

03 Pompes à chaleur (électriques)

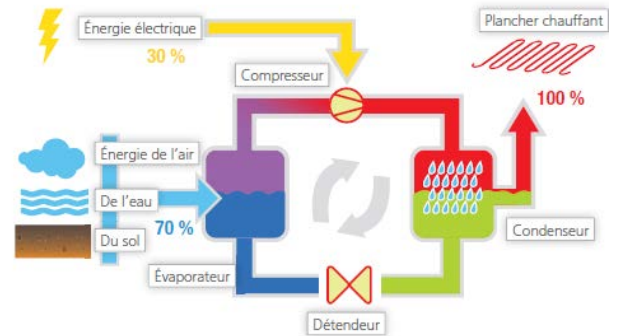
Principe

Mars 2018

La pompe à chaleur (PAC) est un système de chauffage qui opère un transfert de chaleur en « pompant » la chaleur d'un milieu à basse température (appelé source froide) pour la céder à un milieu à plus haute température (appelé source chaude). Un apport d'énergie est pour cela nécessaire notamment pour alimenter le compresseur électrique (gaz dans le cas d'une PAC à absorption).

Ce n'est donc pas une énergie totalement renouvelable puisque les pompes à chaleur fonctionnent en consommant de l'électricité. Néanmoins, c'est l'efficacité plus importante par rapport à un chauffage électrique direct qui rend son utilisation intéressante.

Schéma de principe d'une pompe à chaleur électrique :



Légende du schéma de fonctionnement :

L'**évaporateur** : le fluide frigorigène s'évapore en absorbant la chaleur du milieu extérieur.

Le **compresseur** : entraîné par un moteur électrique, il aspire et comprime les vapeurs, ce qui provoque l'échauffement du fluide.

Le **condenseur** : les vapeurs repassent à l'état liquide en cédant leur chaleur au milieu intérieur.

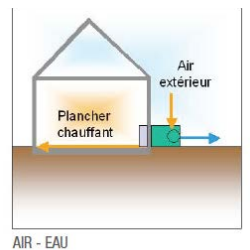
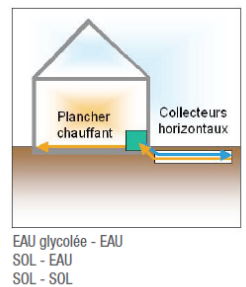
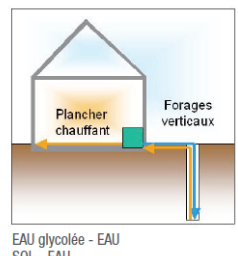
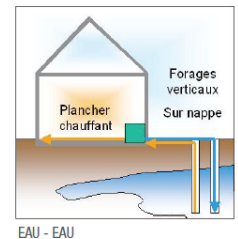
Le **détendeur** : abaisse la pression du fluide ainsi que sa température.

Détails techniques

Les différents types de pompes à chaleur

Les **pompes à chaleur dites "géothermiques"** puisent la chaleur dans le sol ou l'eau (de nappe ou de surface) via un réseau de capteurs ou de forages (horizontaux ou verticaux).

Les **pompes à chaleur dites "aérothermiques"** puisent la chaleur dans l'air ambiant extérieur ou intérieur du bâtiment. Ces pompes à chaleur sont plutôt destinées aux zones possédant un hiver doux.



		Avantages	Inconvénients
Puisage de la chaleur sur :	Air	Coût. Mise en oeuvre assez simple. Plus adapté aux zones tempérées (bords de mer)	Performances faibles lorsqu'il fait froid Dégivrage plus fréquents par temps humide Bruit
	Eau	Bonnes performances constantes (si bon dimensionnement).	Coût élevé des forages/ terrassement. Attention au dimensionnement.
	SOL - Fluide frigorigène	Bonnes performances constantes (si bon dimensionnement).	Coût élevé des forages/ terrassement Surface au sol nécessaire importante Grande quantité de fluide frigorigène
Emission de chaleur par :	Air	Elévation rapide de la température. Coût.	Bruit Mauvaise répartition de la chaleur Inconfort thermique
	Eau	Confort thermique et acoustique. Utilisable avec d'autres énergies.	Performances faibles si l'eau est chauffée à haute température (plus de 40-45°C)
	Fluide frigorigène	Confort.	Grande quantité de fluide frigorigène Aucune substitution d'énergie possible

Les Pompes à chaleur

La performance des pompes à chaleur

Le coefficient de performance (COP) d'une pompe à chaleur électrique correspond au rapport entre l'énergie électrique absorbée par la pompe et l'énergie thermique restituée.

$$\text{COP} = \text{Puissance calorifique restituée} / \text{Puissance électrique absorbée}$$

Un COP est toujours défini par des températures de fonctionnement : un **COP (7°C ; 35°C) = 3,5** signifie que pour une température du milieu à basse température de 7 °C et une température d'eau de chauffage de 35 °C, la pompe à chaleur consomme 1 kWh d'électricité pour produire 3,5 kWh d'énergie thermique. Le COP sera plus faible si la différence de température entre la source froide et la source chaude est plus élevée.

Conseils d'installation :

- Avant toute chose, il est fortement conseillé de se rapprocher du SDE22 et/ou d'ENEDIS afin de vérifier l'impact du raccordement de la PAC sur le réseau de distribution électrique.
- Bien choisir la « source froide » (stock de chaleur ou débit suffisant).
- Privilégier un circuit de chauffage basse température (idéalement moins de 35°C).
- Pour les PAC aérothermiques, privilégier les façades moins exposées pour l'implantation de l'unité extérieure (façade sud dans l'idéal) permet d'éviter le givrage de l'échangeur.
- Faire réaliser un bilan de puissance du bâtiment afin de dimensionner la PAC au plus près des besoins et ainsi éviter un surdimensionnement qui générera surconsommation et usure prématurée. L'utilisation d'un ballon tampon (15 à 30 l/kW thermique) est fortement conseillé afin d'éviter le fonctionnement de la PAC en cycle court.
- Idéalement, la mise en service doit être effectuée par le fabricant ou par la station technique locale agréée par ce dernier.
- Dans le cas d'une géothermie, une étude de site est nécessaire pour déterminer la nature du sol et l'emplacement du captage pour respecter les distances préconisées pour un bon fonctionnement (bâti, végétation, réseaux, distance entre captages, etc...). **Attention pensez aux déclarations administratives en cas de forage.**
- Il peut être intéressant de placer un sous-compteur dédié afin d'identifier précisément les consommations de la pompe à chaleur et pouvoir réagir en cas de dérive.

Pompes à chaleur et effet de serre :

Pour une pompe à chaleur, l'impact sur l'effet de serre n'est pas neutre : les émissions liées à la production d'électricité pendant la saison de chauffe sont significatives. Par ailleurs, les fluides frigorigènes utilisés ont un pouvoir de réchauffement global très élevé (1200 à 2000 fois supérieur à celui du CO₂) et contribuent donc de manière plus importante au réchauffement climatique. Les fuites de fluide peuvent atteindre 10 % par an pour du matériel assemblé sur chantier.

Lorsque la quantité de gaz frigorigène présente dans l'installation (donnée par le fabricant) dépasse 2 kg, la législation impose un contrôle d'étanchéité annuel (décret n°98-560 du 30/06/98) réalisé par une personne qualifiée. **Attention, les systèmes en détente directe contiennent des quantités plus importantes de fluides frigorigènes.**

Éléments financiers

A titre d'exemple, le coût pour une PAC air-eau basse température de 11 kW de puissance calorifique est d'environ **11 000 €**.

Pour une installation en géothermie compter **42 €/ml** de forage. Pour une installation de 17 kW sur sondes verticales (340 ml de forage), avec ballon tampon le coût de l'installation est d'environ **32 000 €**.

L'installation de pompe à chaleur dans les bâtiments tertiaires est éligible aux CEE sous conditions (voir fiche BAT-TH-113).