



Chaire de recherche
en géothermie sur
l'intégration des PCP dans
les bâtiments institutionnels

Intégration de sources énergétiques non conventionnelles : cas de la Ville de Montréal

Vincent Laroche

Source : Laroche, V. (2021). Intégration de sources énergétiques non conventionnelles : cas de la Ville de Montréal (Mémoire de maîtrise, Polytechnique Montréal)

En 2013, la Ville de Montréal a décidé d'entreprendre l'identification du potentiel d'intégration de différentes sources d'énergie non conventionnelles propices à être implanté dans les bâtiments de son parc immobilier existant: les eaux usées; les lignes de métro; les eaux de surface et les puits à colonne permanente. Pour répondre à cet objectif, une cartographie numérique associée à un modèle semi-régional à élément fini a été réalisée afin de quantifier le potentiel d'intégration ainsi que d'examiner l'influence à long terme de l'exploitation de ces technologies. Les résultats ont démontré que, des quatre technologies, les systèmes au meilleur potentiel pour l'île et la région de Montréal sont les puits à colonne permanentes. Les résultats ont également confirmé que l'exploitation des systèmes de puits à colonne permanente dans un contexte urbain serait viable à court et à long terme et qu'ils entraînent de faibles changements aux régimes thermique et hydraulique, comparativement à la présence de fondations de grands bâtiments et à l'augmentation de l'urbanisation dans le temps.

Introduction et problématique

En 2013, la Ville de Montréal a identifié certaines actions à entreprendre afin de réduire ses émissions de gaz à effet de serre, dont le remplacement des systèmes de chauffage et de climatisation au mazout et au gaz naturel de son parc immobilier par une énergie moins polluante. Les systèmes géothermiques conventionnels n'étant pas idéaux au contexte de l'île de Montréal, il a été proposé d'identifier et de quantifier le potentiel d'implantation d'autres sources d'énergie propices à être utilisées dans la région. Les sources énergétiques choisies étaient : dans les échanges thermiques des eaux usées; dans les lignes de métro; dans les échanges thermiques avec les eaux de surface et avec les puits à colonne permanente (PCP).

En outre, un aspect communément négligé lors de la conception de systèmes géothermiques concerne l'interférence entre les structures souterraines (fondations, tunnels, etc.), où très peu d'analyses ont été effectuées pour en quantifier les risques. Afin d'optimiser la caractérisation du potentiel d'implantation, il était également nécessaire d'examiner l'influence à long terme de l'exploitation des différentes technologies.

Cartographie numérique

L'élaboration d'une vaste cartographie numérique a permis de caractériser les zones potentielles et les bâtiments les plus propices à une conversion énergétique, où en date de 2017, 250 bâtiments de la Ville de Montréal bénéficieraient d'une conversion de leur système thermique vers une source moins polluante. Ensuite, à l'aide de l'utilisation de matrices décisionnelles, une classification et une quantification du potentiel d'implantation des différentes technologies dans les bâtiments du parc immobilier ont été établies. Les matrices décisionnelles

intégraient, entre autres, divers paramètres géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques ainsi que les caractéristiques énergétiques et géographiques des bâtiments identifiés.

Les résultats de la cartographie démontrent que les systèmes PCP sont les systèmes les plus facilement déployables sur l'île de Montréal, où la proximité de la source et le faible espace d'installation augmentent fortement le potentiel d'implantation. Cependant, les trois autres technologies présentaient des potentiels d'implantation moindres, expliqués par les larges distances entre les bâtiments et les sources énergétiques.

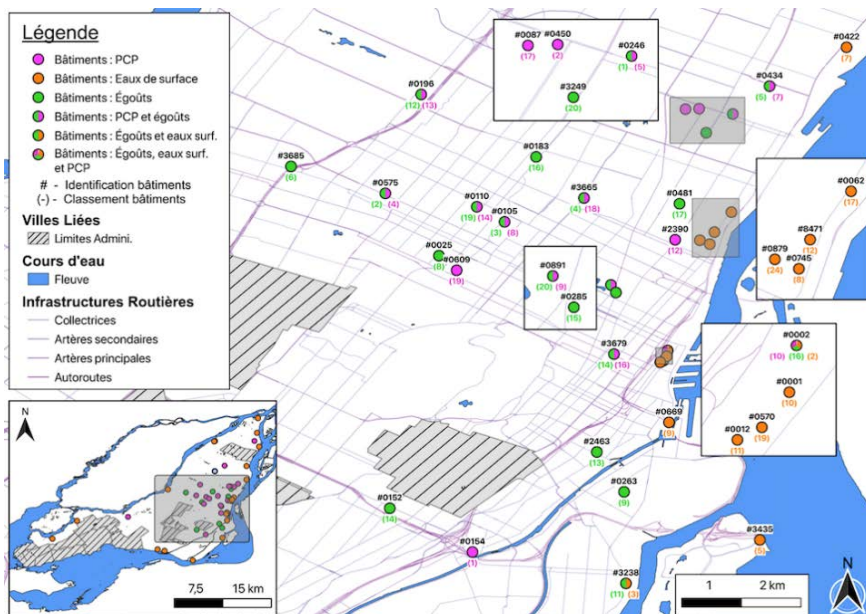


Figure 1 Localisation des 50 bâtiments du parc immobilier de la ville de Montréal dont le potentiel d'implantation pour les sources d'énergie non conventionnelles identifiées est le plus élevé.

Modélisation semi-régionale d'un champ de PCP

Suite à la cartographie, un modèle tridimensionnel semi-régional par éléments finis a été construit avec le logiciel *Comsol Multiphysics* afin de simuler le comportement thermique et hydraulique de l'installation de plusieurs systèmes PCP sur divers bâtiments de la municipalité.

L'objectif de cet exercice était de caractériser les interférences entre les différents systèmes afin de mieux cartographier les possibilités d'implantation des PCP. Le choix du bâtiment s'est arrêté sur le Centre Père-Marquette, situé dans l'arrondissement Rosemont-la-Petite-Patrie qui présente un fort potentiel de conversion énergétique.

Conjointement au système du Centre Père-Marquette, quatre autres systèmes géothermiques ont également été ajoutés au modèle, et ce, afin d'augmenter le potentiel d'interférences des systèmes. Au total, le modèle couvrait une superficie de 250 000 m² et impliquait un ensemble de cinq systèmes géothermiques, soit quatorze PCP et cinq puits d'injection, et l'ensemble de la végétation, des infrastructures routières et urbaines ont été intégrés.

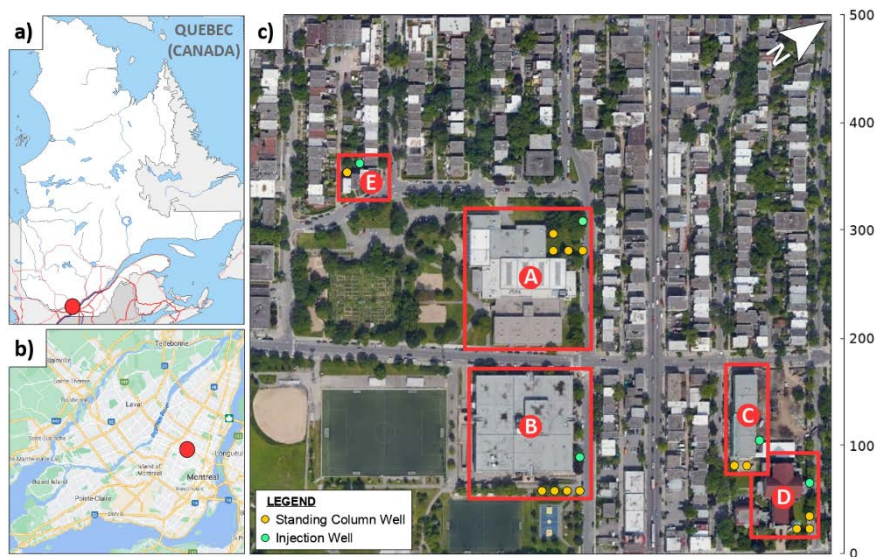


Figure 2: Localisation géographique et délimitation du site d'étude à l'échelle a) provinciale, b) régionale et c) locale en mètres.

Impacts thermique et hydraulique du modèle

Les résultats de simulation du modèle ont indiqué la viabilité des cinq systèmes sur dix années de simulation, et ce, sans dégradation notable des performances des PCP. Ils ont également démontré que les modifications thermiques ont une portée plus large et importante que les altérations hydrauliques. Toutefois, les modifications provoquées par bâtiments étaient significativement plus importantes que celles provenant des puits géothermiques. Les résultats ont aussi démontré que les risques d'interférence entre les systèmes sont possibles, mais restent limités. Il serait toutefois souhaitable de positionner les puits d'injection le plus loin possible des PCP.

L'analyse a également confirmé que l'exploitation des systèmes PCP dans un contexte urbain serait viable à court et à long terme. L'utilisation de systèmes plus on df plus petits, tels que les bâtiments résidentiels, entraîne des changements minimes aux régimes thermique et hydraulique, tandis que les systèmes plus larges devraient être dimensionnés et positionnés avec plus de précautions.

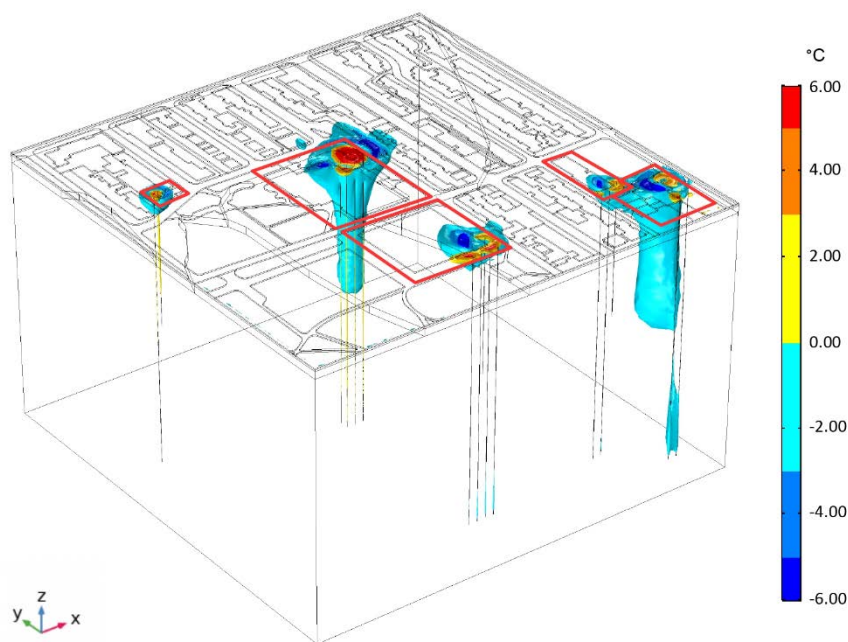


Figure 3: Visualisation tridimensionnelle de la différence de température entre une simulation avec et sans PCP. Les résultats sont présentés après une durée de simulation de 10 ans.

Conclusions et perspectives

L'objectif général de cette recherche, qui était d'établir et de quantifier le potentiel d'implantation de quatre sources d'énergie non conventionnelles dans le parc immobilier de la Ville de Montréal, a donc été répondu, préalablement par une cartographie numérique, puis optimiser, grâce à un vaste modèle numérique à élément fini. Puisque le projet pilote du Centre Père-Marquette est maintenant concrétisé, et qu'un système PCP sera effectivement installé afin de remplacer complètement, ou partiellement, le système thermique actuel, il serait intéressant de comparer les données énergétiques réelles et les résultats obtenus par la simulation afin d'en valider les valeurs résultantes.

Les synthèses de recherche présentent les résultats des étudiants et des chercheurs de la chaire en géothermie. Les résultats, analyse et constats présentés sont la seule responsabilité de la Chaire en géothermie et n'engagent pas les partenaires. On ne peut présumer, non plus, que ceux-ci partagent les conclusions qui sont tirées.

Partenaire

Montréal 



POLYTECHNIQUE
MONTRÉAL

UNIVERSITÉ
D'INGÉNIERIE

Polytechnique Montréal
Département des génies civil,
géologique et des mines
C.P. 6079, succursale Centre-Ville
Montréal, Québec, Canada
H3C 3A7

Pour plus d'information :
www.polymtl.ca/geothermie