

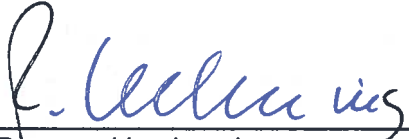
VILLE DE GATINEAU

**STRATÉGIE D'AUSCULTATION
POUR LES RÉSEAUX D'EAU POTABLE
ET D'ÉGOUTS**

Rapport final

Préparé par : 
Benoit Grondin, ing.

Vérifié par : 
Marie-Élaine Desbiens, ing.

Approuvé par : 
Raymond Leclerc, ing.

Octobre 2013

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. PRÉFACE.....	1
2. REMERCIEMENTS.....	4
3. MISE EN CONTEXTE	5
PARTIE 1 : LIMITATION DU PROGRAMME D'AUSCULTATION ET ÉTAPES PRÉALABLES À SON ÉLABORATION	7
4. LIMITATION DU PROGRAMME D'AUSCULTATION	8
4.1 LIMITATION DU PROGRAMME.....	8
5. ÉTAPES PRÉALABLES À L'ÉLABORATION DU PROGRAMME D'AUSCULTATION	9
5.1 DÉFINIR LES OBJECTIFS STRATÉGIQUES DE L'ADMINISTRATION À L'ÉGARD DE LA DÉMARCHE.....	10
5.2 DÉFINIR LES OBJECTIFS DE L'ADMINISTRATION À L'ÉGARD DES SERVICES DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE ET DE COLLECTE DES EAUX USÉES.....	11
5.3 DÉFINIR LES NIVEAUX DE SERVICE	13
5.4 IDENTIFIER LES TYPES DE DÉFAILLANCE DES INFRASTRUCTURES CIBLÉES.....	14
5.4.1 Réseaux d'égouts	14
5.4.2 Réseaux d'eau potable.....	16
5.5 DÉFINIR LES PROBABILITÉS DE DÉFAILLANCE.....	17
5.5.1 Réseaux d'égouts	19
5.5.2 Réseaux d'eau potable.....	21
5.6 DÉFINIR LES CONSÉQUENCES D'UNE DÉFAILLANCE.....	23
5.6.1 Hiérarchisation.....	27
5.6.1.1 Réseaux d'égouts	30
5.6.1.2 Réseaux d'eau potable.....	31
5.7 DONNÉES PERTINENTES POUR ÉTABLIR UN DIAGNOSTIC	34
5.7.1 Réseaux d'égouts	34
5.7.2 Réseaux d'eau potable.....	38
PARTIE 2 : PROGRAMME D'AUSCULTATION	42
6. CONCEPTS.....	43
6.1 NOTIONS DE BASE.....	44
6.1.1 Approche proactive.....	47

6.1.2	Approche réactive	48
6.2	NIVEAUX D'AUSCULTATION	49
6.2.1	Auscultation de dépistage	52
6.2.2	Auscultation de diagnostic préliminaire	53
6.2.3	Auscultation de diagnostic.....	55
6.3	ÉLÉMENTS ESSENTIELS AU FONCTIONNEMENT DU PROGRAMME D'AUSCULTATION	57
6.4	PROGRAMME D'AUSCULTATION	60
6.4.1	Réseaux d'égouts	60
6.4.2	Performance structurale	60
6.4.2.1	Approche proactive.....	60
6.4.2.2	Approche réactive.....	65
6.4.3	Performance fonctionnelle.....	66
6.4.4	Réseaux d'eau potable.....	69
6.4.4.1	Performance fonctionnelle.....	69
6.4.4.2	Performance structurale	71
PARTIE 3 : CONCLUSION ET ÉPILOGUE		77
7.	CONCLUSION.....	78
8.	ÉPILOGUE	81
PARTIE 4 : ÉVALUATION BUDGÉTAIRE		82
9.	RÉSEAUX D'ÉGOUTS.....	83
10.	RÉSEAUX D'EAU POTABLE.....	88
11.	BIBLIOGRAPHIE.....	90

LISTE DES ANNEXES

Annexe A	Niveau de sévérité de conséquences associées à l'effondrement d'une section d'égout
Annexe B	Procédure pour la catégorisation fine

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Courbe de dégradation relative à l'âge d'une conduite.....	20
Figure 2 :	La courbe « baignoire » du cycle de vie d'une section de conduite d'eau potable (Rajani, B; Kleiner, Y.)	40
Figure 3 :	Étapes générales du programme d'auscultation.....	46
Figure 4 :	Phases d'auscultation.....	51
Figure 5 :	Niveaux d'auscultation.....	56
Figure 6 :	Approche proactive – Programme annuel d'inspection du volet structural pour les réseaux d'égouts	64
Figure 7 :	Approche réactive – Programme annuel d'inspection du volet structural pour les réseaux d'égouts	66
Figure 8 :	Procédure pour évaluer les problématiques fonctionnelles des réseaux d'égouts	68
Figure 9 :	Programme annuel d'inspection du volet structural pour le réseau d'eau potable	73
Figure 10 :	Démarche de détection des fuites.....	76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Hiérarchisation des sections de conduites sensibles	26
Tableau 2 :	Hiérarchisation des conduites d'égout sensibles.....	31
Tableau 3 :	Hiérarchisation des conduites d'eau potable sensibles.....	33
Tableau 4 :	Données pertinentes pour l'établissement du diagnostic des réseaux d'égouts qui pourraient être recueillies par le programme d'auscultation	37
Tableau 5 :	Données pertinentes pour l'établissement du diagnostic des réseaux d'eau potable qui pourraient être recueillies par le programme d'auscultation	41
Tableau 6 :	Méthode proposée pour les auscultations de dépistage – Réseaux d'eau potable et d'égouts.....	53
Tableau 7 :	Méthode proposée pour les auscultations de diagnostic préliminaire – Réseaux d'eau potable et d'égouts.....	55
Tableau 8 :	Données nécessaires à la mise en œuvre du programme d'auscultation – Réseaux d'égouts	58
Tableau 9 :	Données nécessaires à la mise en œuvre du programme d'auscultation – Réseaux d'eau potable	59
Tableau 10 :	Délais de suivi pour les inspections structurales de l'égout	62
Tableau 11 :	Fréquence d'inspection pour la performance fonctionnelle des réseaux d'eau potable	71
Tableau 12 :	Bilan des travaux d'inspection liés au réseau d'égouts à réaliser pour l'année 2011	84
Tableau 13 :	Bilan des travaux d'inspections liées au réseau d'eau potable pour l'année 2011	88

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Inspection CCTV	85
Graphique 2 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Inspections TO	86
Graphique 3 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Tous types d'inspection.....	87
Graphique 4 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Recherche de fuite	89



1. PRÉFACE

La stratégie d'auscultation est une activité qui permettra aux villes qui désirent effectuer une saine gestion de leurs infrastructures d'optimiser le coût de revient de leurs actifs tout au long de leur cycle de vie.

Peu importe l'ampleur du réseau, le Comité considère que le développement d'un outil de planification des auscultations basé notamment : **1)** sur les conséquences d'une éventuelle défaillance et **2)** sur la probabilité que cette défaillance se produise, c'est-à-dire en tenant compte de la nature des matériaux constitutifs et de l'environnement de la conduite, est une condition essentielle pour assurer le maintien de niveaux de service sur une période indéfinie au coût le plus faible possible.

La revue de la littérature réalisée dans le cadre de la rédaction de ce document a permis de faire les constats suivants relatifs à l'auscultation des réseaux d'eau potable et d'égouts :

- Aucun expert ne recommande le balayage systématique des conduites; il est plutôt suggéré d'ausculter une première fois les conduites au tiers de leur vie utile.
- Tous s'entendent sur la nécessité d'identifier, à l'aide de critères plus ou moins nombreux, les conduites à ausculter en priorité. Le Water Research center (WRC) utilise le terme « conduites sensibles » pour les nommer.
- Tous les auteurs s'entendent sur le fait que plus les conséquences humaines et économiques d'une défaillance sont élevées, plus il est pertinent d'agir de façon proactive.
- L'état de l'art dans le domaine de la gestion des réseaux d'égouts montre que la réflexion est plus avancée et documentée pour ces réseaux et que les sentiers sont déjà défrichés. Des adaptations sont cependant nécessaires pour tenir compte des besoins et du contexte québécois.
- Dans le cas des réseaux d'eau potable, la réflexion est bien amorcée mondialement, mais contrairement aux réseaux d'égouts, la marche à suivre « reste à élaborer » et à valider. Plusieurs pistes sont disponibles mais aucune direction n'est tracée à priori.

Les ingénieurs de CIMA+ ont d'abord retenu, en se basant sur leur expérience et leur connaissance du domaine, les approches et les pratiques qui semblaient offrir le meilleur potentiel d'application dans le contexte gatinois. Ils ont porté une attention particulière tout au long de la démarche pour que les recommandations de cet ouvrage puissent facilement s'exporter à une autre ville, peu importe sa taille, avec un minimum d'effort.

Par la suite, un Comité de travail a été formé et des ingénieurs et des techniciens de Gatineau responsables des réseaux ciblés se sont joints aux ingénieurs de CIMA+. Le mandat de ce Comité était, dans un premier temps, de maîtriser l'approche pour être en mesure, par la suite, de proposer des interventions répondant au contexte gatinois actuel.

Ce Comité de travail s'est réuni à plusieurs reprises afin de discuter des éléments contenus dans le document. Lors de ces rencontres, toutes les références pertinentes ont été proposées aux membres du Comité de travail et les besoins et particularités de Gatineau ont été pris en compte dans les scénarios retenus et les critères de classement des conduites inclus dans la stratégie d'auscultation.

Finalement, l'équipe de CIMA+ a rédigé une version préliminaire du rapport, commentée par les membres du Comité et par le ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), qui présente la démarche suivie et la stratégie d'auscultation découlant des travaux du Comité. Les recommandations qui figurent dans ce document ont été basées sur la connaissance des réseaux au moment du développement de la stratégie. Cet outil se veut donc évolutif et le reflet du comportement réel des réseaux gatinois. Par conséquent, des circonstances, des événements ou des données supplémentaires pourraient fournir les justifications nécessaires à la révision de la procédure présentée.



Rappelons que bien que la Ville de Montréal ait déjà procédé à un exercice similaire pour ses propres réseaux d'eau potable et d'égouts, l'exercice réalisé par Gatineau est plus approfondi et contient des éléments nouveaux qui rendent plus complète la stratégie proposée. La revue de littérature internationale n'a pas permis de repérer les résultats d'un exercice aussi complet que celui proposé soit par Montréal ou par Gatineau. En s'engageant dans cette voie, le Québec pourra faire figure de proue dans ce domaine.

2. REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier chaleureusement les membres du Comité qui ont mis en commun leurs connaissances, leur expertise, leur enthousiasme et leur temps afin d'élaborer cette stratégie. Sans leur contribution et leur appui indéfectible à la réalisation de ce travail, CIMA+ n'aurait pu atteindre les objectifs fixés. Par leur souci du détail et leur désir d'approfondissement, ils ont permis la création d'un outil unique et d'avant-garde.

Enfin, il est important de noter que le présent projet a été rendu possible grâce à la contribution financière des gouvernements fédéral et provincial par l'entremise du volet 2 du programme Fonds sur l'Infrastructure Municipale Rurale (FIMR).

Membres du Comité :

François Larose	Ville de Gatineau
Martin Dompierre	Ville de Gatineau
Nathalie Periche, ing.	Aqua-Data
Daniel Fréréault	Solutions Modex
Nicolas Dion	Solutions Modex

Les auteurs tiennent aussi à remercier toutes les personnes qui ont contribué à la validation et à l'achèvement du présent ouvrage.

Richard Bergeron, ing.	MAMROT
René Caissy, ing.	MAMROT

3. MISE EN CONTEXTE

Les municipalités du Québec sont aux prises avec des infrastructures vieillissantes qui nécessitent de plus en plus d'interventions. À cet égard, en 2002, la coalition pour le renouvellement des infrastructures du Québec évaluait le besoin en investissement annuel pour remettre à niveau les infrastructures d'eau potable et d'égouts à 1,8 milliard de dollars.

La détérioration des infrastructures est inévitable et rend les municipalités vulnérables lorsqu'elles ne maîtrisent pas la connaissance de l'état de leurs réseaux. Les défaillances imprévues qui en découlent peuvent avoir des conséquences importantes sur les activités riveraines, compromettre la sécurité des usagers, avoir des impacts néfastes sur l'environnement, diminuer la qualité de vie des citoyens et avoir des impacts importants sur les opérations des réseaux. Elles peuvent aussi provoquer l'augmentation des coûts d'immobilisation et d'exploitation des réseaux et diminuer la longévité des infrastructures adjacentes (exemple : une fuite d'eau qui lessiverait l'enrobage de la conduite d'égout la privant ainsi de son support latéral qui pourrait entraîner son affaissement).

Plusieurs études sur les réseaux d'égouts des villes canadiennes démontrent que les réseaux se trouvent dans un piètre état et sont affligés de défauts qui ont une incidence directe sur leur performance. Ce déclin, noté à l'égard de l'état des conduites, semble en grande partie attribuable au manque de connaissances de leur niveau de dégradation et, par conséquent, au manque de suivi de leur état. La connaissance de l'état des réseaux d'eau est donc la pierre angulaire qui permet à toute administration d'assurer la pérennité de ses infrastructures. Toutefois, tel que relevé dans différentes études sur le sujet (Zhao, Mailhot, Duchesne, Musso et Villeneuve), les gestionnaires de villes doivent tout de même composer avec le manque d'information à l'égard des éléments composant les réseaux d'eau.

Le besoin de structurer et de prioriser les opérations d'inspection est donc le résultat de cette incertitude liée au manque de connaissances de l'état des réseaux d'eau et au potentiel de défaillances coûteuses et catastrophiques qui en découle (Hahn, Palmer, Merrill). L'évaluation de l'état sur une base régulière et la réhabilitation des infrastructures de façon continue sont les clés du maintien de ces structures à un niveau de service acceptable.



Le présent document se veut donc un outil de travail qui permettra aux villes du Québec d'établir leurs priorités en matière d'auscultation, en s'appuyant sur des principes reconnus. Le tout visant à augmenter le rendement de chaque dollar investi. Les résultats obtenus par ces programmes d'auscultation permettront aux villes d'optimiser la gestion de leurs infrastructures, d'élaborer leur plan d'intervention et de prioriser les interventions sur leurs réseaux d'eau afin de réduire le risque décisionnel auquel elles s'exposent.

Le lecteur notera que le rapport comporte quatre (4) parties. La première définit les limites du programme d'auscultation et présente les étapes préalables à son élaboration. C'est aussi dans cette partie que seront expliqués les différents termes utilisés tout au long du rapport.

La deuxième partie présente les concepts qui sont à la base de la stratégie et la stratégie d'auscultation des réseaux d'égouts et d'eau potable proprement dite telle que définie par la Ville de Gatineau.

Une courte conclusion constitue la troisième partie.

La quatrième et dernière partie est consacrée à l'évaluation des coûts générés par la mise en application de la stratégie d'auscultation de Gatineau.

PARTIE 1 : LIMITATION DU PROGRAMME D'AUSCULTATION ET ÉTAPES PRÉALABLES À SON ÉLABORATION



4. LIMITATION DU PROGRAMME D'AUSCULTATION

4.1 LIMITATION DU PROGRAMME

L'ensemble des actions proposées couvre les équipements suivants:

- les conduites d'eau potable;
- les conduites d'égout;
- les vannes permettant d'isoler une section de conduite d'eau potable;
- les poteaux d'incendie (incluant la vanne d'isolement et sa conduite d'alimentation).

Sont notamment exclus, sans s'y limiter :

- les chambres de vannes;
- les boîtes à clé;
- les vannes régulatrices;
- les postes de surpression;
- les postes de chloration;
- les regards;
- les conduites de refoulement;
- les postes de pompage.

De cette façon, le programme d'auscultation proposé permettra de qualifier l'état des principaux actifs composant les réseaux d'eau. Il fournira aux gestionnaires une base suffisante pour porter un jugement solide sur les actions à entreprendre. Selon le cas, les gestionnaires auront alors à déterminer la pertinence et la rentabilité de procéder à des auscultations complémentaires à celles proposées dans le cadre de la présente démarche, telles que des sondages ou l'évaluation de la capacité structurale du tuyau.

5. ÉTAPES PRÉALABLES À L'ÉLABORATION DU PROGRAMME D'AUSCULTATION

Pour établir une stratégie d'auscultation, différentes étapes sont requises. Ces étapes mèneront à l'établissement du programme d'auscultation et doivent être complétées afin d'être en mesure de développer et d'implanter le programme d'auscultation au sein de la municipalité.

Ces étapes, au nombre de huit (8), sont des conditions essentielles au succès de la démarche et à l'adhésion de l'ensemble des acteurs impliqués dans le processus décisionnel. Certaines d'entre elles doivent être réalisées de façon chronologique, comme c'est le cas par exemple des étapes 1, 2 et 3, tandis que d'autres peuvent être réalisées en parallèle comme c'est le cas notamment des étapes 5 et 6.

Ces huit étapes sont définies ci-dessous. Lorsque des chiffres sont fournis entre parenthèses, ils indiquent au lecteur les étapes préalables qui doivent être réalisées.

Étapes de la démarche

- 1) Définir les objectifs stratégiques de l'administration;
- 2) définir les objectifs de l'administration à l'égard des services de distribution d'eau potable et de collecte des eaux usées (1);
- 3) définir les niveaux de service (1 et 2);
- 4) identifier les modes de défaillance¹ des infrastructures ciblées (3);
- 5) définir les probabilités de défaillance (4);
- 6) définir les conséquences des différents modes de défaillance (4);
- 7) définir les données pertinentes pour effectuer un diagnostic (4);
- 8) définir les données nécessaires pour mettre en œuvre la stratégie (7).

Dans les prochaines sections, nous détaillons chacune de ces étapes afin que le lecteur puisse bien en maîtriser la portée.



¹ Le terme « défaillance » est utilisé pour définir tout état de l'infrastructure qui ne permet pas de maintenir les niveaux de service.

5.1 DÉFINIR LES OBJECTIFS STRATÉGIQUES DE L'ADMINISTRATION À L'ÉGARD DE LA DÉMARCHE

Il va sans dire qu'une administration qui désire s'engager dans un processus similaire se doit de définir les objectifs qu'elle désire atteindre par la démarche. Une fois établis, ils devront alors être partagés avec les intervenants pour qu'ils soient connus et acceptés de tous. Ainsi, lors de l'implantation de l'outil, il sera plus facile d'obtenir l'adhésion de l'administration municipale, puisqu'il répondra aux objectifs corporatifs. Ce qui favorisera, à long terme, sa pérennité.

Dans le cas de la présente stratégie, cinq (5) objectifs sont poursuivis par les membres du comité, dont deux (2) principaux (A et B) et trois (3) secondaires (C, D et E).

Considérant que les infrastructures d'eau potable et d'égout sont essentielles pour combler les quatre volets de bien-être d'une collectivité (économique, social, environnemental et culturel), des mesures appropriées d'atténuation des risques doivent être mises en place pour en réduire la vulnérabilité.

De ce fait, les objectifs de la Ville de Gatineau se résument comme suit :

D'une part, on désire :

- A) **Réduire le risque décisionnel** auquel s'exposent les gestionnaires;
- B) **Augmenter le rendement** des sommes investies.

Et par conséquent on cherche à :

- C) **Connaître l'état des réseaux d'eau** afin d'améliorer la gestion globale des réseaux d'infrastructures (chaussée, eau potable et égout);
- D) **Suivre l'évolution de l'état des réseaux d'eau** en vue d'assurer la pérennité et de maintenir en continu le niveau de service acceptable pour la collectivité;
- E) **Respecter les exigences** des normes, des règlements et des directives en vigueur.

Les objectifs stratégiques étant établis, il convient maintenant de procéder aux étapes préliminaires nécessaires à l'élaboration du programme d'auscultation proprement dit.

5.2 DÉFINIR LES OBJECTIFS DE L'ADMINISTRATION À L'ÉGARD DES SERVICES DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE ET DE COLLECTE DES EAUX USÉES

À cette étape, les gestionnaires doivent définir les objectifs visés par les services qu'ils offrent à leurs clients. Les clients étant à la fois leurs citoyens et les services internes utilisant ces infrastructures (exemple : le service d'incendie).

Il est important à cette étape de bien établir les objectifs poursuivis par l'administration, car les prochaines étapes en seront dépendantes.

Il serait préférable que cette étape soit complétée par la mise sur pied d'un comité consultatif, lequel devrait inclure à la fois des élus, des gestionnaires, du personnel technique et des usagers. Ceci, afin que les objectifs fixés soient réellement le reflet des attentes des clients. À défaut de mettre en place un comité consultatif, la Ville pourra tout de même compléter cette démarche avec l'aide de son personnel.

Ainsi, dans le cas de la Ville de Gatineau, les objectifs identifiés par les gestionnaires pour la distribution de l'eau potable et pour la collecte des eaux usées sont les suivants :

- i. Distribution de l'eau potable
 - a. La gestion des actifs doit permettre d'atteindre les niveaux de services souhaités au coût optimal;
 - b. Le service ne doit pas causer de dommage à un tiers;
 - c. La gestion du service doit être faite de manière à éviter les arrêts d'opération de nos clients;
 - d. Le service ne doit pas compromettre les lieux patrimoniaux;
 - e. Le service ne doit pas mettre en péril les lieux culturels (site d'événement, bibliothèque, théâtre, etc.);
 - f. Le service doit permettre la distribution de l'eau potable de l'usine jusqu'aux usagers selon les normes sur la qualité de l'eau potable;
 - g. Le service doit être fourni de manière à favoriser les économies d'eau;

- h. Le service doit assurer le maintien des loisirs;
 - i. Le service doit permettre de distribuer l'eau à la pression adéquate et aux débits requis de manière à maintenir les critères de service convenus;
 - j. Le service doit être fourni de manière à ne pas mettre en péril les opérations des établissements prodiguant des soins de santé;
 - k. La gestion des infrastructures d'eau potable doit être faite de telle façon qu'elle permette de prévenir les défaillances qui pourraient mettre en péril la sécurité civile et les infrastructures de support à la vie;
 - l. Le service doit s'assurer de respecter les actions définies au schéma de couverture de risques en matière de protection incendie;
 - m. La gestion du service doit permettre de maintenir l'image corporative de l'organisme;
 - n. La gestion du service doit être réalisée de manière à permettre la réduction des entraves à la voie publique;
 - o. Le service doit être fourni en continu à l'exception d'interventions qui requièrent la cessation temporaire.
- ii. Collecte des eaux usées
- a. La gestion des actifs doit permettre d'atteindre les niveaux de service souhaités au coût optimal;
 - b. Le service ne doit pas causer de dommages à un tiers;
 - c. Le service doit permettre de recevoir les volumes d'eau, sans créer de refoulement, le tout selon les niveaux de service établis;
 - d. La gestion du service doit être faite de manière à éviter les arrêts de production des usagers;
 - e. Le service doit être maintenu afin de ne pas perturber l'activité économique;

- f. Le service ne doit pas mettre en péril l'intégrité des lieux patrimoniaux;
- g. Le service ne doit pas mettre en péril l'intégrité des lieux culturels (site d'évènement, bibliothèque, théâtre, etc.);
- h. La gestion du service doit être réalisée de manière à empêcher toute contamination environnementale;
- i. Le service doit être fourni de manière à ne pas mettre en péril les opérations des établissements prodiguant des soins de santé;
- j. La gestion des infrastructures d'égouts doit être faite de telle façon qu'elle permette de prévenir les défaillances qui pourraient mettre en péril la sécurité civile et les infrastructures de support à la vie;
- k. La gestion du service doit permettre de maintenir l'image de la Ville;
- l. La gestion du service doit être réalisée de manière à permettre la réduction des entraves à la voie publique;
- m. Le service doit être fourni en continu à l'exception des interventions qui nécessitent une interruption temporaire.

5.3 DÉFINIR LES NIVEAUX DE SERVICE

La méthodologie présentée, pour être optimale, implique l'identification de critères (indicateurs de performance) et la définition des niveaux de service visés. Lorsque les données sont établies, les gestionnaires sont en mesure d'évaluer les performances actuelles du réseau et de les comparer aux cibles qui auront été fixées. Ceci permet de poser un diagnostic préliminaire sur l'état des réseaux à partir des données disponibles. À titre d'exemple, on pourrait avoir établi comme niveau de service pour le réseau de distribution d'eau potable que l'on garantit de l'eau aux citoyens 99,9 % du temps. Ce qui signifie que l'on tolère dans l'année des interruptions de service qui totaliseraient un maximum de 8 heures par résidence.

Lorsque ces indicateurs et niveaux de service n'ont pas été clairement définis au préalable, la Ville devra alors se référer minimalement aux normes et aux exigences réglementaires comme celles du MDDEP. De cette façon, la

stratégie d'auscultation pourra être fonctionnelle. Dans le cas de Gatineau, ces critères ont fait l'objet d'un consensus du Comité de travail et reflètent les orientations prises par la Ville. Ainsi, une autre ville qui désire encadrer ses activités d'auscultation devra les adapter à son contexte si elle le juge approprié.

Les niveaux de service choisis par les gestionnaires de la Ville de Gatineau font partie intégrante du programme d'auscultation détaillé dans la partie 2.

Pour assurer le maintien de ces niveaux de service sur le cycle de vie de l'infrastructure au coût optimal, la Ville doit réduire le risque décisionnel auquel elle s'expose. Le risque étant défini selon l'équation ci-dessous :

$$\text{Risque} = \text{conséquences d'un événement} \times \text{probabilité d'occurrence}$$

Ainsi, dans les prochains chapitres nous détaillons chaque élément de l'équation et nous fournissons les éléments nécessaires pour les définir. Une fois cette étape complétée, il revient à l'administration d'établir les niveaux de service qu'elle désire maintenir pour s'assurer d'atteindre ses objectifs.

5.4 IDENTIFIER LES TYPES DE DÉFAILLANCE DES INFRASTRUCTURES CIBLÉE

Pour être en mesure de déterminer les probabilités de défaillance d'une infrastructure, il est nécessaire de définir, au préalable, les défaillances qui sont les plus susceptibles de survenir tout au long de la durée de vie utile de l'infrastructure considérée. Pour ce faire, il faut, à partir des niveaux de services ciblés, identifier en comité les événements susceptibles de compromettre leur maintien.

Pour chaque réseau, les défaillances identifiées dans le cadre des présents travaux ont été regroupées en familles et elles sont détaillées dans les prochaines lignes.



5.4.1 Réseaux d'égouts

Pour les réseaux d'égouts, les problématiques ont été réparties en quatre (4) familles de défaillances soit :

- Fonctionnelle
- Structurale

- Opérationnelle et d'entretien
- Environnementale

Cependant, la démarche présentée dans cet ouvrage touchera uniquement les deux premières familles de défaillances. En effet, étant donné que les défaillances opérationnelles et d'entretien (odeurs, blocage, etc.) relèvent des équipes des travaux publics, les auteurs posent comme hypothèse que l'entretien des réseaux est effectué sur une base régulière et que toute problématique rencontrée découlera directement d'une défaillance de l'infrastructure et non d'un mauvais entretien. À cet égard, pour réduire le nombre de cas problématiques, il est recommandé dans la littérature que les opérateurs de réseaux se dotent de critères pour évaluer leurs opérations d'entretien. À titre d'exemple, une équipe en charge de l'entretien du réseau pourrait établir qu'une portion définie du réseau doit être nettoyée chaque année. L'implantation de telles pratiques aura pour effet d'améliorer globalement le rendement hydraulique des réseaux, de réduire les plaintes relatives aux odeurs, les cas de refoulements et les réclamations. De plus, étant donné que les réseaux seront plus propres, les coûts des travaux d'inspection télévisée seront grandement diminués. Rappelons que près du 2/3 du prix de l'inspection peut être associé au nettoyage de l'égout, dans le cas où son entretien est déficient. Des opérations de nettoyage structurées et soutenues permettront donc d'optimiser la gestion des réseaux.

Les défaillances environnementales, telles que le non-respect des normes de rejet, demandent des études particulières qui ne sont pas encadrées par la présente démarche.

Les défaillances fonctionnelles sont associées à la capacité des conduites à transporter les effluents selon les critères de services établis. Ces problématiques peuvent être provoquées par une augmentation des volumes transportés, un changement de vocation des terrains avoisinants, un changement dans la configuration des réseaux ou avoir une cause physique qui est propre à l'égout. Tel qu'indiqué plus haut, toute problématique hydraulique dont l'origine serait liée à une opération inadéquate ou un manque d'entretien de la part du gestionnaire du réseau ne fait pas partie des défauts fonctionnels. Toutefois, il est entendu que cela ne doit pas avoir pour effet d'invalider systématiquement les résultats obtenus à l'égard de la cote de potentiel de blocage (CPB). Les résultats ne respectant pas les limites acceptables pour ce critère devront être étudiés afin de déterminer l'origine de la problématique. Dans le cas où la problématique est attribuable à un défaut

des opérations d'entretien, les résultats ne devront pas être considérés dans le cadre de la présente stratégie. La Ville devra donc se doter d'un système permettant cette distinction.

Enfin, les défaillances structurales sont associées à la capacité de la conduite à supporter les charges vives et mortes pouvant y être appliquées. Elles se traduisent par l'apparition de symptômes externes (tels que des affaissements ou des fissures au niveau de la surface) ou internes (tels que l'apparition de fissures sur la paroi de la conduite ou son effondrement) à la structure.

5.4.2 Réseaux d'eau potable

Dans le cas des réseaux d'eau potable, l'ensemble des déficiences rencontrées a aussi été réparti selon quatre (4) familles de défaillances soit :

- Fonctionnelle
- Structurale
- Salubrité
- Esthétique (non reliée à l'état des conduites)

Dans le cadre de la présente démarche, les recommandations porteront uniquement sur les deux premières familles tout comme dans le cas des réseaux d'égouts.

Les défaillances liées à la salubrité de l'eau sont régies par le Règlement sur la Qualité de l'eau potable (RQEP). Par conséquent, le présent ouvrage ne s'attardera pas au suivi visant à assurer la qualité de l'eau distribuée.

Les défaillances esthétiques affectent la qualité visuelle, olfactive ou gustative de l'eau soit par la coloration, le goût ou l'odeur. Ces problématiques peuvent être une conséquence du traitement de l'eau proprement dit ou de l'état du réseau lui-même. Dans le premier cas, le règlement sur la qualité de l'eau potable en encadre le suivi et le présent ouvrage ne s'attardera pas au suivi de cette famille de problématiques. Toutefois, lorsque ces défaillances sont attribuables à l'état du réseau, elles seront tenues en compte dans les défaillances fonctionnelles.

Dans le présent ouvrage, nous définissons les défaillances fonctionnelles comme étant une carence du réseau en terme de protection incendie (pression et/ou débit) ou de non-respect des normes gouvernementales (débit/pression), telles qu'édictées par la Directive 001 du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).

Quant aux défaillances structurales, elles sont associées à l'incapacité de la conduite à supporter les charges internes et/ou externes appliquées sur sa paroi. Ce qui se traduit par l'apparition de fuites ou de bris nécessitant une intervention généralement non planifiée.

Baser la stratégie d'auscultation des réseaux d'eau sur les différents concepts visant l'analyse des modes de défaillance et leurs conséquences sur leur environnement fournira aux gestionnaires un outil solide. Outil, qui leur permettra d'intervenir de façon prioritaire et soutenue aux endroits où l'analyse démontre qu'une simple défaillance aura des conséquences majeures à la fois sur les niveaux de service ciblés, mais aussi sur un ou plusieurs des volets associés au bien-être d'une collectivité.

Une fois l'identification des conséquences d'une défaillance complétée, il reste à déterminer la probabilité que ce type de défaillance survienne afin de compléter l'équation du risque. Le niveau de risque servira, par la suite, à définir les fréquences d'auscultation qui seront établies dans le programme d'auscultation.

5.5 DÉFINIR LES PROBABILITÉS DE DÉFAILLANCE

Une défaillance peut être liée à un ou plusieurs événements d'origine multiple et dont l'occurrence survient dans le temps de façon aléatoire. Nous citons, ci-dessous, des exemples d'événements qui sont susceptibles de survenir en cours d'opération des réseaux d'eau et dont la conséquence pourrait être une défaillance du système.

- Des événements externes (effondrement d'une section de conduite d'égout suite à une fuite sur le réseau d'eau potable);
- des défaillances du système de gestion (mauvaise décision quant au moment de l'intervention);
- une dégradation de l'état (corrosion interne ou externe);
- des modifications dans les conditions d'opération;
- des défaillances causées par l'intervention humaine.

Tel qu'exprimé, il est impossible de prédire le moment précis d'une défaillance, mais l'on peut en évaluer la probabilité d'occurrence basée sur les données disponibles. Afin d'atteindre cet objectif, l'analyse doit être basée sur des données fiables colligées au fil des ans ou sur l'expertise acquise par le

personnel de la Ville. Ainsi, le Comité, en s'appuyant sur les deux objectifs principaux énoncés au début du présent chapitre, a convenu de s'attarder pour cette première version de la stratégie, principalement au mode de défaillance « structurale ». Bien que les facteurs ayant une influence sur la répartition dans le temps des événements liés aux autres familles de défaillances ne soient pas implicitement considérés, certaines mesures seront prises pour éviter qu'ils deviennent une nuisance pour la population.

En incluant à la démarche les facteurs qui ont une influence sur la probabilité que ces défaillances surviennent, les gestionnaires se dotent d'un outil performant qui leur permettra d'augmenter la rentabilité des sommes investies en auscultation et d'augmenter la probabilité d'intervenir au moment opportun sur leur réseau, le tout de manière à en assurer la pérennité.

Avant d'exposer, pour chacune des infrastructures visées par la démarche, les paramètres qui sont considérés pour évaluer les probabilités de défaillance, nous désirons faire un parallèle avec les humains. Le tout afin de permettre au lecteur de mieux saisir la portée des éléments qui y sont présentés.

Pour un humain, une longévité théorique (durée de vie utile) a été déterminée à partir des données statistiques colligées au fil des ans. De ces données, les statisticiens ont tiré des conclusions quant à l'espérance de vie des hommes versus celle des femmes (réalité différente). Maintenant, pour un spécialiste de la santé, à partir de la naissance, tant que notre bilan de santé est excellent, nos chances d'atteindre cette limite théorique de durée de vie sont excellentes. Par contre, si nos antécédents familiaux démontrent la présence de maladie héréditaire, le spécialiste favorisera une fréquence d'auscultation plus soutenue des symptômes qui y sont associés, comparativement à un autre patient qui n'a pas ces antécédents.

De plus, tout au long de notre vie, différents événements aléatoires peuvent venir influencer la probabilité d'atteindre cette limite. Que ce soit un accident ou la maladie (l'équivalent pour les réseaux serait une fuite d'eau ou l'intervention d'un tiers), ce type d'événement, selon le diagnostic, viendra modifier nos chances d'atteindre cette limite et doit être considéré dans l'analyse.

Ainsi, tout comme c'est le cas pour les conduites, l'âge n'est pas un bon indicateur de l'état de santé d'un patient. Par contre, plus nous vieillissons, plus les risques de maladie et de problèmes de santé augmentent et les probabilités de voir notre état de santé se détériorer augmentent rapidement

aussi. Notre médecin devra considérer l'ensemble de ces facteurs pour déterminer la fréquence des visites médicales et le nombre d'examens nécessaires pour s'assurer d'optimiser notre qualité de vie, et ce, sur la plus longue période possible.

Ces concepts, appliqués aux réseaux d'eau, sont détaillés dans les paragraphes qui suivent.

5.5.1 Réseaux d'égouts

Le Comité a convenu, pour les réseaux d'égouts, qu'il existait trois (3) facteurs qui ont une influence sur la probabilité qu'une défaillance structurale survienne : son état structural, son âge et son environnement.

État structural

Ce facteur est en lien direct avec la capacité de l'infrastructure à supporter les charges statiques et dynamiques qui lui sont appliquées. Plus la conduite sera dégradée d'un point de vue structural, plus les chances de défaillance seront élevées. Ainsi, dans le cadre de la stratégie, l'évaluation de cet aspect se traduit par le dénombrement des défauts et par l'évaluation de leur sévérité.

De ce fait, selon le comité, la cote d'intégrité structurale ponctuelle, basée sur le protocole PACP du CERIU/NASSCO, est l'élément d'évaluation le plus approprié pour atteindre cet objectif. Cette cote, basée sur une évaluation visuelle de l'état structural de la conduite à un moment précis de son cycle de vie, sera la base du programme d'inspection de l'égout. C'est donc à partir de ce facteur que les fréquences d'inspection seront modulées.

Les autres facteurs considérés auront pour effet de raffiner les fréquences d'auscultation obtenues suite à cette première évaluation.

Âge

En soi, l'âge n'est pas un indicateur de l'état structural d'une infrastructure. Le type de matériaux employés, les méthodes d'installation, l'environnement immédiat et les conditions d'opération sont tous des facteurs dont dépend la longévité de l'infrastructure. Cependant, plus une infrastructure est près de sa limite de durée de vie utile théorique, plus les probabilités de détérioration

rapide augmentent, tel que le démontre la courbe type de dégradation montrée à la *Figure 1* : Courbe de dégradation relative à l'âge d'une conduite. C'est pourquoi le Comité d'experts a convenu de considérer la période de vie restante théorique dans le processus décisionnel afin d'influencer la fréquence d'inspection. Ainsi, pour des sections de conduite qui présentent le même état structural, celles qui s'approcheront de leur limite de vie utile théorique auront une fréquence d'inspection plus rapprochée.

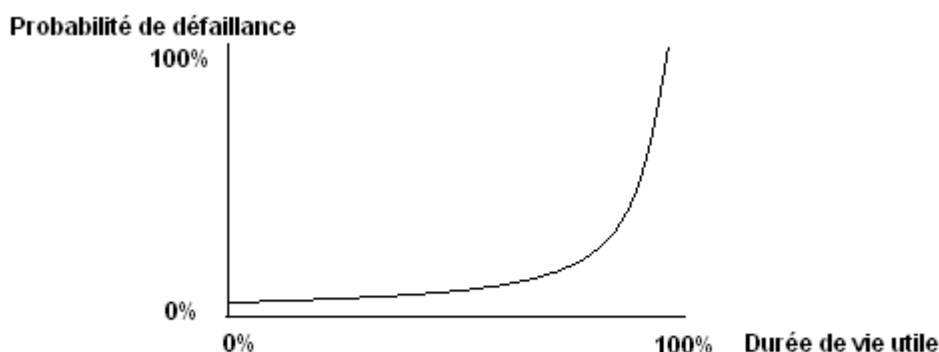


Figure 1 : Courbe de dégradation relative à l'âge d'une conduite

Environnement

Nous regroupons ici l'ensemble des autres facteurs qui ne sont pas inclus dans les deux autres volets. Ainsi, tel qu'exprimé précédemment, différents facteurs tels que le type de matériau, l'environnement, la nature du sol, la hauteur de la nappe phréatique, le type de joints de même que leur nombre et la méthode d'installation sont des facteurs ayant une influence directe sur la vitesse de dégradation liée aux défauts qui affligeront la conduite durant son cycle de vie.

Bien que ces éléments aient tous un impact sur la vitesse de dégradation, leur influence sur la probabilité de défaillance est souvent secondaire, comparativement à l'établissement d'une cote visuelle de l'état de la conduite. En effet, dans la plupart des cas, pour que ces facteurs aient une influence réelle, la section de conduite doit déjà montrer une certaine faiblesse (joint non étanche par exemple) ou une détérioration de sa structure.

Pour plus de détails, le lecteur peut, s'il le désire, se référer au chapitre 6 du Sewerage Rehabilitation Manuel (SRM) publié par le WRc.

Étant donné que les données nécessaires pour définir le niveau d'influence de ces facteurs sur la dégradation des sections de conduite sont assez limitées à la Ville de Gatineau, le Comité a convenu de ne pas considérer cette famille de facteurs dans la présente version de la stratégie.

5.5.2 Réseaux d'eau potable

Pour les réseaux d'eau potable, le Comité a aussi convenu que trois facteurs avaient une incidence sur la probabilité qu'une défaillance structurale survienne soit : son état structural, son âge et son environnement.

État structural

Tout comme pour l'égout, ce facteur est en lien direct avec la capacité de l'infrastructure à supporter les charges statiques et dynamiques qui lui seront appliquées. Ainsi, plus la conduite sera dégradée d'un point de vue structural, plus les chances de défaillance seront élevées. Par conséquent, les critères retenus devront permettre d'évaluer les probabilités que l'élément considéré subisse une défaillance structurale en lien avec son état.

Les difficultés d'établir la résistance structurale (représentée par l'épaisseur résiduelle) de la paroi des sections de conduite d'eau potable, le nombre restreint de technologies d'auscultation, les difficultés d'accès à la conduite et les dispositions relatives à la désinfection du Règlement sur la Qualité de l'eau potable rendent onéreuse et difficile l'insertion d'outils d'auscultation dans les conduites. De plus, les limitations des techniques actuellement disponibles font en sorte que seulement quelques types de matériaux et une faible gamme de diamètres peuvent être auscultés. Par conséquent, la portée de la présente démarche à l'égard de l'étude de la capacité structurale des conduites d'eau potable sera limitée par la capacité actuelle du marché et par les technologies disponibles pour répondre aux besoins de la Ville. Étant donné que ces techniques évoluent rapidement, une révision en continu de la démarche proposée pour cet aspect, au plus tard d'ici cinq (5) ans, serait souhaitable afin que la stratégie puisse être le reflet des avancées technologiques dans ce domaine.

Ainsi, considérant la situation actuelle, le Comité est d'avis qu'une évaluation de cet aspect basée sur les fuites et les bris représente la méthode la plus universelle pour évaluer l'état des sections de conduites d'eau potable. C'est pourquoi, pour cette version de la stratégie, les fréquences d'inspection seront modulées selon ce type de défectuosité, qui est généralement colligé par les villes.

Le lecteur notera, au prochain chapitre que « l'état » sera l'élément principal considéré lors de l'établissement des fréquences d'auscultation. Les autres facteurs viendront raffiner la fréquence d'auscultation.

Dans une future version de la stratégie, les auteurs proposent de raffiner la démarche en distinguant les sections de conduites pour lesquelles il existe une méthode d'inspection de la qualité structurale de la paroi de celles dont les méthodes disponibles ne le permettent pas. De cette façon, l'évaluation de la probabilité de défaillance à l'égard de l'état sera plus précise et permettra aux gestionnaires d'optimiser leur programme d'auscultation.

Finalement, en ce qui a trait à la présente version de la stratégie, le Comité est d'avis que l'utilisation du taux de fuites/bris par kilomètre et par année pour évaluer les probabilités de défaillance pose une certaine problématique en raison de la longueur non uniforme des tronçons de conduite². Ainsi, afin de contrer cette problématique, le Comité propose que l'évaluation de cet aspect soit basée sur la probabilité qu'un certain nombre de fuites, de bris ou d'interruptions de service survienne dans les années subséquentes. De cette façon, l'évaluation de la probabilité de défaillance liée à l'état ne sera pas influencée par la longueur de la section de conduite et représentera le niveau de service auquel la population est en droit de s'attendre.

Âge

Tout comme c'est le cas pour les sections de conduite d'égout, l'âge n'est pas un gage de l'état structural d'une infrastructure. Le type de matériaux employés, les méthodes d'installation, l'environnement immédiat et les conditions d'opération sont tous des facteurs dont la longévité de l'infrastructure est dépendante. Toutefois, tel qu'exposé précédemment, plus une infrastructure est près de sa durée de vie utile théorique, plus les probabilités de détérioration rapide augmentent, tel que le démontre la courbe



² Voir Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable et d'égout, octobre 2005, MAMROT, p. 8-10.

type de dégradation montrée à la *Figure 1 : Courbe de dégradation relative à l'âge d'une conduite*. C'est pourquoi le comité d'experts a convenu de considérer la période de vie restante théorique dans le processus décisionnel afin d'influencer la fréquence d'inspection. Ainsi, pour des sections de conduites qui présentent le même état structural, plus une conduite s'approchera de sa limite de vie utile, plus les fréquences d'inspection seront courtes.

Environnement

Tout comme dans le cas de l'égout, nous regroupons ici l'ensemble des facteurs qui ne sont pas inclus dans les deux autres volets considérés. Ainsi, tel qu'exprimé précédemment, le type de matériau, l'environnement (nature du sol, nappe phréatique) et la méthode d'installation sont des facteurs ayant une influence directe sur la vitesse de dégradation de l'état liée aux déficiences qui affligeront la conduite durant son cycle de vie.

Pour cette première version de la stratégie d'auscultation, seule la présence de sol corrosif sera considérée pour moduler les fréquences d'auscultation. De cette façon, le comité reconnaît l'impact significatif de cet élément sur le taux de dégradation de certains types de matériau. Il est cependant important de noter que seules les conduites métalliques seront touchées par ce facteur de dégradation dans la présente version.

Enfin, en ce qui a trait aux autres aspects qui pourraient être considérés dans ce volet, le comité ne possède pas suffisamment de données à ce jour pour les traiter.

5.6 DÉFINIR LES CONSÉQUENCES D'UNE DÉFAILLANCE

La hiérarchisation des sections de conduite est une étape primordiale de la stratégie d'auscultation et est en fait la façon de définir la sévérité des conséquences qu'une défaillance pourrait avoir sur la collectivité.

La présente section permettra donc au lecteur de connaître, pour chaque type d'infrastructure (eau potable ou égouts), les critères permettant d'établir le niveau de sensibilité de l'infrastructure. Il est entendu que les listes présentées se veulent évolutives. Il se peut que des événements ou des situations géographiques particulières incitent les gestionnaires à inclure certains types de sections de conduite dans l'une des catégories autre que celles prévues

initialement. À titre d'exemple, les conduites qui sont situées à proximité d'infrastructures telles que les stades, les centres de congrès ou qui se trouvent dans des quartiers à vocation touristique pourraient être ajoutées aux catégories plus critiques afin de les « gérer » de façon proactive (choix du moment des interventions).

Il est toutefois important de noter que les outils de gestion disponibles actuellement à la Ville ne permettent pas encore de repérer l'ensemble des conduites qui répondent à l'une ou l'autre des caractéristiques énumérées dans la présente section. Cependant, selon l'avancement de la collecte de données, l'outil permettra facilement les mises à jour afin de créer les listes complètes de tronçons répondant à tel ou tel critère. Ainsi, bien que certaines données soient non disponibles à ce jour, la stratégie est tout de même fonctionnelle et permet de prioriser l'auscultation des sections selon les données disponibles.

Ainsi, la démarche proposée sera différente selon le type de réseau étudié. Elle servira à identifier les sections de conduite dont les conséquences d'un effondrement, dans le cas de l'égout et d'un éclatement, dans le cas de l'eau potable auront été jugées inacceptables pour la collectivité tant d'un point de vue social, économique, environnemental ou culturel.

Les sections de conduite dont une défaillance aura des conséquences sévères sur les différents volets liés au bien-être de la collectivité seront appelées « sensibles » et, d'une façon générale, ce sont celles :

- présentant un risque pour l'environnement ou la sécurité publique en cas de bris;
- dont l'impact d'une défaillance sur les activités socio-économiques est le plus important;
- dont le coût d'une intervention non planifiée est très élevé;
- dont l'impact d'une défaillance sur les opérations est le plus important.

En résumé, les sections de conduite sensibles sont celles dont les coûts directs³ et indirects⁴ (sociaux et économiques) seraient si élevés en cas de bris qu'un seul événement de ce type ne devrait être envisagé par les gestionnaires municipaux.



³ Coût direct : Coût associé directement aux travaux et défini à l'intérieur des documents contractuels.

⁴ Coût indirect : Coût non prévu dans les documents contractuels de même que tous les frais assumés par la collectivité (p. e. détour, perte de temps, etc.)

Cette définition s'appuie sur les études anglaises et autres qui, suite à l'analyse de nombreuses données colligées sur plusieurs années, ont démontré qu'une faible proportion des interventions annuelles représente une très forte proportion des coûts annuels d'intervention. Il s'avère donc plus avantageux de prévenir les bris coûteux par une planification stratégique des auscultations (on n'a qu'à se rappeler le bris d'une conduite d'eau potable sur la rue Pie-IX en 2002 à Montréal par exemple).

Le *Tableau 1 : Hiérarchisation des sections de conduites sensibles* présente d'une façon générale les éléments caractérisant les sections de conduite sensibles sans tenir compte, à priori, de leur disponibilité actuelle ou de la faisabilité de leur traitement par les outils technologiques actuellement mis en place à la Ville.

Tableau 1 : Hiérarchisation des sections de conduites sensibles

	Critères d'identification des sections de conduite sensibles
Usagers critiques	➤ Usager nécessitant une protection incendie particulière ➤ Industries, commerces, institutions, établissements relatifs à la sécurité publique ➤ Hôpitaux, postes de police ou de pompiers ➤ Toutes structures, bâtiments, etc. dont les conséquences subies suite à un effondrement ou une rupture (eau potable ou égouts) auraient un impact sévère sur la population
Environnement sensible	➤ Autoroute, pont, tunnel, voie ferroviaire, métro, aéroport, bâtiment, espace restreint ➤ Milieux sensibles (cours d'eau, marécage, milieu boisé, etc.) ➤ Sol de faible capacité portante ➤ Volume de circulation importante ➤ Section de conduite d'eau potable ou d'égouts de grand diamètre à proximité ➤ Conduit souterrain à haute tension, de communication critique ou de gazoduc à proximité
Secteurs critiques	➤ Secteur touristique ➤ Secteurs commerciaux, industriels ou institutionnels denses ➤ Secteur servant à la tenue d'évènements de masse sur une période donnée
Caractéristiques physiques	➤ Section de conduite de grand diamètre ➤ Section de conduite très profonde ➤ Section de conduite d'eau potable dont la pression d'opération normale est élevée
Autres	➤ Section de conduite servant de lien d'urgence ➤ Section de conduite permettant l'alimentation d'un secteur ➤ Section de conduite desservant un nombre important d'usagers ➤ Nombre important d'usagers touchés

L'identification des conduites sensibles se fera donc principalement en lien avec la conséquence du bris de l'infrastructure.

Lorsque la hiérarchisation sera complétée, l'ensemble des sections de conduite (eau potable et égouts) sera séparé en trois groupes soit A, B et C (A étant la catégorie de conduites considérées comme étant très sensibles et C étant celle dont la sensibilité est faible).

D'une façon générale, les conduites qui se trouvent dans la catégorie A seront caractérisées par un ou plusieurs des points mentionnés au *Tableau 1 : Hiérarchisation des sections de conduites sensibles*. Les critères spécifiques retenus par les membres du Comité sont décrits aux *Tableau 2 : Hiérarchisation des conduites d'égout sensibles* et *Tableau 3 : Hiérarchisation des conduites d'eau potable sensibles*. De même, selon les villes, la proportion de sections de conduite dans les catégories A et B, devrait représenter approximativement 25 % de l'ensemble du réseau.

La méthode qui est suggérée pour effectuer la hiérarchisation des tronçons de conduites permettra aux gestionnaires de faire, un classement rapide des sections de conduite d'eau potable et d'égouts en utilisant en grande partie les critères du *Tableau 1 : Hiérarchisation des sections de conduites sensibles*.

5.6.1 Hiérarchisation

Cette section présente la méthodologie employée par le Comité pour évaluer l'impact des défaillances retenues pour les infrastructures touchées par la stratégie.

Dans le but de définir les critères à la base de la hiérarchisation, le Comité a créé un tableau par type d'infrastructures. Le tableau à l'égard de l'égout est présenté à l'annexe A à titre indicatif.

Pour parvenir à créer ces tableaux, le Comité a d'abord associé chacun des objectifs de l'administration à l'égard des deux services publics à l'un ou l'autre des quatre volets du bien-être de la collectivité définis précédemment.

Par la suite, le Comité a déterminé les éléments pouvant nuire à l'atteinte de ces objectifs lors de l'effondrement de la conduite dans le cas de l'égout, et lors de l'éclatement de la conduite dans le cas de l'eau potable.

Une fois, ces éléments définis, le Comité en a détaillé le niveau de sévérité des impacts selon les caractéristiques propres au tronçon.

À titre d'exemple, si l'on considère le volet de bien-être « économique », l'objectif « A » est : la gestion des actifs doit permettre d'atteindre les niveaux de service souhaités au coût optimal. De ce fait, il faut minimiser autant que possible les interventions coûteuses. Par conséquent, un des éléments ayant une influence sur le coût d'une intervention est la profondeur de la conduite. Ainsi, plus la conduite est profonde plus l'intervention est onéreuse. Pour cet élément, le comité a défini les niveaux de sévérité de la manière suivante :

Objectif	Élément considéré	Volet		Niveau de sévérité			
		Identification	Description	Catastrophique = 10	Critique = 7	Modéré = 4	Négligeable = 1
A) La gestion des actifs doit permettre d'atteindre les niveaux de service souhaités au coût optimal	Coût d'intervention	A.1 - Coût d'intervention - Profondeur	La profondeur de la section de conduite à un impact direct sur les coûts d'excavation	Le radier de la section est situé à plus de 7,0 mètres pour les sections de conduite autres que celles fabriquées en brique. Pour les sections de conduite en brique, le radier de la section est situé à plus de 4,0 mètres du niveau de la surface.		Le radier de la section est situé à plus de 4,0 mètres du niveau de la surface tout en étant à 7 mètres ou moins pour toutes sections de conduite autres que celles fabriquées en brique. Pour les sections de conduite en brique, le radier de la section est situé à 4 mètres et moins.	Le radier de la section est situé à 4,0 mètres ou moins du niveau de la surface lorsque le matériau constitutif n'est pas de la brique

Ce n'est qu'une fois le tableau complété que l'on pourra définir les critères qui permettront d'effectuer la hiérarchie. On remarquera rapidement que certains éléments n'ont que deux niveaux de sévérité (catastrophique et négligeable par exemple). Ces éléments seront à la base de la hiérarchie. Ensuite, à l'étude du tableau, les gestionnaires cibleront certains éléments qui sont, selon leur administration, des incontournables et les intégreront à la hiérarchie.



Bien que la plupart des éléments qui sont présentés dans ce tableau et qui seront abordés dans ce chapitre soient universels d'une ville à une autre, nous tenons à réitérer que la hiérarchie doit être le reflet des objectifs et de la vision de l'agglomération qui la réalise, sans quoi la démarche risque d'échouer puisque les gestionnaires et l'administration ne pourront se l'approprier.

Pour compléter la démarche, nous proposons d'effectuer une validation visant à déterminer la proportion du réseau qui se retrouve dans chacune des catégories. La démarche permettra de confirmer que les critères retenus ne ciblent pas une trop grande proportion de sections de conduite sensibles. Tel que mentionné précédemment, il est suggéré que la proportion de sections de conduite qui se trouve dans les catégories A et B ne doit pas être supérieure à 25% de l'ensemble des sections de conduite.

Le lecteur trouvera à l'annexe B un exemple de ce que nous appelons la catégorisation fine. Il s'agit en fait d'une démarche proposée dans le but de préciser la hiérarchie de certains tronçons relativement aux conditions inhérentes à chacun des sites. En effet, sur certains sites, la combinaison des différentes caractéristiques pourrait justifier une modification du niveau hiérarchique.

La démarche de la hiérarchisation générale proposée permettra donc d'attribuer à chacune des sections de conduite un niveau de sensibilité correspondant à un niveau hiérarchique (A, B ou C — la catégorie A étant celle dont les impacts sociaux et économiques sont les plus sévères pour la collectivité). Suite à cette première répartition, nous suggérons que toutes les sections de conduite de catégories B et C qui se trouvent sous une rue dont la hiérarchie de la chaussée est « artérielle » ou « collectrice », soient ensuite soumises à la démarche pour la catégorisation fine. Par conséquent, selon les conditions particulières de localisation de ces dernières conduites, une section pourrait voir sa hiérarchie modifiée. Ce type de modification ne se fait que d'une façon ascendante, c'est-à-dire qu'une conduite de la catégorie B ne pourrait être reclassée que dans la catégorie A suite à la catégorisation fine. Il en est de même pour une conduite de catégorie C, qui pourrait être reclassée dans la catégorie B ou A, suite à la seconde analyse.

Il ressort donc de cette proposition que les sections de conduite qui se trouvent, suite à la hiérarchisation, dans la catégorie A, ne pourront voir leur niveau hiérarchique diminuer. De même, les tronçons d'eau potable et d'égouts qui se trouvent dans les catégories B et C et qui sont situés sous une chaussée dont la classe est différente de celles identifiées précédemment (local par exemple), ne pourront voir leur niveau hiérarchique modifié.

En ce qui a trait à Gatineau, bien que le Comité ait réfléchi à la démarche, il a été choisi de ne pas procéder à la catégorisation fine pour cette première version de la stratégie.

5.6.1.1 Réseaux d'égouts

En référant aux caractéristiques du *Tableau 1 : Hiérarchisation des sections de conduites sensibles*

les conduites sensibles des réseaux d'eaux usées de la Ville de Gatineau seraient les suivantes :

- Les sections de conduite localisées sous des artères à circulation intense (réseau routier artériel);
- les sections de conduite du réseau de collecteurs/intercepteurs (diamètres importants, profondeur plus grande que la moyenne, conduites visitables);
- les sections de conduite difficiles d'accès (sous bâtiment, cours d'eau, etc.);
- les sections de conduite desservant des usagers particuliers (hôpitaux, zones denses);
- les sections de conduite de brique ainsi que les conduites de grand diamètre.

D'une façon plus détaillée, le *Tableau 2 : Hiérarchisation des conduites d'égout sensibles* fait état de tous les facteurs permettant de répartir les conduites d'égout selon les deux premières catégories. Toutes les conduites dont les caractéristiques ne correspondent pas aux critères énumérés sont considérées comme faisant partie de la catégorie C.

Tableau 2 : Hiérarchisation des conduites d'égout sensibles

			Catégorie A	Catégorie B
Usagers critiques	Bris empêche véhicule d'urgence de quitter pour intervention.		✓	N/A
	Bris occasionne des problèmes d'accès aux véhicules d'urgence		Centres hospitaliers (hôpitaux, centres d'hébergement et CHSLD)	CLSC
Environnement sensible	Type de voie		Route numérotée	Artère
	Infrastructures existantes à proximité	Conduits souterrains de haute tension, de télécommunication critique ou de gazoduc principal qui croisent ou qui sont parallèles à l'égout.	✓	N/A
	Un effondrement de cette section oblige la Ville à diriger les effluents vers un milieu sensible		✓	N/A
	Les effluents transportés pourraient contaminer une eau souterraine pouvant être puisée en cas d'exfiltration		✓	N/A
	Type de sol ¹	Sol de mauvaise qualité	✓	N/A
		Sol de qualité modéré	N/A	✓
	Accessibilité	Milieus sensibles (cours d'eau, marécage, milieu boisé, site d'enfouissement) sous bâtiment, structure, etc....	✓	N/A
Secteurs critiques	Secteur touristique		✓	N/A
	Section permettant d'évacuer directement l'eau d'une galerie souterraine ou toutes infrastructures de transport dont l'eau ne pourrait être évacuée (tunnel, etc.)		✓	N/A
	Rues utilisées lors de la tenue d'évènements de masse (p. ex. festival)		✓	N/A
Caractéristiques physiques	Profondeur ²	Brique (radier)	> 4,0 m	≤ 4,0 m
		Autre (radier)	> 7,0 m	>4,0 m et ≤ 7,0 m
	Diamètre	Réseau sanitaire	N/A	> 450 mm
		Réseau pluvial	N/A	> 1 200 mm
		Réseau combiné	N/A	> 1 200 mm

¹ Les données à l'égard du sol ne sont pas considérées dans la version actuelle de la stratégie; ce critère est toutefois conservé en vue d'une utilisation future compte tenu des risques associés.

² Lorsque l'information n'est pas connue, classer la section dans la catégorie « C »

5.6.1.2 Réseaux d'eau potable

En plus des points mentionnés au tout début de la section 5.6 « Définir les conséquences d'une défaillance », les sections de conduite du réseau d'eau potable qui ont les caractéristiques énumérées ci-dessous sont considérées, sensibles :

- Servant à l'alimentation d'utilisateurs critiques tels que les établissements de santé ou de tout consommateur particulier pour lequel une interruption du service pour une période déterminée serait significative pour ses opérations;
- dont un bris causerait une interruption de service pour une période jugée excessive (grands diamètres, difficiles à réparer ou accès difficile à la conduite);
- dont le risque de contamination en cas de bris est élevé (section de conduite à proximité d'installations chimique, pétrolière ou autre);
- pour lesquelles un bris risquerait de causer des impacts aux utilisateurs et des dommages matériels importants (exemple : inondations dans les bâtiments avoisinants).

En référant aux caractéristiques citées plus haut, les conduites « sensibles » du réseau d'eau potable de Gatineau seraient les suivantes :

- 1) Les sections de conduite difficiles d'accès (accrochées à des structures, celles qui traversent des voies ferrées, des autoroutes, des cours d'eau, etc.);
- 2) les sections de conduite qui alimentent des utilisateurs importants (hôpitaux, industries, etc. – à identifier selon le maillage du réseau);
- 3) les sections de conduite servant à l'alimentation de l'agglomération ou les sections de conduite utilisées comme lien fonctionnel en cas d'urgence;
- 4) les sections de conduite situées sous le réseau artériel de voirie.

Bien que les conduites de 400 mm (16 po) et plus de diamètre soient habituellement considérées sensibles, l'incidence d'un bris causé par une interruption de service sera variable d'une section de conduite à l'autre selon la configuration du réseau. Par conséquent, une classification de ces conduites basée sur le nombre potentiel d'utilisateurs touchés par une interruption de service en cas de défaillance serait souhaitable afin d'établir celles dont les bris ont les conséquences les plus sévères. Toutefois, les données colligées à ce jour par la Ville ne permettent pas de prioriser les sections de conduite selon ce critère.

Lorsque les données nécessaires seront disponibles, il y aura lieu de revoir la procédure proposée pour séparer les conduites en trois nouvelles catégories représentant l'impact des bris en terme du nombre d'utilisateurs privés d'eau potable soit : extrêmement sévère, très sévère, sévère et de prioriser les inspections dans chacune de ces catégories selon le risque de défaillance ou l'impact éventuel d'un bris sur les riverains.

D'une façon plus détaillée, le *Tableau 3 : Hiérarchisation des conduites d'eau potable sensibles* fait état de tous les facteurs permettant de répartir les conduites d'eau potable selon les deux premières catégories. Toutes les conduites dont les caractéristiques ne correspondent pas aux critères énumérés sont considérées comme faisant partie de la catégorie C.

Tableau 3 : Hiérarchisation des conduites d'eau potable sensibles

			Catégorie A	Catégorie B
Usagers critiques	Rupture empêche véhicule d'urgence de quitter pour intervention		✓	N/A
	Bris occasionne des problèmes d'accès aux véhicules d'urgence.		Centres hospitaliers (hôpitaux, centres d'hébergement et CHSLD)	CLSC
Environnement sensible	Type de voie		Route numérotée	Artère
	Infrastructures existantes à proximité	Conduits souterrains de haute tension, de télécommunication critique ou de gazoduc qui croisent ou qui sont parallèles à la section d'eau potable.	✓	N/A
	Type de sol ¹	Sol de mauvaise qualité	✓	N/A
		Sol de qualité modérée	N/A	✓
	Section de conduite située dans un égout ou un regard		✓	N/A
	Accessibilité	Milieus sensibles (cours d'eau, marécage, milieu boisé) sous bâtiment, structure, etc....	✓	N/A
Secteurs critiques	Secteur touristique		✓	N/A
	Rues utilisées lors de la tenue d'évènements de masse (p. e. festival)		✓	N/A
Caractéristiques physiques	Diamètre		Fonte grise et Hyprescon C-301 ≥ 400 mm (16 po) sans redondance	Fonte grise et Hyprescon C-301 ≥ 400 mm (16 po) avec redondance
Autres	Lien d'urgence		✓	
	Conduite d'alimentation		✓	

¹ Les données à l'égard du sol ne sont pas considérées dans la version actuelle de la stratégie. Ce critère est toutefois conservé en vue d'une utilisation future compte tenu de l'impact qu'il peut avoir sur les interventions.

5.7 DONNÉES PERTINENTES POUR ÉTABLIR UN DIAGNOSTIC

Le présent chapitre expose, pour chaque type d'infrastructure, les recommandations de la littérature ainsi que l'opinion des spécialistes ayant participé à l'élaboration de ce document quant aux données permettant :

- D'établir le diagnostic des problématiques types rencontrées au courant de la vie utile des infrastructures composant les réseaux;
- d'effectuer des choix judicieux et éclairés pour la réalisation des travaux correctifs.

Les données ciblées par les gestionnaires de Gatineau sont les plus représentatives de leur contexte propre. Il se peut donc que d'autres gestionnaires ciblent des données différentes de celles retenues par la Ville de Gatineau. Toutefois, il faudra toujours considérer dans l'analyse que ces données viendront alimenter les recommandations formulées dans le Plan d'intervention de la Ville et qu'ultimement, elles permettront aux gestionnaires de gérer les actifs d'une façon optimale.

5.7.1 Réseaux d'égouts

Données permettant d'établir un diagnostic fonctionnel

Certaines données physiques telles que le diamètre, le matériau et la longueur seront essentielles pour évaluer les problématiques fonctionnelles. À ces données s'ajoutent la pente de la conduite et certaines caractéristiques du tronçon qui peuvent avoir une influence sur la capacité hydraulique de la conduite telle que la présence de bas-fonds.

Ainsi, dans un premier temps, les campagnes de cueillette d'informations devraient permettre d'établir le pointage maximum des défauts fonctionnels (CPB) tel que spécifié par le protocole PACP (ou selon tout autre système d'évaluation équivalent retenu par la Ville) tout en tenant compte de la précision à ce propos apportée à la page 15.

D'un point de vue réactif, les plaintes de refoulement seront nécessaires. Ainsi, pour faciliter l'analyse, un registre devrait être développé et géré de façon centralisée et inclure les plaintes relatives aux refoulements, s'il n'existe pas déjà. Les plaintes devraient être associées aux bâtiments visés et les données suivantes devraient être saisies :

- La cause du problème (inondation suite à la mise en charge de l'égout, puisard bloqué, etc.);
- l'adresse précise du plaignant;
- la date et l'heure de l'évènement;
- les entrées de service affectées;
- le détail des actions entreprises.

Des informations spécifiques telles que le taux d'imperméabilité, des données à l'égard de la rétention pluviale, l'entretien des puisards et le type d'occupation des sols seront aussi nécessaires à la préparation d'études hydrologiques dans le but d'établir les solutions appropriées.

Données permettant de poser un diagnostic structural

Les campagnes de cueillette d'informations devraient normalement permettre de déterminer si l'intégrité de la paroi de la section de conduite est menacée. C'est pourquoi les auscultations touchant cet aspect doivent permettre d'identifier les défauts rencontrés et d'établir la cote d'intégrité structurale (CIS) telle que spécifiée par le protocole PACP du CERIU/NASSCO ou selon tout autre système d'évaluation équivalent retenu par la Ville.

Bien que l'objectif de ce volet ne vise que la cueillette d'informations à l'égard de l'intégrité structurale des sections de conduites, d'autres informations peuvent être utiles pour permettre de préciser un diagnostic ou le type d'intervention à effectuer. À ce titre, l'environnement de la conduite joue un rôle majeur dans l'évaluation de la détérioration structurale de la conduite puisqu'il est souvent la cause des défauts internes rencontrés. Ainsi, des données telles que le niveau de la nappe phréatique, le type de sol et la présence de vides à proximité des parois permettront de préciser le diagnostic ou d'évaluer les probabilités de dégradation ultérieure.

La revue de la littérature et notre expérience sur le sujet nous convainquent de l'importance des signes de détérioration visibles en surface à proximité du centroïde de la conduite. Ces derniers pourraient éventuellement être colligés puisqu'ils peuvent être un bon indicateur des symptômes d'une problématique structurale externe (telle que la présence de vides) ou interne (effondrement de la structure) à la conduite, menaçant son intégrité. Les informations à colliger seraient donc :

- Détérioration structurale de la chaussée;
- détérioration de la qualité de roulement;

- présence d'eau stagnante (affaissement);
- présence de fissures.

De plus, les données citées ci-après, bien qu'elles ne soient pas en lien direct avec l'intégrité structurale de la conduite pourraient aussi être colligées lors des inspections de la surface :

- Signes d'infiltration au niveau des structures d'accès;
- odeurs;
- signes de mise en charge de l'égout.

Ces dernières informations s'avéreront utiles au moment d'évaluer les besoins en auscultation, lors de l'établissement d'un diagnostic ou pour évaluer le taux de dégradation des déficiences notées. Ces données pourraient aussi être éventuellement considérées comme élément déclencheur d'une inspection (voir *Figure 3 : Étapes générales du programme d'auscultation*, page 46).

On trouvera au *Tableau 4 : Données pertinentes pour l'établissement du diagnostic des réseaux d'égouts qui pourraient être recueillies par le programme d'auscultation* un résumé des besoins en matière d'acquisition de données pour établir le diagnostic des sections de conduites d'égout tel qu'exposé dans les précédents paragraphes.

Tableau 4 : Données pertinentes pour l'établissement du diagnostic des réseaux d'égouts qui pourraient être recueillies par le programme d'auscultation

Type de problématique	Données	
	Stratégie actuelle	Complémentaires
Fonctionnelle	- Caractéristiques physiques Bas fond - Registre des plaintes de refoulement - Pointage maximum des défauts fonctionnels (CPB)	- Présence de raccordements illicites ou croisés (réseau sanitaire)
Structurale	- Pointage maximum des défauts structuraux (CIS)	- Présence de vides - État des regards - Présence d'infiltration - Niveau de la nappe phréatique - Symptôme au niveau de la surface a) Détérioration structurale de la chaussée b) Détérioration de la qualité de roulement c) Présence d'eau stagnante (affaissement) d) Présence de fissures e) Odeurs f) Signe de mise en charge de l'égout g) Signe d'infiltration au niveau des structures d'accès.



Les données regroupées sous « stratégie actuelle » sont les données pour lesquelles un consensus a été établi au sein du Comité de spécialistes. Les données seront recueillies lors de la mise en œuvre du programme établi par les gestionnaires de Gatineau. Quant aux données complémentaires, elles

sont issues soit des préoccupations spécifiques de certains membres, soit de notre expérience ou de la littérature sur le sujet.

5.7.2 Réseaux d'eau potable

Données permettant d'établir un diagnostic fonctionnel

Les auteurs préconisent l'utilisation d'un modèle hydraulique pour identifier les zones qui ont des problèmes hydrauliques et faciliter l'analyse des données recueillies. De cette façon, les gestionnaires pourront agir de manière proactive en ciblant les zones problématiques ou les faiblesses du réseau. Les problématiques fonctionnelles sont, de loin, les plus documentées et il existe plusieurs formules empiriques de même que des logiciels permettant d'effectuer des balancements hydrauliques.

Étant donné que la réalisation de ces modèles ne relève pas de la présente démarche, il est proposé que les campagnes d'auscultation permettent de recueillir les informations nécessaires à leur élaboration. Ces données permettront, tout de même, d'évaluer la performance des réseaux et pourront être utilisées par la suite pour la calibration des modèles. Pour ce faire, certaines données physiques identifiées dans la première portion de ce chapitre, telles que le diamètre, le matériau et la longueur, seront essentielles. Il serait aussi nécessaire d'obtenir partout sur le réseau, les pressions statiques et dynamiques. Compte tenu des sommes nécessaires pour déterminer, à partir de mesures prises sur le terrain, le coefficient de Hazen-Williams, le Comité est d'avis que cette donnée pourrait être déduite des données identifiées précédemment.

Des mesures de débit incendie devraient aussi être prises afin de confirmer que le réseau répond aux critères de services établis dans le schéma de couverture de risque.

Du point de vue réactif, deux types de données seront nécessaires pour répondre aux préoccupations de ce volet : les plaintes et les opérations effectuées sur le réseau. Tout comme dans le cas de l'égout, si ce n'est déjà fait, il serait souhaitable qu'un registre centralisé soit maintenu, lequel devrait colliger et permettre de dénombrer les plaintes de pression et de débit. Ce registre devrait être accessible aux gestionnaires en charge de la pérennité des infrastructures et il devrait inclure au minimum les informations suivantes :

- La cause du problème;
- l'adresse précise du plaignant;
- la date et l'heure de l'évènement;
- les entrées de service affectées;
- le détail des actions entreprises;
- la source d'alimentation.

De même, si ce n'est pas déjà fait, un registre des opérations effectuées sur les réseaux devrait être maintenu à jour afin d'expliquer certaines plaintes ou d'interpréter les résultats des campagnes de mesures.

Données permettant d'établir un diagnostic structural

Cette famille de défauts a fait l'objet d'un grand nombre d'études compte tenu de sa complexité et de l'impact que ces défauts peuvent avoir sur la communauté. Toutefois, bien que les facteurs de dégradation se précisent et que les modèles se raffinent, il demeure très difficile de prévoir le taux de dégradation et les défaillances de ces conduites. Les matériaux sont nombreux et leurs caractéristiques mécaniques très différentes. Ils réagissent différemment à leur environnement et aux charges qui leur sont appliquées. Ils ne se dégradent pas selon les mêmes courbes et ne sont pas toujours vulnérables aux mêmes agents agressifs. De plus, les méthodes de construction ont évolué (exemple : remblai fait à la pelle avec sol en place versus remblai mis en place mécaniquement, avec une compaction contrôlée et des matériaux granulaires) de même que les méthodes de fabrication des matériaux (fonte coulée en fosse ou par centrifugation). Ces évolutions ont eu pour effet de modifier le comportement des différents matériaux au fil des ans.

Ceci étant dit, il est tout de même souhaitable que les symptômes indicateurs d'une défaillance structurale soient étudiés afin de maintenir le niveau de service au seuil fixé par la Ville et dans le but d'optimiser l'utilisation des fonds publics. Parmi les indicateurs identifiés, nous retrouvons notamment :

- Le nombre de fuites/bris attribuable à chacune des sections;
- la dimension des piqûres de corrosion (lorsque l'accès est possible);
- le nombre de fils de précontrainte endommagés (conduite en béton précontraint);
- l'intégrité du revêtement interne (lorsque l'accès est possible);
- l'accumulation de nodules de rouille (lorsque l'accès est possible).

L'évaluation de la corrosivité des sols par rapport au matériel constitutif des conduites sera aussi une donnée de dépistage⁵ qui permettra d'orienter les travaux de réfection et les recommandations du système d'aide à la décision. De plus, au besoin, la qualité esthétique de l'eau pourrait aussi être une donnée étudiée pour comprendre les phénomènes de dégradation.

Finalement, le maintien d'un registre centralisé des interventions et des réparations sur le réseau est nécessaire pour permettre d'atteindre les objectifs de gestion. À cet effet, une fiche de bris peut être développée par la Ville (voir le manuel M36 – Water audits and leak detection de l'AWWA à titre d'exemple) et devrait être employée dans le but de recueillir et de colliger toutes les informations pertinentes. Ce registre permettra de bien situer la phase de dégradation dans le cycle de vie de l'infrastructure. En effet, certaines études⁶ sur la fonte notamment, (voir la *Figure 2* qui en illustre les résultats) tendent à démontrer que le taux de corrosion des conduites non revêtues est généralement élevé dans les premières années d'installation et tend à diminuer par la suite avant d'augmenter à nouveau vers la fin de sa vie utile suggérant qu'il y aurait un processus d'inhibition de la corrosion qui favoriserait la protection de la section de conduite en réduisant le taux de corrosion.

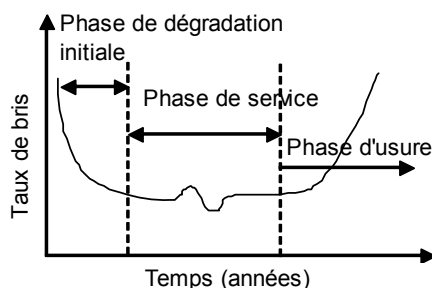


Figure 2 : La courbe « baignoire » du cycle de vie d'une section de conduite d'eau potable (Rajani, B; Kleiner, Y.)

On trouvera au *Tableau 5 : Données pertinentes pour l'établissement du diagnostic des réseaux d'eau potable qui pourraient être recueillies par le programme d'auscultation* un résumé des besoins en matière d'acquisition de données d'état pour établir le diagnostic des sections de conduites d'eau potable, le tout tel que retenu par les gestionnaires de la Ville de Gatineau.

⁵ *Dépistage* : activité qui consiste à recueillir toute l'information nécessaire sur les infrastructures visées afin d'être en mesure d'évaluer si une investigation plus approfondie est requise pour mieux préciser les données colligées.

⁶ Figure 2 – RAJANI, B. B., KLEINER, Y., NRCC-47068. *Non-destructive inspection techniques to determine structural distress indicators in water mains*, 21-25 June 2004

Tableau 5 : Données pertinentes pour l'établissement du diagnostic des réseaux d'eau potable qui pourraient être recueillies par le programme d'auscultation

Famille de problématique	Données	
	Stratégie actuelle	Stratégie complémentaire
Fonctionnelle	- Pression statique - Pression dynamique - Débit au poteau d'incendie - Plaintes relatives au débit, à la pression ou à la qualité esthétique⁷	- Mesure du coefficient de Hazen-Williams
Structurale	- Fuites, bris et interventions	- Épaisseur résiduelle des parois métalliques - Intégrité structurale des fils de précontrainte (béton précontraint)

Il convient aussi de préciser que le poids des facteurs qui sont considérés par la Ville de Gatineau est en lien direct avec l'expertise acquise sur son territoire et bien que les grilles présentées puissent être transposées dans une autre Ville, les valeurs qui seront préconisées sont propres aux particularités de Gatineau. Il se peut donc, dans un autre contexte, que ces grilles ne soient pas représentatives des systèmes étudiés tout comme il se pourrait aussi, suite à la mise en application du programme d'auscultation, que les gestionnaires de Gatineau conviennent d'ajouter des éléments aux grilles proposées pour répondre à différentes réalités vécues sur son territoire (exemple : les conduites d'eau potable qui se trouvent dans un secteur de la Ville se dégradent plus rapidement étant donné la présence de sol corrosif). Une Ville qui désirerait mettre rapidement sur pied une stratégie d'auscultation pourrait tout de même utiliser les valeurs établies par le groupe de travail comme base pour commencer sa démarche et raffiner par la suite les données s'y trouvant.

⁷ Tenant compte des précisions de la section 5.4.2

PARTIE 2 : PROGRAMME D'AUSCULTATION



6. CONCEPTS

Bien que les références sur lesquelles cette démarche s'appuie soient essentiellement européennes, celles-ci encadrent les mêmes types de réflexions et de travaux que ceux qui sont actuellement en cours dans le cadre des travaux liés à la réalisation des plans d'intervention. Il ne faut pas omettre que la procédure présentée par le WRc nous permet de bénéficier d'une expertise développée depuis plusieurs décennies. Il ne faut pas non plus omettre le fait que nous partageons avec l'Angleterre, reconnue comme un chef de file dans l'utilisation des techniques d'auscultation et de réhabilitation sans tranchée, les mêmes préoccupations quant à l'utilisation optimale des méthodes d'auscultation des réseaux souterrains afin d'en connaître l'état et la performance.

Ainsi, la méthodologie présentée est adaptée aux besoins spécifiques du contexte québécois en proposant notamment plusieurs actions proactives qui permettront d'accroître l'état des connaissances des réseaux d'eau dans le but de faire une saine gestion des réseaux et, par la même occasion, de mieux répondre aux attentes exprimées par le MAMROT. De plus, la démarche proposée dans ce document permettra d'améliorer la cueillette des données, ce qui favorisera la compréhension des modes de dégradation des infrastructures d'eau et, par surcroît, la planification des interventions. Ainsi, que les actions soient réactives ou proactives, les auscultations à entreprendre sont structurées de manière à atteindre les objectifs visés.

L'approche proposée s'inspire également de celle présentée par la United States Environmental Protection Agency (USEPA) dans le document « White Paper on Improvement of Structural Integrity Monitoring for Drinking Water Mains » datant de mars 2005 et elle s'appuie sur plusieurs constats énumérés dans les ouvrages cités, que nous reproduisons ci-dessous.

- L'état des conduites est très variable, et ce, même sur une courte distance.
- Il n'y a pas de lien direct entre l'état d'une conduite et son âge.
- Les défaillances sont réparties de façon uniforme sur le réseau et sont généralement peu coûteuses à résoudre.
- Dans la plupart des situations, seul un petit nombre de conduites est problématique et la plus grosse portion des coûts est associée à cette petite proportion de problèmes, lesquels ont un impact majeur sur le

réseau, sont difficiles à résoudre et provoquent généralement des interruptions significatives du service et des inconvénients pour les usagers.

- Étant donné que les sections de conduites se dégradent lentement, seule une petite proportion des sections de conduites se dégrade chaque décennie.
- Il est préférable de considérer les problématiques fonctionnelles, à l'échelle du bassin, plutôt qu'à l'échelle de la section de conduite, pour être en mesure d'établir une approche systématique visant l'amélioration de ces performances.
- Les économies réalisées à long terme compenseront largement pour les sommes additionnelles investies dans l'auscultation, l'analyse et la planification.
- Le balayage systématique de l'ensemble du réseau dans un horizon à court terme est une approche onéreuse qui ne permet pas de cibler rapidement les problématiques. Des inspections réalisées selon des intervalles adaptés à la nature des réseaux, à leur hiérarchie ou à leur état permettent d'investir les fonds publics d'une façon plus judicieuse.
- L'inspection et le suivi des ouvrages jouent un rôle capital dans les opérations d'entretien et de maintien des infrastructures.

6.1 NOTIONS DE BASE

La méthodologie proposée est séparée en deux approches soit : proactive et réactive. Ces deux approches sont subdivisées en trois (3) étapes distinctes et interdépendantes :

La **planification stratégique**, qui en est l'activité directrice, a pour objectif d'identifier les tronçons et les équipements nécessitant une auscultation.

La **préparation du programme d'auscultation** est l'activité qui vise à évaluer les besoins en matière d'auscultation et à définir les priorités d'inspection.

L'**auscultation**, qui est en fait la mise en œuvre du programme d'auscultation, est une activité plutôt locale, dont les objectifs spécifiques ont été énumérés précédemment.

D'une façon plus précise, la structure des activités qu'encadre ce document que l'on appellera « programme d'auscultation » permettra à court terme (< 5 ans), de diagnostiquer les problématiques ciblées (taux de réparations, cote d'intégrité structurale (CIS), cote de potentiel de blocage (CPB), etc.) en

fonction des données disponibles (données physiques, plaintes, etc.) et recueillies lors des activités d'auscultation (symptômes structuraux et fonctionnels). À moyen (5-15 ans) et long termes (> 15 ans), elle permettra d'assurer un suivi des sections de conduites dont le niveau de sensibilité est élevé et de connaître l'état de l'ensemble des infrastructures d'eau. Le tout, afin de diminuer globalement le risque décisionnel auquel le gestionnaire s'expose et d'augmenter le rendement des investissements.

Il est à noter que le paragraphe 6.2 « niveaux d'auscultation » permettra aux lecteurs et utilisateurs de la stratégie d'auscultation d'avoir une compréhension commune des différents niveaux d'auscultation possibles.

La *Figure 3 : Étapes générales du programme d'auscultation* présente globalement la méthodologie discutée dans le cadre du présent document. Elle permettra au lecteur de situer, dans la démarche globale, chacune des étapes de la mise en application de la méthodologie de même que chacune des approches que nous présentons dans les paragraphes ci-après.

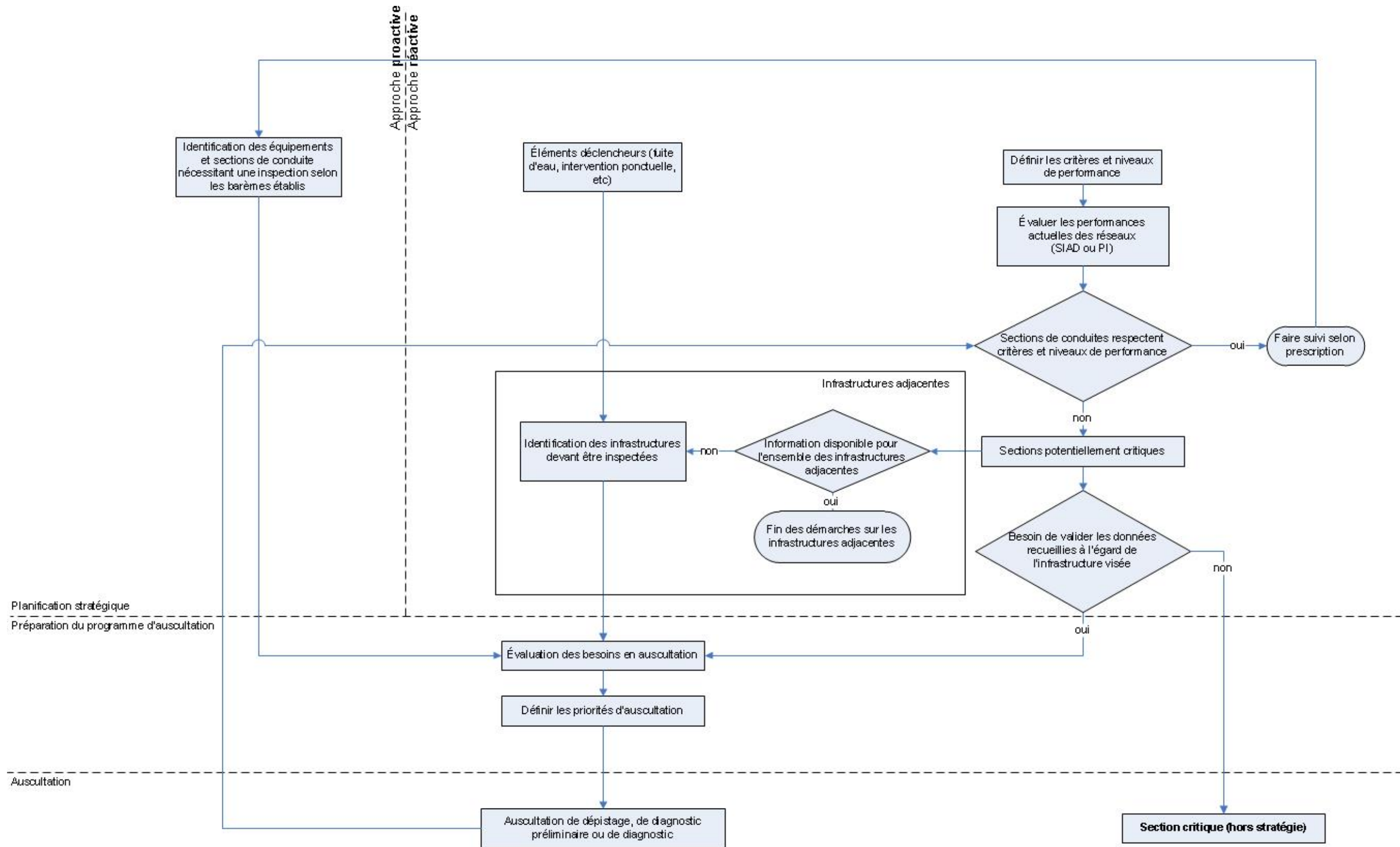


Figure 3 : Étapes générales du programme d'auscultation

6.1.1 Approche proactive

L'approche proactive vise, d'une part, à prévenir les défaillances coûteuses et, d'autre part, à permettre d'acquérir les connaissances requises afin d'assurer la pérennité des infrastructures. Pour les sections de conduite d'eau potable et d'égouts, la fréquence d'auscultation pour cette approche sera principalement modulée en fonction de l'état structural.

Selon Stein⁸, un expert allemand reconnu dans le domaine de la réhabilitation des infrastructures souterraines, l'approche proactive est une condition importante pour prévenir les dysfonctionnements des réseaux et assurer une gestion économique des infrastructures. Toujours selon ce dernier, c'est uniquement de cette façon que l'on peut parvenir à établir un portrait actuel de l'état des infrastructures et en déterminer l'évolution.

Les activités visant à prioriser les interventions et à planifier les travaux de réparation, de réhabilitation et de remplacement peuvent devenir très rentables lorsque le nombre de sections de conduites sensibles est important. En effet, une défaillance de ces infrastructures peut avoir des conséquences importantes sur leur environnement.

À court et moyen termes, une activité supplémentaire sera probablement requise afin de compléter l'étape « Préparation du programme d'inspection ». En effet, considérant qu'un rattrapage est probablement nécessaire pour atteindre les objectifs de la stratégie d'auscultation, à court terme, le nombre de tronçons nécessitant une inspection sera important et il est possible que les sommes d'argent annuelles requises pour respecter le programme d'auscultation soient trop élevées comparativement au budget disponible. Dans cette situation, les inspections devraient être échelonnées sur un horizon à « long terme ». À ce moment, les gestionnaires auront à définir, à partir des sections ciblées, les sections de conduites les plus prioritaires.

⁸ STEIN, D. *Rehabilitation and Maintenance of Drain and Sewers*, Allemagne, 2001, 804 p.

Le lecteur notera à l'étude de la *Figure 3 : Étapes générales du programme d'auscultation* qu'un lien existe entre l'approche proactive et l'approche réactive. En effet, une fois les campagnes d'auscultation proactives complétées, les données recueillies doivent être analysées pour définir si les sections de conduite respectent les critères et niveaux de performance établis. Lorsque ces cibles ne sont pas respectées, la section est considérée « potentiellement critique ». À ce moment, si la conduite nécessite des inspections complémentaires, la procédure d'inspection sera encadrée par l'approche réactive puisque la section de conduite ne répond plus aux critères de performance établis.

6.1.2 Approche réactive

Pour atteindre les objectifs identifiés, les auteurs se sont inspirés, en partie, de l'approche développée par le Water Research Center (WRc) et publiée dans les manuels « Planning the Rehabilitation of Water Distribution Systems » et « Sewerage Rehabilitation Manual » à savoir qu'il est économiquement plus rentable de comparer les performances actuelles du réseau aux normes en vigueur et aux critères de service établis que d'ausculter systématiquement l'ensemble du réseau.

Dans le contexte québécois où la connaissance de l'état des réseaux fait partie d'une approche de gestion intégrée, l'approche réactive doit être couplée à la mise en œuvre d'une stratégie d'auscultation basée sur la hiérarchie des conduites. Ainsi, les problèmes qui affligent les réseaux, et dont les conséquences sont très importantes, seront plus rapidement ciblés.

L'approche réactive permet aux gestionnaires de concentrer une partie de leurs efforts sur les portions des réseaux qui subissent les plus importantes défaillances et dont les tronçons ne répondent plus aux critères de service établis. Elle permettra aux gestionnaires d'établir la cause des problèmes qui auront été identifiés lors des opérations quotidiennes ou décelés lors de l'analyse des données recueillies. Par conséquent, les sections de conduites d'eau potable et d'égouts qui ne présentent pas de problématique fonctionnelle ou structurale ne seront pas considérées prioritaires selon l'approche réactive. La *Figure 3 : Étapes générales du programme d'auscultation* illustre nos propos à cet égard.

Pour les sections de conduite ciblées par l'approche réactive, la prévention d'une défaillance n'est pas l'objectif poursuivi. Les bénéfices qui pourraient être engendrés dans ces cas particuliers par un suivi rigoureux sont nettement

moindres que le coût associé aux activités de prévention. Il est alors économiquement plus rentable que les inspections soient modulées en fonction des critères de service et non dans le but spécifique de prévenir les défaillances. De plus, le niveau de risque assumé par la Ville à l'égard des sections ne présentant aucune problématique ne justifie pas de telles précautions, en dehors de la planification des inspections à long terme prévue dans la stratégie d'auscultation.

Les recommandations d'auscultation proposées pour cette approche toucheront également les sections de conduite adjacentes, c'est-à-dire celles situées sur le même tronçon qu'une section de conduite identifiée comme critique. Ces inspections seront réalisées à titre de complément d'information (section de conduite d'égout non inspectée sur un tronçon de rue dont la section de conduite d'eau potable ne respecte pas les critères ciblés au plan d'intervention par exemple). L'approche réactive ciblera aussi les tronçons qui doivent être auscultés en raison d'un événement survenu à proximité et qui pourrait avoir altéré l'intégrité de la conduite (exemple : bris de la conduite d'eau potable). Notons que les inspections réalisées en réponse à ces deux derniers éléments déclencheurs, bien qu'elles soient préventives, sont considérées dans l'approche réactive étant donné qu'elles sont réalisées en réponse à un élément déclencheur. Le tout dans le but de diminuer les risques de défaillance et d'améliorer globalement la gestion de même que le niveau de service offert.

6.2 NIVEAUX D'AUSCULTATION

La phase d'auscultation, de la *Figure 3 : Étapes générales du programme d'auscultation*, appliquée dans le contexte de l'évaluation de l'état d'une infrastructure, peut se diviser en trois étapes soit : le dépistage, l'avant-projet et le projet.

Il est considéré par les auteurs, et cela est appuyé par les membres du Comité, que l'étape projet ne fait pas partie du programme d'auscultation. Ainsi, dès qu'une section de conduite sera considérée critique (soit suite à la réalisation du Plan d'Intervention, à l'identification de la section par le SIAD ou à la compilation des données d'auscultation), on procèdera à l'étape projet pour corriger la problématique identifiée. Ainsi, les activités d'auscultation mises en œuvre à l'étape projet ne sont pas encadrées par la présente stratégie. Nous indiquerons tout de même, dans les différents logigrammes, cette étape permettant ainsi au lecteur de se situer dans le processus.

Nous décrivons, d'une façon plus spécifique, dans les paragraphes qui suivent, chacun des niveaux d'auscultation et les positionnons dans la démarche globale.

Dépistage

Cette première étape consiste à recueillir toute l'information disponible nécessaire sur les infrastructures visées dans le but d'évaluer si une investigation plus approfondie est requise afin de préciser les données colligées. Lorsque les données recueillies ne permettent pas aux gestionnaires de déceler une défaillance, par exemple lorsqu'aucune anomalie n'est observée lors d'une inspection à la caméra à téléobjectif, aucune démarche subséquente ne sera entreprise. Dans le cas contraire, un suivi aura lieu selon les barèmes définis.

Avant-projet

Cette étape sera requise lorsque le résultat des actions effectuées au cours de la phase « dépistage » démontrera une problématique potentielle. Les gestionnaires chercheront donc à recueillir suffisamment d'informations pour établir s'il est requis d'intervenir dans un proche avenir. La précision des outils d'auscultation utilisés lors de l'étape avant-projet sera plus grande et permettra aux gestionnaires d'évaluer de façon plus précise et plus complète l'état des infrastructures visées (exemple : caméra conventionnelle par rapport à la caméra à téléobjectif).

Projet

C'est lors de cette dernière étape que les gestionnaires devront définir de façon claire le mode d'intervention spécifique permettant de résoudre la problématique identifiée. Les techniques d'auscultation utilisées viseront à recueillir les informations complémentaires permettant d'identifier l'intervention qui, une fois réalisée, assurera la pérennité de l'infrastructure au meilleur coût. À titre d'exemple, dans le cas d'un égout démontrant une déficience structurale, on pourrait décider d'étudier le comportement sol/conduite pour s'assurer qu'aucun vide n'est présent à l'arrière de la paroi, mettant en péril une éventuelle réhabilitation structurale de l'égout.

Nous rappelons que cette étape ne fait pas partie de la stratégie d'auscultation. De ce fait, chaque fois qu'elle sera présentée dans les organigrammes cette étape sera indiquée en filigrane.

La Figure 4 : Phases d'auscultation présente, pour chacune de ces trois étapes, les activités proactive et réactive s'inscrivant dans un programme d'auscultation complet.

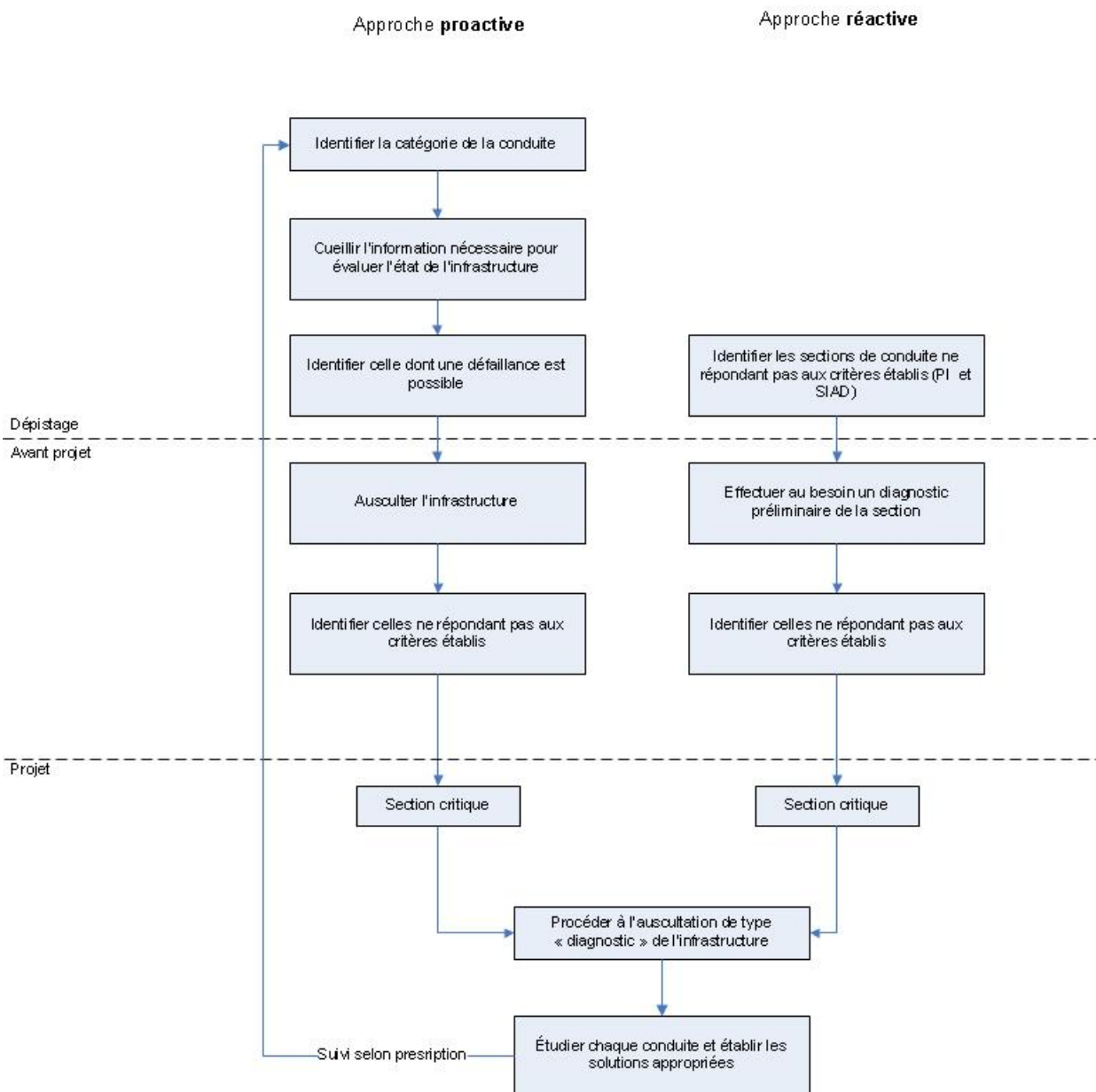


Figure 4 : Phases d'auscultation

Tel qu'exposé précédemment, le programme proposé est basé sur deux approches d'auscultation soit : réactive ou proactive. Dans chacune des approches, différents types d'inspection (auscultation de dépistage, de diagnostic préliminaire ou de diagnostic) peuvent être réalisés selon l'étape (dépistage, avant-projet, projet) où l'on se situe dans la démarche ou selon la catégorisation de la section de conduite. Le type d'inspection réfère au niveau de précision attendu et recherché lors des travaux d'auscultation. Ainsi, la présente section vise à définir chacun de ces types.

Il est à noter que certains types d'inspection peuvent être considérés à la fois comme étant proactifs ou réactifs selon le contexte dans lequel la technique est employée. Il en est de même, pour les méthodes ou techniques d'auscultation discutées.

Les *Tableau 6 : Méthode proposée pour les auscultations de dépistage – Réseaux d'eau potable et d'égouts* et *Tableau 7 : Méthode proposée pour les auscultations de diagnostic préliminaire – Réseaux d'eau potable et d'égouts*, joints à la fin du présent chapitre, permettent de définir les méthodes d'auscultation requises pour recueillir les données identifiées à la section 5.7 « Données pertinentes pour établir un diagnostic » selon les modes d'intervention proposés (dépistage, diagnostic préliminaire ou diagnostic). Il est à noter que certaines techniques pourront servir autant lors du dépistage que lors d'une auscultation plus approfondie.

6.2.1 Auscultation de dépistage

Ce type d'auscultation, associé à l'approche proactive, permet de dresser un portrait sommaire de l'état de l'infrastructure et d'obtenir des données qui, bien qu'elles ne soient pas complètes, sont suffisantes pour se prononcer sur le niveau de gravité des déficiences rencontrées. On pourrait comparer ces inspections à un examen général du médecin — examen annuel et proactif permettant d'évaluer la condition générale du patient et de dépister dès que possible tout signe alarmant et précurseur d'un désordre sérieux. Ainsi, lors de son examen annuel, le médecin fait une auscultation de dépistage par la prise de mesures telles que le pouls et la pression ou l'écoute de certains organes avec le stéthoscope. Advenant le cas où ces auscultations de dépistage font état d'une possible problématique, le médecin recommande des évaluations plus approfondies, identifiées dans le présent document comme étant des auscultations de diagnostic préliminaire, telles que des prises de sang et des radiographies que l'on pourrait associer aux auscultations de type « réactives ».

Dans le cas du présent programme, les auscultations de dépistage seront généralement associées aux conduites classées dans les catégories B et C. En effet, pour certaines familles de défauts (structurales), la précision des résultats obtenus par les techniques d'auscultation dites de dépistage n'est pas suffisante pour permettre une réduction du risque assumé par la Ville. Ainsi, le Comité juge, dans le cas des conduites dont la hiérarchie est A (hiérarchie élevée), que le rendement coût/bénéfice à l'égard des techniques de dépistage n'est pas suffisant pour justifier leur utilisation.

Tableau 6 : Méthode proposée pour les auscultations de dépistage – Réseaux d'eau potable et d'égouts

		MÉTHODE
ÉGOUTS	Structurale	- Inspection par caméra à téléobjectif. - Inspection visuelle de la chaussée.
	Fonctionnelle	- Inspection par caméra à téléobjectif
EAU POTABLE	Fonctionnelle	- Essai hydraulique (débit/pression statique et dynamique). - Étude des plaintes de pression faible. - Présence d'eau colorée ou contenant de la rouille. - Inspection de routine des poteaux d'incendie.
	Structurale	- Analyse spatiale et temporelle des ruptures de conduites. - Détection de fuites par écoute aux poteaux d'incendie

6.2.2 Auscultation de diagnostic préliminaire

Généralement associé à l'approche réactive, ce type d'auscultation permettra de mieux définir les problématiques identifiées par les auscultations de dépistage, de comprendre et définir les mécanismes de dégradation, le tout en vue d'identifier de façon préliminaire les meilleurs modes d'intervention. Elles permettront aussi l'acquisition de données plus précises que celles obtenues par les campagnes d'auscultation de dépistage.

Tel qu'expliqué à la section 6.2.1 « Auscultation de dépistage », une exception est faite pour les sections de conduite de la catégorie A, dont les inspections proactives seront identifiées comme étant des auscultations de diagnostic préliminaire, tel que le requiert le niveau de risque associé à ce niveau hiérarchique. Le parallèle médical que l'on pourrait faire ici serait, par exemple, le cas d'un patient dont les antécédents médicaux démontrent un risque élevé

de cancer; l'approche médicale pour ce patient sera donc différente de celle d'un autre patient dont les antécédents médicaux démontrent peu ou pas de risque de cancer. D'une façon plus générale, l'on pourrait comparer les consultations de « diagnostic préliminaire » à un patient dont les résultats d'analyse sanguine sont à l'extérieur des standards. Le médecin voudra alors préciser son diagnostic en procédant à des investigations supplémentaires. Ce qui, dans le cas de la stratégie, correspondrait à une cote d'intégrité structurale de 3 à la suite d'une inspection par caméra à téléobjectif.

Enfin, ce type d'auscultation sera aussi utilisé en réaction à une problématique identifiée lors de l'opération des réseaux ou lors de la réalisation des activités d'ingénierie telles que les plans d'intervention ou lors de simulations.

Le Tableau 7 : Méthode proposée pour les auscultations de diagnostic préliminaire – Réseaux d'eau potable et d'égouts présente différentes méthodes d'inspection pouvant répondre aux besoins de ce type d'inspection. Les méthodes qui sont en gris pâle sont données à titre indicatif. Elles n'ont présentement pas été retenues dans le cadre du présent programme de l'approche retenue. Dans le cas de ces sections de conduite, ce type de technique permet de définir si une intervention est requise et de préciser la fréquence des inspections futures.

Tableau 7 : Méthode proposée pour les auscultations de diagnostic préliminaire – Réseaux d'eau potable et d'égouts

		MÉTHODE
ÉGOUTS	Fonctionnelle	- Évaluation des débits d'infiltration et de captage - Inspection télévisée conventionnelle - Inspection avec sonar
	Structurale	- Évaluation du comportement sol-conduite - Inspection télévisée par caméra conventionnelle - Inspection avec sonar - Évaluation des vides au pourtour de la conduite
EAU POTABLE	Fonctionnelle	- Essai hydraulique (débit, pression) - Évaluation du coefficient de Hazen-Williams (mesures in situ) - Inspection de routine des vannes
	Structurale	- Échantillonnage de conduite et de sol - Évaluation du taux de corrosivité du sol et compilation d'une carte des types de sols - Évaluation de l'épaisseur résiduelle de la paroi - Localisation des fuites par corrélation acoustique

6.2.3 Auscultation de diagnostic

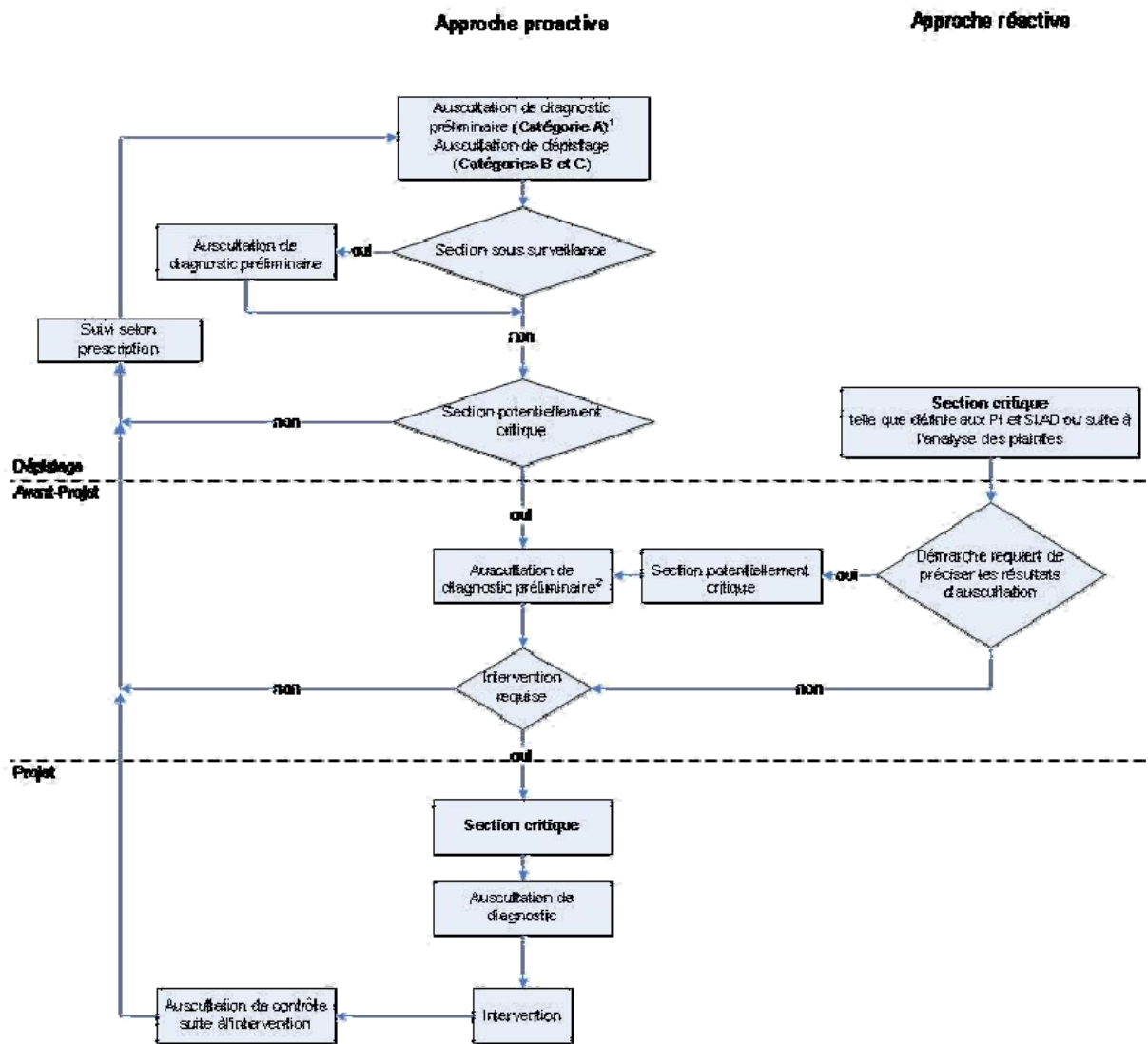
Ce type d'auscultation utilisé au niveau projet permet de préciser et d'optimiser le mode d'intervention. L'objectif de son utilisation est donc différent de la présente démarche qui se situe au niveau du suivi et de l'évaluation de l'état.

Les auscultations devant être réalisées au niveau projet ne seront pas traitées dans la présente démarche. Il appartient au gestionnaire de déterminer, selon les conditions inhérentes à chaque site, les données qu'il doit recueillir pour intervenir de façon efficiente.

Le parallèle médical que l'on pourrait faire serait par exemple l'utilisation d'un scanner afin de déterminer s'il y a présence de masse ou une biopsie pour savoir si une masse est bénigne ou maligne.

Enfin, il est important de préciser que lors du choix de la technique d'auscultation proprement dite, plusieurs facteurs seront à considérer soit : la nature et l'homogénéité du matériau, le type de défaillance à repérer, l'accessibilité de l'infrastructure et le prix.

La Figure 5 : Niveaux d'auscultation présente chaque niveau d'auscultation dans la démarche globale d'un projet, le tout tel que décrit au début de la présente section.



¹ Pour certains types d'ouvrages, aucune auscultation de dépistage n'est envisagée pour cette catégorie.
² Si non réalisée lors de la phase « dépliage ».

Figure 5 : Niveaux d'auscultation

6.3 ÉLÉMENTS ESSENTIELS AU FONCTIONNEMENT DU PROGRAMME D'AUSCULTATION

La présente section expose, pour chaque type d'infrastructure, les recommandations des spécialistes ayant participé à l'élaboration de ce document quant aux données requises pour la mise en œuvre du programme d'auscultation.

Certaines données identifiées pour atteindre cet objectif sont essentielles, tandis que d'autres sont souhaitables ou utiles.

Les données ciblées comme essentielles le sont généralement aux fins d'évaluation des coûts d'auscultation et éventuellement aux fins de préparation des documents de soumission.

Les données identifiées comme « souhaitables » ou « utiles » permettent généralement de définir la catégorie des tronçons. Ainsi, des données incomplètes pour le type de données considérées n'empêcheront pas le programme d'être opérationnel. Toutefois, le gestionnaire doit comprendre que le manque de données peut faire en sorte qu'un tronçon ne soit pas suivi selon le niveau réel de risque qu'il présente pour l'organisation.

Le *Tableau 8* liste les données considérées essentielles, souhaitables et utiles à la mise en œuvre du programme d'auscultation pour les réseaux d'égouts.

Tableau 8 : Données nécessaires à la mise en œuvre du programme d'auscultation – Réseaux d'égouts

	TYPE	ESSENTIELLES	SOUHAITABLES	UTILES
Physique	Longueur de la conduite	X		
	Diamètre de la conduite	X		
	Matériau de la conduite	X		
	Année de pose	X		
	Forme de la conduite		X	
	Type d'effluent (sanitaire, pluvial, unitaire)	X		
	Année de la dernière réhabilitation	X		
	Type de la dernière réhabilitation	X		
	Type de sol		X	
	Radier de la conduite au niveau des regards aval et amont (pente)			X
	Profondeur		X	
	Profondeur de la nappe phréatique		X	
Structurale	Cote d'intégrité structurale ponctuelle de la dernière inspection	X		
	Date de la dernière inspection	X		
	Type de sol			X
Opérationnelle	Refoulement	X		
	Infiltration et captage			X
	Plaintes (mauvaise odeur, détérioration du réseau, vermine)	X		
Autres	Hiérarchie de la section de conduite	X		
	Sections de conduite ceinturant un collège, école secondaire ou centre d'hébergement provenant d'un plan d'urgence		X	
	Milieux sensibles: cours d'eau, milieu boisé à protéger, marécage, en servitude sous bâtiments		X	
	Sections de conduites enterrées avec des conduits de gazoduc		X	
	Secteurs touristiques		X	
	Rues utilisées pour des événements de masse		X	
	Centres hospitaliers (CLSC, CHSLD, centre d'hébergement)		X	
	Sections de conduite ceinturant un campus universitaire		X	
	Hiérarchisation de la route	X		
	Circuits d'autobus			X
	Accessibilité en cas d'intervention (ponts, cours d'eau, voie ferroviaire, bâtiment)		X	
	Type de chaussée (rigide/flexible)		X	
	Localisation de la conduite (sous ou hors chaussée)		X	
	Occupation du sol (zones)		X	
	Possibilités de dommages aux biens (conduite d'eau potable de grand diamètre)		X	

Le *Tableau 9* liste les données considérées essentielles, souhaitables et utiles à la mise en œuvre du programme d'auscultation des réseaux d'eau potable.

Tableau 9 : Données nécessaires à la mise en œuvre du programme d'auscultation – Réseaux d'eau potable

	TYPE	ESSENTIELLES	SOUHAITABLES	UTILES
Physique	Longueur de la conduite	X		
	Diamètre de la conduite	X		
	Matériau de la conduite	X		
	Année d'installation	X		
	Année de la dernière réhabilitation	X		
	Type de la dernière réhabilitation	X		
	Protection cathodique (année de pose et durée prévue)			X
	Profondeur de la nappe phréatique			X
	Type de joints		X	
	Protection en polyéthylène			X
Structurale	Bris (date et localisation)	X		
	Nombre de fuites	X		
	Protection insuffisante au gel		X	
	Type de sol		X	
Opérationnelle	Plaintes (Pression et débit)	X		
	Redondance		X	
Autres	Hiérarchie de la section de conduite	X		
	Séparation des égouts (conduite située dans le regard d'égout)		X	
	Sections de conduites ceinturant un collège, école secondaire ou centre d'hébergement provenant d'un plan d'urgence		X	
	Milieux sensibles: cours d'eau, milieu boisé à protéger, marécage, en servitude sous bâtiments		X	
	Sections de conduites enterrées avec des conduits de gazoduc		X	
	Secteurs touristiques		X	
	Rues utilisées pour des événements de masse		X	
	Centres hospitaliers (CLSC, CHSLD, centre d'hébergement)		X	
	Sections de conduite ceinturant un campus universitaire		X	
	Hiérarchisation de la route	X		
	Accessibilité en cas d'intervention (ponts, cours d'eau, voie ferroviaire, bâtiment)		X	
	Type de chaussée (rigide/flexible)		X	
	Localisation de la conduite (sous ou hors chaussée)		X	
	Occupation du sol (zones)		X	
	Possibilités de dommages aux biens (conduite de grand diamètre d'eau potable ou d'égout)		X	

6.4 PROGRAMME D'AUSCULTATION

6.4.1 Réseaux d'égouts

Ce chapitre définit, pour chaque famille de modes de défaillances identifiée à la section 5.4 "Identifier les types de défaillance des infrastructures ciblées", le programme d'auscultation pour atteindre les objectifs fixés dans le cas des réseaux d'égouts.

Tout d'abord, pour cette catégorie d'infrastructure, la démarche proposée prévoit, lorsqu'une section de conduite est définie comme étant "critique", que toutes les auscultations subséquentes sont considérées de niveau projet et par conséquent, non discutées dans la présente stratégie. Ce type d'action sera laissé à la discrétion du gestionnaire qui devra déterminer quelle technique est la plus adaptée aux conditions et aux problématiques étudiées dans le but d'établir le diagnostic approprié.

6.4.2 Performance structurale

La présente méthodologie s'attardera uniquement à l'auscultation de l'intégrité structurale de la conduite car les méthodes d'auscultation qui permettent l'auscultation du système sol/conduite sont très peu disponibles au Québec et sont généralement onéreuses.

Auscultation de l'intégrité structurale de la conduite

Les actions proposées pour ce volet sont principalement proactives, toutefois des actions réactives sont incluses dans le but de "forcer" des travaux d'auscultation lorsque le contexte le justifie.

6.4.2.1 Approche proactive

La démarche proposée pour cette approche est présentée à la *Figure 6 : Approche proactive – Programme annuel d'inspection du volet structural pour les réseaux d'égouts*.

On trouvera, ci-dessous, un résumé de la démarche par catégorie de sections de conduite. Nous y présentons les trois données clés qui se retrouvent dans la figure. Notons que ces données ont été retenues par les membres du Comité à partir des informations fournies dans la littérature et ajustées au contexte de la Ville de Gatineau. Tout d'abord, compte tenu du rattrapage requis au niveau du suivi de l'état de ces infrastructures et de l'ampleur de la

tâche, les inspections seront réparties sur une période différente selon la catégorie de la section de conduite, ce que l'on identifie au "premier balayage des conduites". Nous détaillons ensuite, les types d'auscultation qui sont proposés dans la démarche "Type d'auscultation" pour chaque catégorie de conduites et enfin, les techniques qui sont proposées dans la démarche "Type de techniques employées".

Catégorie A

Premier balayage des conduites :	Réparti sur 5 ans.
Type d'auscultation :	Diagnostic préliminaire.
Type de techniques employées :	Caméra conventionnelle uniquement ou combinée avec sonar ⁹ .

Catégorie B

Premier balayage des conduites :	Réparti sur 15 ans.
Type d'auscultation :	Dépistage ou diagnostic préliminaire.
Type de techniques employées :	Caméra téléobjectif, conventionnelle uniquement ou conventionnelle combinée avec sonar.

Catégorie C

Premier balayage des conduites :	Réparti sur 20 ans.
Type d'auscultation :	Dépistage ou diagnostic préliminaire.
Type de techniques employées :	Caméra téléobjectif, conventionnelle uniquement ou conventionnelle combinée avec sonar.

La période indiquée pour le premier balayage des sections de conduite a été établie à partir des fréquences d'inspection indiquées au *Tableau 10 : Délais de suivi pour les inspections structurales de l'égout*.

Ainsi, le Comité était d'avis que la période qui serait établie pour le premier balayage des sections de conduite ne devrait pas être supérieure à la fréquence des inspections qui a été établie pour une cote CIS de 1. Une exception a été faite pour les sections de conduite dont le niveau hiérarchique est "A".

Compte tenu de la sensibilité de ces sections de conduite, le Comité a jugé préférable que la période de premier balayage de ces sections de conduite corresponde à la fréquence établie si la CIS était de 2.

⁹ Sonar : cette technique permet de tracer le profil de toute matière solide qui se trouve sous le niveau de l'eau, que ce soit le radier de la conduite ou des dépôts.

Le *Tableau 10* résume le programme d'inspection annuel. Ce dernier est bâti en fonction du niveau de sensibilité des sections de conduite (catégories A, B et C) et de la cote d'intégrité structurale (CIS) de chaque section de conduite à l'étude. Ce programme se veut donc un outil pour assurer le suivi de l'ensemble des conduites sur le territoire de Gatineau.

Tableau 10 : Délais de suivi pour les inspections structurales de l'égout

Cote d'intégrité structurale (CIS)	NIVEAU HIÉRARCHIQUE		
	A	B	C
5	N/A	N/A	N/A
4	*	*	*
3	3 ans	5 ans	10 ans
2	5 ans	10 ans	20 ans
1	10 ans	15 ans	20 ans

* Si aucune intervention n'est prévue à court terme, cette section de conduite doit faire l'objet d'un suivi de l'état afin de réduire les conséquences d'un bris prématuré.

À l'étude du tableau, le lecteur notera que ce dernier répond à l'équation du risque présentée précédemment. En effet, le niveau hiérarchique tel que défini représente la sévérité des conséquences pour ce regroupement de sections de conduite. La probabilité d'effondrement est associée à la cote CIS. En effet, plus la cote CIS est élevée, plus la probabilité d'effondrement est grande.

Les fréquences présentées sont basées sur la littérature qui est essentiellement européenne. Il est toutefois entendu que si des événements décrits dans l'approche réactive survenaient durant cette période, une inspection serait tout de même requise à ce moment. Dans le cadre du présent projet, les auteurs désiraient valider ces fréquences en regard au contexte québécois. Malheureusement, la Ville de Gatineau ne possède pas suffisamment de données d'inspection qui permettraient de tirer des conclusions claires à cet égard; le nombre de tronçons ayant été inspectés à plusieurs reprises avec la caméra conventionnelle étant restreint.

À l'étude du *Tableau 10 : Délais de suivi pour les inspections structurales de l'égout*, le lecteur notera qu'une section de conduite qui vient d'être installée et dont l'inspection (suivant la réception définitive) ne dénote aucune déficience, sera inspectée dans 10 ans, 15 ans ou 20 ans selon qu'elle soit de catégorie A, B ou C. Ces fréquences sont basées sur la littérature, toutefois, les auteurs croient que dans le contexte québécois actuel, ces fréquences sont probablement trop rapprochées pour les conduites nouvellement installées. En effet, en considérant les normes de contrôle à l'égard de la fabrication des

matériaux, les normes d'installation de même que les types de matériau utilisés au Québec pour les conduites d'égout soit le PVC et le béton armé, les auteurs sont d'avis que la première inspection suivant la réception définitive devrait être établie selon les fréquences ci-dessous :

catégorie A - 25 ans
catégorie B - 30 ans
catégorie C - 40 ans

Ces fréquences ont été définies à partir des données de la Ville et après consultation auprès de différents experts québécois dans le domaine. Le tout de manière à optimiser les sommes investies en auscultation.

Il va sans dire que ces valeurs devront être validées par la mise en application du programme. Les gestionnaires de Gatineau pourront alors confirmer et optimiser ces fréquences. La mise en application pourrait aussi démontrer qu'il serait pertinent de moduler les fréquences en fonction des secteurs de la Ville, si des conditions différentes existent.

Enfin, tel que décrit dans la Partie 1, bien que l'âge ne soit pas un indicateur de l'état d'une section de conduite, il n'en demeure pas moins un indice intéressant.

Afin d'illustrer cet aspect dans le programme d'auscultation les auteurs proposent de modifier la fréquence d'auscultation lorsque la section de conduite a une CIS de 1 ou de 2 et qu'elle a atteint 75 % de sa durée de vie utile. Dès lors, sa fréquence d'inspection serait celle de la CIS immédiatement supérieure pour son niveau hiérarchique. Donc, une section de conduite ayant atteint 75 % de sa durée de vie théorique et dont la cote CIS est de 1 sera inspectée selon la même fréquence qu'une section de conduite ayant une cote CIS de 2 et dont l'âge est inférieur à 75 % de sa durée de vie théorique.

En ce qui a trait aux sections de conduite qui ont une CIS (sans égard à leur catégorie) de 3, les auteurs croient qu'il ne serait pas justifié d'augmenter la fréquence proposée étant donné qu'elle est déjà assez soutenue. Les auteurs considèrent aussi qu'il ne serait pas justifié que ces sections de conduite soient considérées critiques puisque le risque d'effondrement est modéré à moyen terme. Nous croyons toutefois que les gestionnaires devraient ajouter ces sections dans leur planification de réhabilitation (0-5 ans). La *Figure 6 : Approche proactive – Programme annuel d'inspection du volet structural pour les réseaux d'égouts* illustre nos propos à cet égard.

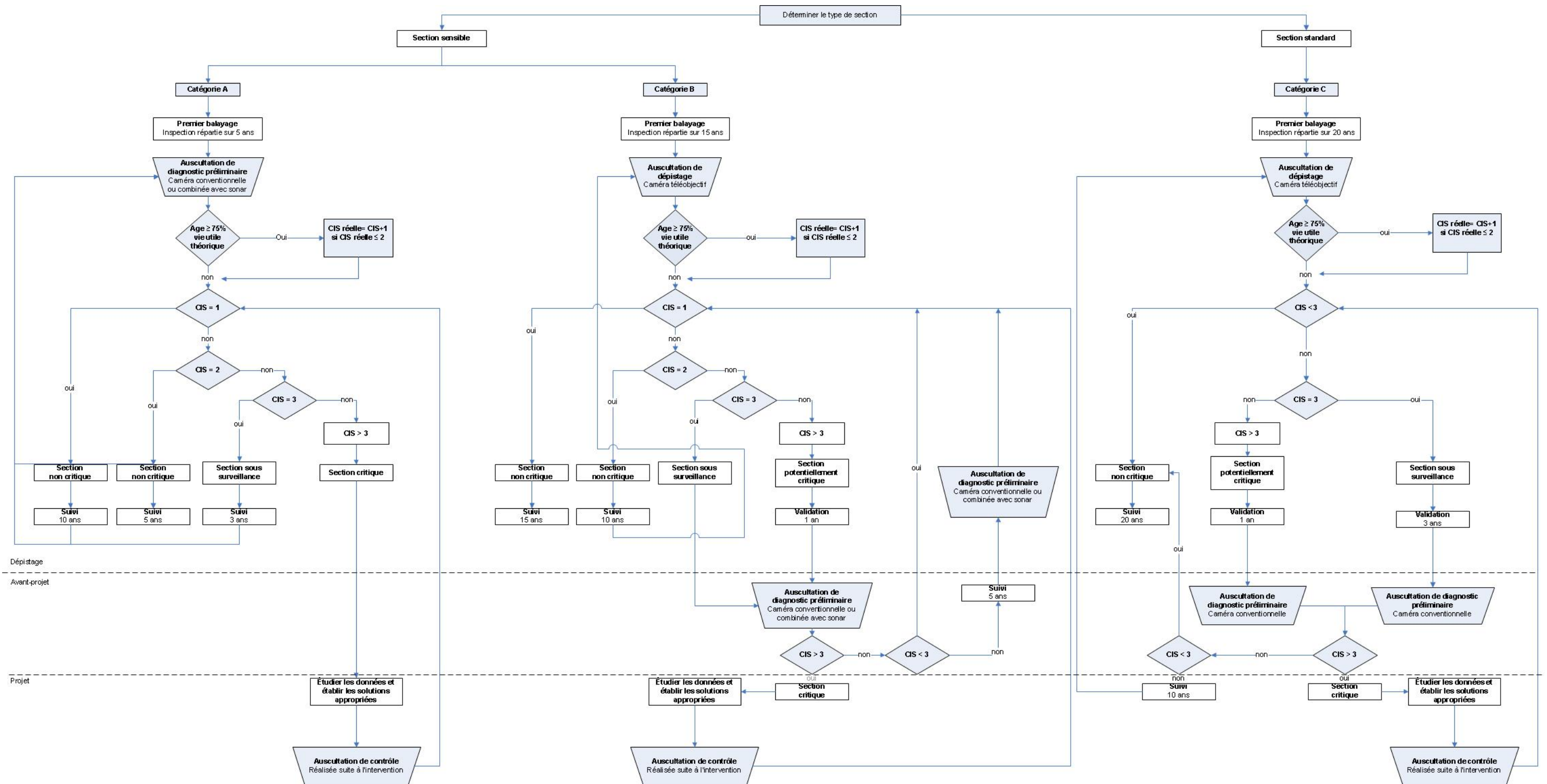


Figure 6 : Approche proactive – Programme annuel d'inspection du volet structural pour les réseaux d'égouts

Note : Pour le contexte québécois, les délais de première inspection devraient être de 25 ans (catégorie A), 30 ans (catégorie B) et 40 (catégorie C).

6.4.2.2 Approche réactive

En plus de la programmation annuelle régulière issue de l'approche proactive, le groupe de travail propose aussi que des travaux d'auscultation (tels que l'inspection télévisée) soient réalisés en réponse à des événements déclencheurs tels que :

1) Fuites d'eau

Les fuites d'eau, selon l'AWWA, peuvent prendre jusqu'à deux ans avant de se manifester à la surface. Durant cette période, l'eau circule dans le sol et favorise l'érosion de l'enrobage des conduites d'égout lorsque ces dernières sont non étanches. Des cas recensés récemment démontrent à quel point les dégradations peuvent être importantes. Ainsi, afin de prévenir la dégradation prématurée des égouts, le Comité juge raisonnable de prévoir des auscultations lorsque des fuites auront été détectées.

2) Intervention ponctuelle par excavation à proximité

Une excavation ponctuelle à proximité d'un égout induit dans le sol des contraintes qui peuvent avoir un impact sur la structure de l'égout. De ce fait, le Comité juge que sous certaines circonstances, il serait souhaitable de procéder à l'inspection des sections d'égouts qui se trouvent à proximité d'une excavation.

3) Section de conduite adjacente

Afin de permettre aux gestionnaires de prendre une décision éclairée sur les interventions à réaliser, lorsqu'une section est identifiée critique, le Comité propose que les sections se trouvant sur le même tronçon soient auscultées.

4) Section de conduite critique

Lorsqu'il est démontré qu'une section de conduite ne répond plus aux critères de services fixés (soit par la réalisation d'un plan d'intervention ou par l'utilisation d'un SIAD), le Comité recommande que des travaux d'inspection soient réalisés.

Ces actions, bien qu'elles ne fassent pas partie de la programmation annuelle d'inspection, seront réalisées chaque année selon les besoins spécifiques. L'ensemble des inspections proposées a pour but de réduire les risques de détérioration de certains types de conduites, d'en prolonger la vie utile et d'en diminuer le risque d'effondrement.

La Figure 7 expose la démarche pour le mode réactif.

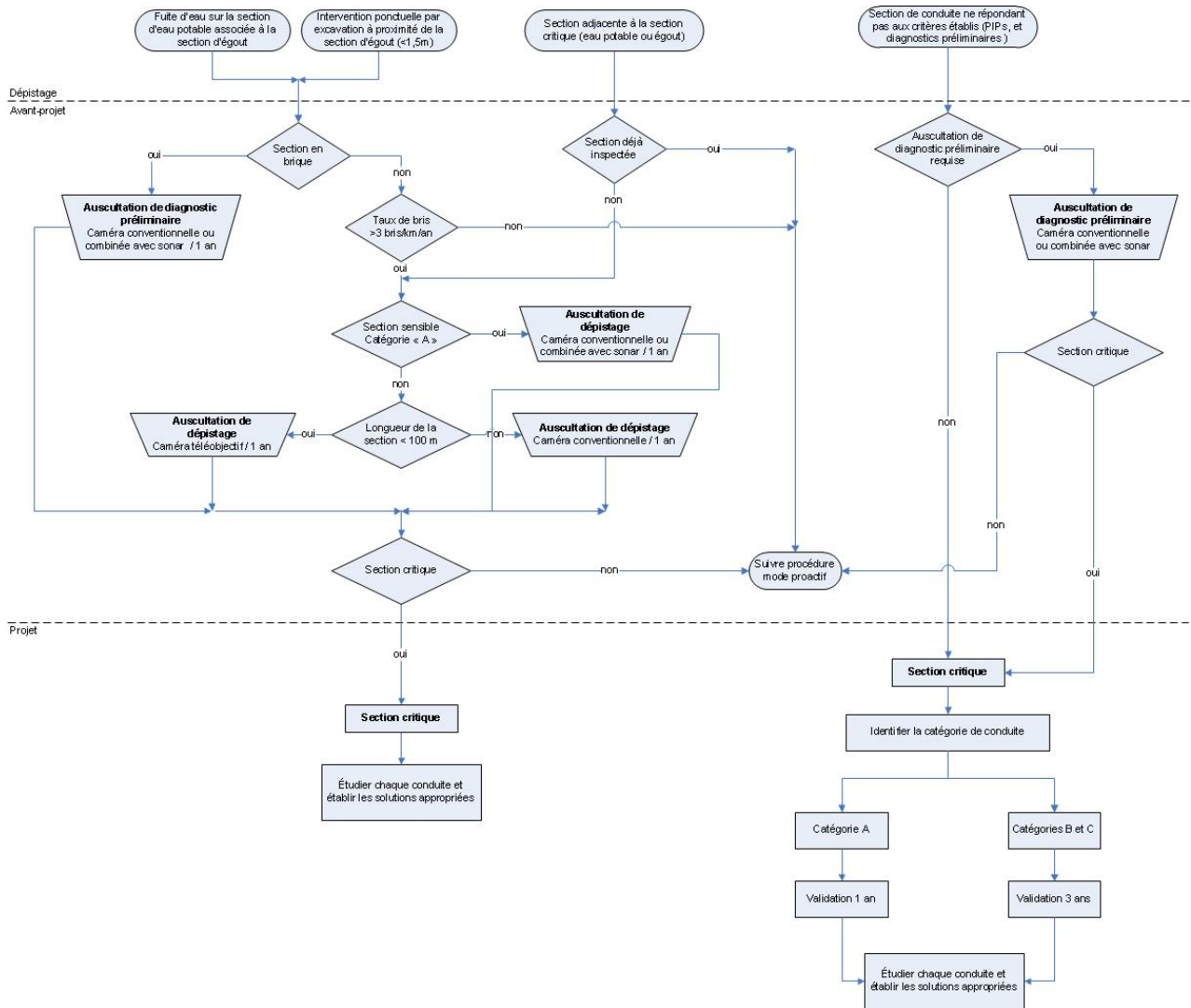


Figure 7 : Approche réactive – Programme annuel d'inspection du volet structural pour les réseaux d'égouts

6.4.3 Performance fonctionnelle

Aux fins du présent programme, deux situations pourront déclencher des actions dans la démarche présentée pour le volet fonctionnel. Tout d'abord, le besoin d'inspecter les conduites de façon régulière (proactif) et deuxièmement, le besoin de déterminer la cause justifiant l'enregistrement d'une plainte (réactif).

La Figure 8 : *Procédure pour évaluer les problématiques fonctionnelles des réseaux d'égouts* présente la démarche proposée pour l'étude de ce type de déficiences.

1) Approche proactive (programme d'inspection annuel)

Étant donné que l'évaluation des déficiences ayant une influence sur la capacité hydraulique (cote de potentiel de blocage) se fera simultanément à l'évaluation de l'intégrité structurale (cote d'intégrité structurale), le programme d'inspection annuel (technique, fréquence et suivi), pour le volet fonctionnel, sera identique à celui établi pour l'évaluation de la capacité structurale (le lecteur doit se référer au *Tableau 10* et à la *Figure 6 : Approche proactive – Programme annuel d'inspection du volet structural pour les réseaux d'égouts* pour connaître le programme). Ce jumelage permettra d'accroître l'efficacité des campagnes d'auscultation en plus d'en réduire les coûts.

Le lecteur retrouvera donc à la section 6.4.2 "Performance" les informations suivantes :

- les fréquences d'inspection pour chaque catégorie de conduites.
- la période prévue pour les premiers balayages du réseau.

2) Approche réactive (suivi des plaintes)

Annuellement, chaque plainte colligée devra être validée afin de confirmer le non-respect des critères de service établis à l'égard de l'aspect fonctionnel. Pour chaque plainte enregistrée, une vérification sera aussi effectuée pour confirmer si la plainte a déjà été considérée.

Après cette première vérification, une validation devra être faite pour définir si la responsabilité de l'événement est attribuable à la Ville.

Les plaintes retenues après l'étape de validation seront analysées par les gestionnaires qui détermineront s'il s'agit de problématiques qui affectent une zone définie ou si elles sont localisées.

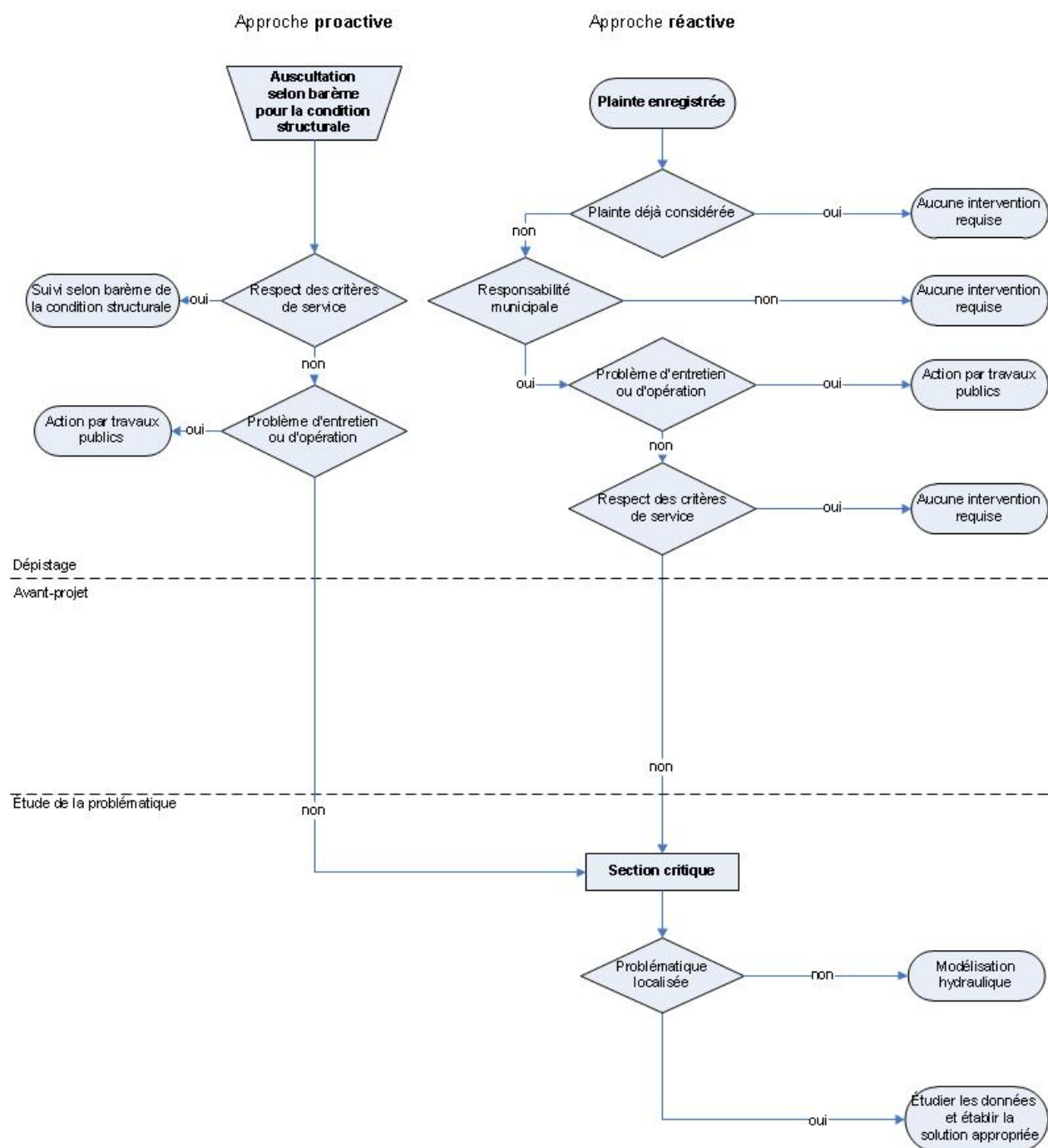


Figure 8 : Procédure pour évaluer les problématiques fonctionnelles des réseaux d'égouts

6.4.4 Réseaux d'eau potable

Les paragraphes qui suivent définissent, pour chaque famille de modes de défaillance identifiée à la section 5.4 "Identifier les types de défaillance des infrastructures ciblées", le programme d'auscultation pour atteindre les objectifs fixés dans le cas des réseaux d'eau potable.

Tout comme pour les réseaux d'égouts, lorsqu'une section de conduite est définie comme étant "critique", toutes les auscultations subséquentes sont considérées de niveau projet et, par conséquent, non développées dans la présente démarche. Ce suivi d'action est laissé à la discrétion du gestionnaire qui devra déterminer quelle technique d'auscultation est la plus adaptée aux conditions et aux problématiques rencontrées afin d'établir le diagnostic approprié.

6.4.4.1 Performance fonctionnelle

Il existe, pour ce volet, plusieurs organismes reconnus qui encadrent les essais relatifs à l'aspect fonctionnel du réseau d'eau potable, que ce soit l'American Water Works Association (AWWA), la National Fire Protection Agency (NFPA), le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) ou le Conseil National de Recherche du Canada (CNRC). Tous ces organismes ont publié des normes ou directives pour encadrer et définir l'évaluation de la performance fonctionnelle des réseaux d'eau potable. Par conséquent, le Comité a convenu d'utiliser ces documents comme base pour la stratégie d'auscultation pour l'aspect fonctionnel des réseaux d'eau potable.

Les performances fonctionnelles des réseaux d'eau potable étant, d'une façon générale, évaluées à partir des poteaux d'incendie, le Comité considère donc que les informations nécessaires pour évaluer la performance de cet aspect devraient être colligées au moment de l'auscultation de ces équipements.

Ainsi, selon le manuel M17 de l'AWWA, tous les poteaux d'incendie devraient être auscultés au moins deux fois par année lorsqu'il y a gel au sol, soit une fois au printemps et une fois à l'automne. C'est donc dans le cadre de ces inspections que le Comité recommande de procéder à la cueillette des informations pertinentes à l'égard de la performance fonctionnelle. Pour ce faire, le Comité propose que les mesures spécifiées ci-après soient effectuées au printemps, étant donné qu'à l'automne les poteaux d'incendie doivent être préparés pour la période hivernale. De plus, si des

correctifs devaient être apportés, la Ville disposerait de la période estivale pour les effectuer.

Le Comité recommande donc qu'annuellement, lors des travaux d'inspection printanière, la pression statique soit mesurée. Il revient toutefois aux gestionnaires d'établir les procédures et les conditions d'échantillonnage en respect des normes publiées par les organismes précités.

Enfin, tel que prescrit dans le manuel M17, les mesures du débit et de la pression dynamique à chaque poteau d'incendie devront être effectuées une fois par décennie. Lors de ces essais, le Comité recommande que la vanne d'isolement du poteau d'incendie soit manipulée complètement pour en valider le bon fonctionnement.

Comme dans le cas des poteaux d'incendie, le Comité juge que l'auscultation et le suivi de l'état des vannes sont essentiels pour assurer la protection des biens et des usagers et le bon fonctionnement du réseau. Ainsi, l'inspection des vannes sur une base annuelle, telle que mentionnée dans la littérature, permettrait d'atteindre ces objectifs. Notons que la littérature recommande que ces inspections soient faites d'une façon plus régulière pour les vannes de 400 mm (16 po) et plus. Enfin, aux deux (2) ans, dans le cadre de ces inspections, les vannes devraient être manipulées complètement, tel que recommandé par l'AWWA. Pour plus de précisions, le lecteur pourra se référer au manuel M44 de l'AWWA qui traite spécifiquement du sujet.

Enfin, les plaintes devront être validées de façon annuelle, à l'exception des endroits où le nombre de plaintes dans une zone définie dépassera les critères de service établis avant la fin de la période. À ce moment, l'étude des plaintes devra être effectuée plus rapidement, selon les besoins. Il en est de même pour le registre "des interventions effectuées sur les réseaux".

Suite à la validation des données d'état recueillies dans l'année, au positionnement géographique des plaintes ou des interventions, il sera alors possible aux gestionnaires de déceler les problématiques et d'en déterminer l'ampleur. Ces zones problématiques pourront alors être évaluées par les experts de la Ville, spécialisés en modélisation hydraulique des réseaux d'eau potable.

Le *Tableau 11* résume les fréquences d'inspection que le Comité propose pour ce volet.

Tableau 11 : Fréquence d'inspection pour la performance fonctionnelle des réseaux d'eau potable

Type d'auscultation	Fréquence
Inspection selon NFPA24 (poteau incendie)	2 fois par année
Pression statique (poteau incendie)	1 fois par année
Débit et pression dynamique (poteau incendie)	1 fois par 10 ans
Registre des plaintes à l'égard de la performance fonctionnelle du réseau d'eau potable (qualité esthétique, pression)	1 fois par an validation et étude de la répartition géographique
Registre des interventions	1 fois par an validation et étude de la répartition géographique
Inspection selon AWWA M44 (vanne)	1 fois par année
Manipulation complète (vanne)	1 fois par 2 ans

6.4.4.2 Performance structurale

Selon l'expertise du personnel de la Ville et une étude menée par le WRC, il n'existe pas suffisamment de corrélation entre le taux de bris et la détérioration de la paroi des sections de conduite d'eau potable pour baser l'auscultation uniquement sur cette donnée. L'étude du WRC, menée auprès de plusieurs services de l'eau, démontre notamment qu'il existe effectivement des sections de conduite sur lesquelles on note un nombre important de bris, mais que la grande majorité des bris surviennent sur des conduites qui cèdent de façon irrégulière. Par conséquent, selon les conclusions de cette étude, la seule approche viable à l'égard du taux de bris est du type "réactif" puisque les techniques disponibles pour évaluer les performances structurales du réseau d'eau potable (exception faite de la détection de fuite par écoute aux poteaux d'incendie) sont onéreuses, dérangementes et qu'elles ne permettent d'identifier qu'une faible proportion de conduites.

Un des objectifs poursuivis par les auteurs dans le cadre de ce projet était de développer une matrice semblable à celle employée pour l'auscultation du volet structural de l'égout; ce qui aurait servi à moduler les fréquences d'auscultation en fonction des conséquences et d'une cote qui aurait traduit l'état structural de la conduite.

Pour ce faire, les auteurs ont consulté les différentes associations représentant les fournisseurs de tuyaux utilisés pour la construction des réseaux d'eau potable du Québec, soit DIPRA, TUBÉCON et UNIBELL. À la lueur des informations colligées et suite aux discussions, les auteurs concluent que l'on ne peut présentement prétendre atteindre les objectifs identifiés. En effet, en ce qui a trait aux conduites de fonte, il existe des outils actuellement disponibles sur le marché, cependant ces outils couvrent uniquement les conduites de petits diamètres (150 et 200 mm) et sont plutôt dérangeants. Pour les conduites de plastique, il n'existe actuellement aucune technique d'auscultation permettant d'en déterminer la condition structurale. Finalement, pour les conduites de béton, bien qu'il existe des outils permettant d'identifier le taux de bris des fils de précontrainte, l'état des connaissances ne permet pas à ce jour de déterminer un lien clair entre le nombre de fils brisés et la capacité réelle du tuyau.

Par conséquent, à la lueur de ces conclusions et selon l'expertise des membres du Comité, l'auscultation de type "préventive" de la capacité structurale ou la mesure de l'épaisseur résiduelle de la paroi dans le cas de conduites métalliques devra donc être réalisée au besoin, à l'étape projet, pour déterminer le mode d'intervention optimal. Cependant, considérant l'âge moyen des réseaux de la Ville de Gatineau et les pertes d'eau qui sont généralement enregistrées, nous croyons qu'il serait rentable pour la Ville de s'engager dans un processus de détection de fuites. Selon Makar et al., "Il a été amplement prouvé qu'un programme énergique de détection et de réparation des fuites peut entraîner une énorme réduction des pertes d'eau inexplicables dans un réseau de distribution (Griffin et Carr, 1984; Plizer et Sowby, 1980; Sullivan, 1990; Harrison 1992)". De ce fait, l'approche proposée pour le volet structural se base sur la recherche des fuites pour identifier les conduites dont la capacité structurale pourrait être déficiente. Bien que cette procédure soit réactive et qu'elle ne renseigne pas les gestionnaires de façon précise sur l'état structural actuel des sections de conduite, il sera possible d'évaluer le comportement structural du réseau et d'en tirer les tendances à court terme (horizon de 5 ans) en jumelant les données sur les fuites à l'historique des bris et des réparations. À long terme, cette procédure permettra de déterminer comment se dégrade chaque section de conduite afin d'intervenir au moment opportun.

La démarche proposée permettra de réduire les pertes d'eau potable, et ainsi favoriser une utilisation optimale des ressources d'eau. Elle permettra aussi de diminuer les sommes nécessaires au traitement de l'eau potable perdue. En plus des pertes économiques engendrées, les fuites peuvent aussi avoir de nombreuses conséquences directes et indirectes sur les usagers telles que le besoin

supplémentaire en capacité, l'augmentation des débits d'eaux usées et la réduction de la durée de vie des infrastructures adjacentes.

D'une façon plus détaillée, nous présentons, à la *Figure 9 : Programme annuel d'inspection du volet structural pour le réseau d'eau potable*, la démarche pour l'ensemble de ce volet. Les prochains paragraphes explicitent cette démarche.

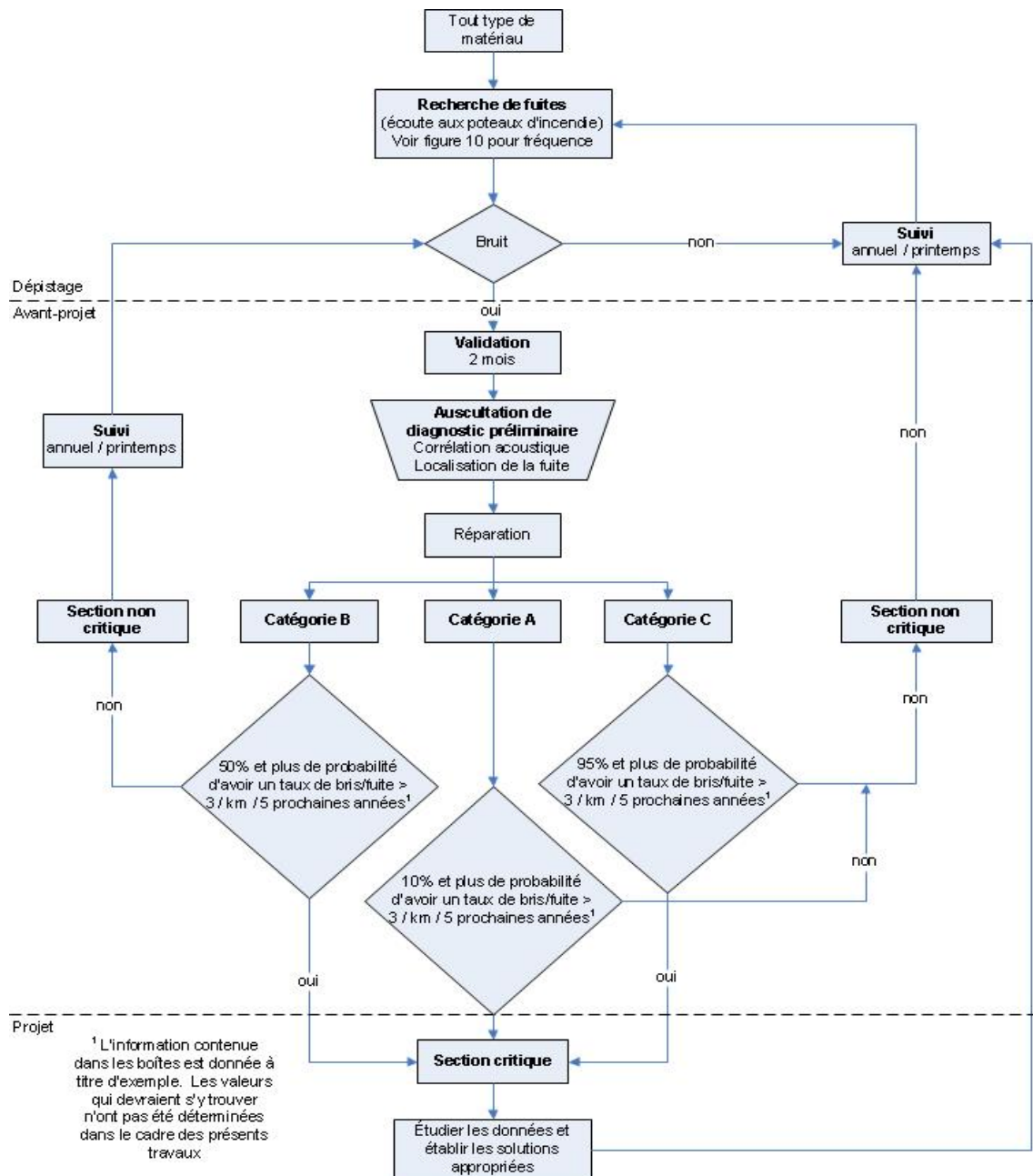


Figure 9 : Programme annuel d'inspection du volet structural pour le réseau d'eau potable

À l'étude de cette dernière figure, le lecteur notera que le programme est séparé en deux étapes distinctes. La première en est une de dépistage et consiste à la détection des fuites par écoute aux poteaux d'incendie. La seconde étape, qui est considérée comme l'étape d'avant-projet, consiste à localiser précisément ces fuites par corrélation acoustique. C'est aussi à cette étape que la catégorie de la conduite est tenue en compte dans l'analyse des probabilités de l'augmentation du taux de bris.

Dans le cas de ce volet, les sections de conduite seront considérées critiques en fonction de la probabilité que le nombre de fuites/bris dépasse une certaine limite (niveau de service) qui aura été fixée par les gestionnaires et qui sera établie en fonction de chaque niveau hiérarchique. Dans le cas de la Ville de Gatineau, ces niveaux n'ont pas été fixés dans le cadre de la présente stratégie, ils seront définis lors d'un exercice spécifique à être planifié par la Ville. Ces niveaux de service devront être associés au nombre d'interruptions de service jugées raisonnables pour l'utilisateur. Pour déterminer ces niveaux de service, les gestionnaires devront notamment considérer l'aspect économique des interventions et le nombre d'interruptions acceptables pour les usagers touchés.

Tout comme Griffin et Carr (1984), nous croyons que pour être efficaces, les programmes de détection de fuites doivent être menés régulièrement et l'on doit espacer les essais sur une même section de conduite de façon à rendre le processus le plus économique possible pour la municipalité. C'est donc dans cette optique que le programme d'auscultation du volet structural pour les réseaux d'eau potable a été conçu.

La méthode utilisée pour déterminer les fréquences d'auscultation est présentée à la *Figure 10 : Démarche de détection des fuites*. De plus, cette figure regroupe des sections de conduites selon cinq (5) classes. Plus la classe est élevée, plus la probabilité de fuite est élevée. Le premier critère de tri est le taux de bris. Ces classes sont ensuite utilisées pour déterminer les fréquences de détection des fuites.

En somme, le programme d'auscultation de l'aspect structural des réseaux d'eau potable est développé en fonction des critères qui ont une influence sur la probabilité de défaillance de réseaux d'eau potable telle que présentée dans la partie 2 du présent document.

Tout comme la CIS représente la probabilité d'effondrement de l'égout, le Comité considère que le taux de bris/fuite à court terme est un bon indicateur de la probabilité de défaillance structurale de réseau d'eau potable pour les années subséquentes.

Lorsqu'il est question du taux de bris, il est important de noter qu'il ne s'agit pas là exclusivement du nombre d'interruptions de service. Toute intervention effectuée dans le but de réparer la conduite doit être considérée, l'objectif étant d'évaluer les probabilités de défaillance structurale. Il sera alors important de bien identifier la raison des interventions pour que la saisie des données soit efficace et utile. Un bris causé par l'intervention d'un tiers ne devrait pas être considéré lors du calcul du taux de bris/fuite visant à définir la fréquence d'auscultation.

Trois facteurs supplémentaires ayant une influence sur la probabilité de défaillance ont été retenus par le Comité, en complément du taux de bris, pour moduler les fréquences d'inspection du volet structural des réseaux d'eau potable. Ce sont :

- ✓ le matériau;
- ✓ l'âge de la conduite;
- ✓ la présence de sol corrosif.

De même que pour l'égout, le matériau et l'âge de la conduite d'eau potable sont aussi utilisés pour moduler les fréquences d'inspection puisque certains matériaux sont plus susceptibles de se détériorer rapidement à mesure qu'ils s'approchent de la fin de leur durée de vie utile théorique.

Le troisième facteur représente l'impact de l'environnement de la section de conduite sur la vitesse de dégradation. De cette façon, le Comité reconnaît l'impact significatif que peut avoir un sol corrosif sur la vitesse de détérioration d'une conduite et sur les probabilités d'une défaillance structurale.

Le lecteur aura noté à l'étude du programme que ce dernier tel qu'exposé au début de cette section est réactif. En ce sens que les auscultations nécessaires pour déterminer la résistance structurale résiduelle ou le niveau de détérioration de la paroi seront réalisées uniquement lorsque le risque qu'une fuite ou un bris se produise sera jugé trop important et que la section de conduite sera considérée "critique" (niveau projet).

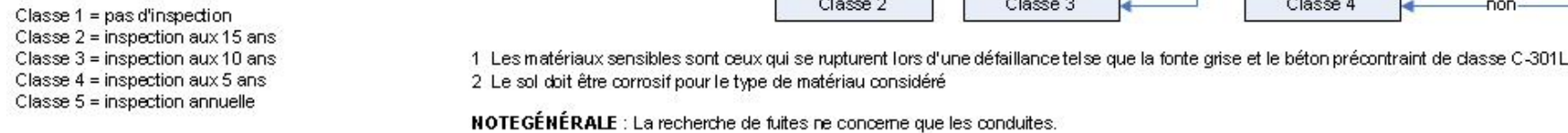


Figure 10 : Démarche de détection des fuites

PARTIE 3 : CONCLUSION ET ÉPILOGUE

7. CONCLUSION

Sélectionner et planifier les interventions de manière optimale sur les réseaux d'eau nécessitent d'abord une meilleure connaissance de leur état.

L'approche proposée dans ce document est basée sur la revue de l'état de l'art et des meilleures pratiques internationales. Les recherches effectuées nous ont permis de retenir, pour l'élaboration de la stratégie d'auscultation, une approche basée sur les impacts ou les conséquences d'une défaillance reliée aux réseaux étudiés de même que sur la probabilité d'occurrence de cette même défaillance. Pour mettre en place les éléments essentiels à l'élaboration de la stratégie, nous avons utilisé le concept de "conduites sensibles" tel que défini dans les manuels du Water Research Centre (WRc). C'est à partir de ce concept, et grâce à la collaboration des représentants de la Ville de Gatineau, regroupés au sein d'un comité de travail, que fut élaboré chaque volet de la stratégie d'auscultation, en tenant compte du contexte et des besoins spécifiques à Gatineau. L'essence même de cette démarche se traduit donc par la catégorisation des sections de conduite.

Ainsi, suite à la catégorisation des sections de conduite et selon les résultats de l'essai pilote réalisé avec les données disponibles, les sections de conduite sensible d'eau potable présentent la répartition suivante : conduites sensibles "A" : 11 %; "B" : 3 % et conduites non sensibles "C" : 86 %. Quant aux sections de conduite d'égout, celles-ci présentent la répartition suivante : conduites sensibles "A" : 8 %; "B" : 9 % et conduites non sensibles "C" : 83 %.

Cette catégorisation est à la base du type d'intervention recommandé (proactive ou réactive), du choix des outils d'auscultation et des fréquences d'inspection. Une fois que ces derniers éléments ont été fixés par le Comité, l'évaluation des efforts à consentir pour mettre en œuvre la stratégie d'auscultation a été complétée.

La démarche proposée étant innovatrice, les membres du Comité sont conscients que certains éléments de la stratégie auront besoin d'être réactualisés après que celle-ci ait été éprouvée par l'expérience. Les représentants de la Ville ayant participé à l'élaboration de la stratégie et leurs collègues des services utilisateurs devront faire évoluer chaque élément de manière à refléter les spécificités des réseaux locaux et l'expérience acquise. Les indicateurs qui n'ont pas pu être exploités faute de données ou de précision pourront être ajoutés lors d'une révision ultérieure afin de peaufiner la

démarche. Les techniques d'auscultation actuellement en expérimentation pourront être ajoutées à la liste des outils disponibles lorsque leur efficacité et leur efficience auront été démontrées.

Étant donné que la stratégie propose une démarche claire et structurée, il a été possible de traduire les organigrammes proposés dans un algorithme informatique. Ce qui résulte en un outil de production automatisée de listes et d'évaluation des coûts d'inspection. Cet outil est présentement disponible à Gatineau et il est intégré au logiciel Aquamodex.

La mise en œuvre et la mise à jour de la stratégie sont deux défis importants à Gatineau. Mais il y a d'autres enjeux, que Gatineau partage avec les autres villes du Québec, qui menacent l'atteinte des objectifs de la stratégie d'auscultation. Citons notamment l'augmentation du volume de travail pour les firmes spécialisées d'inspection télévisée et la rareté d'une main-d'œuvre qualifiée.

Depuis les dernières années, la demande québécoise en auscultation des réseaux existants a augmenté de façon significative et cela est attribuable à l'obligation qu'ont les villes de fournir un Plan d'intervention de leurs réseaux. Cette augmentation soudaine a eu plusieurs effets néfastes sur l'industrie et sur les donneurs d'ouvrages. Citons notamment le manque de disponibilité des unités d'inspection, les délais dans la réalisation des travaux et dans la production des données ainsi que l'augmentation des coûts.

Lors de la revue de l'état de l'art et des meilleures pratiques, les auteurs ont constaté que plusieurs experts et gestionnaires de villes importantes partageaient l'intérêt de la Ville de Gatineau pour la mise au point d'une stratégie d'auscultation basée sur des indicateurs qui leur seraient spécifiques. Aucune des références consultées ne proposait une démarche complète, intégrant les réseaux d'égouts et d'eau potable, qui rencontrait les besoins et spécificités gatinois.

Il nous apparaît essentiel que la stratégie d'auscultation et le processus suivi pour la développer soient diffusés le plus possible. D'abord, à l'intérieur même de la Ville, de manière à ce qu'il y ait appropriation et mise en application "corporative" et, ensuite, aux niveaux québécois et canadien pour faire connaître cet outil et partager l'expérience acquise avec d'autres gestionnaires de réseaux.

Finalement, la Ville de Gatineau pourra bénéficier pleinement de la procédure proposée dans ce rapport dans la mesure où celle-ci sera utilisée comme outil de planification, de suivi et d'évaluation de la performance des infrastructures souterraines. Et, pour s'assurer de la pérennité et de la rentabilité de la stratégie d'auscultation, les auteurs croient que les activités qui y sont présentées devraient être centralisées.

8. ÉPILOGUE

La mise en œuvre de la présente stratégie requiert un engagement ferme de la part des gestionnaires à allouer annuellement les sommes nécessaires pour réaliser les activités qui y sont ciblées. Toutefois, les bénéfices que cette démarche procurera à la collectivité compenseront grandement pour cet investissement.

L'accroissement de la connaissance à l'égard de l'état des réseaux d'eau et leur processus de dégradation, la diminution du coût de gestion des infrastructures sur leur cycle de vie ainsi que la diminution du nombre et de la durée des interventions non planifiées sont là des avantages pour les utilisateurs et les propriétaires qui militent en faveur de la mise en œuvre d'une telle démarche.

Tel que mentionné au début de cet ouvrage, cet outil se veut évolutif de façon à refléter la réalité gatinoise d'année en année. Les recommandations faites dans cet ouvrage ne se veulent aucunement statiques et doivent, de ce fait, évoluer. Cette stratégie est celle des gatinois et elle doit le refléter, le tout dans un souci constant d'assurer la rentabilité des actions proposées.

Cet outil unique en son genre montre à quel point la Ville de Gatineau est à l'avant-garde et qu'elle peut faire figure de proue sur la scène internationale.

PARTIE 4 : ÉVALUATION BUDGÉTAIRE

9. RÉSEAUX D'ÉGOUTS

La présente section détaille les coûts associés à la mise en application du programme d'auscultation pour le réseau d'égouts. Le *Tableau 12 : Bilan des travaux d'inspection liés au réseau d'égouts à réaliser pour l'année 2011* présente un sommaire des pourcentages de réseau à inspecter en 2011 selon la stratégie d'auscultation, incluant le rattrapage du déficit à l'égard de l'auscultation du réseau d'égouts. Il va sans dire que le déficit en auscultation ne devra pas être absorbé uniquement la première année de mise en application de la stratégie, tel que le font croire ces chiffres. Il est proposé au gestionnaire de se référer à la section 6.4.2 « Performance structurale » où des périodes de rattrapage ont été suggérées.

L'évaluation des coûts d'inspection présentée dans les graphiques qui suivent est basée sur une estimation des coûts probables représentatifs du marché gatinois. Pour ce faire, la Ville a établi les coûts minimum et maximum de même que le coût le plus probable pour chaque type d'inspection. Dans le cadre de ce projet, des simulations de coûts ont été effectuées à l'aide d'un logiciel expert d'estimation. Plusieurs itérations ont été lancées afin de déterminer le coût moyen des inspections, basé sur la tolérance au risque des gestionnaires de Gatineau et tenant compte de l'inflation dans le calcul des coûts pour les années suivant l'année courante.

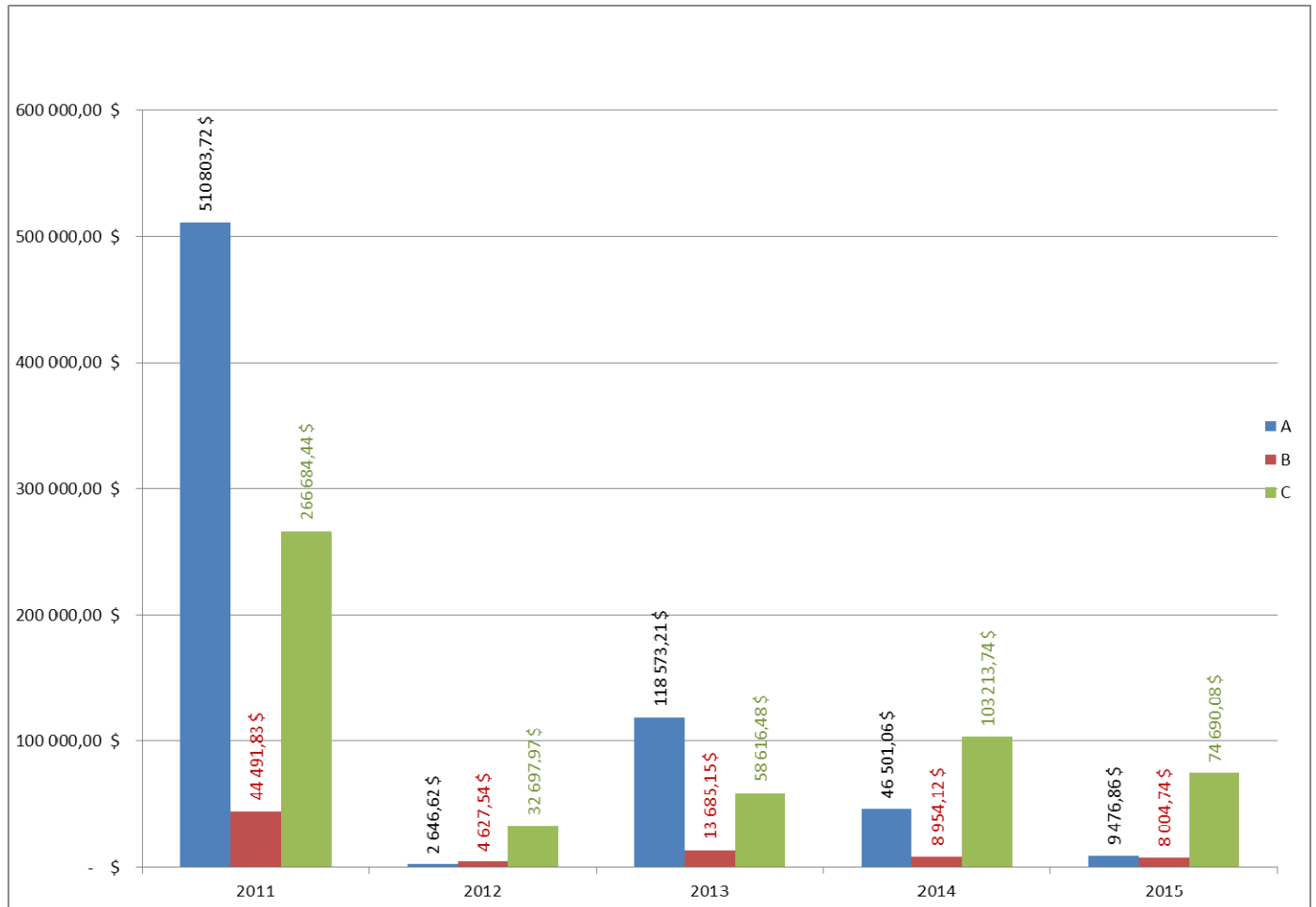
Les résultats des simulations ont été présentés aux gestionnaires de la Ville de Gatineau, leur fournissant un aperçu du rattrapage requis (année 2011) et des coûts des inspections programmées par la stratégie d'auscultation pour les quatre (4) années subséquentes (2012-2015).

Il est important de noter que les coûts d'inspection obtenus à l'aide du logiciel expert ne peuvent reproduire exactement l'évaluation "statique" que l'on pourrait en faire manuellement.

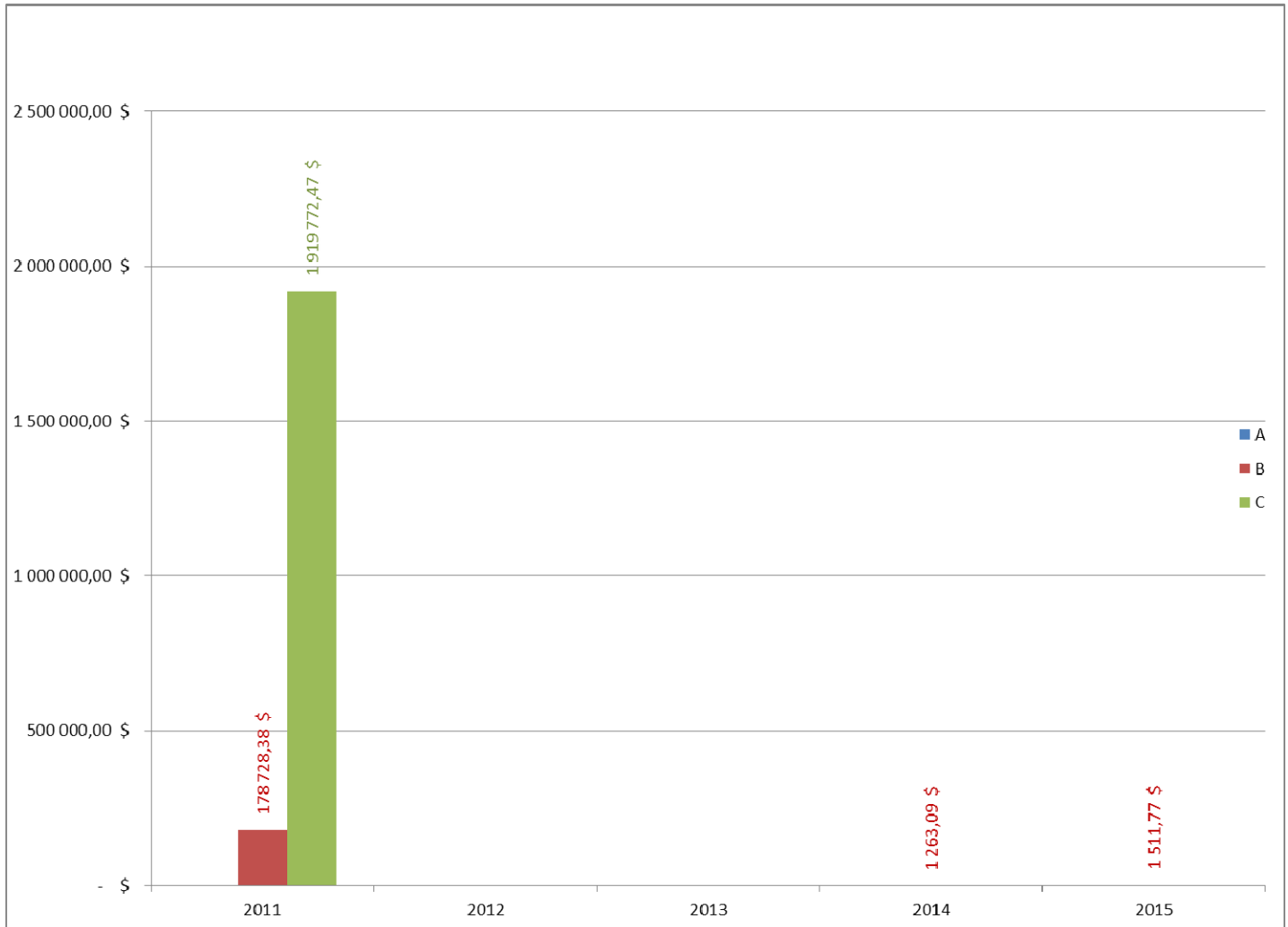
Tableau 12 : Bilan des travaux d'inspection liés au réseau d'égouts à réaliser pour l'année 2011

	Type d'inspection requise	Catégorie	Linéaire (m)	Proportion (%)
Inspection non requise	N/A	A	37 652,17	11%
		B	46 792,75	
		C	121 028,33	
Intervention requise	N/A	A	25 021,71	6%
		B	31 524,33	
		C	48 620,40	
Inspection de suivi	CCTV	A	107 219,76	83%
		B	31 853,74	
		C	207 300,64	
	TO	B	116 761,19	
		C	1 058 555,13	

Les Graphique 1 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Inspection CCTV et Graphique 2 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Inspections TO présentent respectivement pour l'inspection par caméra conventionnelle et par caméra à téléobjectif la moyenne des coûts d'auscultation pour les années 2011 à 2015 par catégorie de conduites. Nous rappelons que l'année 2011 inclut le rattrapage des inspections qui sont requises à ce jour.

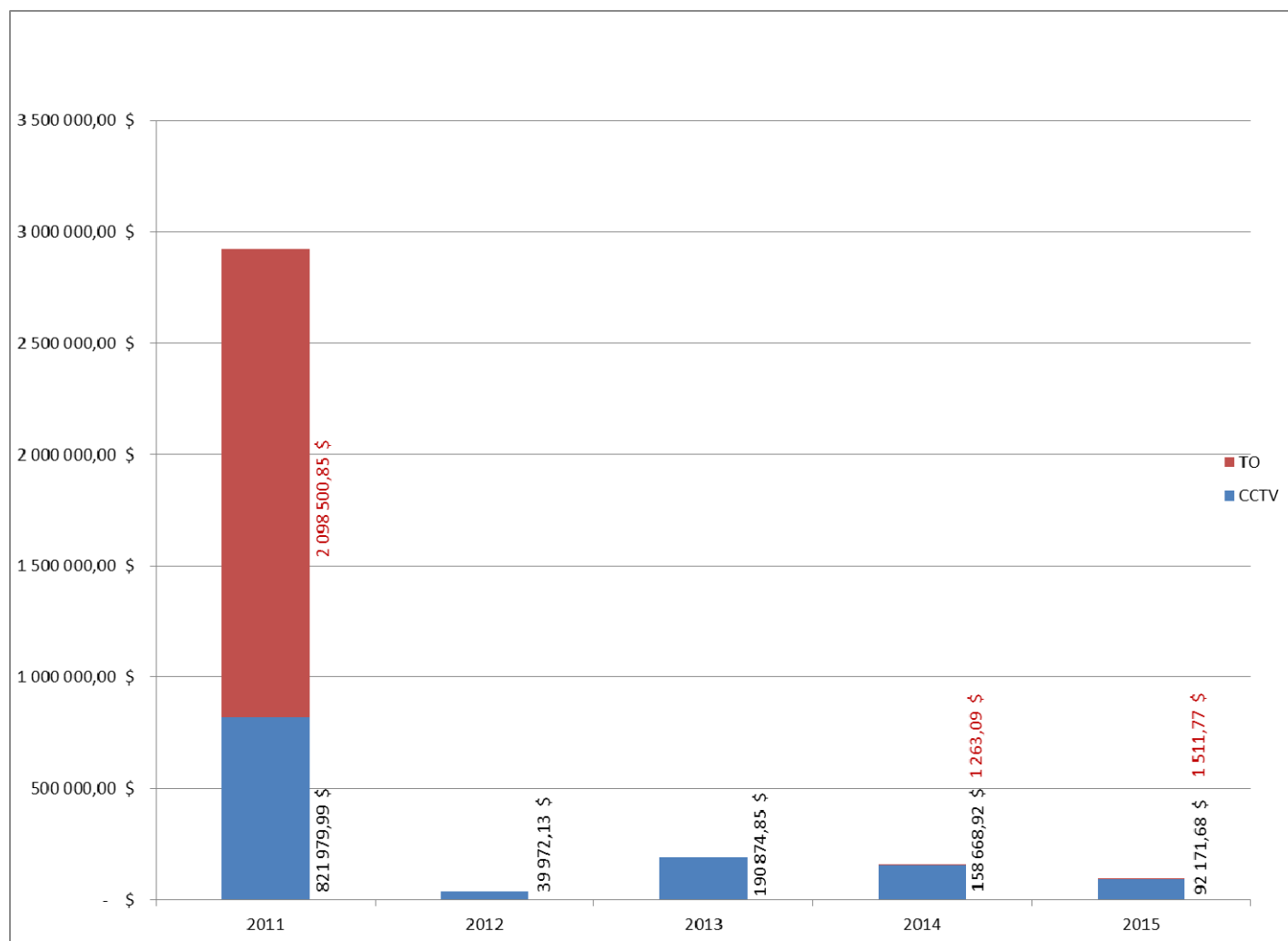


Graphique 1 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Inspection CCTV



Graphique 2 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Inspections TO

Le *Graphique 3 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Tous types d'inspection* donne une appréciation globale des budgets requis pour les besoins d'inspection pour les prochaines années.



Graphique 3 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Tous types d'inspection

10. RÉSEAUX D'EAU POTABLE

La présente section expose les coûts relatifs à la mise en application du programme d'auscultation pour le réseau d'eau potable.

Le *Tableau 13* résume les besoins pour la recherche de fuite selon les exigences du programme présenté. Tout comme dans le cas de l'égout, les besoins présentés pour l'année 2011 considèrent que l'ensemble du rattrapage pour combler le déficit d'auscultation est réalisé en 2011.

Tableau 13 : Bilan des travaux d'inspections liées au réseau d'eau potable pour l'année 2011

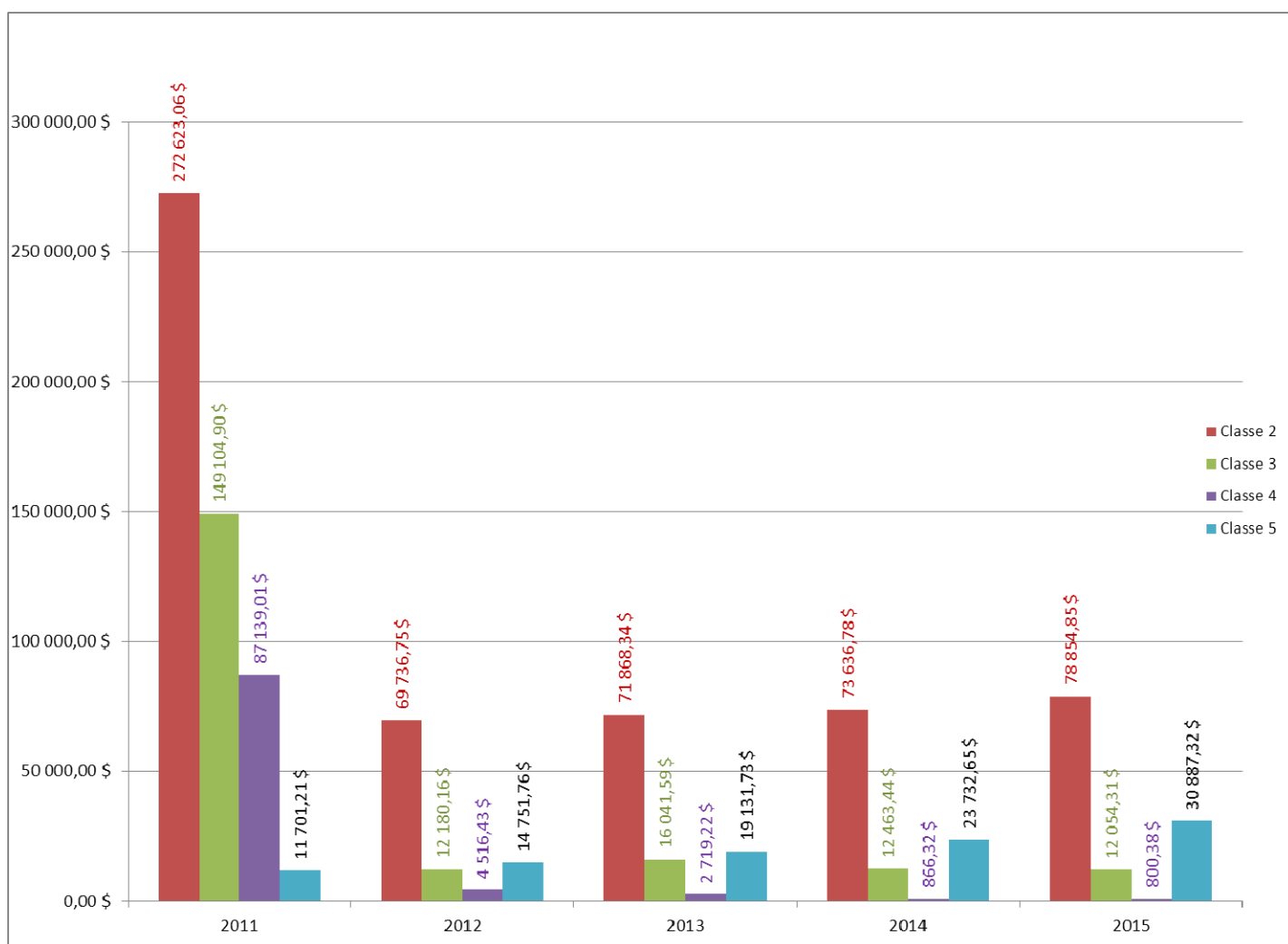
Type d'auscultation		Classe	Quantité (m. lin.)	%
Recherche de fuite	Intervention requise		104366,47	5%
	Auscultation non requise	1	981304,57	49%
	Auscultation requise	2	255778,22	13%
		3	265130,08	13%
		4	264057,20	13%
		5	112492,19	6%

Dans le cas du réseau d'eau potable, nous suggérons que le rattrapage soit échelonné selon les périodes ci-dessous :

Classe ¹⁰	Période de rattrapage (an)
1	N/A
2	10
3	7
4	3
5	1

¹⁰ Voir explication page 74

Le Graphique 4 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Recherche de fuite présente l'évaluation des coûts liés à la recherche de fuite pour les cinq (5) prochaines années.



Graphique 4 : Évaluation budgétaire en dollar courant – Recherche de fuite

11. BIBLIOGRAPHIE

1. American Society of Civil Engineers (ASCE), Pipeline Infrastructure (PINS), Task Committee, 2007. Emerging concepts for the Design of Pipeline Renewal Systems. United States.
2. American Water Works Association, Manuel M17, 2006. Installation, Field testing, and Maintenance of Fire Hydrants. Third Ed.
3. American Water Works Association, Manuel M44, 2006. Distribution Valves: Selection, Installation, Field testing and Maintenance. Second Ed.
4. Andrews, ME, 2001. Large Diameter Sewer Condition Assessment using combined Sonar and CCTV Equipment. APWA International Public Works Conference, NRCC/CPWA Seminar Series Innovations in Urban Infrastructure, Canada.
5. Burn, LS, Eiswirth, M, DeSilva, D & Davis, P, 2002. Condition Monitoring and its Role in Asset Planning.
6. Burn, S et al, 2003. The Role of Urban Infrastructure on Ground and Water Contamination – The EU AISUWRS Project.
7. Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, CNRC, 1995. Code national de prévention des incendies – Canada 1995. Ottawa (Ontario).
8. Consortium SNC-Lavalin / Dessau-Soprin, 2002. Étude comportant la collecte d'information et le portrait technique des infrastructures de la gestion publique de l'eau. p. 17 et E.7-1.
9. Davis, JP, Allan, I, Burn, S and van de Graaf, R, 2003. Identifying Trends in Cast Iron Pipe Failure With GIS Maps of Soil Environments in PIPES 2003 – Back to Basics: Design and Innovation.
10. Davies, JP et al, 2001. The structural condition of rigid sewer pipes: a statistical investigation in Urban Water 3 (2001), pp. 277-286.
11. Davies, JP, Clarke, BA, Whiter, JT and Cunningham, RJ, 2001. Factors influencing the structural deterioration and collapse of rigid sewer pipes in Urban Water, July 2011.
12. Environmental Protection Agency (EPA), National Risk Management Research Laboratory, 2005. White Paper on Improvement of Structural Integrity Monitoring for Drinking Water Mains. United States.
13. Environmental Protection Agency (EPA), Office of Water (4601M), 2002. Deteriorating Buried Infrastructure Management Challenges and Strategies. United States.
14. Gaewski, Peter E; Blaha, Frank J, 2007. Analysis of total Cost of Large Diameter Pipe Failures. AWWA Research Foundation, 2007.

15. Gilmore, William B, 2007. Capital Prioritization in a Large City in Journal AWWA, August 2007, pp. 44-47.
16. Hahn, M, Palmer, RN and Merrill, S, 2000. Prioritizing Sewer Line Inspection with and Expert System. WEFTCC 2000. United States.
17. Infraguide, 2003. Élaboration d'un plan de renouvellement de réseau de distribution d'eau. Ottawa (Ontario).
18. Kleiner, Y; Rajani, BB, 2002. Forecasting variations and trends in water-main breaks. NRCC-44677. Ottawa (Ontario).
19. Makar, J, Chagnon, N, 1998. Techniques d'auscultation des réseaux enfouis de la Ville de Montréal – Rapport final. Rapport A7030.1, p. 61-63.
20. Moglia, P, Davis, P, Burn, S, 2005. Calibrating and Benchmarking a Probabilistic Bottom-up Model for Predicting Failures in Cast Iron Water Pipes. International Conference on Durability of Building Materials and Components, Lyon, 2005.
21. National Research Council, 2007. Assessing and Reducing Risks. In Opflow, July 2007.
22. N.P. Inspection Services GmbH, 2002. Final Report Nr 09202. Pipeline Company 12” from A-B. Allemagne.
23. Rajani, BB; Kleiner, Y, 2001. Comprehensive review of structural deterioration of water mains: physically based models. NRCC-43722. Ottawa (Ontario).
24. Rajani, BB; Kleiner, Y, 2004. Non-destructive inspection technique to determine structural distress indicators in water mains. NRCC-47068. Ottawa (Ontario).
25. Rajani, BB; Kleiner, Y, 2003. Protecting ductile-iron water mains: What protection method works best for what soil condition. In American Water Works Association Journal, Nov 2003, Vol 95, p. 110.
26. Réseau environnement, 1999. Le contrôle des fuites, Montréal (Québec).
27. Stein, D, 2001. Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers. Ernst & Sohn, Publisher.
28. Szeliga, Michael J, 2007. Analyses of Ductile Iron Corrosion Data from Operating Mains and Its Significance in Pipeline 2007: Advances and Experiences with trenchless Pipeline Projects. ASCE.
29. Water Research Centre, 1989. Planning the Rehabilitation of Water Distribution Systems. United Kingdom.
30. Water Research Centre, 2001. Sewerage Rehabilitation Manuel (SRM). United Kingdom.
31. Zhao, JQ, 1999 (?). Trunk Sewers in Canada. APWA International Public Works Congress. pp. 75-89.

ANNEXE A

**Niveau de sévérité de conséquences associées à l'effondrement
d'une section d'égout**

TABLEAU X NIVEAU DE SÉVÉRITÉ DES DIVERSES CONSÉQUENCES ASSOCIÉS À L'EFFONDREMENT D'UNE SECTION D'ÉGOUT

TYPE DE BIEN-ÊTRE	OBJECTIF	ÉLÉMENT CONSIDÉRÉ	PRIORITÉ (échelle 1 à 10) (10 étant le plus élevé)	NIVEAU HIÉRARCHIQUE (après analyse)	VOLET		NIVEAU DE SÉVÉRITÉ			
					Identification	Description	Catastrophique = 10	Critique = 7	Modéré = 4	Négligeable = 1
ÉCONOMIQUE	A) La gestion des actifs doit permettre d’atteindre les niveaux de service souhaités au coût optimal	Coût d’intervention	8	A et B - Selon certaines conditions	A.1 - Coût d'intervention - Profondeur	La profondeur de la section de conduite a un impact direct sur les coûts d'excavation	Le radier de la section est situé à plus de 7,0 mètres des sections de conduite autres que celles fabriquées en brique. Pour les sections de conduite en brique le radier de la section est situé à plus de 4,0 mètres du niveau de la surface.		Le radier de la section est situé à plus de 4,0 mètres du niveau de la surface tout en étant à 7 mètres ou moins de toutes sections de conduite autres que celles fabriquées en brique. Pour les sections de conduite en brique le radier de la section est situé à 4 mètres et moins.	Le radier de la section est situé à 4,0 mètres ou moins du niveau de la surface lorsque le matériau constitutif n'est pas de la brique
				A - Voie numérotée	A.2 -Coût d'intervention - Type de voie de circulation	L'excavation sous une voie de circulation exige des dispositions pour contrôler la circulation et assurer la sécurité des piétons. Par conséquent, selon l'emplacement de la section de conduite, ces mesures de contrôle peuvent être plus ou moins importantes	La section se trouve en totalité ou en partie sous une route numérotée ou les voies y donnant accès	La section se trouve en totalité ou en partie sous une rue identifiée "Artérielle"	La section se trouve en totalité ou en partie sur une rue identifiée "Collectrice"	La section se trouve en totalité ou en partie sous une route identifiée "Locale" ou sous une surface non aménagée (terrain vague, champ, etc.)
					A.3 - Coût d'intervention - Type de sol	Le type de sol entourant la section de conduite a un impact sur les méthodes d'excavation et de soutènement des sols qui ont un impact sur le coût de l'intervention		Sol granulaire fin (ex.: silt, sable silteux fin, sable fin ou grossier)	Sol granulaire ou de faible plasticité (ex.: argile de faible plasticité, gravier fin à médium et bien gradué)	Argile de médium à haute plasticité et roc
					A.4 - Coût d'intervention - Niveau de la nappe phréatique	La présence d'eau dans le sol peut rendre instables les excavations et avoir un impact sur le coût des excavations		La section de conduite se trouve en partie ou en totalité en zone inondable	Le radier de la section se trouve en-dessous du niveau de la nappe phréatique	La section de conduite ne se trouve pas en zone inondable et son radier est supérieur au niveau de la nappe phréatique
					A.5 -Coût d'intervention - Structures appartenant à un tiers	La présence d'infrastructures appartenant à un tiers nécessite des précautions lors de l'excavation pour ne pas les endommager	Il y a présence d'une conduite de gaz à haute pression à proximité de la section de conduite et ce à une distance inférieure ou égale à la profondeur du radier de la section considérée		Il y a présence de conduits d'utilité publique enfouis à proximité de la section de conduite, et ce, à une distance inférieure ou égale à la profondeur du radier de la section considérée	Il n'y a ni conduite de gaz à haute pression, ni présence de conduits d'utilité publique à proximité de la section de conduite
				A et B - Selon certaines conditions	A.6 - Coût d'intervention - Site sensible (pont, viaduc, rivière, etc.)	L'emplacement de la section de conduite sous certaines structures peut rendre difficile son accès en cas de bris et avoir un impact sur le coût de l'intervention	La section de conduite se trouve sous un pont, un cours d'eau, un milieu humide, une voie ferroviaire ou un bâtiment	La section traverse le lit d'un ancien cours d'eau ou d'un ancien site d'enfouissement	La section de conduite se trouve sous un viaduc	La section n'est pas sous l'une des structures mentionnées

TABLEAU X NIVEAU DE SÉVÉRITÉ DES DIVERSES CONSÉQUENCES ASSOCIÉS À L'EFFONDREMENT D'UNE SECTION D'ÉGOUT

TYPE DE BIEN-ÊTRE	OBJECTIF	ÉLÉMENT CONSIDÉRÉ	PRIORITÉ (échelle 1 à 10) (10 étant le plus élevé)	NIVEAU HIÉRARCHIQUE (après analyse)	VOLET		NIVEAU DE SÉVÉRITÉ			
					Identification	Description	Catastrophique = 10	Critique = 7	Modéré = 4	Négligeable = 1
ÉCONOMIQUE				B - Selon certaines conditions	A.7 - Coût d'intervention - Diamètre	Le diamètre de la conduite a un impact sur son coût d'achat, ce qui se reflète sur le coût de l'intervention	La superficie d'écoulement est supérieure ou égale à 3,46 m.ca. (équivalent à un diamètre de 2 100 mm et plus) pour les sections de conduites d'égout pluvial ou combiné et supérieures ou égales à 0,28 m.ca. (équivalent à un diamètre de 600 mm)	La superficie d'écoulement de la conduite d'égout pluvial ou combiné est supérieure ou égale à 1,13 m.ca. (équivalent à un diamètre de 1 200 mm) mais inférieure à 3,46 m.ca. (équivalent à un diamètre de 2 100 mm). Dans le cas des conduites d'égout sanitaire la superficie d'écoulement de la conduite est supérieure ou égale à 0,16 m.ca. (équivalent à diamètre de 450 mm) mais inférieure à 0,28 m.ca. (équivalent à un diamètre de 600 mm)	La superficie d'écoulement de la conduite est supérieure ou égale à 0,64 m.ca. (équivalent à une diamètre de 900 mm) mais inférieure à 1,13 m.ca (équivalent à un diamètre de 1 200 mm) dans le cas des sections de conduite d'égout pluvial ou combiné. Dans le cas des sections de conduite d'égout sanitaire la superficie d'écoulement est supérieure ou égale à 0,07 m.ca. (équivalent à un diamètre de 300 mm) mais inférieure à 0,16 m.ca. (équivalent à un diamètre de 450 mm)	La superficie de la conduite est inférieure à 0,64 m.ca. (équivalent à un diamètre de 900 mm) pour les sections de conduite d'égout pluvial et combiné et inférieure à 0,07 m.ca. (équivalent à un diamètre de 300 mm)
				B - Selon certaines conditions	A.8 - Coût d'intervention - Type de matériau	Les conduites en tôle ondulée galvanisée seront normalement remplacées en entier advenant leur effondrement partiel		La section de conduite est en tôle ondulée galvanisée		La section de conduite est en un autre matériau
	B) Le service ne doit pas causer de dommages à un tiers	Dommage à un tiers	6	A	B.1 - Dommage à un tiers - Présence de structures appartenant à un tiers	L'effondrement d'une section de conduite d'égout peut provoquer des dommages aux infrastructures adjacentes d'un tiers. Selon l'importance de ces structures les impacts peuvent être sévères sur son service et sur les coûts de réfection	Un gazoduc principal, des conduites de hautes tension ou de télécommunication critiques se trouvent à une distance horizontale de la section inférieure ou égale à la profondeur du radier de la section considérée			Il n'y a aucune infrastructure mentionnée, à une distance horizontale de la section inférieure ou égale à la profondeur du radier de la section étudiée
	C) Le service doit permettre de recevoir le drainage prévu, sans créer de refoulement, le tout selon les niveaux de service établis				C.1 - Dommage à un tiers - Réclamation pour refoulement	L'effondrement d'une section de conduite peut provoquer des refoulements et des dommages aux propriétés riveraines	Ce volet n'a pas été traité - Il a été considéré trop subjectif, difficile à traiter et non discriminant			
	D) La gestion du service doit être faite de manière à éviter les arrêts d'opération de nos clients			A	D.1 - Dommage à un tiers - Perte de revenu particulière	L'arrêt du service peut provoquer le non respect de certaines ententes avec des clients particuliers, ce qui peut avoir un impact monétaire significatif pour cet usager	L'effondrement de cette section de conduite aura comme impact le non respect de l'entente de service			L'effondrement de cette section de conduite n'aura aucun impact pour nos clients particuliers
				A - Voie numérotée	D.2 - Dommage à un tiers - Entrave à la circulation	L'effondrement de la section de conduite peut causer des dommages à une voie de circulation appartenant à un tiers	La section se trouve en totalité ou en partie sous une route numérotée ou les voies y donnant accès			La section de conduite se trouve sous une autre type de voie de circulation
	E) Le service doit être maintenu de tel sorte à ne pas perturber l'activité économique			A	E.1 - Dommage à un tiers - Perte de revenu générale	Lors d'un bris, la section de conduite peut perturber les activités économiques	La section se trouve en totalité ou en partie dans une zone commerciale, industrielle, institutionnelle dense ou touristique	La section se trouve en totalité ou en partie dans une zone commerciale, industrielle ou institutionnelle légère		La section se trouve en totalité dans un quartier non identifié

TABLEAU X NIVEAU DE SÉVÉRITÉ DES DIVERSES CONSÉQUENCES ASSOCIÉS À L'EFFONDREMENT D'UNE SECTION D'ÉGOUT

TYPE DE BIEN-ÊTRE	OBJECTIF	ÉLÉMENT CONSIDÉRÉ	PRIORITÉ (échelle 1 à 10) (10 étant le plus élevé)	NIVEAU HIÉRARCHIQUE (après analyse)	VOLET		NIVEAU DE SÉVÉRITÉ			
					Identification	Description	Catastrophique = 10	Critique = 7	Modéré = 4	Négligeable = 1
CULTUREL	F) Le service ne doit pas mettre en péril les lieux patrimoniaux	Maintien des services à la population	5		F.1 - Maintien des service à la population- Lieux patrimoniaux	L'effondrement d'une section de conduite dans ces secteurs peut compromettre les activités culturelles de la Ville			La section de conduite dessert directement un site identifié "patrimoine"	La section de conduite ne dessert pas un site identifié "patrimoine"
	G) Le service ne doit pas mettre en péril les lieux culturels (site d'événement, bibliothèque, théâtre, etc.)			A et B - Selon certaines conditions	G.1 - Maintien des services à la population - Lieux de culture	L'effondrement d'une section de conduite dans ces secteurs peut compromettre les activités culturelles de la Ville incluant la tenue d'événement culturel de masse et les activités sportives de grande envergure	La section de conduite se trouve à desservir directement un aréna, un stade ou un lieu permettant la tenue de spectacle de grande envergure ou de représentation au public ou se situe en totalité ou en partie sur un site servant à la tenue d'événement extérieur de masse	La section de conduite dessert directement un lieu permettant la tenue d'événement culturel d'envergure moyenne tel que théâtre, musée, casino, etc.	La section de conduite dessert directement un lieu culturel public tel que bibliothèque, etc.	La section de conduite ne dessert pas un type de lieu identifié précédemment
ENVIRONNEMENTAL	H) La gestion du service doit être réalisée de manière à empêcher toute contamination environnementale	Dompage environnementaux	10	A	H.1- Dommage environnementaux - Rejet nécessaire au milieu récepteur en cas d'arrêt		Advenant l'effondrement de la section de conduite, les effluents doivent être dirigés vers le milieu récepteur			Advenant la rupture de la section de conduite, les effluents pourront facilement être redirigés vers une section d'égout en aval
SOCIAL	I) Le service doit être fourni de manière à ne pas mettre en péril les opérations des établissements prodiguant des soins de santé	Santé et sécurité	10	A - Hôpitaux, CHSLD, Centre d'hébergement B - CLSC	I.1 - Santé et sécurité - Établissement de santé	Un effondrement de la section de conduite peut nuire ou interrompre temporairement l'évacuation des eaux usées d'un centre prodiguant des soins de santé	La section de conduite d'égout dessert directement un centre hospitalier (hôpitaux, CHSLD, centre d'hébergement)	La section de conduite dessert un établissement prodiguant des soins de santé sans que celui-ci soit un centre hospitalier (CLSC)		La section de conduite ne répond pas aux critères définis
	J) La gestion des infrastructures d'égouts doit être faite de telle façon qu'elle permette de prévenir les défaillances qui pourraient mettre en péril la sécurité civile et les infrastructures de support à la vie			A et B - Selon les conditions	J.1 - Santé et sécurité - Diamètre	Considérant que la profondeur de la section de conduite est souvent inconnue, l'utilisation du diamètre donne une indication relative de la profondeur de la section de conduite. Ainsi, plus la section de conduite est profonde, plus les risques de blessures augmentent si un effondrement survient	La superficie d'écoulement est supérieure ou égale à 3,46 m.ca. (équivalent à un diamètre de 2 100 mm et plus) pour les sections de conduite d'égout pluvial ou combinée et supérieure ou égale à 0,28 m.ca. (équivalent à un diamètre de 600 mm)	La superficie d'écoulement de la conduite d'égout pluvial ou combiné est supérieure ou égale à 1,13 m.ca. (équivalent à un diamètre de 1 200 mm) mais inférieure à 3,46 m.ca. (équivalent à un diamètre de 2 100 mm). Dans le cas des conduites d'égout sanitaire la superficie d'écoulement de la conduite est supérieure ou égale à 0,16 m.ca. (équivalent à diamètre de 450 mm) mais inférieure à 0,28 m.ca. (équivalent à un diamètre de 600 mm)	La superficie d'écoulement de la conduite est supérieure ou égale à 0,64 m.ca. (équivalent à une diamètre de 900 mm) mais inférieure à 1,13 m.ca (équivalent à un diamètre de 1 200 mm) dans la cas des sections de conduite d'égout pluvial ou combiné. Dans le cas des sections de conduite d'égout sanitaire la superficie d'écoulement est supérieure ou égale à 0,07 m.ca. (équivalent à un diamètre de 300 mm) mais inférieure à 0,16 m.ca. (équivalent à un diamètre de 450 mm)	La superficie de la conduite est inférieure à 0,64 m.ca. (équivalent à un diamètre de 900 mm) pour les sections de conduite d'égout pluvial et combiné et inférieure à 0,07 m.ca. (équivalent à un diamètre de 300 mm)

TABLEAU X NIVEAU DE SÉVÉRITÉ DES DIVERSES CONSÉQUENCES ASSOCIÉS À L'EFFONDREMENT D'UNE SECTION D'ÉGOUT

TYPE DE BIEN-ÊTRE	OBJECTIF	ÉLÉMENT CONSIDÉRÉ	PRIORITÉ (échelle 1 à 10) (10 étant le plus élevé)	NIVEAU HIÉRARCHIQUE (après analyse)	VOLET		NIVEAU DE SÉVÉRITÉ			
					Identification	Description	Catastrophique = 10	Critique = 7	Modéré = 4	Négligeable = 1
SOCIAL				A	J.2 - Santé et sécurité - Accès véhicules d'urgence	Tout véhicule d'urgence doit être en mesure de quitter son point d'attache en tout temps, l'effondrement d'une section de conduite peut donc mettre en péril ce volet	Un effondrement de cette section aura pour effet direct d'empêcher les véhicules d'urgence (polices, pompiers, ambulances) de quitter pour une intervention ou aux ambulances d'accéder à l'urgence d'un centre hospitalier			La section de conduite ne répond pas aux critères définis
				A	J.3- Santé et sécurité - L'égout ne respecte pas les distances requises avec la conduite d'eau potable	L'effondrement de l'égout pourrait mettre en péril la section de conduite d'eau potable et la sécurité des citoyens	La section de conduite d'égout ne respecte pas les normes environnementales quant à la distance minimale requise avec les conduites d'eau potable			La section de conduite respecte les normes environnementales à l'égard de la distance à maintenir avec les conduites d'eau potable
				A	J.4 - Santé et sécurité - Structures confinées	Lors d'un effondrement, si la section permet d'évacuer les eaux pluviales d'une structure confinée, la sécurité des usagers est compromise	Toute section permettant d'évacuer directement l'eau des galeries souterraines ou de toute infrastructure de transport confinée dont l'eau ne pourrait autrement être évacuée (tunnel, autoroute tel que Décarie, etc.) advenant un effondrement			La section de conduite ne répond pas aux critères définis
				A	J.5 - Santé et sécurité - Contamination d'eau souterraine pouvant être puisée pour consommation	Advenant le cas que les effluents seraient filtrés pas le sol en cas d'exfiltration, ils pourraient contaminer une nappe d'eau souterraine destinée à la consommation humaine	La section d'égout traverse une source d'eau puisée pour la consommation humaine			La section de conduite d'égout ne traverse pas une source d'eau souterraine servant à la consommation humaine
	K) La gestion du service doit permettre de maintenir l'image corporative de l'organisme	Image corporative	N/A		K.1 - Image corporative - Impact médiatique	Certains événements peuvent avoir un impact négatif sur l'image de la Ville	Ce volet n'a pas été traité - Il a été considéré trop subjectif et difficile à traiter.			
	L) La gestion du service doit être réalisée de manière à permettre la réduction des entraves à la voie publique	Maintien des niveaux de service	8	A et B - Selon certaines conditions	L.1 - Maintien des niveaux de service - Entrave aux voies de circulation	L'effondrement de la section de conduite peut causer des restrictions au niveau de la circulation et avoir un impact significatif sur le niveau de service maintenu	La section se trouve en totalité ou en partie sous une route numérotée ou les voies y donnant accès	La section se trouve en totalité ou en partie sous une rue identifiée "Artérielle"	La section se trouve en totalité ou en partie sur une rue identifié "Collectrice"	La section se trouve en totalité ou en partie sous une route identifiée "Locale" ou sous une surface hors chaussée
	M) Le service doit être fourni en continu à l'exception d'interventions qui requièrent la cessation temporaire			B - Selon certaines conditions	M.1 - Maintien des niveaux de service - Disponibilité des matériaux	Certains matériaux ne sont pas maintenus en inventaire ou sont fabriqués sur demande, ce qui aura pour effet d'augmenter le délai d'intervention en cas d'effondrement	Toutes sections de conduite en TTOG ou dont la fabrication est réalisée sur demande (A DÉFINIR)	Toute section de conduite dont les pièces ne sont pas tenues en inventaire (A DÉFINIR)		La section de conduite ne répond pas aux critères définis

ANNEXE B

Procédure pour la catégorisation fine

Procédure pour la catégorisation fine

Une fois la hiérarchie établie, cette seconde étape permettra de considérer la combinaison des conditions particulières sur chacun des sites. Comme indiqué à la section 5.6.1 du rapport, seulement les tronçons dont la catégorie de base est « B » ou « C » seront retenus et analysés pour cette seconde phase.

De plus, étant donné que la hiérarchisation s'appuie sur les conséquences d'un bris et que la stratégie vise à réduire voire à éliminer les événements catastrophiques dont les conséquences engendrent des impacts économiques et sociaux importants, seuls les tronçons d'eau potable et d'égouts qui se trouvent sous une rue dont la classe est « artère » ou « collectrice » seront considérés pour la hiérarchisation fine. Ceci s'explique d'une part, par le fait que les sections de conduite sous une rue de classe « autoroute » sont d'emblée de catégorie A, donc déjà identifiées sensibles et d'autre part, par le volume de circulation que l'on peut retrouver sur les types de voies ciblées.

Ainsi, nous exposons, dans les prochains paragraphes, la méthodologie développée par le comité pour effectuer la hiérarchisation fine.

Pour effectuer la hiérarchisation fine, l'on doit se référer aux tableaux joints à l'annexe A « niveaux de sévérité des diverses conséquences associées à l'effondrement d'une section d'égout » et au tableau joint à la fin de la présente annexe.

- 1) La première étape consiste, et ce, pour chacun des tronçons sous une rue dont la hiérarchie est artérielle ou collectrice, à déterminer le niveau de sévérité de l'événement considéré pour chacun des volets préalablement définis.
- 2) Par la suite, pour chaque élément considéré (coût d'intervention, dommage à un tiers, etc.), on additionne le pointage associé aux volets qui la compose et on divise ce pointage par le nombre total de volets. Dans le cas de l'élément « coût d'intervention », on diviserait le pointage total par 8.
- 3) Une fois cette étape complétée pour chacun des éléments, on multiplie le pointage moyen par le niveau de priorité associé. Ce niveau de priorité varie entre 1 et 10 (10 étant le niveau supérieur). Plus d'un élément peut avoir le même niveau de priorité. Ces niveaux de priorité reflètent les orientations de la Ville. Les niveaux de priorités établis par Gatineau à l'égard de l'égout sont montrés dans le tableau de l'annexe A.

- 4) Par la suite, on additionne l'ensemble des produits obtenus que l'on divise par la somme des priorités. Dans le cas de Gatineau, le résultat de cette somme est 47.
- 5) Finalement, on compare ce résultat aux limites définies ci-dessous afin de savoir si le tronçon considéré doit changer de catégorie en raison du contexte particulier sur ce site. Les limites ci-dessous sont celles définies par Gatineau.
 - a) Si le pointage obtenu est supérieur à 1,92, la section doit être considérée dans la catégorie « A »
 - b) Si le pointage obtenu est supérieur à 1,55, mais inférieur ou égal à 1,92, la section de conduite doit être considérée dans la catégorie « B »
 - c) Si le pointage obtenu est inférieur ou égal à 1,55, la section de conduite doit être considérée dans la catégorie « C »

Il est important que le lecteur comprenne bien que ces limites sont le reflet de la vision des gestionnaires de la Ville de Gatineau. De ce fait, une autre administration pourrait arriver à une solution différente sans pour autant que le résultat final soit erroné.

Exemple d'application

Une conduite d'égout pluvial de 900 mm de diamètre se trouve sous une collectrice dans une zone inondable. Son radier est à 3,5 m de la surface et elle a été construite dans l'argile. Selon la hiérarchie de base, cette conduite a un niveau hiérarchique « C ». Le tableau B1 montre le pointage associé à chacun des volets et la somme par élément considéré. Le tableau B2 montre un exemple de calcul pour établir la hiérarchie finale de la section de conduite.

Cette exemple montre que selon les barèmes de Gatineau, cette section de conduite devrait se retrouver dans la catégorie « B » et non dans la catégorie « C ».

Éléments											
Coût d'intervention (A)		Domage à un tiers (B,C,D,E)		Maintien des services publics (F,G)		Dommages environnementaux (H)		Santé et sécurité (I,J)		Maintien des niveaux de service (L,M)	
Volet	Pointage	Volet	Pointage	Volet	Pointage	Volet	Pointage	Volet	Pointage	Volet	Pointage
A.1	1	B.1	1	F.1	1	H.1	1	I.1	1	L.1	4
A.2	4	D.1	1	G.1	1			J.1	4	M.1	1
A.3	1	D.2	1					J.2	1		
A.4	7	E.1	1					J.3	1		
A.5	1							J.4	1		
A.6	1							J.5	1		
A.7	4										
A.8	1										
	20		4		2		1		9		5

Tableau n° B1 : Exemple d'application de la catégorisation fine

Éléments																	
Coût d'intervention (A)			Dommages à un tiers (B, C,D,E)			Maintien des services publics (F, G)			Dommages environnementaux (H)			Santé et sécurité (I, J)			Maintien des niveaux de service (L,M)		
Nbre de Volets	Pointage	Moyenne	Nbre de Volets	Pointage	Moyenne	Nbre de Volets	Pointage	Moyenne	Nbre de Volets	Pointage	Moyenne	Nbre de Volets	Pointage	Moyenne	Nbre de Volets	Pointage	Moyenne
8	20	2,5	4	4	1	2	2	1	1	1	1	6	9	1,5	2	5	2,5

Éléments	Moyenne	Priorité	TOTAL
Coût d'intervention (A)	2,5	8	20
Dommages à un tiers (B, C,D,E)	1	6	6
Maintien des services publics (F, G)	1	5	5
Dommages environnementaux (H)	1	10	10
Santé et sécurité (I, J)	1,5	10	15
Maintien des niveaux de service (L,M)	2,5	8	20
TOTAL			76

Total des priorités = 8 +6 +5 +10 +10 +8=47

Pointage = 76/47 = 1.61

Considérant le pointage et selon les limites établies, la section de conduite doit être considérée dans la catégorie « B ».

Tableau n° B2 – Exemple de calcul pour définir la hiérarchie fine