

LES POMPES À CHALEUR

DOSSIERS N°53

[mise à jour : 11/2009]



Une pompe à chaleur puise la chaleur du sol, de l'air ou de l'eau et l'utilise pour chauffer la maison, et éventuellement l'eau chaude. On peut choisir ce type de chauffage pour une maison neuve ou, moyennant une rénovation lourde, l'installer dans un bâtiment existant.

Le chauffage représente plus de 70% de la consommation d'énergie à la maison ! Pour réduire nos consommations et nos dépenses en la matière, il est prioritaire d'éviter les consommations inutiles (baisser le thermostat de 1°C, couper le chauffage pendant la nuit et en cas d'absence, fermer les rideaux, etc.) et de réduire les besoins de chauffage (en renforçant l'isolation, en éliminant les courants d'air...). Il est possible d'aller plus loin en recourant aux énergies renouvelables pour se chauffer : le bois (sous toutes ses formes bûches, plaquettes, granulés...), le soleil et les pompes à chaleur (PAC).

Les pompes à chaleur sont principalement installées pour le chauffage des logements. Certaines PAC sont également utilisées pour produire de l'eau chaude sanitaire, à la fois pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (PAC mixtes) et même pour rafraîchir des locaux en été (PAC réversibles, déconseillées comme expliqué plus loin).

Pomper la chaleur dans l'environnement

Une pompe à chaleur est une installation qui permet d'extraire des calories dans le milieu extérieur (sol, eau ou air) et de les transférer à l'intérieur d'un bâtiment. Le fonctionnement d'une PAC est très

comparable à celui de votre réfrigérateur qui extrait les calories à l'intérieur de l'appareil et les rejette dans la cuisine. Le transfert de chaleur s'effectue au travers d'un fluide frigorigène qui est mis en circulation dans un circuit comprenant un évaporateur, un compresseur, un condenseur et un détendeur.

1. Le fluide frigorigène est à l'état liquide et froid ; il entre en contact avec le milieu extérieur (appelé « source froide ») dans un échangeur de chaleur, l'évaporateur. Comme le milieu extérieur est plus chaud que le fluide, ce dernier se vaporise.
2. Un compresseur électrique aspire ce fluide devenu vapeur et le compresse, ce qui augmente sa température (comme l'air dans une pompe à vélo). Cela permet également au fluide de parcourir le circuit.
3. Le fluide, chaud et à haute pression, entre ensuite dans un second échangeur de chaleur, le condenseur, et cède sa chaleur à la source à chauffer (appelée « source chaude », par exemple l'eau du circuit de chauffage), ce qui provoque sa condensation ; il devient donc liquide.
4. Le fluide frigorigène, liquide et encore à haute pression, passe enfin dans un détendeur qui fait baisser sa pression et sa température.
5. Au contact avec la source « froide », il est à nouveau vaporisé et le cycle recommence.



Source : Energie 4, trimestriel de la Région wallonne sur l'énergie

Le compresseur consomme de l'énergie (électrique dans le cas des PAC utilisées dans les logements) mais l'ensemble du système en récupère 2 à 6 fois plus dans le milieu. Le rapport entre l'énergie consommée et l'énergie thermique fournie par la PAC est appelé le coefficient de performance (ou COP).

Le COP est fonction de la différence de température entre la source froide et la source chaude : au plus cette différence est faible, au plus le COP est élevé. Les meilleurs COP s'obtiennent en puisant les calories dans l'eau souterraine (qui conserve une température de 7 à 12°C, même en hiver) ou dans le sol et en utilisant une source « chaude » qui soit à basse température (typiquement un chauffage par le sol).

Le COP varie au cours de l'année puisque la température de la source « froide » n'est pas constante, comme l'illustre ce graphique de température dans le sol, à 60 cm de profondeur.



Source : Renouveau, le trimestriel de l'APERe, 1er trimestre 2007

On considère donc le rendement moyen saisonnier qui est le rapport entre toute l'énergie consommée par la PAC et l'énergie thermique fournie par celle-ci sur la saison de chauffe. Pour qu'une PAC soit considérée comme une utilisation d'énergie renouvelable, elle doit présenter un COP moyen saisonnier minimal de 3.

Les PAC sont classées en : géothermiques (puisent la chaleur dans le sol), hydrothermiques (dans l'eau) et aérothermiques (dans l'air). Notons que dans tous les cas la pompe à chaleur utilise en fait de l'énergie... solaire emmagasinée par le milieu.

Pomper la chaleur dans l'eau

La plupart des PAC hydrothermiques puisent les calories dans l'eau d'une nappe phréatique ou, beaucoup plus rarement, dans une rivière, un lac ou un étang. Après utilisation, l'eau peut être rejetée dans un cours d'eau en surface ou réinjectée dans la nappe à l'aide d'un second forage. Le coût d'installation est important (implication de un ou plusieurs forages). En Région wallonne, le rejet

d'eau dans la nappe phréatique est soumis à autorisation et est généralement refusé.

Pomper la chaleur dans le sol

Pour puiser la chaleur dans le sol, on peut utiliser des capteurs horizontaux ou des capteurs verticaux.

La première solution se met en œuvre en déployant un réseau de tubes à une profondeur de 60 cm à 120 cm. Cette solution est gourmande en espace : on estime que la surface de capteur nécessaire est de 1,5 à 2 fois la surface à chauffer.



Source : Plaquette PAC www.energivie.fr

La seconde solution consiste à aller chercher la chaleur plus profondément dans le sol (jusqu'à 80 m) avec une ou plusieurs boucles en U (sondes géothermiques). Cela permet une moindre consommation d'espace en surface mais cette solution est plus coûteuse à mettre en œuvre et demande des autorisations particulières.

Pomper la chaleur dans l'air

Ce n'est que depuis peu que les PAC aérothermiques sont considérées comme des sources d'énergie renouvelables par l'Union européenne. Les progrès, notamment au niveau du compresseur, leur permettent maintenant d'atteindre des COP de 3 sans difficulté. Principal atout : facilité d'installation et donc coût plus faible. Elles sont, de loin, les plus répandues en Europe.

Les PAC réversibles

Ce sont des PAC aérothermiques où il est possible d'inverser le cycle du fluide frigorigène pour lui faire capter des calories dans l'air intérieur et les rejeter à l'extérieur. Il ne s'agit pas d'une climatisation à proprement parler : ce type de PAC permet juste de rafraîchir l'air intérieur de 3 à 4 degrés. On les déconseille car elles incitent à la surconsommation d'électricité en été et réduisent ainsi les économies d'énergie réalisées en hiver.

Les émetteurs de chaleur

La PAC se combine idéalement avec un chauffage basse température : chauffage par le sol, radiateurs basse température ou un chauffage à air chaud. Le chauffage par le sol (aussi appelé plancher chauffant) est formé de tubes noyés dans une dalle de béton et dans lesquels circule de l'eau chaude ou même le fluide frigorigène de PAC à détente directe. Il offre une grande sensation de confort.



Circuit de chauffage par le sol - Source : APERe

Aspects environnementaux

Fluides frigorigènes

Dans les PAC modernes, les fluides frigorigènes ne portent plus atteinte à la couche d'ozone (comme c'était le cas du R22) mais ils peuvent être de puissants gaz à effet de serre.

Energie primaire

L'électricité doit être produite à partir d'une autre source et on considère un rendement moyen de 40% pour les centrales électriques en Europe.

Le rapport énergétique primaire (PER) s'obtient donc en divisant le COP moyen saisonnier par 2,5. Pour 1 kWh d'énergie primaire fourni, une pompe à chaleur de COP = 3 restitue donc 1,2 kWh, ce qui reste meilleur que les performances d'une chaudière à condensation.

Type de PAC Source chaude/source froide	T° source froide à l'entrée de l'évaporateur	T° source chaude à la sortie du condenseur	COP min	PER min (COP min /2,5)
Air/air	T° sèche : 2 °C T° humide : 1 °C	20°C	2,90	1,16
Air/eau	T° sèche : 2 °C T° humide : 1 °C	35	3,10	1,24
		45	2,60	1,04
Saumure/air	0°C	20°C	3,40	1,36
Saumure/eau	0°C	35 °C	4,30	1,72
		45°C	3,50	1,40
Eau/eau	10°C	35°C	5,10	2,04
		45°C	4,20	1,68
Eau/air	15°C	20°C	4,70	1,88
	(source de la boucle d'eau) 20°C	20°C	4,40	1,76

Valeurs de COP minimal saisonnier à atteindre par les PAC pour pouvoir bénéficier de l'écolabel européen (d'après la Décision de la CE du 9/11/2007).

Economies de CO2

Energie Facteur 4 (www.ef4.be), propose un calcul détaillé qui tient compte d'un coefficient de fuite du fluide frigorigène de la PAC, en prenant comme point de comparaison des systèmes qui fournissent 19800 kWh_{thermiques} par an.

- une PAC de COP =3 (qui consomme donc 6600 kWh_{électriques}/an) émet l'équivalent de 3219 kg de CO2 par an
- une chaudière au gaz naturel émet 5524 kg de CO2 par an ; sans tenir compte de la consommation en électricité des auxiliaires de la chaudière (circulateur, brûleur)
- une chaudière au mazout émet 6732 kg de CO2 par an ; sans tenir compte de la consommation en électricité des auxiliaires de la chaudière.

Améliorez votre score en passant à l'électricité verte

Vous pouvez encore diminuer les émissions de CO2 dues au fonctionnement de votre PAC en passant à l'électricité verte (et ce n'est pas nécessairement plus cher !)

Consultez le classement de Greenpeace (www.jenesuispasidiot.be) et les simulateurs officiels (<http://simulateur.ugr.be> en Région wallonne et www.brugel.be à Bruxelles).

Aides et primes

A Bruxelles :

- Pour les PAC combinées chauffage et eau chaude sanitaire : de 4250 à 4750 € par logement (dépend des revenus) et max 50% de la facture.

Infos et conditions :

<http://www.environnement.brussels/thematiques/energie/les-primes-energie-en-2015>

En Région wallonne

- Pour les PAC chauffage, le montant de la prime est de 800 € par unité d'habitation.
- Pour les PAC eau chaude sanitaire, le montant de la prime est de 400 € par unité d'habitation.
- Pour les PAC combinées chauffage et eau chaude sanitaire, le montant de la prime est de 800 € par unité d'habitation.

Ces primes sont augmentées en fonction de la tranche de revenus.

Infos et conditions : <http://energie.wallonie.be>

Autres primes

Certaines communes et une province octroient une prime supplémentaire. Une liste actualisée de ces communes est disponible sur le site : www.guides.be

Pour aller plus loin

- Fiche de l'ADEME sur les pompes à chaleur : www.ademe.fr
- Le journal des énergies renouvelables n° 193 - 2009
- EF4, Facilitateur wallon pour les pompes à chaleur, www.ef4.be

Des réponses personnalisées à vos questions : 081 730 730 | info@ecoconso.be | www.ecoconso.be

Liens

[1] <https://www.ecoconso.be/fr/content/conditions-dutilisation-de-nos-contenus>

[2] <http://www.energievie.fr>

[3] <http://www.ef4.be/fr/pompes-a-chaleur/aspects-environnementaux/impact-environnemental.html>

[4] <http://www.jenesuispasidiot.be/fr/>

[5] <http://simulateur.ugr.be>

[6] <http://www.brusim>

[7] <http://www.environnement.brussels/thematiques/energie/les-primes-energie-en-2015>

[8] <http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Particuliers/Informer.aspx?id=3232&langtype=2060>

[9] <http://energie.wallonie.be>

[10] http://www.guides.be/article/les_primes_communales_energies_renouvelables_wallonie_bruelles.html

[11] <http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/pacg/index.htm>

[12] <http://www.ef4.be>

