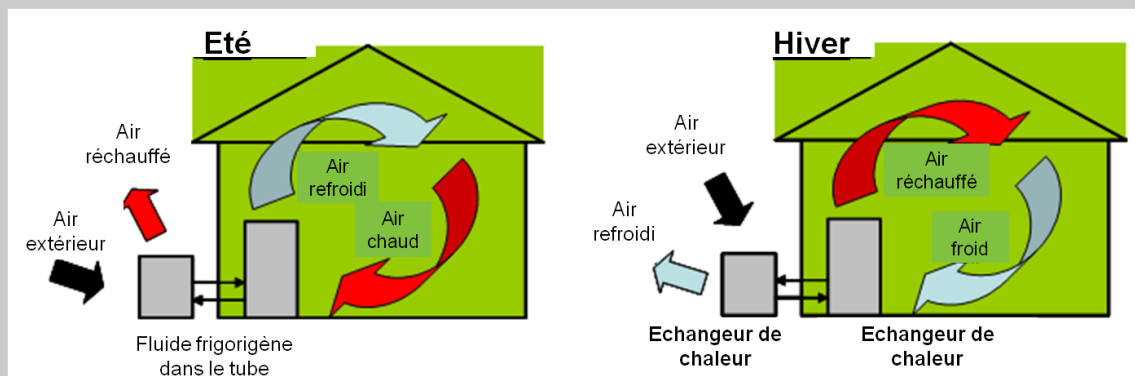


Manuel pratique

Walter Hulshorst

ECON International

Mai 2008



Efficacité énergétique

Table des matières

<u>1. Introduction</u>	4
<u>2. Comment utiliser ce guide</u>	4
<u>3. Vue d'ensemble de l'existant en termes de pompes à chaleur en Europe</u>	5
<u>4. Système de pompes à chaleur à air</u>	5
4.1 Utilisation du sol comme source chaude	6
4.2 Utilisation de la roche comme source chaude.....	6
4.3 Utilisation de sources d'eau souterraines comme source chaude	6
4.4 Utilisation de sources d'eau de surface comme source chaude	7
4.5 Choix de la technologie.....	7
<u>5. Technologie des pompes à chaleur à air</u>	8
5.1 Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur (vapeur).....	9
5.2 Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur (absorption).....	9

Pompes à chaleur

fr.leonardo-energy.org

5.3	Description des différentes parties du système.....	10
5.4	Rendement (coefficient de performance).....	11
6.	<u>Installation des pompes à chaleur à air</u>	12
6.1	Conception.....	12
6.2	Installation	13
6.3	Fonctionnement et maintenance	14
7.	<u>Coûts et bénéfices</u>	15
7.1	Investissement	16
7.2	Coûts de fonctionnement	16
7.3	Durée de vie.....	16
7.4	Bénéfices attendus par la mise en place de pompe à chaleur.....	16
8.	<u>Notes</u>	17

1. Introduction

Si vous cherchez des solutions pour le chauffage ou la climatisation de votre logement ou des solutions pour réduire vos consommations électriques, vous serez amené à envisager les pompes à chaleur à air. Bien que chauffage et climatisation apparaissent comme deux extrêmes, les pompes à chaleur à air permettent de remplir ces deux fonctions. Grâce à l'utilisation de l'énergie électrique, source fiable et efficace mise à disposition de nombreuses personnes, le choix d'une pompe à chaleur à air se fait en toute confiance. En été, les pompes à chaleur à air fonctionnent sensiblement de la même façon qu'un climatiseur. En hiver, les pompes à chaleur à air permettent d'extraire la chaleur de l'air extérieur et de pulser cette chaleur à l'intérieur du domicile (voir figure 1).

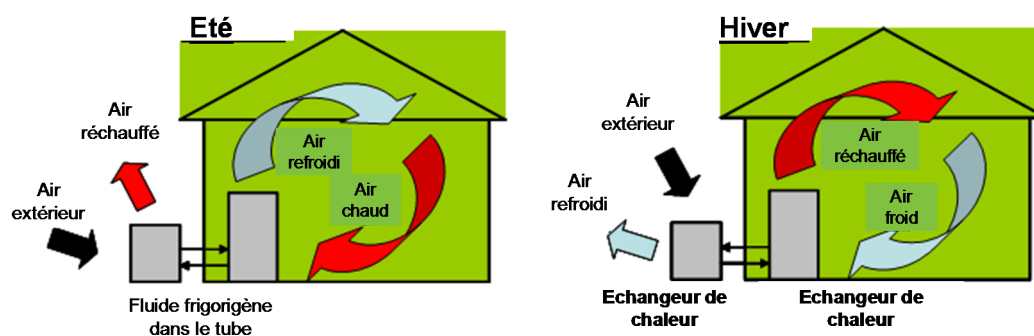


Figure 1 : principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur à air [1]

Les pompes à chaleur présentent l'avantage de consommer moins d'énergie pour extraire la chaleur qu'il en faut pour transformer l'énergie électrique en chaleur. Par ailleurs, les pompes à chaleur ne rejettent pas de gaz nocifs tels que le monoxyde de carbone et de ce fait, ne doivent pas être munies de conduits d'évacuation.

Des millions de pompes à chaleur ont été installées en Europe et la croissance de ce marché [2] s'appuie sur les avantages certains que présente ce type de système.

Nous ne traiterons, dans ce guide, que des systèmes de pompes à chaleur à air.

2. Comment utiliser ce guide

Le but de ce guide est de présenter les informations clés concernant les pompes à chaleur à air spécifiques aux installations domestiques. Les pompes à chaleur à air permettent de bénéficier d'une production locale d'air chaud ou d'air froid, sans danger, propre et efficace. Ajoutons à cela qu'une pompe à chaleur correctement dimensionnée peut conduire à des réductions des coûts de chauffage. Il est en effet possible d'obtenir trois fois plus de chaleur pour chaque watt d'électricité consommé grâce à l'utilisation d'une pompe à chaleur plutôt que par un système de chauffage standard.

Quelles que soient les raisons de l'intérêt que vous portez aux pompes à chaleur, ce guide vous permettra de décider si l'acquisition d'une pompe à chaleur est pour vous une solution rentable. A ces fins, ce guide concentre :

- ◇ les éléments de théorie de base du fonctionnement des pompes à chaleur,
- ◇ une introduction aux composants basiques des pompes à chaleur à air,
- ◇ les critères essentiels pour une installation optimisée de la pompe à chaleur,
- ◇ les éléments de choix permettant de définir si l'installation d'une pompe à chaleur constitue une solution rentable.

3. Vue d'ensemble de l'existant en termes de pompes à chaleur en Europe

Bien que ce guide traite principalement des pompes à chaleur à air, nous présenterons aussi d'autres types de pompes à chaleur. Les aspects les plus importants à prendre en compte pour évaluer les différents types de pompes à chaleur sont [3] :

- ◇ la disponibilité ;
- ◇ les niveaux de température ;
- ◇ les variations annuelles de température,
- ◇ les coûts d'investissement.

Dans les faits, le choix est limité aux conditions climatiques locales. Nous nous limiterons à la présentation des systèmes de chauffage les plus communément utilisés pour les pompes à chaleur domestiques.

4. Système de pompes à chaleur à air

L'air ambiant constitue de loin la source de chaleur la plus communément utilisée de par le monde pour le fonctionnement des pompes à chaleur. La raison tient de la disponibilité sans limite de l'air, ce qui favorise une utilisation simple et rapide. Pour la majorité des climats européens, la température de l'air ambiant varie fortement avec les saisons. Ce phénomène est à priori défavorable aux performances offertes par les pompes à chaleur dans la mesure où les rendements de ce type de système dépendent de la température des sources de chaleur disponibles. Le rendement d'une pompe à chaleur utilisant l'air ambiant comme source de chaleur diminue lorsque la demande en production de chaleur augmente.

Il existe une limite de différence de température entre la source chaude et la source froide au-delà de laquelle la pompe à chaleur ne peut plus fonctionner. Pour la plupart des pompes à chaleur à air, cette limite apparaît pour des gammes de températures de l'ordre de -20°C à -15°C. Pour les climats froids, cela signifie qu'une source de chaleur supplémentaire devra être mise en œuvre afin de couvrir de façon satisfaisante les besoins en chauffage de l'habitat. L'utilisation de l'air ambiant comme source de chaleur

pour des climats tempérés ou humides présente, en outre, l'inconvénient de favoriser la production de givre au niveau de l'échangeur exposé à l'air ambiant. Le givre aura pour effet d'augmenter la résistance thermique à un niveau tel qu'il sera nécessaire, à terme, de dégivrer l'échangeur extérieur. Lors du dégivrage, la pompe à chaleur ne sera pas en mesure de produire de la chaleur vers l'intérieur du logement.

4.1 Utilisation du sol comme source chaude

L'utilisation du sol (terre) comme source de chaleur pour les pompes à chaleur permet l'absorption des calories contenues dans le sol. Le sol se comporte comme une réserve saisonnière d'énergie solaire. A une profondeur comprise entre 0,9 m et 1,5 m, l'amplitude des variations de température due aux variations de la température extérieure est quasiment annulée et décalée dans le temps. Il en résulte que les pompes à chaleur utilisant le sol comme source de chaleur bénéficient de conditions d'exploitation très favorables. De plus, le sol peut aussi être utilisé comme source froide pour les applications de climatisation.

4.2 Utilisation de la roche comme source chaude

L'utilisation de la roche comme source chaude pour les pompes à chaleur a connu un intérêt croissant ces 10 dernières années. Des efforts de recherche et de développement important ont été entrepris afin de mieux comprendre les mécanismes et d'améliorer les modes de conception de ce type de technologie. La plupart des avantages liés à l'utilisation du sol comme source chaude sont valables pour la roche. Toutefois, il apparaît que l'utilisation de la roche permet, pour une efficacité équivalente, de réduire de façon conséquente les surfaces de contact. De ce fait, cette technologie est favorablement mise en place dans les régions à haute densité de population.

4.3 Utilisation de sources d'eau souterraines comme source chaude

L'utilisation de l'eau comme source chaude peut être envisagée dans les régions où l'eau se trouve en abondance sous forme de sources souterraines et facilement accessible. L'eau est extraite grâce à un puits et circule via l'entrée froide de la pompe à chaleur. L'eau peut être utilisée de façon directe par circulation au travers de l'évaporateur, ou indirecte par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur. Cette dernière solution est préférée dans la plupart des cas, dans la mesure où l'eau pompée à la source peut engendrer des problèmes de corrosion ou d'engorgement de l'évaporateur. A la sortie de l'échangeur l'eau est injectée à nouveau vers le sol via un puits d'injection.

4.4 Utilisation de sources d'eau de surface comme source chaude

Les lacs constituent d'excellentes réserves de chaleur par absorption du rayonnement solaire. La chaleur absorbée en surface en période estivale peut en être extraite en hiver. Ces applications sont toutefois peu nombreuses et généralement réservées aux installations importantes.

Le type d'échangeur de chaleur utilisé en mer ou en lac est de conception standard similaire aux échangeurs utilisés dans le sol. L'échangeur est placé en profondeur et arrimé par des ancrés. Les ancrés ont pour but de contrecarrer la force exercée par la production de glace autour du circuit de l'échangeur.

Cette technologie ne peut être mise en œuvre qu'à certaines conditions :

- ◆ l'habitation doit être dans le voisinage d'un lac ou de la mer et posséder des droits d'accès à l'eau ;
- ◆ l'endroit où se trouve l'échangeur doit être interdit à toute activité : pêche interdite, mouillage interdit, etc.
- ◆ les courants doivent être faibles et la profondeur suffisante pour ne pas favoriser le gel de sa partie la plus basse.

4.5 Choix de la technologie

Les technologies de pompes à chaleur présentées ci-dessus ont toutes été développées et adaptées pour différentes applications afin de bénéficier au mieux des conditions locales. Il en résulte que le choix d'une pompe à chaleur ne se fera pas selon les mêmes critères au Nord et au Sud de l'Europe. Au Nord, les besoins en chauffage sont prédominants, et les besoins en climatisation ne sont concentrés que sur quelques semaines en été. Au contraire, les besoins en climatisation sont prédominants dans le Sud, et les besoins en chauffage limités à quelques semaines en hiver.

En plus des différences de conditions climatiques, il convient de prendre en compte, dans les critères de choix, les différences géologiques. Par exemple, les pompes à chaleur à roche ne sont pas adaptées aux régions où le tapis rocheux a une conductivité thermique faible, ou est couvert d'une couche épaisse de terre.

Les essentiels

fr.leonardo-energy.org

Le tableau 1 représente une vue d'ensemble des différents types de pompes à chaleur en Europe.

Type de pompe à chaleur	Gamme de puissance	Applications	Régions favorisées
Air – Air	3 – 5 kW	Chauffage & climatisation	Sud de l'Europe
Sol	5 – 25 kW	Chauffage	Nord et centre de l'Europe
Roche	5 – 40 kW	Chauffage & climatisation	Nord et centre de l'Europe
Lac	15 – 40 kW	Chauffage	

Tableau 1 : vue d'ensemble des utilisations des différents types de pompes à chaleur en Europe



Figure 2 : exemple d'une pompe à chaleur installée à Zuidpoort (Pays-Bas) [4]

5. Technologie des pompes à chaleur à air

Une pompe à chaleur est un équipement électrique qui extrait la chaleur à un endroit et la transfère à un autre endroit. Cette technologie n'est pas nouvelle et est déjà mondialement utilisée depuis des décennies : les réfrigérateurs et les climatiseurs sont deux exemples de la mise en œuvre de cette technologie.

Toutes les pompes à chaleur aujourd'hui en fonctionnement font appel soit à la compression de vapeur, soit à un cycle d'absorption, deux principes que nous présenterons brièvement dans les paragraphes suivants.

5.1 Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur (vapeur)

Le transfert de chaleur est assuré par l'intermédiaire d'un fluide frigorigène au travers d'un cycle d'évaporation et de condensation. La circulation du fluide frigorigène entre les circuits des deux échangeurs de chaleur est assurée par une pompe (compresseur). Dans l'un des circuits, le fluide frigorigène est évaporé à basse pression et absorbe la chaleur de son environnement. Le fluide frigorigène est ensuite comprimé avant d'arriver au second circuit, où il se condensera à haute pression, en libérant la chaleur absorbée à l'étape précédente.

Les réfrigérateurs et les climatiseurs sont deux exemples de la mise en œuvre de ce type de cycle, bien que n'opérant qu'en mode de refroidissement. Un réfrigérateur n'est en fait qu'une boîte isolée associée à une pompe à chaleur. Le circuit d'évaporation est placé à l'intérieur de l'enceinte, le plus souvent dans le compartiment de congélation. La chaleur y est absorbée puis transférée vers l'extérieur, le plus souvent en-dessous ou à l'arrière de l'unité, là où se situe le circuit de condensation. De la même façon, un climatiseur transfère de la chaleur depuis l'intérieur vers l'extérieur de l'habitation.

Le cycle de fonctionnement de la pompe à chaleur est entièrement réversible, et il est possible d'assurer une régulation de la température ambiante tout au long de l'année (chauffage en hiver et refroidissement et déshumidification en été). Dans la mesure où le sol et l'air extérieur contiennent toujours de la chaleur, il est possible, même pendant journées les plus froides d'hiver, d'en extraire des calories grâce à une pompe à chaleur.

5.2 Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur (absorption)

Contrairement aux pompes à chaleur à vapeur, les pompes à chaleur à absorption sont entraînées thermiquement : l'entraînement est assuré par un apport de chaleur plutôt que par de l'énergie mécanique pour assurer le fonctionnement du cycle. Pour des raisons d'encombrement, les pompes à chaleur à absorption sont souvent alimentées au gaz. Seules les installations industrielles utilisent la vapeur à haute pression ou de la chaleur perdue.

Les systèmes à absorption utilisent les caractéristiques des liquides ou des sels pour absorber la vapeur du fluide actif. Les couples de fluides les plus communément utilisés par les systèmes à absorption sont :

- ◆ l'eau (fluide actif) et bromure de lithium (absorbant)
- ◆ l'ammoniac (fluide actif) et l'eau (absorbant)

La compression du fluide actif est réalisée thermiquement dans un circuit comprenant un absorbeur, une pompe, un générateur ainsi qu'une valve d'expansion. La vapeur basse pression en provenance de l'évaporateur est absorbée dans le milieu absorbant, tout en libérant de la chaleur.

La solution est pompée à haute pression et pénètre dans le générateur où elle est portée à ébullition à haute température par l'intermédiaire d'une source de chaleur externe. Le fluide actif (vapeur) est alors condensé dans le condenseur alors que l'absorbant est renvoyé à l'absorbeur via la valve d'expansion.

La chaleur est extraite de la source de chaleur à l'intérieur de l'évaporateur. La chaleur utilisée pour le système de chauffage est émise à des niveaux de température moyens dans le condenseur et dans l'absorbeur. De la chaleur à haut niveau de température est fournie au générateur afin de faire fonctionner le process. Une quantité réduite d'énergie électrique peut être nécessaire au fonctionnement de la pompe.

5.3 Description des différentes parties du système

Les composants primaires d'une installation de pompe à chaleur sont les mêmes que ceux que l'on trouve dans les systèmes de climatisation et de production de froid. Toutefois, les pompes à chaleur sont munies d'une valve réversible permettant de changer automatiquement la direction du fluide frigorigène, autorisant ainsi un fonctionnement chauffage en hiver et un fonctionnement climatisation en été.

Les différents composants des pompes à chaleur sont [5]:

Fluide frigorigène :

Substance liquide ou gazeuse qui circule au travers de la pompe, dont le rôle est alternativement d'absorber, de transporter et de libérer la chaleur.

Valve réversible :

Cette valve a pour but de contrôler la direction du flux du liquide frigorigène dans la pompe à chaleur, et de permettre de passer d'un mode de chauffage à un mode de climatisation et vice versa.

Circuit échangeur :

Circuit constitué d'un tube formant une ou plusieurs boucles, où l'échange de chaleur a lieu. On associe le plus souvent à ces tubes de fines lamelles afin d'augmenter la surface de contact avec le milieu extérieur.

Evaporateur :

L'évaporateur est un circuit dans lequel le fluide frigorigène absorbe la chaleur de son environnement, puis est porté à ébullition afin de se transformer en vapeur à basse pression. Un accumulateur permet de collecter tout excès de liquide non transformé en

vapeur au moment du passage au travers de la valve réversible vers le compresseur. Certaines pompes ne possèdent toutefois pas d'accumulateurs.

Compresseur :

Le compresseur a pour fonction de compresser les molécules du gaz frigorigène afin d'en augmenter la température.

Condenseur :

Le condenseur est un circuit dans lequel le fluide frigorigène transfère sa chaleur vers l'environnement extérieur, tout en changeant d'état, de gaz vers liquide.

Dispositif d'expansion :

Le dispositif d'expansion a pour fonction de baisser la pression générée par le compresseur, ce qui a pour effet d'entraîner une baisse de la température. Le fluide frigorigène devient alors un mélange liquide/gaz à basse température.

Plénum :

Le plénum est un espace dans lequel l'air chaud ou froid est envoyé en légère surpression, en vue de sa distribution dans l'habitation. Ce dispositif se présente sous la forme d'un caisson situé juste au-dessus ou à côté de l'échangeur.

5.4 Rendement (coefficient de performance)

Les pompes à chaleur constituent des installations de chauffage à très haut rendement dans la mesure où elles ne produisent pas de chaleur (contrairement aux systèmes conventionnels fonctionnant au pétrole), mais se contentent de déplacer la chaleur d'un endroit vers un autre. La quantité d'énergie nécessaire au chauffage d'une pièce est donc bien moindre grâce à une pompe à chaleur que via tout autre système classique de production de chaleur.

Les pompes à chaleur permettent donc d'extraire de l'énergie (chaleur) à basse température à l'environnement, et d'en augmenter la température pour des besoins de chauffage. Le rendement d'une pompe à chaleur est usuellement défini sous la forme d'un coefficient de performance (COP), que l'on calcule comme le ratio de la quantité d'énergie produite par la pompe sur la quantité d'énergie électrique nécessaire au fonctionnement de la pompe pour une température donnée. Plus ce ratio est élevé et meilleur est le rendement de la pompe. Le coefficient de performance est comparable aux rendements des systèmes de chauffage à gaz ou à pétrole. Comme il est plus difficile d'extraire de la chaleur lorsque l'air ambiant est froid, le COP diminue lorsque la température chute. A contrario, plus la température extérieure est élevée et meilleure est le rendement de la pompe.

Les valeurs types de COP sont de l'ordre de 3 à 5. En d'autres termes, 1 kWh d'énergie électrique nécessaire à l'extraction de chaleur à une source renouvelable permet de

produire 3 à 5 kWh de chaleur en sortie de pompe (voir figure 3). Il en résulte donc que les pompes à chaleur ont de meilleurs rendements que les chaudières à énergie fossile.

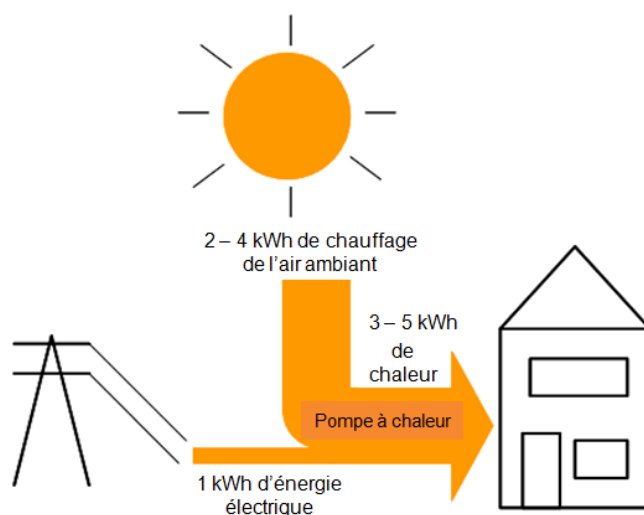


Figure 3 : exemple de coefficient de performance de pompes à chaleur

6. Installation des pompes à chaleur à air

Comparativement aux autres types de pompes à chaleur, les pompes à chaleur à air sont relativement simples à installer et constituent un investissement rentable pour toutes les constructions existantes. Toutefois, une mauvaise installation des pompes peut entraîner des surconsommations d'énergie électrique, un inconfort et divers problèmes de maintenance.

L'un des problèmes le plus souvent rencontré concerne le flux d'air au travers de l'échangeur situé à l'intérieur de l'habitat. Lorsque le flux d'air est réduit, les capacités de chauffage et de refroidissement s'en trouvent affectées et le rendement de l'unité diminue. Phénomène plus rare, lorsque le flux d'air est trop important, cela peut entraîner une mauvaise déshumidification en mode climatisation, des bruits dans les canalisations et l'accumulation de déchets [6].

6.1 Conception

Afin de garantir que le dimensionnement de la pompe à chaleur répond favorablement à vos besoins en termes de chauffage et de climatisation, il convient de se faire assister par un installateur expérimenté pour le choix et l'achat de la pompe à chaleur. Une unité surdimensionnée aura des cycles d'arrêt et de redémarrage plus fréquents, ce qui entraînera un mauvais contrôle de l'humidité en été et une réduction de la durée de vie

de la pompe. Les pompes sont conçues afin d'être les plus discrètes possibles et de couleur neutre afin de s'intégrer au mieux à la décoration de l'habitat. Les niveaux de bruit sont contrôlés afin d'être les plus faibles possibles en fonctionnement normal.

Il convient, par ailleurs, de prendre en compte les éléments suivants au moment de l'installation ou de la conception des systèmes de pompes à chaleur :

- ◆ le système de canalisations pour la distribution de l'air doit être correctement dimensionné, correspondre aux capacités de la pompe, et permettre de distribuer l'air de façon satisfaisante dans tous les endroits de la maison ;
- ◆ le système de distribution de l'air doit être correctement installé et parfaitement étanche afin d'en garantir la performance.

Les bâtiments neufs et correctement isolés peuvent être facilement chauffés par une pompe à chaleur. A contrario, obtenir un chauffage adéquat des bâtiments anciens ou mal isolés peut présenter des difficultés. Pour ce type de bâtiment, il est souvent nécessaire d'augmenter la température des thermostats des radiateurs ou des planchers chauffants, à des valeurs supérieures à la gamme de température du meilleur rendement de la pompe à chaleur. Des chauffages d'appoint sont alors nécessaires pour assurer un chauffage adéquat en hiver. Même pour les maisons bien isolées, il n'est pas rare d'avoir recours à des systèmes de chauffage d'appoint pour plus de confort.

Les pompes à chaleur sont entraînées par des moteurs électriques d'assez fortes puissances, et donc fonctionnant mieux avec une alimentation triphasée. Ce type d'alimentation est malheureusement peu répandu dans le parc domestique européen. Toutefois, les pompes de petite puissance (inférieur à 8 kW en sortie) ont un rendement équivalent avec une alimentation monophasée. Il existe aussi des systèmes à compresseurs multiples. Il est communément reconnu que les unités alimentées en triphasé sont plus résistantes et plus fiables que les unités monophasées, et c'est donc le modèle que nous recommandons. Il peut être judicieux de vous renseigner auprès de votre fournisseur d'électricité afin de déterminer quels sont les coûts associés à l'installation d'une alimentation triphasée.

6.2 Installation

L'installation des pompes à chaleur doit être réalisée par des techniciens compétents et dans le respect des prescriptions du fabricant et des standards/normes nationaux et locaux. Il existe toutefois des lignes directrices applicables à la plupart des pompes à chaleur, qui doivent donc être appliquées de fait dans la mesure où ces instructions ne vont pas à l'encontre des différentes prescriptions.

En règle générale, l'installation peut être réalisée en tenant compte des quatre points critiques suivants :

Les essentiels

fr.leonardo-energy.org

- ◆ l'armoire de traitement d'air intérieur, et particulièrement le flux d'air au-dessus de l'unité de soufflage et au travers des canalisations de distribution ;
- ◆ le système de refroidissement, et particulièrement la charge frigorigène ;
- ◆ l'unité extérieure, et notamment son alimentation en air ;
- ◆ le système de contrôle, et particulièrement le thermostat qui permet la mise sous et hors tension de l'unité.

Les pompes à chaleur permettent de produire de l'air froid ou chaud à de très bons rendements et peuvent générer des économies d'énergie significatives. Il n'est toutefois pas très cohérent d'investir dans un système performant de chauffage si par ailleurs l'habitat souffre de déperditions calorifiques importantes du fait d'une mauvaise isolation des murs, de la toiture et des ouvrants, ou de courants d'air au travers de fissures ou de joints non étanches.

Il est donc primordial, dans la plupart des cas, de réduire les fuites d'air non maîtrisées et d'augmenter le niveau d'isolation thermique avant d'investir dans un système de chauffage.

6.3 Fonctionnement et maintenance

La maintenance est la clef d'un fonctionnement efficace et d'une durée de vie accrue des pompes à chaleur. Certaines opérations de maintenance simples peuvent être effectuées par le propriétaire de l'installation, mais il est fortement recommandé de faire réaliser une opération de maintenance annuelle par un service professionnel compétent. La fin de la saison fraîche est le meilleur moment pour entreprendre la maintenance de l'unité en vue de la saison chaude à venir.

La maintenance des filtres et des différents circuits de circulation de fluide permet d'améliorer de façon importante la performance ainsi que la durée de vie de l'unité. La saleté accumulée dans les filtres, les circuits ou les ventilateurs réduit les flux de circulation d'air, ce qui entraîne une baisse de rendement et des casses en cas de fonctionnement prolongé.

L'examen des filtres doit être mensuel, et le nettoyage ou le remplacement doit se faire selon les instructions du fabricant. Les circuits des échangeurs doivent être aspirés ou brossés à intervalles réguliers, comme cela est spécifié dans la notice du fabricant. Le circuit de l'unité extérieure peut être nettoyé au jet. Profitez du nettoyage des filtres et des circuits pour inspecter l'unité à la recherche d'autres problèmes potentiels

Les pales des ventilateurs doivent être nettoyées, mais la lubrification du moteur ne doit être réalisée que si cela est spécifié par le constructeur. Ces opérations doivent être réalisées annuellement afin de permettre d'obtenir le flux d'air en sortie de ventilateur suffisant pour un fonctionnement satisfaisant de l'unité. La vitesse de rotation du ventilateur doit aussi être contrôlée. Si le ventilateur est entraîné en direct, le rendement

peut aussi être impacté par des réglages de poulie incorrects, des tensions de courroies trop faibles, ou encore des vitesses de rotation moteur mal adaptées.

Les canalisations de distribution doivent être inspectées et nettoyées afin de garantir que le flux d'air n'est pas perturbé par une mauvaise étanchéité, des accumulations de poussière, ou tout autre type d'obstruction pouvant apparaître dans les grilles d'aération.

Il convient de faire attention à ce que le flux d'air au travers des canalisations et des cassettes ne soit pas obstrué par du mobilier, des tapis, ou d'autres éléments. Un fonctionnement prolongé à flux d'air perturbé peut conduire à des pannes au niveau du compresseur.

Par ailleurs, les fabricants de pompes attirent l'attention des propriétaires sur les problèmes spécifiques de fonctionnement et de maintenance suivants :

- ◆ le rendement d'une pompe à chaleur est meilleur lorsque la température d'une pièce est maintenue constante. Il convient donc d'éviter les variations trop fortes de température entre le jour et la nuit ;
- ◆ on peut avoir l'impression, pendant la saison de chauffage, que de l'air froid provient des cassettes de ventilation, ce phénomène est propre à la conception des pompes et ne trahit pas un sous-dimensionnement de l'installation : le confort de chauffage peut être assuré avec un système correctement dimensionné ;
- ◆ un mode de décongélation s'opère automatiquement de façon périodique afin d'évacuer toute formation de glace ;
- ◆ l'unité extérieure doit être installée au-dessus de la limite dominante de neige, et la zone autour de l'unité doit être bien dégagée tout au long de l'année ;
- ◆ en période de basse température, l'unité fonctionne de façon continue, sauf à mettre en marche des systèmes de chauffage supplémentaires.

7. Coûts et bénéfices

Il est important de prendre en compte tous les éléments de coûts et les bénéfices éventuels avant d'investir dans une pompe à chaleur. Bien que les pompes à chaleur soient moins énergivores que les modes de chauffage ou de climatisation traditionnels, le prix d'achat est néanmoins plus élevé. Il est donc important de correctement évaluer les économies d'énergie à venir afin de définir si ces économies couvrent le surcoût d'achat. Par ailleurs, les pompes sont plus économiques lorsqu'elles sont utilisées pendant toute l'année. Il est donc plus pertinent d'investir si les besoins en chauffage et en climatisation couvrent l'année entière.

7.1 Investissement

Comme souvent, le prix d'achat ne doit pas être le seul critère, et le produit le moins cher ne constitue pas toujours la solution la plus économique. Si la puissance en sortie de pompe n'est pas suffisante pour chauffer l'habitation, les économies réalisées au moment de l'achat peuvent rapidement être effacées par des factures énergétiques plus élevées.

Les pompes à chaleur à air sont les mieux adaptées aux besoins domestiques. Les puissances sont de l'ordre de 4 à 7kW et coûtent entre 1 200 et 3 000 €, et peuvent produire l'équivalent de 50 kWh de chauffage [7]. Ce ne sont là que quelques grandes lignes et il convient d'être prudent concernant les critères de choix. Les prix varient aussi fortement en fonction de la qualité de la pompe.

7.2 Coûts de fonctionnement

Les coûts énergétiques d'une pompe à chaleur peuvent être inférieurs à ceux d'autres systèmes de chauffage, particulièrement les chauffages électriques ou à fioul. Les économies réalisées dépendent bien évidemment du type d'énergie utilisé pour le chauffage (électricité, fioul, gaz propane ou gaz naturel, etc.), et des coûts relatifs de ces énergies dans votre région.

L'utilisation d'une pompe à chaleur nécessite moins de gaz ou de fioul, mais augmentera votre consommation d'électricité. Dans une région où l'électricité est chère, les coûts de fonctionnement peuvent alors être défavorables aux pompes à chaleur. Selon ces différents critères, le temps de retour sur investissement d'une pompe à chaleur comparativement à un climatiseur est typiquement de l'ordre de 2 à 7 ans.

7.3 Durée de vie

La durée de vie des pompes à chaleur est de l'ordre de 15 à 20 ans. Le composant critique du système est le compresseur. La plupart des pompes ont une garantie initiale d'un an, durée pouvant varier d'un constructeur à l'autre, sur pièces et main-d'œuvre.

7.4 Bénéfices attendus par la mise en place de pompe à chaleur

Les pompes à chaleur sont de plus en plus populaires, bénéficiant d'un aspect « plug and play » pour leur facilité de mise œuvre, leur coût relativement faible, et les économies d'énergie réalisables. Il n'en reste pas moins qu'il convient de passer en revue l'ensemble des éléments de coûts et de bénéfices avant d'investir dans une telle

solution, tout en gardant en mémoire que, malgré des coûts de fonctionnement plus faibles, les prix d'achat sont plus élevés.

Le prix ne doit donc pas être le seul critère à prendre en compte, et d'autres éléments doivent être étudiés, notamment : quel est l'espace requis pour l'installation de la pompe à chaleur ? Y a-t-il des changements ou des améliorations à apporter au système de distribution actuel ? Quel type de maintenance doit être apporté et quel en est le prix ?

Le bruit est aussi un argument à prendre en compte. Les pompes modernes sont très silencieuses, mais il est préférable de vous faire votre propre idée sur une pompe installée en fonctionnement.

Pour les climats les plus froids, il est préférable de sélectionner un modèle avec un système de dégivrage à la demande. La plupart des modèles récents incluent cette option essentielle qui permet de réduire les cycles de dégivrage, et donc de réduire les coûts supplémentaires liés à la surconsommation énergétique associée.

L'avantage essentiel des pompes à chaleur est que la quantité d'énergie nécessaire au transfert de chaleur est moins importante que la conversion d'énergie électrique en chaleur, tout en ne produisant pas de gaz polluants tels que le monoxyde de carbone.

8. Notes

- [1] Programmes de production d'air chaud ; East Central Energy
- [2] Altherma par Daikin ; solution de chauffage et de climatisation des habitations
- [3] Technologies des pompes à chaleur et impact environnemental, Association Européenne des pompes à chaleur, Juillet 2005
- [4] www.eneco.nl
- [5] Chauffage et climatisation avec une pompe à chaleur, ressources naturelles Canada, Déc. 2004
- [6] Installation centralisée de pompe à chaleur et d'air conditionné, Département Energie des Etats Unis, Fév. 2003.
- [7] <http://www.renewableenergy.no>

L'Association Européenne, pour la promotion des pompes à chaleur, représentant l'industrie européenne des pompes à chaleur, a développé plusieurs études de cas et d'autres concepts à ce sujet.