



Le plaidoyer pour l'électrification des bâtiments au Canada

Auteurs : Mathieu Poirier, *Alliance pour la décarbonation des bâtiments*
Et Claire Cameron, *L'Accélérateur de Transition*



Le plaidoyer pour l'électrification des bâtiments au Canada

Auteurs:

Mathieu Poirier

Directeur des politiques

Alliance pour la décarbonation des bâtiments

Claire Cameron

Directrice des trajectoires régionales

L'Accélérateur de Transition

POUR CITER CE DOCUMENT :

Poirier, M. and Cameron, C. (2023). *The Case for Building Electrification in Canada*. Transition Accelerator.

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 originales et identifions les obstacles structurels qui ralentissent l'électrification. Nous travaillons par la suite avec nos partenaires pour les surmonter.

À propos de l'Accélérateur de Transition:

L'Accélérateur de Transition a été créé pour soutenir la transition du Canada vers un avenir carboneutre tout en proposant des solutions à différents problèmes sociétaux. À l'aide de notre méthodologie en quatre étapes, l'Accélérateur collabore avec des groupes novateurs afin de définir la forme que pourrait prendre un avenir carboneutre désirable sur les plans social et économique et bâtir des trajectoires de transition permettant au Canada de concrétiser cet avenir. L'Accélérateur joue le rôle de catalyseur, de facilitateur et de multiplicateur de forces; il encourage la formation de coalitions qui prennent des mesures pour faire progresser ces trajectoires et avancer les choses de manière concrète.

Remerciements:

Nous remercions les personnes suivantes pour leur soutien dans la révision et la mise en place de ce document:

- Bryan Flannigan, *Directeur exécutif, Alliance pour la décarbonation des bâtiments*
- James Meadowcroft, *Conseiller principal – trajectoires de transition, L'Accélérateur de Transition*
- Moe Kabbara, *Vice-président, L'Accélérateur de Transition*
- Peter Hemminger, *Directeur intérimaire des communications et de la mobilisation des connaissances, L'Accélérateur de Transition*
- Tom Berkhout, *Électrification des bâtiments, Mise en œuvre stratégique, BC Hydro*
- Robyn Wark, *Responsable de transformation du marché, BC Hydro*
- Brendan McEwen, *Consultant en chef, Dunsky Énergie + Climat*
- Corey Diamond, *Directeur exécutif, Efficacité énergétique Canada*
- Brendan Haley, *Directeur de recherche sur les politiques, Efficacité énergétique Canada*
- Martin Luymes, *Vice-président des relations avec le gouvernement et les parties prenantes, Institut canadien du chauffage, de la climatisation et de la réfrigération (ICCCR)*
- James Fick, *Chef d'équipe consultant, SaskPower*
- Mariko Michasiw, *Responsable du programme B2E, ZEIC*

Photo de couverture du 825 Pacific Street à Vancouver, BC, par Ryan Snikvalds

Clause de non-responsabilité: Ce rapport ne reflète pas nécessairement les opinions des évaluateurs. Toute erreur relève de la seule responsabilité des auteurs.

Table des matières

Introduction	1
L'électrification est le moyen le plus viable pour réduire l'empreinte carbone des bâtiments	2
L'électrification réduit les émissions dans le secteur des bâtiments	3
L'électrification offre une solution de chauffage viable pour affronter les hivers canadiens	6
L'électrification : une voie économique vers la décarbonation des bâtiments	8
L'électrification contribue à décarboner les bâtiments neufs et existants	10
L'électrification offre des avantages supplémentaires à la population canadienne	12
Conclusion	14

Le plaidoyer pour l'électrification des bâtiments au Canada

Le temps presse. Nous devons agir maintenant pour réduire les émissions de gaz à effets de serre (GES) des bâtiments canadiens et des systèmes qui les soutiennent. Vu l'urgence, il est plus important que jamais que les parties prenantes disposent d'informations claires et fiables sur les voies les plus efficaces pour décarboner nos bâtiments. Alors que les gouvernements, l'industrie et les consommateurs cherchent à s'y retrouver dans le monde complexe de la décarbonation des bâtiments, **l'Alliance pour la décarbonation des bâtiments (ADB) a vu le jour sous l'impulsion d'une coalition d'intervenants déterminés à promouvoir l'électrification en tant que solution pratique et viable.**



Il est important que les Canadiens et les Canadiennes comprennent que l'électrification de la majorité de nos maisons et de nos bâtiments est possible. Elle constitue le meilleur moyen de les décarboner afin de protéger l'environnement. Le plus beau, c'est que cette transition est en cours depuis déjà plusieurs décennies au Canada... Il ne nous reste qu'à l'étendre à l'échelle du pays entier, selon des méthodes déjà éprouvées ailleurs dans le monde.

– Bryan Flannigan,
directeur exécutif, ADB

Dans cet exposé de position, l'ADB plaide en faveur de l'électrification pour atteindre la neutralité carbone et souligne certains défis majeurs que nous devons relever pour y parvenir. En définitive, l'ADB estime que l'atteinte de la carboneutralité passera par:

- le remplacement à grande échelle des fours ou des chaudières alimentés par des combustibles fossiles par de l'équipement de chauffage électrique;
- la décarbonation complète du réseau électrique; et
- un développement équivalent de l'approvisionnement en électricité, avec des investissements dans la gestion des pointes de charge et l'efficacité énergétique afin d'atténuer l'augmentation des tarifs d'électricité et de s'y adapter.

Cet exposé de position vise à soutenir un engagement plus poussé avec un large éventail de parties prenantes issues de multiples secteurs et impliquées dans la décarbonation des bâtiments. Nous reconnaissons que notre compréhension collective de ce sujet complexe est en constante évolution et que de nombreux organismes travaillent actuellement sur cet important dossier. Dans cet esprit, **nous vous invitons à nous faire part de vos commentaires, de votre rétroaction constructive, et de vos points de vue bien documentés et étayés, qu'ils nous soient favorables ou non.**

L'électrification est le moyen le plus viable pour réduire l'empreinte carbone des bâtiments

Le Canada s'est engagé à réduire ses GES afin d'atteindre la carboneutralité d'ici 2050.ⁱ Étant donné que 18 % des GES du Canada proviennent du secteur des bâtiments,^{1,ii} et que plus de 77 % des émissions des bâtiments résultent de la combustion de combustibles fossiles pour le chauffage des locaux et de l'eau,^{2,iii} la décarbonation des bâtiments jouera un rôle essentiel dans l'atteinte de nos objectifs climatiques. On compte actuellement quelque 16 millions de logements— un nombre qui augmente de 200 000 par année,^{iv} — et 480 000 bâtiments commerciaux au pays;^v un effort conscient et coordonné est nécessaire pour décarboner le secteur.

Comme l'indique le [rapport Trajectoires vers la carboneutralité](#), **l'électrification est la voie la plus crédible, la plus efficace et la plus convaincante vers une décarbonation généralisée des bâtiments.**^{3,vi} L'émergence et le perfectionnement continu des technologies des thermopompes⁴ permettent un usage efficace d'électricité propre. Nous résumons ci-dessous comment l'électrification peut réduire les émissions, procurer une source d'énergie viable pour le chauffage, constituer un moyen économique pour décarboner le secteur, contribuer à la décarbonation de tous types de bâtiments et fournir des avantages non énergétiques aux Canadiens et aux Canadiennes (par exemple : la climatisation, l'assainissement de la qualité de l'air intérieur, la création d'emplois locaux).

1 Bien que le secteur des bâtiments soit souvent considéré comme responsable de 13 % des émissions de GES au Canada en 2020, cette estimation ne tient pas compte des émissions liées à la consommation d'électricité des bâtiments.

2 Calculé en divisant les émissions liées au chauffage des locaux et de l'eau des secteurs résidentiel et commercial par les émissions totales des secteurs résidentiel et commercial au Canada en 2019.

3 L'utilisation judicieuse d'autres combustibles à faible teneur en carbone et de technologies de bâtiment pour compléter l'électrification peut également s'avérer importante dans certaines applications et certains lieux. Toutefois, la majeure partie de la décarbonation à court et à moyen terme proviendra de l'électrification.

4 Les thermopompes à air et les pompes géothermiques chauffent et climatisent les bâtiments en déplaçant la chaleur. Parce qu'elle ne fait que déplacer de la chaleur, cette technologie peut atteindre des rendements de 300 % ou plus. Une thermopompe à air chauffe en extrayant la chaleur de l'air extérieur, tandis qu'une pompe géothermique le fait en extrayant l'énergie géothermique stockée dans le sol.

1. L'électrification réduit les émissions dans le secteur des bâtiments

La plupart des bâtiments canadiens peuvent immédiatement réduire leurs émissions en passant au chauffage électrique. Tous les bâtiments peuvent éliminer leurs émissions sur place en renonçant au chauffage au gaz naturel, au propane ou au mazout. Dans les provinces dotées d'un réseau électrique à forte intensité de carbone (c.-à-d. l'Alberta, la Saskatchewan et la Nouvelle-Écosse), les émissions liées à la production d'électricité subsisteront, mais nous estimons que l'installation d'une thermopompe entraînera une réduction des émissions cumulées pour sa durée de vie.

Les possibilités de réduction des émissions de GES varient d'une province ou d'un territoire à l'autre. Alors que certaines provinces bénéficieront du remplacement de leurs systèmes de chauffage au mazout, d'autres gagneront plutôt à améliorer l'efficacité de leur chauffage électrique (Figure 1).^{vii}

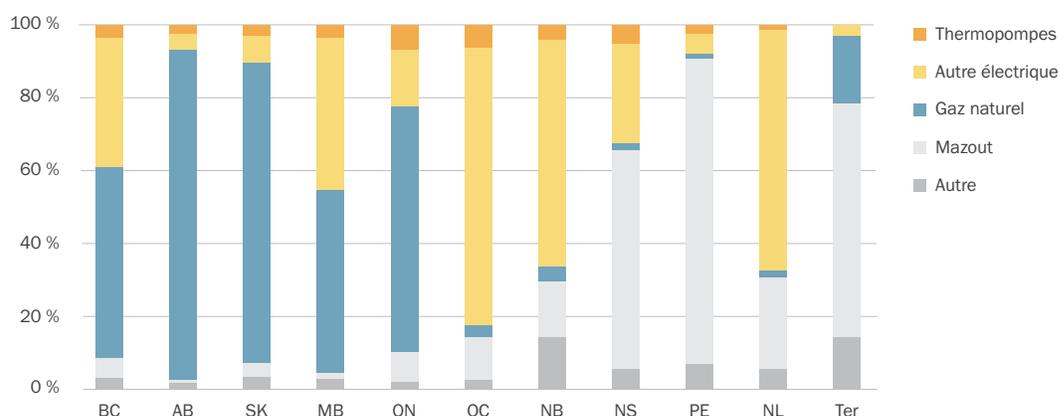


Figure 1: La répartition des systèmes de chauffage résidentiel varie d'une région à l'autre du Canada

À long terme, l'électrification contribuera à diminuer les émissions de toutes les régions à mesure que le réseau électrique réduira sa teneur en carbone.^{5,viii} Par exemple, en Alberta, l'une des provinces au réseau électrique le plus émetteur de carbone, nous estimons que les émissions cumulées sur toute la durée de vie de deux thermopompes hypothétiques (aux coefficients de performance différents)⁶ installées aujourd'hui seraient inférieures à celles liées à l'utilisation du gaz naturel pour le chauffage (Figure 2).⁷ Les émissions du réseau électrique de la province ont déjà diminué de manière considérable, en partie grâce à des politiques de tarification du carbone de plus en plus sévères qui ont eu pour conséquences l'augmentation du coût de l'électricité produite à partir du charbon et la mise hors service des centrales au charbon.^{ix}

5 Le gouvernement fédéral s'est engagé à mettre en place un réseau carboneutre d'ici 2035, envoyant ainsi un signal clair aux services publics, aux régulateurs et à l'industrie en vue de cesser la production à forte intensité d'émissions.

6 Le coefficient de performance (COP) représente l'efficacité d'une thermopompe (c'est-à-dire le rapport entre l'énergie thermique fournie et l'énergie consommée).

7 Dans cet exemple, les émissions en marge du réseau électrique de l'Alberta devraient évoluer d'un maximum estimé à 842 kg de CO₂ par MWh en 2018 (source) à 0 kg de CO₂ par MWh en 2035. Par souci de simplicité, une simple interpolation linéaire est utilisée.



BC Hydro travaille activement avec ses partenaires pour soutenir la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les bâtiments grâce à l'électrification. Du point de vue des services publics, la clé du succès de l'électrification des bâtiments réside dans une intégration intelligente à l'aide des pratiques d'efficacité énergétique et de gestion de la charge.

– Robyn Wark, responsable de la transformation du marché, BC Hydro

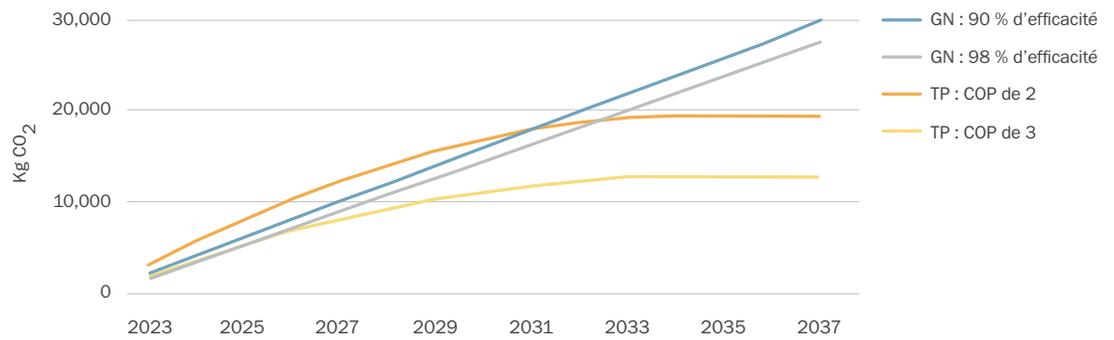


Figure 2: Les émissions cumulées des thermopompes en Alberta sont inférieures à celles du chauffage au gaz naturel, en supposant que le réseau soit décarboné d'ici 2035

Les défis de l'électrification en vue de réduire les émissions

L'un des défis les plus importants, même dans les provinces où l'électricité propre abonde, consiste à agrandir le **réseau propre** pour répondre à la demande accrue (notamment la **demande de pointe**). Bien que des réglementations fédérales soient en place pour parvenir à mettre sur pied un réseau carboneutre, cela reste un défi de taille. Il existe des obstacles, dont la complexité de l'environnement réglementaire entourant l'expansion de la production et de la transmission d'électricité et l'importance des investissements en capital nécessaires pour parvenir à un réseau carboneutre ne sont pas les moindres. Pour les surmonter, il faudra des gens, des investissements et des solutions créatives. Heureusement, cette expansion s'étalera sur plusieurs décennies ; bien qu'il s'agisse d'un problème aigu auquel il faut s'attaquer, nous avons le temps de le faire. Les stratégies déjà existantes peuvent réduire le rythme et l'ampleur de l'expansion du réseau, notamment l'efficacité énergétique, la réponse à la demande et le stockage thermique et électrique. En effet, l'électrification d'une maison à l'aide d'une thermopompe géothermique au lieu d'une thermopompe à air peut permettre à la société d'économiser 40 000 \$, principalement grâce à la réduction de la charge de pointe.^x Toutefois, il existe un déséquilibre entre ceux qui paient (les propriétaires) et ceux qui bénéficient de ces technologies (les services publics).

Les **fuites de réfrigérants des thermopompes** posent également des problèmes. Bien que leur impact ait été estimé comme inférieur à celui des fuites de gaz naturel dans les logements,^{xi} il existe des fluides frigorigènes à faible potentiel de réchauffement planétaire (PRP) largement disponibles, qui sont utilisés pour atténuer davantage ces effets.^{xii}

L'électricité est la source d'énergie la plus viable pour la décarbonation des bâtiments

Pour atteindre une fois pour toutes les objectifs de carboneutralité, l'électrification doit être comparée non seulement aux sources de chauffage à base de combustibles fossiles existantes, mais aussi à l'utilisation des combustibles compatibles avec les objectifs de carboneutralité (par exemple, le gaz naturel renouvelable [GNR] et l'hydrogène). Ces combustibles sont souvent cités en tant qu'autres approches à la décarbonation des bâtiments. Toutefois, les deux présentent des défis et impliquent des incertitudes qui les rendent moins viables aujourd'hui en tant que trajectoires vers la carboneutralité.

Le **GNR**, chimiquement identique au gaz naturel fossile, a l'avantage d'être compatible avec l'infrastructure de gaz naturel existante. En fait, les fournisseurs de gaz canadiens injectent déjà du GNR dans leur réseau. Toutefois:

- Le GNR fait face à des **contraintes d'approvisionnement**, car ses sources (par exemple, les décharges ou les déchets agricoles et forestiers) sont limitées.^{8,xiii,xiv} Le GNR étant limité, son usage le plus judicieux est dans les utilisations finales, lorsque des restrictions technologiques et financières empêchent l'électrification.
- Le GNR peut avoir un **potentiel de réduction d'émissions limité** en raison des émissions fugitives de méthane provenant de la production, du transport et de la distribution;^{xv} du fait que certaines matières premières continuent d'être à forte intensité de carbone (par exemple, les boues de décharge et d'eaux usées continuent de réduire les émissions);^{xvi} et de la valeur temporelle du carbone (par exemple, plusieurs décennies peuvent s'écouler avant que la transformation de déchets de bois en GNR n'apporte un avantage en matière de carbone).^{xvii}

L'**hydrogène** n'est pas confronté aux mêmes contraintes d'approvisionnement que le GNR. En théorie, on peut produire de l'hydrogène carboneutre en utilisant de l'électricité ne produisant pas d'émissions (l'hydrogène vert) ou le gaz naturel conjugué à la technologie de captage du carbone (l'hydrogène bleu). Toutefois:

- L'**hydrogène n'est pas produit à grande échelle actuellement**, car l'hydrogène vert a un coût de production élevé et l'hydrogène bleu requiert des technologies de capture et de stockage de carbone qui sont coûteuses et techniquement complexes.
- Le **potentiel de réduction des émissions de l'hydrogène est incertain**. L'hydrogène bleu doit s'attaquer aux émissions de méthane en amont et améliorer les performances de capture de carbone pour être considéré comme une filière carboneutre viable.^{xviii}
- Les **coûts liés à la sécurité et à l'aspect pratique de la distribution et de l'utilisation de l'hydrogène sont incertains**. La viabilité de la conversion du réseau de gaz existant à l'hydrogène demeure douteuse (par exemple en ce qui a trait à la compatibilité de l'infrastructure de tuyauterie existante, la méthode de production ou le lieu de production).^{xix}

En raison de ces contraintes, la meilleure utilisation du GNR et de l'hydrogène à court terme sera pour des utilisations finales où les restrictions empêchent l'électrification (par exemple, les processus industriels, les centres de transport), ce qui n'est généralement pas le cas pour la plupart des applications de chauffage des bâtiments.^{xx} Même s'il reste encore des recherches à effectuer et de l'information à recueillir, sur la base de ce que nous savons actuellement, **l'électrification constitue la seule avenue viable de décarbonation des bâtiments qui est prête à être mise en œuvre aujourd'hui dans toutes les régions du pays.**

8 L'Association canadienne du gaz (ACG) a estimé l'offre potentielle ultime de GNR à 1277 PJ. À titre de comparaison, en 2020, la demande de gaz naturel au Canada était de 4940 PJ, soit près de quatre fois l'offre potentielle maximale.

2. L'électrification offre une solution de chauffage viable pour affronter les hivers canadiens

Les secteurs plus difficiles à décarboner (ex. : l'aviation, l'industrie lourde, l'agriculture) devront peut-être compter sur de nouvelles percées technologiques pour parvenir à la carboneutralité, mais **les technologies nécessaires à la réduction des émissions du secteur des bâtiments au Canada existent déjà**. Des progrès ont été réalisés pour permettre aux thermopompes à air de chauffer et climatiser les bâtiments canadiens tout au long de l'année, tandis que les pompes géothermiques fonctionnent avec une grande efficacité pendant toute l'année, quelle que soit la température extérieure. De plus, les thermopompes à air pour climats froids peuvent fonctionner à des températures pouvant descendre jusqu'à -30 °C, ce qui réduit la nécessité d'activer des sources de chauffage d'appoint.^{xxi}

Le chauffage électrique est couramment utilisé dans les bâtiments et les maisons du Canada.

Dans le secteur résidentiel, plus de 6 millions de logements, soit 40 % d'entre eux, utilisent le chauffage électrique; de ce nombre, plus de 850 000 utilisent des thermopompes.^{xxii} Dans le secteur commercial et institutionnel, l'électricité fournit environ 15 % du chauffage des bâtiments.^{xxiii} Les thermopompes sont de plus en plus utilisées, de sorte que le nombre de ces appareils expédiés au Canada a dépassé celui des chaudières au gaz naturel en 2021 et en 2022 (Figure 3).^{xxiv}



Il existe de nombreuses données qui montrent que les thermopompes fonctionnent de manière cohérente, même dans les climats très froids.

– Martin Luymes,
vice-président, Relations
avec les gouvernements
et les parties prenantes,
ICCCR

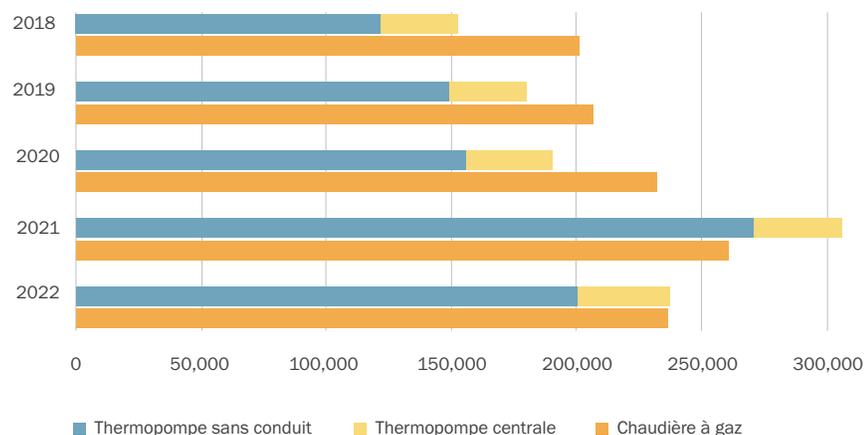


Figure 3: Le nombre de livraisons de thermopompes canadiennes a dépassé celui des livraisons de chaudières à gaz.

Les thermopompes en tant que technologie de décarbonation font l'objet d'un consensus croissant à l'échelle mondiale. Le rythme d'adoption des thermopompes s'est considérablement accru – en 2022, les ventes ont augmenté de presque 38 % par rapport à l'année précédente dans l'Union européenne, tandis qu'elles ont dépassé celles des chaudières au gaz naturel aux États-Unis.^{xxv,xxvi} Les thermopompes satisfont déjà les besoins en chauffage de plus de 10 % des

bâtiments du monde entier. À ce jour, c'est dans certains des climats les plus froids du monde que la demande est la plus forte, ce qui illustre concrètement la performance de cette technologie (Figure 4).^{xxvii}

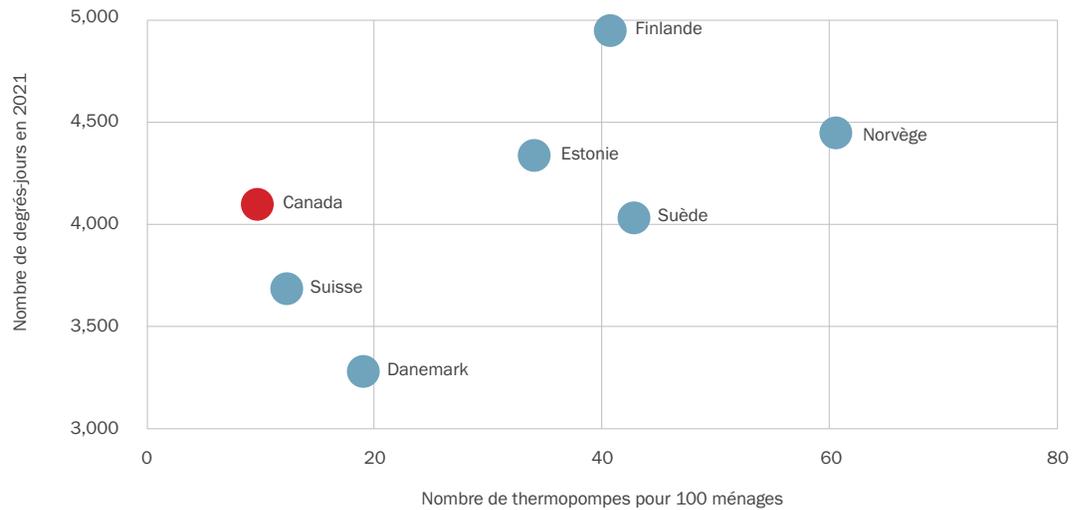


Figure 4: Les thermopompes sont devenues très populaires dans les pays au climat similaire à celui du Canada.

Les défis à relever pour améliorer la capacité du Canada à électrifier ses bâtiments

Entreprendre des rénovations peut s'avérer plus complexe lorsqu'elles comprennent l'installation d'une thermopompe. Les commentaires de participants et de participantes à des programmes de mesures incitatives mentionnent souvent la **difficulté supplémentaire et le temps nécessaire** à la recherche de la thermopompe adéquate, d'un installateur qualifié, des subventions applicables et des permis requis comme des obstacles majeurs à la concrétisation de leur projet. La nécessité d'**équipements de chauffage auxiliaires** dans certains cas d'utilisation (ex.: dans les régions où les températures basses persistent, dans les bâtiments mal isolés ou dont les services électriques sont limités) et la modernisation de systèmes plus complexes (ex.: les systèmes à vapeur, les radiateurs, les systèmes hydroniques à température plus élevée) ajoute encore aux coûts et à la complexité.

Une variété de technologies de thermopompes est nécessaire pour répondre aux besoins des six zones climatiques du Canada. **Les modèles conçus pour les climats froids restent moins disponibles** (surtout les unités hydroniques, les modèles tout-en-un et les chauffe-eaux).^{xxviii, xxix} **L'écart perdure entre l'offre et la demande** de certaines technologies de thermopompe (ex. : les réfrigérants à faible PRG, les unités à haute température, les plus petits modèles).^{xxx} Dans certains cas, l'obstacle principal n'est pas d'ordre technique. Les fabricants ont souligné la nécessité de **rationaliser le processus de certification** afin de faciliter la mise en marché de nouvelles technologies de thermopompes.^{xxxi} En outre, puisque la plupart des thermopompes sont fabriquées à l'étranger, on craint que la capacité de production mondiale soit insuffisante pour répondre à la demande prévue.^{xxxii}

3. L'électrification: une voie économique vers la décarbonation des bâtiments

Les thermopompes réduiront la facture des propriétaires qui se chauffent grâce à la résistance électrique, au mazout ou au propane.^{xxxiii} Alors que le gaz naturel a longtemps été un choix économique, l'augmentation des prix, la tarification fédérale du carbone et l'amélioration de l'efficacité du chauffage électrique ont fait en sorte que les coûts d'utilisation des thermopompes sont désormais **comparables ou inférieurs à ceux du gaz naturel** dans la majorité des régions. La figure 5 montre, par exemple, que le coût du chauffage par thermopompe au Manitoba est comparable à celui du gaz naturel. En Nouvelle-Écosse, la thermopompe est le choix le plus économique, tandis qu'en Alberta, la facture énergétique du chauffage avec les thermopompes les plus performantes équivaut à celle du chauffage au gaz naturel. Dans toutes les provinces, les thermopompes haute-performance sont moins dispendieuses que le mazout ou le propane.^{xxxiv,xxxv,9}

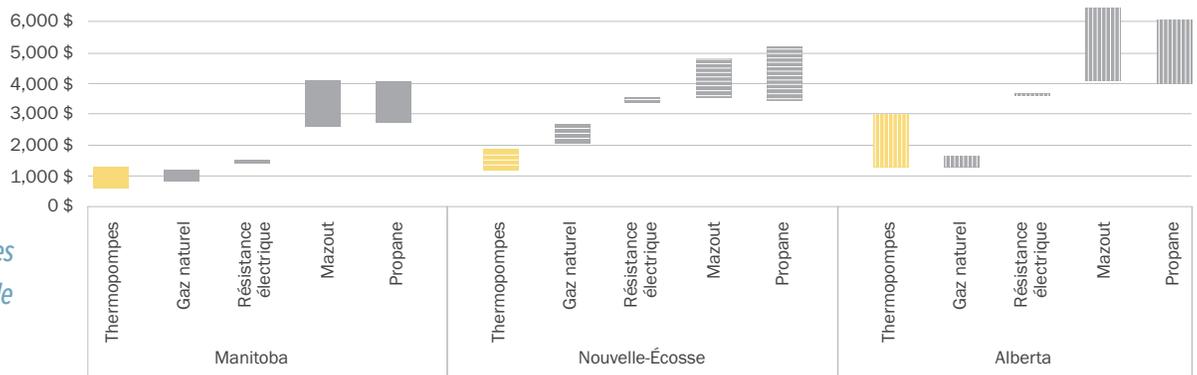


Figure 5: Les coûts annuels des thermopompes peuvent être inférieurs à ceux d'autres systèmes de chauffage dans les maisons individuelles si l'on tient compte des prix de l'énergie, des frais de base (par exemple, les frais mensuels) et de la taxe fédérale sur le carbone. La fourchette de prix pour chaque système de chauffage est due aux différents rendements des systèmes (par exemple, une pompe géothermique est plus efficace qu'une thermopompe à air, et une chaudière à haut rendement est plus efficace qu'une chaudière conventionnelle).

Les économies réalisées sur les coûts d'utilisation peuvent compenser le coût initial plus élevé d'une thermopompe, de sorte que le coût total de possession sur toute la durée de vie de l'appareil est concurrentiel. Une analyse récente menée dans le sud de l'Ontario a montré que le coût total de possession sur 15 ans d'une thermopompe conçue pour les climats froids ou d'une pompe géothermique est inférieur à celui du chauffage des locaux et de l'eau au gaz naturel associé à un climatiseur.^{xxxvi} Avec les baisses prévues aux coûts d'acquisition des thermopompes en raison de la réduction des coûts d'équipement et des coûts d'installation accessoires,^{xxxvii} le coût total de possession devient encore plus attrayant.

“
Nous avons mené de multiples analyses sur les trajectoires de décarbonation des bâtiments à travers le Canada et les États-Unis. Nous constatons systématiquement que l'électrification des bâtiments – que ce soit pour l'ensemble ou pour la plupart des besoins de chauffage – est essentielle pour décarboner le secteur.

– Philippe Dunsky,
Président, Dunsky Energy
+ Climate Advisors

9 Les taux du Manitoba et de la Nouvelle-Écosse ont été déterminés par des tiers. Nous avons estimé les coûts de l'Alberta pour ce rapport.

Dans le secteur commercial, d'autres facteurs semblent favoriser l'électrification.

L'électrification a toujours connu une croissance relativement faible,^{xxxviii} en partie à cause des tarifs peu élevés du gaz naturel, des préoccupations concernant l'augmentation des primes de puissance pour l'électricité et de la tendance des ingénieurs et des professionnels du CVC à opter pour des systèmes qui leur sont familiers. Le secteur est soumis à une pression croissante de la part des investisseurs, des clients et des régulateurs pour décarboner leurs bâtiments. La demande pour des bâtiments carboneutres croît au même rythme que la conscientisation des consommateurs et des consommatrices, les objectifs ESG des entreprises et la tendance des gouvernements municipaux à réglementer les émissions des bâtiments (ex.: Toronto, Vancouver).^{xxxix, xl}

Les défis à relever pour améliorer la rentabilité de l'électrification

Le coût initial plus élevé d'une thermopompe par rapport aux équipements de chauffage à base de combustibles fossiles constitue un obstacle persistant à l'adoption des pompes, même si leur coût de possession total est avantageux. Cette ombre au tableau peut être exacerbée par **les coûts et la complexité supplémentaires s'il faut mettre à niveau** le panneau électrique du bâtiment et avoir recours au service public pour supporter la charge électrique accrue. L'électrification généralisée des bâtiments entraînera également une **concentration des coûts liés aux systèmes des centrales de combustibles fossiles** en raison de la diminution de la consommation et du nombre de contribuables utilisant des combustibles fossiles; cet aspect mérite une analyse plus approfondie. Ces facteurs pourraient avoir un impact disproportionné sur **les ménages à faible revenu** qui sont déjà en difficulté et qui auront besoin d'un soutien supplémentaire pour s'électrifier.

4. L'électrification contribue à décarboner les bâtiments neufs et existants

Les effets du changement climatique se font sentir aujourd'hui, avec des événements météorologiques extrêmes qui deviennent de plus en plus la norme. Plus nous attendons avant d'agir, plus les effets seront graves et irréversibles, et plus les coûts pour atteindre nos objectifs de réduction des émissions et pour atténuer les effets seront élevés. Les nouveaux bâtiments finiront tous par devoir être construits de manière à ne plus utiliser de combustibles émettant des GES, et les bâtiments existants devront réduire leurs émissions actuelles.

En ce qui concerne les **nouveaux bâtiments**, le moyen le plus rentable économiquement de décarboner les bâtiments d'ici 2050 est de s'assurer qu'ils sont construits selon des **standards de carboneutralité** (ex.: en suivant le nouveau code de la Colombie-Britannique, le Zero Carbon Step Code). Pour ce faire, le bâtiment doit être économe en énergie afin de réduire la charge de chauffage. Étant donné que construire un bâtiment énergétiquement efficace est plus rentable que de le rénover ultérieurement, il est impératif que nous cessions de concevoir et de construire des bâtiments alimentés par des combustibles fossiles.



Les thermopompes électriques sont efficaces sur le plan énergétique. Elles fonctionnent encore mieux lorsqu'elles sont associées à des améliorations de l'enveloppe du bâtiment qui gardent la chaleur à l'intérieur et économisent de l'électricité pendant les périodes critiques – libérant ainsi de l'électricité propre pour encore plus de thermopompes!

– **Brendan Haley**,
directeur de la recherche
sur les politiques, Efficacité
énergétique Canada

Pour les **bâtiments existants**, l'électrification et l'amélioration de l'électricité énergétique sont actuellement les meilleurs moyens d'utiliser des énergies qui émettent peu ou pas de GES et de réduire la demande globale d'énergie. Idéalement, un projet de rénovation devrait porter à la fois sur l'amélioration de l'enveloppe du bâtiment et sur l'électrification, mais cela n'est pas toujours possible (en raison, par exemple, de contraintes sur le plan monétaire, des délais ou de la disponibilité des ressources). Le moment le plus approprié d'un point de vue économique de se tourner vers la thermopompe est la fin de vie du système de chauffage existant, et il n'y aura qu'une ou deux occasions de ce genre d'ici 2050 (étant donné la durée de vie attendue de ces systèmes). Il est donc convenable de **procéder à l'électrification sans rénovation profonde pour améliorer la performance énergétique d'un bâtiment; ces améliorations peuvent être réalisées plus tard.**

Pour atteindre nos objectifs à long terme de réduction d'émissions des bâtiments, nous devons accélérer le rythme de décarbonation du secteur, notamment en arrêtant de construire de nouveaux bâtiments alimentés au gaz naturel et au pétrole, et en veillant à ce que les nouvelles constructions soient entièrement électriques. Nous devons également hâter le rythme de décarbonation des bâtiments existants. En agissant rapidement, le Canada peut se positionner en tant que figure de proue de la décarbonation des bâtiments, profitant ainsi des **possibilités économiques de la transition vers une économie à faible taux d'émission de carbone** (ex.: augmentation du nombre d'emplois, de la capacité de production et de l'exportation d'équipements).

Les défis à relever pour accélérer l'électrification des bâtiments

Pour les **nouveaux bâtiments**, les **codes de construction carboneutre** contribuent à créer un environnement politique favorable aux technologies d'électrification des bâtiments, accélérant ainsi l'adoption de ces dernières tout en réduisant les émissions des bâtiments. Les codes qui fixent des objectifs et des délais clairs peuvent accélérer l'innovation, créer une demande et garantir la qualité. Le gouvernement fédéral commencera à prendre en compte les émissions dans ses codes modèles de 2025 et les provinces et les territoires seront responsables de l'adoption et de l'application de ces codes. Passer de codes axés sur l'énergie à des codes axés sur les émissions exige des changements importants et des formations supplémentaires en conception, en construction et en application.

En ce qui a trait aux bâtiments existants, il est encore possible de faire mieux comprendre à l'industrie quelles sont les voies les plus réalistes et les plus rentables pour décarboner ses bâtiments.^{xii} Cela s'applique particulièrement au contexte de la détermination d'une approche de prédilection pour une rénovation énergétique profonde qui comprend un changement de source d'énergie. En général, il y a plus d'avantages à rénover en profondeur les logements plus anciens et moins bien isolés avant d'électrifier leur système de chauffage. C'est pourquoi les propriétaires devraient consulter un conseiller ou une conseillère en énergie afin de les aider à déterminer quel est l'ordre de réalisation le plus adéquat pour leur maison.

Finalement, une transition raisonnable implique l'offre d'un soutien financier aux **ménages à faible revenu** pour la décarbonation de leur logement.^{xiii} Ces ménages doivent surmonter davantage d'obstacles (ex. : des seuils de coûts initiaux plus élevés, des incitatifs moindres pour les locataires), alors un soutien financier et logistique supplémentaire peut les aider à ne pas prendre de retard dans l'électrification de leur logement. Plusieurs provinces ont actuellement mis en place des programmes de soutien à la décarbonation des logements en fonction du revenu.

5. L'électrification offre des avantages supplémentaires à la population canadienne



Un réseau énergétique plus propre combiné à des technologies électriques à haut rendement énergétique comme les thermopompes se traduira par des bâtiments de meilleure qualité pour les occupants et pour le climat. Au-delà de la réduction des émissions, l'électrification des bâtiments permettra d'améliorer la qualité de l'air intérieur, l'accès à la climatisation et l'efficacité énergétique pour tous les Canadiens.

– Mariko Michasiw,
responsable du programme
B2E, ZEIC

L'électrification des bâtiments au moyen de thermopompes offre de nombreux avantages aux Canadiens, en plus de la réduction des émissions. Elle contribue notamment à :

- **L'amélioration de la qualité de l'air et de la santé** en réduisant la combustion de combustibles fossiles (un avantage surtout pour les ménages lors du remplacement d'appareils tels que les cuisinières au gaz). On a constaté que les émissions de combustion dans les bâtiments contribuent à la plus grande part des décès prématurés liés à la pollution de l'air aux États-Unis et constituent un risque plus important pour la qualité de l'air que les secteurs des transports ou de l'industrie.^{xliii}
- **L'amélioration du confort et de la résilience** par l'installation de thermopompes qui assurent à la fois le chauffage et la climatisation des espaces intérieurs. Pour les plus de 5,5 millions de ménages qui n'ont pas de climatiseur d'air (*Figure 6*),^{xliv} les effets de la chaleur sur la santé représentent un risque croissant pour la santé publique, une conséquence directe du changement climatique.^{xlv} Les températures annuelles moyennes au Canada augmentent environ deux fois plus vite que la moyenne mondiale, et les épisodes de chaleur dangereuse devraient augmenter en fréquence et en intensité dans les années à venir.^{xlvi}
- **La création d'emplois pour la population canadienne**, surtout pour les ouvriers et les ouvrières de métier, les concepteurs, les consultants, les constructeurs, les promoteurs et les vendeurs d'équipements, qui jouent tous un rôle essentiel dans la promotion, l'installation et l'entretien de l'infrastructure nécessaire à l'électrification des bâtiments. On estime qu'entre 100 000 et plusieurs millions d'années d'emploi seront nécessaires pour assurer la décarbonation des bâtiments au Canada.^{xlvii,xlviii}

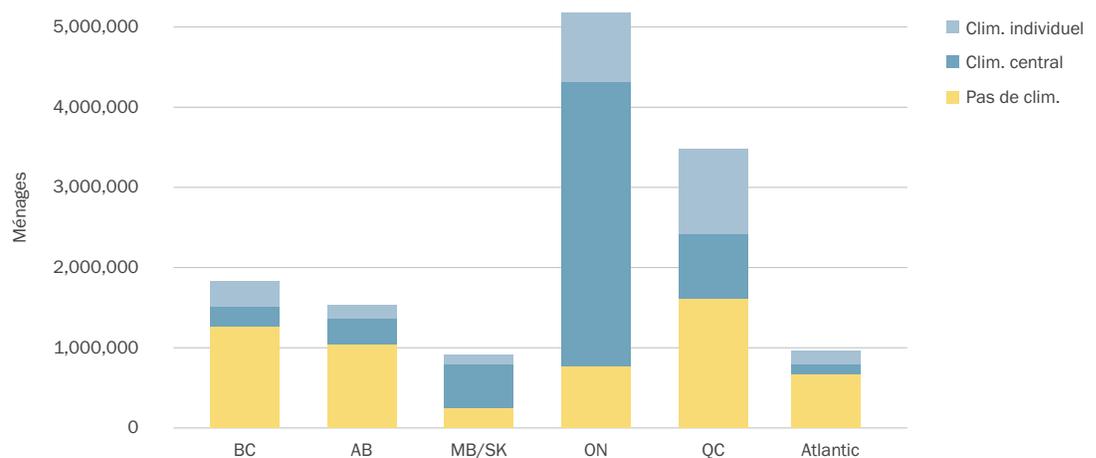


Figure 6: Plus de 5.5 millions des ménages au Canada n'étaient pas équipés de climatiseurs.

La poursuite de l'électrification des bâtiments sera bénéfique autant pour les ménages, la santé et l'économie du Canada.

Les obstacles à surmonter pour jouir des avantages de l'électrification

Une **main-d'œuvre qualifiée** est essentielle au développement des activités de décarbonation des bâtiments. Cependant, le nombre de postes vacants dans les domaines concernés (ex.: électricité, construction, installation, réparation) ne cesse d'augmenter, ce qui indique un manque de travailleurs et de travailleuses qualifiés. L'installation des thermopompes requiert le savoir-faire de professionnels qualifiés pour dimensionner correctement l'équipement et effectuer les tâches de plomberie et d'électricité. L'installation est effectivement le maillon de la chaîne de valeur des thermopompes pour lequel la demande de main-d'œuvre est la plus grande.^{xlix} Une mauvaise installation peut affecter la performance des systèmes et occasionner des problèmes d'entretien récurrents, comme des fuites et des problèmes électriques. Pour les bâtiments commerciaux, les exigences en matière de conception du chauffage et la configuration du système varient d'un bâtiment à l'autre, ce qui ajoute à la complexité de l'installation dans ce secteur. Il est également important que les installateurs informent les clients sur les techniques de manipulation et d'entretien appropriées, sans quoi une thermopompe risque de ne pas fonctionner efficacement pendant toute sa durée de vie. Afin de profiter de l'occasion économique favorable qu'est l'électrification des bâtiments, la main-d'œuvre locale doit se perfectionner ou se recycler.

De plus, la croissance du marché mondial des thermopompes crée **des débouchés dans la fabrication**. La plupart des pompes utilisées au Canada sont importées, mais des thermopompes fabriquées au Canada pourraient être utilisées localement et même exportées vers des pays au climat similaire.

L'Alliance pour la décarbonation des bâtiments est là pour aider à étendre l'électrification

Le moment est venu d'accélérer l'électrification des bâtiments partout au pays. Il existe des politiques éprouvées que les gouvernements peuvent mettre en place pour soutenir le déploiement de l'électrification. Des recherches récentes ont permis d'identifier six catégories de politiques clés qui favorisent la décarbonation des bâtiments et d'évaluer leur adoption sur les marchés mondiaux (Figure 7).¹ Bien que certaines politiques soient déjà en place, il reste encore du travail à faire pour aligner nos politiques environnementales sur celles des pays jouant un rôle de premier plan dans ce domaine.

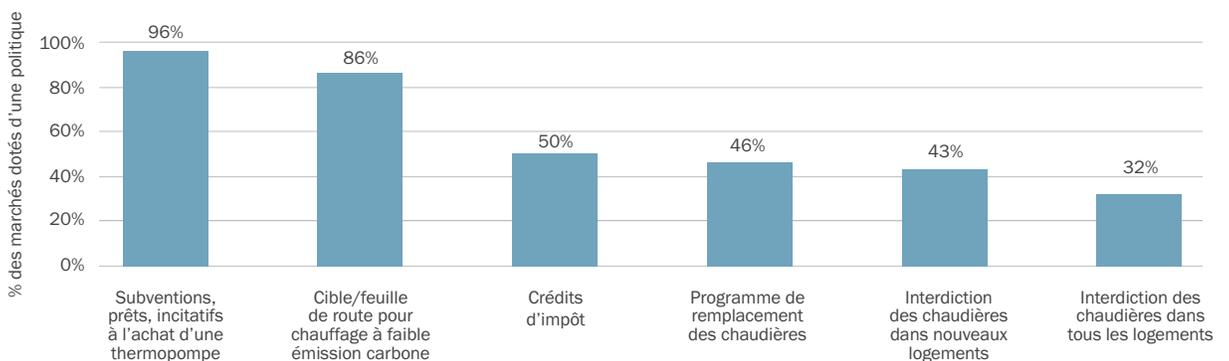


Figure 7: En 2022, la plupart des marchés développés disposeront d'une subvention, d'un prêt ou d'un incitatif à l'achat d'une thermopompe (96%). Un nombre considérable de marchés développés appliquent également des mesures plus strictes, comme l'interdiction des chaudières dans les nouvelles habitations (43%) et l'interdiction des chaudières dans toutes les habitations (32%).¹

En tant que porte-parole et organisme rassembleur, l'Alliance pour la décarbonation des bâtiments s'engage à :

- **Travailler avec les figures de proue de l'industrie** (ex.: les fabricants, les constructeurs, les services publics, le secteur financier, le gouvernement) afin de faciliter les échanges, le partage d'information et les actions de soutien aux efforts d'électrification.
- **Soutenir les actions** visant à faire progresser le Canada vers un avenir carboneutre en:
 - aidant au développement et à la mise en œuvre de politiques en faveur de l'électrification;
 - recueillant des données clés sur l'électrification des bâtiments (ex.: les coûts d'installation et d'exploitation, la performance);
 - fournissant une analyse rigoureuse pour soutenir les décideurs du pays, notamment par la création d'un modèle de décarbonation des bâtiments libre d'accès pour faire comprendre les impacts de l'électrification.
- **Soutenir la formation de la main-d'œuvre** en développant des stratégies pour améliorer la

préparation du pays à l'électrification.

Nos domaines prioritaires en ce qui concerne le soutien politique, qui seront validés par d'autres parties prenantes, sont les suivants:

1. **Mettre un terme à la production de nouvelles émissions** de GES en promouvant des approches visant à exiger des constructions carboneutres.
2. **Faciliter la transition** en allégeant les contraintes réglementaires et en précisant les impacts que la décarbonation des bâtiments aurait sur les services publics d'électricité.
3. **Soutenir le développement des technologies d'électrification** (ex.: en déterminant les effets du passage des climatiseurs aux thermopompes, en facilitant la certification des nouvelles technologies au Canada, ou en soutenant l'entrée sur le marché canadien des réfrigérants à faible PRG).

Ce travail permettra d'étayer notre vision d'« **un avenir où les bâtiments électrifiés font partie d'un système énergétique abordable et résilient** qui contribue à un Canada prospère, durable et décarboné » et notre mission d'être « **une coalition intersectorielle qui travaille à promouvoir et accélérer l'électrification des bâtiments au Canada** ». Bien que nous reconnaissons le rôle d'autres solutions (comme les carburants à faible teneur en carbone) et leur potentiel pour aider à atteindre un secteur des bâtiments à zéro émission, dans l'immédiat, nous devons nous concentrer sur des solutions prêtes à être appliquées (c'est-à-dire l'électrification).

Si vous souhaitez nous encourager ou pour savoir comment contribuer à l'accélération de l'électrification du secteur des bâtiments, **visitez le site www.buildingdecarbonization.ca ou contactez-nous par courriel à l'adresse suivante: info@buildingdecarbonization.ca.**

Références:

- i Groupe consultatif pour la carboneutralité (2023). 2022 Rapport annuel. En ligne: <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/carboneutralite-2050/groupe-consultatif/premier-rapport-annuel-au-ministre.html>
- ii Ressources naturelles Canada (2023). Bâtiments verts. En ligne: <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/batiments-verts/24573>
- iii Ressources naturelles Canada (2019). Base de données complète sur la consommation d'énergie, Secteur résidentiel, Canada, Tableau 2: Consommation d'énergie secondaire et émissions GES par utilisation finale. En ligne: <https://oeenrncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=res&juris=ca&rn=2&year=2020&page=4>
- iv Ressources naturelles Canada (2019). Base de données complète sur la consommation d'énergie, Secteur commercial et institutionnel, Canada, Tableau 4: Consommation d'énergie secondaire et émissions de GES par utilisation finale – incluant les GES liés à l'électricité. En ligne: <https://oeenrncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=com&juris=ca&rn=4&year=2020&page=3>
- v Ressources naturelles Canada (2020). Base de données complète sur la consommation d'énergie, Secteur résidentiel, Canada, Tableau 21 : Parc de logements par type de bâtiment et période de construction. En ligne: <https://oeenrncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=res&juris=ca&rn=21&year=2020&page=4>
- vi Ressources naturelles Canada (2014). Tableaux de données de l'Enquête sur l'utilisation commerciale et institutionnelle d'énergie, Tableau 1 – Caractéristiques des bâtiments, utilisation d'énergie et intensité énergétique selon l'activité principale, 2014. En ligne: <https://oeenrncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=SC§or=AAA&juris=CA&rn=1&page=1>
- vii Meadowcroft and contributors (2021). Pathways to net zero: A decision support tool. Transition Accelerator Reports Volume 3, Issue 1. Page 1-108. Assessment Table: Buildings. En ligne: <https://transitionaccelerator.ca/wp-content/uploads/2021/01/2021-01-24-Pathways-to-Net-Zero-v9-4.pdf>
- viii Ressources naturelles Canada (2019). Base de données complète sur la consommation d'énergie, Secteur résidentiel, Canada, Tableau 27 : Stock des systèmes de chauffage par type de bâtiment et type de système. En ligne: <https://oeenrncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=res&juris=ca&rn=27&year=2020&page=4>
- ix Gouvernement du Canada (2022). Règlement sur l'électricité propre. En ligne: <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/reglement-electricite-propre.html>
- x Olmstead, D.E.H., Yatchew, A. (2022). Carbon pricing and Alberta's energy-only electricity market. En ligne: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040619022000380#bib3>
- xi Dunsy Energy + Climate Advisors (2021). Heating Electrification : Policies to Drive Ground-Source Heat Pump Adoption. En ligne: https://www.hrai.ca/uploads/userfiles/files/GSHP%20Policy%20Recommendation%20Final%20Report_v2.pdf
- xii Agence internationale de l'énergie (2022). The Future of Heat Pumps. En ligne: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps>
- xiii Protocol (2022). The next generation of refrigerants is on the way. En ligne: <https://www.protocol.com/climate/air-conditioning-refrigeration-kigali-amendment>
- xiv Régie de l'énergie du Canada (2022). Avenir énergétique du Canada 2021 : Grandes conclusions. En ligne: <https://www.cer-rec.gc.ca/fr/donnees-analyse/avenir-energetique-canada/2021/grandes-conclusions.html>
- xv Association canadienne du gaz (2016). Renewable Gaz naturel renouvelable: Carburant renouvelable abordable pour le Canada. En ligne: <https://www.cga.ca/wp-content/uploads/2016/04/Gaz-naturel-renouvelable-carburant-renouvelable-abordable-pour-le-Canada-2016.pdf>
- xvi Grubert (2020). At scale, renewable natural gas systems could be climate intensive: the influence of methane feedstock and leakage rates. Environmental Research Letter, Volume 15, Numéro 8. En ligne: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab9335/pdf>
- xvii World Resources Institute (2020). Renewable Natural Gas as a Climate Strategy: Guidance for State Policymakers. Figure 1-1 | Carbon Intensity of RNG Feedstocks. En ligne: <https://files.wri.org/d8/s3fs-public/renewable-natural-gas-climate-strategy.pdf>
- xviii Gouvernement du Canada (2015). Calculateur de GES bioénergie. En ligne: <https://apps-scf-cfs.nrcan.gc.ca/calc/fr/calculateur-bioenergie>
- xix Howarth & Jacobson (2021). How green is blue hydrogen? Energy Science & Engineering 9, 1676–1687. En ligne: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ese3.956>
- xx Speirs, Balcombe, Johnson, Martin, Brandon, and Hawkes (2018). A greener gas grid: What are the options. Energy Policy 118, 291–297. En ligne: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301421518302027>

- xx Hydrogeninsight (2023). A total of 37 independent studies have now concluded there will be no significant role for hydrogen in heating homes. En ligne: <https://www.hydrogeninsight.com/policy/a-total-of-37-independent-studies-have-now-concluded-there-will-be-no-significant-role-for-hydrogen-in-heating-homes/2-1-1413043>
- xxi Scanoffice. Air heat pump comparison – test reports. En ligne: <https://scanoffice.fi/vtn-testiraportit-ilmalampopumppuvertailu/>
- xxii Ressources naturelles Canada (2019). Base de données complète sur la consommation d'énergie, Secteur résidentiel, Canada, Tableau 27: Stock des systèmes de chauffage par type de bâtiment et type de système. En ligne: <https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=res&juris=ca&rn=27&year=2020&page=4>
- xxiii Ressources naturelles Canada (2019). Base de données complète sur la consommation d'énergie, Secteur commercial, Canada, Tableau 37: Consommation d'énergie secondaire et émissions de GES pour le chauffage des locaux par source d'énergie. En ligne: <https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP§or=com&juris=ca&rn=37&year=2020&page=3>
- xxiv Toronto Star (2023). Reeling from home-heating costs? Meet the heat pump – an old idea that's gaining new ground. En ligne: https://www.thestar.com/news/canada/2023/04/04/reeling-from-home-heating-costs-meet-the-heat-pump-an-old-idea-thats-gaining-new-ground.html?source=newsletter&utm_source=ts_nl&utm_medium=email&utm_email=7DAF229BF60395032A1B752E35C40020&utm_campaign=frst_174729
- xxv European Heat Pump Association (2023). Heat pump record: 3 million units sold in 2022, contributing to REPowerEU targets. En ligne: https://www.ehpa.org/press_releases/heat-pump-record-3-million-units-sold-in-2022-contributing-to-repower-eu-targets/
- xxvi The Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute (2022). En ligne: <https://www.ahrinet.org/analytics/statistics/monthly-shipments>
- xxvii Agence internationale de l'énergie (2022). Heat Pumps. En ligne: <https://www.iea.org/reports/heat-pumps>
- xxviii Vancouver Economic Commission (2022). BC Heat Pump Technology Attraction Strategy. En ligne: <https://vancouvereconomic.com/wp-content/uploads/2022/11/11-2022-BC-Heat-Pump-Strategy-Report-Web-1.1.pdf>
- xxix Ressources naturelles Canada (2018). Paving the Road to 2030 and Beyond: Market transformation road map for energy efficient equipment in the building sector. En ligne: <https://natural-resources.canada.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/emmc/pdf/2018/en/18-00072-nrcan-road-map-eng.pdf>
- xxx Vancouver Economic Commission (2022). BC Heat Pump Technology Attraction Strategy. En ligne: <https://vancouvereconomic.com/wp-content/uploads/2022/11/11-2022-BC-Heat-Pump-Strategy-Report-Web-1.1.pdf>
- xxxi Vancouver Economic Commission (2022). BC Heat Pump Technology Attraction Strategy. En ligne: <https://vancouvereconomic.com/wp-content/uploads/2022/11/11-2022-BC-Heat-Pump-Strategy-Report-Web-1.1.pdf>
- xxxii Agence internationale de l'énergie (2022). The Future of Heat Pumps. En ligne: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/2cf6c5c5-54d5-4a17-bf8e-8924123eebcd/TheFutureofHeatPumps.pdf>
- xxxiii CanmetENERGY (2022). Cold-Climate Air Source Heat Pumps: Assessing Cost-Effectiveness, Energy Savings, and Greenhouse Gas Reductions in Canadian Homes. En ligne: https://ftp.maps.canada.ca/pub/nrcan_rncan/publications/STPublications_PublicationsST/329/329701/gid_329701.pdf
- xxxiv Manitoba Hydro (2023). Wondering about your energy options for space heating? En ligne: https://www.hydro.mb.ca/your_home/heating_and_cooling/space_heating_costs.pdf
- xxxv Efficiency Nova Scotia (2023). Home Heating Cost Comparison. En ligne: <https://www.efficiencyns.ca/tools-resources/guide/heating-comparisons/>
- xxxvi Ontario Clean Air Alliance Research (2022). An Analysis of the Financial and Climate Benefits of Using Ground-Source Heat Pumps to Electrify Ontario's Gas-Heated Homes. En ligne: <https://www.cleanairalliance.org/wp-content/uploads/2022/11/GSHP-final-report.pdf>
- xxxvii NYSERDA. (2019). Analysis of Residential Heat Pump Potential and Economics. En ligne: https://www.nyserda.ny.gov/-/media/Project/Nyserda/Files/Publications/PPSER/NYSERDA_18-44-HeatPump.pdf
- xxxviii International Institute for Sustainable Development (2022). Electrifying Heating in Commercial and Institutional Buildings. En ligne: <https://www.iisd.org/system/files/2022-05/electrifying-heating-commercial-institutional-buildings-en.pdf>
- xxxix City of Toronto (2022). Key City Strategies for Net Zero Buildings. En ligne: <https://www.toronto.ca/services-payments/water-environment/net-zero-homes-buildings/key-city-strategies-for-net-zero-buildings/>
- xl City of Vancouver (2023). Zero Emissions Buildings. En ligne: <https://vancouver.ca/green-vancouver/zero-emissions-buildings.aspx>
- xli McDiarmid (2023). Getting strategic in adopting residential heat pumps for emissions reductions, financial savings, and utility benefits. En ligne: <https://static1.squarespace.com/static/6373dc23c9a1fd0c19a1d4c9/t/64501f7b07007a01affa8b98/1682972541813/Getting+Strategic+in+Adopting+Residential+Heat+Pumps+for+Emissions.pdf>
- xliv Efficiency Canada (2022). Efficiency for All | A review of provincial / territorial low-income energy efficiency programs with lessons for federal policy. En ligne: <https://www.efficiencycanada.org/wp-content/uploads/2022/03/Low-Income-Energy-Efficiency-Programs-Final-Report-REVISED-with-COVER.pdf>

- xliii RMI (2020). Indoor Air Pollution: the Link between Climate and Health. En ligne: <https://rmi.org/indoor-air-pollution-the-link-between-climate-and-health>
- xliv Ressources naturelles Canada (2015). Enquête 2015 sur l'utilisation de l'énergie par les ménages, Tableau 7.1 – Climatisation du logement. En ligne: <https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=SH§or=AAA&juris=CA&m=26&page=1>
- xlv Gouvernement du Canada (2022). Événements de chaleur extrême : Aperçu. En ligne: <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/changements-climatiques-sante/chaleur-accablante.html>
- xlvi Environnement et changement climatique Canada (2022). Changements de la température au Canada: Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement. En ligne: <https://www.canada.ca/content/dam/eccc/documents/pdf/cesindicators/temperature-change/2023/changements-temperature-fr-2023.pdf>
- xlvii Conseil du bâtiment durable du Canada (2020). Green Retrofit Economy Study: Summary Report. En ligne: <https://www.cagbc.org/wp-content/uploads/2022/06/Green-Retrofit-Economy-Study.pdf>
- xlviii Clean Energy Canada (2018). The economic impact of Improved energy efficiency in Canada. En ligne: <https://www.energycanada.org/wp-content/uploads/2018/04/Economic-Impact-of-Pan-Canadian-Framework-Energy-Efficiency.pdf>
- xlix Association internationale de l'énergie (2022). The Future of Heat Pumps. En ligne: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/2cf6c5c5-54d5-4a17-bfbc-8924123eebcd/TheFutureofHeatPumps.pdf>
- I BloombergNEF. (2022). Climatescope 2022.
- li Ibid.