



LA POMPE A CHALEUR (ER 10)

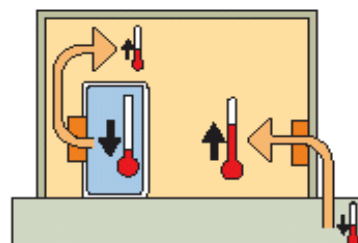
Réchauffer l'intérieur d'une pièce en captant la chaleur naturelle de l'extérieur.

1 INTRODUCTION

Depuis quelques années dans notre pays, la pompe à chaleur bénéficie d'un regain d'intérêt pour ses applications de chauffage des bâtiments et de production d'eau chaude sanitaire. Cette technologie qui suscite la curiosité du Belge candidat à l'utilisation de systèmes alternatifs de production de chaleur est pourtant depuis longtemps entrée dans le quotidien d'autres Européens (principalement en Scandinavie et en Europe germanique).

2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La pompe à chaleur (PAC) est un équipement de chauffage qui transfère la chaleur d'un milieu froid (source de calories) à un endroit chaud (pièce à chauffer). Elle fait partie des technologies des frigos. Dans un réfrigérateur, la chaleur est extraite de l'intérieur du frigo vers l'extérieur. La pompe à chaleur a pour finalité de réchauffer l'intérieur d'une pièce en captant la chaleur naturelle de l'extérieur. Pour des applications résidentielles, la pompe à chaleur puise ses calories dans un environnement proche tel que l'air extérieur, le sol ou l'eau d'un étang ou de la nappe phréatique.



Ce transfert de chaleur du froid vers le chaud ne s'effectue pas naturellement. Pour ce faire, le circuit de la pompe à chaleur met en œuvre un cycle thermodynamique (plusieurs changements d'état successifs d'un fluide) qui nécessite le fonctionnement d'un compresseur qui, tout comme votre frigo, consomme de l'électricité. Ainsi, la pompe à chaleur présente un intérêt énergétique uniquement si sa consommation électrique est largement compensée par la quantité de chaleur qu'elle transfère.

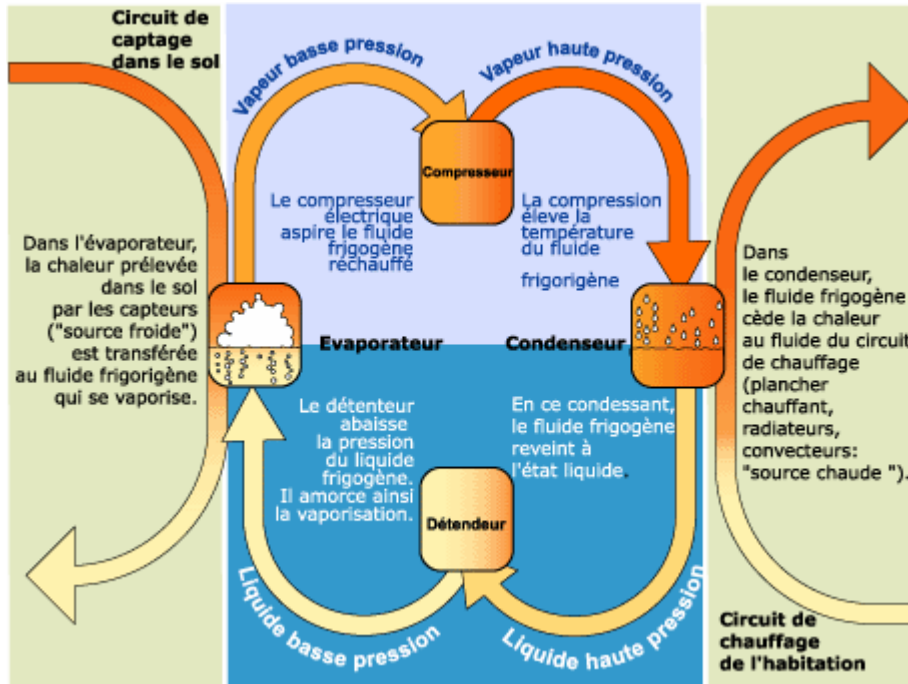
La pompe à chaleur comporte un circuit de transfert de chaleur qui se compose d'un **compresseur**, d'un **détendeur** et de deux échangeurs de chaleur : l'**évaporateur** pour capter les calories dans le milieu froid et le **condenseur** pour délivrer les calories dans le milieu chaud.

2.1 LE CIRCUIT

Le cycle thermodynamique se réalise dans un circuit fermé dans lequel circule un **fluide frigorigène**. Un fluide frigorigène est un produit qui est, soit à l'état liquide, soit à l'état gazeux selon les conditions de pression et de température auquel il est soumis. Ce sont les changements d'état qui permettent de prendre et de donner de la chaleur.

- Dans l'**évaporateur**, le fluide s'évapore, c'est-à-dire qu'il passe de l'état liquide à l'état gazeux et prend les calories du milieu dans lequel il est placé, à l'image de la transpiration qui s'évapore sur notre peau en la refroidissant.
- Ensuite, le gaz est aspiré, comprimé et mis en circulation par le **compresseur**.
- Les nouvelles conditions de pression auquel le fluide est soumis, entraînent un retour à l'état liquide. Dans le **condenseur**, la chaleur dégagée par cette condensation est évacuée dans le milieu dans lequel il est placé.
- Le liquide obtenu passe au travers d'un **détendeur** qui abaisse la pression du liquide. Les nouvelles conditions de pression entraînent une vaporisation. Le fluide est revenu dans l'évaporateur et le cycle peut continuer.





Principe de fonctionnement d'une PAC (www.ademe.fr)

2.2 LA PERFORMANCE

Les performances de la pompe à chaleur sont caractérisées par un **C**oefficient de **P**erformance (COP). Le COP est le rapport entre la chaleur fournie par le condenseur et l'électricité consommée pour la produire. Plus le COP est élevé, plus la pompe à chaleur est performante. Le COP est influencé par la différence et la stabilité de température entre la source froide et la source chaude, l'efficacité des échangeurs de chaleur et la consommation électrique du compresseur.

Le COP varie au cours du temps en fonction des conditions de fonctionnement et il mérite d'être établi sur une longue période d'utilisation. Le COP saisonnier est donc le critère à considérer pour caractériser la pompe à chaleur.

Exemple : Une pompe à chaleur qui a un COP saisonnier de 4 signifie qu'elle fournit 4 kWh thermique pour 1 kWh électrique consommé.

Conseil : L'installation de la pompe à chaleur doit être effectuée par des professionnels compétents. Le dimensionnement des échangeurs de chaleur doit être précis. Une pompe à chaleur mal dimensionnée se traduit par une baisse importante du COP.

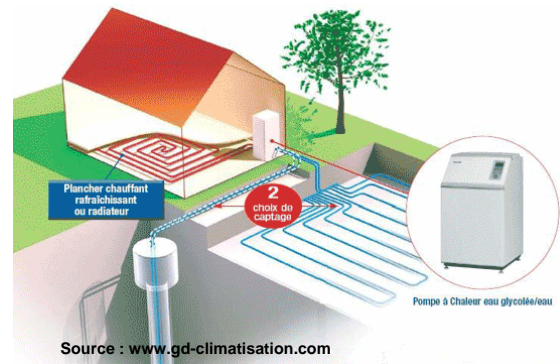
L'aménagement de ce type de chauffage doit être pensé et programmé dès la conception de l'habitation ou lors d'une rénovation importante.

3 LES DIFFÉRENTES SOURCES

La pompe à chaleur absorbe les calories dans le sol, l'eau ou l'air pour les redistribuer dans l'habitation. Dans les trois cas, le principe est identique mais l'installation varie. Il faut choisir le système d'échangeur le plus approprié à la situation.

3.1 LE SOL

Lorsqu'une pompe à chaleur puise ses calories dans le sol, on parle souvent de pompe à chaleur géothermique. Pour profiter de la chaleur contenue dans le sol, il existe deux possibilités : soit on utilise la couche de terre superficielle (le sol du jardin) à l'aide d'un échangeur horizontal, soit on utilise la chaleur des couches plus profondes du sol à l'aide de sondes verticales.



Le sol du jardin

On récupère la chaleur que le soleil apporte au sol à l'aide d'un **réseau de tuyaux** qui, comme vous pouvez l'observer sur le schéma précédent, est enterré à environ 70 cm de profondeur. Ce réseau de tuyaux est généralement en cuivre, protégé par une gaine en plastique. Pour un logement bien isolé, la surface disponible doit être d'environ 1,5 à deux fois la surface à chauffer, plus si le bâtiment est mal isolé, moins s'il est très bien isolé. Pour éviter l'altération des tuyaux par les racines, il faudra veiller à ne pas planter d'arbres.

Avantages du sol : pour autant que l'échangeur de chaleur ne soit pas sous-dimensionné, il fournit à la pompe à chaleur une source froide qui bénéficie d'une température stable. En effet, la température du sol ne varie pas au cours d'une journée, et assez peu au cours d'une année. Le COP de ce type de pompe à chaleur est généralement performant.

Le sol profond

Les capteurs horizontaux nécessitent une grande surface et leur installation n'est pas toujours possible surtout en milieu urbain.

On peut les remplacer, comme l'indique également le schéma précédent, par des **sondes verticales** de 50 à 150 m de profondeur. Il s'agit de longs tubes de polyéthylène en forme de U placés à l'aide d'engins de forage. L'installation est complexe, coûteuse et nécessite un permis. Elle est généralement envisagée pour des projets de plusieurs logements afin de répartir les frais fixes de chantier.

La température du sol à de telles profondeurs dépend fortement de la nature du sous-sol et des couches successives, mais le COP de telles installations est généralement assez bon.

Il faut environ 2 puits de 50 m pour chauffer une maison de 120 m².

Le saviez-vous ?

Malgré que l'on fore jusqu'à 100 m, il s'agit ici de géothermie de surface où la chaleur est essentiellement d'origine solaire (par rayonnement et par infiltration des eaux de surface). Les puits géothermiques qui exploitent la chaleur émise par le noyau terrestre vont quant à eux, chercher la chaleur à plusieurs km de profondeur.

3.2 L'AIR

Une pompe à chaleur peut puiser ses calories dans l'air extérieur (quasi toujours dehors, si placée en cave il faut une très grande cave avec un renouvellement d'air). On parle alors de pompe à chaleur aérothermique. L'évaporateur est constitué d'une série de tubes dans lesquels circule le liquide frigorigène. Ces tubes sont en contact avec l'air ambiant. On peut laisser circuler l'air de manière naturelle (échangeur à air statique) ou forcer la circulation de l'air à l'aide d'un ventilateur (évaporateurs à convection forcée). Dans ce dernier cas, le rendement de l'installation chute encore. En effet, il est nécessaire d'utiliser de l'électricité pour le ventilateur et d'autre part, un système de dégivrage est mis en route dès que la température de l'air se situe en dessous de 5°C.



Echangeur à air statique (APERe)

Cette technique est certainement la plus simple à mettre en place mais la température de l'air extérieur varie fortement, ce qui fait varier le COP de la pompe en conséquence. Ce type de PAC est souvent associé à un chauffage d'appoint qui fonctionnera uniquement lorsque la PAC ne peut fournir assez de chaleur. La PAC n'est pas surdimensionnée et le système entre seulement en vigueur si la PAC ne peut pas livrer assez de chaleur.



3.3 L'EAU

Une pompe à chaleur peut puiser ses calories dans l'eau d'une nappe phréatique, d'un étang ou d'une rivière. Cette solution offre une source froide avec une température très stable (entre 10 à 14°C) mais est relativement complexe à mettre en place. Elle nécessite une étude préalable portant sur l'impact que peut avoir un prélèvement de chaleur sur le milieu.

Avantage : Le COP de la pompe à chaleur est haut et varie peu. Si on a facilement accès à de l'eau de source, ceci est la source de chaleur la plus appropriée à utiliser grâce à sa température constante et relativement élevée.

4 LA REDISTRIBUTION DE CHALEUR

Il existe différentes manières de redistribuer la chaleur à l'intérieur de l'habitation. Mais plus la redistribution se fait à basse température, plus la pompe à chaleur est efficace. En effet, au plus l'écart de température entre la source froide et la source chaude est faible, au plus le COP sera élevé.

Il est possible de redistribuer la chaleur à l'aide d'un chauffage par le sol ou les murs, par un chauffage à air pulsé, ou par un chauffage à ventilo-convecteurs.

4.1 LE CHAUFFAGE PAR LE SOL ET LES MURS

Pour chauffer une habitation par le sol, on intègre, dans le revêtement, un serpentin dans lequel circule de l'eau chauffée grâce aux calories fournies par la pompe à chaleur. Il s'agit d'un système à basse température, qui fonctionne bien car la surface d'échange est grande. Ce type de chauffage est assez efficace, grâce à la faible température nécessaire à son fonctionnement.

Ce système de chauffage présente une grande inertie : il met un certain temps à réagir à une demande d'augmentation ou de diminution de la température (de l'ordre de quelques heures).



Source : APERe

Les murs peuvent également être utilisés comme surface de chauffage. Cette solution peut s'avérer plus opportune en cas de rénovation.

4.2 LE CHAUFFAGE PAR AIR PULSE

Il est possible de pulser de l'air dans un échangeur au sein duquel circule un fluide chauffé grâce aux calories de la pompe à chaleur. L'air est directement chauffé à des températures de 30 à 40°C. Il est ensuite acheminé vers les pièces de l'habitation via un système de gainage.

Le système peut s'inverser et il permet de refroidir l'habitation si cela s'avère nécessaire. On dit qu'il est réversible. D'un point de vue énergétique, la réversibilité est déconseillée. Il est bien plus judicieux de concevoir le logement pour qu'il n'y ait pas de surchauffe.

Ce type de chauffage consomme plus d'électricité et ne dispose pas d'une grande inertie. Il faut faire tourner la pompe à chaleur le jour ce qui empêche l'utilisateur de bénéficier du tarif de nuit.

5 EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE

Généralement, en site urbain dense, seules les pompes à chaleur géothermiques à capteurs verticaux et les pompes à chaleur aérothermiques conviennent. En effet, ce sont les seules qui occupent un espace au sol réduit.

Le placement des sondes géothermiques est cher et nécessite une bonne accessibilité pour les engins de forage. Le placement des sondes n'est donc envisageable que dans le cas de construction neuve ou de très grosse rénovation.

Suivant la nature du sol, une étude récente du bureau VITO montre que ce type de PAC ne peut malheureusement pas être installé partout en Région de Bruxelles-Capitale.

Les PAC aérothermiques quant à elles, ont souvent un COP saisonnier bas. Elles ne sont d'ailleurs pas soutenues par une prime contrairement aux autres types de PAC.

CONCLUSIONS

- ⊕ Réduction de la consommation d'énergie primaire (si COP > 3).
- ⊕ Réduction de l'émission de gaz à effet de serre (si COP > 3).
- ⊕ Réduction de la pollution par émission de poussières et micro-particules.
- ⊕ A combiner avec du chauffage basse température, répondant très bien aux besoins du corps humain et procurant une sensation de chaleur agréable.
- ⊕ Gain d'espace à l'intérieur (car pas de radiateur).
- ⊕ Avantages du chauffage électrique (pas de livraison de combustible, pas d'odeur, pas de risque d'explosion).

- ⊗ Investissement élevé, surtout dans le cas de l'utilisation de capteurs verticaux.
- ⊗ Autorisations nécessaires pour le forage de capteurs verticaux.
- ⊗ Les professionnels expérimentés capables de réaliser un forage vertical sont peu nombreux.
- ⊗ Nécessité de recyclage ou de destruction du fluide frigorigène de la PAC (ceux-ci sont actuellement des fluides polluants et participant en cas d'évaporation à l'effet de serre).
- ⊗ Nécessité d'une habitation adaptée. Les PAC efficaces sont aujourd'hui encore difficilement adaptables dans des logements existants sauf en cas de rénovation lourde.

6 PLUS D'INFOS

Bruxelles Environnement - IBGE
Service Info Environnement

www.bruxellesenvironnement.be

Tél. : 02/ 775 75 75

APERe asbl
Point Info Energie Renouvelable

www.bruxelles-renouvelable.be

Tél. : 02/ 218 78 99

bruinfo@apere.org

L'ABEA, l'Agence bruxelloise de l'énergie

www.curbain.be

Tél. : 02/ 512 86 19

Service public fédéral des Finances

www.energie.mineco.fgov.be

Tél.: 02/ 201.26.64

