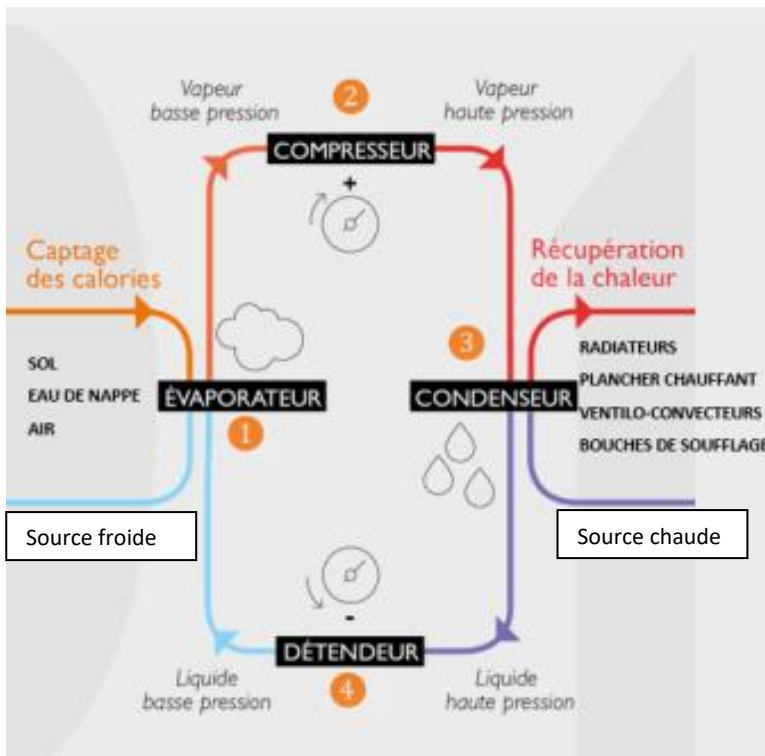


Fiche technique  
La pompe à chaleur air/eau

FONCTIONNEMENT

La pompe à chaleur (PAC) est un système de chauffage qui opère un transfert de chaleur en absorbant la chaleur d'un milieu extérieur (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.



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

**2. Le compresseur** : entraîné par un moteur électrique, il aspire et comprime les vapeurs (fluide frigorigène vaporisé) afin d'élever leur pression et leur température

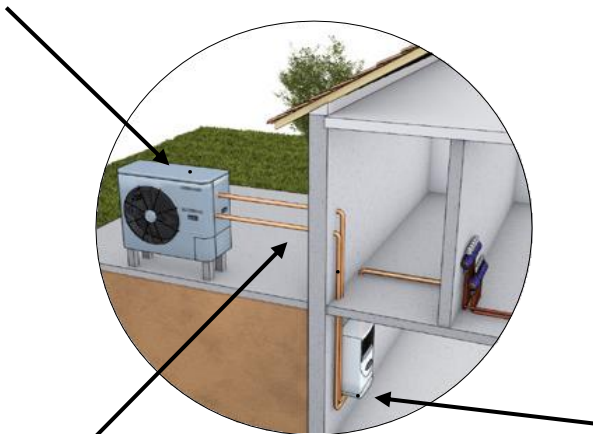
**3. Le condenseur** : le fluide frigorigène repasse à l'état liquide en cédant sa chaleur absorbée au

milieu intérieur.

**4. Le détendeur** : abaisse la pression du fluide ainsi que sa température ce qui amorce sa vaporisation

Système monobloc ou bi-bloc : les différentes pompes à chaleur air/eau

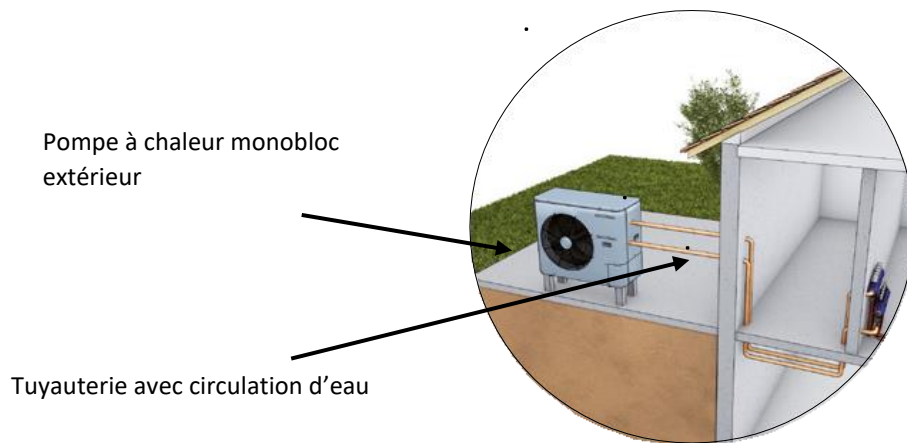
Unité extérieure



**PAC air extérieur/eau avec éléments séparés ou bi-bloc (encore appelé split)**

Unité intérieure PAC (appelée module hydraulique)

Liaisons frigorifiques (entre l'unité extérieur et le module intérieur)



**Pompe à chaleur air extérieur/eau monobloc extérieur**



**Pompe à chaleur air extérieur/eau monobloc intérieur**

Pompe à chaleur monobloc intérieur

**Le saviez-vous ?** L'installation d'une pompe à chaleur doit figurer dans les demandes d'autorisations établies au titre du code de l'Urbanisme (permis de construire ou déclaration de travaux), ou faire l'objet d'autorisations spécifiques au titre du code du Patrimoine dans les périmètres de protection de monuments historiques, lorsqu'une autorisation au titre du code de l'Urbanisme n'est pas requise.

### Marque et modèle

Les équipements portent la marque du fabricant qui sont déclinés en plusieurs modèles (gammes).

### Monophasé ou triphasé

Une PAC d'une puissance inférieure ou égale à 16 kW fonctionne en monophasé. Au-delà, il faut passer le compteur électrique en triphasé.

Ne jamais raccorder la pompe à chaleur sur un circuit électrique alimentant un autre appareil. Elle doit être raccordée à son propre disjoncteur différentiel.

**Le saviez-vous ?** Selon le type de chauffage existant, la puissance souscrite devra être augmentée impactant le coût de l'abonnement à la hausse.

## Chauffage seul ou pompe à chaleur double service

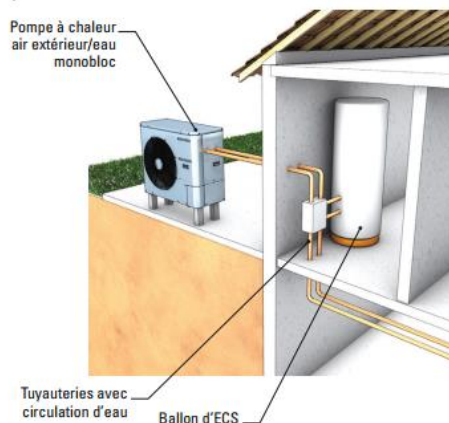
La production d'eau chaude sanitaire (ECS) peut être assurée en même temps que le chauffage des locaux en hiver. Il s'agit de la pompe à chaleur double service. Elle se compose d'une pompe à chaleur et d'un ballon de stockage d'eau chaude sanitaire. La régulation pilote le basculement entre le chauffage et la production d'ECS.

Le ballon est soit intégré au module hydraulique soit il est indépendant.

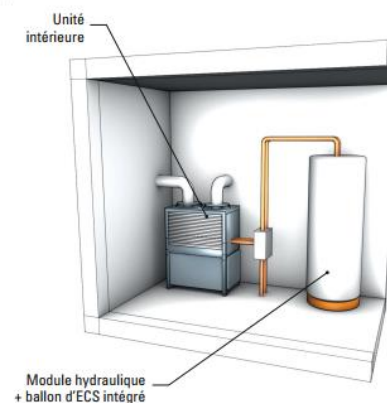
## Emplacement du ballon d'eau chaude sanitaire identifié (si indépendant du module hydraulique)

Si toutes les informations échangées à l'oral avec l'entreprise ne seront pas systématiquement mentionnées dans le devis comme l'emplacement du ballon par exemple, celui-ci doit tout de même être établie avant la mise en œuvre de l'équipement. On peut alors s'assurer que l'emplacement choisi permette une accessibilité aisée à l'ensemble des composants par exemple.

### ■ Pompe à chaleur air extérieur/eau monobloc extérieure



### ■ Pompe à chaleur air extérieur/eau monobloc intérieure



Dans le schéma à droite, le ballon d'eau chaude sanitaire est intégré au module hydraulique de la pompe à chaleur.

## Si liaisons frigorifiques (PAC bi-bloc), l'entreprise dispose d'une attestation de capacité et le personnel d'une attestation d'aptitude

Le décret du 7 mai 2007 prévoit l'obligation de détention d'une **attestation de capacité pour tout opérateur** attestant qu'il peut manipuler des fluides, dispose des moyens humains et matériels et d'un dispositif de gestion des fluides. Sont considérés comme "opérateurs", les entreprises et les organismes qui procèdent à titre professionnel à tout ou partie des opérations suivantes :

- La mise en service d'équipements,
- L'entretien et la réparation d'équipements, dès lors que ces opérations nécessitent une intervention sur le circuit contenant des fluides frigorigènes,

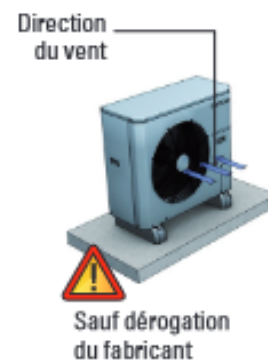
- Le contrôle de l'étanchéité des équipements,
- Le démantèlement des équipements,
- La récupération et la charge des fluides frigorigènes dans les équipements,
- Toute autre opération réalisée sur des équipements nécessitant la manipulation de fluides frigorigènes.

Cette attestation de capacité est délivrée pour 5 ans.

### Emplacement et orientation dédiés pour la PAC identifiée

La pompe à chaleur est installée à l'emplacement prévu en fonction des paramètres d'intégrations techniques, acoustique et esthétiques étudiés lors de la phase de conception.

- Prévoir un accès aisé autour de la PAC pour la maintenance.
- Maîtriser les vents dominants qui peuvent entraîner des contraintes mécaniques sur le ventilateur, un recyclage d'air extérieur rejeté par la pompe à chaleur vers son aspiration, une influence sur les performances des équipements.
- Pour les installations à l'intérieur (confinement), veiller à ce que l'équipement soit doté d'une amenée d'air neuf et de rejet à l'extérieur avec ventilateur spécifique afin de ne pas altérer ses performances.
- Ne pas placer la PAC trop près du sol (givre/neige). Support béton et plots anti-vibratile
- Privilégier un placement au sud, dans ce cas veiller à placer **la sonde de température** extérieure dans un endroit exempt de toute perturbation (soleil/ sources chaudes ou froides)
- En cas de placement d'un écran anti bruit (distance limite avec le voisinage), veiller à le faire le plus près possible de la source tout en préservant la libre circulation de l'air dans l'évaporateur et en permettant les interventions d'entretien.
- Assurer vous de la qualité du matériel (NF PAC, NF électricité performance, ect) et faire réaliser la pose par un professionnel qualifié (RGE, etc.) pouvant assurer par la suite l'entretien



#### **Bon à savoir**

Il peut être pertinent de visiter un chantier réalisé par l'entreprise pour se rendre compte du bruit généré et d'échanger avec un maître d'ouvrage

### Puissance calorifique (kW) à la température extérieure de base

La **puissance calorifique** correspond à la quantité d'énergie restituée au niveau du condenseur.

C'est la norme française NF EN 12831 qui définit le tableau des **températures extérieures de base** selon différents paramètres : proximité de la mer, altitude, climat, etc. Plus précisément,

cette température de base est la température la plus basse relevée dans chaque département pendant au moins 5 jours dans l'année.

Pour choisir une pompe à chaleur dans un catalogue d'un fabricant il faudra choisir une PAC qui assure 80 % des déperditions à la température de base et pour une certaine température de régime d'eau (température de l'eau du circuit de chauffage selon le type d'émetteurs de chaleur=température de départ circuit de chauffage).

### Température de fonctionnement de la pompe à chaleur ou température de l'eau de chauffage

Il existe deux versions :

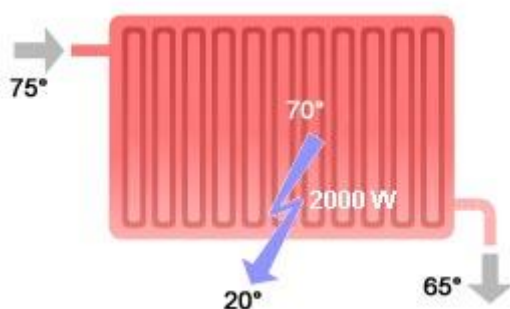
- Pour une pompe à chaleur basse température, l'eau du circuit sera chauffée à une température comprise entre 35°C et 45°C.
- Le système d'une pompe à chaleur haute température chauffe l'eau du circuit à une température plus élevée entre 55°C et 65°C.

La pompe à chaleur basse température aura certes un meilleur rendement mais la température peut se révéler insuffisante pour faire face à des hivers plus rudes. En effet, quand les radiateurs ne sont pas dimensionnés pour fonctionner à basse température, la pompe à chaleur ne pourra pas couvrir tous les besoins en chaleur du logement.

### Comment cela fonctionne ?

La puissance (en watt) de l'émetteur de chaleur doit répondre aux déperditions de chaleur de la pièce dans laquelle il est installé. Or, la puissance de chaleur pour le même émetteur dépend de la température de l'eau qui y circule. Il faut donc s'assurer que le régime de température du nouvel équipement permet aux émetteurs de répondre aux besoins de chaleur de la pièce.

**En effet, pour un même radiateur, plus le régime de température baisse et plus la puissance fournie par ce même radiateur diminue.**



**En régime de température 75/65**, l'eau entre dans le radiateur à 75°C, elle cède 2 000 W (= puissance de l'émetteur) de chaleur pour un local à 20°C, et sort avec une température de 65°C.

En régime de température 55/65, la puissance du radiateur diminue. Elle peut être divisée par 2.

### Le COP (rendement) selon la température extérieure (A) et la température de départ (W)

Le **coefficient de performance (COP)** d'une pompe à chaleur électrique correspond au rapport entre l'énergie électrique absorbée par la pompe (au niveau du compresseur) et l'énergie thermique restituée (source chaude). Il indique la performance instantanée réelle de la PAC en mode chauffage (en mode refroidissement on parle alors d'EER).

## Deux formules

$COP_{\text{chauffage}} = \text{Température source chaude} / (\text{Température source chaude} - \text{Température source froide})$  Formule de Carnot

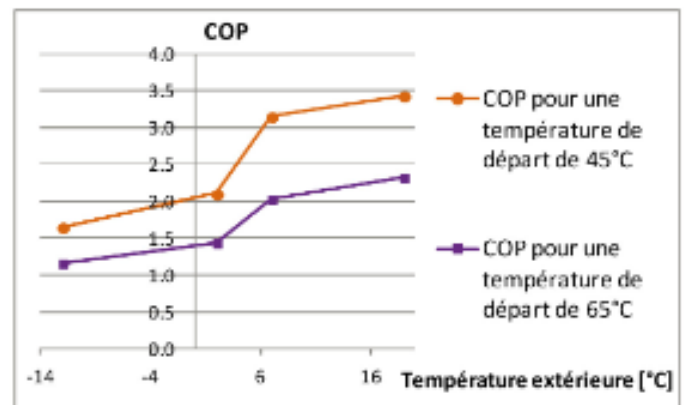
$COP_{\text{chauffage}} = \text{Puissance calorifique restituée au condenseur (fournie)} / \text{Puissance électrique apportée au compresseur (absorbée)}$

Un COP (A7°C ; W 35°C) égal à 3 signifie que pour une température de la source froide à 7 °C et une température de départ de l'eau de 35 °C, la pompe à chaleur consomme 1 kWh d'électricité pour produire 3 kWh de chaleur.

La figure suivante présente, à titre d'exemple, l'évolution du coefficient de performance (COP) à pleine charge d'une pompe à chaleur air/eau selon la température extérieure et la température de départ.

On constate :

- Que la performance se dégrade en fonction de la température extérieure : plus la température extérieure est faible et plus le COP est faible ;
- Que la performance se dégrade en fonction de la température de départ de la pompe à chaleur. Pour cet exemple, une diminution de la température de départ de 65 à 45°C permet d'améliorer de plus d'un point le COP pour des températures extérieures supérieures à 6°C.



Schématègue de pompe à chaleur neuf et rénovation (catalogue du programme Pacte)

Pour les PAC air / eau, les fabricants qui ont fait tester leurs produits à la NF PAC font souvent référence au coefficient de performance (COP) aux points de mesure « A7 / W 35 » : lorsque la température de l'air est à 7°C pour un départ de l'eau à 35°C. Ce COP est la valeur maximale. Or ce n'est pas à +7° que l'on a le plus besoin de puissance, mais bel et bien lorsqu'il fait plus froid. De plus, tous les logements rénovés ne fonctionneront pas en basse température W35°C (concerne essentiellement les logements neufs). La documentation technique indique le COP pour des points de mesures différents. Le devis également. Vérifiez les points de mesures qui vous concernent (particulièrement le W) et le COP associé. C'est là que la comparaison devient intéressante, car pour 2 machines de 2 fabricants différents, vous trouverez des caractéristiques très proches à +7° mais à -7, c'est une toute autre histoire. Il est donc pertinent de comparer les machines et les marques entre elles.

## Exemple des caractéristiques techniques issues d'une documentation technique de PAC

COP +7°C/+35°C Plancher chauffant = 4.52

COP +7°C/+55°C Radiateur haute température = 2.51

COP -7°C/+55°C Radiateur haute température = 1.68

On peut lire la chute du COP selon les conditions de température de la source de froide et de la source chaude.

#### **Bon à savoir**

Ces informations peuvent être indiquées dans le devis mais généralement sont précisées dans la plaquette du fabricant

### ETAS ou efficacité énergétique saisonnière

L'efficacité énergétique saisonnière ou ETAS (prononciation en 2 mots : éta pour le «  $\eta$  » de rendement et le « s » de saisonnière) est une notion qualifiant le rendement des générateurs de chauffage qui correspond à un rendement saisonnier au regard des règlements européens en particulier la directive européenne ErP (Écoconception).

#### **Le saviez-vous ?**

Pour mobiliser les aides financières dédiées aux pompes à chaleur, le critère de performance à respecter est l'ETAS exprimé en pourcentage.

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

-  $\geq$  à 126% si elles fonctionnent à basse température

-  $\geq$  à 111% si elles fonctionnent à moyenne et haute température

### Un ballon tampon est-il prévu?

Cette question ne trouve pas de réponse unanime. Certains vous diront qu'il n'est pas nécessaire de prévoir un ballon tampon lorsque le volume minimal d'eau exigé par le fabricant est respecté (volume du réseau comprenant entre autres les radiateurs, le circuit de distribution des radiateurs ainsi que les liaisons hydrauliques). D'autres diront que rares sont les cas où son installation n'est pas justifiée.

Dans la notice technique de la pompe à chaleur, le fabricant peut spécifier le volume minimal d'eau auquel doit être raccordée la machine. Ce volume permet d'assurer une inertie suffisante et de maintenir un temps de fonctionnement minimal du compresseur, évitant une usure prématurée provoquée par les cycles marche/arrêt trop fréquents. **Lorsque le volume du réseau est insuffisant, un volume tampon est mis en place sur l'installation. La contenance du volume tampon résulte d'un calcul.**

Sa capacité correspond au volume imposé auquel est soustrait le volume du réseau. Ce dernier dépend donc du type d'émetteur (le volume d'un réseau de plancher chauffant est plus important que celui d'un réseau de radiateurs) et de la présence ou non de vannes de régulation sur les émetteurs. Si les radiateurs sont équipés de robinets thermostatiques ou si les circuits de plancher chauffant sont dotés de vannes à deux voies asservies à la température ambiante, le volume des réseaux émetteurs ne doit pas être comptabilisé pour calculer le volume de l'installation.

Pour les pompes à chaleur avec compresseur à vitesse variable, le volume d'eau minimal requis est plus faible que pour un compresseur contrôlé en tout ou rien puisque sa puissance peut être modulée

### Appoint électrique intégré ou relève de chaudière

C'est un équipement qui prend automatiquement le relais de votre pompe à chaleur, lorsque celle-ci ne peut assurer seule le chauffage ou la production d'eau chaude de votre logement en raison de températures extérieures trop basses (source froide limitée) ou de périodes de gel.

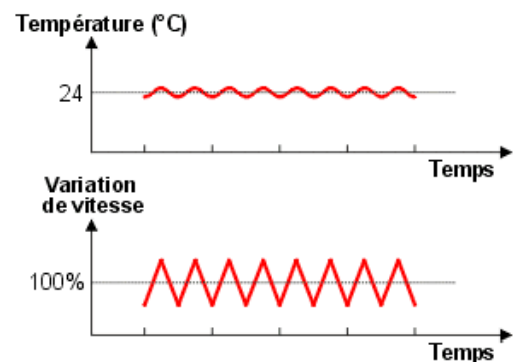
Cet appoint est quasiment intégré à toutes les marques de pompe à chaleur excepté quelques-unes.

Certains conseillent un enclenchement manuel pour éviter une durée de fonctionnement trop importante.

### Régulation Inverter

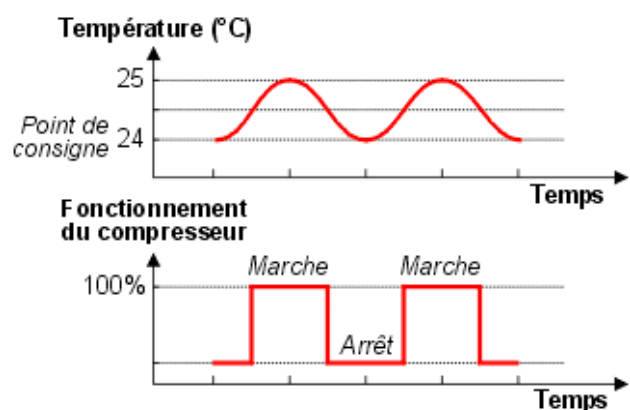
L'inverter désigne **un mode de fonctionnement du compresseur**. La technologie Inverter permet de mieux contrôler sa consommation d'énergie, en **adaptant la puissance de travail du compresseur au besoin thermique du logement**.

Le système Inverter que l'on trouve sur la plupart des équipements sur le marché fonctionne différemment. La technologie Inverter agit sur la vitesse du compresseur sans pertes importantes de rendement. Le démarrage du compresseur se fait toujours à basse vitesse, contrairement au fonctionnement ON/OFF. La pointe de courant nécessaire au démarrage est ainsi fortement réduite. En effet, la surintensité au démarrage peut venir perturber la capacité du réseau électrique si celui-ci n'est pas assez puissant à répondre aux autres équipements branchés sur ce même réseau.



La technologie précédente que l'on trouve encore sur le marché fonctionne en ON / OFF ou Marche / Arrêt. Le compresseur fonctionne alors à sa puissance maximale jusqu'à obtention d'une température intérieure souhaitée puis il coupe. Dès que la température tombe sous un certain seuil, il redémarre et ainsi de suite. Un compresseur classique nécessite d'installer un réservoir d'eau de stockage (=ballon tampon).

Le compresseur fonctionnant par à-coups entraîne une forte dépense énergétique, une fluctuation de température importante et une usure inutile de la mécanique.



### Type de compresseur



Il existe plusieurs types de compresseur : le compresseur à vis qui disparaît du marché, le compresseur scroll (spiro-orbital) et le compresseur à piston

Compresseur	A vis	Scroll	A piston
Niveau sonore	-	+	+
Consommation	+	-	-
Robustesse	+	++	+
Tension de démarrage	-	++ (2 fois inférieure au compresseur à piston)	+
Temps de démarrage	-	++ (A tension égale avec le compresseur à piston, le scroll a un temps de démarrage 4 fois plus court)	+

### Type de fluide frigorigène employé et sa quantité

Les pompes à chaleur récentes sont en général chargées avec des fluides frigorigènes tels que les HFC, l'ammoniac, le CO2 ou le propane qui n'ont pas d'impact sur la couche d'ozone.

#### **Le saviez-vous ?**

Manipulation des fluides frigorigènes : obligation réglementaire de détenir une attestation de capacité par l'entreprise et une attestation d'aptitude à la manipulation des fluides frigorigènes pour le personnel (tout défaut à cette obligation est sanctionné par une amende)

### Note de calcul des déperditions du logement et pièce par pièce pour définir la puissance de la pompe à chaleur et celle des radiateurs à remplacer si besoin

Le dimensionnement d'une pompe à chaleur s'effectue à partir du calcul des déperditions de chaleur du logement. De plus, le juste dimensionnement de la pompe à chaleur revêt une importance capitale. En effet, sous-dimensionnée ou surdimensionnée, elle ne remplit pas correctement ses fonctions

En cas de sous dimensionnement d'une pompe à chaleur, votre appareil n'est pas suffisamment puissant pour couvrir vos besoins de chauffage. Ce qui vous obligera à recourir fréquemment au système de chauffage d'appoint avec comme effet immédiat la réduction des économies possibles en termes de consommation d'énergie et de dépenses énergétiques.

A l'inverse, le surdimensionnement d'une pompe à chaleur a pour conséquence de répondre trop vite à vos besoins de chauffage. Or, une fois comblés les besoins thermiques de votre maison, votre appareil arrête de fonctionner afin de prévenir tout dépassement de la température souhaitée. Ce qui entraîne des arrêts intempestifs susceptibles de provoquer l'usure précoce du compresseur et de réduire la durée de vie de votre pompe à chaleur.

En outre, un appareil trop puissant vous revient plus cher à l'achat et à l'installation. Si vous changez de palier de puissance, vous risquez aussi de faire augmenter votre abonnement annuel chez EDF.

Pour rappel, la température de l'eau fournie par la pompe à chaleur doit être adaptée aux émetteurs de chaleur existant. En effet, pour un réseau de radiateurs existant, il y a lieu de s'assurer de la compatibilité du régime de température des émetteurs de chaleur et de celui de la PAC.

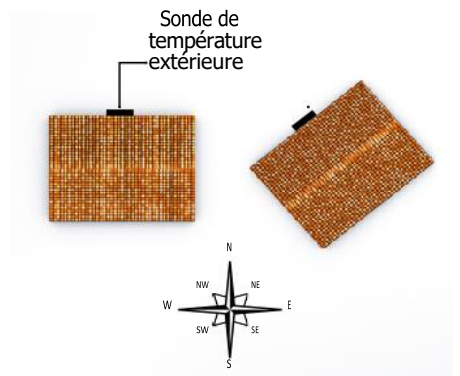
## La régulation

La régulation et la programmation permettent de fournir la température qu'il faut, quand il faut et où il faut.

**Thermostat d'ambiance programmable** : il existe différents types de thermostat d'ambiance (tout ou rien, modulant ...)

La programmation complète la régulation : elle permet de faire varier la température de consigne en fonction du moment de la journée (jour / nuit, présence /absence) ou de la semaine.

**Sonde extérieure** : une sonde de température mesure constamment la température de l'air extérieur, anticipe les variations climatiques, et module en conséquence la température de l'eau du réseau de chauffage en fonction des variations météorologiques, en prévenant aussi les changements brusques de température extérieure. Ainsi, le générateur de chaleur réagit avant que le logement n'ait eu le temps de se refroidir.



Elle doit être éloignée des sources de chaleur parasites : cheminée, sortie d'air du bâtiment et à l'abri de tout ensoleillement direct.

**Robinets/Vannes thermostatiques** : la régulation du chauffage peut être complétée par la pose de robinets thermostatiques. Ils permettent d'ajuster la température pièce par pièce en fonction de l'usage (chambre, séjour...) et de valoriser les apports de chaleur gratuits.

Une vanne thermostatique ajuste le débit d'eau chaude qui circule dans le radiateur pour atteindre la température voulue dans la pièce où elle se trouve :

- si la température de consigne n'est pas atteinte, la vanne s'ouvre pour laisser passer plus d'eau chaude ;
- si la température est dépassée, elle se ferme.

## Désembouage

Le désembouage est une technique de nettoyage qui concerne toutes les installations de chauffage central qui utilisent l'eau courante pour faire circuler la chaleur depuis les appareils qui la produisent (chaudière, pompe à chaleur, capteurs solaires) vers ceux qui l'émettent.

Elle consiste à éliminer les boues qui se sont formées et accumulées dans l'équipement de chauffage, les radiateurs, les tuyaux sous l'effet de la dégradation— ou corrosion— des métaux de l'installation par l'eau.

### Bon à savoir

Le désembouage n'est pas une vidange du circuit de chauffage qui s'ensuit d'un rinçage.

### Les principaux bénéfices du désembouage :

- Un rendement énergétique maximum de l'installation et des appareils de chauffage  
Des économies de chauffage : on peut gagner environ 15% de rendement en désembouant une installation victime de corrosion : Résultats de l'étude indépendante GASTEC
  - Le confort de chauffage : les appareils de chauffage fonctionnent de façon optimale
  - La longévité des appareils de chauffage
  - Le respect de l'environnement lié à l'optimisation du rendement et à la réduction conjointe de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre
- Sommaire [masquer]

### Pot à boue

Le pot à boue est un équipement qui permet de récupérer les boues qui s'accumulent dans l'installation. Un nettoyage 1fois /an est recommandé.

### Les travaux induits

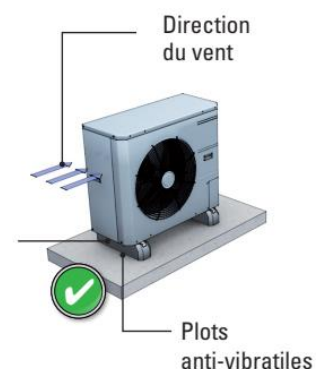
Les travaux induits sont les travaux « indissociablement liés aux travaux d'économies d'énergie » (article R. 319-17 du code de la construction et de l'habitation). Ils visent uniquement les travaux indispensables consécutifs aux travaux d'efficacité énergétique proprement dits.

Les travaux induits mentionnés ici ne sont pas exhaustifs. D'autres travaux induits peuvent être chiffrés selon le projet.

### 1- Calorifugeage du réseau hors volume chauffé

Le calorifugeage désigne l'isolation de la tuyauterie et ainsi limite les pertes de chaleur.

### 2- Création d'un socle béton pour recevoir le module extérieur et prévoir plots anti-vibratiles



### 3- Principe du sous-compteur électrique

Un **sous-compteur électrique** est un dispositif que l'on peut associer au compteur électrique général. Comme le fait votre compteur, il calcule la quantité d'électricité consommée. Cela peut avoir pour intérêt de vérifier le fonctionnement de la pompe à chaleur et ces

consommations hivernales et estivales, le comportement de l'appoint électrique et sa consommation, indépendamment de sa consommation en électricité spécifique

Monophasée ou triphasé

### Contrat d'entretien (fréquence, type, cout)

L'entretien est désormais obligatoire pour tous les appareils dont la puissance est comprise entre 4 et 70 kW. Depuis le 30 juillet 2020, la maintenance est rendue obligatoire tous les 2 ans. Pour les systèmes supérieurs, la révision doit se faire tous les cinq ans. Voir le décret n° 2020-912 du 28 juillet 2020.