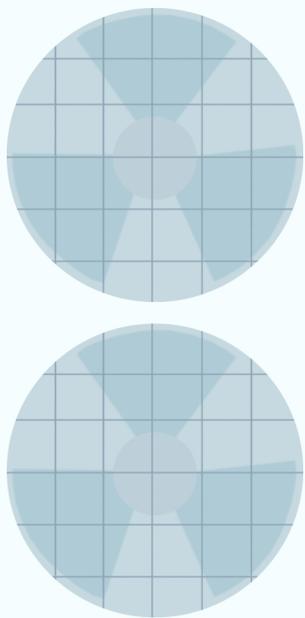


**Le chauffage**

**La pompe à chaleur  
Air/eau**





@nht83000

# La pompe à chaleur air/eau

## Le principe de base

Une pompe à chaleur (PAC) est un système dont le but est de valoriser la chaleur gratuite présente dans son environnement proche. Le modèle appelé **air/eau** récupère l'énergie présente dans l'air (source froide) puis augmente son niveau de température pour la restituer à une température plus élevée.

La pompe à chaleur est un dispositif performant mais son rendement varie en fonction de la température extérieure. Si elle est trop basse, un système d'appoint (souvent électrique) doit prendre le relais pour continuer à couvrir les besoins de chauffage.

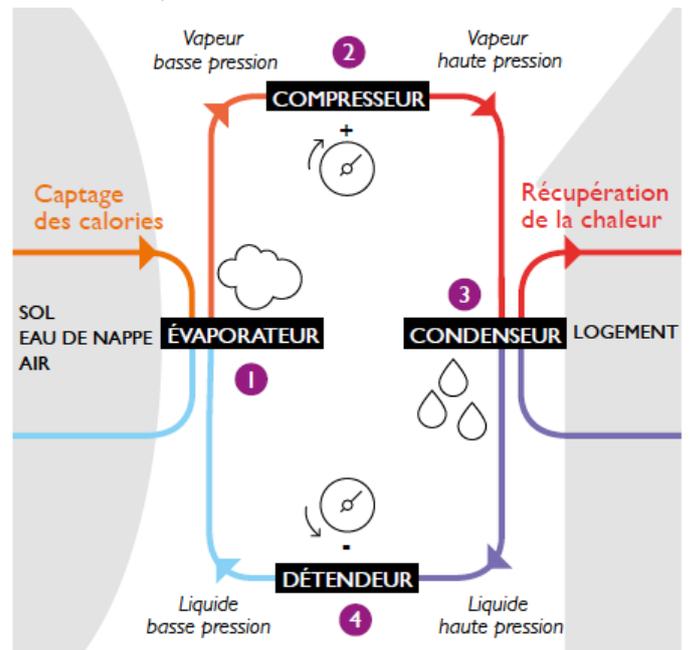
## Comment ça marche ?

La pompe à chaleur ou PAC est constituée d'un circuit fermé et étanche dans lequel circule **un fluide frigorigène** à l'état liquide ou gazeux selon les organes qu'il traverse.

Ces organes sont au nombre de 4 :

- l'évaporateur
- le compresseur
- le condenseur
- le détendeur

### Principe de fonctionnement de la PAC



- 1 La chaleur prélevée à l'extérieur est transférée au fluide frigorigène qui se vaporise.
- 2 Le compresseur électrique aspire le fluide frigorigène vaporisé. La compression élève la température du fluide frigorigène.
- 3 Le fluide frigorigène cède sa chaleur à l'eau du circuit de chauffage, à l'eau sanitaire ou directement à l'air du lieu à chauffer. Le fluide frigorigène se condense et revient à l'état liquide.
- 4 Le détendeur abaisse la pression du liquide frigorigène qui amorce ainsi sa vaporisation. Le fluide frigorigène se condense et revient à l'état liquide.

@ADEME

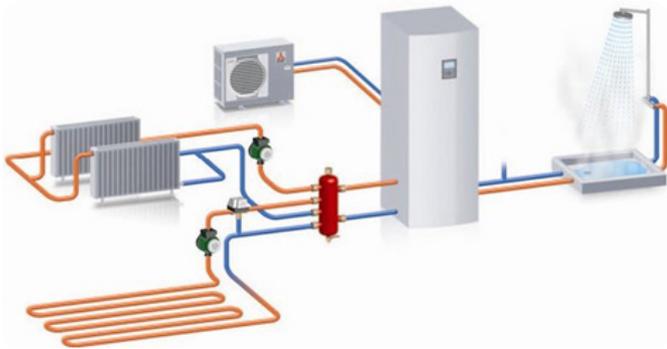


## Pour quelles applications

La pompe à chaleur air/eau qui puise la chaleur directement dans l'air constitue une alternative intéressante aux chaudières, notamment pour le remplacement des modèles fioul.

Simple à mettre en oeuvre, elle se raccorde sans gros travaux au réseau de chauffage existant pour alimenter en eau chaude un plancher chauffant ou des radiateurs.

Elle peut être constituée d'un seul élément, on l'appelle alors PAC **monobloc** ou de 2 unités séparées, reliées par un circuit de liquide frigorigène (**bi-bloc**).



## Le chauffage

On distingue également trois grands types de pompes à chaleur, en fonction des émetteurs de chauffage :

- la PAC haute-température : elle fournit de l'eau entre 65 et 80°C dans le circuit de chauffage (radiateur)
- la PAC moyenne-température : l'eau de chauffage est entre 55 et 65°C degrés
- la PAC basse-température : l'eau de chauffage est entre 35 et 45°C degrés

Dans le cadre de rénovations de l'habitat, on opte généralement pour des PAC air-eau moyenne-température voire haute-température. Les PAC basse température sont généralement réservées aux planchers chauffants ou aux radiateurs surdimensionnés.



## L'eau chaude sanitaire

Les PAC peuvent également produire de l'eau chaude sanitaire. On peut obtenir de l'eau chaude sanitaire de deux façons : avec une PAC double service qui assure les deux fonctions. La PAC assure le chauffage de la maison et l'eau du ballon est chauffée en récupérant une partie de la chaleur du fluide frigorigène. Quand la PAC ne fonctionne pas, une résistance électrique chauffe l'eau sanitaire ;



## Le rafraîchissement

En inversant le cycle du fluide frigorigène, la pompe à chaleur puise des calories dans le logement et les rejette à l'extérieur. Les PAC munies de ce dispositif sont dites « réversibles ». Elles assurent une baisse modérée de la température, de l'ordre de 3 à 4 °C de moins qu'à l'extérieur. Il s'agit donc d'une fonction de rafraîchissement et non de climatisation.



## Pour quels gains

Pour produire du chaud ou du froid, la pompe à chaleur consomme de l'électricité pour alimenter le compresseur.

Une résistance électrique de secours ou d'appoint est installée pour couvrir les besoins lorsque la température extérieure est trop basse. Sa puissance varie en fonction de l'installation mais est souvent comprise entre 3 et 9kW.

Sa capacité à puiser les calories dans l'air lui permet d'obtenir un bon rendement et par conséquent de réduire les consommations énergétiques.

Ce niveau de rendement est évalué selon son coefficient de performance (COP) : plus le chiffre est élevé, plus l'appareil est performant.

A titre d'exemple, un COP de 4 signifie qu'une pompe à chaleur restitue 4 kWh d'énergie pour 1 kWh d'énergie consommé.

Attention, car ce niveau de performance est souvent donné pour des conditions de températures favorables. Il est donc indispensable de bien dimensionner son installation pour que la PAC fonctionne le plus possible en thermodynamique en limitant le recours à la résistance électrique.



## La conception



@Gina Sanders



### Les études préalables

Pour bien dimensionner votre PAC, un bureau d'étude thermique ou un installateur qualifié doit calculer les déperditions du bâtiment afin de déterminer au plus juste la puissance nécessaire pour couvrir les besoins de chauffage.

Le choix de l'équipement se fera aussi en fonction de la température d'eau à fournir au réseau de chauffage et du type d'émetteur (radiateurs alu, fonte, plancher chauffant, ventilo-convecteur...):

**les PAC basse et moyenne température (PAC BT et MT)** fournissent une eau à température comprise entre 35 et 45 °C. Elles conviennent aux logements neufs ou rénovés avec de faibles besoins de chauffage.

**les PAC haute température (PAC HT)** fournissent de l'eau à plus de 55 °C et leur consommation d'énergie est plus élevée que les modèles précédents à cause d'un rendement moins élevé.

**Cet aspect est très important car à défaut vous parcourez deux risques :**

**- Sur-dimensionnement :**

vous allez payer une machine trop puissante pour vos besoins, plus chère et qui consomme plus. Son efficacité sera moindre ainsi que sa durée de vie.

**- Sous-dimensionnement :**

vous allez avoir besoin d'utiliser plus souvent un générateur d'appoint comme une résistance électrique et donc faire moins d'économies.

**La puissance calorifique délivrée par la PAC en période la plus froide doit être comprise entre 70% et 100% des déperditions du bâtiment.**

La puissance cumulée thermodynamique + appoint électrique ne dépasse pas 120% des déperditions du bâtiment.

### Prescriptions de mise en oeuvre

Les principales prescriptions particulières de conception et mise en oeuvre des différents systèmes de PAC sont rassemblées dans le NF DTU 65.16 «Installations de pompes à chaleur» qui donne les prescriptions de conception et de mise en oeuvre des pompes à chaleur (PAC) à compression électrique de puissance thermique nominale maximale inférieure ou égale à 70 kW.

### Les indicateurs de performances

Pour mesurer la performance d'une PAC en mode chauffage et refroidissement, on divise la quantité d'énergie produite en thermodynamique par la quantité d'énergie électrique réellement consommée.

En mode chaud, le coefficient de performance s'intitule **COP**.

En mode froid, le coefficient de performance s'intitule **EER**.

Les valeurs de COP et EER indiquées dans les fiches techniques des fabricants sont données pour une température extérieure de base (-7°C; +7°C).

Vous pouvez également rencontrer d'autres valeurs de performances sous les acronymes **SCOP et SEER**. **Plus précis, ces coefficients dits saisonniers sont calculés sur une un fonctionnement annuel pour un climat moyen.**

Ces indicateurs vous permettent de comparer les performances entre les divers modèles et fabricants de pompe à chaleur. Plus les coefficients sont élevés, plus l'appareil est performant.

Veillez toutefois à ce que les valeurs annoncées soient **certifiées**.

*Exemple d'une matrice de performance de COP pour une PAC de 7.50 kW*

<b>COP</b>	<b>-15°C</b>	<b>-7°C</b>	<b>+2°C</b>	<b>+7°C</b>
<b>35°C</b>		2.58		4.55
<b>45°C</b>		<b>2.25</b>		3.50
<b>55°C</b>		1.72		2.71

<b>Pabs</b>	<b>-15°C</b>	<b>-7°C</b>	<b>+2°C</b>	<b>+7°C</b>
<b>35°C</b>		2.33		1.65
<b>45°C</b>		<b>2.44</b>		2.14
<b>55°C</b>		3.20		2.77

A une température extérieure de -7°C, cette PAC de 7,50 kW va consommer 2,44 kW d'électricité pour fournir une eau de chauffage à 45°C.

**Son Cop est de 2,25 : 7,50/2,44 =2,25**



## Les points de vigilance



### Aspects réglementaires

Le décret d'application n° 2020-912 du 28 juillet 2020 publié le 29 juillet au Journal Officiel, rend obligatoire l'entretien des PAC dont la puissance est comprise entre 4 et 70 kW. Cette maintenance doit être effectuée **tous les 2 ans**.



### L'entretien

Pour que l'installation conserve ses performances et dure longtemps, il faut la faire surveiller et entretenir par un spécialiste qualifié. Les opérations de maintenance doivent comprendre à minima:

- le nettoyage des composants
- le contrôle des connexion électriques
- la vérification de l'état des isolant des liaisons frigorifiques
- la vérification de l'état du compresseur
- la vérification de l'état des filtres (de l'unité intérieurs et des unités extérieures)
- la vérification des réglages de la PAC.

L'idéal est de souscrire à un contrat d'entretien annuel pour un montant de l'ordre de 120 à 150€.

### A savoir

**Une PAC performante, c'est bien mais une PAC installée dans un logement bien isolé, c'est mieux !**

Si vous voulez installer une PAC chez vous, sachez qu'il est préférable de bien isoler votre logement. Vous pourrez ainsi opter pour une PAC moins puissante (donc moins coûteuse) qui fonctionne à moyenne ou basse température (eau chauffée à moins de 55° C), ce qui améliore son rendement.



Dans certains cas, il sera nécessaire d'adapter la puissance électrique souscrite auprès de votre fournisseur d'énergie. Cette modification entraînera une augmentation de votre tarif d'abonnement.



Les pompes à chaleurs sont des appareils bien au point mais plutôt sophistiqués. Leurs conception, dimensionnement et pose exigent un savoir-faire spécifique.

Pour l'installation, choisissez un professionnel **qualifié RGE**.

D'autres appellations de confiance comme **Qualipac** vous garantissent que l'entreprise a validé le cursus de formation élaboré par l'Afpac et le Costic. Elle accepte le contrôle de certaines de ses installations par un organisme indépendant.



Il convient également de vérifier auprès de sa compagnie d'assurance que les éventuels dommages dont les matériels pourraient faire l'objet sont bien couverts (les cartes électroniques des pompes à chaleur sont des éléments fragiles et sensibles aux orages...).



## Combien ça coûte?



@suthisak



### Quel investissement

Si l'installation d'une PAC air-eau est a priori relativement aisée, elle doit néanmoins être confiée à un professionnel.

Ce coût est généralement estimé entre 10 et 15% du prix d'achat de la PAC. Par ailleurs, la PAC air-eau nécessite des radiateurs à eau ou un plancher chauffant pour fonctionner. Si vous n'en disposez pas, il vous faudra alors en installer.

Pour une pompe à chaleur air-eau raccordée directement au chauffage central, le prix d'installation peut varier entre 8.000 et 16.000 euros.

Le prix d'acquisition moyen d'une pompe à chaleur air-eau sans production d'eau chaude sanitaire est de 10 000€ TTC. Le coût moyen de la main-d'œuvre pour une telle installation est de 1500 euros TTC.

Il faudra investir environ 2000 euros de plus si vous souhaitez un système qui permet d'alimenter le circuit de chauffage et de chauffer l'eau sanitaire.

### Les aides financières

**En rénovation**, l'installation d'une pompe à chaleur air/eau donne droit à une prime CEE (certificats d'économie d'énergie), délivrée par des entreprises que l'on appelle des «obligés».

Renseignez-vous auprès de votre installateur ou d'un conseiller énergie de votre région pour connaître les modalités d'obtention.

Pour les particuliers, une aide financière de l'état peut être mobilisée, son montant est déterminé en fonction d'un certain nombre de critères (date de construction, revenus du ménage, statut d'occupation...).

Pour en savoir plus, connectez-vous sur :

<https://france-renov.gouv.fr/>

Pour bénéficier de ces aides, l'installation doit être réalisée par un professionnel **qualifié RGE**.



### Les critères d'éligibilité

L'obtention de primes et des aides financières est conditionné par le respect d'un certain nombre de critères :

- Fourniture d'un devis non signé détaillant les caractéristiques de performances des futurs équipements.
- Respect des critères de performances minimales

Les pompes à chaleur (PAC air/eau, eau/eau, sol/eau, sol/sol) doivent avoir une efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage, calculée avec son appoint électrique ou à combustible fossile :

≥ à 126% si elles fonctionnent à basse température ;

≥ à 111% si elles fonctionnent à moyenne et haute température

- Installation réalisée par un professionnel **qualifié RGE**.



## L'impact global



©Eakrtin



## L'impact environnemental

Les fluides frigorigènes utilisés pour le fonctionnement des pompes à chaleur sont pour la plupart nocifs pour l'environnement. Ceux qui détruisent la couche d'ozone sont maintenant interdits ou en cours d'élimination. C'est le cas du R22, qui a longtemps été le fluide frigorigène le plus employé. Ils sont remplacés par des fluides comme les HFC (R407C, R410A, R417A), inoffensifs vis à vis de la couche d'ozone. Mais ces fluides restent de puissants gaz à effet de serre.



## Durée de vie et recyclage

La durée de vie conventionnelle pour ce type d'équipements est de **17 ans**.

La plupart des modèles vendus aux particuliers bénéficient d'une garantie de 3 ans, parfois 5 ans, ce qui est relativement peu au regard de l'usage intensif et la complexité d'un tel appareil.

Une PAC contient un fluide frigorigène néfaste pour l'environnement. Si celui-ci est libéré dans l'atmosphère, les composés de chlore portent atteinte à la couche d'ozone. Si il s'écoule dans le sol, il représente un danger pour les nappes phréatiques.

Il convient donc de procéder à la dépose et au recyclage d'une vieille pompe à chaleur en s'adressant à un professionnel du secteur qui déposera votre pompe à chaleur dans les points de collecte mis en place par la filière de recyclage des Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE).



## L'impact acoustique

Attention au voisinage, certaines PAC aérothermiques sont plus bruyantes que d'autres. Il convient donc vérifier le niveau de bruit émis et bien choisir l'emplacement de l'unité extérieure pour ne pas créer de nuisances sonores.

### Choisir l'implantation

En tout premier lieu il est recommandé de prévoir des dispositions d'intégration de la PAC (haies, canisses, habillage...).

Le lieu d'implantation va avoir un impact sur la réflexion du bruit émis, il est donc recommandé :

- d'éviter les angles et les cours intérieures.
- de ne pas diriger la ventilation en direction du voisinage.
- de s'éloigner des limites de propriété
- de ne pas installer l'unité extérieure sous une fenêtre.



PAC correctement placée



Disposition à proscrire



PAC correctement placée



Disposition à proscrire



PAC correctement placée



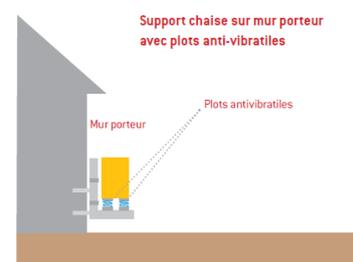
Disposition à proscrire

©AFPAC

Si aucunes de ces dispositions ne peuvent être appliquées, des dispositifs techniques comme la pose d'un écran anti-bruit, de matériaux absorbants ou d'encoffrement existent. Il est conseillé de faire appel à un acousticien qui déterminera la solution appropriée.

### Les supports de fixation

Pour limiter la propagation de vibrations, l'unité extérieure de la PAC doit être fixée sur un mur lourd à l'aide d'un support muni de plots anti-vibratiles.



Il existe aujourd'hui de nombreuses solutions techniques pour limiter notre impact sur l'environnement, réduire les consommations énergétiques et améliorer le confort thermique des bâtiments.

En rénovation ou en construction, de nombreuses questions se posent sur le choix énergétique et l'intérêt de chacune de ces propositions.

Pour vous éclairer dans vos choix, le CAUE 30 a élaboré une série de fiches techniques qui détaillent les points clé à connaître avant toute décision.



## Fiches complémentaires



FT07



- FT01 L'isolation thermique des murs
- FT02 L'isolation thermique des toitures
- FT03 L'isolation thermique des planchers
- FT04 Les menuiseries extérieures et occultations
- FT05 Les matériaux biosourcés
- FT06 La pompe à chaleur air/eau
- FT07 La pompe à chaleur géothermique
- FT08 Les chaudières et poêles à granulés de bois
- FT09 Les poêles à bois et inserts
- FT10 L'optimisation des systèmes de chauffage
- FT11 Le chauffe-eau thermodynamique
- FT12 La production solaire thermique
- FT13 La ventilation mécanique
- FT14 Les puits climatiques
- FT15 La production solaire photovoltaïque individuelle
- FT16 Le confort thermique
- FT17 Le guide des gestes verts

## Références

ADEME  
AFPAC  
COSTIC  
CSTB  
AFNOR

