

NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

Pompes à chaleur pour le chauffage des habitations Cane, R. L. D.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:

<https://doi.org/10.4224/40001020>

Digeste de la construction au Canada, 1978-08

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=48a63328-1c42-4a18-bc36-ee36877b21b1>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=48a63328-1c42-4a18-bc36-ee36877b21b1>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 195F

Pompes à chaleur pour le chauffage des habitations

Publié à l'origine en août 1978

D. Cane

Veillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

En 1976, 85 pour cent des logements au Canada étaient chauffés au moyen d'installations de chauffage à l'huile et au gaz et seulement 13 pour cent, au moyen d'installations de chauffage à l'électricité de divers types. Toutefois, en raison de l'augmentation du coût du gaz et de l'huile dans plusieurs régions, l'emploi de l'électricité devient de plus en plus populaire. La pompe à chaleur va contribuer à rendre l'utilisation de l'électricité intéressante sur le plan économique.

Une pompe à chaleur comprend une installation frigorifique qui absorbe la chaleur d'une source et la fournit aux locaux voulus dans un bâtiment. Le même système permet de refroidir une pièce en cédant le surplus de chaleur à la source froide. Les pompes peuvent utiliser comme sources froides ou puits de chaleur le sol entourant un bâtiment, les eaux de lacs, de rivières ou de puits ainsi que l'air extérieur. Bien qu'encore au stade de la recherche, il est fort possible que l'utilisation de l'énergie solaire comme source de chaleur pour les pompes à chaleur soit éventuellement très répandue. Toutefois, de toutes les sources, on utilise surtout l'air extérieur car il constitue la source la plus abondante et la plus universelle. Le présent Digest a pour but d'exposer à grands traits les caractéristiques générales et la rentabilité des pompes à chaleur air-air pour le chauffage des habitations.

Pompe à chaleur air-air

La pompe à chaleur air-air a d'abord été introduite dans le sud des États-Unis où le refroidissement et la déshumidification sont de toute première importance et où les saisons froides sont tempérées et de courte durée. Les installations avaient été conçues pour le refroidissement de l'air mais elles pouvaient aussi fournir suffisamment de chaleur. Par contre, lorsque ces pompes ont été utilisées dans des régions plus au nord, elles ont dû être équipées d'appareils de chauffage électriques et d'autres dispositifs complémentaires afin de fournir la puissance calorifique additionnelle nécessaire dans un climat plus froid.

La pompe à chaleur fonctionne d'après le même principe de base que tout réfrigérateur. Elle absorbe la chaleur d'un endroit à basse température et la livre ailleurs à une température plus élevée. La pompe comprend deux échangeurs thermiques, un compresseur et un détendeur reliés entre eux par une tuyauterie remplie d'un fluide frigorigène (figure 1). L'énergie électrique permet de faire fonctionner le compresseur de la pompe. Un robinet inverseur permet d'utiliser la pompe pour le refroidissement ou le chauffage d'un bâtiment.

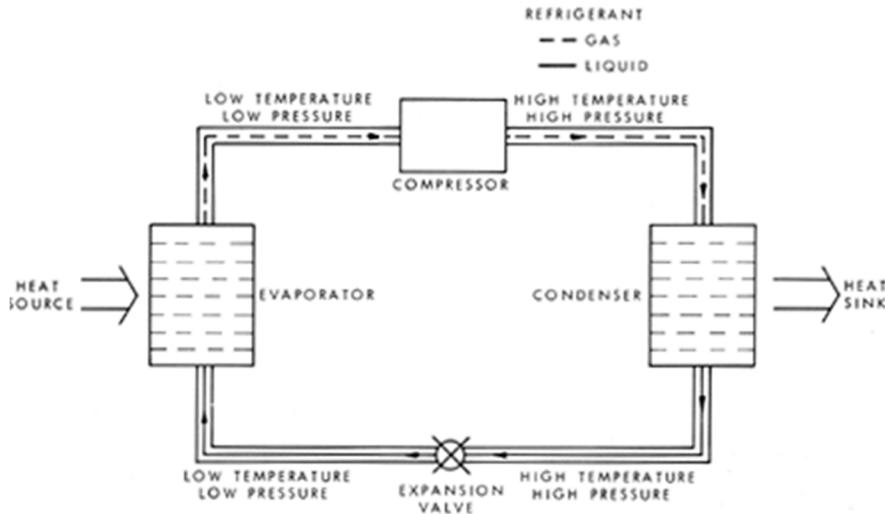


Figure 1. Cycle de base de la compression et de la réfrigération.

Performance. Il est possible de calculer la performance d'une pompe à chaleur en divisant la quantité de chaleur fournie par l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du système. Ce rapport, qui représente le coefficient de performance, est toujours supérieur à un. La puissance calorifique ainsi que le coefficient de performance de la pompe à chaleur sont réduits lorsque la température extérieure baisse. La température extérieure à laquelle la pompe peut encore satisfaire aux besoins de chauffage d'une pièce est désigné sous le nom de "point d'équilibre". Ce dernier est fonction de la perte de chaleur dans un immeuble ainsi que de la puissance de la pompe. Au-dessous de ce point d'équilibre, un chauffage d'appoint devient indispensable car le rendement de la pompe diminue (figure 2).

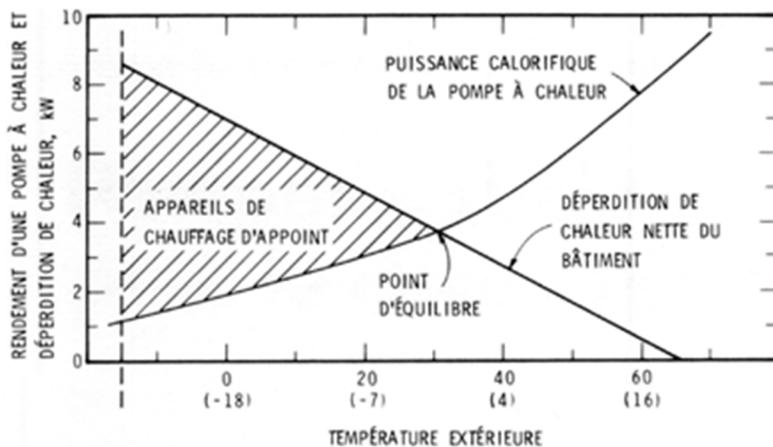


Figure 2. Rendement d'une pompe à chaleur et degré de déperdition de chaleur dans une maison de la région d'Ottawa.

Ces appareils de chauffage d'appoint sont réglés de façon que seule la partie réellement nécessaire pour combler la différence entre la puissance de la pompe et le degré de chaleur voulu est actionnée. Au-dessous du point d'équilibre et à mesure que les autres appareils de

chauffage d'appoint se mettent en marche, le rendement et la puissance de la pompe diminuent. Au-dessus du point d'équilibre, l'installation possède un surplus de puissance et est réglée de façon à se mettre en marche et s'arrêter automatiquement en fonction des besoins de chauffage de l'immeuble.

Performance saisonnière. La performance d'une pompe à chaleur et sa puissance calorifique peuvent être calculées sur une base saisonnière d'après les renseignements suivants:

1. les données de performance du fabricant (c'est-à-dire la capacité, la puissance absorbée et le coefficient de performance par rapport à la température extérieure),
2. le calcul du degré de déperdition de chaleur d'un immeuble pour une habitation particulière,
3. une analyse de fréquence de la température extérieure à un endroit donné afin de déterminer le rendement relatif de la pompe à chaleur et des appareils de chauffage d'appoint.

Un calcul type pour la région d'Ottawa indique la performance saisonnière. La puissance de refroidissement nominale de la pompe à chaleur utilisée pour effectuer ces calculs était d'environ 7 kW (2 tonnes). On a tenu compte de la déperdition de chaleur susceptible d'être atteinte pour une maison dans la région et on a effectué les analyses de fréquences appropriées de la température de l'air extérieur. Le coefficient de performance saisonnière obtenu a été de 1.6 avec un point d'équilibre d'environ 30°F (-1.1°C). Ce coefficient représente une mesure de rendement saisonnier, c'est-à-dire la quantité totale de chaleur dégagée par la pompe divisée par la quantité d'énergie électrique nécessaire pendant toute une saison y compris celle nécessaire au fonctionnement des appareils de chauffage d'appoint.

La figure 3 représente le résultat de ces calculs. Elle indique la fraction de l'énergie de chauffage annuelle obtenue par la pompe à chaleur à partir de l'air extérieur (zone A), l'énergie nécessaire pour actionner la pompe (zone B) de même que le chauffage d'appoint requis (zone C) lorsque les températures sont basses. Le total des 3 zones (A + B + C) équivaut approximativement à la quantité annuelle de chauffage pour la maison. Dans cet exemple, lorsque les températures sont au-dessous de 10°F (-12°C), les appareils de chauffage d'appoint doivent subvenir aux besoins de chauffage de la maison.

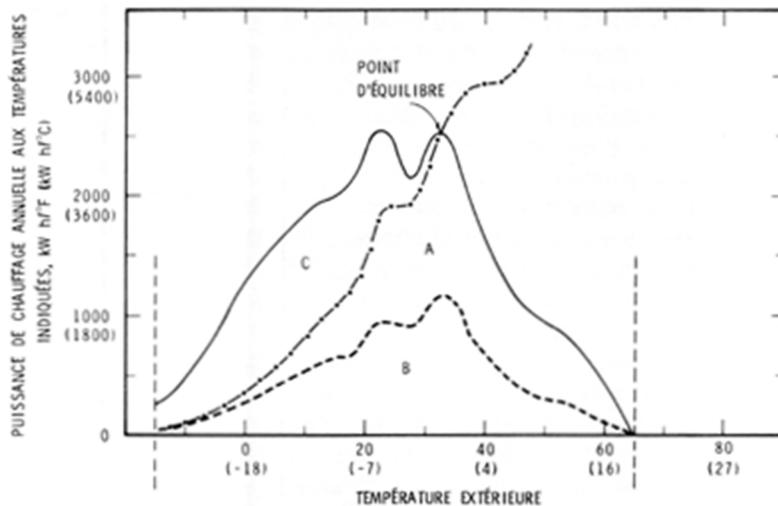


Figure 3. Distribution du chauffage démontrant le rendement saisonnier d'une pompe à chaleur et des appareils de chauffage d'appoint.

Coût. L'utilisation d'une pompe à chaleur s'avère rentable uniquement si elle peut servir au conditionnement d'air pendant l'été. Au Canada, par contre, étant donné que le conditionnement d'air n'est pas primordial, l'utilisation d'une pompe à chaleur devrait être basée strictement sur l'économie du chauffage. Dans les analyses et les propos qui suivent, la pompe à chaleur est considérée comme un système de chauffage.

En utilisant les calculs effectués à l'exemple précédent pour une pompe à chaleur installée dans la région d'Ottawa, comparons les coûts d'installation et d'exploitation d'une pompe avec chauffage d'appoint et d'une chaudière électrique de performance comparable servant au chauffage central. Le coût de l'installation de la tuyauterie et du câblage électrique s'équivaut dans les deux cas. Les coûts comparatifs sont indiqués au tableau I.

Tableau I. Coûts comparatifs d'une pompe à chaleur d'une chaudière électrique

	Pompe à chaleur (2 tonnes)	à Chaudière électrique (15 kW)	Différence de coûts
Installation	\$ 2500.	\$ 1000.	\$ 1500.
Fonctionnement			
Entretien	50.	20.	30.
Coût de l'énergie pendant la première année à un taux de 2.3¢/kW·h	319. (13 870/kW·h)	515. (22 408 kW·h)	196.
Épargne nette sur le coût du fonctionnement			166.

D'après cet exemple, la pompe à chaleur représente-t-elle un meilleur placement que la chaudière électrique? Si la vie utile d'une pompe est de 15 ans, une économie annuelle constante de \$166 rendrait un placement de \$1262 (à un taux d'intérêt de 10 pour cent) très avantageux; mais une pompe nécessite un investissement de capitaux supplémentaire de \$1500. Dans cette analyse il faut aussi tenir compte du fait que l'économie annuelle peut augmenter proportionnellement au coût unitaire de l'électricité.

Quel serait alors le montant maximal à investir si le coût unitaire de l'électricité augmente constamment? Un placement maximal de \$1997 pourrait être justifiable si les coûts unitaires de l'électricité augmentent à un taux de 8 pour cent (tout en supposant que le taux d'intérêt est de 10 pour cent et que la vie utile est de 15 ans, selon l'exemple précédent). Si ces hypothèses sont exactes, la pompe à chaleur représente donc un meilleur placement que la chaudière électrique.

Quels effets auraient un changement d'hypothèses sur l'analyse? Le tableau II démontre le résultat qu'auraient ces changements sur le placement maximal acceptable. Dans tous les cas on suppose un taux d'intérêt de 10 pour cent et une vie utile de 15 ans.

Tableau II. Résultat des changements d'hypothèses sur le placement maximal acceptable

Hypothèse	Placement maximal acceptable

Exemple I

CPS = 1.4 (plutôt que 1.6) \$1407.

Exemple II

CPS = 1.4 et une
augmentation unitaire de
l'électricité de 12 pour cent 1815.

Exemple III

Pareil à l'exemple I sauf que le
coût différentiel d'entretien est
de \$50 par année 1165.

CPS: Coefficient de performance saisonnière

En comparant les exemples I et II on peut noter l'importance des tendances futures en ce qui a trait aux coûts unitaires de l'énergie électrique. Plus l'augmentation de ces coûts est élevée, plus le placement maximal rentable peut être élevé.

Le troisième exemple démontre l'importance de la fiabilité d'une pompe ainsi que de ses frais d'entretien. Récemment les fabricants ont résolu plusieurs problèmes relatifs aux premières pompes à chaleur air-air. Une analyse récente a montré que les frais d'entretien moyens annuels étaient d'environ \$50.¹ Par contre, il y aura probablement une réduction de frais à mesure que des nouveaux modèles améliorés seront introduits sur le marché.

Dans l'analyse précédente on supposait que le coût de l'énergie électrique était de 2.3¢/ kW·h la première année et que la vie utile de la pompe était de 15 ans. Ces deux facteurs jouent un rôle important quant à la rentabilité économique des pompes à chaleur. Dans les régions où le coût de l'énergie est plus élevé (par exemple, en 1976, au Nouveau-Brunswick le prix unitaire de l'électricité était de 2.7¢/ kW·h) les pompes à chaleur sont beaucoup plus rentables sur le plan économique. On ne sait pas encore précisément quelle est la durée de vie utile des pompes à chaleur utilisées pour le chauffage dans un climat froid. Si elle est seulement de 10 à 12 ans, le placement rentable serait beaucoup moindre; par contre, si elle est de 20 ans ce placement serait plus élevé.

La rentabilité économique variera conformément aux différents climats. Dans le sud-ouest de l'Ontario, par exemple, où le climat est plus tempéré qu'à Ottawa, les besoins en chauffage d'appoint sont beaucoup moins élevés ce qui augmente le coefficient de performance annuelle. Dans les régions où il fait plus froid, le coefficient de performance saisonnière diminuerait et l'utilisation des pompes à chaleur ne serait pas aussi avantageuse. Des études plus détaillées portant sur le potentiel économique des pompes à chaleur devront être effectuées avant de pouvoir affirmer nettement sous quelles conditions et dans quelles régions ces pompes pourraient être économiquement rentables.

Chaudières au gaz et à l'huile combinées à des pompes à chaleur à air

Plusieurs fabricants offrent des pompes à chaleur air-air qui peuvent être installées sur des chaudières à l'huile ou au gaz neuves ou déjà en place.² La pompe est conçue de façon à fournir toute la chaleur nécessaire lorsque les températures sont au-dessus du point d'équilibre tandis que la chaudière subvient au besoin de chauffage au-dessous de ce point. Malheureusement, il est encore impossible de faire fonctionner la pompe et la chaudière simultanément. Il existe toutefois des systèmes qui permettent le fonctionnement de la pompe sous le point d'équilibre au moyen de thermo-régulateurs spéciaux qui actionnent ou arrêtent la pompe à des températures d'alimentation en air déterminées. Il est beaucoup plus facile de concevoir une installation permettant le fonctionnement continu de la pompe sous le point d'équilibre si cette dernière est utilisée uniquement pour le chauffage.

L'utilisation d'une chaudière à l'huile ou au gaz plutôt que l'électricité pour le chauffage d'appoint présente l'avantage de réduire la charge excessive imposée aux réseaux d'installations électriques. Étant donné que cette grande demande d'électricité se fera surtout pendant les périodes extrêmement froides, l'utilisation des pompes à chaleur sur une grande échelle pourrait créer des demandes de pointe excessives dans les quartiers résidentiels. Même si l'énergie électrique est disponible, il pourrait bien en résulter une augmentation de prix.

Conclusion

Dans les régions plus tempérées du Canada, les pompes à chaleur air-air peuvent, en certaines circonstances, rivaliser économiquement avec les installations de chauffage électriques installées dans les habitations. L'utilisation des chaudières au gaz ou à l'huile combinées aux pompes à chaleur air-air offre un système de chauffage subsidiaire qui semble avantageux en fonction des demandes de pointe dans les réseaux d'installations électriques. Par rapport aux autres méthodes de chauffage, la rentabilité économique des pompes à chaleur dépend en grande partie des prix futurs de l'électricité et des combustibles fossiles.

Références

1. Gordon Associates, Inc. Evaluation of the Air-to-Air Heat Pump for Residential Space Conditioning, Prepared for the Federal Energy Administration, U.S.A., PB-255 652, April 23, 1976, U.S. Dept. of Commerce, N.T.I.S. 268 p.
2. New Add-On Heat Pumps Work with Furnace. Air Conditioning, Heating and Refrigerating News, May 23, 1977.