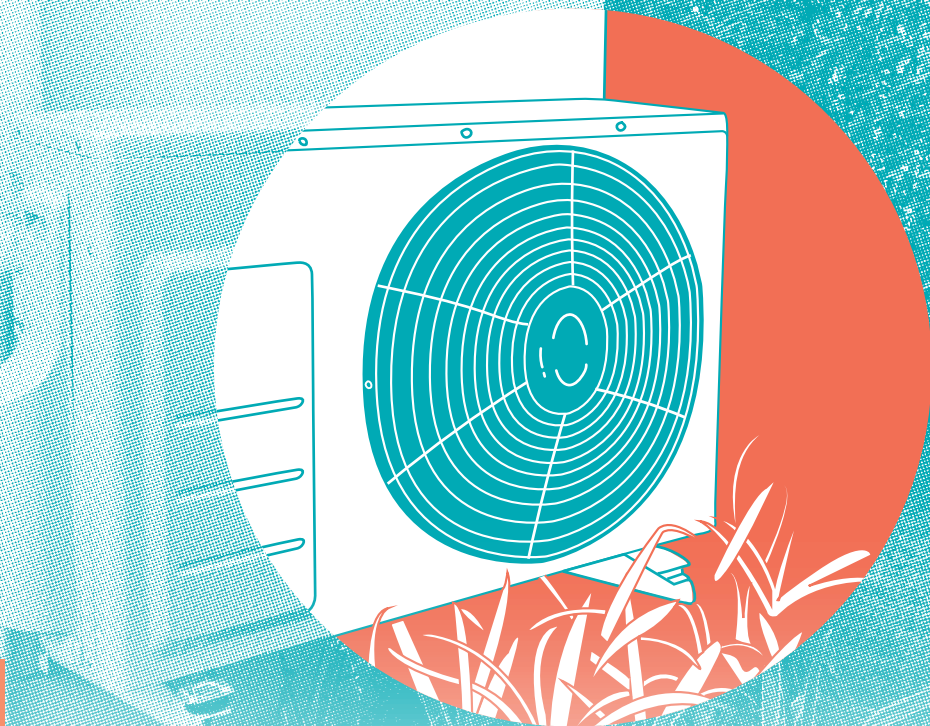


**RÉNOVATION**

# S'équiper d'une pompe à chaleur



**CLÉS POUR AGIR**

Les 3 points  
forts de la  
pompe à  
chaleur

p 6

Tout savoir  
sur les pompes  
à chaleur

p 10

Recommandations  
pour la pose et  
l'entretien

p 22

# Sommaire

- 4 Tour d'horizon  
La pompe à chaleur dans tous ses états
- 6 LES 3 POINTS FORTS DE  
LA POMPE À CHALEUR
- 8 À VÉRIFIER  
AVANT TOUT
- 10 TOUT SAVOIR SUR  
LES POMPES À CHALEUR
- 14 ZOOM SUR LES POMPES À  
CHALEUR GÉOTHERMIQUES
- 18 ZOOM SUR LES POMPES À  
CHALEUR AÉROTHERMIQUES
- 20 DE L'EAU CHAUDE AVEC UN  
CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE
- 22 RECOMMANDATIONS POUR  
LA POSE ET L'ENTRETIEN

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME | 20, avenue du Grésillé | 49000 Angers

Conception graphique: Agence Giboulées - Rédaction: ADEME, Agence Giboulées - Illustrations: Claire Lanoë  
Photos: Couverture : © Kwangmoozaa/Shutterstock.com; page 3: © Nancy Pauwels/Shutterstock.com; page 6: © Caifas/Shutterstock.com; page 9: © Krakenimages.com/Shutterstock.com; page 10: © Ralf Geithe/Shutterstock.com; page 17: © Mauro Rodrigues/Shutterstock.com; page 20: © Voluro/Shutterstock.com; page 22: © Kuchina/Shutterstock.com - Impression: L'Artésienne



## La pompe à chaleur: un équipement de chauffage écologique !

L'énergie est de plus en plus chère. Pour de nombreux ménages français, les pompes à chaleur sont désormais des systèmes très intéressants. Fonctionnant avec des énergies renouvelables, elles permettent de se passer du fioul et du gaz pour le chauffage et la production de l'eau chaude. Elles peuvent aussi remplacer des radiateurs électriques. Les ménages sont alors moins exposés à des risques de variation importante de leurs factures d'énergie. Brûler moins d'énergies fossiles permet aussi de limiter les émissions de gaz à effet de serre et de lutter contre le changement climatique.

Il existe plusieurs types de pompes à chaleur. Le choix se fera en fonction de votre terrain, de vos besoins en énergie et de votre budget.

Ce guide vous donne toutes les clés pour mener à bien votre projet. Du choix du matériel à son entretien en passant par son coût, les travaux nécessaires et ses atouts, vous saurez tout sur les pompes à chaleur !

**66,4 %** DES ÉQUIPEMENTS  
DE CHAUFFAGE CENTRAL  
INDIVIDUEL VENDUS EN  
2022 SONT DES POMPES  
À CHALEUR

SOIT **PLUS DE  
1 MILLION** D'UNITÉS  
VENDUES EN 2022

**UNE PAC PRODUIT, EN  
MOYENNE, 4 FOIS  
PLUS DE CHALEUR  
QU'ELLE NE CONSOMME  
D'ÉLECTRICITÉ**

Source : Suivi du marché 2022  
des pompes à chaleur individuelles,  
Observ'ER, mai 2023

Vous cherchez des conseils pour rénover votre logement ? Contactez vite un espace conseil France Rénov'.

Pour trouver le conseiller le plus proche de chez vous et sélectionner des professionnels RGE, consultez les annuaires en ligne.



france-renov.gouv.fr

0 808 800 700

Service gratuit  
+ prix appel

# LA POMPE À CHALEUR DANS TOUS SES ÉTATS

Il existe 2 sources d'énergie pour alimenter les pompes à chaleur : la chaleur de l'air et la chaleur du sol. Plusieurs technologies permettent ensuite de restituer la chaleur dans le logement. Tour d'horizon des possibilités et des contraintes.

## UNE POMPE À CHALEUR, C'EST QUOI ?

Pour faire du chauffage, une pompe à chaleur prélève un peu de chaleur d'une « source froide » (sol du jardin, air environnant ou eau d'une nappe), augmente son niveau de température et la restitue à une température plus élevée dans le logement.

Son fonctionnement 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.

## SES ATOUTS

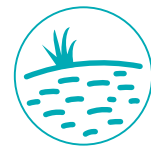
- ▶ L'ÉNERGIE GRATUITE (CALORIES DE L'AIR ET DU SOL) PERMET DE FAIRE DES ÉCONOMIES SUR LA FACTURE DE CHAUFFAGE
- ▶ UN SEUL ÉQUIPEMENT POUR LE CHAUFFAGE ET L'EAU CHAUDE SANITAIRE (SAUF AIR/AIR)
- ▶ UNE FONCTION DE CHAUFFAGE ET DE RAFRAÎCHISSEMENT DU LOGEMENT POSSIBLE
- ▶ UNE PRODUCTION D'EAU CHAUDE SEULE POSSIBLE
- ▶ DES AIDES AU FINANCEMENT

## LES DIFFÉRENTS SYSTÈMES

### CAPTATION DE LA CHALEUR



AIR

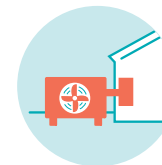


SOL



EAU

### AÉROTHERMIQUE



### GÉOTHERMIQUE



### AQUATHERMIQUE

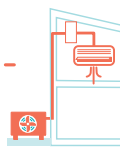


### RESTITUTION DE CHALEUR DANS LE LOGEMENT

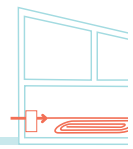
INSULATION D'AIR DANS LE LOGEMENT

CIRCULATION D'EAU DANS LE LOGEMENT

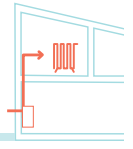
VENTILO-CONVECTEUR



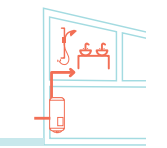
PLANCHER CHAUFFANT



RADIATEUR HYDRAULIQUE



BALLON D'EAU CHAUDE SANITAIRE



# LES 3 POINTS FORTS DE LA POMPE À CHALEUR

Optez pour un équipement économe, multi-usages et utilisant une énergie inépuisable.

1

## Une utilisation de la chaleur gratuite de l'air ou du sol

La pompe à chaleur puise, dans l'air ou dans le sol, une énergie totalement gratuite et renouvelable. Cette énergie récupérée est ensuite restituée dans le logement grâce à un échangeur de chaleur qui demande peu d'électricité pour fonctionner.

2

## Un appareil qui répond à de nombreux besoins

La pompe à chaleur air/eau ou géothermique vous permet, grâce à un seul appareil, de produire de la chaleur pour votre logement et de l'eau chaude sanitaire. Certaines pompes à chaleur, dites réversibles, peuvent également vous aider à rafraîchir votre maison en été.

3

## Des aides au financement

Plusieurs aides sont disponibles pour soutenir votre investissement si vous remplacez un ancien chauffage au gaz ou au fioul. Attention : les PAC air/air ne sont pas éligibles aux aides.

Pour plus de conseils sur la rénovation énergétique et sur les équipements de chauffage, consultez gratuitement un conseiller dans un Espace conseil France Rénov'. Réalisez également une simulation des aides dont vous pourriez bénéficier sur le site [france-renov.gouv.fr/aides/simulation](http://france-renov.gouv.fr/aides/simulation).



## DES POINTS D'ATTENTION À NE PAS NÉGLIGER

### Un coût d'installation à étudier

Le coût des PAC varie dans une large fourchette en fonction du matériel installé, de la configuration retenue... À titre indicatif, voici un comparatif des coûts moyens entre les différentes technologies.

### Un contrôle régulier des fluides frigorigènes à prévoir

Certaines pompes à chaleur fonctionnent grâce à un fluide frigorigène qui circule dans des tuyaux pour transmettre la chaleur dans le logement. S'il y a des fuites de ces fluides dans l'air, ils deviennent de puissants gaz à effet de serre. Pour éviter cela, l'entretien du matériel est obligatoire et doit être fait par un professionnel qualifié, tout comme son remplacement.

## COÛTS MOYENS D'INSTALLATION EN FONCTION DU MATÉRIEL ET DES TECHNIQUES DE CAPTAGE (EN € HT EN MOYENNE EN 2020)

	PAC* GÉOTHERMIQUE SUR CAPTEURS VERTICAUX (10-12 KW)	PAC* GÉOTHERMIQUE SUR CAPTEURS HORIZONTAUX (10-12 KW)	PAC* AIR/EAU (10-12 KW)	PAC* AIR/AIR (10-12 KW)	CET** AÉROTHERMIQUE (4-6 KWH)
SYSTÈME DE CAPTAGE	15 350 €	14 700 €			
MATÉRIEL	14 348 €	12 449 €	12 180 €	8 750 €	2 890 €
POSE DE LA POMPE À CHALEUR	2 780 €	2 420 €	1 730 €	2 120 €	560 €

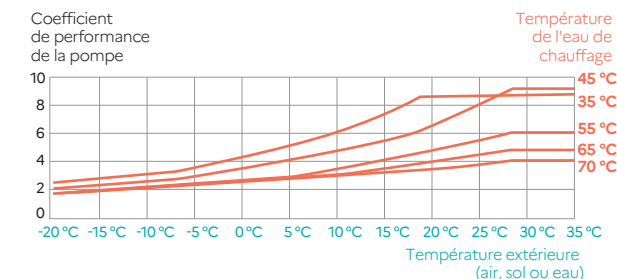
\*pompe à chaleur \*\* chauffe-eau thermodynamique

Sources : Les prix des PAC proviennent de l'étude Observ'ER (2021) « suivi du marché des pompes à chaleur individuelles ». Le coût du forage et des terrassements pour les capteurs enterrés des PAC géothermiques proviennent de l'étude technico-économique de la géothermie de surface de l'AFPG (2020).

### Des performances variables

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.

### Coefficient de performance COP pour différentes températures d'eau de chauffage



# À VÉRIFIER AVANT TOUT

*Pour une maison confortable et économe, posez-vous 3 questions essentielles avant de faire installer une pompe à chaleur.*

## Ma maison est-elle suffisamment isolée ?

Vous avez des factures énergétiques élevées ? Votre maison est probablement mal isolée et laisse facilement s'échapper la chaleur. Il est alors préférable d'investir dans des travaux d'isolation avant de remplacer votre système de chauffage.

En effet, la performance de votre pompe à chaleur dépend principalement de la température de l'eau de chauffage qui circule dans vos radiateurs ou dans votre plancher chauffant. En réduisant les pertes de chaleur, vous réduisez aussi les besoins en chauffage. Vous pouvez alors chauffer votre logement de façon confortable en faisant circuler une eau moins chaude dans les radiateurs ou le plancher chauffant.

Vous aurez alors besoin d'installer une pompe à chaleur moins puissante. Et vos factures d'énergie en seront ainsi considérablement réduites !

### L'IMPORTANCE D'UNE BONNE VENTILATION

Si l'air de votre logement est trop sec ou trop humide, il sera plus difficile à chauffer, notamment avec une pompe à chaleur air/air. En période de froid vous risquez d'avoir des difficultés à couvrir vos besoins et donc plus de consommation d'électricité. Vérifiez l'hygrométrie de l'air de votre logement et assurez-vous qu'une ventilation adaptée est présente avant d'installer une pompe à chaleur.

## Quels sont mes besoins ?

Certaines pompes à chaleur peuvent également produire de l'eau chaude et climatiser. Il faut définir dès le début les fonctionnalités que vous souhaitez pour choisir le bon modèle. Les pompes à chaleur qui font à la fois chauffage et eau chaude sont souvent installées avec un ballon de 180 à 200 litres, ce qui convient à une famille jusqu'à 4-5

personnes. Si vous n'avez pas besoin de cette quantité d'eau chaude il sera préférable de dissocier la production de l'eau chaude et du chauffage pour ne pas chauffer de l'eau inutilement. Si vous n'avez besoin de climatiser votre logement que quelques jours par an, privilégiez avant tout une pompe à chaleur très performante pour le chauffage.



## À SAVOIR

### Des conseils pour bien choisir la puissance de votre PAC

#### Le bilan thermique

Il vous faut déterminer la puissance thermique nécessaire à votre confort en mode chauffage. Pour cela, faites réaliser un bilan thermique. Il déterminera les besoins de chauffage maximaux en hiver (éventuellement d'eau chaude sanitaire et de refroidissement en été) et donc la puissance de pompe à chaleur adaptée à votre logement. Le bilan thermique est normalement proposé par les installateurs. Renseignez-vous auprès de votre prestataire.

#### Attention au surdimensionnement

Si votre pompe est trop puissante, vous risquez de consommer plus d'électricité que nécessaire et de ne pas voir baisser votre facture comme vous le souhaitez.

Ainsi, si vous isolez votre maison après l'installation de votre pompe à chaleur, vos besoins de chauffage diminueront et votre installation risquera d'être alors surdimensionnée, de fonctionner en sous-régime et donc de s'user plus rapidement. Si possible, faites isoler votre logement avant de changer de chauffage.

## Quel type de pompe à chaleur convient pour remplacer mon chauffage ?

Si vous disposez d'un chauffage central (gaz ou fioul), une pompe à chaleur géothermique ou air/eau peut s'installer sur le réseau de distribution d'eau chaude déjà existant. Il suffit de vérifier la compatibilité de puissance entre les radiateurs et les besoins. En effet, le dimensionnement de vos radiateurs compte aussi. S'ils sont suffisamment dimensionnés

vous pourrez les conserver pour y faire circuler l'eau réchauffée à basse température par la pompe à chaleur.

Si vous disposez d'un chauffage électrique, seule l'installation d'une pompe à chaleur air/air sera envisageable sans générer des coûts importants pour créer le réseau de distribution d'eau chaude.

# TOUT SAVOIR SUR LES POMPES À CHALEUR

*Petite révision sur toutes les technologies disponibles.*

## Le fonctionnement de la pompe à chaleur

La pompe à chaleur prélève un peu de chaleur d'une « source froide » (sol du jardin, air environnant ou eau d'une nappe phréatique), augmente son niveau de température et la restitue ensuite à une température plus élevée dans le logement.

Il existe plusieurs modèles de pompe à chaleur :

- air/air
- air/eau
- sol/sol, sol/eau
- eau/eau
- eau glycolée/eau

Le premier terme désigne l'origine du prélèvement, le second le mode de transmission de la chaleur dans le logement.

Seule exception : la PAC eau glycolée/eau qui puise la chaleur dans le sol (avec des capteurs enterrés contenant de l'eau glycolée).

Il existe des PAC basse et moyenne température fournissant une eau entre 35 et 55 °C et des PAC haute température fournissant une eau à plus de 55 °C.

La chaleur est distribuée dans le logement par des émetteurs de chaleur : le plancher chauffant, les radiateurs basse température et les ventilo-convecteurs.

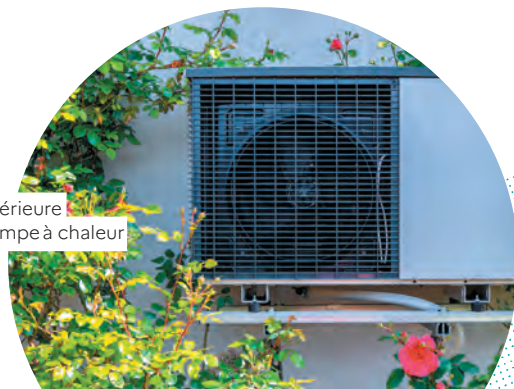
## La distribution de l'eau chaude

À l'exception des pompes à chaleur air/air, la plupart des pompes à chaleur utilisées pour le chauffage peuvent également produire de l'eau chaude sanitaire en chauffant l'eau d'un ballon. Si vous préférez séparer la production de chauffage et d'eau chaude, vous pouvez utiliser une PAC spécifique pour l'eau chaude : le chauffe-eau thermodynamique.

### EN SAVOIR PLUS

Article de l'ADEME  
« Tout savoir sur le chauffe-eau thermodynamique »

Unité extérieure d'une pompe à chaleur



## La distribution de la chaleur en hiver

La chaleur fournie par la pompe sous forme d'eau chaude ou d'air chaud peut être distribuée dans le logement par différents moyens :

— **Le plancher chauffant basse température** formé de tubes noyés dans une dalle de béton, sa surface diffuse une chaleur douce et régulière (jamais supérieure à 28 °C). Dans les tubes circule l'eau du circuit de chauffage ou du fluide frigorigène. Le dimensionnement des tubes et leur pose sont différents selon le fluide qui y circule. La pose d'un plancher chauffant est assez complexe en rénovation. Il est plus adapté à la construction neuve.

— **Les radiateurs basse température** fonctionnent avec une eau de 30 à 50 °C selon la

température extérieure. Les anciens radiateurs peuvent souvent convenir s'ils sont assez dimensionnés.

— **Les ventilo-convecteurs à eau**, raccordés au circuit d'eau de chauffage hydraulique, diffusent, grâce à un ventilateur, de l'air réchauffé dans le logement.

— **Les ventilo-convecteurs à détente directe** soufflent de l'air chaud dans le logement. Ce système peut être composé d'une unité par pièce ou d'une unité centrale reliée à un réseau de gaines de distribution d'air qui amène l'air chaud dans chaque pièce.

## La fonction rafraîchissement pour l'été

### Un équipement réversible

Une pompe à chaleur est un équipement réversible. C'est à dire qu'elle peut réchauffer votre maison en hiver et la rafraîchir en été. Comment ? En inversant le cycle du fluide frigorigène, elle puise des calories dans le logement et les rejette à l'extérieur (si c'est une pompe à chaleur aérothermique) ou dans le sol ou dans la nappe d'eau (si c'est une pompe à chaleur géothermique).

Mais attention : lorsque le chauffage est assuré par des radiateurs hydrauliques, il existe d'importants risques de condensation dans le radiateur lors du fonctionnement en mode rafraîchissement. Or, la condensation

peut détériorer votre installation. Il est donc essentiel de prévoir ce risque en amont de l'installation, avec un professionnel, pour installer des équipements qui répondent à vos besoins de chauffage et de climatisation en toute sérénité.

### UN CLIMATISEUR POUR CHAUFFER ?

Certains climatiseurs individuels réversibles assurent une fonction « chauffage ». En général pas réellement adaptés aux besoins de chauffage d'hiver car ils ne sont pas dimensionnés pour cela. Pour chauffer, mieux vaut installer une pompe à chaleur réversible dimensionnée pour les besoins en chauffage.

Pour trouver des solutions de rafraîchissement de votre logement en été, d'autres systèmes existent.

Découvrez-les dans le guide « Adapter son logement aux fortes chaleurs ».

## Le géocooling

Le géocooling est un système de rafraîchissement passif.

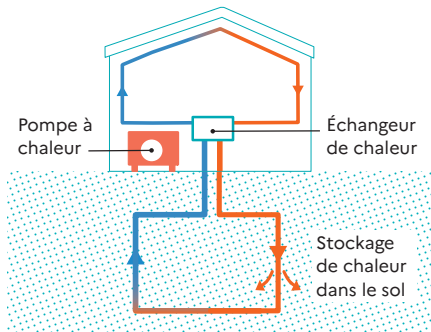
Grâce à un échangeur, la chaleur captée par le circuit intérieur est transférée dans les capteurs enfouis dans le jardin sans utiliser la pompe à chaleur. Résultat ? La chaleur circule de l'intérieur vers l'extérieur uniquement grâce au circulateur ou à la pompe du forage.

Ce système a de nombreux avantages :

- Il a un très bon rendement.
- Il est économique car seul le circulateur fonctionne et il consomme peu d'électricité.
- Il remet de la chaleur dans le sol, ce qui permet d'améliorer les performances de la pompe à chaleur géothermique lors de la saison de chauffage suivante.
- Il ne rejette pas d'air chaud à l'extérieur et ne contribue pas à réchauffer davantage l'air ambiant en cas de fortes chaleurs.

**POUR 1 KWH D'ÉLECTRICITÉ CONSOMMÉE (PAR LE CIRCULATEUR OU LA POMPE HYDRAULIQUE), LE GÉOCOOLING PRODUIT 50 KWH DE FROID**

## FONCTIONNEMENT



## RAFRAÎCHISSEMENT OU CLIMATISATION ?

Le rafraîchissement consiste à faire baisser la température du logement de 3 à 4 °C... Alors qu'une climatisation doit respecter une température de consigne programmée par l'utilisateur. La différence entre la température intérieure et la température extérieure peut alors être très importante et bien supérieure à 3 ou 4 °C.

## L'étiquette énergie

Tous les équipements n'ont pas la même efficacité. Pour vous y retrouver, les pompes à chaleur et les chauffe-eau thermodynamiques doivent afficher une étiquette énergie. Celle-ci permet de comparer l'efficacité des équipements entre eux.

Dans tous les cas, privilégiez les équipements les mieux classés. Vérifiez bien toutes les indications de l'étiquette surtout pour les pompes à chaleur réversibles. Si vous cherchez avant tout une pompe à chaleur pour chauffer votre logement, optez pour celle qui a la plus grande efficacité en mode chauffage et non pas en mode « rafraîchissement ».

Attention également aux pompes à chaleur vendues principalement pour climatiser et qui peuvent également chauffer votre logement en hiver. Elles sont souvent moins performantes que d'autres en mode « chauffage ».

Grâce à l'étiquette énergie, toutes ces informations sont faciles à trouver.

guidetopten.fr

Le Guide Topten vous permet d'identifier les pompes à chaleur les mieux classées sur l'étiquette énergie en fonction de la température de chauffage de l'eau chaude et de la source de chaleur renouvelable utilisée (air extérieur, sol ou eau de nappe).

## EN SAVOIR PLUS

Le Guide Topten :  
[www.guidetopten.fr](http://www.guidetopten.fr)

## PETIT LEXIQUE DES INDICATEURS DE PERFORMANCE

- **L'efficacité énergétique saisonnière** (exprimée en %). C'est le rapport entre la demande de chauffage sur une saison de chauffe et la consommation annuelle d'énergie pour la fournir. Elle traduit le rendement global sur toute la saison de chauffe ;
- **L'efficacité énergétique pour le chauffage de l'eau** (exprimée en %). C'est le rapport entre l'énergie de référence du profil de soutirage\* et l'énergie nécessaire pour la produire ;
- **le coefficient de performance (COP)** de la pompe à chaleur. C'est le rapport entre la quantité de chaleur produite et l'énergie électrique consommée (par le compresseur). Il traduit la performance énergétique d'une pompe à chaleur en mode chauffage ;
- **le coefficient d'efficacité frigorifique (EER)**. Il traduit l'efficacité d'un système thermodynamique quand il produit du froid.

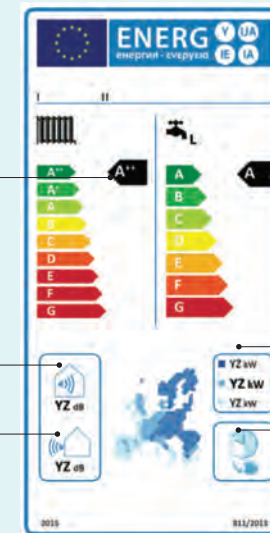
\*Les profils de soutirage vont de M à XXL. Par exemple, un profil L correspond à une consommation d'eau d'un ménage de 130 à 210 litres sur 24 heures.

## Exemple d'étiquette d'une pompe à chaleur

Classe énergie de la pompe à chaleur pour le chauffage

Bruit en décibel de l'unité intérieure

Bruit en décibel de l'unité extérieure



Classe énergie de l'appareil pour la production d'eau chaude

Puissance utile en kW suivant les 3 zones climatiques en Europe

Appareil pouvant fonctionner en mode « heures creuses »

# ZOOM SUR LES POMPES À CHALEUR GÉOTHERMIQUES

*Des technologies efficaces pour se chauffer grâce à la chaleur du sol.*

## Comment ça marche ?

Les pompes à chaleur géothermiques récupèrent de la chaleur dans le sol ou l'eau des nappes phréatiques grâce à des capteurs, des sondes ou des forages, horizontaux ou verticaux, dans lesquels circulent des fluides.

### UNE ÉNERGIE INÉPUISABLE ET FIABLE

La chaleur contenue dans le sol est inépuisable, et ce, quelles que soient les conditions climatiques et les variations saisonnières. En effet, au-delà de 10 mètres de profondeur environ, la température reste constante, entre 10 et 16 °C selon l'altitude et la localisation en France.

## Comment fonctionnent les capteurs horizontaux ?

Des tubes sont enterrés à environ 20 cm sous le point de gelée de la région, c'est-à-dire à une profondeur d'au moins 80 cm. Dans ces tubes circuleront des fluides qui absorberont la chaleur du sol pour la restituer dans le logement.

Deux techniques sont possibles :

- Un fluide circule dans des capteurs en cuivre vers la pompe à chaleur, qui le fait ensuite circuler dans le logement.
- De l'eau glycolée circule dans des capteurs en polyuréthane. Ces capteurs ne sont pas reliés directement au circuit de chauffage. La pompe à chaleur permet de transférer la chaleur des capteurs vers le fluide qui circule dans le logement.

On estime la surface de capteurs nécessaire de 1,5 à 2 fois la surface habitable à chauffer. Pour une maison de 150 m<sup>2</sup>, le capteur occupera entre 225 et 300 m<sup>2</sup> de jardin.

### AVANTAGES

- L'installation de capteurs horizontaux est adaptée aux climats rigoureux. Elle est moins coûteuse que celle de capteurs verticaux.
- Cette configuration vous permet également de rafraîchir votre maison si le fluide frigorigène circule en circuit fermé dans les capteurs, la pompe et les émetteurs de chaleur.

### POINTS DE VIGILANCE

- La surface au-dessus du capteur doit être perméable (pas de terrasse ou de construction) et ne doit pas être traversée par des réseaux d'eau en raison du risque de gel.
- Les capteurs doivent se trouver à plus de 2 m des arbres, à au moins 1,5 m des réseaux enterrés et à 3 m minimum des fondations, puits, fosses septiques et réseaux d'évacuation.
- Le terrain ne doit pas être trop pentu.
- Dans un sol rocheux ou argileux, il est préférable d'installer les capteurs sur un lit de sable.

## Comment fonctionnent les capteurs verticaux ?

Pour chauffer une maison (environ 120 m<sup>2</sup>), deux sondes géothermiques verticales constituées de tubes en polyéthylène haute densité (PEHD) sont enfoncées dans le sol à environ 70 m de profondeur chacune et distantes d'au moins 10 m (ou une seule sonde 140 m).

### AVANTAGES

- L'emprise au sol est faible par rapport à celle des capteurs horizontaux.
- Le captage vertical est adapté aux climats rigoureux.
- Le rafraîchissement du logement est possible (et notamment le géocooling si les émetteurs du système de chauffage sont adaptés).

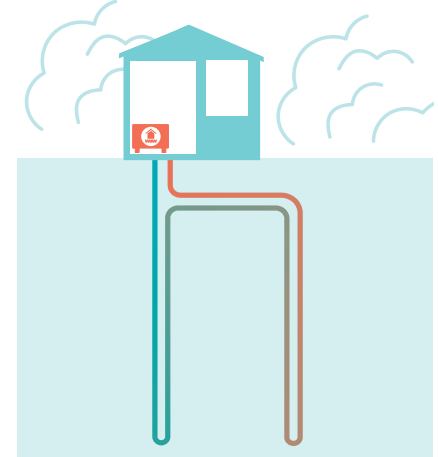
### POINTS DE VIGILANCE

- La réalisation du forage exige peu de place mais une bonne accessibilité pour permettre aux engins de forage d'accéder au terrain.

### PRINCIPE DES CAPTEURS HORIZONTALS



### PRINCIPE DES CAPTEURS VERTICAUX



- Vous devez faire appel à une entreprise de forage qualifiée.
- Vous devez respecter des procédures administratives (en particulier la déclaration des forages).
- Le forage est assez coûteux.



## Comment fonctionnent les corbeilles et murs géothermiques ?

Ce système fonctionne grâce à des échangeurs compacts enterrés à faible profondeur, c'est-à-dire à moins de 10 mètres. Les besoins d'une maison individuelle peuvent nécessiter la mise en place de 5 à 10 corbeilles ①, ou de 1 à 2 murs ② qui peuvent être superposés.

### 👍 AVANTAGES

— Ces échangeurs représentent une alternative intéressante aux capteurs enterrés horizontaux en termes de surface nécessaire et aux capteurs enterrés verticaux car leur moindre profondeur évite un forage coûteux.

— Les échangeurs compacts sont adaptés aux climats rigoureux.

— Le rafraîchissement du logement est possible notamment grâce au géocooling, si les émetteurs du système de chauffage sont adaptés.

— Les procédures réglementaires sont plus simples que pour les forages sur nappe et sondes. En effet, les objets enterrés à moins de 10 mètres ne sont pas soumis au Code Minier.

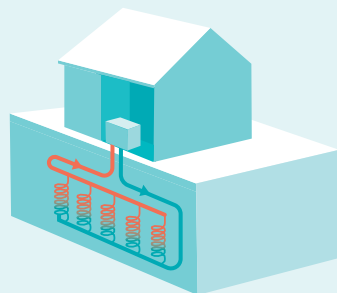
— De nombreux professionnels, comme des terrassiers, peuvent mettre en œuvre cette technique.

— Les coûts par échangeur sont de l'ordre de 1000 à 1500 €/kW selon les échangeurs retenus.

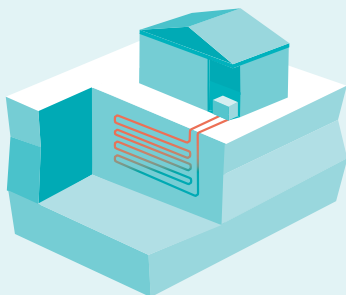
### ⚠️ POINT DE VIGILANCE

— Lors de la mise en place des échangeurs compacts, une distance suffisante entre eux doit être respectée afin d'éviter tout risque de gel du sol.

### ① Principe des corbeilles



### ② Principe des murs



## Comment fonctionne le captage sur nappe phréatique ?

Ce système fonctionne avec deux forages qui permettent de faire fonctionner deux réseaux de circulation de l'eau. Le premier récupère l'eau de la nappe. L'eau circule jusqu'à la pompe à chaleur qui récupère la chaleur. L'eau refroidie est ensuite renvoyée vers la nappe par le second réseau. On appelle aussi cette solution l'aquathermie.

### 👍 AVANTAGE

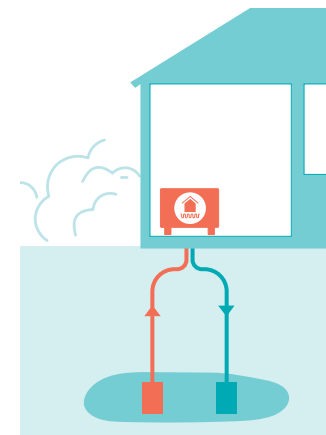
— La température de l'eau de la nappe est très stable. La quantité de chaleur récupérée est donc stable quelles que soient les conditions climatiques.

### ⚠️ POINTS DE VIGILANCE

— Ce type de forage est soumis à des réglementations. Par conséquent, des démarches administratives sont à entreprendre, notamment une déclaration en mairie.

— La nappe doit avoir un débit suffisant (1 à 3 m<sup>3</sup>/h) pour qu'une chaleur suffisante puisse être récupérée.

### PRINCIPE DES CAPTEURS SUR NAPPE PHRÉATIQUE



Les capteurs géothermiques installés dans le sol laissent votre jardin disponible, sans équipement visible à l'extérieur.

# ZOOM SUR LES POMPES À CHALEUR AÉROTHERMIQUES

Une solution pour un grand nombre de logements.

## Comment ça marche ?

Il existe plusieurs types de pompes à chaleur qui permettent de récupérer la chaleur de l'air extérieur pour chauffer des logements et produire de l'eau chaude sanitaire.

## La pompe à chaleur sur air extérieur

Cette pompe à chaleur prélève la chaleur de l'air grâce à une unité extérieure équipée d'un ventilateur. Quand il fait très froid, l'unité peut givrer et fonctionner moins efficacement. La pompe à chaleur est donc munie d'un système de régulation qui inverse périodiquement et pour un court moment le flux d'air. Elle peut aussi être munie d'une résistance électrique qui assure le dégivrage.

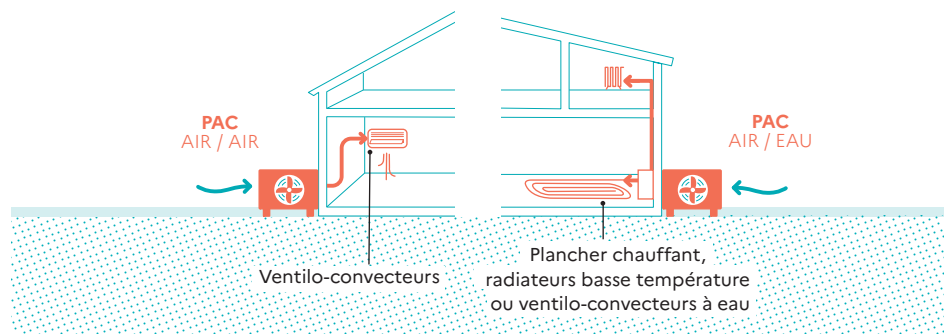
## AVANTAGES

- Une PAC air/eau peut produire de l'eau chaude.
- C'est la technologie de chauffage par pompe à chaleur la moins chère.
- Un large choix de matériels est disponible, permettant d'adapter parfaitement la puissance de la pompe à chaleur aux besoins du logement.

## POINTS DE VIGILANCE

- En raison du bruit qu'elle engendre, l'unité extérieure ne doit pas être placée proche des logements voisins ou proche des fenêtres des chambres. L'installation de dispositifs pour limiter le bruit peut être nécessaire en fonction de la configuration du lieu d'implantation.
- Il est conseillé d'éviter de placer l'unité extérieure trop exposée au vent et dans un environnement humide.

## PRINCIPE DES UNITÉS EXTÉRIEURES



## La pompe à chaleur sur air extrait

La pompe à chaleur air extrait / air neuf ou VMC double flux thermodynamique est faite de deux composants : une ventilation mécanique contrôlée (VMC) double flux et une pompe à chaleur. La VMC assure à la fois le renouvellement de l'air du logement et le préchauffage de l'air entrant : la PAC récupère la chaleur de l'air extrait par la VMC dans les pièces de service (comme la cuisine, les salles de bains et WC) et préchauffe ainsi l'air neuf soufflé dans les pièces à vivre (séjour, chambres...).

## AVANTAGE

- Ce système est réversible et peut assurer le rafraîchissement du logement en été.

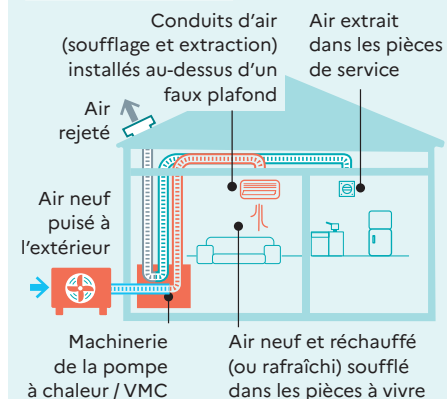
## POINTS DE VIGILANCE

- Ce système ne couvre pas la totalité des besoins. Il faut un système de chauffage complémentaire.
- Ce système n'assure pas de production d'eau chaude.
- Les pompes à chaleur sur air extrait ne peuvent pas rafraîchir le logement comme le ferait une climatisation. Ce paramètre est à prendre en compte si vous vivez dans une région particulièrement touchée par les fortes chaleurs.

## PERFORMANCES DES PAC AÉROTHERMIQUES

Les performances des pompes à chaleur aérothermiques varient largement au cours de l'année. Et ce pour une raison simple : la température de l'air extérieur peut descendre très bas en hiver ! Ainsi, pour pouvoir assurer le chauffage quand les températures sont très basses, les pompes à chaleur aérothermiques peuvent intégrer des systèmes de chauffage d'appoint électriques (résistances). Cependant, même à une température négative, une pompe à chaleur bien installée et dimensionnée consommera au moins deux fois moins qu'une chaudière à gaz ou un radiateur électrique.

## Pompe à chaleur air extrait / air neuf



# DE L'EAU CHAUDE AVEC UN CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE

*L'eau chaude grâce à une pompe à chaleur ? C'est possible !*

## Qu'est-ce qu'un chauffe-eau thermodynamique ?

Le chauffe-eau thermodynamique (CET) est un équipement indépendant de production d'eau chaude sanitaire. Il comprend une pompe à chaleur spécifique, ainsi qu'un ballon de stockage de l'eau chaude de 150 à 300 litres.

### EN SAVOIR PLUS

Article de l'ADEME « Tout savoir sur le chauffe-eau thermodynamique »

## Les CET géothermiques

Ces chauffe-eau fonctionnent en récupérant l'énergie stockée dans le sol par l'intermédiaire de capteurs enterrés horizontaux ou de sondes verticales.



### AVANTAGES

- Ils ne sont pas soumis aux variations de température de l'air et captent une chaleur constante dans le sol.
- Performants, ils conviennent aux climats rigoureux.



### POINTS DE VIGILANCE

- Vous aurez besoin d'une certaine surface de terrain pour l'installation des capteurs.
- Ce système est assez coûteux car il nécessite l'installation de capteurs enterrés.

## Les CET aérothermiques

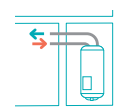
Les CET aérothermiques valorisent la chaleur de l'air du logement, qu'il soit ambiant ou extrait, ou l'air extérieur. Mais attention : ils nécessitent un appoint, généralement électrique, quand la chaleur récupérée dans l'air n'est pas suffisante.

### TOUT SAVOIR SUR LA PERFORMANCE DES CET AÉROTHERMIQUES

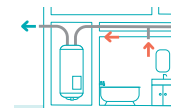
Les performances diminuent en moyenne de 2 % par degré en moins. Les CET fonctionnent de façon optimale pour une température de consigne de 55 °C.

Pensez à ne pas surdimensionner le ballon ! Le volume à chauffer doit être optimisé pour être le plus proche possible de la consommation réelle d'eau. Cela évite de chauffer de l'eau inutilement.

Installez le ballon dans un local intérieur au logement afin qu'il ne soit pas soumis aux températures extérieures.



SUR AIR AMBIANT



SUR AIR EXTRAIT



SUR AIR EXTÉRIEUR

### AIR UTILISÉ

La pompe à chaleur récupère l'énergie de l'air du local où est installé l'appareil.

La pompe à chaleur récupère la chaleur de l'air extrait par la VMC.

Directement raccordé au système de ventilation mécanique de la maison (VMC), il fonctionne avec une température d'air de 20 °C environ toute l'année.

Le système comprend un ballon (à l'intérieur, dans le garage, le cellier...) et une unité extérieure qui capte la chaleur de l'air, reliés par un circuit contenant un fluide frigorigène.

### AVANTAGES

Facile à installer dans un logement neuf ou existant. Peu soumis aux aléas du climat.

Il est très performant car la température de l'air utilisé est toujours assez élevée.

Facile à installer et peu encombrant, il s'adapte à de nombreuses configurations.

### POINTS DE VIGILANCE

Il rafraîchit l'air du local (cellier, garage, buanderie...) où il est installé, ce qui peut entraîner une surconsommation de chauffage pour le logement.

Il ne peut être installé que dans des logements équipés d'une VMC. Il est assez encombrant.

Il ne faut pas surventiler le logement pour assurer le chauffage de l'eau.

Il est soumis aux aléas du climat et ses performances dépendent de la température extérieure. L'unité extérieure peut être bruyante et gênante pour le voisinage, son emplacement est à choisir avec soin.

# RECOMMANDATIONS POUR LA POSE ET L'ENTRETIEN

*Choix du matériel, démarches administratives, entretien... Tout savoir pour faire le meilleur choix!*

## Le choix du matériel et de l'installateur

— Choisissez du matériel porteur de certification comme la marque NF PAC (NF Electricité Performance pour les CET). Cette dernière permet de vérifier la conformité du matériel aux différentes normes en vigueur, françaises, européennes et internationales ainsi que le respect de performances minimales.



— Faites appel à un professionnel qualifié RGE pour l'installation. C'est obligatoire pour bénéficier des aides financières.

**RGE**

### EN SAVOIR PLUS

Pour trouver un professionnel RGE : [france-renov.gouv.fr/annuaire-rge](https://france-renov.gouv.fr/annuaire-rge)

Pour se renseigner sur les aides financières : [france-renov.gouv.fr/aides/simulation](https://france-renov.gouv.fr/aides/simulation)

La liste de toutes les machines certifiées NF PAC est disponible sur [www.certita.org](https://www.certita.org)



## Les démarches administratives pour les PAC géothermiques

Les installations géothermiques avec forage (sonde, forage sur nappe), d'une profondeur supérieure à 10 m, doivent faire l'objet d'une déclaration ou d'une demande d'autorisation auprès de l'administration, au titre de la réglementation du sous-sol. Dans le cadre de la géothermie de minime importance (profondeur des forages jusqu'à 200 m), il existe trois zones réglementaires. Votre foreur vérifiera dans laquelle vous vous trouvez :

- des zones « vertes » nécessitant une simple déclaration ;
- des zones « oranges » nécessitant l'attestation d'un expert agréé ;
- des zones « rouges » où le projet ne pourra être réalisé qu'après autorisation de l'installation au titre du Code Minier.

Votre foreur se chargera de la déclaration de votre ouvrage sur le site officiel de télé-déclaration : <https://geothermie.developpement-durable.gouv.fr>

D'un point de vue réglementaire, la réalisation d'une installation de PAC géothermique entrant dans le cadre de la géothermie de minime importance nécessite une simple déclaration sur environ 83% du territoire métropolitain.

## L'entretien de l'installation

Pour les pompes aérothermiques, il faut veiller régulièrement à ce qu'aucun obstacle (feuilles d'arbres, objets divers) ne vienne gêner la circulation de l'air.

Les bouches d'insufflation et les ventilateurs directs doivent être dépoussiérés

## LES FLUIDES FRIGORIGÈNES

Indispensables pour faire fonctionner une pompe à chaleur, ce sont de puissants gaz à effet de serre dont certains seront bientôt interdits dans les pompes à chaleur neuves. Pour éviter toute fuite dans l'atmosphère, le démontage d'une installation doit être effectué par des professionnels. Ne le faites jamais vous-même, au risque de libérer la totalité des fluides frigorigènes de votre dispositif. Pour les mêmes raisons, un appareil individuel ne doit pas non plus être jeté n'importe où. Apportez-le en déchèterie afin que le fluide frigorigène qu'il contient soit récupéré et recyclé.

EN 2022, LES FLUIDES FRIGORIGÈNES DES CLIMATISEURS ONT GÉNÉRÉS **6 FOIS PLUS D'ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE** QUE LE FONCTIONNEMENT DES APPAREILS (EN ÉQUIVALENT CO<sub>2</sub>)

EN CAS DE FUITE, LE FLUIDE FRIGORIGÈNE R410 A UN POUVOIR DE RÉCHAUFFEMENT SUR 100 ANS **2 038 FOIS SUPÉRIEUR** À CELUI DU CO<sub>2</sub>

et nettoyés périodiquement à l'eau savonneuse.

L'entretien obligatoire est à faire réaliser par un professionnel tous les 2 ans. Il permet de conserver votre installation en parfait état de fonctionnement et de garantir des performances optimales dans le temps.

De plus, si votre pompe à chaleur contient plus de 2 kg de fluide frigorigène, vous êtes soumis à une obligation de contrôle annuel sur l'étanchéité du circuit frigorifique. Ce contrôle peut être effectué en même temps que la maintenance.

### EN SAVOIR PLUS

Fiche « L'entretien des pompes à chaleur et des climatiseurs »

## L'ADEME À VOS CÔTÉS

À l'ADEME — l'Agence de la transition écologique —, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines — énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... — nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du ministère de la Transition énergétique et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

[agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers](http://agirpourlatransition.ademe.fr/particuliers)



[france-renov.gouv.fr](http://france-renov.gouv.fr)

0 808 800 700

Service gratuit  
+ prix appel



Décembre 2023

012130

