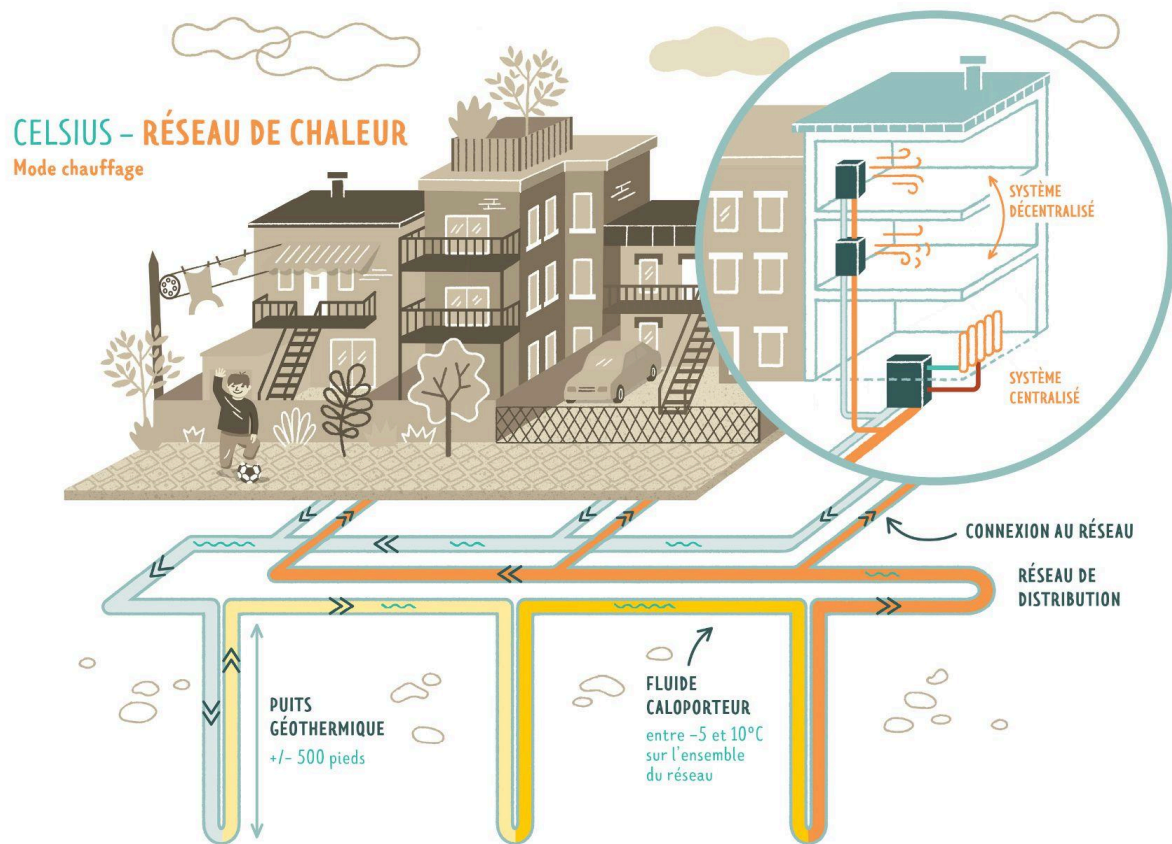


Projet Vitrine de la Coopérative de solidarité Celsius

Rapport des résultats



Sous la supervision de Jean-François Plante-Tan

Sous la coordination de Gérard Lombard

Avec la contribution de: Benoît Bourque, Marc Chausse, Alexandre Courchesne et Marie-Louise Nadeau

Courriel pour toutes questions sur ce rapport, la géothermie partagée ou l'énergie citoyenne:

jean-francois.plante-tan@hec.ca

Dépôt légal, Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2024

ISBN 978-2-9823057-0-0 (PDF)

Tous droits réservés © 2024

Table des matières

Liste des graphiques, des tableaux et des images.....	4
À propos de la Coopérative de solidarité Celsius.....	5
Mission.....	5
Vision.....	5
Coordonnées.....	5
Pour aller plus loin.....	5
Remerciements.....	6
Mot du président.....	7
Introduction.....	9
Genèse du projet Vitrine de géothermie collective Celsius.....	10
Illustration conceptuelle du projet Vitrine.....	11
Objectifs du projet Vitrine.....	12
Objectifs du rapport.....	12
Méthodologie.....	12
Étape 1 : Estimer la puissance utilisée pour le chauffage par chaque unité.....	12
Étape 2 : Estimer les économies d'énergie et d'argent.....	13
Étape 3 : Projection sur 50 logements.....	13
Résultats.....	14
Principales réalisations.....	14
Coûts de réalisation.....	15
Données techniques.....	16
Observations.....	19
Recommandations pour la mise à l'échelle de la géothermie partagée.....	21
Conclusion.....	22
Bibliographie.....	23
Annexe 1 – Résumé du rapport.....	25
Annexe 2 - Photos de la réalisation du projet.....	27
Étape 1 : Forage des puits géothermiques.....	27
Étape 2 : Raccord des puits géothermiques vers le sous-sol du bâtiment.....	28
Étape 3 : Entrée des conduits des puits géothermiques dans le sous-sol du bâtiment.....	29
Étape 4 : Installation de l'équipement de ventilation.....	30
Annexe 3 : Portes ouvertes - projet Vitrine.....	31
Annexe 4 : Rencontre de travail.....	32

Liste des graphiques, des tableaux et des images

Image 1 (gauche) : Membres fondateurs de la Coop Celsius.....	9
Image 2 (droite) : Quelques membres de la Coop dans la cour hôte du système.....	9
Image 3 : Le réseau de chaleur CELSIUS en coupe illustré par Marie Leviel.....	11
Graphique 1 : Consommation d'énergie en fonction de la température du logement RDC.....	13
Image 4 : Autocollant « Je suis géothermique ! ».....	16
Image 5 : Façade des plex du projet Vitrine.....	16
Tableau 1 : Consommation d'énergie avant et après l'installation du système de géothermie partagée (*valeur estimée).....	17
Tableau 2 : Économies d'énergie et d'argent avant et après l'installation du système de géothermie partagée.....	18
Tableau 3: Synthèse des résultats pour l'extrapolation à 50 logements.....	19

À propos de la Coopérative de solidarité Celsius

Fondée en 2019, la Coopérative de solidarité Celsius compte une vingtaine de membres. Elle est ancrée dans l'arrondissement Rosemont - La-Petite-Patrie à Montréal.

Mission

Miser sur l'action citoyenne pour agir avec audace et créativité face à l'urgence climatique en bâtissant des projets rassembleurs de transition énergétique et de développement durable tout en développant des milieux de vie plus verts, équitables et prospères.

Vision

D'ici 2030, concevoir et déployer la géothermie collective de ruelles dans les quartiers centraux de Montréal, et ailleurs au Québec, tout en misant sur la climatisation offerte par la géothermie, ainsi que le verdissement des ruelles, pour accroître la résilience de nos collectivités.

Coordonnées

Courriel pour toutes questions sur ce rapport et ce projet: jean-francois.plante-tan@hec.ca

Pour aller plus loin

Vidéo:

[Celsius à vélo \(mini-documentaire sur un projet micro réseau de géothermie à Montréal, Québec\)](#)

Balados:

[Épisode 1 : Francine Lauzon, propriétaire \(Celsius au micro - Balado\)](#)

[Épisode 2 : Vincent Pelletier, locataire \(Celsius au micro - balado\)](#)

[Épisode 3 : Gérard Lombard, secrétaire du CA Coop Celsius \(Celsius au micro - Balado\)](#)

[Épisode 4: Alexandre Courchesne, responsable technique - Résultats Vitrine \(Celsius au micro - Balado\)](#)

Voir site web de Solon pour une description sommaire du projet:

<https://solon-collectif.org/projets-passes/>

Remerciements

La Coopérative de solidarité Celsius et ses membres désirent remercier les individus et les organismes suivants (indiqués par ordre alphabétique):

- Arrondissement Rosemont - La Petite-Patrie
- Chantier d'économie sociale
- Coopérative de solidarité Carbone
- Coopérative de développement régionale du Québec
- Fédération canadienne des municipalités
- Fondation Familiale Trottier
- Gouvernement du Canada
- Gouvernement du Québec
- Solon Collectif
- PME MTL
- Membres fondateurs et actuels de la Coopérative de solidarité Celsius

Mot du président

Il y a quelques années, nous avons eu un rêve ambitieux : celui de créer un réseau de chaleur partagé entre citoyens. Cette idée audacieuse visait non seulement à offrir une réponse innovante aux défis climatiques actuels, mais également à renforcer le tissu social de nos communautés par les ruelles, tout en minimisant les impacts financiers pour la communauté par des subventions variées.

Notre vision était de partager un système de réseau de chaleur géothermique qui réduirait les émissions de gaz à effet de serre (GES) et les nuisances d'îlots de chaleur, tout en intégrant un modèle de coopération qui rapprocherait les citoyens, propriétaires et locataires autour d'un objectif commun. Pour concrétiser ce rêve, nous avons créé la Coopérative de Solidarité Celsius par laquelle nous voulions innover, rassembler et partager.

Cette nouvelle aventure n'a pas été sans obstacles. L'adhésion enthousiaste des dirigeants politiques a été un encouragement précieux. Cependant, malgré cet appui, les démarches au niveau de l'exécutif ont été marquées par des refus d'accès aux programmes de subvention et des délais importants. La complexité administrative et les enjeux réglementaires ont entravé la progression du projet, nous poussant à revoir nos ambitions initiales.

Face à ces défis, nous avons dû adapter notre projet. Ce qui était au départ un ambitieux réseau de chaleur pour 50 logements et un montant d'environ 1M\$ a été réduit à une échelle plus modeste : 7 logements dans 2 plex mitoyens pour un montant d'environ 190 000\$. Ce projet de plus petite taille est devenu notre projet Vitrine, une preuve de concept qui démontre la faisabilité et les avantages de notre approche.

Au cours de la réalisation du projet Vitrine, nous avons eu l'opportunité de participer à des ateliers de discussion avec différents groupes citoyens, organismes de la société civile, la Ville de Montréal, l'Alliance Transition en commun et d'autres institutions pour la transition socio-écologique. Nous avons eu la chance de travailler et de partager avec des universitaires et des chercheurs.

Ces auditoires, enthousiastes à voir les succès et les potentiels du projet pour des déploiements à plus grande échelle, nous ont encouragés à persévérer, malgré la démobilisation de nos membres face aux lenteurs, délais et difficultés.

En même temps, des changements dans la stratégie énergétique du Québec allaient modifier le portrait des programmes de subvention, dont ceux d'Hydro Québec. Leur octroi rendait l'accès à de la géothermie plus facile sans nécessiter de regroupements de citoyens, ni de consultations municipales.

Après toutes ces années de travail pour réaliser le rêve d'un réseau de chaleur partagé entre citoyens, nous devons malheureusement annoncer la fermeture de la Coopérative de solidarité Celsius. Les obstacles administratifs majeurs, les retards importants et les évolutions imprévues des programmes de subventions, et la démotivation de nos membres ont rendu notre projet initialement ambitieux difficile à maintenir.

Nous sommes fiers du travail accompli. Le projet Vitrine a démontré qu'il est possible de créer des projets innovants où le citoyen est au cœur de la démarche. Ce rapport vise à transmettre toute l'information recueillie et les leçons apprises lors de la réalisation de ce projet. Nous espérons que ce rapport servira d'inspiration pour d'autres collectivités et les générations à venir.

Bien que ce soit une fin difficile, nous espérons que notre expérience continuera à inspirer d'autres solutions innovantes pour un avenir durable.

Enfin, un grand merci particulier à tous ceux qui nous ont soutenu depuis le début. Ensemble, nous avons appris et grandi ensemble pour bâtir un avenir plus durable.

Merci à vous.

Marc Chausse

Président de la Coopérative de Solidarité Celsius

Introduction

La transition énergétique vise à décarboner notre économie et notre système d'énergie. Parmi ses stratégies, la démocratisation et la décentralisation ouvrent la possibilité à un plus grand nombre de parties prenantes d'y participer. Parmi elles, les citoyens peuvent jouer un rôle important. En effet, que ce soient les citoyens en tant qu'individus ou en tant que collectivité, ils peuvent contribuer aux réflexions et à la réalisation de projets innovants, tant au niveau technique que social.

L'énergie citoyenne¹ est une innovation sociale qui implique les citoyens dans la transformation du régime socio-technique afin qu'ils puissent produire et distribuer de l'énergie provenant d'infrastructures dont ils sont les propriétaires. En Europe, il existe plus de 3000 coopératives qui fournissent de l'énergie directement à des consommateurs ou à des fournisseurs.

La Coopérative de solidarité Celsius vise à faire des citoyens du Québec des producteurs d'énergie renouvelable grâce à la géothermie. Son premier projet, le Projet Vitrine, réalisé en 2020-2022, est une première étape en ce sens.

Dans ce rapport, nous vous présentons la genèse et les résultats du projet Vitrine. D'abord, nous survolons les objectifs et les hypothèses du projet. Ensuite, nous expliquons notre méthodologie. Puis, nous analysons les données. Enfin, nous discutons des résultats, des défis et nous proposons des pistes de solutions.



Image 1 (gauche) : Membres fondateurs de la Coop Celsius

Image 2 (droite) : Quelques membres de la Coop dans la cour hôte du système

¹ Le terme « énergie citoyenne » est une traduction libre du terme « *energy community* » employé dans la littérature scientifique, voir *Les écosystèmes d'énergie citoyenne*, détails dans la bibliographie.

Genèse du projet Vitrine de géothermie collective Celsius

Le projet de géothermie collective a germé au sein d'un voisinage de La Petite-Patrie (Arrondissement Rosemont - La Petite-Patrie à Montréal) dès 2015. Il chemine ensuite grâce à Solon qui pilote une étude de pré faisabilité (voir le site internet <https://solon-collectif.org/action/celsius/>) en collaboration avec l'École Polytechnique, la Coop Carbone et l'Institut de l'énergie Trottier: serait-il possible d'utiliser les ruelles de Montréal pour la mise en commun d'infrastructures énergétiques renouvelables dans le but d'accélérer la lutte aux changements climatiques.

Suite à un appel à candidatures dans le Journal de Rosemont de la part de Solon, une douzaine de ruelles de l'arrondissement, représentées par leurs comités de ruelle verte, déposent leur candidature. Après des séances d'information pour les résidents et un processus rigoureux de sélection, à la fin de l'année 2017 trois ruelles sont retenues pour le déploiement du projet pilote visant à brancher 50 logements sur 3 réseaux géothermiques.

L'évaluation de la faisabilité et du coût du projet sont précisés, entre autres par la visite technique de plusieurs immeubles des 3 ruelles, la préparation d'un plan d'affaires et d'un montage financier.

Parallèlement, un comité provisoire, formé de citoyens des 3 ruelles, s'implique et participe à la mise sur pied d'une coopérative qui se chargera de la gouvernance et de la pérennité du projet. En avril 2019, la Coopérative de solidarité Celsius est constituée avec l'appui de la Coopérative de développement régional du Québec.

À la suite d'études techniques complémentaires, le concept initial évolue vers celui de « micro-réseaux » composés de 3 à 10 logements chacun. De plus, le projet est scindé en deux étapes:

- Projet Vitrine de 2 immeubles mitoyens dans une des 3 ruelles fondatrices de la Coop;
- Projet Pilote de 50 logements dans les 3 ruelles fondatrices.

Assistés d'aviseurs légaux, le Conseil d'administration et les membres utilisateurs de la Coopérative participent à l'élaboration des contrats de vente et de services. Dès le début de 2021, les premiers contrats sont signés, entre la Coopérative et les deux membres utilisateurs propriétaires des immeubles retenus pour le projet. Ces deux propriétaires s'accordent des droits d'usage du système partagé, par le biais d'une servitude notariée.

Dès avril 2021, Géothermix débute les travaux de construction par le forage de 8 puits, d'une profondeur de 150 mètres chacun, dans la cour d'un des deux propriétaires. Ensuite, 22degrés procède à la mise en place des deux thermopompes dans les sous-sols et de tous les équipements dans les différents logements. Après la calibration et le rodage du système, la mise en marche officielle est faite le 18 juin, juste à temps pour l'été!

Illustration conceptuelle du projet Vitrine

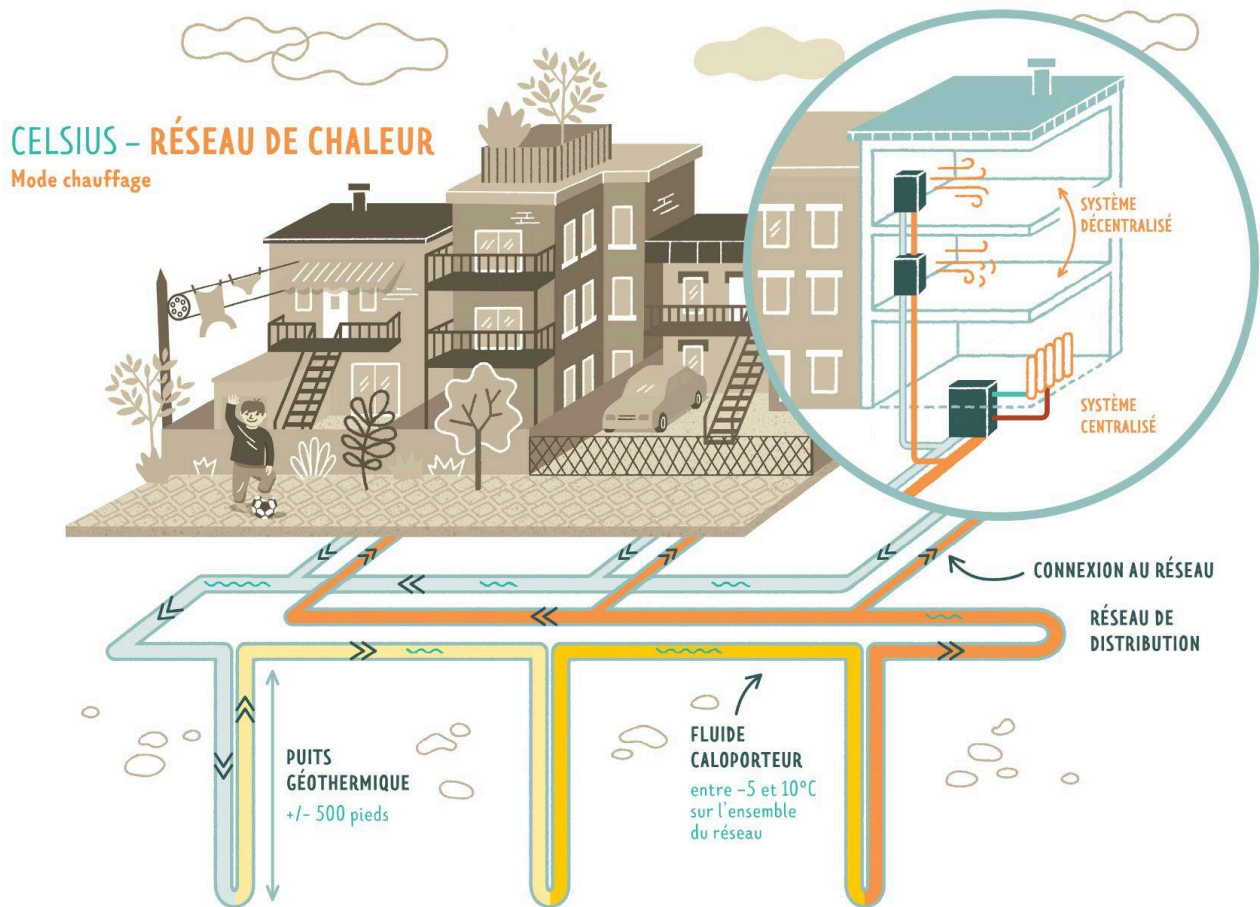


Image 3 : Le réseau de chaleur CELSIUS en coupe illustré par Marie Levieil

Objectifs du projet Vitrine

La Projet Vitrine consiste à mettre en service et à évaluer les résultats d'un premier système de géothermie partagée. En préparation du projet Pilote de plus grande envergure, les objectifs du projet Vitrine étaient les suivants :

- Démontrer le concept technique de « micro-réseau » géothermique à l'échelle de deux immeubles (5 et 2 logements);
- Développer les outils contractuels et réglementaires pour réaliser le recrutement dans le cadre d'un projet pilote plus large;
- Valider et optimiser les coûts de mise en œuvre;
- Se doter d'une vitrine pour faciliter le recrutement des membres pour le projet Pilote.

Objectifs du rapport

Ce rapport vise à :

- Valider les coûts de l'installation d'un micro-réseau de géothermie;
- Comprendre les défis techniques d'implantation d'un micro-réseau;
- Évaluer, avec des données terrain, les économies d'énergie réelles de la géothermie.

Méthodologie

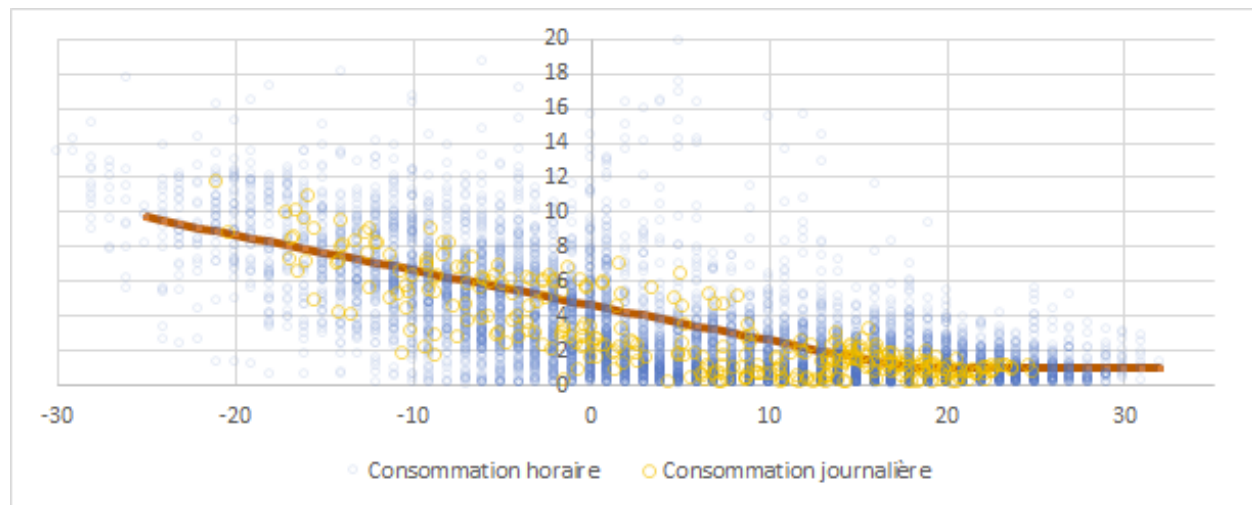
Étape 1 : Estimer la puissance utilisée pour le chauffage par chaque unité

Afin d'évaluer la performance du projet Vitrine, une analyse de la consommation énergétique du 5 plex a été réalisée. À partir de la consommation horaire et de la température extérieure, obtenues auprès d'Hydro-Québec, il est possible d'estimer la puissance utilisée pour le chauffage de chaque unité d'habitation.

Les calculs qui permettent d'estimer les économies d'énergie sont relativement compliqués et mettent en jeu la notion de degrés-jour: écart entre une température de référence, généralement 18 °C, et la température moyenne extérieure au cours d'une journée, laquelle correspond à la somme des températures maximale et minimale divisée par deux (<https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/8369309/degre-jour-de-chauffage>).

Par exemple, on peut tracer le graphique suivant pour l'appartement au rez-de-chaussée. Une régression mathématique permet de déterminer que ce logement nécessite 224 watts de

puissance de chauffage par degré en dessous 18 °C (W/°C). Ainsi, si la température extérieure est de -20 °C, on peut calculer que le logement consomme 7,7 kW de chauffage.



Graphique 1 : Consommation d'énergie en fonction de la température du logement RDC

Cet exercice a été réalisé pour 4 des 5 appartements avant l'installation de la géothermie, soit l'appartement du rez-de-chaussée (RDC), du 2e étage côté nord (2 Nord), 2e étage côté sud (2 Sud) et 3e étage côté nord (3 Nord) et pour les 5 appartements après l'installation de la géothermie. Les résultats sont présentés dans la section "Résultats".

Étape 2 : Estimer les économies d'énergie et d'argent

Avec ces données, il est possible d'estimer les économies d'énergie et d'argent réalisées suite à l'installation du système en utilisant les degrés-jour d'un hiver montréalais qui oscille entre 3000 et 4000. Une journée où il fait -20 °C à l'extérieur correspond à 38 degrés-jour.

Étape 3 : Projection sur 50 logements

En appliquant une règle de proportionnalité, il est possible d'estimer les coûts d'un projet d'envergure, les économies d'énergie et d'argent ainsi que la réduction des émissions de GES.

Résultats

Principales réalisations

Le projet Vitrine a été implanté dans deux bâtiments mitoyens du quartier Rosemont, dans l'une des ruelles fondatrices de la Coop Celsius, et regroupant 7 logements. Les principales activités du projet Vitrine, réalisées sur plus de 20 mois (octobre 2020 à juillet 2022), ont été les suivantes :

- Sélection des participants : mise en place du processus de sélection (sur la base d'une grille multicritères) et appel à candidatures pour sélectionner les deux immeubles voisins l'un de l'autre;
- Élaboration des outils contractuels : démarches juridiques pour identifier les modalités contractuelles applicables dans le respect notamment du cadre réglementaire établi par la Loi sur la protection du consommateur (RLRQ, c. P-40.1) et son règlement d'application;
- Collecte de données avant l'installation des systèmes de géothermie;
- Construction et mise en service : évaluations énergétiques, sélections des fournisseurs et entrepreneurs, commandes, installation et mise en service des systèmes;
- Suivi de la performance : mise en place du suivi de la performance (rétroaction auprès des utilisateurs et suivi de la consommation électrique).

Le réseau géothermique et les systèmes installés fournissent:

de la chaleur pour:

- 1 système de radiateurs à eau chaude
- 1 circuit à eau chaude sous dalle de béton
- 3 fournaies centrales à air chaud pulsé
- 4 têtes murales de thermopompe

de la fraîcheur pour:

- 3 climatiseurs centraux
- 4 têtes murales de thermopompe

Coûts de réalisation

1. Forage des puits géothermiques

Huit puits géothermiques, d'une profondeur de 150 mètres chacun, ont été forés dans la cour du propriétaire d'un des deux bâtiments en avril 2021. Une tranchée a également été excavée entre les deux bâtiments pour permettre l'alimentation du deuxième bâtiment.

Cette étape de forage et d'amenée des conduits du liquide caloporteur au sous-sol du bâtiment a coûté 26 000\$.

Pour voir des photos de la réalisation du projet, voir l'Annexe 2.

2. Installation des équipements intérieurs

Une fois le forage complété, les équipements ont été installés dans les deux bâtiments pour alimenter les 7 logements: thermopompe dans chacun des deux sous-sols, conduits pour acheminer l'air (chaud en hiver et frais en été) dans les logements, systèmes de contrôle, etc.

Cette étape d'installation des équipements intérieurs (les configurations étaient différentes, selon les logements) a coûté 77 000\$.

Les systèmes ont finalement été mis en service à la mi-juin 2021 et un suivi a été assuré pendant l'année suivante: ajustement des systèmes, collecte de données, etc.

Pour voir des photos de la réalisation du projet, voir l'Annexe 2.

Un événement Portes ouvertes a été organisé pour que le public puisse en apprendre plus sur le projet (voir Annexe 3).

3. Identification visuelle

Une image de marque a été créée pour permettre aux propriétaires et aux locataires intéressés par la géothermie partagée de démontrer leur intérêt. Des autocollants ont été distribués et posés sur les fenêtres.



Image 4 : Autocollant « Je suis géothermique ! »



Image 5 : Façade des plex du projet Vitrine

Données techniques

1. Consommation d'énergie avant et après

Le tableau suivant présente la consommation d'énergie pour les logements du 5plex, avant et après l'installation du système de géothermie partagée.

Niveau	Avant	Après	Différence
	Unité : W/°C		
RDC	224	143	81
2 SUD	68	23	45
2 Nord	90	42	48
3 Nord	90	53	37
3 Sud	83*	62	21
Total des 5 logements	555	323	232

*Rappel: Le calcul a été fait pour 4 des 5 logements.

Tableau 1 : Consommation d'énergie avant et après l'installation du système de géothermie partagée (*valeur estimée)

2. Économie d'énergie et d'argent

Le tableau suivant présente les économies d'énergie et d'argent sur la facture d'électricité, en prenant un prix moyen de 0,09\$/kWh, soit la moyenne entre le prix sous 40 kWh et au-dessus, avec taxes.

Nombre de degrés jours	Unité	Avant	Après	Différence
4000 d.j.	kWh	51 904,00	30 144,00	- 21 760,00
	\$	4 675,98	2 71,64	- 1 960,34
3000 d.j.	kWh	38 928,00	22 608,00	- 16 320,00
	\$	3 506,98	2 036,73	- 1 470,25

Tableau 2 : Économies d'énergie et d'argent avant et après l'installation du système de géothermie partagée

On remarque que pour les hivers plus froids (4000 d.j.), le système génère plus d'économie. Ceci s'explique par le fait que le système géothermique est plus sollicité dans ce cas.

Considérant que le kWh québécois est responsable de 22 g de CO₂eq, cela signifie que notre Projet Vitrine a permis une réduction d'environ 420 kg de CO₂eq par année (hiver de 3500 d.j.)

3. Projection

Si le projet Pilote était réalisé en entier (50 logements), quels seraient les coûts et les économies réalisées?

L'objectif du projet Vitrine est de paver la voie vers l'implantation dans 50 logements. On peut estimer les coûts du projet Vitrine à une moyenne de 14 000\$ par logement implanté. Il faut toutefois nuancer car certains logements sont desservis à 100% par la géothermie tandis que d'autres ne sont que partiellement desservis (un logement du 5 plex).

En appliquant une règle de proportionnalité, on peut estimer l'économie d'énergie à 190 MWh par année et à une diminution de 86 kW de puissance nécessaire à -20 °C.

Les réductions de GES dépendent avant tout du nombre de systèmes de chauffage au carburant fossile déplacés. L'analyse du cycle de vie réalisée par le CIRAIG dans le contexte de l'étude de préféabilité² avait estimé à 127 tonnes de GES pour une implantation dans 50 logements, dont 8 étaient chauffés avec des carburants fossiles, et une école.

Voici un tableau qui résume ces informations :

² <https://solon-collectif.org/action/celsius/>

Nombre de logements	50	Il est possible d'avoir des regroupements de logements dans différentes ruelles, reliés par plusieurs systèmes de géothermie partagée indépendants les uns des autres.
Coût d'installation par logement	14 000\$	Certains seront desservis à 100% par la géothermie tandis que d'autres ne sont que partiellement desservis (logements du 5plex)
Estimation des économies d'énergie	190 MWh par année	Ces données sont pertinentes pour les fournisseurs d'électricité, car elle affecte la gestion de la pointe.
Diminution de la puissance à -20 °C	86 kW	
Réduction des émissions de GES	127 tonnes	Pour 50 logements dont 8 chauffés avec des carburants fossiles. Les réductions peuvent être plus élevées si davantage de logements chauffés avec des carburants fossiles sont inclus.

Tableau 3: Synthèse des résultats pour l'extrapolation à 50 logements

Observations

La réalisation du Projet Vitrine a permis de générer des données et des connaissances sur une manière innovante pour les citoyens et les parties prenantes de s'organiser afin de produire et distribuer de l'énergie.

Réduction des émissions de GES et de la facture d'énergie

Le système a démontré qu'il y a une réduction de consommation d'électricité menant directement à une réduction de la facture d'énergie. Le système a également permis de réduire la demande en matière de puissance énergétique des fournisseurs d'énergie ainsi que les émissions de GES.

Rapport direct entre le citoyen et l'énergie

Le projet a contribué à la démystification du système énergétique québécois et de la géothermie, par une forte implication citoyenne.

Le système de géothermie partagée a permis aux membres de la Coopérative d'avoir un pouvoir décisionnel de premier plan dans la conception et la réalisation d'un projet de production et de distribution d'énergie.

Les citoyens et la Coopérative ont moins de barrières au niveau technique et juridique, car le système n'est pas dans le giron réglementaire des institutions énergétiques ou les

infrastructures majeures du territoire. En effet, la géothermie ne requiert pas la distribution de l'électricité via le réseau de transmission, ni la distribution d'énergie fossile via un réseau de distribution gazier. Le projet de géothermie est également à l'abri d'un certain lobbying politique et industriel. Les trois seules parties prenantes concernées sont les propriétaires qui hébergent les équipements, les membres de la Coopérative et la municipalité. Alors que les deux premières impliquent directement les membres dans la prise de décision, la municipalité n'est concernée que pour les permis d'excavation et les servitudes dans le cas d'une occupation du domaine public.

Les membres de la Coopérative ont un accès direct et privilégié aux membres du conseil d'administration. Les discussions se font via un processus démocratique et transparent. Cela assure que la Coopérative œuvre dans le cadre de sa mission, sa vision et dans l'intérêt de ses membres et de ses partenaires.

Résilience locale et nationale

Le système n'est qu'à une étape près d'être entièrement autonome, car il consomme très peu d'énergie. S'il était alimenté par des panneaux solaires et une batterie de réserve, le système serait autonome, ce qui assurerait du chauffage tout au long de l'hiver et de la climatisation tout au long de l'été. De ce fait, le système augmente la résilience locale du système d'énergie.

À l'échelle nationale, le système de géothermie partagé contribue à une saine gestion de la pointe, car les grands fournisseurs d'énergie d'électricité auront moins de logement à alimenter pendant les périodes de grand froid. Par conséquent, les grands fournisseurs n'ont pas à importer de l'électricité à un coût d'achat plus élevé que la moyenne des coûts de production.

Défis encourus

D'abord, il n'existe pas d'organisation qui a pour rôle de faire connaître la géothermie partagée à l'échelle québécoise. Cela aurait pu être le rôle futur de la Coopérative de solidarité Celsius, à condition d'avoir la possibilité d'élargir sa mission. Une autre entité à identifier pourrait aussi assumer ce rôle.

Ensuite, il n'existe pas d'organisation ou de programme d'accompagnement pour la création de projet de géothermie partagée. Ceci empêche donc des citoyens intéressés de créer des projets dans leur localité.

Aussi, il n'existe pas de financement récurrent pour la promotion et l'accompagnement de projets de géothermie partagée. Sans financement, public ou privé, les citoyens ne peuvent pas démarrer des projets car ces projets imposent, de par leur nature, une courbe d'apprentissage très exigeante et un investissement initial élevé de la part des citoyens.

D'autre part, les institutions municipales et nationales n'ont pas de politique de transition énergétique qui incluent l'énergie citoyenne et plus précisément la géothermie partagée. Les citoyens et les projets n'obtiennent donc pas un appui moral, financier et technique que seules les institutions sont en mesure d'offrir.

D'autres défis, comme les délais de livraison de permis et des servitudes, ont influencé la capacité de mobilisation de futurs membres et le respect des échéanciers.

Recommandations pour la mise à l'échelle de la géothermie partagée

Les parties prenantes pouvant influencer la mise à l'échelle de la géothermie partagée peuvent suivre les recommandations suivantes:

- Raccourcir les délais de livraison de permis et des servitudes (ajuster le cadre réglementaire);
- Créer une enveloppe budgétaire et du financement récurrent pour soutenir des groupes porteurs désirant mener des études de faisabilité et des projets de géothermie partagée;
- La Coopérative devrait ajuster son offre de service et sa structure en fonction des prochaines étapes de son projet ou pour soutenir de futurs projets.

Conclusion

Selon nous, le Projet Vitrine est un succès, car nous avons atteint tous nos objectifs:

- Nous avons démontré qu'il est possible de réaliser le concept technique de « micro-réseau » géothermique à l'échelle de deux immeubles;
- Nous avons développé des outils contractuels et réglementaires pour réaliser le recrutement dans le cadre d'un projet pilote plus large;
- Nous avons validé et optimisé les coûts de mise en œuvre;
- Nous nous sommes dotés d'une Vitrine pour faciliter le recrutement des membres pour le projet Pilote.

Nous terminerons avec quelques observations et recommandations.

Le projet a permis de démontrer qu'il est possible, pour les citoyens, d'être des acteurs dans la transition énergétique et d'avoir un impact rapide et durable, sans être contraints par les mêmes restrictions que les grandes entreprises d'énergie.

Le projet a même démontré qu'il est dans l'intérêt des institutions de considérer l'énergie citoyenne, et la géothermie partagée en particulier, dans leur politique de transition énergétique. En effet, le projet a démontré qu'il contribue à une réduction de la consommation d'énergie et des émissions de GES, une meilleure qualité de vie, un rapport direct et démocratique des citoyens à l'énergie et à une meilleure gestion de la demande en période de pointe.

Plusieurs défis demeurent afin de mettre à l'échelle l'énergie citoyenne et la géothermie partagée. Parmi les recommandations, les institutions devraient ajouter ce concept à leur politique de transition énergétique et contribuer à la promotion et la réalisation de ce genre de projet.

En terminant, les membres de la Coopérative de solidarité Celsius sont fiers d'avoir mis en service le premier micro-réseau de géothermie partagé au Québec. C'est le seul en son genre à notre connaissance au Canada, aux États-Unis, voire même dans les Amériques. La Coopérative Celsius remercie sincèrement ses partenaires qui l'ont soutenu de diverses manières.

Les citoyens ont un rôle majeur à jouer dans la transition énergétique et nous croyons que la géothermie partagée est une manière efficace pour eux de le faire.

Ensemble, collaborons pour accélérer la transition énergétique et augmenter notre résilience et la qualité de vie de nos collectivités!

Bibliographie

Mémoire

Plante-Tan, Jean-François (2024). *Les écosystèmes d'énergie citoyenne*, [Mémoire publié]. HEC Montréal. Lien en accès libre: <https://hecmontreal.on.worldcat.org/oclc/1454831731>

Une présentation des résultats du mémoire a eu lieu avec l'équipe afin de discuter des défis et des solutions (voir Annexe 4)

Articles scientifiques

Blanchet, T., & Herzberg, C. (2019). Les enjeux démocratiques de la transition énergétique territoriale : enquête sur la coopérative énergétique citoyenne de Iéna - The democratic challenges of the territorial energy transition: an investigation into Jena's citizen energy cooperative. *Lien Social et Politiques*, 82, 139.

Debizet, G., & Pappalardo, M. (2021). Communautés énergétiques locales, coopératives citoyennes et autoconsommation collective : Formes et trajectoires en France. *Flux*, 126(4), 1–13. <https://doi.org/10.3917/flux1.126.0001>

Fontaine, A. (2020). L'essor des coopératives énergétiques citoyennes. *Multitudes*, 77(4), 88–93. <https://doi.org/10.3917/mult.077.0088>

Hewitt, R. J., Bradley, N., Compagnucci, A. B., Barlagne, C., Ceglarz, A., Cremades, R., McKeen, M., Otto, I. M., & Slee, B. (2019). Social innovation in community energy in Europe: A review of the evidence. *Frontiers in Energy Research*, 7(APR), 1–27. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2019.00031>

Kunze, C., & Becker, S. (2015). Collective ownership in renewable energy and opportunities for sustainable degrowth. *Sustainability Science*, 10(3), 425–437. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0301-0>

McKenna, R. (2018). The double-edged sword of decentralized energy autonomy. *Energy Policy*, 113(November 2017), 747–750. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.11.033>

Meister, T., Schmid, B., Seidl, I., & Klagge, B. (2020). How municipalities support energy cooperatives: Survey results from Germany and Switzerland. *Energy, Sustainability and Society*, 10(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s13705-020-00248-3>

Poize, N., & Rüdinger, A. (2014). Projets citoyens pour la production d'énergie renouvelable: une comparaison France-Allemagne. *Revue de l'énergie*, 89–100.

Rumpala, Y. (2013). Formes alternatives de production énergétique et reconfigurations politiques. La sociologie des énergies alternatives comme étude des potentialités de réorganisation du collectif. *Flux*, 92, 47–61. <https://doi.org/10.3917/flux.092.0047>

- Van Der Schoor, T., Van Lente, H., Scholtens, B., & Peine, A. (2016). Challenging obduracy: How local communities transform the energy system. *Energy Research and Social Science*, 13(2016), 94–105. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.009>
- Vernay, A., et Sebi, C. (2020). Energy communities and their ecosystems: A comparison of France and the Netherlands, *Technological Forecasting and Social Change*, 158, p0-36
- Walker, G., et Cass, N. (2007). Carbon reduction, 'The Public' and renewable energy, *Area*, 39.4, 458-469
- Walker, G., & Devine-Wright, P. (2008). Community renewable energy: What should it mean? *Energy Policy*, 36(2), 497–500. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.10.019>
- Walker, G., Devine-Wright, P., Hunter, S., High, H., & Evans, B. (2010). Trust and community: Exploring the meanings, contexts and dynamics of community renewable energy. *Energy Policy*, 38(6), 2655–2663. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.05.055>
- Wirth, S. (2014). Communities matter: Institutional preconditions for community renewable energy. *Energy Policy*, 70, 236–246.

Organisations

REScoop est une organisation européen dont la mission est de soutenir les coopératives d'énergie citoyenne. Site internet : www.REScoop.eu

Centrales Villageoises est une organisation française dont la mission est de soutenir les projets d'énergie citoyenne. Site internet : <https://www.centralesvillageoises.fr/>

Énergie Partagée est une organisation française dont la mission est de soutenir les projets d'énergie citoyenne. Site internet : <https://energie-partagee.org>

Community Power est une organisation qui fait la promotion de l'énergie citoyenne. Site internet : www.communitypower.eu

Annexe 1 – Résumé du rapport

Résumé du rapport - Projet Vitrine de la Coopérative de solidarité Celsius

La Coopérative de solidarité Celsius (Rosemont-La Petite Patrie, Montréal) a pour mission de donner un rôle central aux citoyens dans la production et distribution d'énergie au Québec. Pour se faire, ils proposent l'usage de la géothermie partagée, un système accessible à tous. Ce système relie plusieurs bâtiments et logements sur le même système de chauffage et de climatisation, nécessite peu d'intervention et d'entretien et permet de grandes économies d'énergie et d'argent.

Le projet Vitrine est un système de géothermie partagée qui relie deux bâtiments résidentiels totalisant sept logements. Dans sa première année d'opération, le projet Vitrine a démontré qu'il est possible de :

- Réduire grandement la consommation d'énergie reliée au chauffage;
- Économiser sur les dépenses reliées au chauffage;
- Réduire la puissance d'énergie requis pour maintenir une température de confort;
- Réduire les émissions de GES (sur toute la chaîne de valeur de l'énergie);
- Offrir de la climatisation;
- Réduire la contribution aux îlots de chaleur en envoyant l'été la chaleur dans le sol;
- Éliminer l'encombrement des fenêtres et des espaces en lien avec les climatiseurs;
- Éviter la pollution sonore des systèmes aérothermiques (thermopompes et climatiseurs);
- Avoir une organisation qui travaille dans le seul intérêt de ses membres;
- Remettre le pouvoir décisionnel aux usagers, c'est-à-dire aux citoyens;
- Créer un sentiment d'appartenance à une communauté impliquée.

La mise à l'échelle de ce système est prometteuse, car c'est une solution simple et accessible, mais surtout éprouvée. En Europe, il existe plus de 3000 coopératives d'énergie renouvelable gérées par et pour les citoyens, totalisant 1.4 millions de citoyens.

Les avantages de la géothermie partagée sont nombreux. Elle permet à la société québécoise d'accélérer la transition énergétique, de réduire les émissions de CO₂ et de contribuer à une saine gestion de la pointe. De manière plus importante, les citoyens ont un lien direct avec la source d'énergie et peuvent garantir que sa gestion se fait dans leur intérêt. Les citoyens peuvent donc s'assurer de réduire les dépenses en lien avec le chauffage et ainsi économiser des sommes importantes.

La Coopérative de solidarité Celsius tient à remercier ses partenaires pour leur confiance tout au long de notre projet Vitrine.

Au verso, les détails techniques et les résultats du projet

Détails techniques

Définition

Qu'est-ce qu'un système de géothermie partagé? C'est un équipement central qui offre le chauffage et la climatisation grâce à la géothermie. Un propriétaire héberge la pièce d'équipement principale. Puis, le chauffage et la climatisation des autres logements et bâtiments voisins se font via un système de tuyauterie et de ventilation qui s'installe facilement.

La Coopérative de solidarité Celsius

Date de fondation : Avril 2019

Nombre de membres : 20

Localisation du projet : Montréal, Arrondissement Rosemont - La-Petite-Patrie

Projet Vitrine - détails

Nombre de bâtiments impliqués : 2

Nombre de logements reliés: 7

Durée de la préparation du projet : 18 mois

Date de mise en service : Juin 2021

Coût du projet : développement (27 000\$), gestion (16 000\$), construction (103 000\$)

Financé par : Chantier de l'économie sociale, Fondation familiale Trottier, Solon, Coop Carbone

Réduction moyenne de la puissance de chauffage (5 logements*) : 44%

Économie annuelle moyenne (5 logements*) : 3400 kWh ou 1725\$ (0,087\$/kWh)

Réduction d'émission de CO₂ (5 logements*) : 420 kg CO₂eq par année

Commentaires généraux

La Coopérative considère que:

- L'installation de la géothermie partagée est un investissement générationnel, assurée par des citoyens et dont la société bénéficie.
- Le projet Vitrine est la preuve que les citoyens peuvent jouer un rôle important dans la transition énergétique. Ce projet a été initié par des citoyens et ensuite soutenu financièrement par des partenaires. En Europe, le financement est assuré par des programmes gouvernementaux et des banques qui offrent des prêts à taux préférentiel. La Coopérative Celsius considère donc que les parties prenantes du secteur de l'énergie, de l'économie traditionnelle et de l'économie sociale doivent faire leur part dans la mise à l'échelle de la géothermie partagée.
- La géothermie partagée est avantageuse dans des secteurs résidentiels denses (multilogement), et encore plus pour les propriétaires de logements chauffés au mazout et au gaz naturel (incluant le gaz naturel renouvelable).

La Coopérative appelle à la démocratisation de l'énergie, la démystification de la géothermie et encourage l'implication citoyenne. À notre connaissance, le projet Vitrine de Celsius est le premier en son genre au Canada.

Annexe 2 - Photos de la réalisation du projet

Étape 1 : Forage des puits géothermiques



Les puits de géothermie qui sortent de la terre, prêts pour être raccordés au bâtiment.

Étape 2 : Raccord des puits géothermiques vers le sous-sol du bâtiment



Une fois l'étape 1 terminée, le terrain est prêt pour être aménagé en fonction des projets du propriétaire. À noter qu'un seul terrain nécessite des travaux de forage, puisque par la suite, le système de géothermie fournit plusieurs bâtiments grâce à un système de tuyauterie sous-terrain ne nécessitant pas de travaux majeurs.

Étape 3 : Entrée des conduits des puits géothermiques dans le sous-sol du bâtiment



Étape 4 : Installation de l'équipement de ventilation



Équipements, dont la thermopompe, dans le sous-sol du bâtiment



Conduits pour la distribution de l'air (chaud ou froid) dans les logements



Unité murale



Radiateur à eau chaude et sortie de plancher (air chaud ou froid)

Annexe 3 : Portes ouvertes - projet Vitrine

Une fois le projet terminé, un événement Portes ouvertes a eu lieu à l'automne 2021 pour faire connaître le projet. Plusieurs citoyens, partenaires et élus étaient présents.



Annexe 4 : Rencontre de travail

Quelques images d'une rencontre de travail de la Coop Celsius avec Jean-François Plante-Tan qui discute des résultats de son mémoire *Les écosystèmes d'énergie citoyenne*.

