'information utile.

14.5.3 Période de référence pour la calibration

Si le modèle numérique ne doit servir qu'à évaluer la conformité des ouvrages de surverse à leur norme de débordement supplémentaire, alors la période de référence des données utilisées pour la calibration peut se limiter à la période d'application de ces normes. Par exemple, si la période d'application de chacune des normes de débordement supplémentaires des ouvrages de surverse à l'étude est « D », alors seules les données comprises entre le 1^{er} juin et le 30 septembre⁵⁷ devraient être utilisées pour la calibration, notamment pour établir les débits d'eaux usées et d'eaux d'infiltration présents dans le système d'égout pour calibrer le modèle numérique en conditions de temps sec et de temps de pluie.

Il est important de remarquer que des changements à l'occupation du territoire qui affectent les débits retrouvés dans un système d'égout peuvent avoir été réalisés après la période où les mesures de débits ont été effectuées. Les changements d'occupation peuvent correspondre à, entre autres :

- La réalisation d'un nouvel ensemble résidentiel;
- Le prolongement d'égout;
- La construction d'un nouveau commerce de grande surface;
- La modification d'une activité industrielle qui a entraîné plus de rejets à l'égout;
- L'ajout de surfaces imperméables et le retrait de surfaces végétalisées.

De même, d'autres éléments comme l'ajout ou le retrait d'obstructions, l'apparition ou la correction de bris ou de défauts structuraux ou un changement dans l'exploitation d'un ouvrage peuvent s'être produits depuis la collecte des données de débits.

Ainsi, un modèle qui a été calibré avec des données de débits obtenues depuis un certain nombre d'années risque de ne pas refléter les « conditions actuelles ». Dans ce cas, des analyses sont nécessaires pour établir l'état de situation qui prévalait au moment de la collecte de données. Ainsi, certains éléments de l'occupation actuelle du territoire (p. ex., un secteur résidentiel construit récemment) pourraient devoir être omis dans le modèle. Cependant, d'autres éléments de changement peuvent être impossibles à déterminer par le modélisateur (p. ex., les débits d'eaux d'infiltration éliminés par la réfection d'un tronçon d'égout effectuée après la collecte de données), rendant incertaine l'adéquation entre la représentation faite dans le modèle de l'occupation du territoire et du système d'égout (incluant ses composantes, son état fonctionnel et son exploitation) et la réalité au moment de la collecte des données. Ces éléments d'incertitude affectent donc la fiabilité de la calibration du modèle.

Par ailleurs, les éléments omis devront nécessairement être rajoutés au modèle pour simuler le comportement du système d'égout sous les conditions actuelles (ou futures). Cependant, si le modèle en « situation actuelle » n'a pas été calibré selon les conditions actuelles (p. ex., de nouvelles sources d'eaux

⁵⁷ Le Tableau 3-3 présente les périodes d'application des normes de débordement supplémentaire.

d'infiltration, des blocages, une augmentation des rejets d'une industrie ayant pu apparaître à l'insu du modélisateur depuis la collecte des données), le degré de confiance envers les résultats de simulation sera limité.

L'idéal reste donc de calibrer le modèle numérique à partir de données récentes de débits afin que la représentation faite du système d'égout et de l'occupation du territoire dans le modèle soit la plus fidèle à la réalité du moment.

14.5.4 Choix de la période pour la calibration en temps sec

Pour la calibration du modèle, les données de débits mesurés dans le tronçon d'égout à l'étude devraient couvrir au moins trois périodes de temps sec d'une durée d'au moins sept jours consécutifs.

Les données de débits ne doivent présenter aucune tendance non stationnaire, due par exemple à l'influence des pluies antécédentes ou à des données anormales se détachant des tendances observées. À cette fin, la période de temps sec utilisée aux fins de la calibration devrait débuter quelques jours après l'événement de pluie (au moins 48 heures, et même davantage) pour s'assurer que tous les apports en temps de pluie ont cessé.

De plus, les apports doivent être relativement constants et représentatifs des patrons d'écoulement typique en temps sec. Bien qu'il y ait une variation dans le temps du débit de consommation, la tendance moyenne devrait être relativement stable, sans présenter de fluctuations importantes. Ainsi, les périodes de temps sec ne devraient pas inclure des jours où un patron type n'est pas observé, tels des jours fériés ou des journées où se déroulent des événements culturels, sportifs ou touristiques (festivals ou autres).

Le débit en temps sec est composé d'eaux usées et d'eaux d'infiltration (section 10.4.1). Les données de débits d'un tronçon peuvent servir à estimer le débit d'infiltration d'un autre tronçon qui n'a pas été instrumenté en normalisant le débit d'infiltration par superficie drainée (CIWEM, 2017). Par exemple, en supposant que les débits des industries, commerces et institutions sont constants pour un secteur instrumenté (donc que le débit d'infiltration correspond à 80 % du débit minimum), l'indicateur suivant peut être établi :

$$q_{\text{inf}} = (R \times Q_{\text{minimum}})/A$$

Où :

- q_{inf}** = Débit d'infiltration normalisé (L/s/ha);
- R** = Proportion du débit minimum associée aux eaux d'infiltration (valeur entre 0 et 1; *dans l'exemple présenté ci-haut, cette valeur serait de 0,8*);
- Q_{minimum}** = Débit minimum mesuré en temps sec, soit au moins 48 heures après la fin de toute pluie. Le débit minimum est généralement observé entre 2 h et 6 h (L/s);
- A** = La somme des surfaces tributaires drainées vers le système d'égout en amont du point de mesure (ha).

Une fois établi, le débit d'infiltration normalisé (q_{inf}) permet de déterminer les débits à répartir en amont dans des tronçons inclus dans la modélisation, mais pour lesquels aucune donnée de débit n'est disponible.

Dépendant des conditions antécédentes de précipitation, il y aura lieu généralement de traiter plusieurs périodes pour sélectionner des conditions moyennes et déterminer la gamme de variations.

La distribution uniforme des débits d'infiltration dans un sous-bassin peut mener à une surestimation des débits d'infiltration et masquer une problématique d'infiltration locale qui ne sera pas représentée dans le modèle. Lorsque les débits d'infiltration constituent un élément important pour la compréhension et la

gestion d'une problématique de débordement, ceux-ci devraient s'appuyer sur des données de mesure plutôt que sur une méthode théorique.

La méthode par débit d'infiltration normalisé est applicable pour des systèmes d'égout assez ramifiés en milieu urbain relativement dense. Cette méthode n'est pas recommandée pour un système d'égout situé dans des milieux peu denses ou ruraux.

14.5.5 Analyse de l'hydrogramme simulé de temps sec

Le débit en temps sec est variable d'un site à l'autre d'un système d'égout en fonction de divers facteurs, incluant la population tributaire (qui peut varier sur 12 mois et même selon les journées de la semaine, les saisons touristiques ou les événements publics, par exemple), mais aussi l'infiltration et la période considérée (l'infiltration étant généralement importante au printemps alors que les niveaux des eaux souterraines sont élevés). La Figure 14-2 illustre un hydrogramme typique en période de temps sec.

Le débit en temps sec est un apport en continu qui peut être décomposé en différents apports :

- Apport de consommation résidentiel;
- Apport de consommation institutionnel, commercial, industriel (ICI);
- Infiltration de base;
- Infiltration saisonnière;
- Autre débit provenant d'une entente particulière.

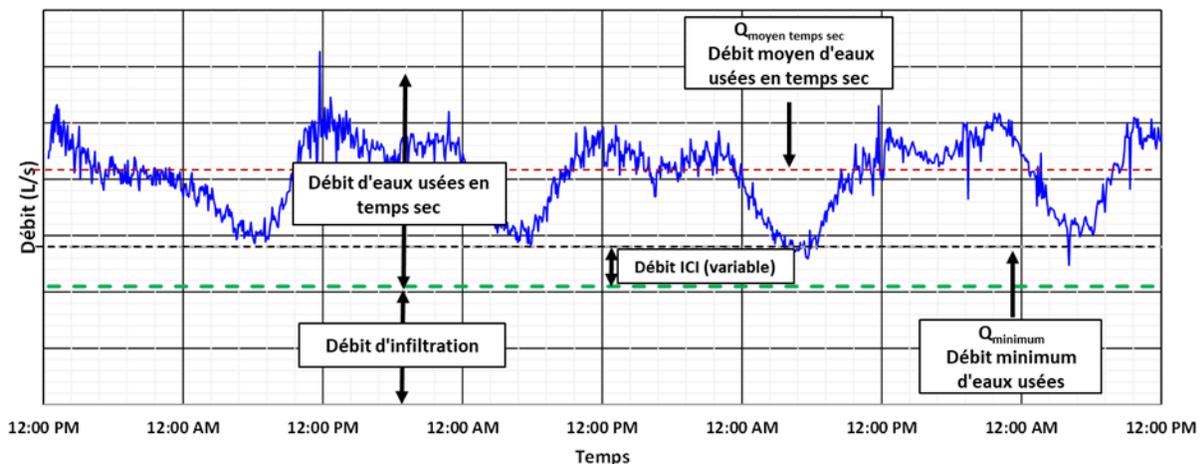


Figure 14-2. Séparation des différentes composantes des débits en temps sec

La calibration du débit en temps sec simulé dans un modèle doit passer par une bonne interprétation des données de mesure de débits, mais aussi une bonne connaissance de base des différents facteurs qui contribuent aux débits. Les données suivantes devraient être récoltées pour aider à reproduire le débit en temps sec :

- Les données de population, sous forme de recensement ou sous forme de polygones de distribution;
- Les données de consommation d'eau (usine de filtration ou mesures locales connues) en fonction du type d'utilisateurs desservis;
- L'étendue complète du réseau;
- La hauteur de la nappe selon la saison et la localisation;

- Le cycle d'affluence des touristes.

Toutes autres données supplémentaires jugées pertinentes et pouvant aider à la caractérisation des débits en temps sec peuvent être mises à contribution à cette étape : rapport d'inspection du système d'égout, rapport de mesures antérieures (inspections par caméra ou visuelles), connaissance du personnel responsable de l'exploitation, résultats d'essais de forage, etc.

14.5.5.1. Détermination des événements de temps sec

Durant une période sèche, une vérification du volume simulé et du volume observé devrait être faite afin d'assurer que les débits mesurés sont en accord avec ce qui est attendu en fonction des facteurs connus. C'est à ce moment qu'il est important de détecter des sources potentielles d'apport d'eau qui n'ont pas été considérées parce qu'elles sont inconnues ou négligées dans la modélisation :

- Apport commercial ou industriel sous-estimé;
- Débit d'infiltration sous-estimé;
- Surface additionnelle connectée au système d'égout.

Les événements de temps sec devraient être comparés pour déterminer l'enveloppe du débit minimum et du débit maximum de tous les événements, surtout pour les semaines et les fins de semaine. Les enveloppes des maximums et minimums pourraient être modifiées pour ne pas tenir compte d'événements causés par des activités particulières, par l'effet des saisons ou par une infiltration accentuée ou prolongée.

L'enveloppe du débit minimum permet de déterminer le moment où le débit de consommation résidentiel est à son plus bas et où l'infiltration est pratiquement le seul apport. Il est fort possible que certains apports ICI et résidentiels soient toujours présents dans cette valeur minimale et il est de la responsabilité du modélisateur d'en faire la distinction en fonction des informations disponibles sur le système d'égout en amont. L'impact des apports ICI devrait être étudié avec un niveau de détail adéquat selon l'ampleur anticipée de ces apports. La soustraction du débit minimum au débit en temps sec devrait correspondre au débit de consommation résidentiel.

Le débit de consommation résidentiel devrait être distribué en amont du point de mesure en fonction des caractéristiques connues du secteur : population, type d'habitations, surface totale, occupation du sol, apports particuliers. Il est également requis de tenir compte des sites propices à la génération de débit de consommation en continu. Le débit de consommation résidentiel se calcule typiquement en litre par personne par jour et il devrait être accompagné de deux patrons horaires reproduisant l'effet diurnal des jours de semaine et l'effet des jours de fin de semaine, puis d'un patron journalier au besoin. Une valeur constante de litre par personne par jour devrait être utilisée par secteur afin d'uniformiser le modèle et de simplifier la distribution du débit.

Le débit d'infiltration doit aussi être distribué dans le réseau en amont des points choisis par le modélisateur en fonction de la surface en amont du point concerné. Le modélisateur devrait faire appel à son jugement à savoir si la surface totale en amont d'un nœud pourrait réellement contribuer à l'infiltration calculée. Le débit d'infiltration peut être distribué dans le modèle selon deux approches : une approche basée sur la surface en amont ou une approche basée sur la longueur du réseau et le diamètre des conduites. Dans le premier cas, la distribution est basée sur une mesure de litre par hectare par jour et dans le second cas, sur une mesure de litre par centimètre par kilomètre par jour. Au besoin, une variation saisonnière peut être appliquée en ce qui concerne les mesures d'infiltration.

Lors de la calibration, un premier examen visuel des données simulées comparées aux données observées devrait permettre de déterminer les types d'ajustements à faire sur le modèle. Les paramètres usuels de calibration sont les facteurs multiplicatifs du patron horaire ainsi que les taux de consommation résidentiels et ICI. Des critères de validation du modèle sont présentés à la section 14.5.8.

14.5.6 Choix des événements de temps de pluie pour la calibration

Idéalement, dans le cas d'un modèle numérique représentant un système **d'égout unitaire**, il faut faire la simulation en continu plutôt que simuler individuellement des événements de pluie afin d'avoir l'assurance que les conditions antécédentes aux événements de pluie, comme l'humidité du sol, ont été prises en compte. Autant que possible, les éléments de climatologie du modèle devraient être ajustés pour tenir compte des cycles de séchage et d'évaporation.

La simulation complète d'une série temporelle de mesures permet aussi de déterminer les événements qui sont bien représentés par le modèle et ceux qui le sont moins, faisant en sorte que le modélisateur peut reconnaître les faiblesses ou les lacunes potentielles du modèle. Lorsqu'il n'est pas possible de reproduire certains événements mesurés, les raisons pour lesquelles ces différences sont présentes devraient être examinées.

Pour la calibration en temps de pluie d'un modèle numérique représentant un **système d'égout domestique ou pseudo-domestique**, l'ajustement des paramètres RTK (voir la section 14.5.7.1) devrait cibler les événements de pluie les plus susceptibles d'entraîner des débordements aux ouvrages.

Ainsi, les mesures de débits devraient viser l'enregistrement de trois à cinq pluies d'une hauteur d'au moins 10 mm et plus et qui font suffisamment réagir le système d'égout pour causer des débordements. Idéalement, les événements enregistrés et utilisés pour la calibration devraient contenir des pluies courtes et intenses ainsi que des pluies soutenues et moins intenses. Ces deux types de pluies provoqueront des réponses hydrologiques différentes dans le réseau et le modèle doit être en mesure de bien les représenter. Les journées avec pluie où un débordement a été répertorié dans le système SOMAEU peuvent être utiles pour déterminer les événements de pluie à inclure dans l'analyse. Voir la section 9.3.1.2 pour plus de détails sur les données de pluie inscrites dans le système SOMAEU.

Pour la validation du modèle, un minimum de trois événements de pluie devrait être utilisé pour vérifier les hydrogrammes. De plus, comme précisé à la section 14.5.9, la validation du modèle doit aussi vérifier la fréquence de débordement. À cette fin, les données de débordement (c.-à-d. les données répertoriées dans le système SOMAEU) pour au moins une année complète doivent être disponibles, ainsi que les données pluviométriques associées à l'année en question.

14.5.7 Analyse de l'hydrogramme en temps de pluie

Comme mentionné à la section 14.3.3, les systèmes d'égout pseudo-domestiques ou domestiques et les systèmes d'égout unitaires ont des réponses bien différentes lors d'événements pluvieux et doivent être traités de façons distinctes dans la modélisation. Le système d'égout unitaire reçoit directement les eaux de ruissellement de surface sur l'ensemble du territoire qu'il draine, tandis que le système d'égout pseudo-domestique reçoit un apport indirect influencé par les précipitations. Dans certains cas, le système d'égout pseudo-domestique (ou domestique) peut capter une quantité importante des eaux pluviales de surface et sa réponse pourrait ressembler à celle d'un système d'égout unitaire.

La réponse du système d'égout unitaire à la suite d'un événement de pluie est beaucoup plus prévisible que celle d'un système d'égout domestique ou pseudo-domestique puisque la presque totalité du volume de ruissellement généré à la surface est interceptée. À l'inverse, la réponse du système d'égout pseudo-domestique ou domestique à la suite d'un événement de pluie est différente et relativement difficile à prévoir sans avoir réalisé préalablement des études et effectué des mesures dans le système.

14.5.7.1. Systèmes d'égout domestiques et pseudo-domestiques

Plusieurs approches existent pour quantifier les apports en temps de pluie dans un système d'égout domestique ou pseudo-domestique. La méthode recommandée est la méthode de l'**hydrogramme unitaire synthétique (méthode RTK)**. Il s'agit de la méthode intégrée au logiciel SWMM de l'EPA (plusieurs documents de l'EPA présentent en détail les concepts et l'application à des cas concrets, dont

EPA, 2007a et EPA, 2008). Cette méthode permet une évaluation des impacts reliés à plusieurs événements pluvieux. Elle permet de calculer des débits et des volumes d'eaux pluviales captés par le système d'égout (puisque les hydrogrammes complets sont générés par simulation). Cette méthode se démarque par sa flexibilité et par une représentation adéquate de la réponse des systèmes d'égout pseudo-domestiques en temps de pluie (EPA, 2008, Ville de Toronto, 2014). Cette méthode est décrite à la section suivante.

D'autres méthodes sont aussi possibles pour quantifier les apports en temps de pluie dans un système d'égout domestique ou pseudo-domestique (EPA, 2008). Celles-ci sont présentées brièvement à titre informatif :

1. Débit unitaire constant. On multiplie ici simplement les débits unitaires établis pour différents types d'occupation du sol par la surface tributaire. La méthode est simple d'application, mais il est difficile sans mesure de débit de sélectionner des valeurs appropriées pour les débits unitaires, qui peuvent varier de façon appréciable selon les événements pluvieux, les conditions antécédentes d'humidité et les saisons. De plus, la méthode ne permet pas d'obtenir des hydrogrammes complets, ce qui peut être d'intérêt lorsque des interventions impliquant un programme de réduction des eaux d'infiltration et captage ou comportant de la rétention sont élaborées.

2. Pourcentage de volume de pluie atteignant les systèmes d'égout (coefficient R). On calcule ici le volume d'eau par infiltration et captage comme un pourcentage fixe de la quantité de pluie ayant causé ce volume. Cette approche est plus flexible et adaptable que la méthode de débit unitaire constant puisqu'elle permet de tenir compte de la variabilité saisonnière et des différents types et âges des systèmes d'égout. Les valeurs de R sont établies à partir des mesures de débits dans les systèmes d'égout.

Cette approche ne permet pas toutefois d'estimer des débits ou des hydrogrammes complets. De plus, lorsque les valeurs pour plusieurs événements pluvieux sont mises en graphique, on peut constater dans la plupart des cas une variabilité importante et il faut donc faire attention lorsqu'on veut extrapoler les valeurs obtenues pour le dimensionnement de conduites ou de réservoirs de rétention.

La méthode est tout de même intéressante à utiliser lorsque des mesures de débits sont disponibles puisqu'elle permet d'estimer les volumes pour différents types de pluies et de bassins versants et les variations pour différentes saisons, en particulier lors du printemps ou de l'automne alors que la hauteur de la nappe phréatique peut avoir une grande incidence sur les apports. L'approche est également utile pour quantifier l'ampleur des apports par infiltration et captage. Il est important de souligner par ailleurs que la surface tributaire utilisée pour le calcul doit être celle vraiment desservie par les systèmes d'égout (excluant donc, par exemple, les parcs ou les autres secteurs non desservis par un système d'égout domestique) et qu'on doit s'assurer que la pluie utilisée dans les calculs est la plus représentative possible (en utilisant un enregistrement des pluies le plus près possible de la zone à l'étude).

3. Pourcentage du débit du cours d'eau récepteur. Cette approche est similaire à la précédente mais elle se base plutôt sur les débits mesurés dans un cours d'eau à proximité du secteur. On présume ici que les débits en cours d'eau sont le résultat des conditions antécédentes d'humidité et de l'influence de la hauteur de la nappe phréatique. Il est relativement difficile de trouver un bassin de cours d'eau jaugé dont les caractéristiques sont similaires au bassin urbanisé qu'on désire étudier et cette approche est donc plus rarement applicable.

4. Approche probabiliste. Cette approche s'appuie sur des enregistrements de longue durée dans les systèmes d'égout, ce qui permet d'estimer des périodes de retour pour les apports dans le système. Sauf à la station d'épuration, il est rare que des mesures en continu sur des périodes de 10 ans ou plus soient disponibles, ce qui limite l'application d'une approche purement statistique. Les débits mesurés à l'entrée des stations d'épuration peuvent, quant à eux, servir à estimer des récurrences de débits totaux. La méthode ne fournit pas, comme plusieurs autres approches, de l'information sur les formes d'hydrogrammes. Mais, comme pour les débits de pointe, il est possible de réaliser une analyse statistique sur les volumes.

5. Régression pluie/débit. Cette approche s'appuie sur des valeurs mesurées de débit et de pluie, en effectuant un calcul de régression entre ces deux variables. Une ou plusieurs équations de régression peuvent ainsi être développées, par exemple selon les saisons ou selon les conditions antécédentes d'humidité.

6. Régression synthétique du débit dans le cours d'eau. Pour cette approche, les apports en temps de pluie dans les systèmes d'égout sont calculés à partir de débits simulés dans le cours d'eau et des caractéristiques du bassin à l'étude. Au lieu d'obtenir les débits par des mesures dans un cours d'eau, ceux-ci sont obtenus à partir d'un modèle de simulation calibré.

7. Méthodes intégrées dans des logiciels commerciaux. Différentes méthodes ont été intégrées dans des logiciels commerciaux; la méthode choisie pour le logiciel SWMM (et qui est donc aussi intégrée dans les logiciels commerciaux utilisant SWMM comme module de calculs) est celle des hydrogrammes unitaires synthétiques (méthode RTK), soit celle recommandée et décrite à la section suivante.

Hydrogrammes unitaires synthétiques (méthode RTK)

La méthode RTK suppose l'existence de trois hydrogrammes synthétiques pour décrire les apports en temps de pluie. Ainsi, cette méthode décompose les apports en temps de pluies en trois hydrogrammes unitaires de forme triangulaire. Chacun de ces trois hydrogrammes unitaires simule une réponse temporelle différente des apports en temps de pluie :

- **Hydrogramme 1 : Réponse rapide (H1)**, comme le captage par les gouttières ou les raccordements illicites. L'apport à court terme commence normalement très tôt après le début de la pluie et s'arrête rapidement après la fin de la pluie;
- **Hydrogramme 2 : Réponse moyennement rapide (H2)**, représentant les apports des eaux de pluie qui ont percolé dans le sol. Elle est associée notamment aux drains de fondation et aux pompes submersibles des systèmes d'égout pseudo-domestiques;
- **Hydrogramme 3 : Réponse plus lente (H3)**, qui peut correspondre à une augmentation de l'infiltration provoquée par une élévation du niveau de la nappe phréatique (p. ex., à la suite d'un événement de pluie régional de très longue durée). L'apport de l'infiltration est plus lent à se manifester, surtout dans des sols peu perméables, mais pourrait être important et rapide dans des cas où le système d'égout est en mauvais état et le sol est perméable. L'infiltration représente une composante importante du volume.

L'hydrogramme résultant de la somme de ces trois hydrogrammes unitaires en temps de pluie est présenté à la Figure 14-3.

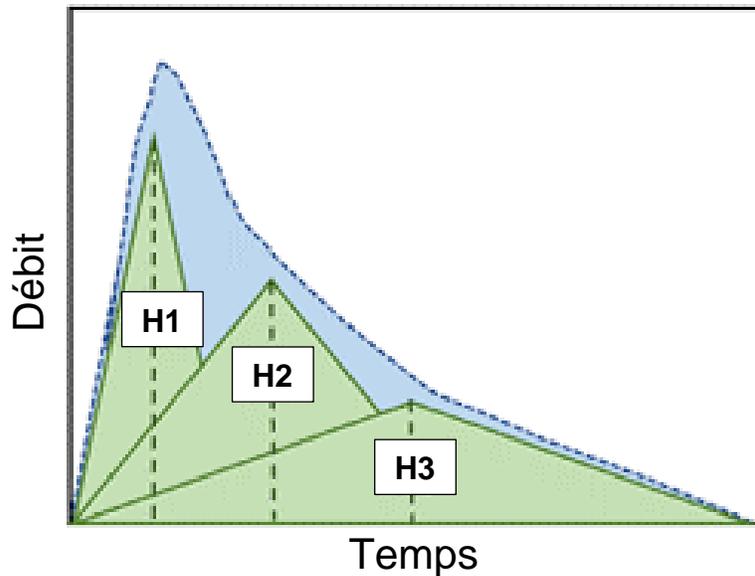


Figure 14-3. Les trois hydrogrammes unitaires (H1, H2, H3) à la base de la méthode RTK (en vert) et leur sommation (en bleu)

Chaque hydrogramme unitaire est défini par une combinaison de trois paramètres : R, T et K. La valeur de ces paramètres est établie par le modélisateur. Le procédé de détermination de la réponse du réseau et des valeurs résultantes des paramètres RTK varie d'un endroit à l'autre et est typiquement ajusté lors de la calibration du modèle.

La signification des paramètres R, T et K est la suivante :

- « R » est valeur sans unité comprise entre 0 et 1 qui représente la fraction des précipitations qui rejoint le système d'égout;
- « T » est le temps, en heure, avant d'atteindre la pointe de l'hydrogramme;
- « K » est un ratio de descente entre le temps de pointe et la fin de l'hydrogramme.

Ces paramètres sont déterminés à partir des hydrogrammes de temps de pluie. L'analyse débute et se termine aux moments où le débit mesuré s'écarte et retrouve le débit de base en temps sec. Selon la durée et la hauteur totale de la pluie, les conditions de la nappe phréatique (haute ou basse) et la nature du sol, le retour au débit de base peut prendre de quelques heures à quelques jours.

L'examen visuel de l'hydrogramme peut donner un premier aperçu de la réaction du système pseudo-domestique et aider à déterminer les différentes composantes des apports (court, moyen et long terme). Sur la base de cette analyse, une estimation initiale des paramètres RTK peut être faite par le modélisateur pour ensuite amorcer une première simulation du modèle.

Par la suite, l'ajustement de la réaction du modèle est un processus itératif : d'un essai à l'autre, le modélisateur tente de faire correspondre le débit simulé au débit mesuré en ajustant les paramètres RTK. Le processus itératif doit se poursuivre jusqu'à ce qu'une correspondance visuelle acceptable soit atteinte. L'examen visuel de la correspondance des données est en effet une façon simple et efficace de juger de la qualité de l'ajustement avant de procéder à un examen comparatif plus complet à l'aide de fonctions spécifiques.

Les valeurs R, T et K se situent généralement dans les intervalles de valeurs présentés au Tableau 14-5. Il est recommandé de commencer les simulations avec des valeurs initiales qui se situent dans ces gammes de valeurs suggérées et de procéder à des ajustements en fonction de la réponse du modèle lors de la calibration.

Tableau 14-5. Paramètres suggérés pour les hydrogrammes unitaires de type RTK

Hydrogramme	Valeur type des paramètres RTK		
	R ¹	T (heure)	K
1. Court terme	Valeur comprise entre 0 et 1	0,5 à 2	1 à 2
2. Moyen terme	Valeur comprise entre 0 et 1	3 à 5	2 à 3
3. Long terme	Valeur comprise entre 0 et 1	5 à 10	3 à 7

¹ La somme des valeurs R ($R_1+R_2+R_3$) doit être égale ou inférieure à 1.

Les lignes directrices suivantes devraient être respectées pour établir les valeurs des paramètres RTK (EPA, 2007a) :

- Les différentes valeurs R (R_1, R_2, R_3) pour un système d'égout domestique ou pseudo-domestique sont généralement faibles, entre 1 % et 5 %.
- La fraction totale (comprise entre 0 à 1) du ruissellement intercepté par le réseau est la somme des trois hydrogrammes : $R = R_1 + R_2 + R_3$.
- Les paramètres T et K devraient être les mêmes pour l'ensemble des événements pluvieux dans un même bassin. La nécessité de modifier de façon importante les paramètres T et K d'une pluie à l'autre devrait plutôt indiquer que la pluie utilisée n'est pas représentative de l'événement qui a eu lieu ou que les données pourraient être remises en question.
- Dans tous les cas, $T_1 < T_2 < T_3$.
- De manière générale, $K_1 < K_2 < K_3$.
- Il est possible que le paramètre K varie quelque peu d'un événement à l'autre, selon les conditions de saturation du sol ou de la saison.

Un modèle calibré est capable de reproduire les débits d'un système d'égout pseudo-domestique comme l'illustre l'exemple présenté à la Figure 14-4.

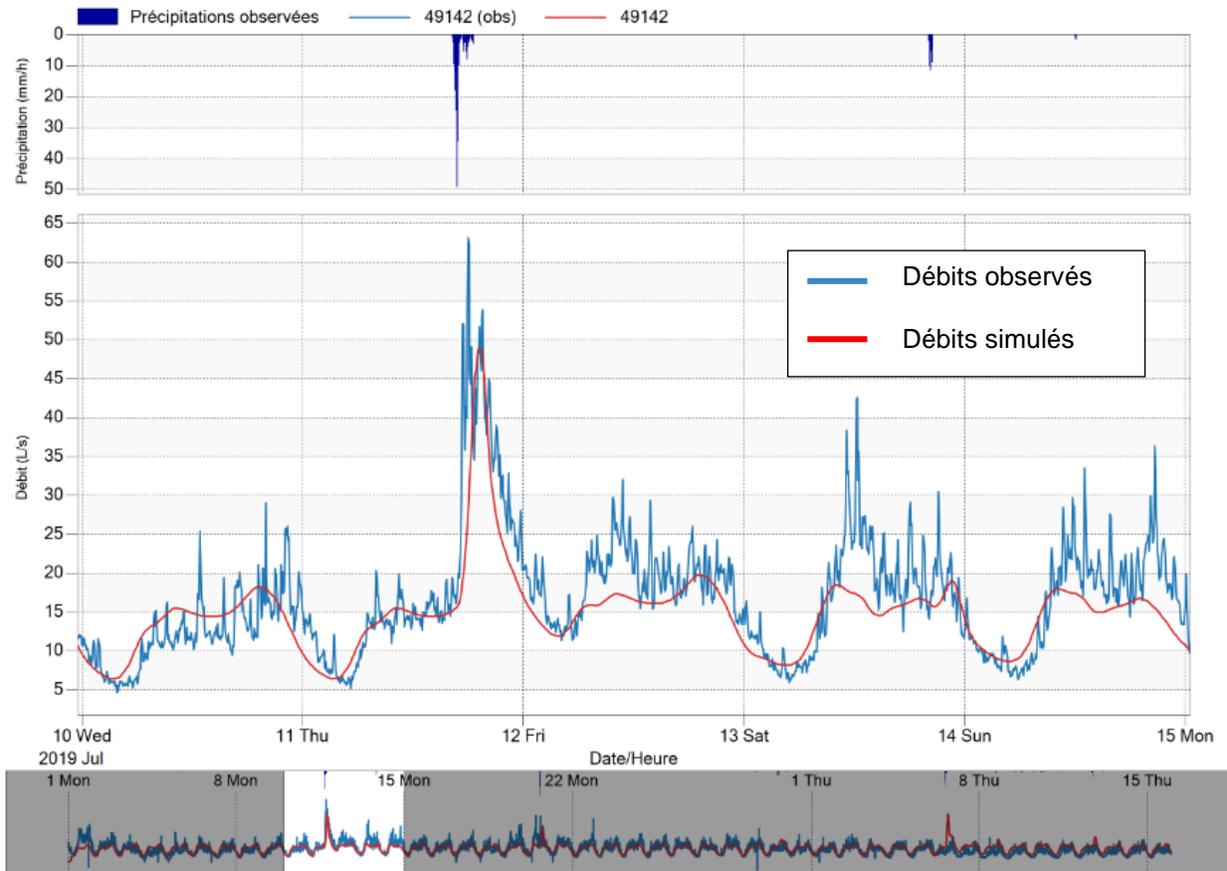


Figure 14-4. Comparaison des apports en temps de pluie et en temps sec entre des mesures de débits et une simulation SWMM avec la méthode des hydrogrammes unitaires de type RTK pour un système d’égout de type pseudo-domestique

14.5.7.2. Système d’égout unitaire

La quantité de pluie minimale provoquant une réponse est à prendre en considération dans les paramètres de pertes initiales.

Dans le cas des systèmes d’égout de type unitaire, la méthode RTK décrite précédemment n’est pas appropriée puisque les apports en temps de pluie sont dominés largement par le captage direct provenant des sous-bassins du modèle. Ainsi, dans un système d’égout unitaire, les contributions des hydrogrammes H2 et H3 de la méthode RTK peuvent être négligées.

La calibration du modèle d’un système d’égout unitaire est donc basée sur un ajustement des paramètres qui ont une incidence sur le débit de pointe et le volume de ruissellement total provenant des sous-bassins. Certains paramètres ont plus d’influence que d’autres. Ils sont donc les premiers qu’il faut ajuster lors de la calibration. Ces paramètres sont, en ordre d’importance :

- Le taux d’imperméabilité;
- Le taux d’infiltration maximal et minimal (en fonction du type de sol);
- La longueur d’écoulement des sous-bassins;
- Le parcours du ruissellement;

- Les pertes initiales dans les dépressions (paramètre D_{store} d'un modèle SWMM), car ce paramètre détermine la quantité minimale de pluie requise pour qu'une réponse hydrologique soit détectée dans le système d'égout.

La forme, la magnitude et la durée de l'hydrogramme simulé de temps de pluie doivent être similaires à celle de l'hydrogramme observé, et ce, jusqu'au retour au débit de base sanitaire.

14.5.8 Critères d'évaluation des résultats de calibration

La calibration est une étape d'ajustement des paramètres du modèle afin que les hydrogrammes obtenus par la simulation reproduisent le plus fidèlement possible les hydrogrammes observés en temps sec et en temps de pluie.

Différents indicateurs existent dans la littérature pour évaluer la calibration (James, 2005). Deux des plus communs sont l'*erreur intégrale au carré* (ISE) et le critère d'*efficacité de Nash-Sutcliffe* (NSE). Ces indicateurs sont calculés automatiquement dans certains logiciels de simulation basés sur SWMM5.

$$ISE = \frac{(\sum_{i=1}^N (O_i - S_i)^2)^{1/2}}{\sum_{i=1}^N O_i} \times 100$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (S_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (O_i - \bar{O})^2}$$

Où :

O_i = Valeur observée (mesurée) au temps i ;

S_i = Valeur simulée (modélisée) au temps i ;

N = Nombre de valeurs comparées;

O = Moyenne des valeurs observées.

Le Tableau 14-6 présente des critères d'acceptabilité d'une calibration basée sur ces deux critères et l'applicabilité du modèle.

Tableau 14-6. Exemples de critères d'efficacité pour la calibration et la validation d'un modèle

Erreur intégrale au carré (ISE)	Critère de Nash-Sutcliffe (NSE)	Qualité de la calibration	Applicabilité du modèle ¹			
			Examen préliminaire	Planification	Conception préliminaire	Conception finale
0 à 3	0,50 à 1	Excellente		✓	✓	✓
3,1 à 6	0,40 à 0,49	Très bonne		✓	✓	✓
6,1 à 10	0,30 à 0,39	Bonne		✓	✓	
10,1 à 25	0,20 à 0,29	Moyenne		✓		
Supérieur à 25	Inférieur à 0,20	Faible	✓			
Modèle non calibré			✓			

Adapté de Shamsi et Koran, 2017

¹ Les critères d'efficacité pour la calibration et la validation du modèle ne sont pas stricts et sont à interpréter selon le type de travaux et l'avancement du projet (examen préliminaire, planification, conception préliminaire ou finale).

Il faut signaler que l'ensemble d'un hydrogramme simulé (ou la variation simulée des niveaux d'eau en fonction du temps) peut refléter correctement les données mesurées, mais être décalé dans le temps, par exemple de quelques minutes (Figure 14-5). Bien qu'un tel hydrogramme simulé puisse être considéré comme acceptable puisqu'il représente bien les débits de pointe, les volumes et les fréquences de débordement observés, les indicateurs ISE et NSE seront faibles. Dans une telle situation, les paramètres de calibration ne devraient pas être réexaminés pour autant. Le modélisateur peut simplement décaler le temps des données d'entrée de mesures de manière à synchroniser les deux hydrogrammes afin d'obtenir des valeurs des indicateurs ISE et NSE plus représentatives. Cependant, si l'hydrogramme simulé représente bien les observations pour les petits débits, mais que plusieurs débits de pointe sont non synchronisés avec les observations, alors il y a lieu d'examiner plus en détail le modèle pour corriger cette situation. Ceci témoigne de l'importance d'inclure une inspection visuelle des hydrogrammes simulés pour porter un jugement sur la calibration d'un modèle.

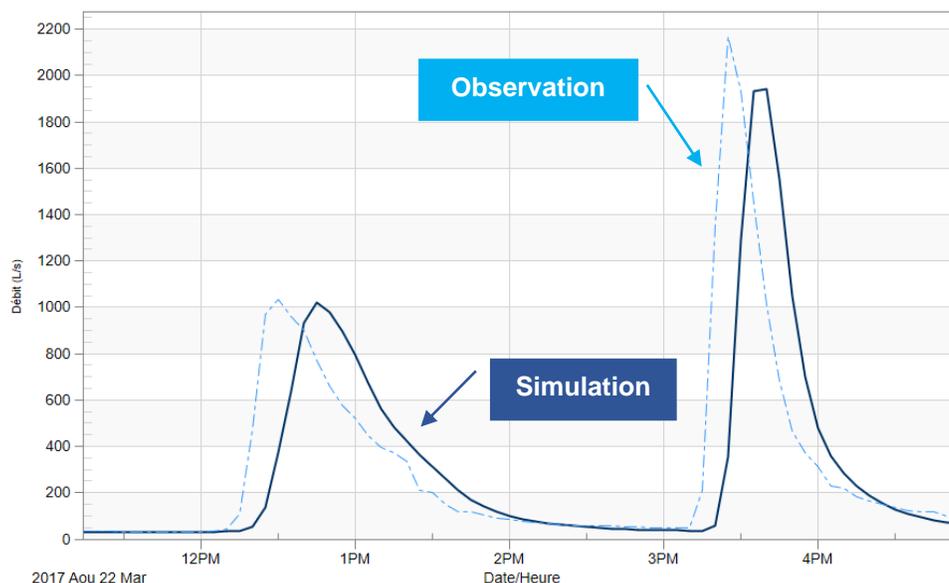


Figure 14-5. Exemple d'un décalage temporel entre un hydrogramme simulé et un hydrogramme observé qui mène à des valeurs NSE et ISE faibles bien que l'inspection visuelle des hydrogrammes montre que le modèle représente bien les débits observés

Les critères de comparaison communément acceptés dans la calibration des événements sont indiqués dans le Tableau 14-7.

Tableau 14-7. Critère de calibration d'un modèle informatique (selon WEF, 2011)

Critère	Temps sec	Temps de pluie
Différence entre le débit de pointe simulé et mesuré	-10 % à +10 %	-15 % à +25 %
Différence entre le volume simulé et mesuré	-10 % à +10 %	-10 % à +20 %
Forme des graphiques	Les profils simulés et mesurés des débits (hydrogrammes) et des hauteurs d'eau en fonction du temps devraient être similaires.	
Synchronicité	Les points hauts et les points bas ainsi que les phases de descente, des profils simulés et mesurés des débits (hydrogrammes) et des hauteurs d'eaux en fonction du temps devraient survenir aux mêmes moments.	
Débordement en temps de pluie	S. O.	Les débordements en temps de pluie ou de surcharge en surface correspondent aux observations.

Par ailleurs, pour la durée de la simulation, aucun nœud (*node*) ne doit être inondé en surface (*node flooding*), à moins que le modèle de simulation ne soit construit en « double drainage » et que l'écoulement du réseau majeur soit modélisé.

Les erreurs de continuité sur la conservation de la masse du modèle de ruissellement (*Runoff Quantity Continuity Error*) et du modèle d'écoulement (*Flow Routing Continuity Error*) doivent être comprises entre -5 % et +5 % au terme d'une simulation.

Enfin, après une inspection visuelle des différents hydrogrammes des segments (*links*), le modèle ne doit comporter aucune instabilité numérique (oscillations en « dents de scie »; voir la Figure 14-6) susceptible de compromettre la validité des résultats.

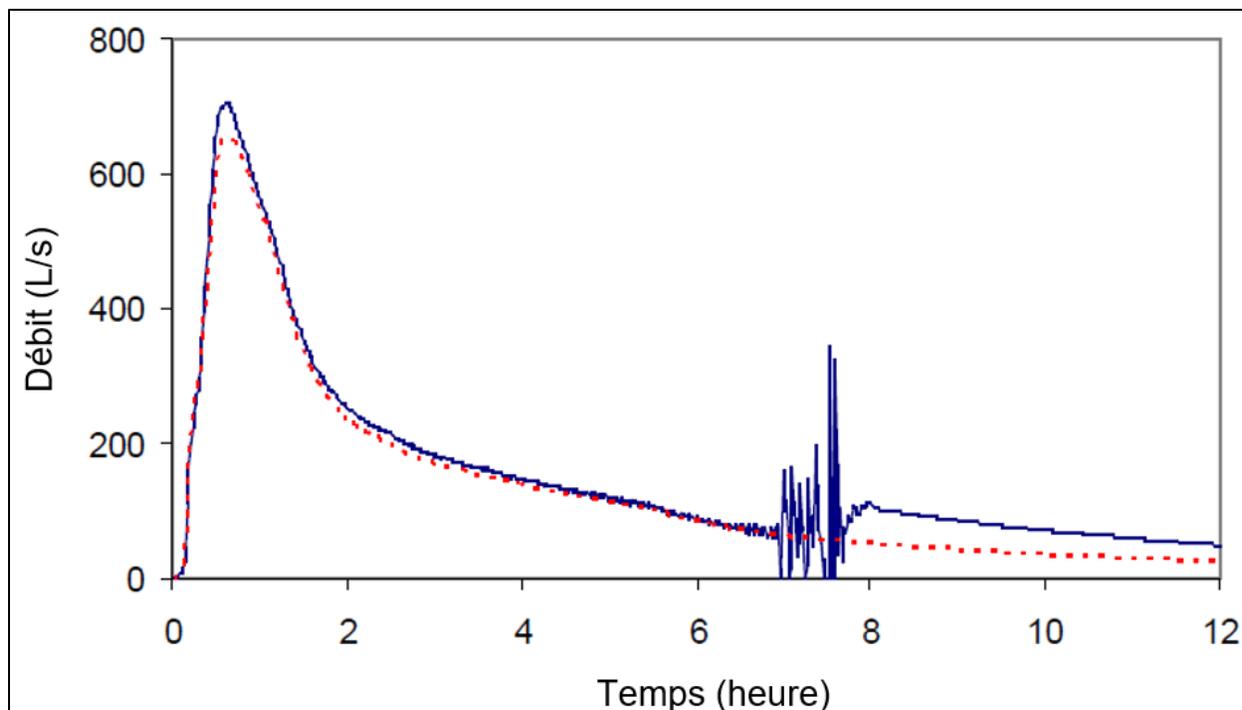


Figure 14-6. Exemple d'instabilités numériques (oscillations en « dents de scie ») d'une simulation informatique qui devraient attirer l'attention du modélisateur

14.5.9 Critère de validation

Dans la gestion des débordements, il est fondamental qu'un modèle d'écoulement reproduise correctement les fréquences de débordement observées. Ainsi, les débordements répertoriés (en temps sec, en fonte, en temps de pluie) devraient être comparés aux débordements du modèle, en visant à reproduire au moins 70 à 80 % des événements de débordement répertoriés. Si les débordements de certains ouvrages de surverse sont répertoriés par l'inspection d'un repère visuel, les journées avec débordement obtenues par la simulation doivent être converties en équivalents hebdomadaires aux fins de comparaison avec les observations.

Cependant, le modélisateur doit expliquer les débordements manquants dans la simulation. Par exemple, il faudrait vérifier si, parmi les événements de débordement utilisés par la validation, certains ont été déclarés dans le système SOMAEU de manière erronée (faux positif, mauvaise catégorisation du débordement dans le système SOMAEU, tel que débordement en temps sec déclarée de manière erronée en temps de pluie).

Si la fréquence simulée de débordement aux ouvrages de surverse est supérieure ou inférieure aux données d'observation, le modèle doit être inspecté pour trouver la cause de cette divergence. Les éléments suivants doivent être examinés à nouveau :

- Paramètres de modélisation : capacité d'interception à revoir, conditions frontières, paramètres des ouvrages hydrauliques dans le système d'égout, estimation des débits de base dans le système d'égout tel que les eaux d'infiltration, présence d'obstructions et de défauts structuraux affectant l'hydraulique du système d'égout qui n'ont pas été représentés dans le modèle, etc.;
- Données utilisées : données pluviométriques, données de débordement (détection de faux positifs ou autres), mesures de débits.

Si des données historiques de précipitation sont disponibles, une évaluation supplémentaire de la réponse du modèle pourrait être réalisée afin de vérifier la réponse du modèle pour simuler les débordements enregistrés dans les années précédentes. Une attention particulière devrait être portée aux modifications effectuées au réseau urbain durant ces longues périodes d'enregistrement afin de bien comprendre les conditions dans lesquelles certains débordements ont été enregistrés.

Il est possible que des variations saisonnières affectent les résultats et que des ajustements sur les paramètres soient nécessaires. Les variations saisonnières qui peuvent être observées incluent, par exemple, l'augmentation du nombre de touristes durant l'été, les changements dans les conditions de la nappe phréatique ou le changement de la réponse dû à la saturation du sol. Les vérifications du modèle devraient être faites sur la plus longue période possible pour capturer les effets importants des variations saisonnières qui pourraient avoir une incidence sur les débits en temps sec et en temps de pluie.

14.6 Étape 5 : Utilisation du modèle

Un modèle adéquatement calibré pour les conditions actuelles, en particulier pour la fréquence des débordements observés, devient un outil de prédilection servant à évaluer les impacts d'ajouts de débits sur le système d'égout ainsi qu'à planifier et à évaluer la performance des mesures de gestion des débordements et des dérivations, c'est-à-dire des mesures correctrices, des mesures compensatoires ou des mesures de réduction des débordements.

IMPORTANT : Tel souligné à la section 14.1, la simulation de données pluviométriques ne permet de quantifier que les débordements en contexte de pluie. Si une telle simulation est utilisée pour évaluer l'efficacité d'une mesure compensatoire, c'est-à-dire vérifier que cette mesure permette que les normes de débordement supplémentaires de tous les ouvrages de surverse situés sur le tronçon d'égout à l'étude, ainsi que celles des ouvrages de dérivation, soient respectées et ce, malgré l'ajout de débits, alors il est essentiel que les débordements en contexte de fonte soient pris en compte. Voir l'encadré présenté à la section 12.3.6.2 pour plus de détails.

RÉFÉRENCES CITÉES AU TOME II

- BNQ (2023). *CAN/BNQ 3682-320 Atténuation des risques de captage et d'infiltration dans les nouveaux réseaux d'égout sanitaire*. Québec, Bureau de normalisation du Québec.
- BNQ (2023). *BNQ 1809-300 Travaux de construction - Clauses techniques générales - Conduites d'eau potable et d'égout*, Québec, Bureau de normalisation du Québec.
- BNQ (2013). *Devis normalisé technique. BNQ 3680-125/2013 - Inspection télévisée des conduites et regard d'égout*, Québec, Bureau de normalisation du Québec. ISBN 978-2-551-25452-1.
- BRIÈRE, F. (2012). *Distribution et collecte des eaux* (3e édition éd.). Montréal, QC, Canada: Presses Internationales de l'École Polytechnique de Montréal.
- CARNE, S. (2013). *Cost-effective and Reliable Inflow-Infiltration Reduction - Have They Got It Right Down-Under?* GHD Limited, Auckland, New Zealand.
- CÉGEP DE SHAWINIGAN (2018). *Programme de qualification des opérateurs municipaux en eaux usées. Manuel de référence. Bloc 1 – Exploitation d'un réseau d'égout*. 127 p.
- CERIU (2023). *Manuel sur les réseaux d'égouts – Pathologies, diagnostics et interventions pour les conduites gravitaires – 2e édition*. 86 p. Disponible au <https://ceriu.qc.ca/bibliotheque/manuel-reseaux-egouts-pathologies-diagnostics-interventions-mise-jour-2e-edition>
- CERIU (2020). *Portrait des infrastructures en eau des municipalités du Québec – rapport annuel 2020*, Québec, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 90 p. Disponible au [Rapport 2020 du PIEMQ \(ceriu.qc.ca\)](https://ceriu.qc.ca/rapport-annuel-2020)
- CERIU (2018). *Guide d'inspection télévisée des réseaux d'égouts*, Québec, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 54 p. Disponible au <https://ceriu.qc.ca/bibliotheque/guide-inspection-televisee-reseaux-egouts>
- CERIU (2004). *Devis technique- Réhabilitation sans tranchée des conduites par la technique d'insertion*, Québec, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, 30 p. Disponible au <https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-06/DEVIS-technique-rehabilitation-sans-tranchee-des-conduites-par-la-technique-d-insertion.pdf>
- CIWEM (2016). *Rainfall Modelling Guide 2016*, 1^{re} édition, Londres, Chartered Institution of Water and Environmental Management, 60 p. Disponible au <https://www.ciwem.org/assets/pdf/Special%20Interest%20Groups/Urban%20Drainage%20Group/CIWEM-UDG-Rainfall-Guide-2016.pdf>
- CIWEM (2017). *Code of Practice for the Hydraulic Modelling of Urban Drainage Systems*, 1^{re} édition, Londres, Chartered Institution of Water and Environmental Management, 169 p.
- CSA (2022) *Stations de surveillance hydrométéorologique automatisées : sélection du site, installation et entretien des instrument*, CSA R101F :22, Toronto, Canadian Standards Association. Disponible au [https://www.csagroup.org/fr/store/product/CSA R101:22/](https://www.csagroup.org/fr/store/product/CSA-R101:22) [CSA R101:F22 | Product | CSA Group](#)
- CSA (2019). *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*, CSA PLUS 4013:19, Toronto, Canadian Standards Association.
- EPA (2017). *SWMM Reference Manual Volume III – Water Quality*, Rapport EPA/600/R-16/093, Cincinnati, Environmental Protection Agency.

- EPA (2016a). *SWMM Reference Manual Volume I – Hydrology*, Rapport EPA/600/R-15/162A, Cincinnati, Environmental Protection Agency.
- EPA (2016b). *SWMM Reference Manual Volume II – Hydraulics*, Rapport EPA/600/R-17/111, Cincinnati, Environmental Protection Agency.
- EPA (2015). *SWMM User's Manual*, Rapport EPA-600/R-14/413b, Cincinnati, Environmental Protection Agency.
- EPA (2012). *SSOAP Toolbox Enhancements and Case Study*, publication n° EPA/600/R-12/690, États-Unis, Environmental Protection Agency, 53 p.
- EPA (2008). *Review of Sewer Design Criteria and RDII Prediction Methods*, Edison, New Jersey, Environmental Protection Agency.
- EPA (2007a). *Computer Tools for Sanitary Sewer System Capacity Analysis and Planning*. Edison, New Jersey, Environmental Protection Agency.
- EPA (1999). *Combined Sewer Overflows – Guidance for Monitoring and Modeling*. Washington, , Environmental Protection Agency, Office of Wastewater Management.
- JAMES, W. (2005). *Rules for Responsible Modeling*, 4^e édition, Toronto : CHI Publications.
- MAILHOT, A., G. TALBOT et S. BOLDUC (2019). *Évolution des régimes de précipitations en climat futur pour la région de Montréal, travaux réalisés pour le compte de la Ville de Montréal*, Rapport de recherche, Institut national de la recherche scientifique Centre Eau, Terre et Environnement, Québec, 112 p.
- MAMH (2019). *Stratégie québécoise d'économie d'eau potable Horizon 2019-2025*, Québec, ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, ISBN: 978-2-550-81485-6 (PDF). Disponible au https://www.mamh.gouv.qc.ca/fileadmin/publications/infrastructures/strategie_quebecoise_eau_potable/strategie_eau_potable.pdf
- MAMR (2006). *Guide méthodologique pour la recherche et l'élimination des raccordements inversés dans les réseaux de collecte d'eaux usées municipales*, Québec, ministère des Affaires municipales et des Régions, 43 p. SBN 2-550-47218-7 (PDF). Disponible au [Guide méthodologique pour la recherche et l'élimination des raccordements inversés dans les réseaux de collecte d'eaux usées municipales](#)
- MAMROT (2013). *Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées*, Québec, ministère des affaires municipales, Région et Occupation du Territoire. 87p. ISBN 978-2-550-69275-1. Disponible au [Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable, d'égouts et des chaussées \(gouv.qc.ca\)](#),
- MAMROT (2012). *Manuel sur les réseaux d'égouts, pathologie, diagnostics et interventions*, Québec, ministère des Affaires municipales, Région et Occupation du Territoire. 117p. ISBN 978-2-550-64156-8. Disponible au <https://ceriu.qc.ca/system/files/2018-06/MANUEL-sur-les-reseaux-d-egouts-pathologies-diagnostics-et-interventions.pdf>
- MDDEFP (2013). *Manuel d'instructions à l'usage des observateurs en météorologie*, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 84 p. et 2 annexes.

- MDDEFP et MAMROT (2011). *Guide de gestion des eaux pluviales. Québec - Stratégies d'aménagement, principes de conception et pratiques de gestion optimales pour les réseaux de drainage en milieu urbain, Québec*, ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte au changement climatique et ministère des Affaires municipales et de l'organisation du territoire, 389 p. Disponible au [guide-gestion-eaux-pluviales.pdf \(gouv.qc.ca\)](#)
- MELCC (2021). Description d'un ouvrage municipal d'assainissement des eaux usées (DOMAEU), Guide de rédaction, Révision avril 2021, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Disponible au <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/ouvrages-municipaux/domaeu-guide-redaction.pdf>
- MELCC (2020). *Code de conception d'un système de gestion des eaux pluviales admissible à une déclaration de conformité*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. Disponible au <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cr/Q-2,%20R.%209.01%20.pdf>.
- MELCC (2019). *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales – Cahier 7 – Méthodes de mesure du débit*, Québec, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 249 p. et 6 annexes. Disponible au http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage/debit_conduit_ouvC7.pdf.
- MELCC (2013). *Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique*, Québec, ministère de l'environnement et de Lutte contre les changements climatiques. Disponible au <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/domestique/index.htm>
- MELCCFP (2023). *Référence technique pour la première attestation d'assainissement municipale*, Québec, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, 66p. Disponible au [Références techniques pour la première attestation d'assainissement municipale](#)
- MENV (1989). *Directive 004 – Réseaux d'égout*, Québec, ministère de l'environnement.
- OMM (2017). *Guide des instruments et des méthodes d'observation météorologiques*, OMM-N° 8, Genève, Organisation météorologique mondiale.
- QUÉBEC (2020). *Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées*, chapitre Q-2, r 34.1, à jour au 1^{er} janvier 2023, [Québec], Éditeur officiel du Québec.
- QUÉBEC. *Règlement sur les déchets biomédicaux*, Q-2, r12, à jour au 1^{er} mars 2021. Éditeur officiel du Québec. 24 pages.
- QUÉBEC. *Loi sur la Qualité de l'environnement*, Q-2, à jour au 5 juin 2023, [Québec], Éditeur officiel du Québec. Disponible au <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/lc/Q-2.pdf>
- SHAMSI, UZAIR ET JOE KORAN (2017). Continuous Calibration. *Journal of Water Management Modeling* 25:C414
- VILLE DE TORONTO (2014). *City of Toronto InfoWorks CS Basement Flooding Model Studies Guideline*, Toronto.
- WAPUG (2006). *Guide to the Quality Modelling of Sewer Systems*, Londres, Wastewater Planning Users Group, 38 p. Disponible au

<https://www.ciwem.org/assets/pdf/Special%20Interest%20Groups/Urban%20Drainage%20Group/Guide-to-the-Quality-Modelling-of-Sewer-Systems.pdf>

- WATER NEW ZEALAND (2015). *Infiltration & Inflow Control manual*. Volume One, Overview, Background, Theory. 2nd Edition, 79p. Disponible au [waternz.org.nz/Folder?Action=ViewFile&Folder_id=394&File=II Manual Volume 1.pdf](http://waternz.org.nz/Folder?Action=ViewFile&Folder_id=394&File=II%20Manual%20Volume%201.pdf)
- WEF (2011). *Prevention and Control of Sewer System Overflows*, WEF Manual of Practice No. FD-17, 3^e édition, Washington, D.C., Water Environment Federation, 448 p.
- WEF (2009a). *Wastewater Collection Systems Management*, WEF Manual of Practice No. 7, 6^e édition, Alexandria, VA, Water Environment Federation.
- WEF (2009b). *Existing Sewer Evaluation and Rehabilitation*, WEF Manual of Practice No. FD-6, ASCE/EWRI Manuals and Reports on Engineering Practice No. 62, 3^e édition, Alexandria, VA, Water Environment Federation.
- YORK REGION (2011). *Inflow & Infiltration Reduction Strategy*. The regional Municipality of York. 148 p.



**Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs**

Québec 