



Thermopompes : Un vent frais sur le chauffage

L'installation de thermopompes au lieu de climatiseurs
centraux au Canada

Auteurs : Alexander Gard-Murray, Brendan Haley, Sarah Miller, Mathieu Poirier

Thermopompes : Un vent frais sur le chauffage

Auteurs:

Alexander Gard-Murray

Directeur

Greenhouse Institute

Brendan Haley

Directeur des recherches en politiques

L'Efficacité énergétique Canada

Sarah Miller

Cheffe de projet, Adaptation

L'Institut climatique du Canada

Mathieu Poirier

Directeur des politiques

Alliance pour la décarbonation des bâtiments

POUR CITER CE DOCUMENT :

Gard-Murray, A., Haley, B., Miller, S., Poirier, M. (2023). *Un vent frais sur le chauffage. L'installation de thermopompes au lieu de climatiseurs centraux au Canada*. Alliance pour la décarbonation des bâtiments, Institut climatique du Canada, Efficacité énergétique Canada, Greenhouse Institute.

À propos de l'Alliance pour la décarbonation des bâtiments :

En tant qu'initiative de l'Accélérateur de transition, l'**Alliance pour la décarbonation des bâtiments** est une coalition intersectorielle qui œuvre pour inspirer et informer l'industrie et le leadership gouvernemental, pour accélérer les transformations du marché, ainsi que pour contribuer à mettre le secteur du bâtiment sur la bonne voie pour atteindre ses objectifs de réduction des émissions. Nous organisons des conversations, menons des recherches inédites et identifions les obstacles structurels qui ralentissent l'électrification. Nous travaillons par la suite avec nos partenaires pour les surmonter.

À propos de l'Institut climatique du Canada :

L'**Institut climatique du Canada** est le principal organisme canadien de recherche sur les politiques relatives aux changements climatiques. Nous produisons des études rigoureuses et formulons des recommandations fondées sur des données probantes pour faire avancer la question de la résilience climatique, montrer la voie vers la carboneutralité et favoriser la prospérité à long terme. Nous tirons notre force de notre indépendance, de la diversité et de la richesse de notre personnel, de notre conseil d'administration et de nos conseillers – dans des domaines allant de la lutte contre les changements climatiques à l'adaptation à ces changements, en passant par la croissance propre – ainsi que de la pluralité des parties prenantes et des détenteurs de droits avec lesquels nous coopérons dans le cadre de nos recherches.

À propos d'Efficacité énergétique Canada :

Efficacité énergétique Canada est le porte-parole national d'une économie énergétiquement efficace. Nous envisageons un avenir où le Canada utilise le plein potentiel de l'efficacité énergétique, ce qui implique une maximisation des avantages de l'efficacité énergétique en vue d'obtenir un environnement durable, une économie productive et une société juste et équitable. Les locaux d'Efficacité énergétique Canada sont situés au Centre de recherche sur l'énergie durable de l'Université Carleton, qui est établi sur les territoires traditionnels non cédés de la nation algonquine.

À propos de Greenhouse Institute :

Greenhouse est un institut de recherche indépendant qui se consacre à la recherche et à la promotion de solutions innovantes à la crise climatique. Nous combinons analyse statistique, modélisation informatique et engagement communautaire pour élaborer des politiques pragmatiques qui réduisent les émissions tout en augmentant la prospérité.

Remerciements :

Les auteurs remercient les personnes suivantes pour leur soutien dans la révision de ce document :

- Betsy Agar, directrice, bâtiments, *Institut Pembina*
- Bryan Flannigan, directeur général, *Alliance pour la décarbonation des bâtiments*
- Bryan Purcell, vice-président, politiques et programmes, *The Atmospheric Fund*
- Christine Gustafson, propriétaire et consultante principale, *Harbourgreene Consulting Inc.*
- Erik Janssen, chercheur, programme d'évaluation des technologies durables, *Office de protection de la nature de Toronto et de la région*
- James Meadowcroft, conseiller principal – trajectoires de transition, *Accélérateur de transition*
- Jessica McIlroy, analyste principale, bâtiments, *Institut Pembina*
- Nate Adams, directeur général, *HVAC 2.0*
- Rajeev Kotha, analyste principal, bâtiments, *Institut Pembina*

Les auteurs remercient les personnes et les organismes suivants pour leur soutien dans la modélisation qui constitue le fondement de ce rapport :

- Daniel Bowie, analyste principal en électrification, *Accélérateur de transition*
- *L'Institut canadien du chauffage, de la réfrigération et de la climatisation*
- ESMIA Consultants

Photo de couverture : Radu Sebastian/[Shutterstock.com](https://www.shutterstock.com)



Efficacité climatique Canada tient à remercier [The Atmospheric Fund](https://www.theatmosphericfund.ca) pour son soutien financier à la réalisation de ce rapport.

Avis de non-responsabilité : Ce rapport ne reflète pas nécessairement les opinions des réviseurs. Toutes erreurs relèvent de la responsabilité exclusive des auteurs.

Table des matières

Une occasion favorable	1
Pourquoi le Canada devrait se tourner vers les thermopompes	3
Comprendre les obstacles au déploiement des thermopompes	7
Et si chaque nouveau climatiseur central était remplacé par une thermopompe ?	9
Liste des pistes de mise en œuvre	15
Conclusion	19
Bibliographie	20
Annexe	22

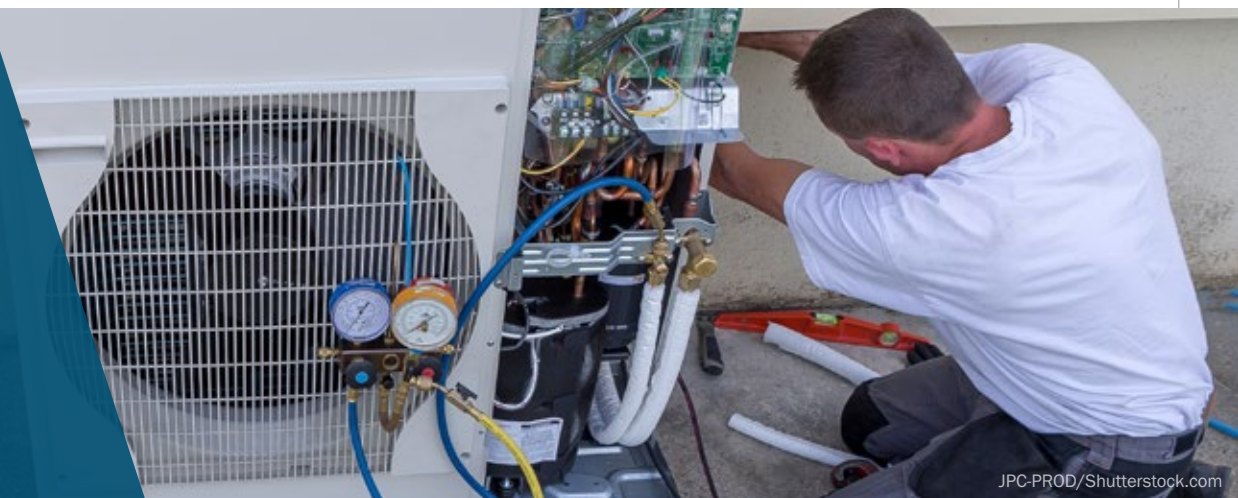
Une occasion favorable

Les équipements de chauffage et de climatisation sur lesquels compte la population canadienne ont des conséquences importantes sur leurs finances et leur environnement. Pour répondre aux besoins croissants en matière de refroidissement, de nombreuses personnes achètent des climatiseurs en complément de leur source de chauffage existante. **Mais ce faisant, ils ratent l'occasion d'obtenir un chauffage et une climatisation à haut rendement et à faibles émissions au moyen d'un seul équipement : la thermopompe.**

Les hivers froids ont toujours fait partie intégrante de nos vies, ce qui fait du chauffage « une question de vie ou de mort, littéralement¹ ». Mais comme les changements climatiques entraînent des vagues de chaleur plus fréquentes et plus intenses, la climatisation devient elle aussi progressivement une question de vie ou de mort. Plus de 600 personnes sont décédées sous le dôme de chaleur de 2021 en Colombie-Britannique, ce qui en fait l'événement météorologique le plus meurtrier de l'histoire du Canada. L'aggravation des changements climatiques ne fera qu'augmenter la probabilité d'événements semblables à l'avenir². Naturellement, la demande pour des climatiseurs centraux est en augmentation dans tout le pays.

D'un point de vue mécanique, les climatiseurs centraux et les thermopompes à air centrales fonctionnent essentiellement de la même façon³. Sous leur forme la plus simple, ces deux machines recueillent la chaleur d'un espace et la déplacent dans un autre. La différence est que les climatiseurs ne peuvent déplacer la chaleur que dans un sens – de l'intérieur de la maison vers l'extérieur –, alors que les thermopompes sont conçues pour changer de sens afin de pouvoir également faire entrer la chaleur de l'extérieur, de sorte qu'elles peuvent à la fois chauffer et refroidir, selon les besoins. Dans un modèle courant à une vitesse, les pièces supplémentaires n'ajoutent que quelques centaines de dollars au coût

Installer une thermopompe à la place d'un climatiseur central est une excellente manière de chauffer et de refroidir une habitation, avec un seul équipement, et ce de manière très efficace, tout en réduisant les émissions de GES.



1 Tardy et Lee (2019).

2 Gouvernement du Canada (2022a).

3 Ce rapport a pour objet les climatiseurs et les thermopompes à air, c'est-à-dire les appareils qui distribuent l'air à travers les conduits existants d'une maison. Les termes « thermopompe » et « climatiseur » sans autre qualificatif font ici référence aux modèles avec conduits, et non aux autres options telles que les thermopompes multizones ou les climatiseurs de fenêtre.

de fabrication d'une thermopompe à deux voies par rapport à un climatiseur central à une voie⁴. Mais ce petit coût supplémentaire apporte de grands avantages.

Ce qui fait la particularité d'une thermopompe n'est pas seulement sa capacité à chauffer, mais aussi le fait qu'elle chauffe *beaucoup plus efficacement* que n'importe quel autre moyen de chauffage. **Alors que le gaz, le propane, le mazout, le bois et le chauffage par résistance électrique doivent tous créer de la chaleur, les thermopompes ne font que déplacer la chaleur existante, ce qui nécessite beaucoup moins d'énergie.** Utiliser moins d'énergie permet de réduire les factures de chauffage, ce qui est particulièrement vrai lors du remplacement d'un système de chauffage au mazout, au propane ou par résistance électrique⁵. Par ailleurs, puisque les thermopompes sont alimentées par l'électricité, elles ne dépendent pas de la combustion de combustibles fossiles, ce qui signifie qu'elles peuvent réduire considérablement les émissions de gaz à effet de serre liées au chauffage des bâtiments⁶.

Pourtant, malgré tous ces avantages, **près de 7 000 ménages canadiens installent chaque semaine un climatiseur central alors qu'ils auraient pu installer une thermopompe**⁷. Pour de nombreuses personnes, il ne s'agit pas d'un choix conscient : elles ne connaissent tout simplement pas cette option, et le terme « thermopompe » ne sonne pas comme quelque chose que l'on achèterait pour refroidir sa maison. Il s'agit là d'un problème, car les équipements de chauffage et de refroidissement peuvent durer des décennies, et on les remplace rarement avant qu'ils ne cessent de fonctionner. Cela signifie que, 7 000 fois par semaine, un autre foyer canadien se prive des avantages d'un chauffage à haut rendement pour les décennies à venir.

Dans ce rapport, nous montrons comment les décideurs politiques du Canada peuvent rattraper cette occasion manquée et faire en sorte que chaque nouveau climatiseur central soit une thermopompe. Puisque les deux machines sont très similaires, cette opération peut se faire avec un minimum de perturbations pour les fabricants, les distributeurs, les installateurs et les consommateurs. Les familles continueront de profiter de la climatisation qu'elles recherchent – et dont elles ont de plus en plus besoin – tout en ayant accès à un chauffage beaucoup plus efficace. Nous prévoyons que ce seul changement permettrait aux Canadiens d'économiser 10,4 milliards de dollars sur leurs factures d'énergie et de réduire les émissions du pays de 19,6 millions de tonnes d'équivalent CO₂, ce qui se traduirait par un bénéfice net de 12,6 milliards \$ CA⁸. Nous présentons plusieurs voies possibles de mise en œuvre, en montrant que **l'installation de thermopompes au lieu de climatiseurs centraux est une stratégie réaliste et rentable pour répondre aux besoins des ménages canadiens en matière de chauffage et de climatisation.**⁹

4 En 2015, la différence de coût de fabrication entre une thermopompe courante de 3 tonnes avec un taux de rendement énergétique saisonnier (SEER) de 15 et un climatiseur central comparable était de 144 \$ US. En tenant compte de l'inflation (au taux de 1,25) et de la conversion monétaire (1 \$ US = 1,33 \$ US), la différence de coût serait aujourd'hui d'environ 239 \$ US. Voir U.S. Department of Energy (2016). « Technical Support Document: Energy Efficiency Program for Consumer Products: Residential Central Air Conditioners and Heat Pumps. »

5 Poirier et Cameron (2023).

6 Tan et Teener (2023), par exemple, remarquent que le remplacement d'une chaudière à gaz par une thermopompe pourrait réduire les émissions aux États-Unis de jusqu'à 93%.

7 Données de l'Institut canadien du chauffage, de la climatisation et de la réfrigération (ICCCR), concernant les appareils multizones de moins de 5 tonnes.

8 Les tonnes d'équivalents CO₂ (tCO₂e) sont une mesure qui combine plusieurs types de gaz à effet de serre comme le méthane et l'oxyde nitreux en les convertissant dans une unité commune basée sur le potentiel de réchauffement du dioxyde de carbone. L'empreinte carbone moyenne d'un Canadien est d'environ 15,5 tCO₂e annuellement. Voir <https://www.bchydro.com/news/conservation/2022/carbon-emissions-profile.html>.

9 Nous nous appuyons sur un nombre croissant d'études soulignant les avantages que présente l'installation d'une thermopompe au lieu d'un climatiseur. Voir Pantano et al. (2021) pour le concept initial des « Hybrid Heat Homes », ainsi que Malinowski et al. (2022) et la Coalition pour la décarbonation des bâtiments (2023).

Pourquoi le Canada devrait se tourner vers les thermopompes

Atteindre nos objectifs de décarbonation

Le gouvernement fédéral s'est engagé à réduire, d'ici 2030, les émissions de 40 à 45% par rapport aux niveaux enregistrés en 2005, et à atteindre la carboneutralité d'ici 2050. L'atteinte de ces objectifs passe inévitablement par la décarbonation du secteur des bâtiments. En effet, ce secteur est la troisième source d'émissions au Canada, après les transports et l'exploitation pétrolière et gazière. En incluant les combustibles brûlés pour produire leur électricité, les bâtiments sont responsables de 18% des gaz à effet de serre au Canada¹⁰. Le chauffage et la climatisation des locaux représentent plus de 67% de la consommation d'énergie des bâtiments, ce qui les rend incontournables dans tout effort de réduction des émissions¹¹. Sans la décarbonation du chauffage et de la climatisation, les engagements du Canada en matière de climat resteront hors d'atteinte. Au rythme actuel des rénovations, il faudra plus de 140 ans avant que le secteur du bâtiment au Canada ne soit décarboné¹².

Afin d'atteindre nos objectifs pour 2030 et 2050, il faut intervenir rapidement et prendre des mesures robustes pour réduire la consommation de combustibles fossiles dans les logements et les bâtiments. Tergiverser ne peut qu'aggraver le problème : étant donné que les équipements de CVC (chauffage, ventilation et climatisation) ont des durées de vie de 15 ans ou plus, la décision de remplacer les équipements aujourd'hui entraînera des répercussions sur les émissions des décennies à venir.

Heureusement, les améliorations technologiques apportées à l'efficacité des thermopompes nous donnent la possibilité de réduire de manière rentable les émissions de nos bâtiments. La performance des thermopompes en tout genre s'est considérablement améliorée. Le prix de fabrication des thermopompes à une vitesse unique est aujourd'hui à peine plus élevé que celui des climatiseurs centraux similaires. De plus, les appareils plus efficaces à vitesse variable et adaptés aux climats froids deviennent de plus en plus abordables, ce qui rend la transition vers un chauffage propre plus réalisable que jamais. Voir [[Les différents types de thermopompes](#)].

18% des émissions de gaz à effet de serre proviennent du secteur des bâtiments. Ce secteur représente la troisième source d'émissions, derrière l'exploitation pétrolière et gazière et les transports.



JT8/Shutterstock.com

¹⁰ <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/batiments-verts/24573>.

¹¹ Ressources naturelles Canada (2020 a, 2020 b).

¹² Haley et Torrie (2021).

Les différents types de thermopompes

Like most Les thermopompes les plus répandues sur le marché aujourd'hui sont les modèles « à une vitesse », « à un étage » ou « à sortie fixe ». Comme la plupart des climatiseurs ou des chaudières, ils n'ont que deux réglages – marche ou arrêt – et ils atteignent une température donnée en passant de l'un à l'autre. Ce mécanisme mène la tâche à bien, mais consomme généralement plus d'énergie que si la thermopompe fonctionnait à un niveau plus bas pendant une période plus longue.

Les nouveaux appareils à « vitesse variable », « multivitesse » ou « à onduleur » offrent une marge de manœuvre encore plus grande, car ils peuvent ajuster leur puissance dynamiquement pour répondre aux besoins d'un ménage. Le changement de vitesse leur permet de fonctionner plus efficacement et ils ont tendance à être plus confortables que les thermopompes à une vitesse unique – ainsi que les chaudières à un étage – parce qu'elles peuvent fonctionner sans avoir à « décharger » de grandes quantités d'air chaud.

Généralement, la performance d'une thermopompe diminue lorsque les températures deviennent très froides. Mais il existe aujourd'hui des modèles adaptés aux climats froids qui peuvent maintenir leur pleine capacité de chauffage jusqu'à -15°C, et qui peuvent fonctionner efficacement jusqu'à -25°C¹³. Ce ne sont désormais pas que les appareils haut de gamme et coûteux qui performant en climats froids. De plus en plus de modèles de milieu de gamme adaptés aux climats froids, dont les coûts ne sont pas beaucoup plus élevés que ceux qui ne le sont pas, font leur apparition sur le marché¹⁴. Avec les rabais existants, ces appareils peuvent même être moins dispendieux que les appareils à vitesse unique.

Pour des informations plus détaillées sur le fonctionnement et la terminologie des thermopompes, ENERGY STAR Canada propose un guide utile sur le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe¹⁵.

Refroidir sa maison dans un climat qui se réchauffe

Il est particulièrement important d'éviter les nouvelles émissions. En effet, les émissions antérieures ont déjà plongé le Canada dans un réchauffement important, exacerbant les risques de chaleur extrême. Même si la croissance future des émissions est faible, les hospitalisations liées à la chaleur risquent déjà d'augmenter de 21% d'ici 2050 et de plus que doubler d'ici 2100¹⁶. Le réchauffement entraînera également une augmentation du risque de feux de forêt, en particulier dans les Prairies¹⁷. Cette année, le Canada traverse déjà la pire saison de feux de forêt de son histoire¹⁸.

La réponse naturelle à un climat qui se réchauffe est d'investir dans la climatisation des locaux, et la population canadienne achète de plus en plus de climatiseurs centraux chaque année. Mais ces mesures ne contribuent en rien à la réduction des émissions, puisqu'elles ne font qu'augmenter la consommation d'énergie.

¹³ <https://carbonswitch.com/best-cold-climate-heat-pump/>.

¹⁴ Voir les témoignages de clients de l'Office de protection de la nature de Toronto et de la région, qui ont installé des appareils de milieu de gamme adaptés aux climats froids pour moins de 5 000 \$ CA : <https://www.youtube.com/watch?v=MMOOWvBz7al> et https://www.youtube.com/watch?v=v8_mQo8N1q8. Voir aussi <https://taf.ca/hybrid-heat-pumps-can-be-a-stopgap-to-an-electric-future/>.

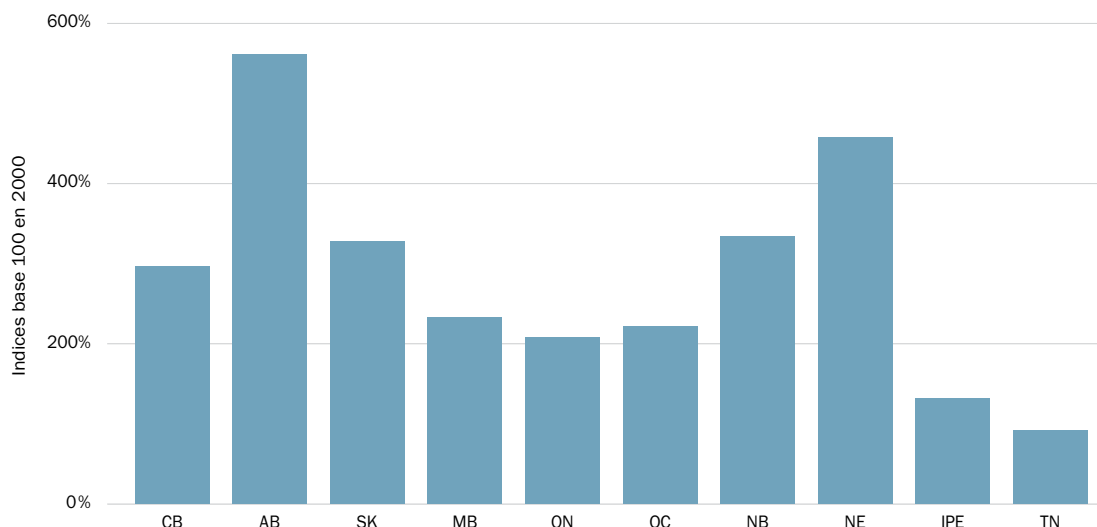
¹⁵ <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/energy-star-canada/propos-denergy-star-canada/annonces-relatives-au-programme-energy-star/publications/le-chauffage-et-le-refroidissement-laide-dune-thermopompe/6818>.

¹⁶ Institut canadien pour des choix climatiques (2021).

¹⁷ Wang et al. (2015).

¹⁸ <https://www.theglobeandmail.com/canada/article-quebec-wildfire-smoke-causes-widespread-smog-warnings-grounds-some/>.

Figure 1 : Croissance des stocks de climatiseurs centraux en 2020 (par rapport à 2000).¹⁹



En revanche, l'utilisation de thermopompes au lieu de climatiseurs aurait un effet net fortement positif sur les changements climatiques. En effet, si les thermopompes ont la même capacité de refroidissement que les climatiseurs, elles permettent également de réduire considérablement la consommation d'énergie et les émissions liées au chauffage²⁰. Le Canada tire plus des deux tiers de son électricité de sources non polluantes : les thermopompes permettent également d'utiliser cette électricité pour chauffer les logements²¹. Bien entendu, toute l'électricité produite au Canada n'est pas exempte d'émissions. L'efficacité des thermopompes permet toutefois de réduire les émissions même lorsque le logement est alimenté par de l'électricité provenant de combustibles fossiles²². Et à mesure que le bilan carbone du réseau continuera de s'améliorer, les thermopompes tireront le meilleur parti de l'énergie propre produite par celui-ci.

Au cours d'une année, une thermopompe à un étage répondant aux normes minimales d'efficacité actuelles produira en moyenne 220% plus d'énergie thermique que ce qu'elle consomme en électricité²³. Un appareil multivitesse adapté aux climats froids peut fonctionner avec un rendement de 400% ou plus²⁴. L'efficacité maximale de la résistance électrique, qui est la deuxième source de chauffage la plus efficace, est de 100%. Les chaudières à combustibles fossiles, en revanche, ne peuvent jamais produire plus d'énergie thermique qu'elles n'en consomment : les chaudières existantes qui fonctionnent au méthane, au pétrole ou au propane ont généralement un rendement de 80 à 90%, et les nouvelles chaudières au gaz et au propane ont un rendement de 95%²⁵. Étant donné que les thermopompes exploitent efficacement l'énergie qu'elles consomment, la production d'électricité à partir de méthane (par exemple) pour alimenter une thermopompe peut être plus efficace que la combustion de ce gaz pour la production de chaleur²⁶.

19 NRCan (2022).

20 La consommation d'énergie nécessaire pour un niveau de refroidissement donné sera la même pour une thermopompe et un climatiseur comparable. La principale raison pour laquelle une thermopompe demeure un atout pour le climat est sa capacité à chauffer de manière très efficace.

21 CER (2022).

22 Voir les résultats de notre modélisation à la page 17 pour les économies d'émissions projetées.

23 Un facteur de rendement saisonnier en chauffage (HSPF2) de 7,5 signifie une efficacité de 220%, soit un « coefficient de performance » de 2,2. Voir Malinowski et al. (2022).

24 Il semble impossible que les thermopompes puissent créer de la chaleur à partir d'air froid. Bien que cet effet soit contre-intuitif, tout le monde peut en faire l'expérience en plaçant ses mains derrière un réfrigérateur autoportant, qui fonctionne selon un principe similaire. L'air dégagé à l'arrière d'un réfrigérateur est chaud puisque le réfrigérateur récupère l'énergie thermique de l'air à l'intérieur et la transfère dans l'air à l'extérieur du réfrigérateur. Une thermopompe fonctionne de la même façon, mais elle puise la chaleur à l'extérieur de la maison plutôt qu'à l'intérieur du réfrigérateur.

25 Les données de RNCAN sur les archétypes de logements suggèrent une efficacité moyenne de 84% pour le méthane, de 82% pour le pétrole et de 87% pour le propane. Voir également Malinowski et al. (2022).

26 Knobloch et al. (2020) analysent les émissions des thermopompes et des chaudières à combustible fossile tout au long de leur cycle de vie et constatent que les thermopompes produisent moins d'émissions tant que l'intensité du réseau est inférieure à 1000 g d'équivalent CO₂ par kWh, ce qui correspond à peu près à l'intensité des émissions des anciennes centrales électriques au charbon ».

Au Canada, même les provinces qui continuent de recourir au charbon ont déjà des intensités de production d'électricité inférieures à ce niveau (540 en Alberta, 730 en Saskatchewan et 690 en Nouvelle-Écosse); voir ECCO (2023a).



Une configuration hybride qui associerait une thermopompe à un système existant peut contribuer à jeter les bases d'une électrification à long terme en familiarisant les consommateurs et les entrepreneurs avec les thermopompes.

En fonction du climat local, de la qualité de l'isolation du bâtiment et de son étanchéité à l'air, et des capacités de l'appareil, une thermopompe peut couvrir la totalité de la charge de chauffage d'un logement. Certains ménages canadiens pourront satisfaire tous leurs besoins en chauffage avec une thermopompe, en particulier dans les régions plus chaudes²⁷. Dans d'autres régions, les ménages peuvent utiliser une configuration hybride en combinant une thermopompe avec une source de chaleur existante. L'efficacité des thermopompes diminue à mesure que les températures baissent, de sorte qu'à mesure que le temps se refroidit, les systèmes peuvent utiliser une autre source de chaleur comme appoint. Il peut s'agir d'un système électrique ou d'un système d'appoint à base de combustibles fossiles, comme le méthane ou le propane.

À long terme, le Canada doit entièrement décarboner le chauffage domestique pour parvenir à la carboneutralité. Mais les avantages en matière de réduction des émissions de l'installation de thermopompes au lieu de climatiseurs ne dépendent pas de la décision de tous les foyers canadiens de passer à l'électricité d'un seul coup. Outre les avantages immédiats en matière d'émissions liés à la réduction de l'utilisation de combustibles fossiles, une configuration hybride qui associerait une thermopompe à un système existant peut contribuer à jeter les bases d'une électrification à long terme en familiarisant les consommateurs et les entrepreneurs avec les thermopompes. Même si un ménage s'équipe aujourd'hui d'un système hybride, une expérience positive avec les thermopompes facilitera l'électrification complète lors du prochain remplacement²⁸.

27 Cependant, certains assureurs peuvent exiger une source de chaleur d'appoint même si la thermopompe suffit pour couvrir la totalité de la charge de chauffage d'une maison.

28 Pantano et al. (2021).

Comprendre les obstacles au déploiement des thermopompes

Six millions de foyers canadiens sont équipés d'un climatiseur central, mais seuls 800 000 foyers sont équipés d'une thermopompe²⁹. **Les ménages canadiens ont acheté 36 000 nouvelles thermopompes en 2022, mais dix fois plus de climatiseurs centraux³⁰.** Compte tenu de tous les avantages des thermopompes, pourquoi les climatiseurs centraux se vendent-ils mieux ? L'adoption des thermopompes s'est heurtée à au moins cinq obstacles majeurs :

1. une moindre familiarité;
2. le caractère exceptionnel d'un tel achat;
3. des délais de remplacement courts;
4. une disponibilité limitée des stocks;
5. un coût initial plus élevé.

Le premier problème est le **manque de familiarité des consommateurs et des entrepreneurs**. Le terme « thermopompe » évoque un appareil qui ne peut servir qu'à chauffer, de sorte que les consommateurs à la recherche d'un climatiseur peuvent facilement les négliger. Une expérience antérieure peut également constituer un obstacle : il y a quelques décennies, les thermopompes n'étaient pas aussi performantes par temps froid. La performance de ces appareils s'est considérablement améliorée et, au cours de la dernière décennie, les modèles adaptés aux climats tempérés et froids sont devenus polyvalents et capables de fonctionner partout au Canada, peu importe le climat. Toutefois, les consommateurs et les entrepreneurs qui ont utilisé une thermopompe pour la première fois il y a quelques dizaines d'années conservent l'idée que ces appareils sont moins performants dans des climats froids. Par ailleurs, les consommateurs ne sont pas toujours au courant qu'une thermopompe peut utiliser une source de chaleur existante comme appoint.

Deuxièmement, les occasions pour les consommateurs de s'informer sur les thermopompes sont encore limitées par le fait que, **pour chaque ménage, le remplacement des systèmes de CVC est un événement exceptionnel**. Les climatiseurs centraux ont une durée de vie moyenne de 12 à 17 ans, et RNCAN recommande aux ménages de commencer à envisager leur remplacement après 10 ans³¹. Sauf en cas de bris précoce, il s'agit d'une décision que la plupart des familles ont à prendre assez rarement. Par rapport à l'achat d'une voiture, un produit dont les nouveaux modèles sont constamment publicisés, le remplacement d'un équipement de CVC n'a pas tendance à être une priorité. Les consommateurs deviennent donc encore plus dépendants de leurs entrepreneurs pour les guider. Un ménage qui n'achète pas de thermopompe aujourd'hui n'aura probablement pas d'autre occasion d'en acheter une avant au moins 12 à 17 ans.

La méconnaissance du produit et le caractère exceptionnel de l'achat sont exacerbés par un troisième problème : les **consommateurs disposent souvent de très peu de temps pour prendre une décision d'achat en matière de CVC**. De nombreux achats de systèmes de CVC ont lieu lorsque les appareils existants tombent en panne. Comme les pannes sont plus fréquentes en cas de température extrême, le remplacement de ces systèmes doit souvent se faire dans l'urgence. Une famille dont le climatiseur tombe en panne au beau milieu d'une vague de chaleur n'aura probablement pas le luxe d'entreprendre des recherches approfondies sur les nouvelles options de refroidissement, et elle est plus susceptible d'accepter la recommandation de son entrepreneur. Les entrepreneurs confrontés à une vague de bris au cours d'un même événement météorologique disposent de peu de temps pour informer chaque consommateur sur les nouvelles options technologiques ou les programmes d'incitation gouvernementaux.

29 RNCAN (2022), Canada, tableaux 27 et 33.

30 Données de l'ICCCR.

31 Schwartz (2020) et RNCAN (2023 d).

Les ménages canadiens ont acheté 36 000 nouvelles thermopompes en 2022, mais dix fois plus de climatiseurs centraux.



Milan Sommer/Shutterstock.com

Quatrièmement, **la thermopompe qu'un consommateur ou une consommatrice recherche n'est pas toujours en stock**. Tous les appareils de CVC ne conviennent pas à chaque situation. La taille et les caractéristiques de l'appareil doivent être calibrées en fonction des besoins de chaque ménage. Les ventes de climatiseurs centraux étant actuellement beaucoup plus fréquentes que celles des thermopompes, les distributeurs sont moins susceptibles d'avoir en stock le modèle exact de thermopompe dont un consommateur a besoin. Même un consommateur qui est résolu à se procurer une thermopompe et qui a engagé un entrepreneur pour l'installer pourrait ne pas trouver l'appareil désiré chez son distributeur local. Et comme il s'agit souvent d'un remplacement d'urgence, les consommateurs n'ont pas toujours le temps d'attendre l'arrivée de la bonne thermopompe³².

Enfin, **les thermopompes sont généralement plus chères à installer**. Pour un modèle ordinaire, la différence de coût pour un fabricant n'est que de quelques centaines de dollars en pièces, comme la vanne d'inversion qui permet à l'appareil de changer le sens de la circulation de la chaleur qu'il pompe. Cependant, à chaque étape de la chaîne d'approvisionnement, cette petite différence de prix s'amplifie. Ainsi, quelques centaines de dollars de coûts de fabrication peuvent se traduire par une différence de 1 000 à 2 000 \$ CA pour un consommateur qui achète une thermopompe ordinaire. La différence de prix peut atteindre jusqu'à 5 000 \$ CA ou plus pour un modèle haut de gamme adapté aux climats froids³³.

Bien entendu, pour cette différence de prix initiale, les consommateurs obtiennent un appareil « deux-en-un » qui peut à la fois chauffer et refroidir. En raison de l'efficacité des thermopompes, le coût du cycle de vie d'une thermopompe est, pour de nombreux ménages, identique, voire inférieur, à celui des autres méthodes de chauffage³⁴. Mais tous les ménages ne sont pas en mesure d'attendre que la baisse des factures compense l'écart de prix. Dans certains cas, les rabais et les subventions peuvent rendre les thermopompes aussi abordables, voire plus, qu'un climatiseur central comparable. Parcourir tous les programmes de subvention prend également du temps, ce qui peut s'avérer difficile lorsqu'il s'agit d'un achat urgent³⁵. De plus, les consommateurs sont souvent choqués devant le coût d'acquisition des thermopompes, ce qui réduit leurs chances d'opter pour ces appareils³⁶.

Aucun de ces obstacles n'est insurmontable. Les Canadiens et les Canadiennes adoptent déjà de plus en plus les thermopompes. Entre 2018 et 2022, les ventes de thermopompes centrales ont augmenté de 18%³⁷. Mais même si les ventes augmentent, les ménages canadiens ne sont pas en voie d'électrifier leur chauffage d'ici 2100, et encore moins d'ici 2050³⁸. Dans l'ensemble, les obstacles évoqués plus haut créent des frictions qui ralentissent l'électrification du chauffage domestique au moment même où elle devrait s'accélérer.

32 Des programmes d'incitation efficaces peuvent exacerber ce problème. Le programme Home Efficiency Rebate Plus de l'Ontario a provoqué un pic de la demande de thermopompes, au-delà de ce que les distributeurs avaient prévu, laissant de nombreuses personnes dans l'incapacité de trouver un appareil admissible.

33 Le remplacement d'un système de climatisation central de base à un étage coûte actuellement entre 4 000 et 7 500 \$ CA en moyenne. Le remplacement d'un climatiseur central par une thermopompe comparable à un étage de 3 tonnes, suffisamment puissante pour chauffer une maison de 140 mètres carrés, coûte entre 5 500 et 8 000 \$ CA. Une thermopompe de la même taille et adaptée aux climats froids coûte entre 11 500 et 14 500 \$ CA dans l'entrée de gamme, et potentiellement plus de 20 000 \$ CA pour un équipement plus performant. Voir <https://www.furnaceprices.ca/air-conditioners/central-air-conditioner-prices-canada/> et <https://www.furnaceprices.ca/heat-pumps/heat-pump-prices/>. Notez que ces prix ne sont que des moyennes et que des modèles particuliers peuvent être proposés à des prix différents, et que ces coûts comprennent l'installation ainsi que l'équipement.

34 Ferguson et al. (2022) ont constaté des économies annuelles substantielles à Halifax (195-229 \$ CA), Montréal (459-462 \$ CA), Québec (509-521 \$ CA) et Fredericton (640-651 \$ CA) en utilisant une thermopompe à air adaptée aux climats froids, jumelée à un système de chauffage d'appoint comme la résistance électrique ou le gaz. Dans les villes de Regina, London, Toronto et Ottawa, les ménages réaliseraient des économies d'environ 100 \$ CA par an avec une thermopompe à air pour les climats froids et un système de chauffage d'appoint au gaz.

35 Les demandes de subventions qui nécessitent de longues procédures de vérification sont difficiles à entreprendre pour les ménages qui effectuent des remplacements d'urgence. De plus, les programmes d'aide financière visant uniquement les appareils les plus efficaces excluent la majorité du marché.

36 Il existe des programmes qui peuvent réduire considérablement le coût d'une thermopompe. Reconnaisant les avantages des thermopompes, les gouvernements fédéral et provinciaux ont récemment mis en place des programmes d'aide financière qui permettent de réduire considérablement leur coût. Dans le cadre de l'Initiative canadienne pour des maisons plus vertes, les ménages canadiens peuvent obtenir des subventions allant de 2 500 à 5 000 \$ CA pour l'installation de thermopompes (voir RNCAN 2023b). Les familles dont le revenu est inférieur au revenu médian qui abandonnent le chauffage au mazout peuvent toucher jusqu'à 10 000 \$ CA (voir RNCAN 2023c). Le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et l'Île-du-Prince-Édouard ont tous des programmes d'installation de thermopompes gratuits pour les ménages à faible revenu. Malheureusement, ces subventions ne sont pas toujours faciles à obtenir, ce qui introduit de nouvelles étapes dans le processus d'achat. De plus, le choc face aux prix affichés peut encore rebuter les consommateurs très tôt dans le processus d'achat, ou entraîner l'achat d'un climatiseur unidirectionnel dans une situation de remplacement d'urgence.

37 Données de l'ICCCR.

38 Haley et Torrie (2021).

Et si chaque nouveau climatiseur central était remplacé par une thermopompe ?

Nous estimons que l'installation de thermopompes au lieu de climatiseurs centraux résidentiels à partir de 2025 générerait des bénéfices nets de 12,6 milliards \$ CA d'ici la fin de 2035.



Billion Photos/Shutterstock.com

Tandis que ces obstacles ont entravé le déploiement des thermopompes, les climatiseurs centraux continuent de proliférer. Les Canadiens installent dix fois plus de climatiseurs centraux que de thermopompes par année, et l'écart se creuse malgré une série de politiques de promotion visant à inciter les consommateurs à adopter la thermopompe³⁹. Vu les avantages de cette technologie, les Canadiens seraient mieux lotis si chacun de ces nouveaux climatiseurs centraux avait été une thermopompe. Et si le Canada adoptait une *stratégie de transformation du marché* pour atteindre cet objectif ?

Comme mentionné dans l'introduction, les climatiseurs et les thermopompes centraux sont des appareils pratiquement identiques. **Étant donné que ces deux appareils partagent beaucoup de similarités d'un point de vue technique, le Canada pourrait accélérer le déploiement des thermopompes en éliminant progressivement les climatiseurs.**

Transformer ainsi le marché permettrait de lever les cinq obstacles au déploiement des thermopompes. En faisant de celles-ci l'option par défaut, on contourne les quatre premiers obstacles que sont le manque de familiarité avec ces appareils, le caractère exceptionnel de ce genre d'achat, les courtes périodes de remplacement et la disponibilité limitée. L'augmentation de l'offre de thermopompes devrait faire baisser les prix initiaux, en particulier si des mesures d'aide financière gouvernementale ou des services publics réduisent l'écart de coût⁴⁰.

L'impact sur les factures énergétiques et les émissions

Nous estimons que l'installation de thermopompes au lieu de climatiseurs centraux résidentiels à partir de 2025 générerait des bénéfices nets de 12,6 milliards \$ CA d'ici fin 2035. Ce changement permettrait d'ajouter 5,4 millions de nouvelles thermopompes dans les foyers canadiens. Même en tenant compte du prix plus élevé de ces appareils, la **valeur actuelle du profit serait plus de quatre fois supérieure aux coûts**⁴¹.

Tableau 1 : Les conséquences de l'installation d'une thermopompe au lieu d'un climatiseur central, 2025-2035

Thermopompes supplémentaires installées	5,4 millions
Réduction de la facture énergétique	10,4 milliards \$ CA
Coûts d'investissement supplémentaires	-3,7 milliards \$ CA
Valeur actuelle nette des économies sur la facture énergétique	6,7 milliards \$ CA
Réductions des gaz à effet de serre	19,6 millions de tonnes d'éq. CO ₂
Avantages financiers pour le climat	5,9 milliards \$ CA
Valeur actuelle nette des économies sur la facture énergétique + avantages liés aux émissions de gaz à effet de serre	12,6 milliards \$ CA

39 Les ventes de climatiseurs centraux ont augmenté de 32% entre 2018 et 2022, tandis que les ventes de thermopompes ont augmenté de 18% (données de l'ICCCR).

40 Notre modélisation ne suppose toutefois pas que les coûts d'investissement diminuent à la suite de l'installation d'une thermopompe au lieu d'un climatiseur central.

41 Nous nous concentrons sur ces avantages à moyen terme parce qu'après 2035, il est probable que de nouvelles technologies soient développées et que des politiques supplémentaires soient mises en place, et il est plus difficile d'évaluer ce que seraient le déploiement et les prix de l'énergie dans l'hypothèse d'un statu quo. Mais si nous prolongions jusqu'à 2050 notre approche de modélisation actuelle, la valeur actuelle nette des avantages augmenterait encore plus rapidement, produisant un rapport coûts-avantages de plus de 12:1.

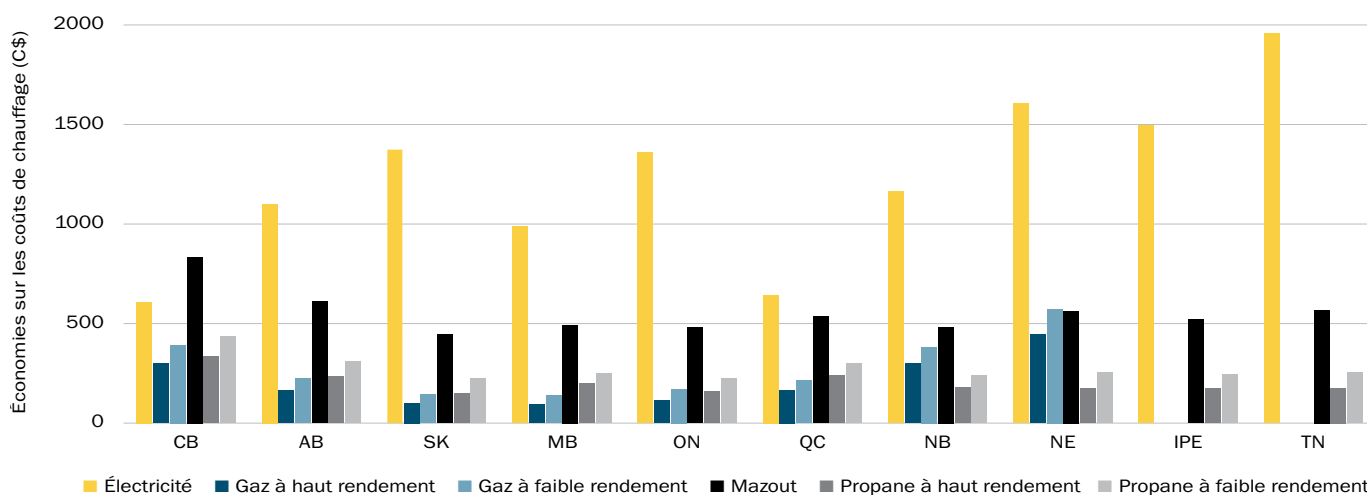
Les estimations sont dérivées d'un modèle provincial que nous avons construit pour comprendre l'impact de l'installation de thermopompes au lieu de climatiseurs centraux⁴². Le modèle combine des données historiques sur les stocks et les ventes de climatiseurs centraux avec des projections de la croissance future du marché de l'habitation pour estimer le nombre de climatiseurs qui seraient vendus dans chaque province dans un scénario de maintien du *statu quo*⁴³. Nous supposons qu'à partir de 2025, chaque nouvel appareil résidentiel qui aurait été un climatiseur central devient plutôt une thermopompe. Nous modélisons la performance des thermopompes dans chaque province, en faisant des hypothèses prudentes sur le type d'équipement que les ménages installeraient⁴⁴. Nous supposons que les ménages continueraient à utiliser leur système de chauffage principal comme système d'appoint, et nous calculons la quantité d'énergie de différents types (électricité, gaz, mazout et propane) que chaque foyer utilisera. Nous utilisons ensuite les projections des prix provinciaux de l'énergie et des intensités d'émissions du réseau pour calculer l'évolution des factures d'énergie et des émissions de carbone des ménages.

Ces avantages profitent à la population canadienne de toutes les provinces⁴⁵. Comme les provinces ont des combinaisons différentes de systèmes de chauffage d'appoint, de prix d'électricité et d'intensité d'émissions liées à la production d'électricité, la facture précise et les réductions de gaz à effet de serre varient. **Mais notre modélisation suggère que la politique aurait des effets positifs sur tous ces facteurs, que les ménages utilisent la résistance électrique, le gaz, le mazout ou le propane comme source de chauffage d'appoint⁴⁶.**

Comme les ménages peuvent combiner les thermopompes avec d'autres sources d'énergie d'appoint, les consommateurs auraient le choix entre plusieurs sources de chauffage plutôt que de se restreindre à une seule chaudière. Ils peuvent utiliser la thermopompe lorsqu'elle constitue l'option la plus économique. Pour certains ménages, les factures resteraient les mêmes; pour d'autres, elles diminueraient.

Nous estimons que le remplacement de l'ensemble des nouveaux climatiseurs centraux par des thermopompes permettra des économies de 10,4 milliards de dollars au Canada, soit une moyenne de 349 \$ CA par ménage concerné en 2030.

Figure 2: Économies annuelles moyennes par ménage en 2030 (\$ CA)



42 Voir l'annexe pour plus de détails sur la stratégie de modélisation.

43 Nous ne supposons pas d'augmentation des ventes de climatiseurs centraux en réponse à l'intensification des changements climatiques. Il s'agit d'une hypothèse prudente : en réalité, les ventes de climatiseurs sont susceptibles de s'accélérer dans un scénario de statu quo, ce qui accroît les avantages de l'intervention que nous suggérons.

44 Nous partons de l'hypothèse conservatrice d'une thermopompe à un seul étage avec un SEER2 de 14,3 et un HSPF2 de 7,5 combinée avec un système d'appoint existant qui prend le relais à 5°C s'il s'agit d'une chaudière à combustible fossile, ou qui maximise l'utilisation de la thermopompe s'il fonctionne par résistance électrique.

45 Nous n'avons pas modélisé le déploiement des thermopompes dans les territoires canadiens, car la climatisation centrale est peu répandue dans les régions les plus septentrionales.

46 Voir l'annexe pour plus de détails sur la stratégie de modélisation.

L'élimination progressive des climatiseurs centraux et leur remplacement par des thermopompes permettrait de réduire considérablement les émissions de GES, car en plus de pouvoir être utilisée pour le rafraîchissement, une thermopompe pourrait réduire ou remplacer l'utilisation de sources d'énergies fossiles pour le chauffage domestique.



Richard Cavalleri/Shutterstock.com

Les ménages qui bénéficient des avantages financiers les plus importants sont ceux qui utilisent des sources d'énergie déjà relativement coûteuses, en particulier la résistance électrique ou le mazout. Ces ménages pourraient récupérer le coût supplémentaire de l'achat d'une thermopompe en l'espace d'un an ou deux, et réaliser des économies nettes par la suite. Les ménages qui utilisent le propane comme source d'énergie d'appoint pourraient récupérer le coût supplémentaire de la thermopompe en l'espace de deux à six ans. Les ménages qui utilisent des chaudières à gaz à rendement moyen pourraient récupérer le coût de la thermopompe en trois à neuf ans, et les ménages qui utilisent de nouvelles chaudières à gaz à haut rendement pourraient récupérer ce coût en trois à douze ans. Cela suppose que les gouvernements n'offrent pas de mesures d'incitation supplémentaires aux ménages pour l'achat de thermopompes, et que le déploiement à plus grande échelle de ces appareils ne fasse pas baisser les coûts. Si l'une ou l'autre de ces situations se produit, nous nous attendons à ce que les ménages atteignent plus tôt le seuil de rentabilité.

L'élimination progressive des climatiseurs centraux et leur remplacement par des thermopompes permettraient également de réduire considérablement les émissions. En effet, en plus de pouvoir être utilisée pour le refroidissement d'un espace, une thermopompe remplace ou réduit la consommation de combustibles fossiles pour le chauffage domestique. La réduction précise d'émissions par ménage dépend de l'efficacité de la thermopompe en question et de l'enveloppe du bâtiment, de l'intensité en carbone de la source de chaleur d'appoint et du réseau électrique, ainsi que du climat local. **Nous estimons que le passage des combustibles fossiles à un réseau électrique de plus en plus propre réduirait les émissions de carbone de 19,6 millions de tonnes d'équivalent CO₂ de 2025 à 2035.**

En 2035, ce programme entraînerait à lui seul une réduction de 9,1% des émissions actuelles liées au chauffage des locaux résidentiels, soit 2,7% de toutes les émissions actuelles des bâtiments⁴⁷.

L'application du coût social du carbone à ces réductions d'émissions se traduit par 5,9 milliards \$ CA d'avantages supplémentaires à long terme⁴⁸.

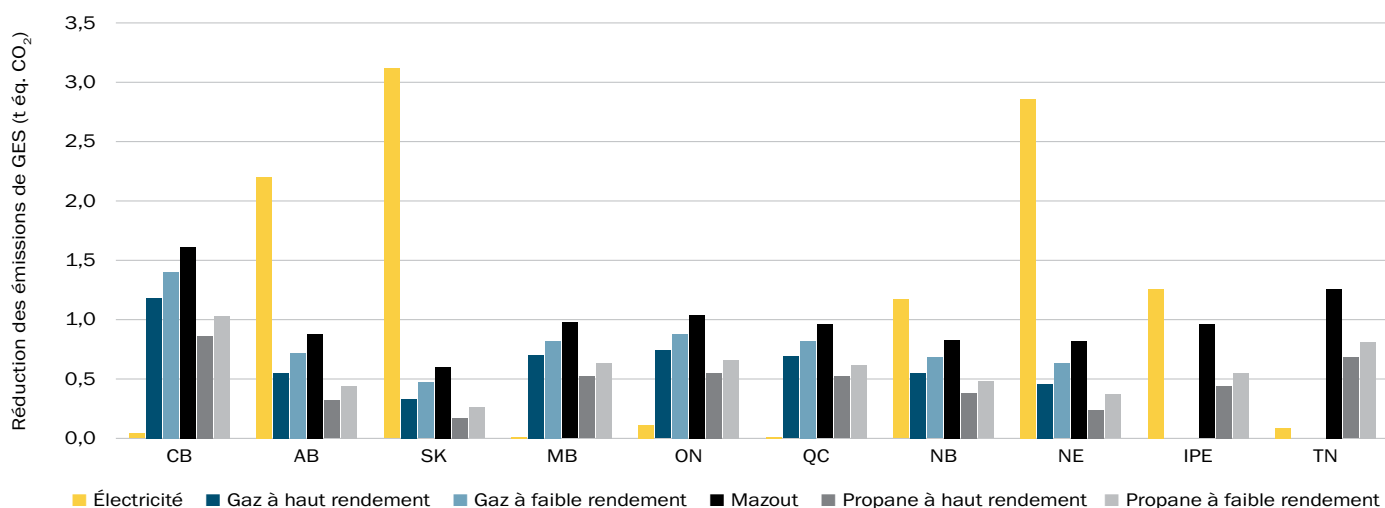
47 Notre modélisation prévoit des réductions d'émissions annuelles totales de 3,373 millions t éq. CO₂ en 2035. Pour l'année la plus récente, la Base de données complète sur la consommation d'énergie fait état d'émissions liées au chauffage des locaux de 36,8 millions de t éq. CO₂, y compris celles associées à la production d'électricité (RNCAN 2022). En divisant 3,373 par 36,8, on obtient 9,1%. Selon RNCAN, les émissions totales des bâtiments (électricité comprise) sont responsables d'environ 122 millions t éq. CO₂ : en divisant par ce chiffre, on obtient 2,7%. Voir <https://ressources-naturelles.canada.ca/consultations-et-les-seances-dengagement-publicques/la-strategie-canadienne-pour-les-batiments-verts/25010>.

48 ECCC (2023 b).

Les ménages utilisant la résistance électrique connaîtront les réductions d'émissions les plus importantes dans les provinces où le réseau est très polluant, comme l'Alberta, la Saskatchewan et la Nouvelle-Écosse (2,2 à 3,1 tonnes d'équivalent CO₂/an d'ici 2030). Les ménages utilisant un système d'appoint électrique au Nouveau-Brunswick et à l'Île-du-Prince-Édouard remarqueront également des réductions d'émissions importantes (1,2 à 1,3 t éq. CO₂/an d'ici à 2030). En effet, même si la résistance électrique et les thermopompes consomment toutes deux de l'électricité, les thermopompes le font de manière beaucoup plus efficace⁴⁹. Pour les ménages utilisant les combustibles fossiles comme systèmes d'appoint, les économies dépendront à la fois de l'intensité des émissions du réseau et du prix des combustibles fossiles. D'ici 2030, nous prévoyons des économies de 0,2 à 1,0 t éq. CO₂/an pour les systèmes d'appoint au propane, de 0,3 à 1,4 t éq. CO₂/an pour les systèmes d'appoint au gaz et de 0,6 à 1,6 t éq. CO₂/an pour les systèmes d'appoint au mazout.

Il est à noter que ces avantages sont établis en fonction des logements équipés d'appareils de base à une vitesse plutôt que d'appareils à vitesse variable, plus efficaces et plus performants. De nombreux foyers opteront probablement pour ces modèles plus performants, surtout si les programmes de mesures incitatives encouragent leur adoption. Dans ce cas, les réductions d'émissions seront probablement encore plus importantes.

Figure 3 : Économies annuelles moyennes de GES par ménage en 2030 (t éq. CO₂)



La transformation du marché serait particulièrement bénéfique pour les Canadiens qui sont locataires et qui, par conséquent, n'ont pas de contrôle sur leur équipement de CVC. Chaque locataire dont le propriétaire aurait acheté un climatiseur central recevrait une thermopompe à la place, ce qui permettrait d'accroître l'équité dans le déploiement des thermopompes, étant donné que les ménages canadiens à faible revenu sont plus susceptibles d'être locataires. De plus, comme la population à faible revenu est plus susceptible de souffrir de pauvreté énergétique et d'être plus vulnérable lors d'événements climatiques extrêmes, il est d'autant plus utile de les aider à se procurer des thermopompes. Voir [\[La justice environnementale\]](#).

⁴⁹ Dans les provinces où toute l'électricité est produite à partir de sources propres, il n'y aura pas de différence d'émissions entre la résistance électrique et les thermopompes, mais il y aura tout de même une économie financière.

La justice environnementale

La décarbonation des logements est hors de portée pour de nombreuses populations en quête d'équité. Selon la définition retenue, entre 6 et 19% des ménages canadiens vivent en situation de pauvreté énergétique⁵⁰. La pauvreté énergétique est particulièrement fréquente chez les personnes vivant dans de vieux logements, chez celles dont le logement nécessite des rénovations importantes et chez les locataires. Les ménages plus âgés ainsi que ceux qui comptent une personne atteinte d'une maladie ou d'un handicap de longue durée sont également beaucoup plus susceptibles de vivre en situation de pauvreté énergétique, tout comme les ménages composés d'une personne vivant seule.

Par ailleurs, les Canadiens les plus pauvres et les plus âgés sont plus susceptibles d'être vulnérables face aux phénomènes météorologiques extrêmes induits par les changements climatiques. Plus des trois quarts des personnes décédées dans le dôme de chaleur de 2021 en Colombie-Britannique étaient âgées de 65 ans ou plus⁵¹. La pauvreté double le risque de décès⁵². Les personnes vivant seules ou souffrant d'une maladie ou d'un handicap sont également plus exposées. L'accès à un système de chauffage et de climatisation fiable est particulièrement important pour ces populations vulnérables.

De nombreux locataires canadiens n'ont pas le contrôle sur le choix des équipements de CVC de leur immeuble. Si le propriétaire ne paie pas les factures d'électricité, il n'a guère d'intérêt financier à acheter une thermopompe plutôt qu'un climatiseur central, car il ne profite pas de la réduction des coûts de chauffage. Les propriétaires qui achètent des équipements de chauffage, mais négligent la climatisation contribuent à l'augmentation de la vulnérabilité des locataires à risque lors des épisodes de chaleur extrême. Cela conduit les organismes de défense des droits des locataires à réclamer des normes de température maximale et un droit à la climatisation active⁵³.

Au Canada, des programmes offrant des thermopompes gratuites aux consommateurs remplissant les conditions de revenu sont disponibles à l'Île-du-Prince-Édouard, en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick et au niveau fédéral pour le nombre limité de Canadiens qui se chauffent au mazout⁵⁴. En fournissant des thermopompes, ces programmes permettent également aux Canadiens à faible revenu d'accéder à des services de climatisation. Pourtant, le Canada ne dispose toujours pas d'une solution nationale permettant à tous les Canadiens à revenus faibles ou modiques d'accéder à des services d'efficacité énergétique⁵⁵. Un tel programme pourrait utiliser des thermopompes pour réduire les émissions de GES et fournir des services de climatisation, en combinaison avec des mesures d'amélioration de l'enveloppe du bâtiment et d'autres mesures non énergétiques nécessaires pour s'assurer que les factures sont réduites, que l'état de santé est amélioré et que ces thermopompes fonctionnent de manière efficace.

Au même titre que les programmes axés sur la clientèle à moyen ou faible revenu, les stratégies en amont qui ont un impact sur la chaîne d'approvisionnement peuvent également avoir une composante de justice environnementale. Il pourrait s'agir de veiller à ce qu'un plus grand éventail de modèles de thermopompes soient disponibles lorsque les Canadiens à moyen ou faible revenu doivent acheter d'urgence un climatiseur. Les stratégies visant à garantir que les Canadiens à revenus idem ne se retrouvent pas avec un climatiseur unidirectionnel peuvent inclure des marchés de produits en ligne offrant un plus grand choix d'appareils, des bons et des options de microfinancement qui empêchent le recours à des prêteurs aux pratiques abusives.

50 Riva et al. (2021).

51 HRW (2021).

52 <https://www.theenergymix.com/2023/07/02/poverty-doubled-the-odds-of-dying-in-b-c-heat-dome-provincial-study-shows/>.

53 <https://www.efficiencycanada.org/tenant-report/>.

54 <https://www.princeedwardisland.ca/en/service/free-heat-pump-program>; <https://novascotia.ca/news/release/?id=20221213002>; <https://www.saveenergy.ca/en/for-home/enhanced-energy-savings-program/>; <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/maisons/initiative-canadienne-pour-des-maisons-plus-vertes/programme-pour-la-conversion-abordable-du-mazout-la-thermopompe-dans-le-cadre-de-lini/24776>.

55 <https://www.efficiencycanada.org/fr/precariteenergetique/>.

Des répercussions sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement

La proximité technologique des climatiseurs centraux et des thermopompes permettrait de minimiser les perturbations économiques et de créer des avantages tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

Tous les grands **fabricants d'équipements de CVC** produisent à la fois des climatiseurs centraux et des thermopompes. Il n'y a pas d'obstacle technique majeur au changement de chaîne de production et la différence de coût est minime⁵⁶. Les fabricants n'ont guère de raison de s'opposer au passage des climatiseurs centraux aux thermopompes, pour autant qu'ils soient assurés que la demande des consommateurs évoluera elle aussi. Mais si l'ensemble du secteur évolue en même temps, la question de la demande ne se pose pas. Les fabricants peuvent également comptabiliser la réduction des émissions de chauffage dans le cadre de leurs objectifs climatiques de portée 3⁵⁷.

Les **distributeurs d'équipements de CVC** vendent souvent à la fois des climatiseurs centraux et des thermopompes. Les principes de vente pour ces deux types d'appareils sont essentiellement les mêmes. Mais le fait de proposer de nombreux types de produits différents complique la gestion des stocks, ce qui augmente les coûts et réduit les chances de trouver localement la thermopompe qui convient à un ménage donné. En réduisant le nombre d'appareils de climatisation unidirectionnels que les distributeurs doivent tenir en inventaire, ces derniers peuvent optimiser leurs stocks plus facilement et proposer un plus grand choix de thermopompes⁵⁸. Les grands distributeurs ont également leurs propres objectifs de réduction des émissions de portée 3, et ce changement les aiderait à les atteindre⁵⁹.

Pour les **entrepreneurs en CVC**, la transformation du marché enverrait un signal clair quant à l'avenir de leurs activités. La vente et l'installation des thermopompes ne sont pas très différentes de celles des climatiseurs centraux. Ce changement nécessite toutefois une formation supplémentaire, et les entrepreneurs doivent se préparer à aider les consommateurs à s'orienter parmi les différents programmes d'incitation et à utiliser leurs nouveaux systèmes de CVC. Tant que les ventes de climatiseurs centraux dépasseront celles des thermopompes comparables, les entrepreneurs seront moins enclins à vendre des thermopompes. Une stratégie de transformation du marché inciterait manifestement à se familiariser avec les thermopompes et donnerait la certitude qu'il vaut la peine d'investir dans une formation et des processus de vente appropriés.

Bon nombre de ces avantages découleraient de la transformation de la chaîne d'approvisionnement en amont, plutôt que de l'utilisation d'incitations en aval axées sur les consommateurs et les entrepreneurs individuels. Les fabricants pourraient prévoir la demande, les distributeurs, rationaliser leurs stocks, et les entrepreneurs, adapter leur formation : tout cela grâce à leurs certitudes quant à l'évolution du marché.

56 Pantano et al. (2021) et U.S. Department of Energy (2016).

57 Il est courant que les fabricants de systèmes de CVC se fixent des objectifs de réduction des émissions de portée 3 qui tiennent compte des gaz à effet de serre émis par les produits qu'ils vendent. Par exemple, Carrier s'est fixé pour objectif de réduire les émissions liées à ses produits de 1 gigatonne d'ici 2030 (Carrier 2023). Mitsubishi (2022) a un objectif de réduction des émissions de portée 3, tout comme Lennox (2023), qui déclare une réduction de 14% des émissions de portée 3 par produit vendu depuis 2019 et vise 30% d'ici 2034.

58 Ce processus est également connu sous le nom de « rationalisation des UGS ».

59 Voir, par exemple, l'affirmation d'un grand distributeur selon laquelle « les ventes d'équipements à haut rendement de Watsco entre le 1er janvier 2020 et le 31 décembre 2022 ont réduit les émissions futures d'éq. CO₂ de 17,1 millions de tonnes métriques » (Watsco 2023).

Liste des pistes de mise en œuvre

Il existe de nombreux moyens d'action pour remplacer les nouveaux climatiseurs centraux par des thermopompes. Nous avons décrit plus haut les avantages d'un travail en amont pour transformer la chaîne d'approvisionnement en faisant des thermopompes bidirectionnelles la norme. Nous présentons ci-dessous des pistes politiques qui pourraient permettre de saisir cette occasion.

Un règlement sur les équipements

Le moyen le plus simple de transformer le marché serait d'imposer au niveau national que tous les climatiseurs centraux vendus au Canada soient également dotés d'une fonction de chauffage. Il s'agirait d'un premier pas vers la réalisation du mandat contenu dans le Plan de réduction des émissions pour 2030 du gouvernement fédéral, qui consiste à élaborer « une réglementation, des normes et un cadre d'incitation pour soutenir la substitution des combustibles fossiles pour les systèmes de chauffage » dans le cadre de la Stratégie canadienne pour les bâtiments verts⁶⁰. Cette approche serait cohérente avec la priorité accordée à « l'obligation de changement » et aux thermopompes électriques en tant que « meilleure solution » pour la plupart des bâtiments au Canada⁶¹.

L'installation de thermopompes au lieu de climatiseurs centraux pourrait être la première étape vers la décarbonation complète du chauffage. D'une manière générale, la réglementation devrait tirer parti des possibilités accessibles à court terme tout en préparant des changements plus transformateurs. L'installation de thermopompes à la place de climatiseurs centraux est une excellente idée d'action précoce, car elle ne nécessite pas de modifier les systèmes de chauffage existants (si ce n'est de les utiliser moins), et elle peut être mise en œuvre au point de vente. Cette mesure permettrait de réduire immédiatement les émissions, tandis que d'autres mesures réglementaires s'attaqueraient à des questions plus épineuses telles que le calendrier de remplacement des systèmes de chauffage, le choix des systèmes d'appoint et les performances de l'ensemble du bâtiment⁶².



60 Voir <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/survol-plan-climatique/reduction-emissions-2030/aperçu-secteur.html>.

61 Voir <https://ressources-naturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/public-consultation/cgbs-discussion-paper-2023-08-03-fra.pdf>, p. 13.

62 Pour une réflexion à ce sujet, voir <https://policyoptions.irpp.org/magazines/june-2023/heating-cooling-solutions/>.

Il existe un précédent selon lequel le Canada exige des systèmes de CVC plus performants que dans d'autres pays, étant donné l'importance du chauffage dans le climat canadien. Par exemple, la modification 15 à la *Loi sur l'efficacité énergétique* de 2019 est allée au-delà des normes américaines en exigeant des chaudières à gaz plus efficaces, sur la base des niveaux de performance Energy Star⁶³.

Les décideurs politiques fédéraux devraient envisager la mise en œuvre d'un tel mandat par le biais de la *Loi sur l'efficacité énergétique*. Cela pourrait se faire en définissant les équipements de climatisation comme nécessitant également la capacité de fournir des services de chauffage à un certain niveau de rendement saisonnier (HSPF2). Une telle définition a du sens dans la géographie du Canada, où les services de chauffage sont une exigence de base.

Ressources naturelles Canada, à l'instar de l'agence américaine de protection de l'environnement, a récemment fait part de son intention de mettre fin à la certification Energy Star pour les climatiseurs centraux résidentiels d'ici décembre 2024, aucune nouvelle certification n'étant acceptée après décembre 2023⁶⁴. Les thermopompes deviendraient ainsi la seule technologie de climatisation résidentielle certifiée Energy Star. Le gouvernement fédéral pourrait exiger que toute technologie de climatisation vendue réponde à cette norme instaurée par Energy Star, comme c'était le cas auparavant pour les chaudières à gaz.

Les provinces aussi ont la compétence nécessaire pour adopter des réglementations sur les équipements afin d'exiger que les climatiseurs centraux soient dotés d'une capacité de chauffage. La Colombie-Britannique, l'Ontario, le Québec, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse disposent déjà de normes pour les climatiseurs centraux⁶⁵.

Les codes de construction et les normes de performance des bâtiments

Les municipalités, les provinces et les territoires disposent de leurs propres normes de performance et codes de construction qu'ils peuvent utiliser pour encourager la transformation du marché. Vancouver a déjà mis en œuvre une telle politique : à partir de 2023, « les nouveaux systèmes de climatisation dans les bâtiments résidentiels d'un à deux logements devront être capables de fournir à la fois un chauffage et une climatisation à faible teneur en carbone (thermopompes électriques)⁶⁶ ». Cette disposition s'applique à tous les climatiseurs « installés de manière permanente ». Une telle politique exige essentiellement que tous les nouveaux climatiseurs centraux soient des thermopompes⁶⁷. Voir [L'expérience de Vancouver].

En outre, les ministres fédéraux des Ressources naturelles et de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique ont pour mandat d'élaborer un « code de rénovation » modèle qui s'appliquerait lorsque des modifications sont apportées à des bâtiments existants⁶⁸. Ce code modèle pourrait exiger l'installation de thermopompes au lieu de nouveaux climatiseurs centraux⁶⁹.

63 <https://canadagazette.gc.ca/rp-pr/p2/2019/2019-06-12/html/sor-dors164-fra.html>.

64 <https://www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/HVAC%20Sunset%20Letter.pdf>.

65 <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/reglement-inefficacite-energetique/les-reglements-provinciaux-sur-inefficacite-energetique/20987>.

66 <https://vancouver.ca/home-property-development/mechanical-permit.aspx>. La Colombie-Britannique a également annoncé que le chauffage des locaux devra être d'une efficacité de 100% d'ici 2030, ce qui signifie en pratique que les nouveaux systèmes de chauffage devront fonctionner grâce à des thermopompes ou à la résistance électrique.

67 Denver, au Colorado, a adopté une politique similaire exigeant que les bâtiments commerciaux et multifamiliaux remplacent les climatiseurs centraux par des thermopompes à partir de 2025. Voir <https://www.denvergov.org/Government/Agencies-Departments-Offices/Agencies-Departments-Offices-Directories/Climate-Action-Sustainability-Resiliency/High-Performance-Buildings-and-Homes/Energize-Denver-Electrification-Program>.

68 <https://www.pm.gc.ca/fr/lettres-de-mandat/2021/12/16/lettre-de-mandat-du-ministre-des-ressources-naturelles>.

69 Une mise en garde s'impose : dans de nombreuses villes, le remplacement ou l'installation d'un climatiseur central ne nécessite pas de permis de construction et n'entraînerait donc pas nécessairement l'application des codes de rénovation. Les pouvoirs publics devraient s'assurer que l'installation ou le remplacement d'un climatiseur central entraîne l'application du code approprié.

L'expérience de Vancouver

La demande de Vancouver aux ménages d'installer des thermopompes au lieu de climatiseurs illustre non seulement la valeur des codes de construction locaux, mais sert également d'étude de cas pour un programme national similaire.

Selon Chris Higgins, planificateur principal en matière de construction écologique à la ville de Vancouver, « la transition s'est faite en douceur ». Qualifiant ce changement de « décision sans regret », il a déclaré que « l'adoption d'un règlement n'autorisant que les thermopompes est l'une des mesures les plus simples qu'un organisme de régulation puisse prendre pour améliorer rapidement le marché des thermopompes et lutter contre les changements climatiques⁷⁰ ».

Les distributeurs ont bénéficié d'un délai de transition de sept mois et demi, ce qui leur a permis d'écouler leur stock existant de climatiseurs centraux. Il y a quelques années à peine, il était apparemment difficile pour les consommateurs de Vancouver de trouver un entrepreneur prêt à installer une thermopompe. Mais depuis la mise en œuvre du programme, tous les entrepreneurs locaux sont désormais en mesure de le faire. Higgins a également indiqué que, bien que le programme n'impose aucune exigence de performance, la demande a évolué. L'intérêt pour les appareils à un étage a laissé place à celui pour les modèles à vitesse variable ou à cinq vitesses. Si cette demande des consommateurs pour des équipements plus performants se confirmait à l'échelle nationale, elle se traduirait par des économies et des réductions d'émissions encore plus importantes que celles que nous prévoyons actuellement.

Des incitations en amont

La réglementation est le moyen le plus simple de transformer le marché. Mais les gouvernements fédéral et provinciaux pourraient également utiliser des mesures incitatives en amont, conjointement avec la réglementation ou en tant que solution distincte, pour encourager le passage des climatiseurs centraux aux thermopompes. Les fabricants ou les distributeurs pourraient recevoir une rémunération incitative pour chaque thermopompe vendue au-delà d'un seuil de référence, à condition qu'ils cessent de vendre des climatiseurs centraux. Étant donné que le Canada importe la plupart de ses thermopompes, il serait peut-être préférable d'offrir ce genre de mesures incitatives aux distributeurs plutôt qu'aux fabricants.

Comme mentionné plus haut, la différence de coût pour les fabricants et les distributeurs serait relativement faible. Si l'on se fie aux coûts habituels des équipements et aux études antérieures, une incitation de 250 à 400 \$ CA couvrirait largement les coûts supplémentaires pour les fabricants, et une subvention de 550 à 650 \$ CA ferait de même pour les distributeurs⁷¹. Cette subvention pourrait diminuer au fil du temps afin de limiter les coûts et d'encourager les entreprises à participer le plus tôt possible. Bien qu'ils nécessitent un financement public plus important qu'une approche réglementaire autonome, les coûts initiaux seraient bien inférieurs aux avantages à long terme pour les consommateurs et le climat. Le Sénat américain étudie actuellement un programme incitatif similaire⁷².

70 Communication personnelle avec les auteurs.

71 Ces coûts estimés sont issus d'une analyse de la chaîne d'approvisionnement dans Pantano et al. 2021, fondée sur des données du U.S. Department of Energy (2016) concernant les différences de coûts de fabrication et d'entretiens avec des fabricants et des distributeurs de systèmes de CVC.

72 <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/senate-bill/4139>.

Les politiques complémentaires

L'installation de thermopompes au lieu de climatiseurs centraux résidentiels est une politique « sans regret ». Mais elle ne résout pas tous les problèmes. Des politiques complémentaires pourraient aider à introduire les thermopompes dans les grands bâtiments commerciaux et les immeubles résidentiels à logements multiples, à accélérer le développement de nouvelles technologies pour les climatiseurs de fenêtre, à encourager l'adoption de modèles de thermopompes plus efficaces et plus rentables, et à soutenir la formation des entrepreneurs.

Les grands bâtiments commerciaux et les immeubles résidentiels à logements multiples peuvent également bénéficier des thermopompes, mais leurs systèmes de CVC sont plus complexes, ce qui rend les stratégies de points de vente plus difficiles à mettre en œuvre. Une option consiste à exiger des propriétaires de grands bâtiments qu'ils respectent des normes de performance minimales en matière de consommation d'énergie, d'intensité des émissions, de qualité de l'environnement intérieur et de protection contre les chaleurs et les froids extrêmes, ce qui encouragerait indirectement l'adoption des thermopompes⁷³. Une autre solution consiste à obliger directement les propriétaires de grands bâtiments commerciaux et d'immeubles résidentiels collectifs à acheter des thermopompes lorsqu'ils remplacent leurs climatiseurs centraux, comme la ville de Denver au Colorado l'exigera à partir de 2025⁷⁴.

De nombreux ménages continueront à utiliser des climatiseurs de fenêtre, mais les options de remplacement de ces climatiseurs par des thermopompes restent limitées. Les gouvernements et les services publics peuvent encourager les solutions de remplacement telles que les thermopompes sans conduits et les technologies de substitution aux climatiseurs de fenêtre. Par exemple, l'État de New York a précédemment lancé le défi « Clean Heat for All », un concours pour le secteur industriel incitant les fabricants à développer des technologies de chauffage et de climatisation pour les immeubles plurifamiliaux, les gagnants se voyant attribuer un contrat d'achat initial pour l'installation dans des logements sociaux. Les deux gagnants ont fourni des thermopompes pour fenêtre adaptées aux climats froids, une nouvelle option technologique intéressante pour les locataires⁷⁵.

Notre proposition permettrait aux ménages d'avoir davantage accès aux thermopompes, mais elle ne garantirait pas qu'il s'agisse des modèles les plus efficaces disponibles. Les programmes d'efficacité énergétique, qu'ils soient gérés par les gouvernements ou par les services publics, pourraient y contribuer. Au lieu de se concentrer principalement sur les choix des consommateurs et des consommatrices, ces programmes peuvent offrir des mesures incitatives en amont et en aval pour promouvoir les thermopompes à vitesse variable auprès des fabricants, des distributeurs et des entrepreneurs⁷⁶. Les bons d'achat et les solutions de microfinancement peuvent également aider les consommateurs à faible revenu à assumer les coûts d'achat et d'installation des thermopompes pendant les périodes de remplacement d'urgence. Toute aide à la rénovation globale d'un logement devrait allier les améliorations à l'enveloppe à des thermopompes dans la mesure du possible.

Dans certaines régions, la promotion des thermopompes est difficile, car les compagnies d'électricité et de gaz gèrent des programmes d'efficacité distincts qui se concentrent sur la réduction de la consommation au sein de chaque « silo énergétique ». Ces régions devraient envisager des exigences minimales en matière d'économies d'énergie, quel que soit la source d'énergie⁷⁷, et les compagnies d'électricité et de gaz devraient créer des programmes conjoints pour encourager le remplacement des carburants⁷⁸. Par exemple, la Commission de l'énergie de l'Ontario a demandé à sa principale compagnie de gaz, Enbridge, d'offrir des mesures incitatives pour encourager l'achat et l'installation des thermopompes électriques, peu importe que les clients installent un système hybride gaz-électricité ou qu'ils abandonnent complètement le chauffage au gaz.

Enfin, le Canada est confronté à un déficit de travailleurs et de travailleuses dans les métiers spécialisés, notamment dans l'installation et la réparation de systèmes de CVC⁷⁹. Les gouvernements peuvent faire davantage pour soutenir la formation d'un plus grand nombre d'entrepreneurs en CVC afin que les ménages puissent faire installer des thermopompes rapidement et correctement, en particulier par le biais d'une formation professionnelle bien financée.

73 Pour une réflexion sur la situation au Canada, voir <https://www.energycanada.org/making-the-case-why-we-need-mandatory-building-performance-standards-in-canada/>. Pour une réflexion sur l'intégration de la qualité de l'environnement intérieur dans les normes de performance des bâtiments, voir <https://www.euractiv.com/section/energy-environment/opinion/fit-for-55-with-healthy-buildings/>. Pour en savoir plus sur les implications pour les droits des locataires, voir <https://www.energycanada.org/tenant-report/>.

74 <https://www.denvergov.org/Government/Agencies-Departments-Offices/Agencies-Departments-Offices-Directory/Climate-Action-Sustainability-Resiliency/High-Performance-Buildings-and-Homes/Energize-Denver-Electrification-Program>.

75 <https://nycanow.nyc.gov/70-million-initial-investment-will-decarbonize-nycha-buildings-with-new-heat-pump-electrification-technologies/>.

76 Voir cette étude de 2019 qui montre que les thermopompes sont la technologie la plus populaire pour les stratégies d'incitation en amont et en aval : <https://www.esource.com/429191azeh/sending-your-dsm-measures-upstream>.

77 Gold, Gilleo, et Berg (2019).

78 Le Québec offre un exemple effectif de cette approche conjointe : <https://institutclimatique.ca/publications/la-chaleur-hybride-au-quebec/>.

79 <https://thoughtleadership.rbc.com/powering-up-preparing-canadas-skilled-trades-for-a-post-pandemic-economy/>.

Conclusion

Sans ces interventions spécifiques, les ventes de thermopompes finiraient probablement par dépasser les ventes de climatiseurs centraux, peut-être d'ici quelques décennies. Entre-temps, des millions de foyers supplémentaires installeraient un climatiseur, ratant l'occasion de se procurer une thermopompe, qui peut chauffer en plus de refroidir. Chaque fois qu'un tel scénario se produit, nous nous éloignons un peu plus de notre objectif de décarbonation résidentielle. Il est temps d'emprunter une meilleure voie.

L'installation d'une thermopompe à la place d'un climatiseur central est une occasion rare de gagner sur tous les tableaux. Les progrès technologiques réalisés au cours des dernières décennies signifient que, pour une augmentation minimale des coûts de production, nous pourrions décarboner des millions de logements canadiens supplémentaires au cours de la prochaine décennie. Tout au long de la chaîne de valeur, des fabricants aux distributeurs en passant par les entrepreneurs et les consommateurs, chacun a quelque chose à gagner. Il est temps que les gouvernements, à tous les niveaux, s'engagent fermement dans cette transformation.



Eakrin Rasadonyindee/Shutterstock.com

Bibliographie

B.C. Hydro (2022). « AC dependency: Summer demand for electricity increasing with AC use ». <https://www.bchydro.com/content/dam/BCHydro/customer-portal/documents/news-and-features/ac-dependency-report-bchydro.pdf>.

Carrier (2023). « Carrier's Gigaton Goal ». En ligne : <https://www.corporate.carrier.com/corporate-responsibility/environment/esg-gigaton-goal/>.

Coalition pour la décarbonation des bâtiments (2023). « Why Cooling is Key: How to decarbonize buildings with one weird trick ». En ligne : https://buildingdecarb.org/wp-content/uploads/Heat-Pump-Shipment-Report-Spring-2023_V4.pdf.

ECCC (2023a). « Facteurs d'émission et valeurs de référence, version 1.1 ». Environnement et Changement climatique Canada. En ligne : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/fonctionnement-tarification-pollution/systeme-tarification-fonde-rendement/systeme-federal-credits-compensatoires-gaz-effet-serre/coefficients-emission-valeurs-reference.html>.

ECCC (2023 b). « Estimation du coût social des gaz à effet de serre. Orientation provisoire actualisée pour le gouvernement du Canada ». Environnement et Changement climatique Canada. En ligne : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/recherche-donnees/cout-social-ges.html>.

Ferguson, A., Sager, J. et Brideau, S. (2022). « Cold-Climate Air Source Heat Pumps: Assessing Cost-Effectiveness, Energy Savings and Greenhouse Gas Emission Reductions in Canadian Homes ». CanmetÉNERGIE. En ligne : https://ftp.maps.canada.ca/pub/nrcan_rncan/publications/STPublications_PublicationsST/329/329701/gid_329701.pdf.

Gold, R., Gilleo, A. et Berg, W. (2019). « Next Generation Energy Efficiency Resource Standards ». ACEEE. <https://www.aceee.org/research-report/u1905>.

Gouvernement du Canada (2022a). « Survivre à la chaleur : les répercussions du "dôme de chaleur" de l'Ouest canadien en 2021 ». *La science de la santé*. <https://science.gc.ca/site/science/fr/blogues/science-sante/survivre-chaaleur-repercussions-dome-chaaleur-dans-louest-canadien-2021>.

Gouvernement du Canada (2022 b). « Règlement sur l'électricité propre ». En ligne : <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/reglement-electricite-propre.html>.

Haley, B., Gaede, J., Winfield, M., Love, P. (2020). « From Utility Demand Side Management to Low-Carbon Transitions: Opportunities and Challenges for Energy Efficiency Governance in a New Era ». *Energy Research & Social Science* 59.

Haley, B. et Kantamneni, A. (2022). « Governments fail low-income Canadians hit hardest by high energy costs ». *Canada's National Observer*. <https://www.nationalobserver.com/2022/10/19/opinion/governments-fail-low-income-canadians-hit-hardest-high-energy-costs>.

Haley, B. et Kantamneni, A. (2023). « How the federal government can improve energy efficiency while protecting and enhancing tenant rights ». Efficacité énergétique Canada. <https://www.efficiencycanada.org/energy-efficiency-for-low-income-tenants/>.

Haley, B., Nippard, A. et Gaede, J. (2023). « The path to clean electricity must include energy efficiency ». *Canada's National Observer*. <https://www.nationalobserver.com/2023/04/13/opinion/path-clean-electricity-must-include-energy-efficiency>.

Haley, B. et Kantamneni, A. (2021). « Canada's Climate Retrofit Mission: Why the climate emergency demands an innovation-oriented policy for building retrofits ». Efficacité énergétique Canada, Université de Carleton. En ligne : <https://www.efficiencycanada.org/wp-content/uploads/2021/06/Retrofit-Mission-FINAL-2021-06-16.pdf>.

HRW (2021). « Canada : L'impact désastreux de la chaleur extrême ». Ottawa : Human Rights Watch. En ligne : <https://www.hrw.org/fr/news/2021/10/05/canada-limpact-desastreux-de-la-chaaleur-extreme>.

Institut canadien pour des choix climatiques (2021). « Les coûts des changements climatiques pour la santé : Comment le Canada peut s'adapter, se préparer et sauver des vies ». En ligne : https://choixclimatiques.ca/wp-content/uploads/2021/06/ChoixClimat_Cou%CC%82tsSante%CC%81_Juin2021.pdf.

Lennox (2023) « Lennox Environmental Social Governance Report 2021, April 5 2023 Update ». En ligne : https://www.lennoxinternational.com/dA/3d13d5c58c/Lennox_ESG_Report_2021_April_5_2023_Update.pdf.

Malinowski, M., Dupuy, M., Farnsworth, D. et Torre, D. (2022). « Combating High Fuel Prices with Hybrid Heating ». CLASP. <https://www.clasp.ngo/research/all/ac-to-heat-pumps/>.

- Mitsubishi (2022). « Mitsubishi Sustainability Report 2022 ». En ligne : https://www.mitsubishielectric.com/en/sustainability/reports/pdf/2022/Sustainability_report_2022_5.pdf.
- Pantano, S., Malinowski, M., Gard-Murray, A. et Adams, N. (2021). « 3H 'Hybrid Heat Homes': An Incentive Program to Electrify Space Heating and Reduce Energy Bills in American Homes ». CLASP. En ligne : <https://www.clasp.ngo/research/all/3h-hybrid-heat-homes-an-incentive-program-to-electrify-spaceheating-and-reduce-energy-bills-in-american-homes/>.
- Poirier, M. et Cameron, C. (2023). « Le plaidoyer pour l'électrification des bâtiments au Canada ». Alliance pour la décarbonation des bâtiments et Accélérateur de transition.
- Riva, M., Kingunza Makasi, S., Dufresne, P., O'Sullivan, K. et Toth, M. (2021). « Energy poverty in Canada: Prevalence, social and spatial distribution, and implications for research and policy ». *Energy Research & Social Science*, 81, 102237. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102237>.
- Schwartz, D. (2020). « How Long Does an Air Conditioner Last? » Bob Vila. En ligne : <https://www.bobvila.com/articles/how-long-does-an-air-conditioner-last/>.
- Tan, L. et Teener, J. (2023). « Now Is the Time to Go All in on Heat Pumps ». Rocky Mountain Institute. En ligne : <https://rmi.org/now-is-the-time-to-go-all-in-on-heat-pumps/>.
- Tardy, F. et Lee, B. (2019). « Building related energy poverty in developed countries—Past, present, and future from a Canadian perspective ». *Energy and Buildings*, 194, 46-61. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.04.013>.
- Régie de l'énergie du Canada (2022). « L'électricité renouvelable au Canada — Canada ». La Régie de l'énergie du Canada. En ligne : <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/produits-base-energetiques/electricite/rapport/electricite-renouvelable-canada/provinces/electricite-renouvelable-canada-canada.html>.
- Ressources naturelles Canada (2022). *Base de données complète sur la consommation d'énergie*. Ressources naturelles Canada. En ligne : https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/menus/evolution/tableaux_complets/liste.cfm.
- RNCan (2023a). « Pourquoi utiliser une thermopompe à basse température ? ». Ressources naturelles Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/maisons/initiative-canadienne-pour-des-maisons-plus-vertes/pourquoi-utiliser-une-thermopompe-air-pour-climat-froid/pourquoi-utiliser-une-thermopompe-air-pour-climat-froid/24915>.
- RNCan (2023 b). « Rénovations admissibles et montants des subventions ». Ressources naturelles Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/maisons/maisons-plus-vertes/commencez-vos-renovations/admissibles-pour-la-renovation-de-maison/23505>.
- RNCan (2023 c). « Programme pour la conversion abordable du mazout à la thermopompe ». Ressources naturelles Canada. En ligne : <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/maisons/initiative-canadienne-pour-des-maisons-plus-vertes/programme-pour-la-conversion-abordable-du-mazout-la-thermopompe-dans-le-cadre-de-lini/24776>.
- RNCan (2023 d). « Climatiser sa maison ». Ressources naturelles Canada. En ligne : <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/energy-star-canada/propos-denergy-star-canada/annonces-relatives-au-programme-energy-star/publications/climatiser-sa-maison/6052>.
- U.S. Department of Energy (2016). « Technical Support Document: Energy Efficiency Program for Consumer Products: Residential Central Air Conditioners and Heat Pumps ».
- Wang, X., Thompson, D. K., Marshall, G. A., Tymstra, C., Carr, R., et Flannigan, M.D. (2015): « Increasing frequency of extreme fire weather in Canada with climate change ». *Climatic Change*, v. 130, p. 573-586. doi : 10.1007/s10584-015-1375-5.
- Watsco (2023). « Our Business is a Major Catalyst for CO₂e Reduction ». En ligne : <https://www.watsco.com/salesimpact/>.
- Zhang, X., Flato, G., Kirchmeier-Young, M., Vincent, L., Wan, H., Wang, X., Rong, R., Fyfe, J., Li, G., Kharin, V. (2019) : « Les changements de température et de précipitations au Canada ; Chapitre 4 », dans Bush, E. et Lemmen, D.S. (Eds.). *Rapport sur le climat changeant du Canada*. Gouvernement du Canada.

Stratégie de modélisation

Notre modèle à l'échelle provinciale suppose qu'à partir de 2025, les appareils qui auraient été des climatiseurs centraux nouvellement vendus deviennent des thermopompes centrales comparables. Pour estimer les ventes futures de climatiseurs centraux dans le scénario du *statu quo*, nous commençons par des données annuelles sur le nombre de climatiseurs centraux dans chaque province, que nous obtenons de la Base de données complète sur la consommation d'énergie (BDCEE)⁸⁰. Nous calculons la croissance historique, d'une année à l'autre, de la proportion de logements provinciaux équipés de climatiseurs centraux. Nous supposons ensuite que la croissance future est égale au taux de croissance moyen entre 2010 et 2020 (la dernière année pour laquelle les données de la BDCEE sont disponibles). Nous avons ensuite mis à l'échelle les ventes provinciales de climatiseurs centraux en 2020 en fonction du nombre prévu de climatiseurs centraux présents dans chaque province chaque année.⁸¹ Cette procédure nous donne une projection du nombre de climatiseurs centraux vendus annuellement par province entre 2021 et 2050. Cette estimation est probablement conservatrice, car la demande de climatisation active est susceptible d'augmenter au-delà des niveaux historiques à mesure que les changements climatiques s'intensifient.

Nous partons du principe que tout le monde conserve sa source de chaleur d'appoint, même si, dans certains endroits, une thermopompe de cette taille pourrait potentiellement couvrir à elle seule toute la charge de chauffage d'une maison, en fonction du climat local, de la taille de la maison et de l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment. Nous supposons qu'une thermopompe couplée à un combustible fossile d'appoint ne fonctionne que jusqu'à 5 °C, même si elle pourrait fonctionner en dessous de cette température, afin de tenir compte des installateurs les plus prudents. Nous supposons que les thermopompes couplées à un système de chauffage par résistance électrique sont conçues pour maximiser l'utilisation de la thermopompe, puisque le fait que la source d'énergie (et le prix) soit la même signifie qu'il n'y a aucune raison de ne pas utiliser l'équipement le plus efficace autant que possible. Nous supposons les rendements suivants pour les sources de chaleur d'appoint : 100% pour la résistance électrique, 95% pour les chaudières à gaz ou à propane à haut rendement, 85% pour les chaudières à mazout et 80% pour les chaudières à gaz ou à propane à faible rendement. Nous supposons que la part de chaque source d'appoint correspond à sa part actuelle dans les logements de chaque province.

Pour représenter les climatiseurs centraux et les thermopompes, nous utilisons les caractéristiques de performance d'un climatiseur Goodman GSXN4 et d'une thermopompe Goodman GSZB, tous deux d'une capacité de 2,5 tonnes. Ce sont des appareils à un étage, utilisant tous deux le réfrigérant R-410A et affichant un SEER2 de 14,3. Le coefficient HSPF2 de la thermopompe est de 7,5. Au moment de la rédaction du présent document, leurs prix étaient de 2 307,15 \$ CA (pour le climatiseur) et de 3 097,15 \$ CA (pour la thermopompe), soit une différence de 790 \$ CA⁸². Comme l'appareil Goodman est conçu pour fonctionner jusqu'à -5 °C, nous n'utilisons qu'une partie de sa capacité potentielle. En réalité, certains ménages sont susceptibles de l'utiliser en deçà de la température de changement de source de chauffage que nous supposons (5 °C), particulièrement lorsque cela permet de réaliser des économies. Et certains ménages décideront d'acheter des modèles encore plus efficaces, comme un appareil à vitesse variable ou un appareil adapté au climat froid.

⁸⁰ RNCan (2022).

⁸¹ Données de l'ICCCR.

⁸² FurnacePrices.ca, <https://furnacestore.ca/product/goodman-gszb4-heat-pump/> et <https://furnacestore.ca/product/goodman-gsxn4-air-conditioner/>

Nous obtenons des estimations des prix futurs de l'énergie à partir de la modélisation par ESMIA Consultants d'un scénario dans lequel le déploiement des thermopompes augmente rapidement. Pour le gaz et l'électricité, les frais fixes représentent souvent une part non négligeable des factures d'énergie. Mais comme nous ne supposons pas que les ménages cesseront d'utiliser ces sources d'énergie, nous n'incluons pas la partie fixe des prix. Ce chiffre est également conservateur, car certains ménages peuvent passer entièrement à l'électricité et donc ne plus utiliser de gaz du tout.

Nous obtenons les intensités d'émissions de l'électricité, du gaz, du propane et du mazout auprès d'Environnement et Changement climatique Canada⁸³. Étant donné que les émissions d'électricité évoluent dans le temps, nous supposons que les réseaux électriques provinciaux progressent régulièrement chaque année vers l'objectif de carboneutralité fixé pour 2035⁸⁴. Pour calculer les avantages monétaires de l'action climatique, nous utilisons le coût social du carbone (CSC) avec un taux d'actualisation de Ramsey à court terme de 2%⁸⁵. Nous suivons l'exemple d'Environnement et Changement climatique Canada en appliquant le même taux d'actualisation de 2% aux économies réalisées sur les factures dans notre modèle.

Résultats du modèle

Économies annuelles moyennes sur la facture d'énergie par ménage par type de système d'appoint en 2030 (\$ CA)

Province	Électrique	Gaz à haut rendement	Gaz	Mazout	Propane à haut rendement	Propane
CB	608,20	297,97	392,81	833,87	333,20	434,65
AB	1102,65	162,76	224,88	609,61	235,64	311,41
MB	980,84	100,53	142,13	496,52	199,57	259,74
SK	1373,60	92,90	139,32	455,73	162,35	221,80
ON	1359,49	113,36	170,81	482,09	157,61	223,35
QC	644,02	165,87	212,35	534,43	238,16	298,19
NB	1161,72	298,69	382,34	482,25	179,62	240,94
NE	1606,87	443,87	573,47	563,08	173,57	252,50
IPE	1495,66	s.o.	s.o.	521,61	172,44	243,19
TN	1955,47	s.o.	s.o.	568,49	176,02	255,54

Économies annuelles moyennes de GES par ménage par type de système d'appoint en 2030 (t eq. CO₂)

Province	Électrique	Gaz à haut rendement	Gaz	Mazout	Propane à haut rendement	Propane
CB	0,04	1,18	1,40	1,61	0,86	1,03
AB	2,20	0,55	0,72	0,88	0,32	0,44
MB	0,01	0,69	0,81	0,96	0,52	0,62
SK	3,09	0,33	0,46	0,60	0,17	0,26
ON	0,11	0,74	0,88	1,04	0,55	0,66
QC	0,01	0,69	0,82	0,96	0,52	0,62
NB	1,17	0,55	0,68	0,83	0,38	0,48
NE	2,86	0,46	0,63	0,82	0,24	0,37
IPE	1,26	s.o.	s.o.	0,96	0,44	0,55
TN	0,09	s.o.	s.o.	1,26	0,68	0,81

83 ECCC (2023a).

84 Gouvernement du Canada (2022 b).

85 ECCC (2023 b).

Économies totales sur la facture d'énergie par type de système d'appoint, 2025-2035 (milliers de t éq. CO₂)

Prov.	Électrique	Gaz à haut rendement	Gaz	Mazout	Propane à haut rendement	Propane	Total
CB	423,56	139,98	97,18	66,75	0,13	4,29	731,90
AB	260,31	171,41	152,62	7,83	0,08	4,80	597,05
MB	738,35	85,79	22,33	15,10	0,25	1,57	863,41
SK	305,60	118,06	23,76	23,56	1,69	2,33	475,01
ON	4870,89	1229,27	411,83	513,25	3,06	128,01	7156,32
QC	231,74	4,68	0,45	44,32	0,03	0,57	281,79
NB	138,67	1,36	0,13	12,04	0,10	0,33	152,64
NE	108,20	1,83	0,18	29,92	0,10	0,45	140,67
IPE	1,62	s.o.	s.o.	0,85	0,01	0,00	2,48
TN	2,14	s.o.	s.o.	0,11	0,00	0,00	2,26

Économies totales de GES par type de système d'appoint, 2025-2035 (milliers de t éq. CO₂)

Prov.	Électrique	Gaz à haut rendement	Gaz	Mazout	Propane à haut rendement	Propane	Total
CB	20,23	632,45	397,49	150,99	0,39	12,10	1213,64
AB	405,17	831,14	671,38	14,87	0,18	10,18	1932,92
MB	4,43	679,38	149,11	34,18	0,78	4,43	872,31
SK	514,07	701,41	121,81	44,26	3,49	5,08	1390,12
ON	307,38	9193,71	2448,11	1297,86	12,95	455,62	13 715,63
QC	1,87	21,71	1,93	93,07	0,08	1,39	120,05
NB	106,09	3,12	0,29	25,82	0,30	0,88	136,49
NE	145,76	2,83	0,27	60,92	0,26	1,12	211,17
IPE	1,00	s.o.	s.o.	1,95	0,03	0,00	2,99
TN	0,07	s.o.	s.o.	0,29	0,00	0,00	0,36