



INFRASTRUCTURES DE DISTRIBUTION DE L'EAU :
PLANIFICATION, GESTION DE LA DEMANDE ET APPROVISIONNEMENT À LONG TERME

BRYAN KARNEY, UNIVERSITÉ DE TORONTO

Publié avril 2015



Réseau
canadien
de l'eau

INFRASTRUCTURES DE DISTRIBUTION DE L'EAU : PLANIFICATION, GESTION DE LA DEMANDE ET APPROVISIONNEMENT À LONG TERME

BRYAN KARNEY, UNIVERSITÉ DE TORONTO

Publié avril 2015

CONTEXTE DE LA RECHERCHE

La plupart des infrastructures d'eau au Canada ont été construites au XXe siècle, lorsque les zones urbaines étaient en émergence, le développement économique était l'objectif principal et l'eau abondante était nécessaire à la croissance. Une pénurie d'eau était vue comme un empêchement au progrès plutôt qu'un indicateur évident des limites naturelles. Dans un tel contexte, il n'est pas surprenant de constater que certains paradigmes de conception des infrastructures en général et des infrastructures d'eau en particulier sont maintenant dépassés. Les réseaux de distribution de l'eau ont été historiquement conçus pour répondre aux demandes prévues avec une pression suffisante, selon des normes minimales et maximales. Ces normes ont été établies comme étant des mesures raisonnables contre l'intrusion de contaminants lorsque la pression est faible et pour éviter des taux élevés d'éclatement et de fuites lorsque la pression est élevée. Cependant, la variation des normes d'un pays à l'autre montre qu'il y a matière à discussion concernant les tensions entre durabilité et sécurité. Néanmoins, la révision des normes n'est jamais une tâche facile. Des attentes ont été créées, les infrastructures sont construites et de l'équipement privé a été installé en fonction de ces normes existantes. Toute modification au service fourni aux consommateurs, incluant la pression et le prix, doit tenir compte de multiples perspectives et de la vaste gamme d'opinions des parties intéressées et doit laisser suffisamment de temps pour s'y adapter.

La première définition du développement durable donnée par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement (CMED) a établi des concepts fondamentaux, comme les limites, les besoins et l'équité intergénérationnelle et intragénérationnelle. Les ressources essentielles ne devraient pas être gaspillées ou encore utilisées en fonction d'une norme presque impossible à respecter; mais en pratique, il est certainement possible de rendre « plus durables » les activités humaines qu'elles ne le sont actuellement; c'est d'ailleurs une priorité majeure. L'état de la technologie et de nos organisations sociales impose des limites à la capacité de l'environnement à répondre équitablement aux besoins actuels et futurs. Les trois piliers de la durabilité, soit l'économie, l'environnement et la société, sont abordés de façons différentes dans le cadre des outils proposés. Mais aucun de ceux-ci n'est fixe et le but global est toujours de devenir progressivement plus durable. C'est dans ce contexte que l'équipe de chercheurs a abordé son étude de la durabilité des réseaux de distribution de l'eau

La majeure source de revenus pour les services publics d'eau est la vente de l'eau. Les fonds recueillis des factures d'eau et provenant de certaines mesures incitatives et subventions propres aux infrastructures visent à couvrir des frais futurs d'immobilisation et d'exploitation qui sont incertains. Même si ces réseaux ont des cycles de vie de presque un siècle, les rapports financiers sont faits annuellement et les plans d'affaires produits aux cinq à dix ans. Malgré les coûts majeurs associés aux réinvestissements, il est inévitablement pire à long terme de reporter les réparations et les remplacements (AWWA, 2012). Pourtant de simplement optimiser les revenus actuels ne serait pas la solution la plus avantageuse à long terme. Les résultats financiers à long terme et les impacts du cycle de vie devraient devenir beaucoup plus nuancés et faits plus régulièrement, avec des mesures incitatives harmonisées aux grands objectifs de rendement d'une exploitation fiable, résiliente et durable à long terme.

D'autres indicateurs du rendement du réseau sont l'efficacité énergétique et la consommation de l'eau. On peut les comparer en fonction du secteur et du type d'utilisation du territoire. Les réseaux publics d'eau facturent habituellement leurs clients selon le secteur (c.-à-d. résidentiel, industriel, commercial et institutionnel) ou bien selon un tarif fixe pour tous les utilisateurs. Bien que les municipalités canadiennes aient accès aux données d'utilisation du territoire et données démographiques de la Société d'évaluation foncière des municipalités (SEFM) et de Statistique Canada, il arrive que l'on sache peu de choses des utilisateurs, outre leur classe de facturation. Puisque cette classification n'est pas descriptive en soi, elle ne permet pas de définir des groupes homogènes d'utilisateurs d'eau, ce qui pourrait être plus utile pour effectuer des comparaisons, analyser les tendances et cibler les efforts de conservation et de communication.

Les analyses de cycle de vie des infrastructures d'eau (Stokes et Horvath, 2011) ont indiqué que 50 % des émissions totales de gaz à effet de serre (GES) proviennent de la phase opérationnelle, à cause de l'utilisation d'énergie. Selon l'Electric Power Institute (2002), environ 80 % des coûts municipaux de traitement et de distribution de l'eau proviennent de l'électricité. Peu importe la taille du réseau, l'électricité est utilisée principalement pour pomper l'eau traitée dans le réseau de distribution, ce qui représente de 80 à 85 % de l'utilisation totale d'électricité pour les réseaux d'eau de surface. Les réseaux d'eau souterraine requièrent habituellement 30 % plus d'électricité. Les services d'eau et d'eaux usées représentent la plus importante source de consommation d'électricité des municipalités ontariennes, soit d'un à deux tiers des coûts en électricité des services publics municipaux (Maas, 2009).

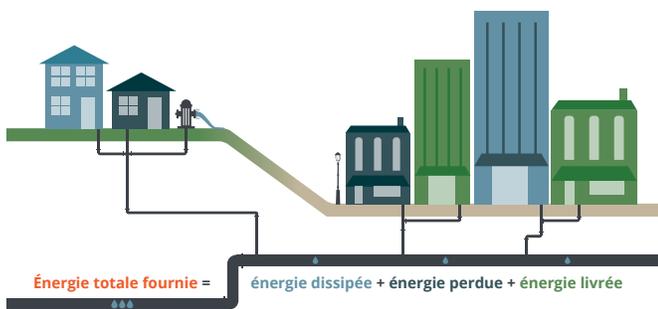
« En rassemblant les pièces du puzzle, les fournisseurs de services d'eau peuvent observer comment la demande varie en fonction du type de résidence ou d'entreprise, de l'âge de la structure et du terrain. Grâce à une meilleure compréhension de la demande locale en matière de ressources et d'utilisation d'eau, la planification en matière d'eau gagne en précision, et l'approvisionnement constant et adéquat en eau saine est garanti. »

L'honorable Jim Bradley, ministre de l'Environnement; Rapport annuel du ministre sur l'eau potable de 2013 (<https://www.ontario.ca/fr/environnement-et-energie/ministere-de-l'environnement-rapport-annuel-du-ministre-sur-leau-potable-de>)

MÉTHODES DE RECHERCHE

L'ÉNERGIE : MESURE DU RENDEMENT

Dans les réseaux de distribution de l'eau, l'énergie est une mesure du rendement convaincante, car l'utilisation d'énergie intègre non seulement les grands coûts financiers et environnementaux, mais aussi les deux grands produits du système (le débit et la pression d'eau) qui contrôlent et évaluent la conception du réseau. Il existe des simulateurs hydrauliques qui modélisent les réseaux de distribution d'eau, comme l'EPANET (logiciel du domaine public fourni par l'US Environmental Protection Agency), et permettent d'estimer la quantité d'énergie utilisée pour la distribution de l'eau et ses différentes formes. Puisque l'énergie est conservée, il doit y avoir un équilibre : l'énergie totale fournie au réseau hydraulique doit être égale à la somme de l'énergie dissipée, perdue et livrée. L'énergie fournie est définie comme étant celle qui entre dans le réseau par les pompes ou, dans quelques cas, des sources d'eau en hauteur. L'énergie dissipée est définie comme étant celle qui est convertie de la forme mécanique à la forme thermique (ce qu'on appelle les pertes d'énergie) lors du passage de l'eau dans les canalisations, les pompes, les connexions et les valves, due à la friction et à l'inefficacité. L'énergie perdue est d'une catégorie différente : c'est l'énergie qui quitte le réseau par les fuites d'eau sous pression. Enfin, l'énergie livrée est celle qui atteint le consommateur ou le point de stockage, par pression et élévation. Le ratio entre l'énergie livrée et l'énergie fournie est donc un indicateur naturel, utile, mais remarquablement négligé, de l'efficacité du système.



Afin d'élargir l'analyse des réseaux d'eau et évaluer leur rendement dans diverses conditions de fonctionnement d'après la mesure de l'énergie (énergie fournie, dissipée, perdue et livrée), les chercheurs ont cerné et déterminé quatre paramètres de rendement pour des réseaux hypothétiques : la fiabilité, la vulnérabilité, la résilience et la connectivité. Trois scénarios ont été analysés : une demande normale, le débit requis pour lutter contre le feu lorsque la demande est maximale, et un bris de conduite lorsque la demande est à son plus fort. La fiabilité liée au rendement du réseau sous différentes conditions a été définie comme l'efficacité énergétique moyenne pour tous les scénarios. La vulnérabilité représente la gravité de la défaillance et constitue l'efficacité

minimale atteinte par le système pendant des événements d'urgence ou le fonctionnement normal. La résilience, semblable à la fiabilité, est calculée comme étant l'efficacité moyenne, surtout après des événements d'urgence. La résilience représente la capacité du système à s'adapter aux changements et à récupérer après une période de défaillance. La connectivité est le pourcentage minimal de la demande livrée en cas de bris de canalisation; elle révèle l'avantage des boucles d'eau qui créent des circuits d'écoulement de rechange.

INTÉGRATION DES DONNÉES

Les infrastructures d'eau, et l'eau livrée, ont une incidence importante sur un grand nombre de composantes de la vie urbaine, notamment : plan du réseau, factures, registres municipaux, lutte contre les incendies, primes d'assurance et qualité de vie de la communauté. Toutefois, les responsables des municipalités et consultants n'ont pas accès à données sur les infrastructures d'eau qui correspondent à ce vaste cadre. Ils sont plutôt aux prises avec des quantités déconcertantes de normes, de systèmes, de bases de données, de protocoles et d'autorisations.

Afin de mieux comprendre les facteurs qui ont une incidence sur l'utilisation de l'eau et pour mieux quantifier la demande dans différents secteurs, l'équipe de recherche a intégré les registres de facturation de l'eau, les données d'utilisation du territoire et les données démographiques des villes de Barrie, London, et Guelph. Ces renseignements proviennent des services publics d'eau, de la Société d'évaluation foncière des municipalités (SEFM) et de Statistique Canada. Les chercheurs ont créé des tableaux à l'aide de descripteurs communs comme l'adresse principale, le numéro de cadastre, l'identifiant de parcelle et d'îlot de diffusion. Les numéros de cadastre sont les identifiants utilisés par la SEFM, tandis que les parcelles sont des morceaux de terre correspondant généralement aux propriétés et les îlots de dissémination (semblables aux îlots urbains) sont les plus petites aires géographiques pour lesquelles Statistique Canada publie des recensements de population. Les principales variables analysées étaient l'utilisation mensuelle de l'eau (m³), le nombre de pièces, l'empreinte du bâtiment (m²), l'année de construction, la superficie de la propriété (ha), le nombre de personnes (capacité), la classe tarifaire et le code de la propriété. Les chercheurs ont conçu un outil sommaire (tableur) pour comparer les mesures des trois villes afin de communiquer ces résultats aux services d'eau et pour évaluer ces renseignements et les diffuser aux décideurs et aux utilisateurs. Des groupes d'utilisateurs d'eau ont aussi été créés par le biais de diverses techniques et choisis après une validation interne et externe.

« En Ontario, nous avons une infrastructure des technologies de l'information qui nous permet d'utiliser des technologies existantes de façons novatrices et nouvelles (...) ce n'est pas un gros investissement pour les municipalités, mais plutôt une occasion de créer de puissants outils d'analyse et d'information. » [Traduction]

Jeff Evenson, vice-président d'Urban Solutions, Canadian Urban Institute; entrevue (en anglais) pour WaterTap Ontario (<https://www.youtube.com/watch?v=PTEN48EXzrY>)

RÉSULTATS DE LA RECHERCHE

Les mesures énergétiques proposées (énergie fournie, dissipée, perdue et livrée) ont été appliquées à des études de cas des réseaux de distribution de l'eau de Toronto et Hamilton. Les résultats regroupés ont été utilisés comme indicateurs globaux de la capacité, de l'efficacité, des émissions de GES et des coûts de ces systèmes. Une fois cartographiées, les mesures ont fourni un portrait géographique instantané du réseau. Elles ont permis d'identifier plus rapidement et précisément les districts de pression, ou même des conduites principales, des pompes et des réservoirs où les dissipations étaient élevées ou l'énergie livrée était excessive, et là où des changements seraient le plus avantageux. Dans l'ensemble, ces mesures permettent de quantifier et de qualifier la circulation de l'énergie dans le réseau.

L'énergie livrée au consommateur correspond rarement aux demandes réelles d'utilisation. Le système doit fonctionner en faisant des compromis pratiques entre les diverses demandes. Différents types de consommateurs exigent des pressions de district différentes (les industries notamment) et peuvent se situer un peu partout dans le réseau, à des distances différentes de la source d'approvisionnement et des élévations. Afin de répondre aux besoins d'un certain consommateur, par exemple, les utilisateurs voisins pourraient recevoir une pression excessive. Cela signifie qu'il y a un surplus d'énergie dans certaines zones et une tendance au déficit dans d'autres. L'élévation des bâtiments de l'utilisateur peut influencer de façon significative la quantité d'énergie requise pour livrer l'eau et par conséquent le coût réel de l'eau qu'il reçoit.

La quantité d'énergie dissipée augmente avec la rugosité des conduites et diminue avec des diamètres de conduites plus grands. Même si la friction n'est pas la cause principale des ruptures de canalisations, une rugosité accrue et des portions de tuyaux réduites par la corrosion vont aussi augmenter les probabilités de bris dans deux circonstances : si les conduites sont affaiblies et s'il y a des variations plus importantes de pression. Par conséquent, l'énergie dissipée peut servir comme indicateur de la vulnérabilité des conduites à la rupture. Il faut aussi tenir compte de la variation du diamètre et de la rugosité de la canalisation au fil du temps, et d'autres causes de défaillance, comme les changements de température, les conditions du sol et la charge.

L'analyse des variations de l'énergie fournie et livrée pendant la journée peut aussi indiquer si les pompes répondent aux demandes, si les réservoirs permettent un stockage suffisant et s'ils sont utilisés adéquatement pour accroître la fiabilité tout en réduisant la consommation d'énergie, les coûts et les émissions de GES. En Ontario, la variation dans les facteurs d'émissions est similaire à la variation des tarifs d'électricité. Les facteurs d'émission d'un réseau électrique augmentent aussi pendant les périodes de pointe. Bien que l'énergie produite à partir de sources renouvelables demeure plutôt constante pendant une journée, les combustibles fossiles sont utilisés pour répondre aux demandes de pointe. La réduction des coûts et des impacts environnementaux sont des objectifs complémentaires dans ce cas.

D'après les mesures énergétiques, les quatre paramètres de rendement (fiabilité, vulnérabilité, résilience et connectivité) évaluent la façon dont les infrastructures répondent aux changements dans le réseau, qu'ils soient intentionnels ou non. Ensemble, ils aident à évaluer et comparer différentes configurations et conditions du réseau, et différents systèmes. Augmenter le diamètre des canalisations est plus avantageux sur le plan du rendement énergétique, tandis que d'ajouter des boucles au réseau fournit une résilience additionnelle en cas de rupture. Avec les réservoirs, la disponibilité de l'eau stockée est importante, ainsi que le débit de livraison de l'eau. Au lieu de remplir involontairement les réservoirs aussitôt que possible, les responsables des réseaux devraient plutôt s'attarder à l'égalisation du système. La redondance permet aux opérations de se produire dans une fourchette où les efficacités sont plus grandes et moins variables. Les coûts de l'augmentation de la redondance, notamment des conduites et de leur installation, doivent être comparés aux avantages qui en découlent. La pratique générale de créer des boucles de tuyaux permet non seulement d'augmenter la pression de l'eau disponible, mais aussi de réduire les variations de pression, ce qui rend le système plus tolérant aux demandes d'eau incertaines et variables. L'ajout de redondance augmentera les coûts opérationnels liés à la consommation d'électricité, de même que les coûts en immobilisations pour l'entretien, les réparations et les remplacements.

Le fait d'intégrer les données sur l'eau, l'utilisation du territoire et les données démographiques permet d'organiser l'information et de rendre les corrélations inhérentes plus faciles à comprendre. Cela réduit ainsi la mentalité de cloisonnement et facilite la communication avec les décideurs. Dans les trois villes étudiées dans le cadre de cette recherche, les chercheurs ont constaté une diminution de la consommation brute et résidentielle de 2006 à 2011. L'utilisation résidentielle de l'eau est demeurée à peu près constante pendant l'hiver dans les trois villes. La variation de la consommation annuelle était due à la consommation accrue en été (pic de consommation). Le taux de diminution de la consommation par habitant était aussi similaire pour les trois villes. Les résidents ont réduit leur utilisation de l'eau à un point tel que cela a contrebalancé l'augmentation démographique. Les chercheurs ont également constaté différentes tendances pour les habitations de densité faible, moyenne et élevée, ainsi qu'une utilisation moindre de l'eau dans les bâtiments plus récents.

Pour gérer un réseau de façon efficace, il faut bien comprendre le fonctionnement et le rendement de son système. Par exemple, le regroupement des données de parcelle aide à déterminer que les utilisateurs qui ont le même code de propriété de la SEFM tendent à se regrouper, bien qu'il n'y ait pas de séparation nette entre les codes de propriété. Seulement deux à cinq groupes ont été formés au sein de chaque secteur, que l'on ait effectué le regroupement selon les codes de propriété ou les données de parcelle. Les groupes des données de parcelle des secteurs industriels, commerciaux et institutionnels affichent moins de corrélations avec les codes de propriétés, car l'utilisation de l'eau varie davantage dans ces classes et la distribution des mesures y est plus dispersée. Même si les données de parcelle provenant de codes de propriétés identiques tendent à se regrouper, les secteurs ne se distinguent pas par le biais du regroupement. Aussi technique que cela puisse sembler, cela a de profondes implications pour bien communiquer, établir des cibles et des mesures de conservation et gérer le rendement du système de façon efficace.

APPLICATION DE LA RECHERCHE

COMMENT CES OUTILS PEUVENT-ILS ÊTRE UTILISÉS?

La modélisation du réseau d'eau grâce à des simulateurs hydrauliques fournit plus de détails sur le système; elle permet d'informer le processus décisionnel et de prendre maintenant de bonnes décisions en rapport à ce qui pourrait se produire dans le futur. En tenant compte des résultats des mesures énergétiques, des secteurs ciblés et des solutions potentielles, on peut facilement simuler des solutions de rechange et les comparer au scénario de base pour confirmer lesquelles sont efficaces. On peut aussi se servir de ces mesures ultérieurement pour analyser différents réseaux, différents scénarios et différentes solutions de rechange visant à améliorer la situation. Les mesures peuvent également être complétées par des données plus détaillées, comme les taux de ruptures et de fuites, pour étudier davantage les corrélations. La capacité d'identifier les points chauds de l'utilisation de l'énergie et de comparer les scénarios en fonction de mesures simples facilite l'évaluation de la durabilité du système. Les responsables du service de distribution de l'eau peuvent mieux comprendre ce que l'utilisateur reçoit outre l'eau et quelles sont les incidences sur le plan opérationnel. Il en résulte que les coûts et les revenus peuvent être affectés plus adéquatement et les structures tarifaires revues conséquemment.

Une pression excessive peut engendrer des taux de rupture plus élevés, davantage de fuites et des coûts accrus. Toutefois, il est possible d'atténuer cela en gérant la pression (Gomes et coll., 2011). L'installation de valves est généralement la solution adoptée. Cependant, en faisant cela, l'énergie fournie demeure inchangée. On peut obtenir des avantages additionnels en intégrant la réduction de l'énergie fournie à la gestion de la pression. Même dans le cadre des recommandations de l'AWWA (1995) visant une fourchette de pression minimale de 21 à 28 m, et maximale de 56 à 70 m, on peut trouver place à amélioration. Les modifications aux normes opérationnelles vont sans aucun doute affecter la façon dont le système fonctionne. Selon la conception du système et les opérations courantes, la réduction de la pression peut augmenter le nombre de cycles, de mises en marche et d'arrêts des pompes. Les cycles fréquents des pompes indiquent habituellement que le système n'a pas un stockage adéquat. Donc, le rôle des réservoirs dans le maintien de la pression peut devenir plus important.

Les moyennes des mesures énergétiques et de l'efficacité du système peuvent cacher de grandes variations de l'efficacité énergétique. La comparaison des mesures de rendement (comme la fiabilité et la vulnérabilité) aux efficacités moyennes et minimales donne un meilleur portrait de la souplesse du système. Le profil quotidien de l'efficacité énergétique donne encore plus d'information. Outre le rendement des infrastructures, d'autres critères requis pour prendre de bonnes décisions sont les coûts de construction, de fonctionnement, de maintenance et de réparations, ainsi que les fourchettes normales de pression pour assurer la sécurité du système.

Les réseaux modélisés, qu'ils soient réels ou hypothétiques, avaient des demandes préallouées et définies. Toutefois, lorsqu'on conçoit un vrai système, les facteurs inconnus sont beaucoup plus nombreux. Les demandes sont estimées et les nœuds de conduite sont localisés d'après des concepts de planification urbaine, c.-à-d., les types prévus d'utilisateurs, leurs demandes typiques, l'endroit, le taux de croissance. Puisque la conception et la demande sont interreliées, on devrait donc s'attarder à l'incidence qu'a le réseau conçu sur les utilisateurs actuels et sur l'influence qu'auront les utilisateurs hypothétiques sur la conception du réseau. Par exemple, des attentes insatisfaites de demandes élevées peuvent entraîner une hausse de la pression et une baisse d'efficacité. Par conséquent, bien qu'il soit très important de prédire et de gérer les demandes, il est tout aussi important de concevoir un système qui peut s'adapter à divers scénarios. La gestion de la demande, même si elle a été traditionnellement négligée, peut s'avérer outil de conception et de rendement fort utile pour des pratiques urbaines durables.

La méthode utilisée pour intégrer les données de démographie, d'eau et d'utilisation du territoire est basée sur des données disponibles pour la majorité des services d'eau au Canada. Quant aux services qui n'ont pas accès à de telles données ou qui commencent à peine à planifier leur base de données, cette recherche peut les aider à comprendre la valeur de différents types de données et à cerner les renseignements qu'ils devraient recueillir. La présente étude préconise de s'éloigner de l'idée de simplement recueillir le plus de données possible sur le système, mais plutôt de recueillir des données sélectionnées qui peuvent appuyer les mesures visant à améliorer le système. Ce processus d'extraction de données précises permettra aux villes d'avoir de l'information pour comparer leur utilisation d'eau, à l'interne comme à l'externe, et pour cibler la conservation de l'eau, prédire la consommation future, revoir les structures tarifaires et améliorer la communication avec les consommateurs et les décideurs. Les mesures et les tableaux proposés peuvent servir à d'autres services publics à des fins similaires, et peuvent rehausser une base de connaissances pour mettre en œuvre des améliorations durables. Cette méthode éprouvée peut aussi informer les responsables de la planification des politiques quant aux mesures potentielles dont les services publics devraient faire état, notamment les cibles et les attentes raisonnables.

Ensemble, ces méthodes sous-tendent une stratégie holistique visant à améliorer la durabilité du système de distribution de l'eau. Chaque outil répond à une préoccupation majeure pour la plupart des réseaux d'eau au Canada : efficacité énergétique, rendement des infrastructures, gestion de la demande et phénomènes transitoires. Sans une allocation appropriée des revenus et une comptabilisation du coût complet, ces préoccupations qui engendrent des coûts contribuent aux retards substantiels dont souffrent les infrastructures des municipalités. Les inefficacités dans la livraison de l'eau dues aux fuites, à la pression élevée et à la demande excessive mènent à un gaspillage d'énergie et d'eau. Les méthodes proposées fournissent des solutions à ces problèmes grâce à des approches qui intègrent les infrastructures, les coûts, les intervenants et les considérations environnementales.

Ce processus d'exploration de données permettra aux villes d'avoir de l'information pour comparer leur utilisation de l'eau, à l'interne comme à l'externe, cibler la conservation, prédire la consommation future, examiner les structures tarifaires et améliorer la communication avec les consommateurs et les décideurs.

CE QUE CELA SIGNIFIE POUR LES MUNICIPALITÉS

Les mesures proposées ont été présentées au personnel des villes de Toronto et de Hamilton et ont été le point de départ d'importantes discussions. Les commentaires et questions découlant de ces rencontres ont inspiré de nombreuses discussions sur les mesures et leurs applications. Les mesures ajoutent un filtre de durabilité à l'analyse du système, suscitant des interrogations à propos de concepts qui étaient tenus pour acquis ou estimés immuables, notamment des paradigmes opérationnels, des stratégies d'entretien, des structures tarifaires et des normes. Si le but est la réduction des dépenses, ou plus globalement la durabilité, il est essentiel de se centrer sur la diminution de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources d'énergie plus renouvelables. Ces objectifs sont atteints en réduisant la pression et le débit, peut-être par le biais de pompes remises à neuf, de nouvelles conduites, d'initiatives de conservation accrue et/ou de demandes de pression révisées.

RAPPORT RÉDIGÉ PAR REBECCA DZIEDZIC ET BRYAN KARNEY, UNIVERSITÉ DE TORONTO

ÉQUIPE DE CHERCHEURS

REBECCA DZIEDZIC, Université de Toronto
 PROF. BRYAN KARNEY, Université de Toronto

KATHRYN GROND, Université de Toronto
 KATELYN MARGERM, Institut urbain du Canada

TOM WEATHERBURN, Institut urbain du Canada
 JEFF EVENSON, Institut urbain du Canada

PARTENAIRES

VILLE DE BARRIE
 VILLE DE GUELPH

VILLE DE HAMILTON
 VILLE DE LONDON

VILLE DE TORONTO

RENSEIGNEMENTS SUPPLÉMENTAIRES

KARNEY, B.W. ET R. DZIEDZIC. « Re-envisioning Our Water Supply System », *Public Sector Digest*, printemps 2013. Disponible à : <http://hydratex.com/wp-content/uploads/2013/03/2013-Karney-Dziedzic-Public-Sector-Digest.pdf>

DZIEDZIC, R ET B.W. KARNEY, B.W. « Energy Metrics for Water Distribution Assessment », communiqué dans le cadre de la 46e Conférence annuelle sur la modélisation des réseaux urbains d'eau et d'eaux pluviales, Brampton (Canada). Disponible à : <https://www.chijournal.org/Journals/PDF/C368>

RÉFÉRENCES CITÉES

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Distribution System Performance Evaluation*, 1995, AWWA.

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. *Buried no Longer: Confronting America's Water Infrastructure Challenge*, 2012, AWWA.

GOMES R, A. S. MARQUES ET J. SOUSA. « Estimation of the benefits yielded by pressure management in water distribution systems », *Urban Water Journal*, vol. 8 (2011), p. 65-77.

MAAS, C. *H2Ontario: A Blueprint for a Comprehensive Water Conservation Strategy*. *Water Sustainability Project*, POLIS Project on Ecological Governance, 2009.

SPROULE-JONES, M., C. JOHNS AND B.T. HEINMILLER. *Canadian Water Politics: conflicts and institutions*, McGill-Queen's University Press, Montréal (Québec), 2008.

STOKES, J. ET A. HORVATH. « Life-Cycle Assessment of Urban Water Provision: Tool and Case Study in California », *Journal of Infrastructure Systems*, 2001, vol. 17, no 1, p. 15-24.

COMMISSION MONDIALE SUR L'ENVIRONNEMENT ET LE DÉVELOPPEMENT (CMED). *Notre avenir à tous*, Oxford University Press, Oxford: New York, 1987.