



Géothermie et autres chaînons manquants pour un Montréal carboneutre en 2050

Mémoire déposé en octobre 2022

Par Marmott Énergies, avec la collaboration d'Imagine Lachine-Est, du GRAME et de la Coalition climat Montréal

Par Agathe Mertz, Nathalie Tremblay et Jean-François Lefebvre

Dans le cadre de la consultation publique « Réflexion 2050. Discussion sur le futur de Montréal », menée par l'Office de consultation publique de Montréal (OCPM)

Marmott Énergies

Imagine Lachine-Est

GRAME

COALITION CLIMAT MONTREAL

Les auteurs

Agathe Mertz est diplômée en génie des systèmes urbains à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC) et détient une maîtrise en génie de l'environnement de l'École de technologie supérieure (ÉTS).

Nathalie H. Tremblay est présidente et fondatrice de Marmott Énergies, dont le but est de rendre la géothermie accessible au plus grand nombre et d'offrir une alternative économique aux énergies polluantes.

Jean-François Lefebvre (PhD) est chargé de cours au Département d'études urbaines et touristiques de l'École de sciences de la gestion de l'UQÀM. Il est également chargé de projet au Front commun pour la transition énergétique (FCTÉ) en charge du chantier ClimAction-Lachine, ainsi que chercheur associé au GRAME.

Remerciements

Ce mémoire reprend l'essentiel du document suivant :

Géothermie et autres chaînons manquants pour des bâtiments carboneutres

Mémoire déposé en mars 2021 dans le cadre de la consultation publique sur le bâtiment vert et intelligent (BVI) menée par la Société québécoise des infrastructures (SQI), pour le GRAME, Imagine Lachine-Est et la Coalition climat Montréal, par Jean-François Lefebvre, Agathe Mertz et Philippe Poissant, avec la collaboration de Catherine Houbart, Billal Tabaichount, Matthew Chapman et Jean-François Boisvert.

Nous les remercions.

Photos de couverture

Haut) Premier système de chauffage géothermique de puits à colonne permanente (PCP) pour un grand bâtiment au Québec, un projet de Marmott Énergies. Le bâtiment de huit étages, comprenant 80 logements, est ainsi doté d'une technologie adaptée à la consommation de grands bâtiments. (illustration Marmott Énergies)

Gauche) ÉcoQuartier de Clichy-Batignolles à Paris, lequel comprend un système énergétique alimenté par l'énergie thermique de la nappe phréatique (photo JF Lefebvre, 2016)

Droite) ÉcoQuartier Confluence à Lyon, l'îlot Hikari (« lumière » en japonais), le premier « îlot » à énergie positive de France (photo JF Lefebvre, 2018)

Géothermie et autres chaînons manquants pour un Montréal carboneutre en 2050

Mémoire conjoint déposé en octobre 2022 pour Marmott Énergies, avec la collaboration d'Imagine Lachine-Est, du GRAME et de la Coalition climat Montréal dans le cadre de la consultation publique « Réflexion 2050. Discussion sur le futur de Montréal », menée par l'Office de consultation publique de Montréal (OCPM)

Résumé exécutif

La Ville de Montréal s'est engagée à **atteindre la carboneutralité en 2050**. Le parc immobilier de Montréal – résidentiel, commercial et institutionnel – est énergivore, et le chauffage au gaz naturel « est responsable de près de 43 % des émissions de GES ». Dans ce contexte, la carboneutralité doit passer par la **sobriété énergétique des bâtiments** et par l'**élimination** rapide du recours aux **énergies fossiles** pour leur chauffage.

À ce titre, nous félicitons la Ville de Montréal pour les annonces faites en ce sens^{1&2}. **De plus, nous appuyons la proposition de vision d'avenir** qu'elle propose dans ce Projet de Ville :

« Les bâtiments ne sont plus chauffés au mazout ni au gaz naturel fossile. Certains types d'installations d'énergie renouvelable, comme la géothermie, sont testées et celles qui répondent aux attentes sont généralisées.³ »

[NB : Dans le présent mémoire, les propositions de la **vision d'avenir** « *Des bâtiments écoénergétiques, adaptables, résilients et polyvalents* » du Projet de Ville seront colorées en « marron », afin de les distinguer]

Dans ce mémoire, nous proposons des **solutions concrètes** permettant de diminuer les émissions de GES issues du secteur du « Bâtiment » à Montréal. Plus particulièrement, nous développons l'enjeu de **la géothermie comme énergie de transition**.

Voici un **résumé** de nos principales recommandations.

Vers une énergie 100 % renouvelable

Nous devons complètement éliminer l'utilisation des combustibles fossiles (gaz naturel et mazout) dans les bâtiments, tant pour les secteurs résidentiel, commercial, industriel, qu'institutionnel. Non seulement cela implique de les exclure des nouvelles constructions, incluant le gaz naturel, lequel n'est plus aujourd'hui « l'énergie de transition », mais également d'en faire la substitution dans le parc de bâtiments existant, selon un échéancier strict.

L'implantation de systèmes géothermiques

L'implantation de systèmes géothermiques représente la plus grande opportunité permettant de changer durablement l'impact structurel du parc immobilier. Ainsi, chaque kilowatt-heure (kWh) d'électricité utilisé par le système génère en moyenne 4 kWh thermiques. Un système

¹ Ville de Montréal. 2020. *Plan climat 2020-2030*. Sommaire exécutif. 22 p. « *La Ville favorisera une plus grande efficacité énergétique des bâtiments sur son territoire, tout en réduisant l'utilisation du gaz naturel de source fossile et en éliminant l'utilisation du mazout pour le chauffage. À elle seule, cette dernière mesure permettra de réduire d'environ 5 % les émissions de GES de Montréal.* » (p.7)

² Ville de Montréal. 2020. *Plan climat 2020-2030*. 122 p. « *Montréal adoptera des règlements et des politiques dans le but d'éliminer l'utilisation des combustibles fossiles dans son parc immobilier.* » (p.113)

³ Ville de Montréal, Service de l'urbanisme et de la mobilité. 2022. *Projet de Ville : Vers un plan d'urbanisme et de mobilité*. Document préliminaire à l'élaboration du Plan d'urbanisme et de mobilité, qui planifiera l'avenir de la Ville de Montréal jusqu'en 2050. 144 p. (p.128)

géothermique permet de réduire de moitié les besoins énergétiques des bâtiments (en couvrant environ 70 % des besoins en chauffage et climatisation). La géothermie devrait être utilisée pour tous les nouveaux bâtiments. De plus, comme elle se greffe aisément à un système de distribution central (eau chaude ou air pulsé), elle est la technologie idéale de substitution pour le mazout ou le gaz naturel dans le parc immobilier existant.

Il existe plusieurs mythes colportés à l'égard de la géothermie, et ceux-ci doivent être combattus. Par exemple, il est faux de croire qu'il est nécessaire de disposer d'un grand terrain pour implanter la géothermie. Pour un plex sur trois (3) étages, un espace de 3 m² suffit. Pour les grands immeubles, l'avancée offerte par les puits à colonne permanente (PCP) permet de quintupler l'efficacité des puits, et ainsi de chauffer et climatiser de grands bâtiments avec faible emprise au sol. La Chaire de recherche en géothermie sur l'intégration des puits à colonne permanente (PCP) dans les bâtiments institutionnels⁴ vise à accélérer l'adoption de cette technologie, au bénéfice de bâtiments zéro émission de carbone, appelés aussi « net zéro ».

Boucles énergétiques, SUCC et géothermie communautaire

Les boucles énergétiques et les systèmes urbains de chauffage et climatisation (SUCC) qui intègrent la géothermie présentent des opportunités exceptionnelles. Ils sont de plus en plus considérés au cœur du concept d'ÉcoQuartiers. Toutefois, de nouveaux modèles d'affaires doivent émerger. Ainsi, la géothermie communautaire vise à permettre aux municipalités de tirer des revenus de la vente de la chaleur et du froid extraits du sous-sol. La forme juridique serait à discuter; elle pourrait par exemple prendre la forme d'une société en commandite (SEC) qui pourrait impliquer la Ville de Montréal, des OBNL ou institutions du quartier, et des entreprises privées détenant les compétences.

De manière préliminaire, nous estimons qu'en développant tous les nouveaux projets avec ce modèle et en y ajoutant quelques conversions, la vente d'énergie pourrait avoisiner les 200 millions \$ (M\$) en 2030 et près de 540 M\$ en 2045 sur le seul territoire de l'Agglomération de Montréal, dont les municipalités pourraient retirer plus de 1,5 milliard \$ en 25 ans sous forme de redevances. Pour rendre cette opération possible, la Ville de Montréal doit pousser le gouvernement du Québec à effectuer un changement réglementaire qui permettrait aux municipalités de saisir cette immense opportunité, en les autorisant à être partenaires de tels projets (comme pour l'hydroélectricité et l'éolien).

Changements réglementaires pour favoriser les bâtiments à énergie positive

Dans le cadre réglementaire actuel, tout client qui produirait de manière nette plus d'électricité qu'il en consomme dans l'année doit donner son surplus à Hydro-Québec, sans la moindre compensation financière. La Ville de Montréal doit demander au gouvernement provincial de mandater la Régie de l'énergie afin que celle-ci comble rapidement cette importante lacune réglementaire.

⁴ Chaire de recherche en géothermie sur l'intégration des puits à colonne permanente (PCP) dans les bâtiments institutionnels : Créée en novembre 2019, cette chaire associe de nombreux partenaires, dont Polytechnique Montréal et Hydro-Québec : www.polymtl.ca/geothermie
« Elle a pour objectif de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) et d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments » : <https://fondation-alumni.polymtl.ca/nouvelles/hydro-quebec-partenaire-dune-chaire-de-recherche-visant-ameliorer-lefficacite-energetique-dans-les>

Table des matières

Résumé exécutif	3
Table des matières	5
Introduction	6
1. Vers une énergie 100 % renouvelable	7
1.1 Rappel concernant les combustibles fossiles et le gaz naturel renouvelable	7
1.2 Recours nécessaire à d'autres filières renouvelables	7
1.3 Reconsidération de la période de retour sur investissement	7
2. La géothermie, clé de la transition énergétique	8
2.1 La géothermie, production locale au haut rendement	8
2.2 La géothermie, source renouvelable offrant chauffage et climatisation	8
2.3 Des techniques éprouvées, mais un modèle d'affaires à repenser	8
3. Boucles énergétiques et SUCC	9
3.1 Exemples novateurs de boucles énergétiques et de SUCC	9
3.2 Boucles énergétiques basées sur la géothermie, et N'utilisant QUE des énergies renouvelables	9
3.3 Boucles énergétiques associées aux « <i>datas-centers</i> »	10
4. Aller au-delà des normes du code national du bâtiment	10
4.1 Solaire passif et orientation du bâtiment	10
4.2 Ponts thermiques.....	11
4.3 Isolation vs ventilation	11
4.4 Structure de bâtiments et toits verts	11
4.5 Norme Novoclimat	11
4.6 Conclusion : Liens entre amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, rentabilité de la géothermie et abordabilité des logements	11
5. Gérer la demande dans les périodes de pointe	12
5.1 Demande de pointe hivernale... mais aussi estivale	12
5.2 La géothermie, capable de couvrir les besoins de chauffage et climatisation, sans subir les pics de demande de pointe.....	12
5.3 Efficacité énergétique et réduction de coût du système géothermique	12
6. Changements règlementaires et bâtiments à énergie positive	12
6.1 Bâtiments performants et autoproduction, mais lacune règlementaire	12
6.2 Revendication par la Ville de Montréal, pour des bâtiments « net zéro »	13
7. Géothermie et SUCC, clés de la transition énergétique	13
7.1 ÉcoQuartiers et systèmes énergétiques locaux	13
7.2 Implantation de boucles énergétiques géothermiques : estimation de la décarbonisation et des économies dans l'Agglomération de Montréal	13
8. Changements règlementaires requis pour permettre à la Ville de Montréal d'être partenaire de SUCC	14
8.1 À l'instar de l'éolien et de l'hydroélectricité, étendre les compétences municipales à l'énergie géothermique	14
8.2 Assouplir le cadre règlementaire pour encourager la géothermie communautaire	14
Conclusion	15
ANNEXE 1 – Amendements législatifs requis	16
ANNEXE 2 – Démystifier la géothermie	17
Principes généraux de la géothermie.....	17
Modèles d'affaires / Possibilités de « ficelage financier »	18

Introduction

La Ville de Montréal s'est clairement engagée à atteindre la **carboneutralité en 2050**. Celle-ci passe par la sobriété énergétique des bâtiments et par l'élimination rapide du recours aux énergies fossiles pour leur chauffage.

Pour cela, la Ville de Montréal s'engage à assumer un rôle de leader dans son propre parc immobilier. Elle doit aussi s'assurer que **tout ajout et rénovation majeure de bâtiments** sur son territoire soient **carboneutres**, dès maintenant. Un parc immobilier carboneutre équivaut au fait que les bâtiments soient à zéro émission de carbone – aussi appelés « net zéro » –, ou à énergie positive – c'est-à-dire qu'ils produisent davantage d'énergie qu'ils en consomment –. Pour atteindre ces objectifs, il est nécessaire d'**éliminer complètement l'utilisation de combustibles fossiles** – dont le gaz naturel – dans l'ensemble du parc immobilier existant, idéalement au cours de la prochaine décennie.

De plus, dans le contexte où la production d'hydroélectricité – énergie à faibles émissions de GES – ne pourra pas suffire à tous ces besoins énergétiques, il faut donc que les bâtiments soient également plus efficaces du point de vue énergétique. Ainsi, la géothermie devient une composante essentielle, notamment dans les nouveaux développements et pour les bâtiments dont le mode de chauffage est en conversion. En effet, étant une centrale locale de production d'énergie renouvelable, **la géothermie** est alors un **outil de transition**, permettant une production distribuée de la chaleur.

Dans cette perspective, le présent mémoire met l'accent sur les mesures permettant la décarbonation du parc immobilier de Montréal. Plus particulièrement, nous développons l'enjeu de **la géothermie comme énergie de transition**.

Après avoir présenté le **grand potentiel de l'énergie géothermique** en matière de réduction des émissions de GES et économies financières, et partagé des **exemples d'applications** à travers le monde et le pays, nous proposerons des améliorations pour l'**efficacité énergétique des bâtiments**, avant de souligner les **changements règlementaires** requis pour faciliter l'implantation de systèmes géothermiques à Montréal.

1. Vers une énergie 100 % renouvelable

1.1 Rappel concernant les combustibles fossiles et le gaz naturel renouvelable

Comme prévu dans le Plan de Ville proposé, la Ville de Montréal doit complètement **éliminer l'utilisation des combustibles fossiles** (gaz naturel et mazout) en tant que sources d'énergie contribuant à répondre aux besoins de tous les nouveaux bâtiments – tant pour les secteurs résidentiel, commercial, industriel qu'institutionnel. La France, les Pays-Bas et la Suède, ainsi que plusieurs villes américaines (dont Berkeley, Brisbane, Santa Rosa, Mountain View, Seattle et San Francisco, sur la côte Ouest et Brookline, Massachusetts, sur la côte Est) ont opté pour le **bannissement complet du gaz naturel** dans la **nouvelle construction** (incluant le **gaz naturel renouvelable** pour les pays européens cités).

Paradis Michaud (2020)⁵ a démontré que 79 % des usages du gaz naturel actuels pourraient être convertis à l'électricité (toute la portion servant pour les besoins de chauffage). Non seulement cela implique d'exclure les combustibles fossiles des nouvelles constructions, mais également de les remplacer – dans la mesure du possible – dans le parc de bâtiments existant. Si la nécessité d'éliminer le mazout semble maintenant quasi acquise, celle d'**éviter tout recours au gaz naturel va à l'encontre de mythes bien établis** : depuis longtemps, le gaz naturel est proposé par ses promoteurs comme « l'énergie de transition », celle destinée à faire le pont entre l'économie du pétrole et celle des énergies renouvelables. Mais ce qui était en partie vrai il y a 20 ans ne l'est plus du tout aujourd'hui⁶ :

« Dans le but d'atteindre les cibles de 2030, par exemple, la nouvelle politique énergétique du Québec prévoit soutenir le remplacement du pétrole par le gaz naturel dans l'industrie et les transports lourds, ce qui exigera des investissements considérables dans des technologies et des infrastructures qu'il faudra commencer à remplacer à leur tour à partir de 2030 afin de satisfaire aux objectifs de 2050.

Cette approche sera à la fois coûteuse et déstabilisante, car les orientations promues quelques années auparavant deviendront inacceptables. Qu'advient-il alors des sociétés à peine créées et des travailleurs tout juste formés? Et comment justifier, pour les contribuables et les investisseurs, le gaspillage de ressources qu'une telle politique sous-entend?

Afin de réduire ces pertes, il faut dès à présent préparer la fracture attendue, l'élimination presque complète des combustibles fossiles. »

1.2 Recours nécessaire à d'autres filières renouvelables

Si l'électricité québécoise (hydroélectricité et énergie éolienne combinées) doit combler une grande partie de cette demande additionnelle, **d'autres filières renouvelables sont appelées à jouer un rôle croissant** afin de combler les besoins énergétiques des nouveaux bâtiments tout en permettant de remplacer les combustibles fossiles dans le parc existant. Cela comprend la **géothermie – déjà rentable** – et le solaire thermique – justifiable dans maints marchés –, mais aussi bientôt le solaire photovoltaïque – dont les coûts s'approchent d'un seuil compétitif, considérant le coût exceptionnellement bas de l'électricité au Québec.

1.3 Reconsidération de la période de retour sur investissement

À cet égard, le plus grand enjeu demeure d'évaluer sérieusement l'ensemble des **alternatives possibles**. Cela inclut la considération d'une **période de retour sur l'investissement** qui tienne compte de la **durée de vie des équipements et des bâtiments**, donc du **moyen-long terme**.

⁵ Paradis Michaud, Alexandre. (2020). *Électrification des usages du gaz naturel au Québec : analyse des impacts économiques*. Rapport d'étude n°1. Chaire de gestion du secteur de l'énergie. HEC Montréal. 68 p.

⁶ Mousseau, Normand. (2017). *Gagner la guerre du climat, 12 mythes à déboulonner*. Boréal. 264 p. (p.20-21)

2. La géothermie, clé de la transition énergétique

2.1 La géothermie, production locale au haut rendement

L'implantation de systèmes géothermiques représente vraisemblablement la plus grande opportunité permettant de changer durablement l'impact structurel du parc immobilier. Parfois perçue comme une mesure d'économie d'énergie, l'implantation de la géothermie permet de développer une **multitude de petites usines locales de production énergétique**. Ainsi, chaque kWh injecté dans le système en génère jusqu'à quatre (donc un **rendement pouvant atteindre 400 %**).

Non seulement un système géothermique alimenté à l'hydroélectricité est 100 % renouvelable, mais aussi il permet d'économiser de précieux kWh, qui serviront à remplacer les combustibles fossiles dans d'autres marchés – notamment dans les transports ainsi que dans les marchés d'exportation.

2.2 La géothermie, source renouvelable offrant chauffage et climatisation

L'implantation d'un système géothermique permet de réduire de moitié les besoins énergétiques des bâtiments. Plus spécifiquement, la géothermie permet de couvrir environ 70 % des besoins en chauffage et climatisation pour un édifice⁷. Cette source d'énergie devrait être utilisée pour **tous les nouveaux bâtiments** ainsi que pour la **conversion** des édifices actuellement **alimentés au mazout ou au gaz naturel**.

2.3 Des techniques éprouvées, mais un modèle d'affaires à repenser

L'amélioration des techniques de forage – promus par la Chaire de recherche en géothermie sur l'intégration des puits à colonne permanente (PCP) dans les bâtiments institutionnels, et commercialisés entre autres par Marmott Énergies –, jumelée à des mesures d'efficacité énergétique qui réduisent alors la taille du système géothermique requis, permet de **rentabiliser plus rapidement l'investissement**, tout en offrant des bénéfices substantiels à l'exploitant des bâtiments. Mais le problème majeur demeure le **modèle d'affaires**, qui **doit être repensé**.

En outre, dans le contexte où les foreurs refusent souvent de travailler en ville, alors il serait pertinent de développer une filière de forages spécialisés en milieu urbain dense.

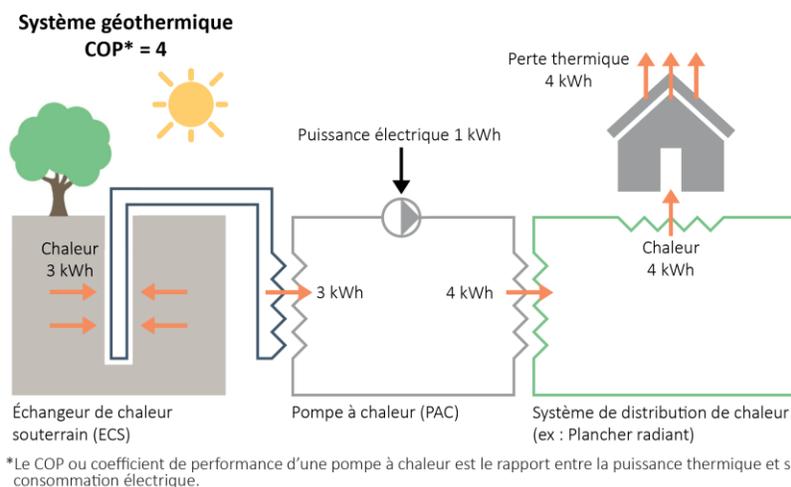


Figure 1) Le Coefficient de performance (COP) d'une pompe à chaleur géothermique est très élevé (COP = 4) (Source Marmott Énergies).

⁷ Le GRAME possède une expérience dans la gestion d'un centre communautaire, le Regroupement de Lachine, bâtiment chauffé et climatisé entièrement par la géothermie, qui possède un toit vert. Le coût énergétique a été coupé de plus de la moitié. <https://www.regroupementdelachine.org/>

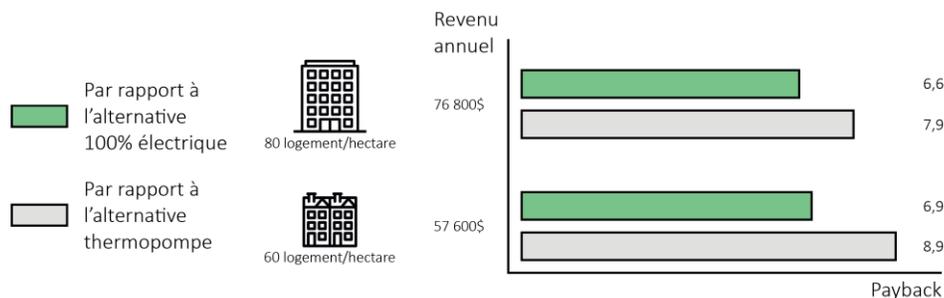


Figure 2) La géothermie est rentabilisée en 7 à 9 ans dans le cas d'un développement urbain dense (Source Marmott Énergies).

3. Boucles énergétiques et SUCC

3.1 Exemples novateurs de boucles énergétiques et de SUCC

Près de 1 200 **systèmes urbains de chauffage et de climatisation (SUCC)** ont été répertoriés en Amérique du Nord. Alors que près de 600 ÉcoQuartiers sont maintenant certifiés ou en voie de l'être en France, l'instauration de tels systèmes tend à devenir **la norme dans les nouveaux développements**, qu'ils soient résidentiels ou mixtes.

De tels systèmes permettent, notamment en utilisant des **boucles énergétiques**, de récupérer la chaleur rejetée par un bâtiment afin de la transférer dans un autre. Voici quelques exemples d'applications :

- À Vancouver, la centrale d'énergie de quartier (Neighbourhood Energy Utility) dans le quartier de False Creek, près du centre-ville de Vancouver, récupère **l'énergie des eaux d'égout**, puis la redistribue sous forme d'eau chaude dans les bâtiments du quartier pour l'usage domestique et le chauffage⁸.
- Toujours à Vancouver, le 80 Walter Hardwick, construit comme résidence pour athlètes lors des Jeux olympiques de 2010, a été converti en résidence pour personnes âgées. C'est le premier complexe résidentiel « net zéro » au Canada. La **chaleur dégagée par les réfrigérateurs de l'épicerie** située au rez-de-chaussée est récupérée et transférée comme source de chaleur pour les appartements situés au-dessus.
- L'ÉcoQuartier du Technopole Angus, dans l'arrondissement montréalais de Rosemont-la-Petite-Patrie, utilise une boucle énergétique qui représente un **exemple novateur**⁹. S'il s'agit indéniablement d'un pas dans la bonne direction, l'utilisation de l'aérothermie combinée au gaz naturel plutôt que la géothermie implique, certes, une utilisation plus efficace d'un combustible fossile, mais en bout de ligne une hausse nette des émissions de GES.

3.2 Boucles énergétiques basées sur la géothermie, et N'utilisant QUE des énergies renouvelables

Le **concept de boucle énergétique** avec un système urbain de chauffage et de climatisation **basé sur la géothermie** a clairement été énoncé dans le processus de consultations publiques devant mener à la création du futur ÉcoQuartier de Lachine-Est¹⁰. Le même concept revient dans plusieurs autres projets similaires. Cette approche doit dorénavant être envisagée

⁸ Arnoldi, D. (2015). « Vancouver, fer de lance du bâtiment vert en Amérique du Nord ». *Radio-Canada. ICI Colombie-Britannique*. 13 novembre 2015. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/749726/vancouver-fer-de-lance-batiment-vert-amerique-du-nord>

⁹ Rénaud Fortier. (2016). « La boucle énergétique de l'écoquartier Angus ». *Voir Vert*. 11 mai 2016. <https://www.voirvert.ca/projets/projet-concept/la-boucle-energetique-ecoquartier-angus>

¹⁰ OCPM. (2019 et 2022). Rapports et documents des consultations publiques « Secteur Lachine-Est » et « PPU de l'écoquartier Lachine-Est ». <https://ocpm.qc.ca/fr/lachine-est> et <https://ocpm.qc.ca/fr/PPU-lachine-est>

systématiquement, dans tous les développements où elle est susceptible d'être applicable, en respectant toutefois la première recommandation, c'est-à-dire de **N'utiliser QUE des énergies renouvelables**.

3.3 Boucles énergétiques associées aux « *datas-centers* »

Finalement, la pandémie et le recours accentué au télétravail n'ont que renforcé un constat indéniable : nous sommes de plus en plus dépendants de l'informatique, secteur dont la contribution aux émissions de GES est devenue significative¹¹ :

« Les émissions de GES du numérique augmentent de 8 % par an et devraient doubler d'ici 2025. Elles représentent actuellement 3,7 % du total mondial, soit l'équivalent des GES émis par l'aviation mondiale ou un pays comme la Russie. »

Plusieurs géants de l'informatique se sont engagés à éliminer rapidement l'usage des combustibles fossiles dans leurs opérations. En **combinant géothermie et hydroélectricité**, le Québec pourrait héberger une partie de ces immenses serveurs. Cela permettrait d'en abaisser l'empreinte écologique tout en **amenant des bénéfices financiers significatifs**, notamment pour les municipalités. Hydro-Québec a déjà réservé une puissance spécifique afin d'accueillir au Québec des « *data-centers* ». En combinant cela avec la géothermie, il sera possible d'en maximiser les bénéfices tout en limitant la consommation énergétique associée. La Ville de Montréal pourrait étudier la possibilité **d'associer de telles infrastructures dans le cadre des futurs développements**.

4. Aller au-delà des normes du code national du bâtiment

Certes, le code national du bâtiment (Québec) a été indubitablement amélioré lors de la refonte de 2011. Malheureusement, certaines mesures qui mériteraient d'être mises en œuvre systématiquement ne sont pas incluses. La Ville de Montréal devrait **les exiger sur son territoire**, tout en encourageant le gouvernement à les intégrer dès que possible à la prochaine refonte réglementaire afin qu'elles deviennent obligatoires pour tous. Elles concernent plus particulièrement les nouveaux bâtiments.

4.1 Solaire passif et orientation du bâtiment

Afin de bénéficier de l'énergie solaire passive, il est souhaitable d'orienter les bâtiments selon un axe Est-Ouest, tout en maximisant leur fenestration du côté Sud. L'orientation du bâtiment selon un axe ne dépassant pas 15° d'inclinaison par rapport à l'axe Est-Ouest, et maximisant la fenestration du côté Sud du bâtiment, permettrait des économies d'énergie significatives. Cette mesure est reconnue dans le programme LEED – Aménagement de quartiers (LEED–AQ)¹² :

“Passive solar heating is often regarded as unnecessary or not cost-effective in commercial building, due to the presence of significant internal heat gains. However, standard design rules significantly overestimate the magnitude of internal heat gains in commercial buildings, so the potential contribution and cost effectiveness of passive solar heating in commercial building are often underestimated.”

Cela appuie la proposition de **vision d'avenir** du Projet de Ville :

« Quelle que soit la saison, les bâtiments sont confortables, puisqu'ils sont construits en prenant en considération l'éclairage et la ventilation naturels, la protection contre les vents dominants et l'orientation solaire. »

¹¹ Alain Dumas. (2020). « Le poids écologique du numérique ». *La Gazette de la Mauricie*. Trois-Rivières. 14 février 2020 : <https://amecq.ca/2020/02/14/le-poids-ecologique-du-numerique/>

¹² Harvey, L.D.D. (2015). *A Handbook on Low-Energy Buildings and District-Energy Systems*. Earthscan. p. 116.

4.2 Ponts thermiques

Les ponts thermiques sont des sources importantes de pertes énergétiques dans les bâtiments. Il est donc important de déployer un effort accru pour les réduire.

4.3 Isolation vs ventilation

Les normes plus élevées d'isolation peuvent entraîner des problèmes de ventilation insuffisante. Il faut donc prévoir un système de ventilation en conséquence (ex. via des échangeurs d'air).

4.4 Structure de bâtiments et toits verts

Les bénéfices associés à l'implantation de toits verts sont énormes, que ce soit en matière de **réduction des coûts de climatisation**, ou par leur **capacité de rétention d'eau** et de **réduction des îlots de chaleur**¹³. Cependant, renforcer la structure d'un bâtiment – afin de lui permettre de soutenir un éventuel toit vert – peut devenir prohibitif dans le cadre d'un bâtiment existant. Cela peut par contre se faire à faible coût dans le cas d'un **bâtiment neuf**.

Par conséquent, ces facteurs justifieraient dès maintenant qu'il soit obligatoire que toute infrastructure nouvelle développée sur le territoire de la Ville de Montréal ait une **capacité portante** permettant de supporter au moins un toit vert extensif. Nous recommandons également que la Ville se donne comme règle que 50 % de la surface des toits des nouveaux bâtiments soit nécessairement en **toiture végétalisée**.

4.5 Norme Novoclimat¹⁴

La norme provinciale Novoclimat est conçue pour le marché résidentiel. **La Ville de Montréal devrait la rendre obligatoire pour toutes les nouvelles constructions**. Son application permet une diminution de la consommation d'énergie de 20 % relativement au Code national du bâtiment. Ainsi, cette économie financière justifie largement le surcoût associé à la mesure, laquelle est rentable dès la première année d'occupation du bâtiment. Pour d'**autres types de bâtiments**, notamment pour le secteur institutionnel, des normes équivalentes peuvent être appliquées (ex. BOMA-Best).

4.6 Conclusion : Liens entre amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, rentabilité de la géothermie et abordabilité des logements

Non seulement ces différentes mesures visant à **accroître l'efficacité énergétique** des bâtiments contribuent en elles-mêmes à en réduire l'empreinte écologique, mais elles **augmentent aussi significativement la rentabilité** de la mesure ayant le plus grand impact : l'implantation de systèmes géothermiques. **Dès qu'un bâtiment répond à de meilleures normes d'efficacité énergétique, le système géothermique requis s'avère alors plus petit et moins coûteux.**

Par conséquent, cela s'avère une solution efficace pour répondre à l'**enjeu de l'abordabilité des bâtiments**, évoqué dans le Projet de Ville [À noter que l'on considère ici la rentabilité et les bénéfices qu'offre un système géothermique sur le moyen-long terme] :

*« Les rénovations pour améliorer l'efficacité énergétique **posent certains enjeux pour le financement** ainsi que pour le respect des droits et de la **capacité de payer des personnes occupantes** (particulièrement les locataires du parc résidentiel). »*

¹³ Ces mesures appuient la **proposition d'avenir** du Projet de Ville : « *Les bâtiments sont adaptés pour résister aux aléas climatiques* comme les pluies abondantes et les vagues de chaleur.* »

¹⁴ **Norme Novoclimat** : « Programme gouvernemental provincial regroupant des exigences de construction afin d'atteindre des objectifs d'économie d'énergie. La norme existe depuis 1999 et s'applique au marché des nouvelles constructions résidentielles. ». <https://idinterdesign.ca/la-norme-novoclimat-2-0/>. Plus de détails à : <https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/residentiel/programmes/novoclimat>

5. Gérer la demande dans les périodes de pointe

5.1 Demande de pointe hivernale... mais aussi estivale

La gestion de la **demande de pointe** a toujours été une préoccupation majeure pour Hydro-Québec, notamment du fait des coûts additionnels que celle-ci peut induire. S'il est traditionnel de penser chez nous à la demande de **pointe hivernale**, l'augmentation des périodes de canicule – et des besoins en climatisation qui en découlent – contribue de plus en plus à générer une **demande de pointe estivale** dans notre réseau national.

5.2 La géothermie, capable de couvrir les besoins de chauffage et climatisation, sans subir les pics de demande de pointe

Lorsque le système géothermique est configuré pour avoir une puissance suffisante afin de répondre aux besoins associés au chauffage ainsi qu'à la climatisation durant les périodes de pointe hivernale ou estivale, un tel système peut **couvrir l'ensemble des besoins du bâtiment tout en évitant les pics** associés aux demandes de pointe, tant en hiver qu'en été.

5.3 Efficacité énergétique et réduction de coût du système géothermique

Construire un bâtiment qui serait **plus efficace** que ce que les exigences du Code imposent permettrait de réduire d'autant les besoins en chauffage, tout en réduisant aussi ceux en climatisation. De plus, l'**ajout d'un toit vert** et la **plantation d'arbres feuillus** devant les principales fenêtres orientées vers le Soleil peuvent réduire significativement les besoins en climatisation. Tant en mode chauffage qu'en climatisation, le **coût d'un système géothermique** pour un bâtiment respectant des normes plus exigeantes d'efficacité énergétique peut être **bien moindre** que si ce même bâtiment est construit en respectant strictement la réglementation actuelle.

Finalement, la **combinaison « géothermie – hydroélectricité »** est la seule qui permette d'ajouter de nouveaux bâtiments au parc actuel **sans accroître la demande de pointe** ni les émissions de GES. **Cela constitue là encore une solution permettant de répondre à l'enjeu de l'abordabilité des bâtiments, évoqué dans le Projet de Ville.**

6. Changements réglementaires et bâtiments à énergie positive

6.1 Bâtiments performants et autoproduction, mais lacune réglementaire

Le pavillon d'accueil du parcours Gouin¹⁵ constitue le premier bâtiment destiné à devenir net zéro dans le parc immobilier de la Ville de Montréal. Si celui-ci est un succès technologique, il permet de faire ressortir une **grave lacune dans la réglementation québécoise** actuelle : lorsque le bâtiment produit de l'électricité au-delà de sa consommation annuelle nette, la Ville de Montréal doit la DONNER à Hydro-Québec, **sans compensation financière**.

En effet, la Régie de l'énergie a créé il y a plusieurs années un encadrement permettant l'**autoproduction d'électricité**. Dans le système actuel, si un client possédant des panneaux photovoltaïques produit plus d'électricité qu'il en consomme, il peut transférer sa production excédentaire sur le réseau Hydro-Québec. Cette dernière comptabilisera les kilowatts-heures que le client fournit ainsi au réseau et les déduira de sa facture lorsque le même client sera en période de demande nette d'électricité.

¹⁵ Le pavillon d'accueil du parcours Gouin est situé à deux pas de la station de métro Henri-Bourassa, à Montréal.

Dans le cadre réglementaire actuel, tout client qui produit de manière nette plus d'électricité qu'il en consomme dans l'année doit donner son surplus à Hydro-Québec, **sans la moindre compensation financière**.

6.2 Revendication par la Ville de Montréal, pour des bâtiments « net zéro »

Par conséquent, pour corriger cette situation, la Ville de Montréal doit demander au gouvernement provincial de mandater la Régie de l'énergie afin de **combler rapidement cette lacune réglementaire**, laquelle a tout pour décourager les efforts qui viseraient à créer des bâtiments « net zéro ». **L'avenir va clairement à la construction de bâtiments et d'îlots à énergie positive**, donc qui produisent davantage d'énergie qu'ils en consomment. Cela est d'ailleurs en cohérence avec la **vision d'avenir** du Projet de Ville :

« Certains types d'installations d'énergie renouvelable, comme la géothermie, sont testées et celles qui répondent aux attentes sont généralisées. »

7. Géothermie et SUCC, clés de la transition énergétique

7.1 ÉcoQuartiers et systèmes énergétiques locaux

La Ville de Montréal s'apprête à lancer son propre **programme ÉcoQuartiers**, inspiré en grande partie du programme français¹⁶. Le programme français célèbre, en 2019, une décennie couronnée de succès, avec près de 600 ÉcoQuartiers certifiés ou en voie de l'être dans l'Hexagone.

Un élément fondamental et récurrent qu'on retrouve pour de nombreux écoquartiers, en France et ailleurs, consiste en l'implantation de **systèmes énergétiques à l'échelle du nouveau quartier**. Ces boucles énergétiques permettent de **maximiser la gestion de l'énergie** en transférant de la chaleur ou du froid entre différents édifices, ou en assurant leur desserte en récupérant l'énergie provenant d'une entreprise située à proximité ou d'une source de production locale, idéalement issue de ressources renouvelables (géothermie, solaire thermique, récupération de chaleur des eaux grises). La chaleur ou le froid produits par un usage (refroidissement de serveurs informatiques ou simples réfrigérateurs d'une épicerie) peuvent ainsi être valorisés.

7.2 Implantation de boucles énergétiques géothermiques : estimation de la décarbonisation et des économies dans l'Agglomération de Montréal

Nous avons estimé, de manière préliminaire, que l'implantation progressive de tels systèmes énergétiques, alimentés principalement par l'énergie géothermique, permettrait de **réduire d'environ 600 000 tonnes les émissions de gaz à effet de serre (GES) de 2030 pour l'Agglomération montréalaise**, tout en diminuant fortement la consommation d'électricité relativement à un scénario cours normal des affaires (CNA).

De manière préliminaire, nous estimons qu'en développant tous les nouveaux projets avec ce modèle et en y ajoutant quelques conversions, la vente d'énergie pourrait **avoisiner les 200 M\$ en 2030 et près de 540 M\$ en 2045 sur le seul territoire de l'Agglomération de Montréal**, dont les municipalités pourraient retirer plus de 1,5 milliard \$ en 29 ans sous forme de redevances. Notre scénario permet également d'octroyer 700 M\$, d'ici 2050, à un Fonds-climat dédié à appuyer la transition énergétique. Finalement, les bénéfices potentiels pour l'ensemble du Québec devraient être près de quatre fois plus élevés.

¹⁶ À ne pas confondre avec l'actuel programme éco-quartier de la Ville de Montréal, programme d'éducation communautaire qui devra visiblement changer de nom : <https://www.eco-quartiers.org/>

8. Changements règlementaires requis pour permettre à la Ville de Montréal d'être partenaire de SUCC

8.1 À l'instar de l'éolien et de l'hydroélectricité, étendre les compétences municipales à l'énergie géothermique

Le développement de ce potentiel nécessite toutefois des modifications au cadre règlementaire afin de lever les obstacles législatifs qui nuisent actuellement à sa réalisation. Dans cette optique, la Ville de Montréal doit pousser le gouvernement du Québec à **procéder rapidement à un changement règlementaire** permettant aux municipalités de saisir cette immense opportunité, en les **autorisant à être partenaires de tels projets** (comme pour l'**hydroélectricité et l'éolien**).

En effet, le cadre légal général actuel qui règlemente les municipalités empêche ces dernières de se livrer à des activités commerciales. Ainsi, lorsqu'une municipalité fournit un service à ses contribuables, elle ne peut exiger qu'un tarif ou une compensation qui corresponde au coût du service. Lorsque le législateur veut qu'une municipalité puisse exercer des activités commerciales à des fins lucratives, il le prévoit dans la législation.

Du côté de l'aide financière qu'une municipalité peut fournir, la règle générale est qu'une municipalité ne peut utiliser les fonds publics pour venir en aide à une personne (physique, entreprise, OSBL, ou autre ville) à **moins d'une disposition spécifique** le permettant. À cet effet, notons que l'article 90 de la Loi sur les compétences municipales (L.R.Q., c. C-47.1) prévoit qu'**une Ville peut « aider financièrement au déplacement ou à l'enfouissement de tout réseau de télécommunication ou de distribution d'énergie, de même qu'à l'installation d'équipements devant servir à cette distribution »**.

Actuellement, neuf (9) Villes au Québec, dont celle de Westmount, distribuent l'électricité à leurs concitoyens. La Ville de Sherbrooke est même à la fois **productrice et distributrice d'électricité**. Elles le font en vertu de la Loi sur les systèmes municipaux et les systèmes privés d'électricité (L.R.Q., c.S-1). Cependant, cette Loi n'autorise pas de partenariat avec des sociétés privées; de plus, elle **exclut une importante filière renouvelable** : celle de **la géothermie**.

Il y a quelques années, le gouvernement du Québec a adopté des dispositions législatives afin d'étendre les compétences municipales pour la participation à une **entreprise de production d'énergie éolienne**. C'est dans cette même logique que la Ville de Montréal doit demander au législateur de prévoir une **permission légale afin d'étendre les compétences municipales** spécifiquement aux **entreprises d'énergie géothermique** et, de manière générale, à la **production** d'énergie géothermique ainsi qu'à l'**exploitation** de systèmes énergétiques urbains (voir Annexe 1).

8.2 Assouplir le cadre règlementaire pour encourager la géothermie communautaire

Un **autre obstacle** découle du fait d'obliger les Villes à attribuer les **contrats aux plus bas soumissionnaires**. Comment une entreprise serait-elle intéressée à collaborer avec les municipalités pour les aider à concevoir un **programme de géothermie communautaire**, en partageant son expertise, si elle est très susceptible d'en être complètement exclue lors de la sélection du contractant, au moment où le projet serait en voie d'être réalisé? Le **cadre règlementaire** devrait minimalement **permettre un assouplissement** dans le cas où un partenariat serait réalisé en amont du projet et serait géré par un OBNL – ou par une société en commandite associée à un tel organisme – et où la défense des intérêts de la Ville serait clairement protégée dans l'entente.

Conclusion

Nous saluons l'initiative de la Ville de Montréal de mandater cette consultation publique à l'OCPM. Cela illustre une réelle volonté de faire évoluer les pratiques de construction et de gestion du patrimoine immobilier, en termes environnementaux et en partenariat avec la communauté.

La Ville de Montréal s'est engagée à atteindre la **carboneutralité en 2050**. Celle-ci passe par la sobriété énergétique des bâtiments et par l'élimination rapide du recours aux énergies fossiles pour leur chauffage. Afin d'appuyer le Projet de Ville qui propose des **visions d'avenir**, le présent mémoire a mis l'accent sur les mesures permettant la décarbonation du parc immobilier de Montréal, plus particulièrement en développant l'enjeu de **la géothermie comme énergie de transition**.

Voici un résumé de **quelques enjeux majeurs** à considérer dans cette approche :

- La nécessité de considérer – pour l'ensemble des mesures possibles – une **période de retour sur l'investissement reflétant la durée de vie des investissements** immobiliers, et qui soit plus grande que le seuil de l'ordre d'une dizaine d'années (souvent même moins) qui est généralement considéré, tant par le gouvernement et ses mandataires que par le privé (où l'on se limite souvent à n'accepter que les mesures rentables en deux ans maximum).
- Exiger la **carboneutralité par règlement pour tous les bâtiments neufs** et **bonifier le Code national de l'énergie** pour les bâtiments. La mise en place de diverses mesures d'efficacité énergétique pour les bâtiments, ainsi que l'implantation systématique de toitures vertes, apporterait à **long terme** des économies d'argent, en plus de tous les bienfaits sur le plan de la santé et de la qualité de vie pour les usagers.
- Non seulement les nouvelles constructions – tant du secteur résidentiel que commercial, industriel et institutionnel – devraient être réalisées en respectant des standards beaucoup plus élevés en ce qui concerne l'efficacité énergétique, mais aussi, des **bâtiments à énergie positive** devraient se multiplier. Dans ce cas, **c'est l'encadrement réglementaire autour de l'autoproduction d'électricité qui doit être modifié**, afin d'obliger Hydro-Québec à acheter d'éventuels surplus.
- Il y a quelques années, le gouvernement du Québec a adopté des dispositions législatives afin d'étendre les compétences municipales pour la participation à une entreprise de production d'énergie éolienne. C'est dans cette même logique que **la Ville de Montréal doit demander au législateur de prévoir une permission légale afin d'étendre celles-ci spécifiquement aux entreprises d'énergie géothermique et, de manière générale, à la production d'énergie géothermique ainsi qu'à l'exploitation de systèmes énergétiques urbains**.

Finalement, notre mémoire n'a **aucunement la prétention d'offrir un portrait exhaustif** de l'ensemble des mesures requises pour tendre vers la carboneutralité. À cet égard, **l'effort vers la carboneutralité des bâtiments ne doit pas omettre l'énergie grise** (énergie utilisée pour l'extraction des matériaux et la construction des bâtiments), car la grande majorité des émissions associées aux bâtiments en découlerait¹⁷.

¹⁷ Écohabitation. (2021). « Réduire l'empreinte carbone des bâtiments ». Guide traduit et adapté de la version originale, en anglais, produite par Elizabeth Heider chez Skanska.
<https://www.ecohabitation.com/guides/3462/reduire-lempreinte-carbone-des-batiments/>

ANNEXE 1 – Amendements législatifs requis

Les amendements législatifs suivants s'avèrent nécessaires à la Loi sur les compétences municipales (L.R.Q., c. C-47.1)¹⁸, au chapitre IV (Énergie et télécommunications) :

Modifier l'article 17.1 pour permettre d'étendre aux compétences municipales l'énergie géothermique par l'ajout à la fin du 1^{er} paragraphe : « ou une entreprise qui produit de l'énergie géothermique centralisée ou décentralisée ou qui exploite un réseau de distribution d'énergie (chaleur et froid ou électricité) au niveau local ».

Pour plus de clarté, le paragraphe se lirait dorénavant ainsi :

« Toute municipalité locale peut exploiter, seule ou avec toute personne, une entreprise qui produit de l'électricité au moyen d'un parc éolien ou d'une centrale hydroélectrique ou une entreprise qui produit de l'énergie géothermique centralisée ou décentralisée ou qui exploite un réseau de distribution d'énergie (chaleur et froid ou électricité) au niveau local. »

La Ville de Montréal doit demander au législateur de vérifier si d'autres dispositions législatives doivent être modifiées également en conséquence afin de s'assurer de la cohérence du cadre législatif québécois et d'éviter tout frein réglementaire à ce qui pourrait bien représenter une des plus belles opportunités pour les municipalités québécoises en matière de développement durable.

¹⁸ <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cs/C-47.1.pdf> (À jour au 1^{er} septembre 2019)

ANNEXE 2 – Démystifier la géothermie

Document préparé par Agathe Mertz, M. Ing., dans le cadre d'un emploi d'été chez Imagine Lachine-Est et Marmott Énergies.

PRINCIPES GÉNÉRAUX DE LA GÉOTHERMIE

« La **géothermie** est une énergie propre et renouvelable issue du sous-sol terrestre. Elle peut être exploitée pour combler les besoins de chauffage et de climatisation d'un bâtiment. » (Hydro-Québec)

Origine / Déf / Concept	Du grec <i>Géo</i> (« la Terre ») et <i>Thermos</i> (« la chaleur »), la géothermie désigne <u>à la fois l'énergie géothermique</u> issue du sous-sol terrestre et <u>la technologie</u> qui vise à l'exploiter. (Connaissance des énergies et Wikipédia).
Technologies existantes	Il existe plusieurs types de <u>technologies géothermiques</u> , dont la géothermie peu profonde (< 500 m) à basse température, et la géothermie « profonde », à haute température (> 150 °C) qui utilise la chaleur liée à l'activité magmatique du centre de la Terre (voir « gradient géothermique »).
Géothermie « très basse énergie »	<u>« En tout point émergé de la planète, de la chaleur est disponible à faible profondeur. » (Connaissance des énergies).</u> Cette chaleur « basse température » ne provient pas, ou peu, des profondeurs terrestres, mais plutôt du soleil et de l'eau de pluie s'infiltrant dans les nappes phréatiques.
Principe	Une pompe à chaleur extrait l' énergie thermique (chaleur terrestre et solaire) emmagasinée dans le sol (reste constante à ~8-10 °C) et, grâce à des échangeurs de chaleur, la distribue dans le réseau du bâtiment pour chauffer et climatiser à la température de consigne désirée.
Technologie simple, propre et éprouvée Potentiel Qc	La technologie de géothermie très basse énergie est simple, <u>propre et renouvelable</u> . Éprouvée depuis 50 ans, les progrès en fiabilité, performance et coût des pompes à chaleur (PAC) leur donnent un grand potentiel, et pourraient en faire rapidement un <u>moyen de chauffage très répandu</u> .
Utilisations possibles	- Chauffage des pièces et de l' eau chaude , - et/ou climatisation d'un bâtiment.
Particularités techniques	- Selon le terrain, la chaleur est puisée du sol via des puits/capteurs , verticaux ou horizontaux; - La PAC requiert une alimentation électrique (Rendement: 1 kWh d'élec produit 4 kWh de chaleur); - Le bât. requiert un réseau de distribution de chaleur , via conduites d'air ou réseau d'eau chaude.
Avantages	- Réduire les coûts de <u>chauffage/clim</u> grâce à une solution écoénergétique/d'efficacité énergétique = permet de réaliser grandes <u>économies</u> au niveau énergétique; - Réduire les émissions de gaz à effet de serre dus au <u>chauffage/clim du bâtiment</u> .
Quand l'implanter?	- Bâtiment existant : Lors du remplacement d'un appareil de chauffage en fin de vie utile (si le bât. comporte déjà un réseau de distribution de chaleur : travaux plus simples et moins chers) (HydroQ) - Nouveau bâtiment : Lors de la conception/construction.

MODÈLES D’AFFAIRES / POSSIBILITÉS DE « FICELAGE FINANCIER »

<p>Coûts d’implantation d’un système géothermique</p>	<p>Période de retour sur l’investissement (PRI ou Payback) dépend de :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Type de système géothermique, le prix du système (augmente avec la capacité des thermopompes géothermiques) et le coût des travaux d’installation (+ terrassement et accès); - Superficie du bâtiment (plus la superficie est grande, plus les économies de chauffage/clim sont importantes); - Qualité de l’enveloppe thermique du bâtiment (isolation, efficacité énergétique); - Nouveau bâtiment? Existant? (type de système de chauffage/climatisation en place + son âge); - Nature du sol <p>Coût d’un système géothermique pour une <u>maison de dimension moyenne</u> : 25 000 \$ - 40 000 \$.</p>
<p>Différents modèles d’affaires pour implanter la géothermie</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Modèle traditionnel : Le client paie 100 % du système géothermique - Modèle Marmott : Dans cette approche, l’énergie devient « un service ». Le client paie le prix du système alternatif initial, soit jamais plus qu’un système 100 % électrique ou qu’une thermopompe traditionnelle. Le coût du système est réparti entre la mise de fonds du client et l’investissement de Marmott Énergies. - Modèle mutualisé : L’investissement est mutualisé entre une diversité d’acteurs, soit : une municipalité, Marmott Énergies, un OBNL ou une COOP d’habitation.
<p>But de Marmott Énergies</p>	<p>Marmott Énergies a pour but d’implanter massivement la géothermie dans les bâtiments, de différents types/tailles, d’abord au Québec, puis en Ontario et dans le Nord-Est des États-Unis.</p> <p>Marmott Énergies croit au potentiel de la géothermie communautaire et du modèle d’affaires « L’énergie comme un service » afin de répondre aux enjeux énergétiques des points de vue climatique et économique. Cela offrirait une alternative économique aux énergies polluantes et rendrait la géothermie accessible au plus grand nombre.</p>

RÉFÉRENCES

Connaissance des énergies. 2013. Énergies renouvelables – Fiches pédagogiques – Géothermie. Vu à : <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/geothermie>

Marmott Énergies. 2022. FAQ. Vu à : <https://marmottenergies.com/faq/>

Hydro-Québec (HQc). 2022. Résidentiel – Mieux consommer – Fenêtres, chauffage et climatisation – Systèmes géothermiques. Vu à : <https://www.hydroquebec.com/residentiel/mieux-consommer/fenêtres-chauffage-climatisation/geothermie.html>

Wikipédia. 2022. Géothermie. Vu à : <https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9othermie>