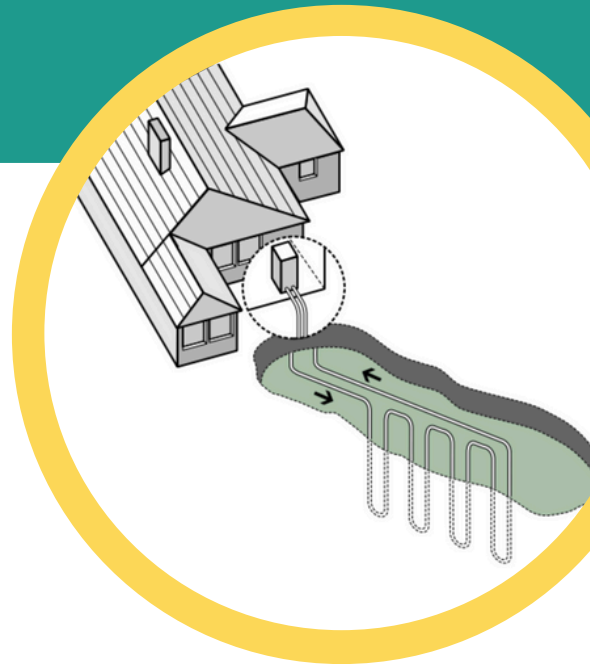


Thermopompes

S'installer confortablement avec les thermopompes

Quelle est votre saison préférée? Que vous aimiez le craquement des feuilles qui tombent ou l'air frais du printemps, beaucoup d'entre nous s'accordent à dire qu'il est agréable de pouvoir se réfugier à l'intérieur pour se rafraîchir en cas de canicule (ou pour rester au chaud par temps froid)!

Pour gérer la température d'un bâtiment, nos espaces intérieurs peuvent dépendre d'une variété de technologies telles que les climatiseurs, les thermopompes ou les chaudières. Cependant, toutes les options ne sont pas équivalentes, notamment en ce qui concerne leur fonctionnalité et leur impact sur l'environnement. Dans cette fiche d'information, les apprenants découvriront des informations à propos des thermopompes, l'une des technologies les plus écologiques pour la régulation de la température dans nos bâtiments



Qu'est-ce qu'une thermopompe?

Une thermopompe est un système de chauffage et de refroidissement qui utilise l'électricité pour déplacer l'énergie thermique d'un endroit à un autre. Pendant la période froide de l'hiver, la thermopompe peut récupérer la chaleur de l'extérieur et la transférer dans un bâtiment pour nous garder au chaud. En été, la thermopompe fonctionne à l'inverse et récupère la chaleur de l'intérieur d'un bâtiment et l'envoie à l'extérieur pour refroidir le bâtiment. En d'autres termes, la thermopompe joue le rôle d'une chaudière en hiver et d'un climatiseur en été.

Thermopompes

- Utiliser l'électricité pour déplacer de l'énergie thermique d'un endroit à un autre. L'endroit où l'énergie thermique est recueillie est appelé **source**, et l'endroit où l'énergie est délivrée est appelé **puits**. Dans la plupart des thermopompes, la source et le puits peuvent être échangés en fonction des besoins.
 - Si l'énergie thermique est déplacée à l'intérieur par une thermopompe, la pièce se réchauffe.
 - Si l'énergie thermique est retirée de l'intérieur par une thermopompe, la pièce se refroidit.
 - Cela signifie que les thermopompes fonctionnent dans les deux sens et sont donc capables de réchauffer et de refroidir la température à l'intérieur selon les besoins.
- Ils sont remplis de réfrigérant - un fluide qui bout à basse température, ce qui facilite le déplacement de l'énergie thermique, même à des températures froides

Deux types de thermopompes sont couramment utilisés au Canada : les thermopompes à air (aérothermiques) et les thermopompes géothermiques.

Thermopompes aérothermiques

La **thermopompe à air** utilise un système de réfrigération (figure 1) pour transférer la chaleur entre le bâtiment et l'air extérieur. Le système de réfrigération est composé **d'un compresseur** et de **deux serpentins métalliques** (un à l'intérieur et un à l'extérieur), avec du réfrigérant à l'intérieur.

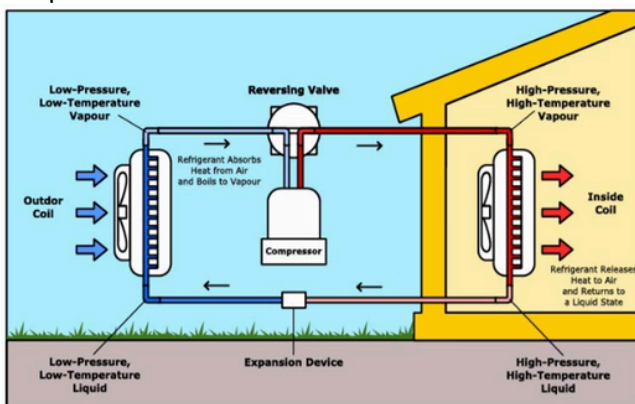


Figure 1 Schéma d'une thermopompe à air [1] sur un cycle de chauffage

Qu'est-ce qu'un réfrigérant ?

Le réfrigérant utilisé dans les systèmes de réfrigération est un liquide dont le point d'ébullition est généralement très bas (jusqu'à -60°C). Ce point d'ébullition bas permet au réfrigérant d'absorber la chaleur de l'environnement même à basse température (par exemple 0°C) et de passer à l'état de vapeur à basse température. Lorsqu'il circule dans le système, le réfrigérant subit un changement d'état qui le ramène de l'état gazeux à l'état liquide lorsque l'énergie thermique est libérée et il est prêt à circuler à nouveau dans la thermopompe.

Cycle de chauffage

(réchauffe l'intérieur)

1. Dans le **cycle de chauffage**, le réfrigérant liquide traverse le serpentins extérieurs et absorbe l'énergie thermique de l'air extérieur (source), et commence à se transformer en vapeur en se réchauffant.
2. Lorsque le réfrigérant atteint le compresseur, il est comprimé dans un volume plus petit et réchauffé avant de pénétrer dans le serpentins intérieurs.
3. Lorsque le réfrigérant atteint le serpentins intérieurs, la chaleur de la vapeur chaude est transférée à l'air intérieur (puits), ce qui réchauffe cet espace.
4. Lorsque la chaleur quitte le serpentins intérieurs, le réfrigérant se refroidit et se condense à nouveau en liquide avant de retourner à l'extérieur pour reprendre le cycle. Il est alors refroidi lors de l'expansion dans le dispositif d'expansion, ce qui lui permet d'absorber davantage de chaleur de l'environnement.

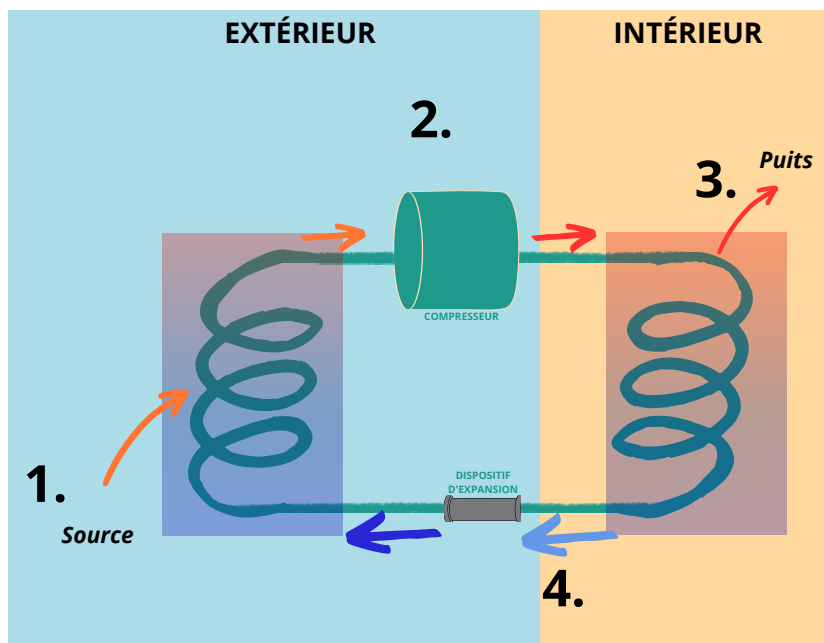


Figure 2 Cycle de chauffage de l'énergie thermique dans une thermopompe à air

Cycle de refroidissement

(Refroidissement de l'intérieur)

Dans le **cycle de refroidissement**, la thermopompe fonctionne de la même manière, mais cette fois-ci en sens inverse, en déplaçant la chaleur de l'intérieur vers l'extérieur.

1. Le réfrigérant liquide absorbe la chaleur de l'air intérieur (source), bout et se transforme en vapeur.
2. La vapeur est ensuite comprimée par le compresseur, ce qui réduit son volume et provoque son réchauffement.
3. Enfin, la vapeur chaude traverse le serpentin extérieur et transfère la chaleur à l'air extérieur (puits), ce qui entraîne une nouvelle condensation du réfrigérant.
4. Le réfrigérant refroidi est encore plus refroidi par le dispositif d'expansion et envoyé à l'intérieur pour recommencer le cycle.

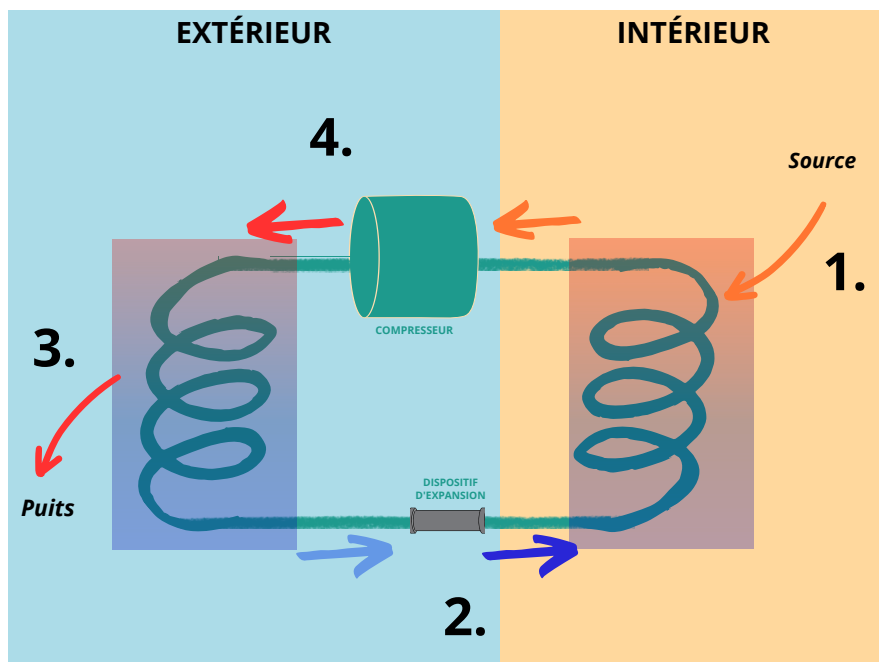


Figure 3 Cycle de refroidissement de l'énergie thermique dans une thermopompe à air

Thermopompes géothermiques

La **thermopompe géothermique** (figure 4) transfère la chaleur entre la maison et le sol/l'eau à l'extérieur. Ce type de pompe à chaleur comprend deux éléments clés : **un collecteur de chaleur souterrain** et une **thermopompe**. Le collecteur de chaleur souterrain est composé d'une série de boucles continues de tuyaux enfouis dans le sol ou submergés dans l'eau. La thermopompe du bâtiment utilise un fluide antigel ou un réfrigérant qui circule dans le collecteur de chaleur souterrain, ce qui facilite l'échange de chaleur entre la maison et le sol/l'eau.

Contrairement à la température de l'air qui varie considérablement au cours de l'année au Canada, la température souterraine est relativement constante. À une profondeur de 5 à 6 m sous la surface, la température du sol est essentiellement constante tout au long de l'année à environ 10°C. [3] Cette température est plus chaude que celle de l'air en hiver et plus fraîche que celle de l'air en été. Les thermopompes géothermiques peuvent donc profiter de ces températures plus favorables pour réchauffer la maison par temps froid et réduire la température intérieure par temps chaud.

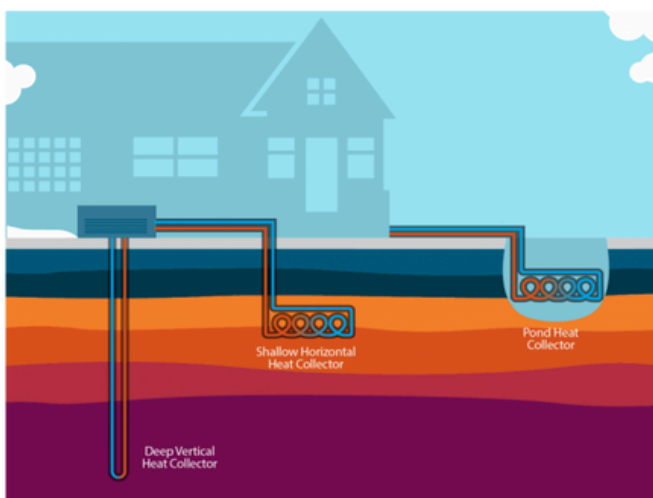


Figure 4 Schéma d'une thermopompe géothermique [2] sur le cycle de chauffage

Avantages des thermopompes:

2 pour 1! Les thermopompes peuvent fournir des options de chauffage et de refroidissement à un bâtiment - la plupart d'entre elles peuvent faire les deux! Cela en fait une option intéressante par rapport aux climatiseurs, aux plinthes électriques et aux chaudières qui ne remplissent qu'une seule fonction pour le bâtiment (soit refroidir, soit chauffer).

Longue durée de vie! Les thermopompes nécessitent généralement moins d'entretien et sont plus fiables que les chaudières. Le remplacement des climatiseurs et des appareils de chauffage par des thermopompes permet d'économiser du temps et de l'argent sur l'entretien à l'avenir. Les thermopompes ont également une longue durée de vie; vous pouvez vous attendre à ce qu'elles durent aussi longtemps, voire beaucoup plus longtemps, que beaucoup d'autres options courantes.

- La durée de vie des thermopompes aérothermiques est d'environ 15 ans, soit une durée comparable ou supérieure à celle d'une chaudière classique au gaz naturel.
- Les thermopompes géothermiques durent beaucoup plus longtemps que les thermopompes à air; les thermopompes géothermiques ont une espérance de vie moyenne de plus de 20 ans et l'infrastructure souterraine, comme les boucles et les tuyaux, dure de 25 à 50 ans [4].

Efficacité énergétique! Les thermopompes sont très économes en énergie. Au lieu de produire de la chaleur, elles la déplacent simplement d'un espace à l'autre en utilisant de petites quantités d'électricité. Les chaudières électriques et les plinthes chauffantes consomment également de l'électricité, mais celle-ci est utilisée pour produire de la chaleur par résistance électrique. Cela nécessite beaucoup plus d'électricité que les thermopompes.

Moins de gaz à effet de serre! Les chaudières à gaz brûlent du gaz naturel pour chauffer l'air; cette combustion produit directement des gaz à effet de serre. Les thermopompes n'ont besoin que d'électricité pour fonctionner, ce qui ne produit pas directement de gaz à effet de serre! Cependant, l'électricité doit venir de quelque part - cela peut varier d'une province à l'autre puisque de nombreuses centrales électriques locales utilisent des combustibles fossiles pour produire de l'électricité. Cependant, les thermopompes restent beaucoup plus écologiques que les chaudières. Une étude récente publiée par l'Université de Californie a établi des prévisions d'émissions de dioxyde de carbone (il s'agit d'une prévision basée sur des données passées et présentes) pour l'utilisation d'une thermopompe ou d'une chaudière à gaz pour le chauffage résidentiel sur une période de 15 ans (2022 à 2036) dans l'ensemble des États-Unis et a constaté que les thermopompes résidentielles réduisent les émissions de dioxyde de carbone de 38 à 53 % par rapport à une chaudière à gaz [6]. De même, l'Agence Internationale de l'Énergie a prédit que les émissions totales de gaz à effet de serre pour le chauffage au Canada pourraient être divisées par quatre si les ménages passaient des chaudières à gaz aux thermopompes [7].

Sécurité! Les thermopompes sont plus sûres que les chaudières à gaz. Le gaz naturel qu'une chaudière brûle pour produire de la chaleur risque de fuir, ce qui peut provoquer des accidents dangereux tels que des incendies et des explosions. De plus, la combustion du gaz naturel produit des substances toxiques et nocives comme le monoxyde de carbone, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les aldéhydes, les hydrocarbures imbrûlés, les oxydes de soufre et les oxydes d'azote. La fuite de ces gaz dans un bâtiment peut entraîner des problèmes de santé allant des maux de tête aux maladies graves, à l'empoisonnement au monoxyde de carbone et même à la mort [8].

Disadvantages of Heat Pumps:

\$\$\$! Heat pumps are generally more expensive to install than other alternatives. Air-source heat pumps in general come at a higher cost compared to other systems such as furnaces or electric baseboards due the number of components in the system. However, it is important to keep in mind that the incremental cost of such a system can be recovered through energy cost savings over a period as low as 5 years.[9] A geothermal heat pump typically has a much higher upfront cost than air-source heat pump and furnace. The drilling and installation of a heat pump could cost about \$15,000 to \$25,000 CAD and the heat pump itself will cost between \$4,000 to \$9,000 CAD. Although a geothermal heat pump significantly reduces the monthly utility bills of a building, it will typically take over ten years to have the initial cost recovered through energy cost saving.[10] Also, installation may require some research into municipal regulations. In some areas the installation of geothermal heat pumps will require special permission. The underground work for the drilling process and installation of underground pipes may have negative impacts on municipal infrastructures or aquifers below ground.

Temps froid! Alors que les thermopompes géothermiques peuvent compter sur les températures constantes du sous-sol tout au long de l'année, les thermopompes aérothermiques perdent de leur efficacité énergétique lorsque le temps devient plus froid. Les systèmes de thermopompes aérothermiques doivent travailler beaucoup plus dur pour extraire la chaleur de l'environnement froid afin de réchauffer le bâtiment. Lorsque la température extérieure minimale de fonctionnement (entre -15°C à -25°C pour les modèles les plus récents [9]) est atteinte, les thermopompes aérothermiques ne peuvent pas fonctionner. Dans de nombreuses régions du Canada, en particulier dans les provinces de l'intérieur et des Prairies, les températures hivernales sont généralement proches ou inférieures à la température extérieure minimale de fonctionnement. Par conséquent, dans ces régions, des sources de chaleur supplémentaires sont nécessaires pour garder le bâtiment chaud.

Tendances en matière de thermopompes

Aujourd'hui, nous sommes encore nombreux à chauffer nos maisons, nos écoles et nos bureaux à l'aide de combustibles fossiles, en particulier le gaz naturel. Cela contribue à d'importantes émissions de gaz à effet de serre.

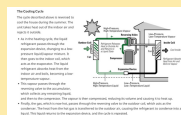
Les experts de la crise énergétique mondiale actuelle [11] nous exhortent également à passer à des énergies propres et renouvelables pour renforcer la sécurité énergétique. Par conséquent, les thermopompes, en particulier lorsqu'elles sont alimentées par de l'électricité à faibles émissions, seront une technologie importante pour rendre le chauffage plus sûr et plus durable. L'Agence Internationale de l'Énergie a prédit que les thermopompes pourraient réduire les émissions mondiales de dioxyde de carbone d'au moins 500 millions de tonnes en 2030, soit l'équivalent des émissions annuelles de CO₂ de toutes les voitures en Europe aujourd'hui [7].

Les thermopompes sont devenues de plus en plus populaires ces dernières années. En 2021, les ventes de thermopompes ont augmenté de plus de 13 % à l'échelle mondiale. Dans certains pays européens comme la France, l'Italie et l'Allemagne, les ventes annuelles ont augmenté d'environ 35 % dépassant les 2,2 millions d'unités. Les thermopompes aérothermiques représentent la majorité des ventes mondiales avec une part de marché de plus de 60 % en 2021. Les thermopompes géothermiques ne sont pas aussi nombreuses à être installées en raison de leur coût initial plus élevé [12]. Plus de 30 pays dans le monde ont annoncé des plans pour remédier au coût initial élevé des thermopompes [7]. Au Canada, les gouvernements fédéral et provinciaux [13, 14, 15] ont offert des incitations qui peuvent permettre aux propriétaires d'économiser jusqu'à plusieurs milliers de dollars lorsqu'ils passent d'un autre système de chauffage à une thermopompe.

Face à la crise climatique et au soutien financier des pouvoirs publics, les thermopompes sont un excellent système de régulation de la température qui nous permettra de rester au frais ou au chaud à l'avenir!

Vous cherchez plus d'informations sur les thermopompes?

Si vous voulez aller plus loin, Ressources naturelles Canada explique en détail le fonctionnement des thermopompes! Consultez les liens suivants pour en savoir plus sur les thermopompes à air et les thermopompes géothermiques :



Ressources de RNCAN sur les thermopompes:

<https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/energy-star-canada/about/energy-star-announcements/publications/heating-and-cooling-heat-pump/6817#b>



Vidéo sur les thermopompes au Canada :

<https://www.youtube.com/watch?v=wTRGbDY7Kk>

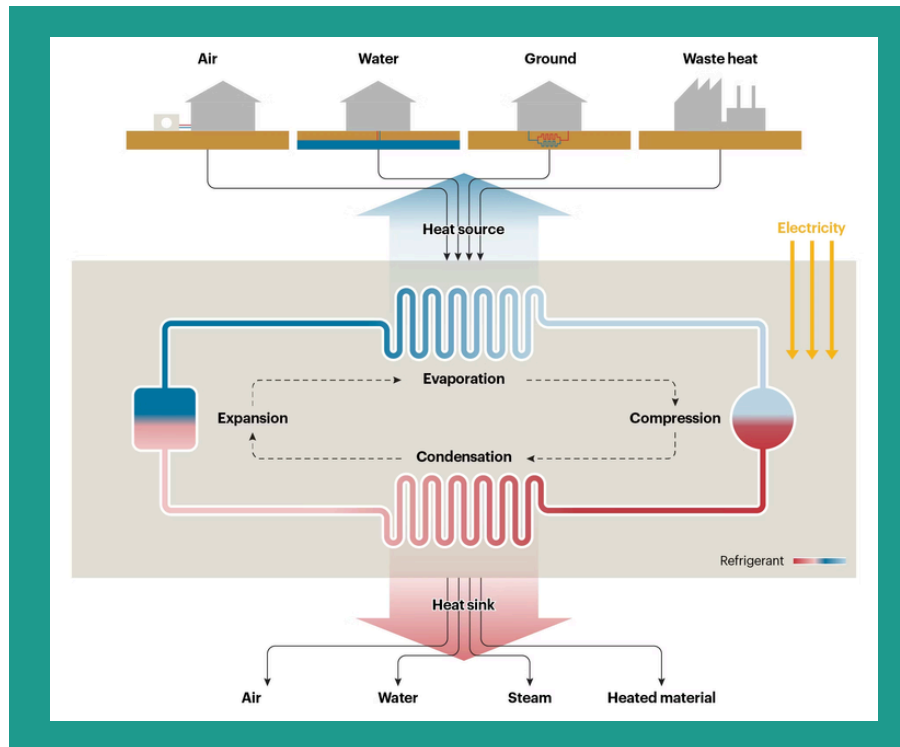


Figure 5 Schéma du fonctionnement d'une thermopompe [16]

Questions de réflexion:

- Comment fonctionnent les thermopompes?
- Quelles sont les différences fondamentales entre les thermopompes et les chaudières à gaz naturel?
- Quels sont les avantages et les inconvénients des thermopompes aérothermiques?
- Quels sont les avantages et les inconvénients des thermopompes géothermiques?
- Comment les thermopompes peuvent-elles contribuer à la transition énergétique?

References

1. US Department of Energy. *Air-Source Heat Pumps*. Available from: <https://www.energy.gov/energysaver/air-source-heat-pumps>.
2. US Department of Energy. *Geothermal Heating and Cooling*. Available from: <https://www.energy.gov/eere/geothermal/geothermal-heating-and-cooling#:~:text=A%20geothermal%20heat%20pump%20system%20includes%3A,buried%20either%20vertically%20or%20horizontally>.
3. G. P. Williams and L. W. Gold, *Ground temperatures*. Canadian Building Digest; no. CBD-180, 1976.
4. US Department of Energy. *Guide to Geothermal Heat Pumps*. Available from: https://www.energy.gov/sites/prod/files/guide_to_geothermal_heat_pumps.pdf.
5. US Department of Energy. *Heat Pump Systems*. Available from: <https://www.energy.gov/energysaver/heat-pump-systems>.
6. Theresa Pistochini, Mitchal Dichter, Subhrajit Chakraborty, Nelson Dichter, and Aref Aboud, *Greenhouse gas emission forecasts for electrification of space heating in residential homes in the US*. Energy Policy, 2022. **163**: p. 112813.
7. International Energy Agency. *The Future of Heat Pumps*. 2022; Available from: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps>.
8. Natural Resources Canada. *Combustion Gases in Your Home – Things You Should Know About Combustion Spillage*. Available from: <https://www.nrcan.gc.ca/energy-efficiency/homes/combustion-gases-your-home-things-you-should-know-about-combustion-spillage/18639>.
9. Natural Resources Canada. *Heating and Cooling With a Heat Pump*. Available from: <https://www.nrcan.gc.ca/energy-efficiency/energy-star-canada/about/energy-star-announcements/publications/heating-and-cooling-heat-pump/6817#m>.
10. M. Le Dû, Y. Dutil, D. R. Rousse, P. L. Paradis, and D. Groulx, *Economic and energy analysis of domestic ground source heat pump systems in four Canadian cities*. Journal of Renewable and Sustainable Energy, 2015. **7**(5): p. 053113.
11. Wikipedia. *2021–2023 global energy crisis*. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/2021%E2%80%932023_global_energy_crisis#:~:text=The%202021%E2%80%932023%20global%20energy,oil%2C%20gas%20and%20electricity%20markets.
12. International Energy Agency. *Heat Pumps*. 2022; Available from: <https://www.iea.org/reports/heat-pumps>.
13. Natural Resources Canada. *Canada Greener Homes Grant*. Available from: <https://www.nrcan.gc.ca/energy-efficiency/homes/canada-greener-homes-initiative/canada-greener-homes-grant/canada-greener-homes-grant/23441>.
14. CleanBC Better Homes. *CleanBC Better Homes and Home Renovation Rebate Program*. Available from: <https://www.betterhomesbc.ca/rebates/cleanbc-better-homes-and-home-renovation-rebate-programs/>.
15. Government of Ontario. *Ontario Launches Clean Home Heating Initiative*. Available from: <https://news.ontario.ca/en/release/1002324/ontario-launches-clean-home-heating-initiative>.
16. IEA (2022), *The Future of Heat Pumps*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps>, Licence: CC BY 4.0