

Guide d'introduction

Transfert d'énergie à partir des eaux usées

MAI 2026



Réseau
canadien
de l'eau
Susciter l'intérêt.
Inspirer l'action.

Aperçu

Les systèmes de transfert d'énergie à partir des eaux usées (TEEU) exploitent l'énergie thermique contenue dans les eaux usées brutes ou traitées pour fournir des solutions de chauffage et de climatisation à haut rendement et à faible empreinte carbone aux bâtiments résidentiels et commerciaux. Les eaux usées maintiennent des températures relativement stables tout au long de l'année. Elles constituent donc une source d'énergie fiable et renouvelable capable de compléter ou de remplacer les systèmes de chauffage et de climatisation plus émetteurs de carbone. Alors que les collectivités recherchent des moyens rentables de réduire leurs émissions, les systèmes de TEEU offrent une option pratique, en particulier là où les infrastructures d'assainissement et des besoins en chauffage et en climatisation à proximité existent déjà.

Rédigé par :

Bret Collins

Conseiller de programme en décarbonation municipale
Réseau canadien de l'eau (RCE)

Dana Mears

Gestionnaire, Décarbonation de l'eau en milieu urbain
Réseau canadien de l'eau (RCE)

Remerciements :

Ce guide a été rendu possible grâce au projet TEEU du Réseau canadien de l'eau (RCE), financé par la subvention pour l'innovation et la croissance de la Banque Royale du Canada (RBC). Le RCE mène le projet TEEU en partenariat avec l'Alliance pour la décarbonation des bâtiments (BDA).

Fonctionnement des systèmes de TEEU

Les systèmes de TEEU captent et réutilisent la chaleur résiduelle provenant de sources d'énergie thermique à fort et faible potentiel, comme les procédés industriels, les systèmes de climatisation et les eaux usées brutes ou traitées. La récupération directe d'énergie à fort potentiel provenant des procédés industriels peut servir au chauffage et à la climatisation des bâtiments résidentiels et commerciaux. Toutefois, la localisation géographique des complexes industriels au Canada pose des défis techniques et logistiques pour le transport de cette énergie. Par conséquent, ce projet se concentrera sur la récupération de l'énergie thermique stockée à la fois dans les eaux usées brutes et dans les eaux usées traitées.

Lorsque les eaux usées s'écoulent dans les canalisations d'égouts ou vers les stations d'épuration, elles transportent de l'énergie thermique, sous forme de chaleur dont la température varie entre 10 °C et 25 °C. Cette chaleur provient des douches, des lave-vaisselle, des bâtiments commerciaux et des processus industriels. Les systèmes de TEEU récupèrent cette chaleur à l'aide d'équipements spécialisés, puis l'utilisent pour chauffer ou refroidir l'eau circulant dans les réseaux énergétiques locaux ou au sein de bâtiments individuels.



Types de systèmes

Il existe deux grands types de systèmes de TEEU. Chacun est adapté à des températures d'eaux usées et à des échelles de projet différentes.

- **Systèmes passifs** : ils utilisent des échangeurs de chaleur pour transférer directement la chaleur des eaux usées vers un circuit d'eau propre. Ils sont simples, efficaces et fonctionnent bien lorsque la température des eaux usées se situe déjà près de celle requise pour le bâtiment.
- **Systèmes actifs** : ils comprennent notamment une pompe à chaleur qui élève la température à un niveau utilisable. Les systèmes actifs offrent une plus grande souplesse et peuvent fournir des températures plus élevées. Cela les rend particulièrement adaptés aux réseaux de chauffage urbain ou aux grands bâtiments dont les besoins en chauffage et en climatisation varient.

Quel que soit le type de système, les systèmes de TEEU fonctionnent selon les principes thermodynamiques de l'échange thermique. Ils utilisent des surfaces qui transfèrent efficacement la chaleur et des pompes à chaleur conçues pour gérer des eaux usées chargées, y compris celles contenant des matières solides. Les technologies décrites ci-dessous correspondent aux configurations les plus couramment utilisées dans les systèmes canadiens

- **Échangeurs de chaleur à plaques** : ils se composent de fines plaques métalliques empilées les unes sur les autres pour former des canaux dans lesquels circulent des fluides, ce qui permet un transfert de chaleur efficace sur les surfaces des plaques. De par leur conception, les échangeurs de chaleur à plaques sont compacts, très efficaces et particulièrement adaptés aux applications où l'espace est limité.
- **Échangeurs de chaleur à calandre et à tubes** : ces systèmes se composent d'un faisceau de tubes enfermés dans une calandre cylindrique. Un fluide circule à travers le faisceau de tubes, tandis que l'autre circule à l'intérieur de la calandre. Les modèles à calandre et à tubes se révèlent



très robustes. Ils s'adaptent particulièrement bien aux applications impliquant des pressions et des températures élevées. Cela les rend couramment utilisés dans les applications industrielles ou lors de l'utilisation d'eaux usées sous pression.

- **Pompes à chaleur** : les pompes à chaleur extraient la chaleur en faisant circuler un fluide frigorigène dans un évaporateur qui absorbe l'énergie thermique. Le réfrigérant est comprimé afin d'augmenter sa température et de libérer de la chaleur via l'évaporateur. Les pompes à chaleur peuvent être associées à des échangeurs de chaleur à plaques ou à calandre et tubes. Cela permet de porter la chaleur récupérée à des températures adaptées aux applications de chauffage urbain (supérieures à 60 °C).

Adoption des systèmes de TEEU

Au Canada, l'implantation de systèmes de TEEU remonte à plus de dix ans. Elle a débuté avec le False Creek Neighbourhood Energy Utility (NEU). Ce service public de quartier devait fournir des solutions de chauffage pour le village olympique de Vancouver en 2010. Depuis lors, l'adoption de systèmes de TEEU à petite et à grande échelle s'est généralisée à travers le Canada. Cette croissance a été particulièrement marquée dans des provinces telles que la Colombie-Britannique et l'Ontario, où le déploiement s'est accéléré à mesure que les collectivités recherchaient de nouvelles solutions énergétiques à faibles émissions de carbone.

Exemples au Canada

- **Vancouver - Southeast False Creek NEU** : Ce service public fournit la majeure partie des besoins en chauffage du quartier grâce à la récupération de la chaleur issue des eaux usées. Une extension de 6,6 MW achevée en 2024 a encore accru sa capacité, soutenant ainsi le projet de Vancouver visant à atteindre 100 % d'énergies renouvelables d'ici 2030. En 2025, le système permettait d'éviter l'émission de 7 070 tonnes de CO₂.
- **Markham District Energy - Centre énergétique à faible empreinte carbone** : un système de TEEU d'une puissance de 18,75 MW devrait permettre de réduire les émissions tout en complétant d'autres sources à faible empreinte carbone. Ce système devrait permettre de réduire les émissions de plus de 30 000 tonnes de CO₂ par an.



- **Hôpital Western de Toronto** : un système de 19 MW couvre jusqu'à 90 % des besoins en chauffage et en climatisation du centre hospitalier et permet de réduire les émissions annuelles d'environ 8 400 tonnes de CO₂ par an.

Exemples ailleurs dans le monde

On utilise des systèmes de TEEU à l'échelle internationale depuis des décennies, notamment en Scandinavie. La Suède et la Norvège ont été parmi les premiers à les adopter dans les années 1980.

- **Hammarbyverket à Stockholm, Suède** : Construite en 1986, cette installation utilise les eaux usées épurées provenant de la station d'épuration de Henriksdal pour assurer la production de base de chaleur du réseau de chauffage urbain de la ville. L'installation de Hammarbyverket est dotée de sept pompes à chaleur qui fournissent 225 MW d'énergie thermique au réseau de chauffage urbain. Elle est reconnue comme la plus grande centrale au monde équipée de pompes à chaleur qui extraient la chaleur des eaux usées.
- **Sandvika Energisentral de Sandvika, Norvège** : Construite en 1988, cette centrale était à la fois la plus septentrionale et la première du genre en Norvège; elle produisait initialement 13 MW d'énergie thermique. La centrale a augmenté sa capacité de 10 MW en 2008.
- **Skøyen district à Oslo, Norvège** : Le district de Skøyen est reconnu comme l'un des pionniers de la récupération de l'énergie thermique contenue dans les eaux usées pour assurer le chauffage urbain. L'installation dispose d'une capacité thermique de 18,7 MW et couvre 7,8 % des besoins énergétiques du réseau de chauffage urbain.

Facteurs techniques et contraintes de déploiement

L'utilisation de systèmes de TEEU dans le secteur de l'énergie de quartier s'est rapidement développée au Canada au cours des 15 dernières années. La nécessité d'atteindre les objectifs municipaux en matière d'émissions grâce à des systèmes de chauffage et de climatisation à faible coût et à faible empreinte carbone dans les zones urbaines a motivé cette évolution. Les progrès technologiques,



l'évolution de la conjoncture économique et les politiques favorables ont tous contribué à cette croissance, même si chaque facteur pose également des défis en matière de mise en œuvre.

Considérations techniques

Les progrès technologiques réalisés dans le domaine des pompes à chaleur et des échangeurs de chaleur ont permis d'améliorer l'efficacité et la souplesse des systèmes. Ces améliorations ont ainsi permis aux systèmes de TEEU, tant passifs qu'actifs, de fonctionner efficacement dans des environnements urbains denses et de s'intégrer aux réseaux énergétiques de quartier (DES) et aux réseaux d'énergie thermique (RET) existants. Des projets tels que celui du réseau énergétique de quartier de Markham montrent que le TEEU peut également être associé à d'autres sources à faible émission de carbone, comme la biomasse, ainsi qu'aux infrastructures existantes, afin d'offrir de nombreuses options de chauffage et de climatisation aux bâtiments raccordés.

Considérations économiques

La faisabilité économique des projets varie considérablement. Elle dépend de l'ampleur du projet, de la complexité du système et des prix locaux du gaz naturel. Les grands systèmes urbains peuvent s'avérer avantageux grâce aux économies d'échelle, ce qui se traduit par des délais de rentabilité plus courts. Les petites collectivités, en particulier celles qui ne disposent pas de réseaux énergétiques de quartier existants, sont confrontées à des coûts d'investissement initiaux élevés qui peuvent limiter l'adoption de ces systèmes, même lorsque les avantages à long terme sont évidents. La suppression du programme canadien de taxe sur le carbone présente également un risque financier supplémentaire lors de l'élaboration des analyses de rentabilité pour les systèmes de TEEU. À l'avenir, il sera nécessaire d'explorer davantage les subventions supplémentaires, les structures et classifications fiscales, ainsi que les programmes de financement afin de réduire le risque financier et d'améliorer la rentabilité des projets.

Politique et gouvernance

La politique gouvernementale est un moteur essentiel du déploiement des technologies de TEEU. Les régions dotées de normes strictes en matière de performance énergétique des bâtiments, telles que Vancouver et la Colombie-Britannique, affichent des taux d'adoption plus élevés. Les municipal-



ités qui se sont fixé des objectifs concrets de réduction des émissions de carbone ont démontré leur volonté de soutenir les projets de TEEU. Les partenariats public-privé et les réglementations ciblées peuvent réduire davantage les risques liés aux projets et contribuer à harmoniser les objectifs financiers et environnementaux afin d'accélérer la mise en œuvre.

Joignez-vous à la Communauté de pratique sur le TEEU

Afin d'accélérer l'apprentissage et de réduire les obstacles à la mise en œuvre, le Réseau canadien de l'eau (RCE) met en place une communauté de pratique (CP) consacrée au TEEU. Cette CP mettra en relation les municipalités, les services publics et les promoteurs désireux d'explorer les systèmes de TEEU avec des leaders du secteur possédant une expérience pratique dans la réalisation de projets de TEEU.

Les participants auront l'occasion de :

- Apprendre à partir de projets de TEEU concrets.
- Accéder à des informations techniques, des outils et des bonnes pratiques.
- Entrer en contact avec des pairs confrontés à des défis et des opportunités similaires.
- Participer à des ateliers, à des échanges de connaissances et à des présentations de projets.
- Contribuer à façonner le débat national sur la récupération d'énergie thermique à faible émission de carbone.

Que vous découvriez le TEEU pour la première fois ou que vous ayez déjà mis en place des systèmes, votre expérience et votre point de vue sont précieux pour le débat national.

Si vous souhaitez vous joindre à la communauté de pratique sur le TEEU, recevoir des informations concernant son lancement ou accéder à des études de cas présentant des projets de TEEU au Canada et à l'étranger, veuillez contacter Dana Mears à l'adresse dmears@cwn-rce.ca.