

A close-up photograph of a heavily rusted and corroded hydraulic valve. The valve is made of metal, likely steel, and is covered in a thick layer of brown and orange rust. Several blue-painted bolts are visible on the valve's surface. A stream of water is spraying from a small opening in the valve, creating a misty spray. The background is a blurred concrete structure, possibly part of a dam or bridge, with a large concrete pillar visible on the left. The overall scene suggests a state of significant wear and tear in an industrial or infrastructure setting.

# COÛTS CACHÉS :

Impact environnemental découlant  
d'infrastructures hydrauliques vieillissantes



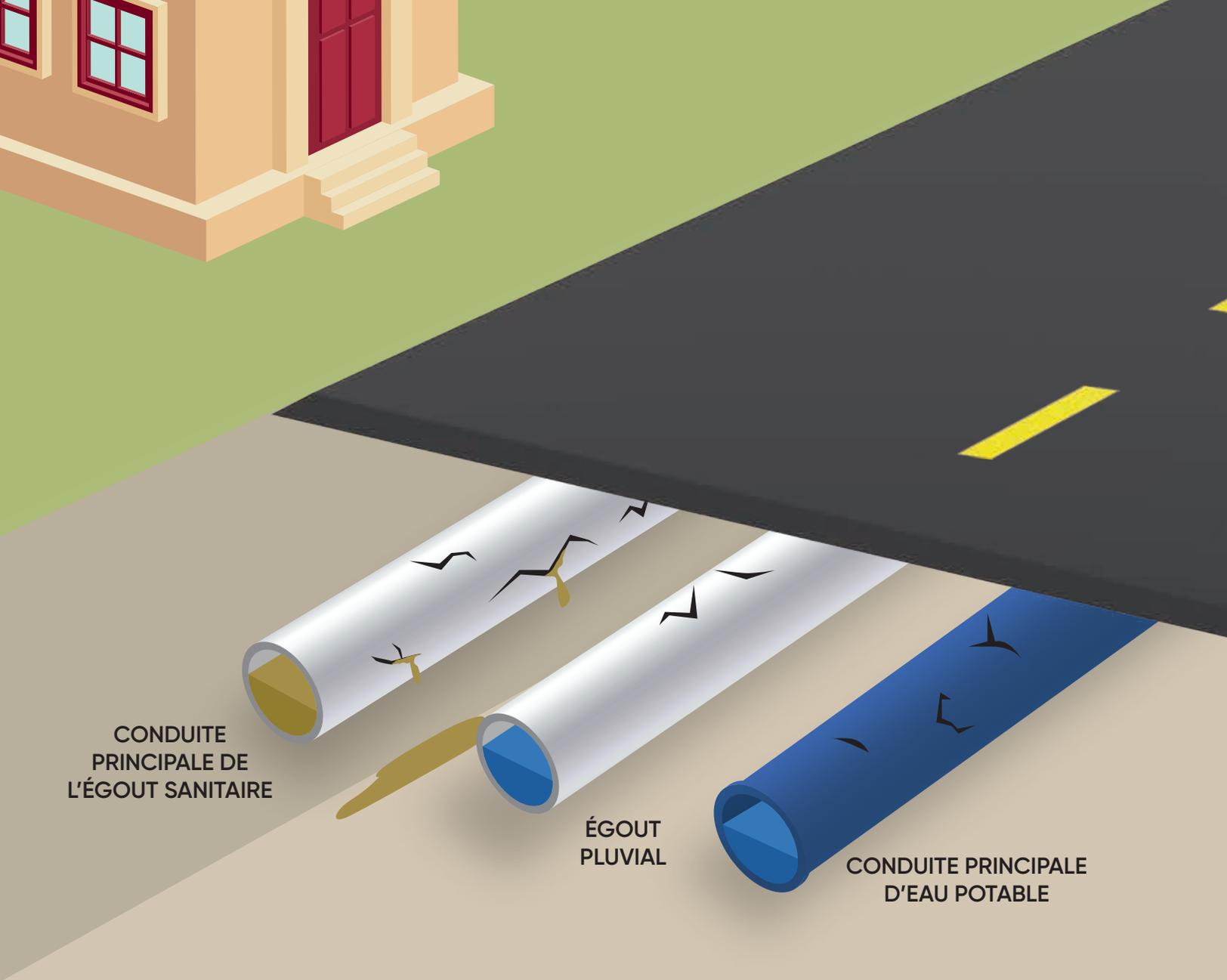
# TABLE DES MATIÈRES

3	Sommaire
4	Ruptures invisibles : État actuel des infrastructures hydrauliques
6	Coûts environnementaux des conditions actuelles
10	Infrastructures hydrauliques durables
12	Références
13	Glossaire

# Sommaire

En Amérique du Nord, les systèmes d'adduction d'eau et d'égout se détériorent rapidement – une détérioration qui entraîne non seulement des interruptions de service et des préoccupations quant à la qualité de l'eau, mais également d'importants dégâts environnementaux. Les taux élevés de fuites et de ruptures, la réduction de l'efficacité du pompage et l'infiltration des eaux souterraines et des eaux pluviales contribuent non seulement à une utilisation excessive et au gaspillage de nos ressources naturelles, mais également à l'augmentation de la pollution causée par les traitements chimiques et les émissions de gaz à effet de serre. Ces cas de détérioration croissants sont la résultante d'un même problème de conception : l'utilisation de matériaux sujets à la corrosion au sein d'environnements hautement corrosifs. Cet article présente un aperçu de la condition actuelle des infrastructures hydrauliques aux États-Unis et au Canada, ainsi que des dommages environnementaux résultant de leurs ruptures. Et la conclusion propose quatre principes pouvant servir à guider le développement d'infrastructures hydrauliques durables : la durabilité, l'étanchéité, l'ingéniosité et la transparence.





## Ruptures invisibles : État actuel des infrastructures hydrauliques

Environ 6 millions de kilomètres de tuyaux d'aqueduc et d'égout circulent dans l'espace sous-terrain des villes et villages des États-Unis et du Canada. Leur mission? Fournir de l'eau potable et éliminer les déchets de façon sécuritaire. Et bien qu'on ne les voie pas, ils font bel et bien partie des services essentiels à la santé humaine. Alors que des centaines de millions de personnes dépendent de ces systèmes de canalisation, elles ne peuvent ni voir comment ils fonctionnent ni savoir quels sont les coûts cachés découlant de leur détérioration.

## Quelle différence cela ferait-il si les tuyaux d'aqueduc et d'égout étaient placés à l'air libre, à la vue de tous?

Les gens en Amérique du Nord seraient-ils satisfaits d'apprendre que 15 % de l'eau potable est gaspillée en raison de fuites (soit plus de 23 milliards de litres d'eau potable par jour)? Seraient-ils à l'aise avec l'idée que les tuyaux d'égout sont tellement perméables que les eaux souterraines et pluviales s'y infiltrent, causant fréquemment des débordements dans les systèmes de sorte que des résidus non traités se déversent dans les cours d'eau? Et s'ils étaient témoins de la croissance rapide de la corrosion sur les tuyaux en métal et en béton datant de plusieurs décennies? Souhaiteraient-ils que des mesures préventives soient prises afin d'empêcher que se produise chacune des 300 000 ruptures (et plus) annuellement sur les conduites d'eau principales?

Il se trouve qu'en fait, la population appuie déjà largement la modernisation des infrastructures hydrauliques. Un sondage réalisé en 2020 auprès des électeurs américains indique que 84 % d'entre eux sont favorables à une hausse des investissements publics dans les infrastructures hydrauliques – et il s'agit ici d'un soutien bipartisan. Les dépenses sont toutefois depuis toujours bien inférieures aux besoins, avec des dépenses en capital pour l'année 2019 n'équivalant qu'à environ un tiers des 129 milliards de dollars nécessaires pour maintenir le système en bon état. En 2021, l'American Society of Mechanical Engineers a attribué la note C- au réseau d'eau potable des États-Unis, et les notes D+ et D à ses réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales. Au Canada, les conditions des conduites d'eau principales varient considérablement, avec moins de la moitié qui sont en bon état; Montréal perd notamment un tiers de son eau en raison de ruptures et de fuites, et les communautés des Premières Nations sont depuis toujours confrontées à une eau de très piètre qualité.

Pour rehausser la barre et offrir au public le rendement auquel il s'attend, l'industrie de l'eau se doit de faire preuve d'une plus grande transparence. Les gens méritent de connaître l'état et la qualité du fonctionnement de ces systèmes essentiels. Ils doivent également être informés des répercussions plus larges que peuvent entraîner des défaillances du système. Et bien que les coûts financiers et les interruptions de service aient fait l'objet de nombreuses discussions, l'aspect des dommages environnementaux causés par le vieillissement de ces infrastructures hydrauliques a été largement négligé.

### BULLETIN DE NOTES DES SYSTÈMES HYDRAULIQUES AUX ÉTATS-UNIS



Eaux usées

**C-**



Eaux usées

**D+**



Eaux pluviales

**D**



## Coûts environnementaux des conditions actuelles

L'impact environnemental de la détérioration des réseaux de distribution d'eau revêt plusieurs formes : l'augmentation collective des émissions de gaz à effet de serre, la déstabilisation des écosystèmes et l'aggravation des défis de gestion de l'eau liés au climat, notamment les pénuries d'eau dans certaines régions et les problèmes d'inondation dans d'autres. Les infrastructures hydrauliques sont actuellement responsables de 5 % de l'ensemble des émissions de carbone aux États-Unis; et la proportion est bien plus élevée dans certaines villes nord-américaines, comme à Toronto, où 30 % des émissions de gaz à effet de serre sont imputables aux réseaux de distribution d'eau et d'assainissement. Parmi les principaux facteurs contribuant aux dommages environnementaux, tous liés à la corrosion des tuyaux en métal et en béton, on retrouve les fuites d'eau potable, les ruptures de conduites d'eau principale, l'augmentation du frottement, l'intrusion dans les réseaux d'égouts et les matériaux non durables dont sont composés les tuyaux.



## Fuite d'eau potable

L'impact environnemental des fuites de conduites d'eau potable commence par le gaspillage d'une eau qui n'arrivera jamais à destination. À Toronto seulement, la quantité d'eau perdue en raison des fuites permettrait de remplir 41 piscines olympiques par jour. En plus de perturber les écosystèmes avec une fuite d'eau excessive, le traitement et le pompage de l'eau dans des canalisations qui fuient entraînent une augmentation non seulement des coûts énergétiques, mais également des émissions de gaz à effet de serre. La relation non linéaire qui existe entre les fuites et l'inefficacité énergétique signifie que l'augmentation des fuites entraîne une hausse encore plus importante des coûts énergétiques liés au pompage; la demande accrue d'énergie due aux fuites est généralement de 30 % à 80 % supérieure au pourcentage des fuites d'eau. Cette estimation indique que les 15 % d'eau perdue en raison des fuites entraînent une augmentation de 19,5 % à 27 % des émissions de gaz à effet de serre causées par le pompage.

### AMPLEUR DES PERTES D'EAU



**15 000**

piscines olympiques pourraient être remplies chaque année à Toronto avec toute l'eau perdue en raison des fuites

Les fuites dispersent également l'eau dans l'environnement souterrain des villes et villages, ce qui accélère l'érosion. En plus des dommages écologiques, ces écoulements dans le sol peuvent sérieusement endommager les infrastructures et causer, par exemple, des trous sans fond et des effondrements de ponceaux. Notons aussi que les réparations faites aux routes et aux autres infrastructures se traduisent par des coûts environnementaux, notamment en raison de la pollution atmosphérique engendrée par l'équipement diesel.

## Ruptures des conduites d'eau principales

Les ruptures de conduites d'eau principales, lors desquelles un tuyau principal d'adduction d'eau se fend en deux, nécessitent des réparations encore plus importantes et à forte intensité carbonique. Aux États-Unis, 45 % des villes connaissent plus de 50 ruptures de conduites d'eau principales par année. Vancouver a pour sa part connu en moyenne 71 bris par année depuis les 10 dernières années, et certains quartiers de Montréal ont connu plus de 100 bris par année. Ces ruptures catastrophiques, qui sont deux fois plus fréquentes dans les petits services publics, peuvent nécessiter des jours de réparations et causer d'importants dégâts dus aux inondations. En Amérique du Nord, les taux de rupture des tuyaux en fonte et en amiante-ciment ont augmenté de 40 % en six ans, intensifiant davantage tant le gaspillage de l'eau que les émissions de gaz à effet de serre. Les ruptures de tuyaux représentent également une sérieuse menace en raison de la possible contamination de l'eau par des agents pathogènes, risquant de provoquer des éclosions de maladies et des troubles gastro-intestinaux au sein de la population.

### RUPTURES DES CONDUITES D'EAU PRINCIPALES

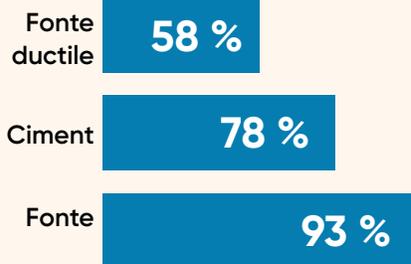
Plus de **50** dans 45 % des villes aux É.-U.



moyenne de **71** au cours des 10 dernières années à Vancouver

**+100** à Montréal

## AUGMENTATION DES TAUX DE RUPTURES



De 2 à 9 fois

plus d'énergie requise pour produire un tuyau en fonte ductile qu'un tuyau en PVC



6 fois

le volume de dioxines émises à partir du matériau de base des tuyaux en fonte ductile



8 fois

plus facile de recycler des matériaux en PVC que des matériaux en métal

## Augmentation du frottement

Non seulement la corrosion à l'extérieur des tuyaux en métal et en béton provoque des fuites et des ruptures, mais la corrosion à l'intérieur de ces tuyaux augmente le frottement, ce qui ralentit l'écoulement de l'eau. Pour contrer cette force, le pompage requiert une quantité d'énergie accrue, augmentant davantage les émissions de gaz à effet de serre. Ces problèmes de corrosion posent également de nouveaux défis de contamination, puisque les traitements chimiques utilisés pour empêcher la corrosion (les phosphates) interfèrent avec les traitements visant à contrôler les contaminants. La consommation de l'eau potable devient donc moins sûre, et de plus grandes quantités de produits chimiques fabriqués sont introduites dans l'environnement; des produits qui contribuent aux problèmes écologiques, notamment la prolifération d'algues productrices de toxines.

## Intrusion dans les réseaux d'égouts

La perméabilité des systèmes d'assainissement est à ce point monnaie courante que les systèmes sont évalués en fonction de l'écoulement par temps sec (eaux usées réelles) et par temps de pluie, au cours duquel le volume d'eau qui parcourt les tuyaux d'égout est généralement multiplié par quatre ou par cinq. Cela signifie que par temps de pluie, la plus grande partie du traitement des eaux usées – ainsi que des coûts énergétiques et des produits chimiques connexes – est effectuée inutilement sur l'eau de pluie. En outre, l'eau potable traitée qui s'échappe des conduites d'eau risque ensuite de s'infiltrer dans les tuyaux d'égout sous forme d'eau souterraine, faisant subir inutilement à cette même eau deux cycles de traitement, et ce, sans jamais se rendre à un client.

Des crises de contamination surviennent lorsque de violentes tempêtes ou la fonte des neiges submergent les réseaux d'assainissement, entraînant le déversement d'eaux usées non traitées dans les cours d'eau. Il s'agit d'un problème particulièrement grave pour des centaines de villes plus vieilles dans lesquelles les réseaux d'eaux usées et d'eaux pluviales sont combinés. La grande quantité d'eau d'égout brute déversée dans l'environnement lors de débordements des eaux risque alors de compromettre les écosystèmes, en plus de menacer l'approvisionnement en eau potable et de dévaster les aires de loisirs. Au Canada, près de 900 milliards de litres d'eau d'égout brute ont été déversés dans les cours d'eau entre 2013 et 2018, et ce volume ne fait qu'augmenter.

## Matériaux de canalisation non durables

Les taux élevés de fuites et de ruptures, le frottement accru et l'intrusion sont tous le résultat de matériaux de tuyauterie inadaptés aux environnements corrosifs. Environ 75 % des réseaux de distribution d'eau en Amérique du Nord parcourent des sols corrosifs. Or, dans de tels environnements, les taux de rupture des tuyaux en fonte se voient multipliés par 20, sans compter que les tuyaux en fonte ductile doivent être remplacés après seulement 11 ans. Les tuyaux d'eau en métal et en béton subissent une corrosion interne dans des conditions courantes, notamment lorsque le pH est faible, que la teneur en oxygène est élevée et qu'il y a présence de solides dissous et non dissous. Dans les réseaux d'assainissement, en plus de la corrosion externe causée par le sol et les eaux souterraines, le sulfure d'hydrogène produit par les eaux usées est oxydé en un acide sulfurique extrêmement corrosif qui détruit de l'intérieur les tuyaux en métal, en béton, et ceux revêtus de ciment.



Par ailleurs, l'utilisation de tuyaux résistants à la corrosion procure des avantages prévisibles. Les tuyaux en PVC sont ceux qui présentent les taux de rupture les plus bas de tous les matériaux de canalisation – des taux de 58 % inférieurs à ceux de la fonte ductile, de 78 % inférieurs à ceux de l'amiante-ciment et de 93 % inférieurs à ceux de la fonte. Sans compter que les taux de rupture des tuyaux en PVC diminuent avec le temps, contrairement à ceux des tuyaux en fonte et en béton. Les tuyaux en PVC sont également résistants à l'acide sulfurique que l'on retrouve dans les réseaux d'égouts, et l'énergie de pompage nécessaire pour acheminer l'eau dans des tuyaux d'eau en PVC est de loin inférieure à celle utilisée par des tuyaux sujets à la corrosion interne. La ville de Calgary fournit un exemple illustratif : en comparant des longueurs similaires de conduites principales de distribution d'eau, les gestionnaires de l'eau ont constaté que les dépenses en immobilisations et les frais de fonctionnement pour les parties métalliques de l'infrastructure hydraulique de la ville étaient de plus de 300 fois supérieurs à ceux de la partie faite de PVC.

Outre ces considérations relatives aux coûts, à la durabilité et à l'efficacité, le choix du matériau de tuyau a une incidence sur l'environnement en raison des ressources nécessaires à sa production, à son transport et à son installation. L'« énergie intrinsèque » du berceau à la porte nécessaire pour produire un tuyau en fonte ductile est de deux à neuf fois plus élevée que celle requise pour un tuyau de taille équivalente en PVC. La production de matériaux de base pour les tuyaux

en fonte ductile émet un volume de dioxines six fois supérieur à celui émis pour produire la résine de PVC. Sans compter que le PVC se recycle facilement jusqu'à huit fois grâce au broyage, alors que le recyclage des métaux est un processus énergivore qui produit des émissions toxiques telles que le plomb et le mercure. Et puisque le PVC est plus léger, les émissions associées au transport et à l'installation des tuyaux en PVC sont nettement inférieures à celles associées aux tuyaux en béton et en fonte ductile.

Si l'on tient compte de l'ensemble des exigences en matière d'énergie sur une période de 100 ans, l'empreinte carbone des tuyaux en fonte ductile est de deux à huit fois supérieure à celle du PVC, en fonction de la taille du tuyau et de son utilisation. Ainsi, en plus d'augmenter les taux de ruptures, l'utilisation continue de matériaux non durables intensifie le stress environnemental associé aux changements climatiques.



## Infrastructure hydraulique durable

L'impact sur l'environnement ne fera que s'intensifier dans l'avenir si nous continuons d'utiliser des matériaux qui ne conviennent pas à la tâche. Alors que les ruptures des tuyaux et les inefficacités du réseau font accroître les émissions de gaz à effet de serre contribuant aux changements climatiques, les infrastructures hydrauliques en détérioration sont de plus en plus vulnérables aux conséquences de ces changements, notamment aux tempêtes plus violentes et plus fréquentes, ce qui, dans les régions arides, contribue à aggraver les problèmes de pénurie d'eau.

## Les solutions durables doivent favoriser :



### La durabilité

Par définition, la durabilité concerne l'adoption de solutions qui perdurent. Des tuyaux faits de matériaux qui se corrodent ne répondent pas à cette exigence.



### L'ingéniosité

Les solutions les plus durables sont celles qui permettent de construire, d'entretenir et d'exploiter les infrastructures hydrauliques en émettant le moins de carbone possible.



### L'étanchéité

Les réseaux de distribution d'eau ne peuvent être perméables. Le gaspillage et les problèmes de contamination liés aux fuites et aux infiltrations sont incompatibles avec la durabilité.



### La transparence

Les données relatives au rendement du réseau de distribution d'eau doivent faire l'objet d'un suivi et être diffusées publiquement afin d'assurer la prise de responsabilité et l'amélioration continue.

La technologie qui permet de répondre à ces exigences est déjà disponible. Elle est composée de raccords, de joints et de matériaux de canalisation durables et résistants aux environnements corrosifs, de technologies de réhabilitation sans tranchée qui permettent de revêtir les tuyaux en métal et en béton existants de matériaux imperméables, et de tuyaux en PVC recyclé qui réduisent encore plus l'utilisation de ressources naturelles.

Parallèlement, les technologies de surveillance évoluent rapidement et donnent lieu à des innovations en matière d'« eau intelligente » et d'« égouts intelligents », ce qui permet de détecter les fuites et de mesurer le débit en temps réel, tout en ayant accès à des données sur la qualité de l'eau et sur l'efficacité énergétique. La mise en place de ces systèmes et le fait de rendre les données accessibles au public permettront de discuter ouvertement de ces questions essentielles et de les évaluer.

Les infrastructures hydrauliques resteront souterraines, mais elles ne doivent pas pour autant être invisibles. Les résidents de l'Amérique du Nord méritent un réseau de distribution d'eau fiable et durable dont le rendement et les incidences sont clairs et évidents. Nous disposons de la capacité technologique nécessaire. Nous pouvons construire une infrastructure hydraulique dont nous sommes fiers – une infrastructure qui achemine efficacement l'eau potable, qui élimine les eaux usées en toute sécurité et qui protège la santé à long terme du milieu naturel.

# Références

1. T. EL-DIRABY. WATER INFRASTRUCTURE IN THE 21ST CENTURY: SMART AND CLIMATE-SAVVY ASSET MANAGEMENT POLICIES, 2021.
2. S. FOLKMAN. Water main break rates in the USA and Canada: A comprehensive study, 2018.
3. D. METZ. et L. WEIGEL. Voter Support for Investments in Water Infrastructure, 2020.
4. American Society of Civil Engineers. 2021 Report Card for American's Infrastructure, 2021.
5. R. LIEMBERGER. It's the leakage, stupid! International Water Association (iwa-network.org), 2018. Consulté le 24 août 2021.
6. Sustainable Solutions Corporation. Life Cycle Assessment of PVC Water and Sewer Pipe and Comparative Sustainability Analysis of Pipe Materials, 2017.
7. European Union. Good Practices on Leakage Management, 2015.
8. S. POTICHA. Infrastructure is an Environmental Issue. National Resources Defense Council, [www.nrdc.org/experts/shelley-poticha/infrastructure-environmental-issue](http://www.nrdc.org/experts/shelley-poticha/infrastructure-environmental-issue), 2017. Consulté le 24 août 2021.
9. European Union. Good Practices on Leakage Management, 2015.
10. R. MCKENZIE. Water loss management will be critical to climate change adaptation, International Water Association, [iwa-network.org/water-loss-management-critical-climate-change-adaptation](http://iwa-network.org/water-loss-management-critical-climate-change-adaptation), 2016. Consulté le 9 septembre 2021.
11. American Water Works Association. State of the Water Industry, 2021.
12. National Resources Defense Council. Threats on tap: Widespread violations highlight need for investment in water infrastructure and protections, 2017.
13. CTV News. Almost 900 billion litres of raw sewage have been pumped into Canadian waterways since 2013. <https://www.ctvnews.ca/canada/almost-900-billion-litres-of-raw-sewage-have-been-pumped-into-canadianwaterways-since-2013-1.4830586>, 2020. Consulté le 19 octobre 2021.
14. CBC News. Montreal is trying to fix its decrepit water system. It won't be easy. <https://www.cbc.ca/news/canada/montreal/montreal-water-mains-infrastructure-problems-1.4660551>, 2018. Consulté le 1er novembre 2021.
15. CBC News. What 2 decades of data tell us about Montreal's crumbling water mains. <https://www.cbc.ca/news/canada/montreal/montreal-water-mains-infrastructure-1.4517540>, 2018. Consulté le 1er novembre 2021.
16. Statistique Canada. <https://www150.statcan.gc.ca/n1/daily-quotidien/201123/dq201123b-fra.htm>. Consulté le 9 novembre 2021.
17. City of Vancouver. Waterworks Utility Annual Report, 2020.
18. Uni-Bell. The Calgary Story, 2005.



[ipexna.com](http://ipexna.com)

