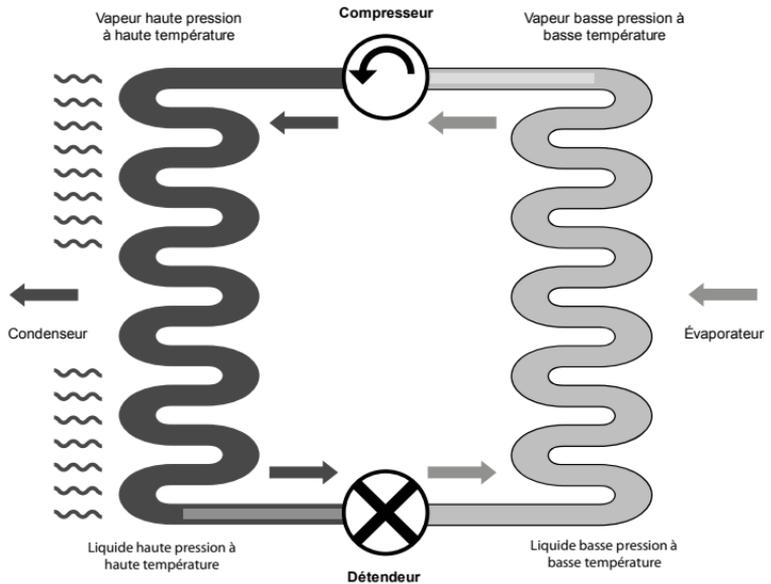


POMPES À CHALEUR

Guide de référence



CLAUDE DE NON-RESPONSABILITÉ : Ni

CEA Technologies Inc., ni les auteurs, ni les commanditaires, ou toute autre personne agissant en leur nom, ne seront en aucun cas tenus responsables quant à l'utilisation, ou aux dommages résultant de l'utilisation, des informations, matériels, équipements, produits, méthodes ou procédés, quels qu'ils soient, décrits dans le présent guide.

Il est conseillé de faire appel à des professionnels accrédités pour la mise en œuvre des directives et recommandations contenues dans le présent guide.

Ce guide a été préparé par Caneta Research Inc. pour la Groupe d'intérêt sur les Solutions énergétiques pour les clients (GISEC) de CEA Technologies Inc. (CEATI) avec le parrainage des entreprises d'électricité membres du Groupe ci-après :



Natural Resources
Canada

Ressources naturelles
Canada



National Rural Electric
Cooperative Association



© 2007 CEA Technologies Inc. Tous droits réservés.

Des remerciements vont à Ontario Hydro, Ontario Power Generation et tous autres organismes qui ont fourni les matériels employés dans la préparation de ce guide.

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre	Page
1 Objet	7
2 Qu'est-ce qu'une pompe à chaleur ?	9
Principes de fonctionnement d'une pompe à chaleur	9
Existe-t-il des pompes à chaleur au gaz ?	10
3 Éléments à prendre en compte dans l'achat d'une pompe à chaleur	13
Renseignements essentiels	13
Choix d'un entrepreneur	14
4 Composants	17
Compresseur	17
Serpentins échangeurs de chaleur (évaporateur/condenseur)	18
Moteurs de ventilateurs à commutation électronique (MCE)	18
Robinet inverseur	19
Détendeur	20
Déecteur et commande de dégivrage	20
Accumulateur	21
Résistance de réchauffage du carter	22
Frigorigène	22

5	Cycles de fonctionnement	25
	Cycle de chauffage	25
	Cycle de refroidissement	26
	Cycle de dégivrage	27
	Cycle de chauffage d'une pompe à chaleur à absorption	28
	Chauffage de l'eau domestique	28
	Nouveaux perfectionnements dans la technologie des pompes à chaleur	29
6	Définitions et normes	33
	Définitions de l'efficacité	33
	Normes de performance	35
	Estimation des économies d'énergie	39
7	Différences entre les divers types de pompes à chaleur	43
	Problèmes de classification	45
	Système de PAC ou PAC ?	45
	Variantes de pompes à chaleur	46
	Systèmes de PAC à air	46
	Systèmes de PAC géothermiques	60
	Autres types de pompes à chaleur	71
	Systèmes intégrés	79

Systèmes multi-sources	81
8 Aspects à considérer lors de l'Installation	83
Thermopompes à air	83
Pompes à chaleur géothermiques	85
Quels problèmes peuvent-ils apparaître avec les pompes à chaleur?	86
9 Foire aux questions	89
10 Programmes de formation sur les pompes à chaleur	93
11 Fabricants	95

1 OBJET

- Le présent guide expose les principes de fonctionnement d'une pompe à chaleur*, les éléments importants à prendre en compte lors de son achat, les divers composants et cycles de fonctionnement d'une pompe à chaleur, les définitions relatives au rendement, les normes de performance en usage dans l'industrie, et les facteurs qui interviennent en matière d'économie d'énergie.
- Le guide traite de manière plus approfondie la description des caractéristiques des nombreux types de pompes à chaleur offerts sur le marché pour les applications de chauffage et de refroidissement dans les domaines résidentiel, commercial et industriel.
- Sont également fournis dans le guide : les aspects à prendre en considération lors de l'installation, les types de problèmes liés aux pompes à chaleur, une foire aux questions accompagnées de leurs réponses, des programmes de formation et enfin, un répertoire des fabricants de pompes à chaleur.
- Le guide a une vocation nord-américaine et s'appuie donc sur des normes, associations industrielles et sources d'informations tant américaines que canadiennes.

* Dans le présent guide, les termes « pompe à chaleur », « PAC » et « thermopompes » sont utilisés de façon interchangeable.

1 Objet

2 QU'EST-CE QU'UNE POMPE À CHALEUR ?

Principes de fonctionnement d'une pompe à chaleur

- La figure 1 présente le schéma de principe du cycle de base d'une pompe à chaleur simple.
- La chaleur prélevée dans le milieu extérieur (qui peut être de l'air, de l'eau ou de la terre) est absorbée par le fluide frigorigène circulant dans l'évaporateur; le fluide frigorigène en phase liquide à basse pression se transforme en gaz à basse pression.
- Un compresseur élève la pression du gaz à basse pression qui se transforme ainsi en gaz à haute pression.
- La chaleur est libérée dans le condenseur et cédée à la source froide. En abandonnant sa chaleur, la vapeur se condense alors en liquide à haute pression.
- Le liquide à haute pression est détendu en traversant le détendeur puis repasse à l'état liquide à basse pression, et le cycle recommence.
- Une pompe à chaleur délivre en fait davantage de chaleur que l'équivalent de l'énergie électrique qu'elle consomme. Il n'est pas rare qu'une pompe à chaleur délivre une chaleur de 250 % à 400 % supérieure à celle que vous pourriez

2 Qu'est-ce qu'une pompe à chaleur ?

obtenir d'un système de chauffage à résistances électriques de consommation équivalente.

- Dans les pompes à chaleur les plus couramment utilisées, le compresseur est actionné par un moteur électrique.

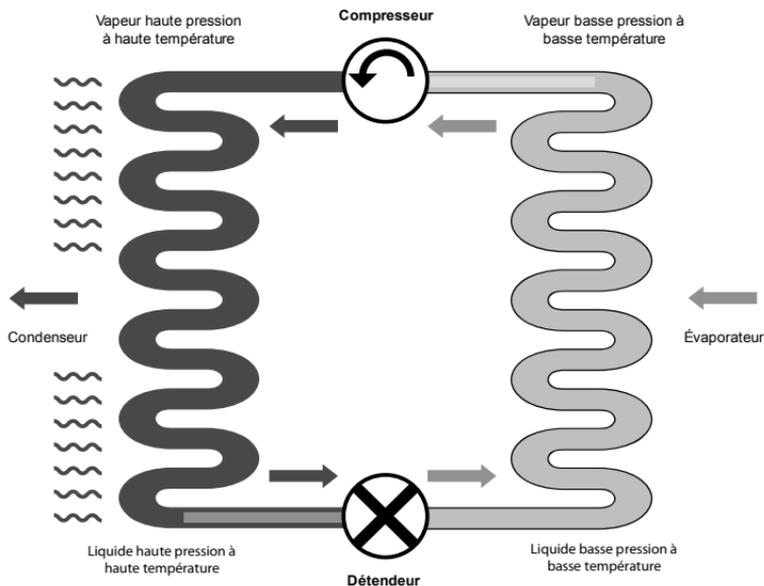


Figure 1 : Schéma du cycle d'une pompe à chaleur

Existe-t-il des pompes à chaleur au gaz ?

- Plusieurs types de pompes à chaleur fonctionnant au gaz naturel ont été commercialisés.

2 Qu'est-ce qu'une pompe à chaleur ?

- L'un d'eux fonctionne selon un cycle d'absorption dans lequel l'énergie nécessaire à la compression du fluide frigorigène est fournie par un brûleur à gaz.
- Une autre variante de pompes à chaleur au gaz fait appel à un entraînement par moteur. Dans ce cas, le compresseur est actionné par un moteur à gaz naturel. Durant le fonctionnement, la chaleur est récupérée dans l'eau de refroidissement du moteur et des gaz d'échappement.
- Les pompes à chaleur au gaz sont moins répandues que les pompes à chaleur électriques.
- Leur rendement est moins élevé que celui des pompes à chaleur électriques; et les coefficients de performance (COP) des modèles à absorption et de ceux à entraînement par moteur sont plus faibles que les COP des pompes à chaleur électriques courantes.
- Le potentiel inhérent de vitesse variable de leur moteur présente des avantages en matière de rendement sous charge partielle par rapport aux entraînements électriques de compresseur à vitesse unique.
- Ces pompes à chaleur sont en mesure d'amenuiser le réchauffement de la planète grâce à une utilisation plus efficace du gaz naturel et à une diminution des émissions polluantes des centrales électriques, du fait qu'elles ne font pas appel à l'énergie électrique pour l'entraînement de leur compresseur.

2 Qu'est-ce qu'une pompe à chaleur ?

3 ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE DANS L'ACHAT D'UNE POMPE À CHALEUR

Renseignements essentiels

Pour que l'acheteur tire profit des avantages escomptés, il est crucial que la puissance de la pompe à chaleur soit adaptée convenablement à l'usage prévu. Dans le cas d'une pompe à chaleur géothermique, cette exigence s'applique également à l'échangeur de chaleur avec le sol. La pompe à chaleur ou le système doivent ensuite être installés de façon appropriée sous peine de ne pas fonctionner de façon satisfaisante. Il est vivement conseillé de consulter les normes de l'industrie décrivant les lignes directrices à appliquer pour la conception et l'installation des pompes à chaleur. Le lecteur pourra s'attarder sur le chapitre 8, *Aspects à considérer lors de l'installation*, pour en dégager les aspects supplémentaires essentiels au moment de l'achat de la pompe à chaleur.

Une installation ne devrait être acceptée qu'après avoir fait l'objet :

- d'une évaluation des besoins en chauffage et refroidissement reposant sur une procédure de calcul approuvée des déperditions thermiques/apports calorifiques, et d'une recommandation de pompe à chaleur capable de satisfaire ces besoins;

3 Éléments à prendre en compte dans l'achat d'une pompe à chaleur

- d'une étude de l'adéquation du réseau de gaines, de l'installation électrique et de la chaudière déjà en place (s'il y a lieu);
- d'une offre de prix complète et ferme tenant compte de tous les aspects de l'installation;
- d'explications concernant le fonctionnement de la pompe à chaleur, son exploitation et son entretien, et le genre de garanties et de contrats d'entretien qui sont offerts;
- de dispositions pour une inspection des circuits électriques permettant d'assurer que le câblage est conforme aux normes de sécurité.

14 Choix d'un entrepreneur

Un entrepreneur est jugé satisfaisant s'il :

- est un distributeur autorisé du matériel qu'il vend;
- a suivi une formation du fabricant pour l'installation et l'entretien de l'appareil proposé;
- possède les compétences professionnelles nécessaires de frigoriste et d'électricien qu'exige l'installation;
- garantit le travail d'installation;
- propose des contrats d'entretien après l'expiration des garanties du fabricant;
- assure un service 24 h sur 24;

3 Éléments à prendre en compte dans l'achat d'une pompe à chaleur

- détaille les différentes opérations à effectuer dans le cadre d'un contrat, de même que leur échéancier;
- possède des références d'installations antérieures.

Il est recommandé de demander au moins trois soumissions, de façon à obtenir le meilleur prix possible.

3 Éléments à prendre en compte dans l'achat d'une pompe à chaleur

4 COMPOSANTS

Compresseur

- Le compresseur représente le cœur de la pompe à chaleur. Il fait circuler le frigorigène dans le circuit de réfrigération et élève la pression de la vapeur de réfrigérant. Cette élévation de pression permet au frigorigène de se condenser (dans le condenseur) à une température plus élevée.
- La vapeur de réfrigérant circule dans le compresseur toujours dans le même sens : elle entre sous basse pression par la conduite d'aspiration puis elle est refoulée à une pression plus élevée.
- La durée de vie moyenne d'un compresseur est de l'ordre de 15 à 20 ans.
- Aujourd'hui, les garanties sur les compresseurs sont généralement de 10 ans.
- Les compresseurs le plus couramment employés dans les pompes à chaleur sont des compresseurs volumétriques lesquels appartiennent à trois types : à pistons, rotatifs et à vis.

Serpentins échangeurs de chaleur (évaporateur/condenseur)

- L'évaporateur et le condenseur sont constitués par des serpentins qui absorbent ou rejettent la chaleur entre deux milieux de températures différentes.
- Étant donné qu'une pompe à chaleur peut inverser sa fonction (refroidissement ou chauffage), chacun des serpentins échangeurs peut fonctionner en évaporateur ou en condenseur.
- En mode chauffage, le serpentin extérieur d'une pompe à chaleur à air ou le serpentin à eau d'une pompe à chaleur géothermique absorbe de la chaleur, alors que le condenseur placé dans le flux d'air intérieur la rejette.
- En mode refroidissement, le serpentin placé dans le flux d'air intérieur absorbe de la chaleur, alors que le serpentin extérieur (serpentin à eau dans le cas d'une pompe à chaleur géothermique) rejette la chaleur en excès.

Moteurs de ventilateurs à commutation électronique (MCE)

- Les moteurs à commutation électronique ou les moteurs c.c. sans balais ont un meilleur rendement que les moteurs de ventilateurs classiques à condensateur permanent (PSC), et peuvent fonctionner dans une large gamme de vitesses sans diminution de rendement.

- Ces moteurs sont souvent associés à des pompes à chaleur haut de gamme à deux étages ou multi-étagées et de tous types. Il est courant de spécifier un ventilateur intérieur à entraînement MCE pour atteindre aujourd'hui des taux de rendement énergétique saisonnier (SEER) de 13 à 14 sur la plupart des pompes à chaleur à air.
- Lorsqu'une pompe à chaleur à deux régimes fonctionne à basse puissance, le ventilateur intérieur MCE consomme environ 30 % de l'énergie qu'il absorbe en mode haute puissance de la pompe.
- La température d'air aux sorties est normalement plus élevée avec les pompes à chaleur à deux régimes munies de ventilateurs MCE et fonctionnant à haute puissance.
- En mode circulation d'air (sans chauffage ni refroidissement), la puissance absorbée dans le cas d'un moteur de ventilateur MCE peut être de l'ordre de 100 watts ou moins, au lieu de 300 à 400 watts avec un moteur à condensateur permanent.

Robinet inverseur

- Le robinet inverseur contrôle automatiquement le sens de circulation du frigorigène dans le système pour passer du cycle de chauffage au cycle refroidissement dans toutes les pompes à chaleur, et également pour le cycle de dégivrage dans les thermopompes à air.
- Sa position est commandée par un thermostat de chauffage/refroidissement placé à l'intérieur de la maison,

4 Composants

ou par le dispositif de commande du dégivrage dans le cas d'une thermopompe à air pour le cycle de dégivrage.

Détendeur

- Le détendeur mesure ou régule le débit du frigorigène liquide qui s'écoule vers l'évaporateur.
- Il abaisse la pression du frigorigène liquide et permet ainsi que son évaporation, et donc l'absorption de chaleur, se produisent dans le serpentin de l'évaporateur.
- Deux types de détendeurs sont actuellement employés : les détendeurs à débit fixe (à capillaire ou à orifice), et les détendeurs thermostatiques (TEX).
- Les détendeurs TEX sont installés lorsque la charge de l'évaporateur est variable. On les préfère alors aux détendeurs à débit fixe.
- On attribue aux détendeurs électriques des améliorations du rendement de l'ordre de 5 à 10 %.

20

Détecteur et commande de dégivrage

- À une température inférieure à 5 °C, le givre risque de s'accumuler sur le serpentin extérieur d'une thermopompe à air.
- En plus de ralentir le transfert de chaleur entre l'air et le frigorigène, ce givre diminue la puissance de la pompe.

- Plusieurs méthodes courantes de détection du givre et de déclenchement du dégivrage existent :
Minuterie/température – au terme d'une durée préétablie de fonctionnement du compresseur et si la température du serpentín est inférieure à une valeur de consigne, le dégivrage est déclenché. **Dégivrage sur demande** – la présence de givre augmentant la chute de pression dans le serpentín extérieur ou bien la différence de température entre le frigorigène et l'air peuvent déclencher un cycle de dégivrage.
- Dans tous les cas de figure, le serpentín extérieur est dégivré en redirigeant vers lui la chaleur du compresseur qui sert à faire fondre le givre.
- Le dégivrage sur demande diminue de 5 à 10 % l'énergie associée au dégivrage; il est préféré au dégivrage par minuterie/température.

Accumulateur

- C'est un réservoir de stockage qui empêche qu'un excès de frigorigène liquide ne passe dans le compresseur, ce qui pourrait endommager ce dernier.
- Ce réservoir est plus particulièrement important pendant le cycle de chauffage lorsque le frigorigène ne peut s'évaporer en totalité lors de son passage dans le serpentín d'évaporateur.
- Les compresseurs à vis font preuve d'une tolérance plus élevée aux liquides que les compresseurs volumétriques en cas de coup de liquide.

Résistance de réchauffage du carter

- La résistance de réchauffage du carter est souvent utilisée dans les thermopompes à air.
- Elle sert à augmenter la température de l'huile dans le compresseur. Une température d'huile plus élevée favorise l'évaporation du frigorigène et évite que celui-ci ne se mélange à l'huile du carter.
- La dilution de l'huile tend à augmenter les contraintes sur le compresseur en raison de l'augmentation du volume de liquide dans le carter.
- La résistance de réchauffage facilite le démarrage par temps froid (meilleure lubrification).

Frigorigène

- Le frigorigène est un liquide dont le point d'ébullition est peu élevé.
- Il existe plusieurs fabricants de frigorigènes.
- Les pompes à chaleur font encore appel au frigorigène R22 car ce frigorigène offre un rendement satisfaisant dans la gamme de températures de fonctionnement de la pompe à chaleur.
- Connue sous le nom de frigorigène hydrochlorofluorocarbure (HCFC), le R22 a un potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone (PAO) égal à 0,05.

- De nombreuses pompes à chaleur utilisent aujourd'hui des frigorigènes R-407C ou R-410A, qui sont des hydrofluorocarbures (HFC).
- Le R-407C et le R-410A ont un PAO (potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone) nul, et le potentiel de réchauffement de la planète (PRP) du R-407C est légèrement plus faible que celui du R-22. Le frigorigène R-410A a un PRP légèrement plus élevé que celui du R-22.
- La performance (puissance calorifique et rendement) du frigorigène R-407C est très semblable à celle du R-22, et elle est de 4 % environ supérieure à celle du R-410A.
- Le frigorigène R-22 sera éliminé progressivement dans les nouveaux équipements d'ici au 1^{er} janvier 2010.

5 CYCLES DE FONCTIONNEMENT

- Au niveau des liquides ou des gaz, rappelons les règles empiriques simples suivantes :
 - lorsque la pression augmente, le point d'ébullition et la température de condensation augmentent également;
 - lorsque la pression diminue, le point d'ébullition et la température de condensation diminuent.
- Les pompes à chaleur fonctionnent toutes selon le même principe en ce qui a trait à l'ébullition et à la condensation du frigorigène, aux élévations et diminutions de pression, et au débit de frigorigène dans le système.

Cycle de chauffage

25

- Le serpentin d'évaporateur absorbe la chaleur du milieu extérieur (source de chaleur) et entraîne ainsi l'ébullition du fluide frigorigène.
- Le compresseur aspire la vapeur de frigorigène à partir de l'évaporateur, puis cette vapeur est comprimée à une pression plus élevée (ce qui entraîne une élévation de sa température encore plus importante en raison de la chaleur engendrée par la compression).
- La vapeur de frigorigène chauffée est acheminée au condenseur dans lequel la chaleur est absorbée par l'air intérieur circulant à la surface du serpentin.

5 Cycles de fonctionnement

- Il en résulte un abaissement de la température de la vapeur qui se condense alors en liquide. Le fluide frigorigène traverse ensuite un détendeur dans lequel il se passe d'un état de haute pression à basse pression.
- Le frigorigène à basse pression retourne vers le serpentin d'évaporateur dans lequel il se réchauffe... et le cycle recommence.

Cycle de refroidissement

- En mode refroidissement, le robinet inverseur est mis sous tension, ce qui provoque un changement du sens de circulation du frigorigène.
- Le serpentin d'évaporateur sert alors de condenseur et le condenseur se transforme en évaporateur. La chaleur est maintenant absorbée par l'évaporateur à mesure que de l'air chaud circule à sa surface. Le condenseur évacue la chaleur.
- Le cycle du frigorigène est le même pour les modes de chauffage ou de refroidissement, les rôles des serpentins échangeurs de chaleur étant simplement inversés.

Cycle de dégivrage

- Le cycle de dégivrage s'applique uniquement aux pompes à chaleur à air.
- En mode chauffage, le serpentin d'évaporateur extérieur fonctionne souvent à des températures inférieures à 0 °C (32 °F). L'humidité de l'air provoque la formation de givre sur le serpentin. Il en résulte une diminution du transfert de chaleur, une circulation d'air insuffisante et une diminution générale du rendement de la pompe.
- Pour éliminer le givre accumulé, le système inverse son mode de fonctionnement (il passe en mode refroidissement) pendant une courte période de temps. Le serpentin extérieur devient condenseur et rejette de la chaleur qui fait fondre le givre. Lors du cycle de dégivrage, l'effet de refroidissement n'est pas ressenti à l'intérieur car un chauffage d'appoint maintient la température intérieure.
- La commande du dégivrage est automatique et agit de façon satisfaisante dans la plupart des circonstances. Toutefois, si la commande ne réagit pas correctement, le serpentin extérieur risque de se recouvrir d'une couche de givre ou forcer un cycle de dégivrage trop long, entraînant ainsi une perte d'énergie. On devra consulter un technicien d'entretien local.

Cycle de chauffage d'une pompe à chaleur à absorption

- Ce type d'équipement utilise un couple de fluides, comme par exemple de l'ammoniac et de l'eau. L'eau joue le rôle d'agent d'absorption et l'ammoniac, celui de frigorigène. Le frigorigène se vaporise dans l'évaporateur puis est absorbé dans l'absorbeur par l'agent d'absorption.
- Un brûleur au gaz naturel assure l'apport de chaleur qui amène la solution à l'ébullition, produisant ainsi la vaporisation du frigorigène. La vapeur de frigorigène se condense, libère sa chaleur à l'intérieur de l'habitation puis retourne à l'évaporateur où le cycle recommence.

Chauffage de l'eau domestique

- Certaines pompes à chaleur comportent un dispositif appelé désurchauffeur.
- Le désurchauffeur est un échangeur de chaleur situé entre le compresseur et l'échangeur de chaleur du condenseur.
- Lorsque la pompe à chaleur fonctionne en mode chauffage ou en mode refroidissement, l'eau domestique circule entre un réservoir d'eau chaude et le désurchauffeur.
- Le gaz frigorigène chaud sortant du compresseur cède sa chaleur à l'eau domestique dans le désurchauffeur.

- Un désurchauffeur peut en principe fournir au moins 25 % de l'énergie nécessaire au chauffage de l'eau dans une application résidentielle.
- Certaines pompes à chaleur parviennent à fournir de l'eau chaude sur demande et ce, même en l'absence de demande de chauffage ou de refroidissement des locaux. Ces systèmes offrent des économies de fonctionnement plus élevées car ils peuvent assurer le chauffage d'une plus grande quantité d'eau que les systèmes comportant seulement un désurchauffeur.
- Dans les climats où le chauffage est souvent nécessaire, les désurchauffeurs réduisent la puissance calorifique de la pompe à chaleur dans une proportion de 10 à 15 % environ, puissance calorifique qui serait sinon employée pour le chauffage des locaux.
- Les désurchauffeurs augmentent la charge de l'échangeur de chaleur avec le sol dans les climats où le chauffage des habitations est souvent indispensable.

Nouveaux perfectionnements dans la technologie des pompes à chaleur

- Des progrès considérables ont été réalisés ces dernières années dans la technologie des pompes à chaleur, celles-ci étant ainsi devenues plus fiables et leur rendement plus élevé.

5 Cycles de fonctionnement

- Compresseurs

- nombre de fabricants sont passés aux compresseurs rotatifs à vis qui offrent un meilleur rendement et une plus grande fiabilité dans les applications de pompes à chaleur.
- certains fabricants emploient des compresseurs à vitesse variable ou à deux étages; dans ces appareils, on fait varier la puissance du compresseur de façon à l'adapter avec précision à la charge de chauffage ou de refroidissement.
- d'autres manufacturiers proposent des compresseurs à vitesses multiples qui comportent des paliers de vitesse distincts et fonctionnent ainsi de façon optimale aussi bien en mode chauffage qu'en mode refroidissement.

30

- Dispositifs de commande

- les dispositifs de commande électroniques jouent désormais un rôle essentiel dans les pompes à chaleur. Ils permettent de maintenir des températures beaucoup plus précises. Le dégivrage sur demande est commandé électroniquement, procurant des niveaux d'efficacité énergétiques plus élevés. Certains modèles comportent des microprocesseurs qui commandent aussi bien les compresseurs à vitesse variable ou à deux étages, que les ventilateurs refoulants à vitesse variable. Des thermostats programmables sont interconnectés avec ce type de commandes. De tels systèmes comprennent souvent des fonctions de diagnostic qui permettent aux techniciens

d'entretien d'identifier rapidement les défauts de fonctionnement.

- Serpentins échangeurs de chaleur
 - certains modèles très récents de thermopompes à air comportent des serpentins munis de surfaces de transfert de chaleur plus efficaces et de plus grandes dimensions, qui améliorent le rendement du transfert thermique.
- Thermostats
 - de nos jours, la majorité des thermostats employés avec les pompes à chaleur sont du type électronique. Ces appareils maintiennent la température de la pièce très voisine du point de consigne, éliminant ainsi les larges fluctuations qui caractérisaient les anciens thermostats mécaniques, et assurant ainsi un meilleur confort et un rendement énergétique plus élevé.

5 Cycles de fonctionnement

6 DÉFINITIONS ET NORMES

Définitions de l'efficacité

Coefficient de performance (COP)

$$\text{COP} = \frac{\text{quantité de chaleur produite (chauffage)}}{\text{quantité d'électricité consommée}}$$

ou
$$\frac{\text{puissance calorifique en Btu/heure}}{\text{électricité consommée en watts} \times 3,413 \text{ Btu/wattheure}}$$

- Dans ces formules, les quantités de chaleur produite et d'électricité consommée concernent uniquement la pompe à chaleur.
- Plus le COP est élevé, plus l'appareil est efficace.
- Lorsque la température extérieure diminue, les valeurs du COP diminuent également (lors du cycle de chauffage) en raison du travail additionnel nécessaire pour absorber la même quantité de chaleur à partir d'une source de chaleur plus froide.

Taux d'efficacité énergétique (EER)

$$\text{EER} = \frac{\text{quantité de chaleur produite en Btu/heure}}{\text{électricité consommée en watts}}$$

ou
$$\frac{\text{puissance frigorifique en Btu/heure}}{\text{électricité consommée en watts}}$$

- Le taux d'efficacité énergétique est très semblable au coefficient de performance (COP), sauf qu'il constitue une mesure de la puissance frigorifique.
- Plus la valeur EER est élevée, plus le rendement énergétique est grand.
- On peut calculer le COP de refroidissement en divisant le EER par 3,413 Btu/wattheure :

$$\text{COP refroidissement} = \frac{\text{EER}}{3,413 \text{ Btu/wattheure}}$$

34

Note : les COP et les EER des thermopompes à eau ne comprennent pas toute l'énergie absorbée par les ventilateurs ou pompes, mais seulement la partie d'énergie nécessaire pour vaincre la résistance interne opposée par la pompe à chaleur.

Coefficient de performance saisonnier en période de chauffage (HSPF)

$$\text{HSPF} = \frac{\text{quantité totale de chaleur fournie durant la saison, en Btu}}{\text{quantité totale d'énergie consommée par le système, en wattheures}}$$

- Le HSPF constitue une mesure du rendement durant toute une saison de chauffage. Il tient compte des pertes d'énergie dues aux cycles, à l'accumulation de givre et également au chauffage d'appoint par résistance employé pour le dégivrage.

- Les besoins thermiques du bâtiment et les conditions météorologiques prédominantes ont une influence sur le coefficient HSPF. Le coefficient HSPFV (zone V) est celui qui s'applique au Canada. Des coefficients HSPF plus élevés correspondent à des pompes à chaleur ayant un meilleur rendement lors de la saison de chauffage.

Taux d'efficacité énergétique saisonnier (SEER)

$$\text{SEER} = \frac{\text{capacité totale de refroidissement fournie durant la saison, en Btu}}{\text{quantité totale d'énergie consommée par le système, en wattheures}}$$

- Cette valeur constitue l'équivalent pour le refroidissement du coefficient HSPF.

Normes de performance

- Outre les normes de performance ci-dessous, les pompes à chaleur doivent répondre aux exigences en matière de sécurité de l'Association canadienne de normalisation (CSA) et des Underwriters Labs (UL) aux États-Unis.
- Le *Air Conditioning and Refrigeration Institute* (ARI) est l'organisme américain qui a établi des normes visant à évaluer les pompes à chaleur et à comparer leurs rendements. De façon générale, les méthodes d'essai sont élaborées et publiées par l'ASHRAE.
- Au Canada, les pompes à chaleur géothermiques ou les thermopompes à eau doivent aussi être conformes à des exigences supplémentaires qui sont :

6 Définitions et normes

- la norme CSA C448 de conception et d'installation des systèmes d'énergie du sol.
- Cette publication peut être obtenue auprès de la CSA. Il n'en existe pas d'équivalent aux États-Unis.
- Les États, provinces ou gouvernements fédéraux réglementent le rendement minimal des pompes à chaleur. D'autres organismes ont établi des normes de rendement élevé. On peut les consulter dans les tableaux ci-dessous.

Tableau des normes CSA et ARI relatives aux pompes à chaleur

Type de pompe à chaleur	Norme		Point de classe-ment	Variable mesurée	Température
	CSA	ARI			
À air autonome < 65 000 Btu/h	CSA C656	ARI 210/240	Saisonnier HSPF	-	-
Murale < 30 000 Btu/h	CSA C656	ARI 210/240	Saisonnier HSPF	-	-
Grand débit et petits conduits < 65 000 Btu/h	CSA C656	ARI 210/240	Saisonnier HSPF	-	-
À eau < 135 000 Btu/h	CSA C13256-1	ISO-13256-1	Chauffage Refroidisse-ment	Température de l'eau à l'entrée	68°F 86°F
Géothermique et à eau < 135 000 Btu/h	CSA C13256-1	ISO-13256-1	Chauffage Refroidisse-ment	Température de l'eau à l'entrée	32°F et 50°F respectivement 77°F et 59°F respectivement
À air autonome ≥ 65 000 Btu/h et < 135 000 Btu/h	CSA C746	ARI 340/360	Chauffage Refroidisse-ment	Température de l'air extérieur à l'entrée	47°F 95°F
À air autonome ≥ 135 000 Btu/h	CSA C746	ARI 340/360	Chauffage Refroidisse-ment	Température de l'air extérieur à l'entrée	47°F 95°F
Géothermique à détente directe	CSA C748	ARI 810	Chauffage Refroidisse-ment	Température du fluide dans le réservoir	41°F 77°F
Terminal monobloc	CSA C744	ARI 310/380	Chauffage Refroidisse-ment	Température de l'air extérieur à l'entrée	47°F 95°F
Monobloc vertical	CSA C746	ARI 390	Chauffage Refroidisse-ment	Température de l'air extérieur à l'entrée	47°F 95°F

Tableau des normes CSA de conception et d'installation

Type de pompe à chaleur	Norme CSA	Titre
Thermopompe à air résidentielle à deux blocs	CSA C273.5	Prescriptions d'installation des thermopompes à air d'appoint
Thermopompes géothermiques	CSA C448	Conception et installation des systèmes d'énergie du sol

Tableau des prescriptions en matière de rendement des pompes à chaleur

Type	Puissance	Rendement minimal	Haut rendement
À air (deux blocs)	< 65 000 Btu/h	HSPF V = 6,7 SEER = 13,0	HSPF V = 7,1 (ES) SEER = 14 HSPF V = 7,4 (CEE) SEER = 14
À air (monobloc)	< 65 000 Btu/h	HSPF V = 6,7 SEER = 13,0	HSPF V = 7 (ES) SEER = 14
	≥ 65 000 à < 135 000 Btu/h	COP à 8,3 °C = 3,2 COP à -8,3 °C = 2,1 EER = 10,1	Aucune définition
	≥ 135 000 à < 250 000 Btu/h	COP à 8,3 °C = 3,1 COP à -8,3 °C = 2,0 EER = 9,3	Aucune définition
	≥ 250 000 Btu/h	EER = 9,0 (pas de COP spécifique)	Aucune définition
À air (mural) bibloc	< 65 000 Btu/h	HSPF V = 6,2 HSPF V = 6,4 > 23 janv. 2010 SEER = 10,9 SEER = 12 > 23 janv. 2010	Aucune définition
À air (mural) monobloc	< 65 000 Btu/h	HSPF V = 6,1 HSPF V = 6,4 > 23 janv. 2010 SEER = 10,6 SEER = 12 > 23 janv. 2010	Aucune définition
Terminal monobloc	All	COP=3,2-(0,026×Cap/1000) (neuf) COP=2,9-(0,026×Cap/1000) (remplacements) EER=12,3;213×Cap/1000 (neuf) EER=10,8;213×Cap/1000 (remplacements)	Aucune définition
À eau	< 17 000 Btu/h ≥ 17 000 à 135 000 Btu/h	COP = 4,2, EER = 11,2 COP = 4,2, EER = 12,0	Aucune définition
Géothermique	< 135 000 Btu/h	COP à 0 °C = 3,1 EER à 15 °C = 16,2	COP à 0 °C = 3,3 (ES)

Notes : ES – Programme ENERGY STAR

CEE – Consortium for Energy Efficiency

HSPF V – Coefficient de performance saisonnier en période de chauffage pour la zone V

Cap – capacité de refroidissement nominale en Btu/h

Estimation des économies d'énergie

Les coefficients de performance (COP) normalisés des pompes à chaleur géothermiques sont basés sur un fonctionnement en régime établi pour une seule condition d'exploitation. Les économies d'énergie saisonnières réelles varient selon le climat local, le rendement du système de chauffage existant ou de remplacement, les coûts de combustible et d'électricité, la puissance de la pompe à chaleur installée par rapport à la charge de l'habitation, et également selon l'efficacité de la pompe à chaleur.

Les économies d'énergie saisonnières de chauffage que nous présentons dans ce guide ont été calculées à l'aide d'une méthode très semblable à celle utilisée pour les thermopompes à air, en tenant compte de la puissance des systèmes offerts sur le marché et de la température des sols rencontrées en Amérique du Nord. Les pompes géothermiques ayant des coefficients de rendement (COP) normalisés, il fallait évaluer leur performance pendant la saison de chauffage pour calculer les économies d'énergie saisonnières.

La carte jointe montre les différentes zones climatiques du Canada et des États-Unis. Le tableau ci-dessous présente l'estimation des économies d'énergie saisonnières de chauffage réalisées avec une thermopompe à air et une thermopompe géothermique. Une thermopompe géothermique va apporter des économies supérieures à celles qu'apporterait une thermopompe à air. Ceci tient au fait qu'en hiver, les températures du sol sont plus élevées que celles de l'air extérieur, et également au fait que dans les régions froides, une thermopompe à air nécessite un chauffage d'appoint par chaudière. Il s'ensuit qu'une thermopompe géothermique est

6 Définitions et normes

en mesure de fournir, tout au long de l'hiver, une plus grande quantité de chaleur qu'une thermopompe à air.

Estimation des économies d'énergie de chauffage (%) par rapport au chauffage par résistances électriques

Zone	Thermopompe à air		Thermopompe géothermique	
	Faible	Élevée	Faible	Élevée
I	65	70	65	75
II	60	65	65	75
III	55	65	60	75
IV	50	60	50	75
V	40	50	45	70
VI	60	65	60	75
VII	30	45	40	70

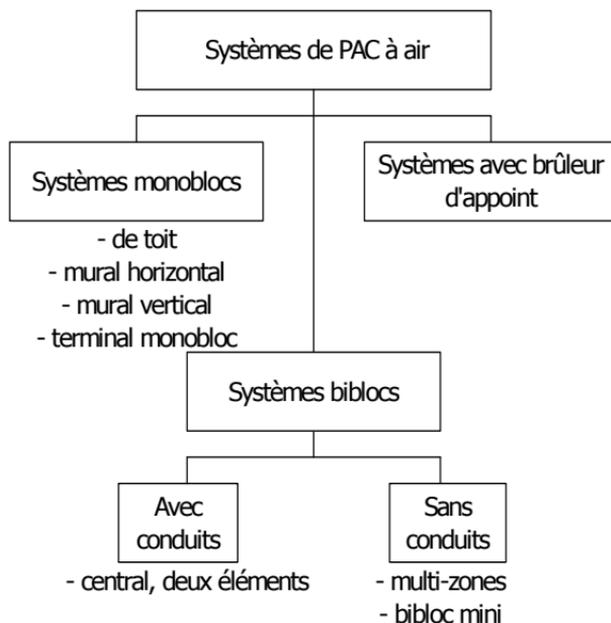
Quelle que soit la région, les économies évaluées dépendent de plusieurs facteurs : le coefficient de performance normalisé de la pompe à chaleur (HSPF ou COP), l'appariement de la puissance de la pompe à chaleur à la charge de chauffage théorique, la taille de l'échangeur de chaleur souterrain dans le cas des pompes géothermiques, et le comportement des occupants. Ces économies estimatives sont valables pour une première sélection, mais des évaluations plus précises pourront être obtenues auprès de votre entrepreneur ou du représentant de la compagnie d'électricité après calcul des déperditions thermiques et des apports de chaleur.

Repérez votre état ou province, ainsi que votre localité sur la carte jointe. Déterminez alors votre numéro de zone.

Reportez-vous ensuite au tableau ci-dessus pour obtenir une évaluation des économies d'énergie de chauffage que procurerait une pompe à chaleur installée dans votre localité, par rapport au chauffage par résistances électriques.

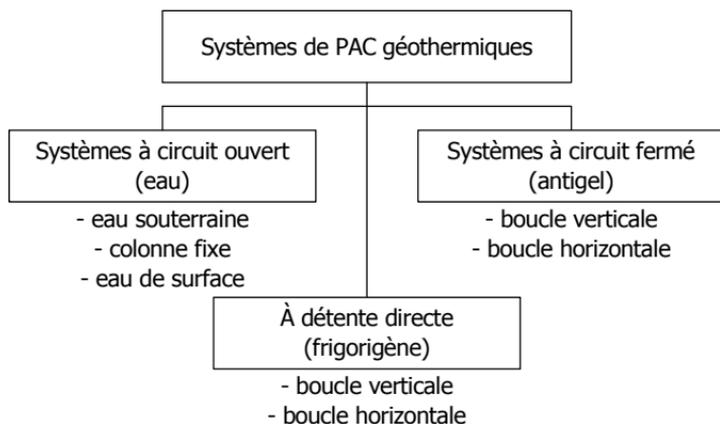


7 DIFFÉRENCES ENTRE LES DIVERS TYPES DE POMPES À CHALEUR



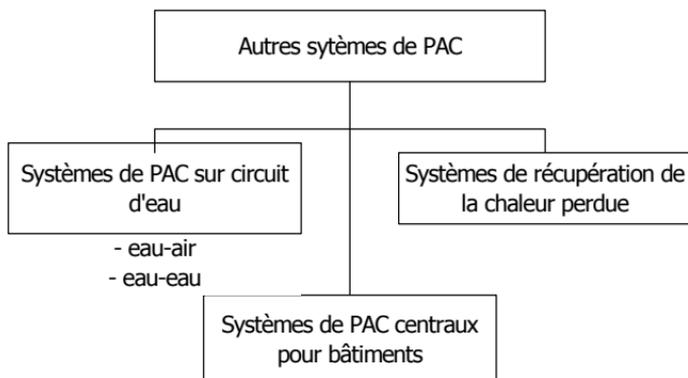
Systèmes de pompes à chaleur à air

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur



Systèmes de pompes à chaleur géothermiques

44



Autres systèmes de pompes à chaleur

Problèmes de classification

- La classification des pompes à chaleur a fait l'objet de nombreuses tentatives et il en est résulté certaines divergences quant à leurs appellations.
- Des ambiguïtés surviennent du fait que différentes méthodes de classification sont employées pour les systèmes à air (selon la forme des équipements et le nombre de boîtiers : monobloc, etc.) et pour les systèmes géothermiques (classés en fonction de l'agencement de leur source de chaleur : système vertical, horizontal, etc.).
- La catégorie, la sous-catégorie et le type de matériel exprimés en termes génériques sont employés pour la classification des divers systèmes et équipements offerts sur le marché.

Système de PAC ou PAC ?

- Il existe une différence entre une pompe à chaleur (PAC) et un système de PAC.
- Une pompe à chaleur correspond à l'élément matériel qui assure les fonctions de chauffage et de refroidissement.
- Un système est plus simplement la définition ou la catégorie de pompe à chaleur.

Variantes de pompes à chaleur

- Divers types de pompes à chaleur peuvent être employés en association avec un générateur de chaleur électrique, au gaz ou au mazout.
- Lorsqu'une pompe à chaleur fonctionne avec un générateur de chaleur au mazout ou au gaz comme source de chauffage d'appoint, on la nomme thermopompe avec appoint au mazout ou au gaz.
- Une thermopompe fonctionnant avec un générateur de chaleur électrique se nomme thermopompe entièrement électrique.

Systèmes de PAC à air

46

- Les thermopompes à air sont classées en fonction :
 - du type d'appareil employé;
 - de l'agencement de l'appareil;
 - de la méthode de distribution de l'air conditionné.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

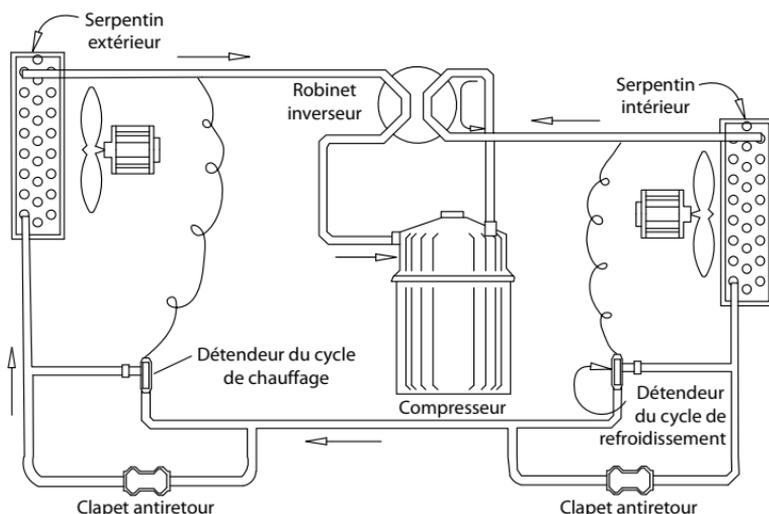


Figure 2 : Schéma des composants d'une thermopompe monobloc à air

Sous-catégorie : système monobloc

Matériel : montage sur toit (généralement avec conduits)

Introduction

- Tous les composants de la thermopompe sont logés dans une seule unité.
- Plusieurs unités peuvent être montées en groupe afin de répondre à des demandes de gros clients.
- Les unités peuvent desservir différentes zones et être équipées de dispositifs de contrôle appropriés.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

Données techniques (unités de moins de 65 000 Btu/h)

- HSPF : de 7,7 à 8,5
- SEER : de 13 à 16
- Bels : de 7 à 8,8
- Puissances : de une à cinq tonnes

Données techniques (unités de plus de 65 000 Btu/h)

- COP : de 3,2 à 3,4
- EER : de 9,7 à 12
- Bels : s/o
- Puissances : de 5 à 21 tonnes

Applications

- Petits édifices à bureaux.
- Galeries marchandes et centres commerciaux.
- Hôpitaux, écoles et autres établissements.
- Installations nouvelles ou modernisées.

Avantages

- La zone climatisée est silencieuse car les unités sont installées à l'extérieur.
- Installation rapide.
- L'entretien courant se limite à une seule zone.
- Les unités sont comparables aux autres unités de chauffage/refroidissement à montage sur le toit.

Inconvénients

- L'installation nécessite du matériel de levage.
- En cas d'anomalie ou de défectuosité, le système complet ne fonctionne pas.
- L'entretien des unités extérieures est peu pratique en hiver.
- Ces systèmes nécessitent des cycles de dégivrage et un chauffage d'appoint.

Garanties

- Compresseur : de cinq à 10 ans.
- Serpentins : de cinq à 10 ans.
- Pièces et main d'œuvre gratuites pendant un à deux ans, selon le fabricant.

Coûts

- Unité de deux tonnes : 3 750 \$ (environ).
- Unité de cinq tonnes : 6 500 \$ (environ).
- Unité de dix tonnes : 13 500 \$ (environ).
- Les supports sur toit et conduits ne sont pas compris.

Fabricants

- Amana
- Carrier
- Armstrong
- Lennox
- Trane

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- York International Ltd.
- ICP
- Rheem Manufacturing

Sous-catégorie : système monobloc

Matériel : montage à travers le mur ou terminal monobloc (généralement sans conduits)

Introduction

- Comme son nom l'indique, cet appareil se monte dans le mur, sans conduits.
- Apparence semblable à celle des climatiseurs de fenêtre.
- S'emploie pour chauffage et refroidissement localisés (par ex. une unité pour chaque pièce).
- Le chauffage d'appoint pour le fonctionnement par temps froid en hiver est assuré par des éléments chauffants à résistance incorporés ou par un serpentín d'eau alimenté par une chaudière.
- La plupart de ces appareils passent automatiquement en mode de chauffage d'appoint en dessous de la température d'équilibre.
- S'installent dans le mur en montage horizontal ou vertical.

Données techniques

- COP : de 2,9 à 3,5 à 8,3 °C (47 °F)
- EER : de 10 à 12
- Bels : de 6,5 à 8

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Puissances : de 0,5 à 2 tonnes

Applications

- Hôtels, motels
- Petits édifices à bureaux
- Hôpitaux
- Maisons de santé
- Appartements

Avantages

- Peut s'employer pour des installations neuves ou en remplacement.
- Fonctionnement silencieux.
- Installation ne nécessitant pas l'intervention d'un spécialiste frigoriste.
- Peut être rapidement remplacé en retirant l'enceinte complète de l'appareil.

Inconvénients

- Emploi limité aux seuls bâtiments dans lesquels chaque pièce ou zone a un mur donnant sur l'extérieur.
- Boîtier de petites dimensions et rendement médiocre du débit d'air.
- Cycles de dégivrage et nécessité de chauffage d'appoint.

Coûts

- Unité d'une demi-tonne : 1 400 \$ (environ)
- Unités d'une tonne : 1 800 \$ (environ).

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Unités de deux tonnes : 3 500 \$ (environ).
- Le câblage et les conduits ne sont pas compris. Le prix peut varier suivant le fabricant, le fournisseur et l'emplacement.

Fabricants

- Carrier
- Applied Comfort Systems
- General Electric
- McQuay
- Amana
- Friedrich
- Islandaire
- Bard
- Skymark

Sous-catégorie : système bibloc

Type : avec conduits

Matériel : central à deux éléments

Introduction

- Cet appareil se compose d'une unité intérieure et d'une unité extérieure comportant chacune un serpentin échangeur.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Peut fonctionner avec des générateurs d'air chaud à circulation ascendante, descendante ou horizontale, ou avec des ventilo-convecteurs intérieurs.
- Une tuyauterie pour le fluide frigorigène relie les éléments extérieur et intérieur.

Données techniques

- HSPF : de 7,7 à 10,5
- SEER : de 13 à 19
- Bels : de 7,1 à 9
- Puissances : de 3/4 à 5,5 tonnes

Applications

- Employé le plus souvent dans des installations résidentielles et des petites installations commerciales.
- Magasins de détail.

Avantages

- Facile à installer avec les nouveaux générateurs à air chaud ou les générateurs existants.
- Fiable.
- Les niveaux de bruit sont en général relativement faibles.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

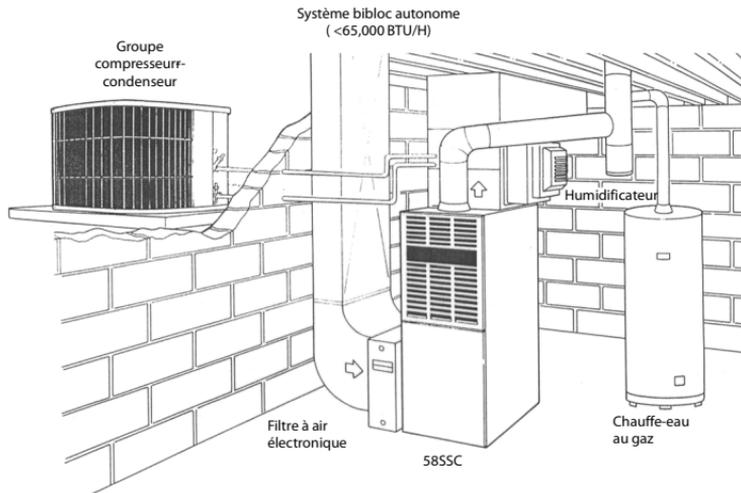


Figure 3 : Schéma d'un système de thermopompe bibloc

54

Inconvénients

- L'installation doit être effectuée par un spécialiste frigoriste.
- Unité extérieure exposée aux intempéries.
- Nécessité de dégivrage et de chaleur d'appoint, ce qui a une double incidence sur le rendement.

Coûts

- 1 000 \$, plus 1 000 \$ par tonne de puissance installée.
- Les prix varient suivant les caractéristiques, la zone, le fournisseur et le fabricant. Chauffage d'appoint non compris.

Fabricants

- Amana
- Carrier
- ICP
- Lennox
- Trane
- York International Ltd.
- Armstrong
- Goodman Company
- Rheem Manufacturing

Sous catégorie : système bibloc

Type : sans conduits

Matériel : multizones ou bibloc mini

Introduction

- L'unité extérieure comprend le compresseur, les dispositifs de commande et le serpentin.
- L'unité intérieure se compose d'un serpentin relié à l'unité extérieure par une tuyauterie pour le fluide frigorigène.
- Les thermopompes multizones peuvent compter jusqu'à cinq unités intérieures raccordées à une seule unité extérieure.
- Les unités intérieures sont du type mural ou pour montage au plafond.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Toutes les unités intérieures doivent fonctionner en tout temps dans le même mode (chauffage ou refroidissement).

Données techniques

- HSPF : de 7 à 10
- SEER : de 10 à 13
- Bels : s/o
- Puissances : de une à quatre tonnes

Applications

- Maisons avec chauffage hydronique.
- Petits commerces.
- Installations spéciales comme salles d'ordinateurs ou salles de conférence.

56

Avantages

- Permet aux utilisateurs de choisir des températures spécifiques pour chaque pièce ou zone.
- N'emploie que la puissance du système demandée.
- Très silencieux.
- Convient bien à la modernisation des immeubles anciens pour lesquels l'installation de conduits pourrait atteindre des prix prohibitifs.

Inconvénients

- Coûts d'investissement plus élevés que pour les autres systèmes.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Rendement plus faible en raison des contraintes de dimensionnement des boîtiers et des pertes dans la conduite de frigorigène.
- Unités extérieures et nécessité de cycles de dégivrage, ce qui amenuise le rendement.

Coûts

- 1 tonne : 3 315 \$ (environ)
- 1,5 tonne : 3 975 \$ (environ)
- 2 tonnes : 4 555 \$ (environ)
- 3 tonnes : 8 230 \$ (environ)

Fabricants

- Carrier
- Mitsubishi Electric Sales
- Sanyo
- Enviromaster International

Sous-catégorie : système à brûleur d'appoint (bivalent)

Matériel : offert en différentes configurations (monobloc ou bibloc)

Introduction

- Pompe à chaleur classique avec brûleur à gaz sous le serpentin extérieur faisant fonction de générateur d'air chaud à condensation alimenté au gaz.
- Peut être alimenté au propane ou au gaz naturel.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Le brûleur à gaz fournit de la chaleur d'appoint à l'intérieur du bâtiment.
- Le système fournit également l'air conditionné en été.
- Le brûleur à gaz entre en action lorsque les températures deviennent inférieures à 0 °C (32 °F).

Donnée techniques

- COP : de 2,4 à 2,72
- EER : de 8,6 à 8,8
- Bels : variables
- Puissances : de 2 à 15 tonnes

Applications

- Maisons individuelles.
- Petites installations commerciales.
- Bureaux.
- Centres commerciaux et magasins de détail.
- Salles d'ordinateurs.

Avantages

- Rendement très élevé en raison de la combinaison pompe à chaleur air-air avec un générateur d'air chaud à condensation à haut rendement alimenté au gaz.
- L'alimentation en combustible est à l'extérieur, d'où aucune combustion à l'intérieur.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Du fait que le gaz est utilisé pendant les périodes les plus froides, cet appareil réduit la puissance appelée sur le réseau électrique lors des pointes de consommation.
- L'inversion du système durant le dégivrage n'est plus nécessaire étant donné que la flamme de gaz est employée pour la chaleur d'appoint et également pour le dégivrage du serpent.

Inconvénients

- En cas de défaillance du compresseur, ce qui est extrêmement rare, le système complet ne fonctionne plus.
- Unité extérieure.
- Un seul fournisseur.

Coûts

- Unité de deux tonnes : 2 615 \$ plus installation.
- Unité de quatre tonnes : 3 350 \$ plus installation.
- Les prix peuvent différer selon le distributeur.

Fabricants

- Kool-Fire Ltd.

Systèmes de PAC géothermiques

- On peut obtenir des informations sur les installations de pompes géothermiques (GSHP) auprès des organismes ci-après :
 - coalition canadienne de l'énergie géothermique.
 - fabricants et vendeurs de pompes géothermiques.
 - international Ground Source Heat Pump Association.
 - geothermal Heat Pump Consortium.
- La norme CSA C448 traite des pratiques d'installation des pompes géothermiques. Il n'en existe pas d'équivalent aux États-Unis.
- Les pompes à chaleur géothermiques ou les thermopompes à eau sont des appareils autonomes ou monoblocs qui sont raccordés à des systèmes de tuyauteries échangeuses de chaleur à circuit ouvert ou fermé.
- Ces thermopompes comprennent un échangeur de chaleur qui permet d'extraire la chaleur du sol, de l'eau souterraine ou de l'eau de surface, et également de l'y rejeter.
- De l'eau est employée comme fluide dans les systèmes à circuit ouvert, alors que les systèmes à circuit fermé utilisent un mélange antigel. Durant le cycle de chauffage, les circuits fermés fonctionnent à des températures inférieures au point de congélation.
- Une technique plus récente est celle de la PAC géothermique à détente directe (DX) qui fonctionne de

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

façon comparable à celle d'une pompe géothermique classique (GSHP), sauf qu'un fluide secondaire n'est plus nécessaire. Les tuyauteries en cuivre enfouies dans le sol sont reliées au circuit de frigorigène de la thermopompe et ce frigorigène y circule directement. On estime que cette technique aide à réduire les coûts car, vu que la boucle souterraine a maintenant un rendement plus élevé, on peut en réduire la longueur dans toutes les applications.

- Certaines restrictions s'appliquent aujourd'hui à propos de la mise en place de tuyauteries en cuivre dans les lacs. Consultez les bureaux locaux du ministère de l'Environnement de votre province pour toute application impliquant des tuyauteries dans les lacs.

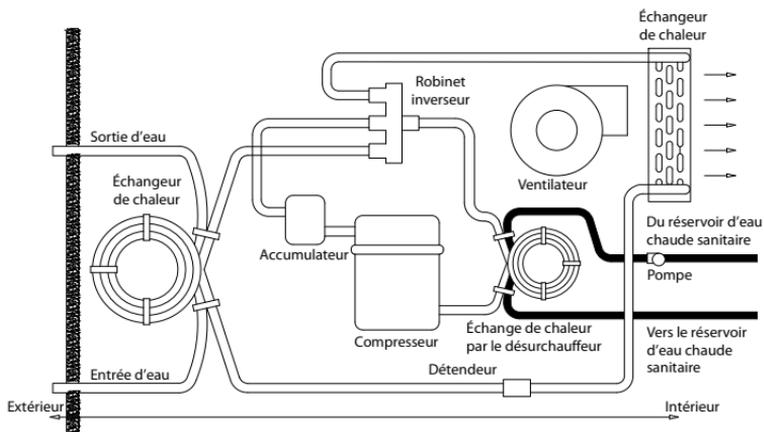
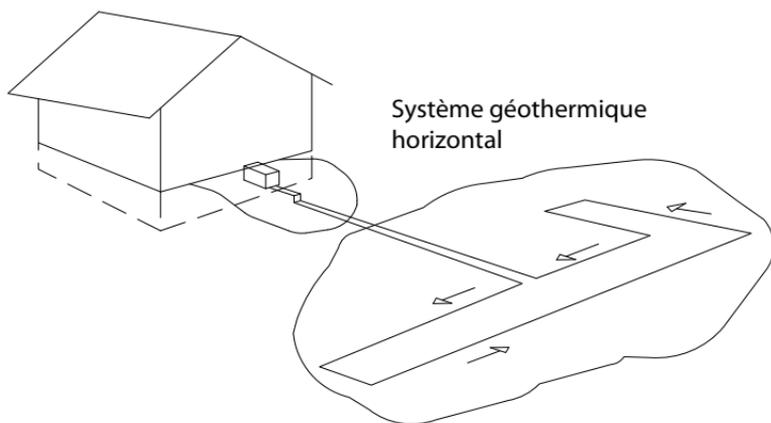


Figure 4 : Diagramme des composants d'une PAC géothermique

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur



62

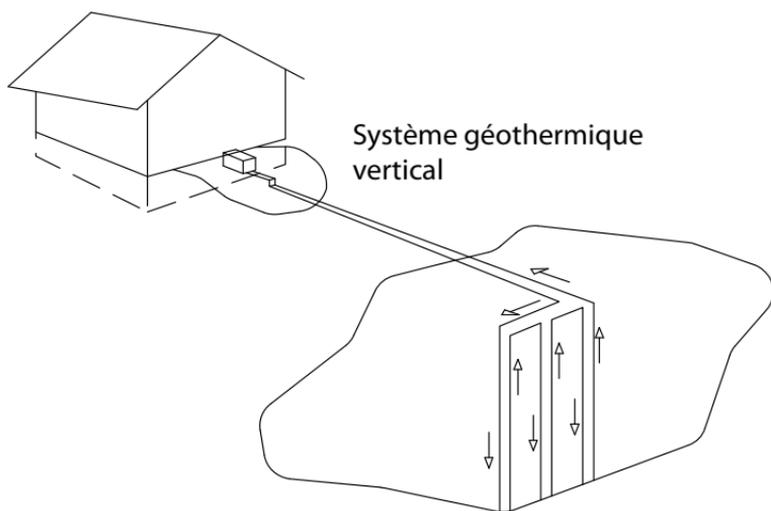


Figure 5 : Types de systèmes de PAC géothermiques

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

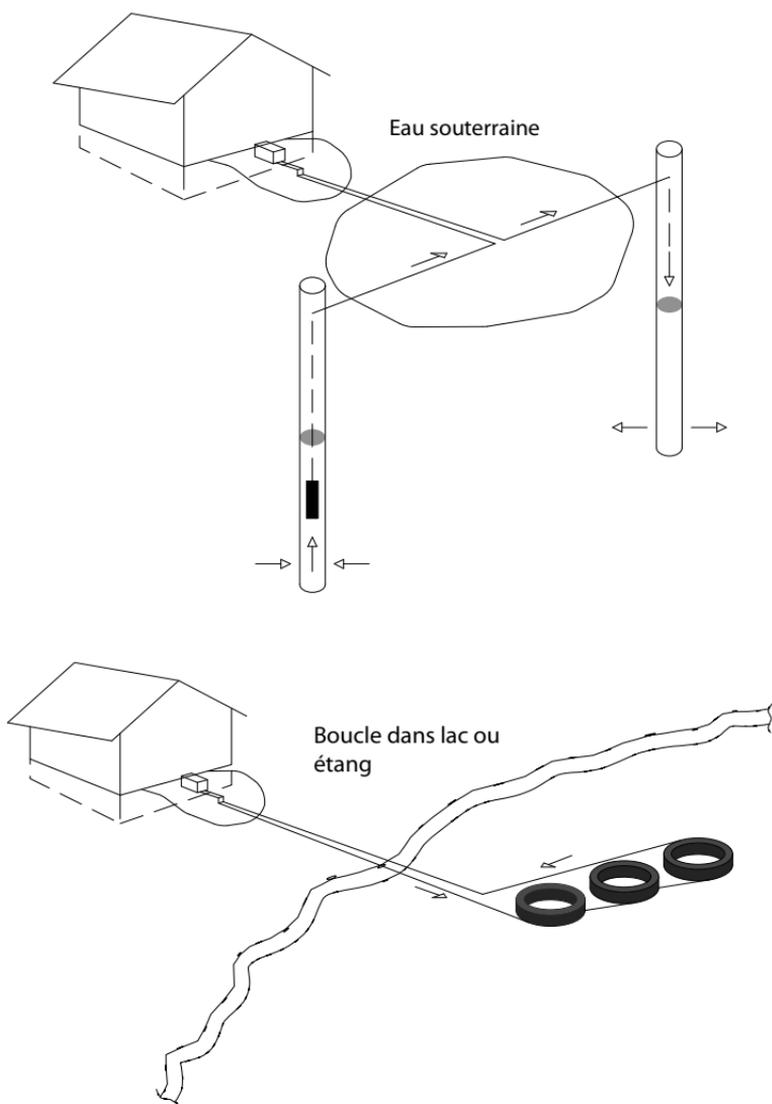


Figure 5 : Types de systèmes de PAC géothermiques (suite)

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

Sous-catégorie : système à échangeur de chaleur à circuit ouvert

Matériel : eau souterraine ou eau de surface

Introduction

- Utilise l'eau souterraine ou l'eau de surface comme source de chaleur.
- Pendant le fonctionnement de la thermopompe, l'eau est déversée après utilisation dans un puits de retour. La chaleur peut également être cédée au circuit d'eau d'alimentation du réservoir d'eau chaude sanitaire afin de diminuer les coûts en énergie.
- Le débit d'eau traversant le système et nécessaire à son fonctionnement dépend de la puissance de la PAC (de 1,5 à 2 gallons US par minute/tonne).
- Les grandes installations peuvent nécessiter plusieurs unités.
- Certaines pompes à chaleur comportent des cycles économiseurs dans lesquels l'eau refroidie traverse un échangeur de chaleur eau-air installé dans le réseau de gaines. Cette disposition assure le refroidissement sans faire appel au compresseur, à condition que la température de l'eau souterraine soit suffisamment basse.
- Un cas particulier est celui du puits à colonne fixe : on emploie un puits très profond qui assure à la fois l'alimentation en eau et son retour.

Données techniques

- COP : de 3 à 5
- EER : de 16 à 30

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Puissances : jusqu'à 11 tonnes

Applications

- Résidentielles (essentiellement).
- Petits édifices commerciaux.

Avantages

- Très économique.
- Aucun dégivrage nécessaire.
- Meilleur rendement que les thermopompes à air et que les autres pompes à chaleur géothermiques.

Inconvénients

- Coûts d'investissement plus élevés que ceux des thermopompes à air.
- Le pompage de l'eau consomme une certaine quantité d'énergie.
- Des études sont nécessaires avant de forer un puits.
- La production d'un puits reste inconnue tant que le forage n'est pas terminé.
- La fiabilité dépend de la qualité de l'eau souterraine qui peut changer avec le temps.

Coûts

- 2 000 \$ par tonne de puissance plus installation, tuyauteries, forage de puits et pompes à eau.

Fabricants

- Climate Master

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Florida Heat Pump
- Maritime Geothermal Ltd.
- Trane
- Enertran Technologies Inc.
- Waterfurnace International Inc.

Sous-catégorie : système à échangeur de chaleur à circuit fermé

Matériel : système vertical, horizontal ou en spirale

Introduction

- Les échangeurs de chaleur ont généralement une configuration parallèle. Dans de telles installations, la longueur de tuyauterie de chaque dérivation ne doit pas différer de plus de 5 % celle des autres de façon à assurer une uniformité du débit.
- La longueur totale de tuyauteries à installer dépend de la quantité de chaleur ou de refroidissement à fournir, du climat local, de la conductivité du sol et de l'espace de terrain disponible. Par exemple, 250 pieds de tranchée par tonne de puissance sont nécessaires dans le cas d'un échangeur à deux tuyaux horizontaux et de 140 à 300 pieds de forages pour des échangeurs de chaleur du type vertical. Pour trouver la bonne longueur, on devra utiliser un logiciel approuvé de dimensionnement des échangeurs de chaleur.
- Les échangeurs de chaleur du type horizontal peuvent être disposés en serpentif dans une étendue d'eau (c.-à-d. sous

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

forme de boucle dans un lac) ou enfouis dans le sol. Plusieurs tuyaux peuvent être enfouis dans la même tranchée, les échangeurs de chaleur étant à une profondeur moyenne de quatre à six pieds selon l'emplacement.

- Le système d'échangeur de chaleur à circuit fermé réduit le besoin de grandes quantités d'eau.
- La chaleur rejetée peut servir au chauffage de l'eau domestique.
- De nos jours, les tuyauteries sont habituellement en polyéthylène haute densité, alors que dans le passé, on utilisait d'autres matériaux comme le cuivre.
- Les tuyauteries horizontales doivent être aménagées sous le niveau de profondeur de pénétration du gel.

Données techniques

- COP : de 3 à 4,5
- EER : de 13 à 26
- Puissances : de 0,5 à 11 tonnes
- Le débit est de 2 à 3 gallons par minute par tonne de puissance installée.

Applications

- Résidentielles
- Petits commerces
- Écoles

Avantages

- Aucun dégivrage nécessaire.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Très bon rendement.
- Pas d'équipements à l'extérieur.
- Chaleur d'appoint inutile, mais recommandée.

Inconvénients

- Coûts d'investissement plus élevés que pour les autres systèmes.
- Le pompage du fluide dans les échangeurs de chaleur consomme une certaine quantité d'énergie.
- Plus complexe qu'un système de chauffage classique.
- Nombre limité d'entrepreneurs compétents.
- Conception complexe par rapport aux thermopompes à air.
- L'unité intérieure avec compresseur relié aux canalisations peut se révéler bruyante.

68

Coûts

- Les prix d'installations résidentielles vont de 12 000 à 18 000 \$ selon la puissance de la pompe à chaleur, la disposition horizontale ou verticale de l'échangeur de chaleur, et la quantité de tuyauteries nécessaire.
- Les coûts d'investissement sont élevés, mais c'est là un des systèmes les plus économiques du point de vue de l'utilisation de l'énergie.

Fabricants

- Climate Master
- Florida Heat Pump

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- McQuay
- Enertran Technologies Inc.
- Waterfurnace International Inc.

Sous-catégorie : système à détente directe (DX)

Matériel : système vertical ou horizontal

Introduction

- Les PAC géothermiques à détente directe (DX) sont offertes dans le commerce au Canada. Elles fonctionnent de façon comparable à celle des PAC géothermiques classiques (GSHP) à circuit fermé où l'on emploie un fluide secondaire (mélange antigel) pour le transfert de chaleur.
- Les systèmes à détente directe ne possèdent pas de pompe de circulation de fluide secondaire. Les tuyauteries en cuivre enfouies dans le sol sont reliées directement au circuit de frigorigène de la thermopompe. Ce frigorigène circule directement dans l'échangeur de chaleur en cuivre souterrain et assure le transfert de la chaleur.

Données techniques

- COP : 4 ou supérieur
- EER : de 12 à 16
- Puissances : de une à cinq tonnes

Applications

- Résidentielles

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Petits commerces

Avantages

- Aucun dégivrage nécessaire.
- Très bon rendement.
- Unité intérieure.
- Coût d'investissement inférieur à celui des PAC géothermiques classiques (GSHP). car la longueur de circuit enfoui nécessaire est moindre, quelle que soit la puissance, et plusieurs composants ont été éliminés.

Inconvénients

- Les grandes quantités de fluide frigorigène peuvent se révéler coûteuses.
- Les raccordements de la boucle doivent être effectués par un technicien frigoriste qualifié.
- Si la boucle venait à subir des dommages, les coûts de réparation pourraient se révéler assez élevés.
- Nombre très limité de fournisseurs et d'entrepreneurs.
- L'unité intérieure peut s'avérer bruyante.

Coûts

- Nettement plus élevés que dans le cas des systèmes à circuits fermés conventionnels.

Fabricants

- Direct Earth Coupled Associates Inc. (DEC)
- ECR Technologies Inc.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Maritime Geothermal Ltd.

Autres types de pompes à chaleur

- Certains systèmes de PAC récupèrent la chaleur d'autres sources que le sol, les eaux souterraines ou l'air extérieur.
- Sources courantes :
 - chaleur intérieure des édifices.
 - procédés industriels (eau de procédé).
 - évacuation d'air.
- Systèmes intégrés
- Systèmes multi-sources

Sous-catégorie : système de PAC sur circuit d'eau

Matériel : pompes à chaleur eau-air et eau-eau

Introduction

- Utilise plusieurs PAC à eau raccordées à un système commun à deux tuyaux pour alimentation en eau et retour de l'eau.
- Au besoin, il est possible d'ajouter d'autres PAC dans le système à deux tuyaux.
- En hiver, la chaleur d'appoint provient d'une chaudière qui assure le maintien de la température minimale de la

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

boucle. La chaudière est parfois remplacée par un échangeur de chaleur enfoui.

- À certaines périodes de l'hiver, la chaleur rejetée par les unités chauffant les parties internes du bâtiment est récupérée par des appareils assurant le chauffage périmétrique.
- En été, cette chaleur est absorbée par la boucle puis rejetée dans l'atmosphère par l'intermédiaire d'un refroidisseur de liquide ou d'un échangeur de chaleur pour le préchauffage de l'eau sanitaire.
- La température de la boucle est généralement maintenue entre 60 °F et 90 °F.

Données techniques

- COP : de 3,5 à 6
- EER : de 10 à 19,5
- Puissances : jusqu'à 10 tonnes

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

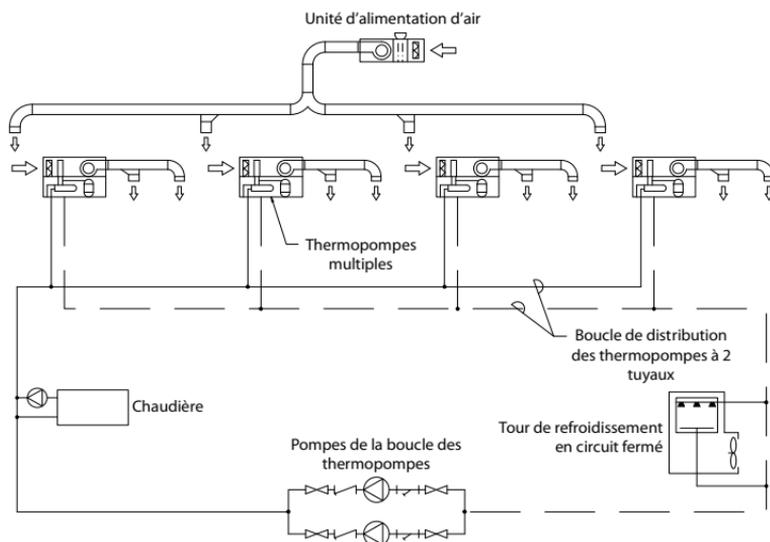


Figure 6 : Système de PAC sur circuit d'eau

Applications

- Immeubles d'appartements
- Édifices à bureaux
- Galeries marchandes.
- Écoles et institutions

Avantages

- Régulation complète des zones avec chauffage et refroidissement simultanés de secteurs séparés, à l'aide d'un circuit de distribution ne comportant que deux tuyaux.
- Réduction de l'espace nécessaire dans la ou les salles des appareils mécaniques.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Économique du fait de sa capacité à récupérer les gains de chaleur internes en provenance des appareils d'éclairage, des appareils électroménagers, des personnes et des sources solaires d'une zone à une autre (c.-à-d. unités en mode de refroidissement fournissant de la chaleur aux unités en mode de chauffage).
- En cas de défaillance de l'une des thermopompes, le reste du système continue de fonctionner.
- Peut être employé avec échangeur de chaleur souterrain.

Inconvénients

- L'eau circulant dans la boucle peut devoir être traitée.
- La tour de refroidissement nécessite de l'eau d'appoint.
- Plus complexe que les systèmes classiques.
- Ne permet de réaliser des économies que dans le cas des bâtiments présentant simultanément des charges de chauffage et des charges de refroidissement.

Coûts

- 2 tonnes : 2 200 \$
- 3 tonnes : 2 500 \$
- 4 tonnes : 2 900 \$
- Non compris les tuyauteries ou gaines d'interconnexion.

Fabricants

- Climate Master
- Carrier
- Trane

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Florida Heat Pump
- Mammoth
- McQuay
- Waterfurnace International Inc.

Sous-catégorie : système de PAC central sur circuit d'eau pour édifices

Matériel : PAC volumétriques ou centrifuges

Introduction

- Emploie un condenseur double ou un condenseur multi-circuits équipés d'un compresseur volumétrique ou centrifuge.
- Transfert l'excédent de chaleur d'une zone à une autre zone demandant de la chaleur.
- L'alimentation d'eau chaude entre 100 °F et 130 °F constitue une fonction secondaire.
- Peut être employé avec réservoir de stockage d'énergie thermique.

Données techniques

- Chaque installation est différente.

Applications

- Édifices commerciaux de moyenne et grande taille qui présentent des besoins simultanés de chauffage et de refroidissement.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Dans les cas où la pompe à chaleur fonctionne avec un système à quatre tuyaux, le puits et la source de chaleur sont utilisés simultanément, ce qui augmente le rendement du système.
- Le rendement est très bon lorsque le système est employé dans un édifice bien isolé.

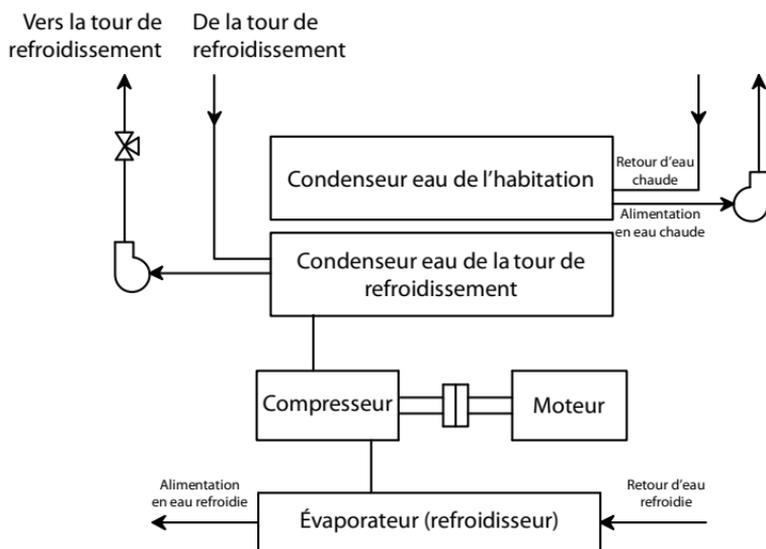


Figure 7 : Système de PAC central sur circuit d'eau

Avantages

- Équilibre les charges de chauffage et les charges de refroidissement de l'édifice.
- Peut s'employer avec échangeur de chaleur souterrain.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

Inconvénients

- Faible température de l'eau chaude comprise entre 100 °F et 130 °F.

Coûts

- Ils diffèrent selon l'installation. En principe, on devra compter environ 2 800 \$ par tonne de puissance pour un édifice d'une superficie égale ou supérieure à 50 000 pieds carrés. Le coût peut être plus élevé pour de plus petites applications.

Fabricants

- Carrier
- Trane
- York International Ltd.

Sous-catégorie : système de récupération de chaleur

Matériel : équipements spéciaux

Introduction

- Une grande partie de la chaleur résiduelle provient des procédés industriels et des évacuations d'air des édifices.
- Ces systèmes assurent l'approvisionnement en eau chaude d'appoint ou de chauffage hydronique des locaux.
- Ces systèmes peuvent fournir de l'eau chaude industrielle d'une température pouvant atteindre 75 °C (167 °F).

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

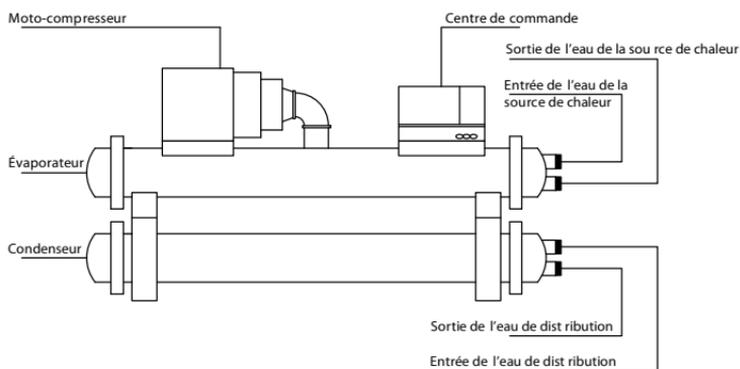


Figure 8 : Systèmes de PAC de récupération de chaleur

Données techniques

- Chaque installation est différente.

Applications

- Grands bâtiments institutionnels
- Grands édifices à bureaux.
- Usines.

Avantages

- Le rendement du système est d'autant plus élevé que la différence entre la température de la source et la température fournie est faible.
- Un facteur d'utilisation (heures de fonctionnement par an) élevé améliorera le délai de récupération de l'investissement.
- Récupère de la chaleur qui serait sans quoi perdue.

Inconvénients

- Nécessite un investissement initial élevé.

Coûts

- Varie d'une installation à l'autre. En principe, on devra compter environ 3 000 \$ par tonne de puissance pour un édifice d'une superficie supérieure à 50 000 pieds carrés.

Fabricants

- Carrier
- Trane
- York International Ltd.
- McQuay International

Systèmes intégrés

- L'intégration des différentes fonctions de chauffage et de refroidissement en un seul système, plutôt qu'en systèmes séparés, sera vraisemblablement la tendance que l'on observera dans l'avenir. Les pompes à chaleur conviennent bien aux systèmes intégrés.
- La forme la plus simple d'un système de PAC intégré est une pompe à chaleur équipée d'un désurchauffeur destiné au chauffage de l'eau. La même machine peut assurer trois fonctions séparées : chauffage des locaux, refroidissement des locaux et chauffage de l'eau.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

- Un autre exemple de système intégré est le chauffe-eau à pompe à chaleur. L'évaporateur de cet appareil refroidit l'air intérieur avant de le rejeter à l'extérieur, assurant ainsi une ventilation avec récupération de la chaleur, ainsi que le chauffage de l'eau chaude domestique tout en refroidissant l'air de la maison.
- Dans les projets commerciaux ou institutionnels, on trouve souvent des pompes à chaleur eau-eau combinées à des échangeurs de récupération de chaleur. L'air évacué passe à travers le ventilateur de récupération de chaleur dans lequel l'énergie est récupérée. L'air frais entrant qui traverse le système de récupération d'énergie est chauffé à une température convenable avant de transmettre sa chaleur aux entrées des PAC ou directement aux zones d'occupation.
- L'intégration des systèmes diminue la redondance des équipements mécaniques et a des incidences positives sur les dimensions des matériels, ce qui entraîne une réduction des coûts du système et des coûts d'exploitation.
- Dans les systèmes géothermiques, l'intégration facilite l'équilibre des charges sur l'échangeur de chaleur souterrain et en réduit les coûts.

Systemes multi-sources

- On utilise ces systemes pour récupérer la chaleur de plusieurs sources telles que l'air d'évacuation des cuisines et des buanderies (laveuses et sécheuses).
- Pour que ces systemes aient un rendement satisfaisant, il faut qu'il y ait simultanéité de la demande (par ex. besoins d'eau chaude domestique ou industrielle) et de la récupération de chaleur.
- On peut combiner des équipements solaires à ces systemes. Les capteurs sont raccordés à une ou plusieurs thermopompes hydroniques qui sont ordinairement reliées à un réservoir de stockage d'énergie solaire. Certains systemes solaires sont du type direct, le fluide frigorigène passant alors directement par les capteurs. Bien entendu, les systemes solaires conviennent mieux à certaines applications (p. ex., édifices commerciaux), car le coût initial plus élevé (par rapport à une thermopompe à air de même puissance) peut demander une plus longue période de récupération de l'investissement.
- Un autre exemple est le cas d'une PAC géothermique associée à un serpentín à air extérieur. Par temps doux, l'air extérieur sert à réchauffer le sol. Ceci peut être réalisé en intégrant simplement un serpentín à air dans la boucle souterraine.

7 Différences entre les divers types de pompes à chaleur

8 ASPECTS À CONSIDÉRER LORS DE L'INSTALLATION

Thermopompes à air

Sélection

- Choisissez la pompe à chaleur ayant le coefficient HSPF le plus élevé possible dans la région V.
- Si d'autres appareils ont des coefficients HSPF de région V comparables, choisissez l'appareil ayant la cote la plus élevée à $-8,3^{\circ}\text{C}$.
- Une commande de dégivrage sur demande minimise les cycles de dégivrage et augmente le rendement du système.
- Choisissez un appareil dont le niveau de bruit extérieur est au maximum de 7,6 bels.
- Envisagez une pompe à chaleur à deux étages qui a un meilleur rendement en mode chauffage.

Puissance

- Choisissez une pompe à chaleur qui ne fournisse pas plus de 125 % de la charge de refroidissement théorique, à moins que vous ne reteniez une pompe à deux étages.
- La charge de refroidissement théorique devrait être déterminée au moyen d'une méthode reconnue, comme par exemple celle de la norme CSA-F280 "Détermination de la puissance requise des appareils de chauffage et de refroidissement résidentiels". Aux États-Unis, employer le Manuel J de l'ACCA.

8 Aspects à considérer lors de l'Installation

- Le point d'équilibre d'un appareil correctement dimensionné doit se situer entre 0 °C et -5 °C.

Autres aspects concernant l'installation

- Placez le serpentín intérieur en aval de toute chaudière à combustible fossile.
- Placez le serpentín intérieur en amont de toute chaudière électrique.
- Placez l'appareil extérieur à un endroit où les vents, les encorbellements, la poudrière basse en hiver et les larmiers d'égouttement de toits ne créeront pas de situations problématiques.
- Installer l'unité extérieure sur une dalle appropriée placée de 30 à 60 cm (12 à 24 in) au-dessus du sol, ou sur un support fixé au mur de la maison.
- Assurez-vous que le condensat du serpentín intérieur est relié au drain de la maison.
- Laissez suffisamment d'espace autour de l'unité extérieure pour en faciliter l'entretien.
- Les conduites qui transportent le frigorigène doivent être aussi courtes et droites que possible.
- Placez l'appareil extérieur à un endroit où le bruit du compresseur et des ventilateurs ne constituera pas un problème vis-à-vis des bâtiments voisins.
- Assurez-vous que les points de consigne de tous les contrôleurs de commande sont réglés correctement en fonction de l'installation.

Pompes à chaleur géothermiques

Sélection

- Choisissez une pompe à chaleur ayant le coefficient COP en chauffage le plus élevé possible pour une température de liquide entrant de 0 °C.
- Choisissez un modèle équipé d'un désurchauffeur pour le chauffage de l'eau domestique. À noter que dans les climats plus froids, une telle installation va entraîner une augmentation des caractéristiques de l'échangeur de chaleur du fait que la charge entre l'été et l'hiver est nettement déséquilibrée.
- Envisagez l'emploi d'une chaudière d'appoint pour augmenter la capacité thermique de l'échangeur de chaleur souterrain, ce qui diminuera le coût de l'installation.

Puissance

- Il n'est habituellement pas conseillé de dimensionner la thermopompe de façon à répondre à tous les besoins de chaleur de la maison.
- Dimensionnez l'appareil de façon à satisfaire 70 % de la charge globale théorique pour le chauffage des locaux et de l'eau.
- L'échangeur de chaleur souterrain devra être dimensionné de façon à ce que le sol ne se refroidisse pas ou ne se réchauffe pas au fil du temps. On trouve des programmes informatiques permettant d'évaluer les effets à long terme du dimensionnement d'un échangeur de chaleur.

Autres aspects à propos de l'installation

- Les pompes à chaleur géothermiques sollicitent l'intervention de plusieurs corps de métier. Consultez un entrepreneur qui soit en mesure d'installer non seulement la ou les thermopompes, mais qui pourra également se charger de l'installation de l'échangeur de chaleur souterrain (ou de la sous-traiter).
- La conception et l'installation devront être conformes aux normes CSA-C448.2 (pour habitations et autres petits bâtiments) et CSA-C448.1 (pour édifices commerciaux et institutionnels). Il n'en existe pas d'équivalent aux États-Unis.

Quels problèmes peuvent-ils apparaître avec les pompes à chaleur?

86

En matière de confort au foyer, les pompes à chaleur sont différentes des autres systèmes. Cette section traite des problèmes susceptibles de se manifester, de même que leurs causes les plus vraisemblables.

Chauffage ou refroidissement insatisfaisant

- De tels problèmes peuvent être causés par : une charge de frigorigène insuffisante, une pompe à chaleur sous-dimensionnée, un débit d'air trop faible, un débit d'eau trop faible (thermopompe géothermique), un échangeur de chaleur souterrain sous-dimensionné (thermopompe géothermique).

Appareil ne fonctionnant pas en mode chauffage

- Verrouillage sur pression basse (provoqué par un débit d'eau trop faible (pompe à chaleur géothermique), défaillance du ventilateur extérieur (thermopompe à air).
- Verrouillage sur pression haute (débit d'air trop faible, filtres à air devant être remplacés, charge de frigorigène trop élevée).
- Robinet inverseur grippé.
- Défaillance du compresseur.

Coûts de chauffage élevés

- Pompe à chaleur ne fonctionnant pas en mode chauffage (voir ci-dessus).
- Points de consigne inadéquats (en particulier ceux relatifs à l'interface de fonctionnement entre la PAC et l'appareil d'appoint).
- Manœuvres abusives du thermostat (élévations ou diminutions fréquentes de la température des locaux).

Faibles températures de l'air arrivant des grilles

- Caractéristique des thermopompes : il est normal que les températures soient plus faibles; mais il se peut également que le débit d'air intérieur soit trop élevé.

Appareil surdimensionné

- Les cycles de fonctionnement de la thermopompe sont courts, sa capacité de déshumidification des locaux est diminuée, son rendement amoindri, et sa durée de vie utile réduite.

8 Aspects à considérer lors de l'Installation

Accumulation de givre autour de l'unité extérieure

- La hauteur d'installation de l'unité extérieure est inappropriée (thermopompe à air). Dans les régions où les chutes de neige sont abondantes, l'évacuation appropriée du condensat de dégivrage est entravée, ce qui entraîne un regel de ce condensat lors des cycles de chauffage suivants.

Dégradation du rendement avec les années

- L'échangeur de chaleur souterrain est trop court pour le type de système employé.

9 FOIRE AUX QUESTIONS

Est-il judicieux d'employer des PAC à air en dehors des grandes villes des États-Unis et du sud du Canada ?

Oui. Même s'il soit vrai que le rendement (COP) d'une pompe à chaleur tend à diminuer à mesure que la température de l'air extérieur baisse, la PAC se révèle souvent économiquement attrayante dans les climats froids. La raison en est que les besoins en chauffage sont plus élevés dans une région plus froide que dans une région plus clémente. Bien que le COP moyen de la PAC en chauffage soit un peu plus faible, les économies réelles en énergie de chauffage et en énergie de fonctionnement sont plus grandes. Les Prairies canadiennes et les régions frontalières des États-Unis (Région VII de la carte) où les conditions hivernales sont extrêmes pourraient constituer une exception.

Est-il judicieux de faire fonctionner une PAC à air au-dessous de 0 °C, ou bien devrais-je seulement utiliser ma chaudière d'appoint dans de telles conditions ?

Les PAC à air actuelles ont un très bon rendement même pour des températures extérieures très inférieures à 0 °C. Elles sont également capables de fonctionner sur toute la plage des températures extérieures dans la plupart des villes américaines et du Canada méridional. Que vous fassiez marcher votre PAC en combinaison avec la chaudière ou votre chaudière seule dépend des rendements relatifs de la chaudière et de la pompe à chaleur à une température donnée et du coût du combustible fossile et de l'électricité. Ce n'est pas juste une question de température extérieure.

Si j'ajoute une pompe à chaleur à ma chaudière déjà installée, la durée de vie utile de la chaudière sera-t-elle prolongée ?

Oui. La pompe à chaleur dans un système d'appoint fournit environ 70 à 80 % de la demande en chaleur de la maison, la chaudière fournissant les 20 ou 30 % restants. Comme la chaudière fonctionne maintenant pendant un nombre d'heures beaucoup plus réduit, sa durée de vie utile va s'en trouver prolongée.

Existe-t-il un guide ou une norme pour l'installation des pompes à chaleur ?

Oui. L'Association canadienne de normalisation a élaboré deux documents qui fournissent une base pour la conception et l'installation adéquates des PAC géothermiques et des PAC à air. Le premier est la norme CSA-C448, et le second, la norme CSA-C273.5. Il n'existe pas de normes équivalentes aux États-Unis.

Quelle est la superficie de terrain nécessaire pour l'échangeur de chaleur souterrain d'une PAC géothermique ?

Pour un échangeur de chaleur type à 2 tuyaux horizontaux par tranchée, la superficie nécessaire est d'environ 2000 pi² par tonne de puissance installée de la PAC. Pour un échangeur de chaleur vertical, on doit compter environ 275 pi² par tonne. Cela suppose que chaque forage a une profondeur suffisante pour une tonne, d'après une valeur de 150 pieds par tonne (valeur type pour le sud de l'Ontario). Lorsque les conditions de forage rendent cette profondeur irréalisable, la superficie nécessaire par tonne est égale à 275 fois le rapport entre la profondeur désirée et la profondeur atteinte. Les échangeurs de

chaleur horizontaux sont en général moins coûteux que les échangeurs de chaleur verticaux.

10 PROGRAMMES DE FORMATION SUR LES POMPES À CHALEUR

- Institut canadien du chauffage, de la climatisation et de la réfrigération (HRAI)
 - 2800, avenue Skymark, édifice 1, bureau 201, Mississauga (Ontario), L4W 5A6 1-800-267-2231, (905) 602-4700.
 - offre des cours sur de nombreux aspects des installations CVCA, dont les déperditions thermiques et apports de chaleur dans les bâtiments, ainsi que la conception des gaines. Le choix et le dimensionnement des thermopompes sont traités.
- International Ground Source Heat Pump Association
 - 490 Cordell South, Oklahoma State University, Stillwater, OK 74078-8018.
- Air-Conditioning and Refrigeration Institute
 - 4100 N. Fairfax Drive, Suite 200, Arlington, VA 22203, (703-524-8800).
- Air-Conditioning Contractors of America
 - 2800 Shirlington Road, Suite 300, Arlington, VA 22206, (703-575-4477).

10 Programmes de formation sur les pompes à chaleur

- Fabricants de thermopompes
 - la plupart des fabricants offrent des séminaires techniques sur les thermopompes de leur(s) marque(s). Pour obtenir des détails, vous pouvez communiquer directement avec chaque fabricant (voir Chapitre 11).

11 FABRICANTS

- La liste de fabricants qui suit ne doit pas être considérée comme exhaustive. Les noms et adresses Web des fabricants étaient exacts au moment de la publication du présent guide et peuvent faire l'objet de modifications sans préavis.
- Il appartient à l'utilisateur de ce guide de référence d'évaluer attentivement les produits et fabricants qui y sont mentionnés. La CEATI, qui n'est ni concepteur ni fabricant de pompes à chaleur, ne formule aucune assertion et n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, y compris les garanties de qualité marchande et d'aptitude à un usage particulier, ou en ce qui concerne l'aptitude, la conception ou le potentiel de rendement des matériaux, de l'équipement ou de la fabrication de tout matériel de thermopompe, ni aucune garantie quant à la conformité du produit aux exigences d'une loi, d'un règlement, d'une spécification ou d'un contrat. Ni la CEATI, ni aucun de ses mandataires n'assument de responsabilité quant à l'usage ou les préjudices qui pourraient résulter de l'usage d'information, d'équipement, de produit, de méthode ou de procédé dont ce guide fait état.

11 Fabricants

Amana Company L.P.

www.amana.com

Armstrong Air Conditioning Inc.

www.aac-inc.com

Bard Mfg Co.

www.bardhvac.com

Carrier Inc.

www.carrier.com

ECR Technologies Inc.

www.ecrtech.com

Friedrich Air Conditioning Co.

www.friedrich.com

Fujitsu General America

www.fujitsugeneral.com

Lennox Industries Ltd.

www.lennox.com

Maritime Geothermal

www.nordicghp.com

McQuay International

www.mcquay.com

Mitsubishi Electric

www.mesca.me.com

Rheem Manufacturing Co.

www.rheem.com

Sanyo Air Conditioning Products

www.sanyo.com

Skymark International Inc.

www.skymarkinternational.com

Trane Company

www.trane.com

Waterfurnace International Inc.

www.waterfurnace.com

York International Ltd.

www.york.com

Vos observations et commentaires seraient appréciés.
Veuillez nous les transmettre à l'adresse :

info@ceati.com

L'efficacité énergétique améliore la compétitivité

- Prospérité économique
- Performance environnementale
- Responsabilité sociale
- Sécurité