

Pompe à chaleur : ce qu'il vous faut savoir avant un achat

En France, plus d'un million de pompes à chaleur sont vendues chaque année, selon l'Association française pour les pompes à chaleur (Afpac).

### Définition

Une pompe à chaleur (PAC) est un appareil thermodynamique qui permet de chauffer un espace ou de le refroidir selon l'usage recherché (plancher chauffant, réfrigérateur, climatiseur, etc.).

Mis au point par un Américain dans les années 1930, ce procédé consiste à utiliser **des calories disponibles et gratuites**, récupérées dans le sol (géothermie de surface), les nappes phréatiques, ou l'air extérieur, transportées via des fluides frigorigènes.

Ces équipements fonctionnent quasiment tous à l'électricité. Mais **la quantité de chaleur produite est supérieure à l'électricité qu'ils consomment**, ce qui les rend bien plus efficaces, énergétiquement, qu'un radiateur électrique.

Le cas d'un chauffage est retenu ici pour l'explication. Schématiquement, il s'agit de « refroidir le froid pour réchauffer le chaud ».

### Principe de fonctionnement

Le principe d'une pompe à chaleur consiste à capter et à transférer de l'énergie thermique entre deux milieux par le biais d'un fluide caloporteur dit « frigorigène ». Ce fluide a pour particularité de s'évaporer à une faible température sous pression atmosphérique. Il transite à l'état liquide par un évaporateur : il y capte les calories issues de la chaleur d'une source externe naturelle (eau, air ou [sol](#)) et passe à l'état gazeux avec la hausse de température.

Pour faire circuler le fluide frigorigène, une pompe à chaleur consomme de l'électricité, au niveau du compresseur. (©Connaissance des Énergies)

Le fluide sous forme de gaz est ensuite aspiré par le compresseur de la pompe à chaleur. Sous l'effet de la pression, sa température s'élève encore. Le gaz chaud est alors propulsé dans un condenseur dans lequel il cède une partie de son énergie calorifique :

- soit par contact direct avec l'émetteur final de chaleur (ex : air ambiant) ;
- soit par l'intermédiaire d'un circuit secondaire dont le fluide transmet la chaleur à l'émetteur final (ex : réseau d'eau d'un logement).

En cédant de la chaleur, le fluide frigorigène se refroidit et redevient liquide. Sa température est encore abaissée par un détendeur qui diminue sa pression. Le fluide circule alors de nouveau vers l'évaporateur pour un nouveau cycle.

### Aérothermie et géothermie

L'aérothermie utilise la chaleur de l'air extérieur pour chauffer ou refroidir un bâtiment, tandis que la géothermie exploite la chaleur stable du sol pour le même objectif.

#### Aérothermie

[L'aérothermie](#) est une technologie qui utilise l'énergie thermique contenue dans l'air extérieur pour chauffer ou refroidir un bâtiment. Ce système repose sur l'utilisation d'une pompe à chaleur air-air ou

air-eau, qui extrait la chaleur de l'air extérieur même à basse température, la compresse pour augmenter sa température, puis la transfère à l'intérieur via des unités de ventilation ou un circuit d'eau chaude.

Quand il fait chaud, ce processus peut être inversé pour évacuer la chaleur de l'intérieur vers l'extérieur, assurant ainsi une climatisation efficace.

## Géothermie

[La géothermie](#) exploite la chaleur stable et constante du sol pour chauffer et refroidir les bâtiments. Ce système utilise des capteurs enterrés dans le sol ou des sondes géothermiques plongées dans des nappes phréatiques pour extraire la chaleur terrestre, qui est ensuite transférée à un fluide frigorigène.

Ce fluide est comprimé pour augmenter sa température et transférer la chaleur à un système de chauffage, tel que des radiateurs ou un plancher chauffant.

## Les types de PAC

Les différents types de pompes à chaleur sont souvent classés en fonction de la source de chaleur initiale et de l'émetteur final : air/air, air/eau, eau/eau, sol/eau, sol/sol, eau glycolée/eau, etc.

### Air-air

Les pompes à chaleur air-air fonctionnent en extrayant la chaleur de l'air extérieur à l'aide d'un fluide frigorigène qui circule dans un cycle thermodynamique. Ce fluide passe par un évaporateur, où il absorbe la chaleur de l'air extérieur, avant d'être comprimé, augmentant ainsi sa température. La chaleur ainsi produite est ensuite libérée à l'intérieur du bâtiment via un condenseur et distribuée par des unités intérieures soufflantes.

En été, le cycle peut être inversé pour extraire la chaleur de l'intérieur et la rejeter à l'extérieur, assurant ainsi une fonction de climatisation.

Les PAC air-air sont populaires pour leur installation relativement simple et leur capacité à fournir chauffage et climatisation dans un même système.

### Air-eau

Les pompes à chaleur air-eau fonctionnent sur le même principe thermodynamique que les PAC air-air, mais elles transfèrent la chaleur captée de l'air extérieur à un circuit d'eau. Ce circuit d'eau chauffée est ensuite utilisé pour alimenter des systèmes de chauffage central, comme des radiateurs, un plancher chauffant, ou des ventilo-convecteurs.

Le fluide frigorigène absorbe la chaleur de l'air extérieur via l'évaporateur, est comprimé pour augmenter sa température, puis libère cette chaleur dans le condenseur qui chauffe l'eau du circuit.

Les PAC air-eau peuvent également produire de l'eau chaude sanitaire et peuvent être connectées à des systèmes de chauffage existants pour améliorer l'efficacité énergétique globale du bâtiment.

### Eau-eau

Les pompes à chaleur « aquathermiques » eau-eau fonctionnent en exploitant la chaleur des nappes phréatiques pour chauffer un bâtiment et produire de l'eau chaude sanitaire.

Ce système comprend des sondes plongées dans l'eau souterraine, qui absorbent la chaleur terrestre. Cette chaleur est transférée à un fluide frigorigène circulant dans un circuit fermé. Le fluide est

compressé, augmentant sa température, puis il cède sa chaleur via un échangeur thermique à un circuit d'eau. Cette eau chaude est ensuite distribuée dans le système de chauffage du bâtiment, comme des radiateurs ou un plancher chauffant.

Le cycle se répète continuellement, assurant une source de chaleur renouvelable et constante, indépendamment des variations climatiques extérieures.

Qu'est-ce qu'un COP de PAC ?

Le Coefficient de Performance (COP) est l'indicateur permettant de mesurer l'efficacité énergétique des pompes à chaleur. Il exprime le rapport entre la quantité de chaleur produite et l'énergie électrique consommée pour la produire.

Par exemple, un COP de 6 signifie que pour chaque kWh d'électricité consommé, la pompe à chaleur génère 6 kWh de chaleur. Un COP élevé indique une meilleure efficacité, signifiant des économies d'énergie et des coûts réduits. La géothermie garantit un COP plus élevé que l'aérothermie.

Selon l'Ademe, **une pompe à chaleur produit en moyenne 4 fois plus de chaleur qu'elle ne consomme d'électricité(1)**.

**Une pompe à chaleur est d'autant plus efficace que la différence entre la température du milieu où est puisée la chaleur et celle des émetteurs de chaleur du logement est réduite.** « *Sa performance pourra être moins bonne par grand froid ou par journée très humide, mais même à une température négative elle consommera deux fois moins qu'une chaudière ou que des radiateurs électriques* », selon l'Ademe.

Coûts des pompes à chaleur

Le coût des pompes à chaleur varie dans une large fourchette en fonction du matériel installé, de la configuration retenue... Voici ci-après le comparatif de l'Ademe sur les coûts moyens entre les différentes technologies.

Quels éléments considérer quand on choisit une pompe à chaleur ?

Les pompes à chaleur et les chauffe-eau thermodynamiques doivent afficher une étiquette énergie, permettant d'évaluer leur efficacité (le guide Topten permet d'identifier les pompes à chaleur les mieux classées en fonction de leur étiquette énergie).

L'efficacité énergétique, souvent mesurée par le coefficient de performance (COP), est cruciale. Il est également important d'avoir en tête **les conditions climatiques de sa région**, car les performances des PAC air-air peuvent diminuer à des températures très basses, tandis que les PAC géothermiques sont moins affectées par les variations de température extérieure.

**L'état de l'isolation de sa maison** joue un rôle déterminant dans le choix de la puissance nécessaire pour la PAC : une maison bien isolée nécessitera une pompe à chaleur de moindre puissance, ce qui peut réduire les coûts d'installation et de fonctionnement.

En outre, **les coûts initiaux et les économies à long terme** doivent être évalués. Bien que les PAC géothermiques aient des coûts d'installation plus élevés en raison des travaux de forage nécessaires, elles offrent souvent des économies d'énergie significatives à long terme grâce à leur efficacité élevée et constante. Mais elles seront moins utiles dans les régions plus chaudes du sud.

Enfin, en cas de rénovation, **la compatibilité avec son système de chauffage actuel** et les besoins spécifiques de son ménage, comme la production d'eau chaude sanitaire, doivent être pris en compte.

Il est également important de considérer [les subventions financières disponibles](#), qui peuvent varier en fonction de la région et du type de PAC choisi. Le gouvernement soutient leur installation via des subventions sous condition de ressources. Pour une pompe à chaleur air-eau, elles s'élèvent jusqu'à 4 000 euros pour les ménages aux revenus très modestes et vont pour un système géothermique jusqu'à 10 000 euros.

Plusieurs aides sont disponibles pour soutenir remplacer un ancien chauffage au gaz ou au fioul par une pompe à chaleur (simulation des aides ici : [Le service public de rénovation de l'habitat | France Rénov'](#)). Mais les pompes à chaleur air/air ne sont pas éligibles à ces aides.

Autres conseils : passer par un artisan certifié RGE, ne pas signer de devis avant une visite sur site (et le professionnel doit passer dans toutes les pièces, vérifier leur isolation et non réaliser des visites expéditives).

Une « solution hyper-efficace » de la transition énergétique dans les bâtiments

Les pompes à chaleur constituent « *la technologie centrale d'une transition soutenable du chauffage* » dans les bâtiments, sous réserve qu'elles soient alimentées par de l'électricité produite par des filières bas carbone, souligne l'Agence internationale de l'énergie<sup>(2)</sup>.

À l'heure actuelle, le chauffage des bâtiments dans le monde engendre des émissions annuelles de près de 4 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>, soit environ 10% de l'ensemble des émissions mondiales de CO<sub>2</sub> selon l'AIE.

Considérant que les pompes à chaleur constituent le moyen privilégié pour décarboner le chauffage, l'AIE estime, dans son scénario « APS » (« Announced Pledges », si tous les objectifs annoncés à ce jour sont atteints dans les temps), que la puissance cumulée des pompes à chaleur dans le monde pourrait passer de près de 1 000 GW en 2021 à presque 2 600 GW en 2030 (en satisfaisant alors presque un cinquième des besoins de chauffage dans les bâtiments au niveau mondial)<sup>(3)</sup>.

Dans ce scénario, le développement accéléré des pompes à chaleur ferait chuter la consommation mondiale de gaz de près de 80 milliards de m<sup>3</sup> en 2030 (par rapport à 2021) et celle de fioul dédié au chauffage d'environ 1 million de barils par jour. En définitive, le développement des pompes à chaleur pourraient être responsable de « *près de la moitié de la réduction mondiale de consommation de combustibles fossiles pour le chauffage des bâtiments d'ici 2030, le restant provenant de mesures d'efficacité* ».

L'intérêt des pompes à chaleur serait particulièrement marqué dans l'Union européenne : près de 7 millions de pompes à chaleur pourraient y être vendus en 2030 selon l'AIE (contre environ 2 millions en 2021), ce qui pourrait permettre de réduire la consommation annuelle de gaz des États membres de 21 milliards de m<sup>3</sup> par an à l'horizon 2030 (soit presque 15% du niveau des importations européennes de gaz russe par gazoduc en 2021).

En France<sup>(4)</sup>, Emmanuel Macron a annoncé en septembre 2023 sa volonté de tripler le nombre de pompes à chaleur produites sur le sol français d'ici 2027, à un million d'unités par an, dans le cadre de la planification écologique du gouvernement pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> du pays et le réchauffement climatique.

dernière modification le 27 novembre 2024

## Sources / Notes

1. [Guide de l'Ademe sur les pompes à chaleur, novembre 2024.](#)
2. [The Future of Heat Pumps, AIE.](#)

Environ 10% des besoins de chauffage des bâtiments dans le monde ont été satisfaits par des pompes à chaleur depuis 2021, contre près de 40% par un chauffage au gaz, 10% au fioul et 15% par des réseaux de chauffage urbain. Le rythme de développement des pompes à chaleur est « en augmentation rapide » - **les ventes mondiales ont augmenté de 15% en 2021** (et de 35% dans l'Union européenne) - et certains pays sont déjà très équipés à l'image des pays nordiques, Norvège en tête (où 60% des bâtiments disposent de pompes à chaleur).
3. Pour atteindre la neutralité carbone en 2050, le monde devrait passer de plus de 200 millions de pompes à chaleur dans le monde en 2023 à 600 millions d'ici 2030.
4. En France, cela avait commencé timidement au choc pétrolier, mais la demande a longtemps stagné, variant au gré des prix du fioul, des aides, des opérations de promotion tentées par EDF, pâtissant aussi d'acteurs peu fiables attirés par l'effet d'aubaine. La forte hausse des prix de l'électricité, les considérations environnementales et la suppression progressive des chaudières ont changé la donne, surtout pour les constructions de maisons neuves. Les trois fabricants nationaux ont été rachetés par des marques étrangères. Ce n'est que ces dernières années que le pays voit revenir des usines assemblant des machines aux composants plus ou moins hexagonaux.