

La Pompe à Chaleur en rénovation

Quelle PAC choisir pour ma maison ?



AFPAC

Association Française pour
les Pompes À Chaleur

La pompe à chaleur au cœur de votre confort

A propos de l'AFPAC - www.afpac.org

Créée en février 2002, l'Association Française pour les Pompes A Chaleur, association de filière exclusivement dédiée à la PAC, est l'interlocuteur privilégié des pouvoirs publics et de tous les acteurs du domaine des pompes à chaleur en France et en Europe, afin de faire valoir l'intérêt énergétique et environnemental des systèmes de production de chaleur par pompe à chaleur (chauffage et eau chaude sanitaire), et la contribution actuelle et future qu'ils apportent au développement des énergies renouvelables.

En coordination avec ses membres – Energéticiens, Bureaux d'Etudes, Centres d'Essais, Centres Techniques, de contrôle et certification, Industriels-fabricants, Distributeurs, Installateurs, Associations, Organisations syndicales -, l'AFPAC suit et contribue aux travaux réglementaires, de normalisation, de qualification et de certification, françaises et européennes, sur les pompes à chaleur et les systèmes les utilisant. L'AFPAC s'assure à l'échelle européenne de la présence et de la cohérence de la représentativité des acteurs de la filière PAC en France. A ce titre l'AFPAC est l'interlocuteur privilégié de l'EHPA.

Par son expertise et sa représentativité, l'AFPAC crée, met en place et active les conditions nécessaires à la promotion des PAC, à la qualité de leur mise en œuvre et à la satisfaction de leurs utilisateurs.

Préface du Président



Nous le constatons régulièrement à travers les événements météorologiques, la lutte contre le changement climatique est l'un des enjeux cruciaux du 21^{ème} siècle. A part quelques exceptions, au niveau mondial, la prise de conscience est générale. Beaucoup d'états ont adhéré à l'accord de Paris. Les textes européens et nationaux déclinent des objectifs chiffrés auxquels les filières professionnelles doivent répondre et l'économie s'adapter.

Est-il nécessaire de rappeler la loi de transition énergétique, pour laquelle la pompe à chaleur répond aux critères d'économie d'énergie, d'énergie renouvelable, et d'économie circulaire.

Face à ces enjeux de société, la pompe à chaleur est une solution intéressante pour rénover son système de chauffage. Elle apporte le confort en toutes saisons, des économies d'énergie qui se traduisent par des économies financières, tout en répondant aux défis environnementaux.

Depuis sa création, l'AFPAC a toujours œuvré pour la qualité des installations. La pompe à chaleur exige l'excellence, c'est pourquoi son installation doit être correctement réfléchie. Pour conserver ses performances et assurer sa pérennité dans le temps, elle doit également faire l'objet d'un contrat de maintenance annuel.

Ce document est un guide pour choisir la pompe à chaleur qui convient le mieux à chaque cas en fonction des besoins exprimés.

Thierry NILLE

Président de l'AFPAC

Sommaire

1.	Pourquoi rénover son chauffage en installant une PAC.....	9
2.	Quelle pompe à chaleur choisir ?.....	12
3.	La PAC géothermique – les technologies disponibles	13
3.1.	La substitution de chaudière.....	14
3.2.	La chaudière en relève	15
3.3.	Description des systèmes.....	15
3.3.1.	Pompe à chaleur eau glycolée-eau avec capteurs enterrés horizontaux.....	16
3.3.2.	Pompe à chaleur eau glycolée-eau avec capteurs enterrés verticaux	16
3.3.3.	Pompe à chaleur sur nappe aquifère	17
3.3.4.	Installation de la pompe à chaleur	18
4.	La PAC air-eau - Les technologies disponibles.....	19
4.1.	Pompe à chaleur air extérieur-eau monobloc extérieure	20
4.2.	Pompe à chaleur air extérieur-eau monobloc intérieure.....	21
4.3.	Pompe à chaleur air extérieur-eau en éléments séparés	22
4.4.	Pompe à chaleur air extérieur-eau tout ou rien	22
4.5.	Pompe à chaleur air extérieur-eau à variation de puissance	23
4.6.	Les solutions de rénovation	23
4.6.1.	La substitution de chaudière	25
4.6.2.	La chaudière en relève	26
4.6.3.	La pompe à chaleur hybride.....	29
4.6.3.1.	<i>Caractéristiques techniques</i>	30
4.6.3.2.	<i>La régulation</i>	31
4.6.3.3.	<i>La production de chauffage</i>	34
4.6.3.4.	<i>La production d'eau chaude sanitaire</i>	34
5.	La pompe à chaleur double service.....	35
5.1.	Principe général	35
5.2.	Système à ballon intégré.....	36
5.3.	Système à ballon séparé	38
5.4.	Régulation	38
5.4.1.	Réchauffage uniquement nocturne de l'ECS.....	38
5.4.2.	Réchauffage de l'ECS non asservi à une programmation horaire	39
5.4.3.	Réchauffage de l'ECS à 55°C la nuit et l'après-midi et à 40°C le reste du temps	39
5.4.4.	Gestion de l'appoint électrique.....	39

6.	La PAC air-air - Les technologies disponibles	41
6.1.	Pompe à chaleur air - air en éléments séparés avec réseau aéraulique	41
6.2.	Pompe à chaleur air - air en éléments séparés avec unités intérieures à émission directe	43
6.3.	Pompe à chaleur air - air monobloc avec réseau aéraulique	44
6.4.	Pompe à chaleur air - air à débit de réfrigérant variable (DRV)	45
6.5.	Rénovation de chauffage électrique par traitement partiel du logement avec une pompe à chaleur air - air	46
6.6.	Traitement du confort d'été par pompe à chaleur air - air en complément d'une installation de chauffage traditionnelle	47
6.7.	Interaction entre système de chauffage air - air et système de ventilation	48
7.	Les dix « commandements » pour faire installer sa PAC	49

1. Pourquoi rénover son chauffage en installant une PAC

La pompe à chaleur (PAC) permet d'assurer le **chauffage et la production d'eau chaude** d'un logement. Le fonctionnement de cette pompe à chaleur est simple et **efficace** : la pompe à chaleur puise les **calories à l'extérieur** pour les injecter dans le circuit de chauffage central et d'eau chaude du logement.

La chaleur circule naturellement d'une température élevée vers une température basse, par exemple à travers les murs d'une maison en hiver.

En pratique, les pompes à chaleur sont capables de transférer la chaleur dans la direction opposée, en utilisant une quantité relativement faible d'énergie motrice : énergie électrique ou mécanique ou chaleur résiduelle à température élevée.

Ainsi, les pompes à chaleur peuvent récupérer la chaleur de différentes sources à basse température, comme l'air, le sol ou l'eau, les déchets industriels ou ménagers, et la transférer à une température plus élevée vers le système de chauffage d'un bâtiment ou vers une application industrielle.

En inversant le cycle, les pompes à chaleur peuvent également être utilisées pour le confort d'été (comme les systèmes de climatisation).

Principe thermodynamique



La pompe à chaleur peut récupérer l'énergie de 3 sources différentes, en fonction du milieu environnant :

La récupération de la chaleur dans l'air extérieur :

La chaleur prélevée dans l'air extérieur est transférée par la pompe à chaleur dans l'air ambiant du logement ou dans le circuit d'eau chaude de l'installation de chauffage. Suivant les modèles, la pompe à chaleur peut être installée à l'intérieur ou à l'extérieur du logement.



1 **Pompe à Chaleur Air/Air ou Air/Eau.**
Prélèvement des calories dans l'air.

La récupération de la chaleur dans l'eau :

La chaleur est prélevée dans une nappe phréatique, un lac, une réserve d'eau ou encore un cours d'eau. Cette chaleur est ensuite transférée par la pompe à chaleur au circuit d'eau chaude de l'installation de chauffage. La pompe à chaleur s'installe généralement à l'intérieur du logement (cave, buanderie, garage). Très performant, cet appareil peut chauffer l'ensemble du logement. Il est important de noter que l'exploitation des eaux est soumise à une réglementation spécifique.



1 **Pompe à Chaleur Eau/Eau.**
Prélèvement des calories dans l'eau
2 **Nappe phréatique souterraine**
3 **Puit de captage de l'eau**
4 **Puit de restitution de l'eau (eau parfaitement préservée pendant sa circulation)**

La récupération de la chaleur dans le sol :

La chaleur est prélevée dans le sol à l'aide :

- D'un réseau de tubes déroulés à faible profondeur (de 0,6 m à 1,2 m) dans le sol si la surface du terrain est suffisante, c'est-à-dire une surface de terrain disponible d'environ 1,5 fois la surface à chauffer. Sur cette surface de terrain, aucune plantation avec des racines profondes ne pourra être réalisée.



1 **Pompe à Chaleur Sol/Eau.**
Prélèvement des calories dans le sol.
2 **Capteurs horizontaux enterrés dans le sol à faible profondeur.**

- De sondes verticales qui peuvent atteindre des profondeurs d'environ 100 m.



- 1 **Pompe à Chaleur Sol/Eau.**
Prélèvement des calories dans le sol.
- 2 **Capteurs verticaux avec sonde géothermique**
installée très profondément dans le sol.

Un système de PAC contribue à réduire le CO₂, grâce à son coefficient de performance annuel

Plus un système de pompes à chaleur est efficace, moins il lui faut d'électricité pour fonctionner et délivrer la chaleur demandée. **Bien entendu**, la chaleur ambiante utilisée par les pompes provient de sources d'énergie renouvelables et n'a pas généré de gaz à effet de serre.

Diminuer d'une manière importante la facture de chauffage

En utilisant l'énergie gratuite, on ne paie que l'électricité nécessaire au système pour faire fonctionner la pompe à chaleur. On peut ainsi **diminuer d'une manière importante la facture de chauffage**. Ces économies permettent d'amortir en seulement quelques années le prix de la pompe à chaleur et son installation.

Puissance et COP de la pompe à chaleur air-eau

Les principales caractéristiques à connaître pour juger de la performance d'une pompe à chaleur sont :

- Le **coefficient de performance (COP)** qui représente le nombre de kWh de chaleur produits, pour 1 kWh d'électricité consommée. Le COP de la pompe à chaleur est généralement supérieur à 3. La consommation électrique de la pompe à chaleur est donc minime.
- La **puissance calorifique** (en kW) qui représente la capacité de production de chaleur de la PAC.

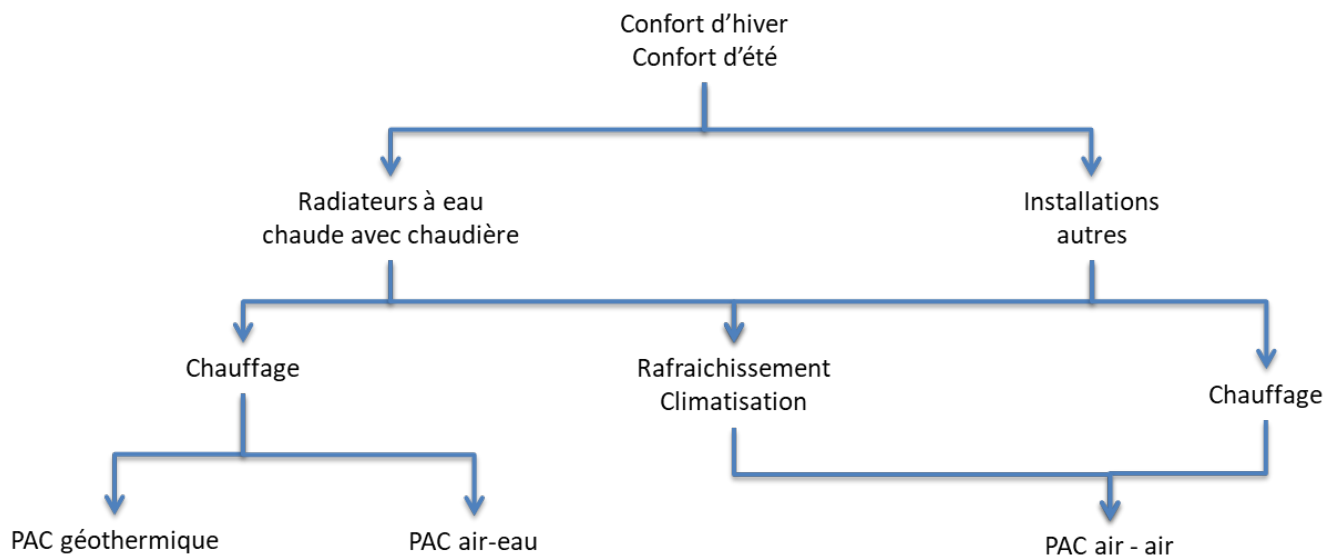
2. Quelle pompe à chaleur choisir ?

Quel que soit le souhait de « traiter » le confort d'hiver et/ou le confort d'été, l'orientation vers une technologie se fera en fonction de l'équipement de chauffage existant.

Si la maison est munie d'un circuit d'eau chaude avec des radiateurs, l'installation d'une pompe à chaleur géothermique ou d'une pompe à chaleur air-eau, sous certaines conditions, sera à privilégier pour le chauffage, et éventuellement la production d'eau chaude sanitaire. Si la maison est équipée d'un plancher chauffant, le rafraîchissement d'été pourra être envisagé avec une PAC réversible.

Si le chauffage est « désorganisé » ou électrique, la pompe à chaleur air-air se trouve être la solution pour chauffer et climatiser partiellement ou en totalité la maison.

La pompe à chaleur air-air peut également être installée en complément d'un chauffage « traditionnel » à eau chaude avec chaudière, pour assurer le confort d'été. Dans cette configuration la PAC peut également assurer le chauffage en mi-saison. Ce qui évite de redémarrer l'ensemble de l'installation pour quelques heures.



3. La PAC géothermique – les technologies disponibles

Deux solutions de rénovation par pompe à chaleur sont possibles :

- la substitution de chaudière,
- la chaudière en appoint (la relève de chaudière).

En fonction de la surface du terrain disponible et des caractéristiques du sous-sol, les différentes solutions de captage d'énergie souterraine peuvent être utilisées. Ce sont les suivantes :

- les capteurs enterrés horizontaux (en décapage ou en tranchées) ;
- les capteurs enterrés verticaux (sondes géothermiques verticales – SGV) ;
- les forages sur nappe aquifère.

Toutes les installations de chauffage ne permettent pas l'intégration d'une pompe à chaleur dans de bonnes conditions de fonctionnement et de performance.

Bien qu'il existe des pompes à chaleur permettant d'obtenir des températures d'eau élevées, un état de l'existant doit être effectué systématiquement.

Commentaire

Une pompe à chaleur peut actuellement produire de l'eau à une température aussi élevée que celle délivrée par une chaudière. Cependant, l'installation d'une pompe à chaleur est préférable lorsqu'une diminution de la température d'alimentation des émetteurs est possible.

C'est le cas si les émetteurs sont surdimensionnés par rapport aux besoins réels (surpuissance initiale ou suite à une rénovation thermique du bâtiment).

Dans le cas contraire, un autre générateur (chaudière ou résistance électrique) est utilisé en appoint.

Commentaire

Dans le cas de la substitution de chaudière, l'option de changer les émetteurs est envisageable. Ils doivent être dimensionnés pour une basse température d'eau, obtenue par une pompe à chaleur standard. Cependant, excepté le cas des ventilo-convecteurs, les émetteurs à basse température présentent des surfaces d'échange et donc des encombrements plus importants.

Dans le cas de la substitution de chaudière, un appoint peut éventuellement être prévu.

Commentaire

La fonction rafraîchissement nécessite une installation adaptée avec notamment un remplacement des radiateurs par des unités terminales à eau à 2 ou 4 tubes, une isolation des tuyauteries...

3.1. La substitution de chaudière

Une pompe à chaleur installée en substitution de chaudière permet de couvrir la plus grande partie, voire la totalité, des besoins. Quand un appoint est présent, celui-ci peut être utilisé pour les jours les plus froids.

Plus la température maximale d'eau produite par la pompe à chaleur est élevée, plus les possibilités de réaliser une substitution directe sont grandes. Dans la plupart des cas, le remplacement d'une chaudière peut être possible avec une pompe à chaleur travaillant à haute température sous réserve des résultats d'une étude de dimensionnement.

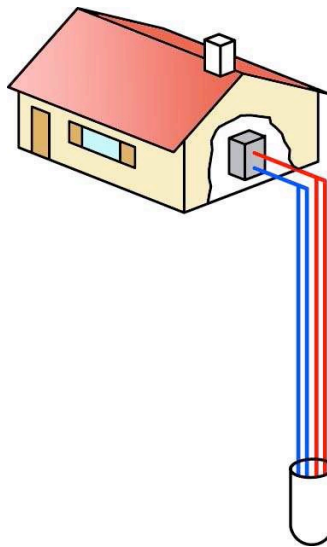


Figure 1 : Exemple de pompe à chaleur géothermique en substitution de chaudière existante

Commentaire

Certaines machines permettent d'obtenir de l'eau chaude à haute température.

Cependant, dans la mesure du possible, il convient de favoriser des actions visant à réduire les pertes thermiques du bâtiment à chauffer, ce qui peut conduire à installer une machine de plus petite taille travaillant à plus basses températures.

3.2. La chaudière en relève

La pompe à chaleur est associée à une chaudière qui assure l'appoint. La pompe à chaleur fonctionne prioritairement. Pour les températures extérieures les plus basses, la chaudière fonctionne en relève de la pompe à chaleur pour couvrir le complément des besoins, voire la totalité.

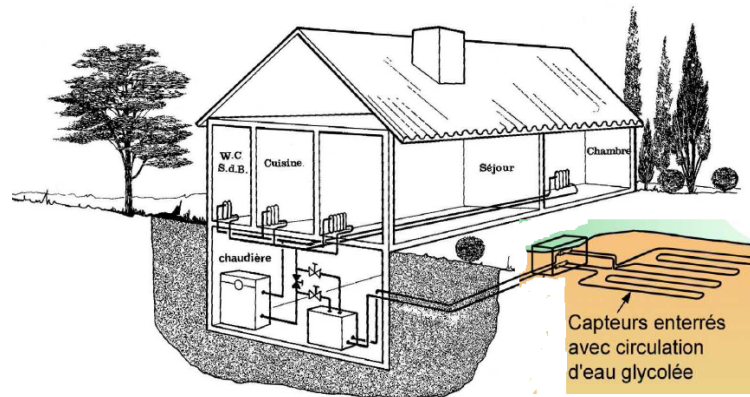


Figure 2 : Exemple de chaudière existante en relève de pompe à chaleur géothermique

Commentaire

Du point de vue thermique, il est généralement possible de convertir une installation avec chaudière en une installation avec pompe à chaleur et chaudière en relève.

3.3. Description des systèmes

Les pompes à chaleur géothermiques eau/eau ou eau glycolée/eau sont des machines essentiellement monobloc installées à l'intérieur fonctionnant en tout ou rien. L'offre actuelle de pompes à chaleur à variation de puissance reste marginale et n'est donc pas prise en compte.

Une attention particulière doit être portée sur les principales contraintes du mode de régulation tout ou rien :

- démarrages successifs du compresseur,
- intensité élevée au démarrage,
- succession de séquences marche – arrêt.

Ces machines intègrent généralement un module hydraulique qui contient la plupart des éléments hydrauliques. Elles ne nécessitent pas d'intervention sur le circuit frigorifique lors de l'installation. Les émetteurs sont alimentés grâce à un circulateur qui distribue l'eau réchauffée lors du passage au condenseur.

L'appoint électrique, s'il est présent, est situé en aval de la pompe à chaleur généralement dans le module hydraulique. La mise en route de l'appoint n'est pas autorisée en mode rafraîchissement si ce mode est prévu lors de la rénovation.

3.3.1. Pompe à chaleur eau glycolée-eau avec capteurs enterrés horizontaux

Ce système nécessite une pompe à chaleur eau-eau installée en local technique ou un local équivalent et un circuit de tubes dans lesquels circule de l'eau glycolée grâce à un circulateur qui alimente l'évaporateur de la pompe à chaleur.

Les tubes des capteurs sont généralement en matériaux de synthèses (polyéthylène réticule - PER ou polyéthylène haute densité – PEHD...).

Ces tubes sont placés horizontalement soit en tranchées, soit en décapage, c'est à dire sur toute la surface du terrain, avec un pas minimum de 0,40 m.

En cas de décapage, la surface disponible pour le captage est de l'ordre de 1,5 à 2 fois la surface intérieure traitée par la pompe à chaleur.

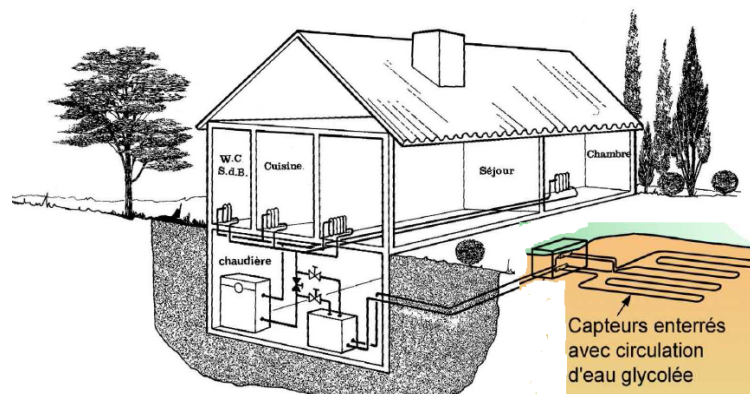


Figure 3 : Exemple de pompe à chaleur géothermique avec capteur horizontal

3.3.2. Pompe à chaleur eau glycolée-eau avec capteurs enterrés verticaux

Ce système nécessite une pompe à chaleur eau-eau installée en local technique ou un local équivalent et un circuit de tubes dans lesquels circule de l'eau glycolée grâce à un circulateur qui alimente l'évaporateur de la pompe à chaleur.

Les tubes des capteurs sont généralement en matériaux de synthèses (polyéthylène réticule - PER ou polyéthylène haute densité – PEHD...).

Les tubes sont disposés verticalement dans un forage de diamètre 125 à 165 mm suivant une configuration 2 tubes (dite en U) ou 4 tubes (dite double U) jusqu'à une profondeur de 80 à 200 m. Le forage est ensuite rempli d'un mélange ciment et bentonite afin de stabiliser l'ensemble dans sa géométrie originelle.

L'ensemble est communément appelé sonde géothermique verticale (SGV). Ce type d'installation peut comporter 2 sondes géothermiques verticales.

La conception et la mise en œuvre de cette technique nécessitent une bonne connaissance du milieu géologique.

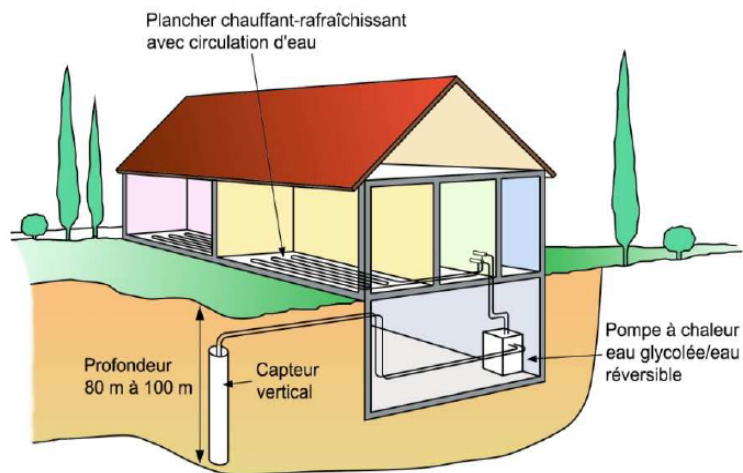


Figure 4 : Exemple de pompe à chaleur avec sondes géothermiques verticales couplée à un plancher chauffant – rafraîchissant

3.3.3. Pompe à chaleur sur nappe aquifère

Une pompe à chaleur eau/eau permet de puiser de la chaleur dans une source froide constituée par l'eau d'un puits ou d'une nappe aquifère.

L'exploitation des eaux souterraines fait l'objet d'une réglementation assez stricte qui doit être respectée et il convient de s'assurer des pérennités du débit et de la température.

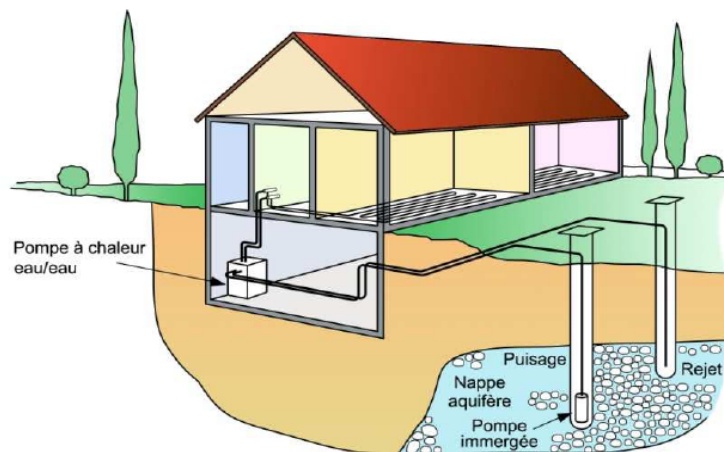


Figure 5 : Exemple de pompe à chaleur sur nappe aquifère couplée à un plancher chauffant – rafraîchissant

3.3.4. Installation de la pompe à chaleur

La solution pompe à chaleur eau-eau nécessite de trouver un emplacement satisfaisant pour loger le groupe monobloc.

Il faut prévoir son intégration, soit dans un local semi-ouvert ou fermé, éventuellement traité de manière à éviter toute propagation de bruit au logement ou à l'environnement (avec une implantation judicieuse d'éventuelles prises et rejets d'air pour la ventilation du local).

Dans tous les cas, un accès aisé est nécessaire pour l'entretien et la maintenance ultérieure de la pompe à chaleur.

4. La PAC air-eau - Les technologies disponibles

Les pompes à chaleur air extérieur-eau regroupent les technologies suivantes :

- La pompe à chaleur air extérieur-eau monobloc extérieure ;
- La pompe à chaleur air extérieur-eau monobloc intérieure ;
- La pompe à chaleur air extérieur-eau en éléments séparés.

On distingue les pompes à chaleur air extérieur-eau fonctionnant en tout ou rien et celles à variation de puissance.

Les machines monoblocs extérieures et intérieures intègrent généralement un module hydraulique qui contient la plupart des éléments hydrauliques. Elles ne nécessitent pas d'intervention sur le circuit frigorifique lors de l'installation.

La plupart des machines en éléments séparés nécessitent la manipulation de fluides frigorigènes lors de l'installation, ce qui implique de se conformer à la réglementation concernant les fluides frigorigènes, notamment les articles R543-75 à R543-123 du Code de l'environnement.

4.1. Pompe à chaleur air extérieur-eau monobloc extérieure

Ce type de pompe à chaleur est installé soit à l'extérieur, soit dans un local semi-ouvert.

Tous les composants frigorifiques sont rassemblés dans l'appareil.

Ce type de pompe à chaleur intègre généralement un module hydraulique.

Ce module peut également être installé à l'intérieur avec une liaison hydraulique entre celui-ci et l'unité extérieure.

Les émetteurs sont alimentés grâce à un circulateur qui distribue l'eau réchauffée lors du passage au condenseur.

L'appoint électrique, s'il est présent, est situé en aval de la pompe à chaleur, généralement dans le module hydraulique. La mise en route de l'appoint n'est pas autorisée en mode rafraîchissement.

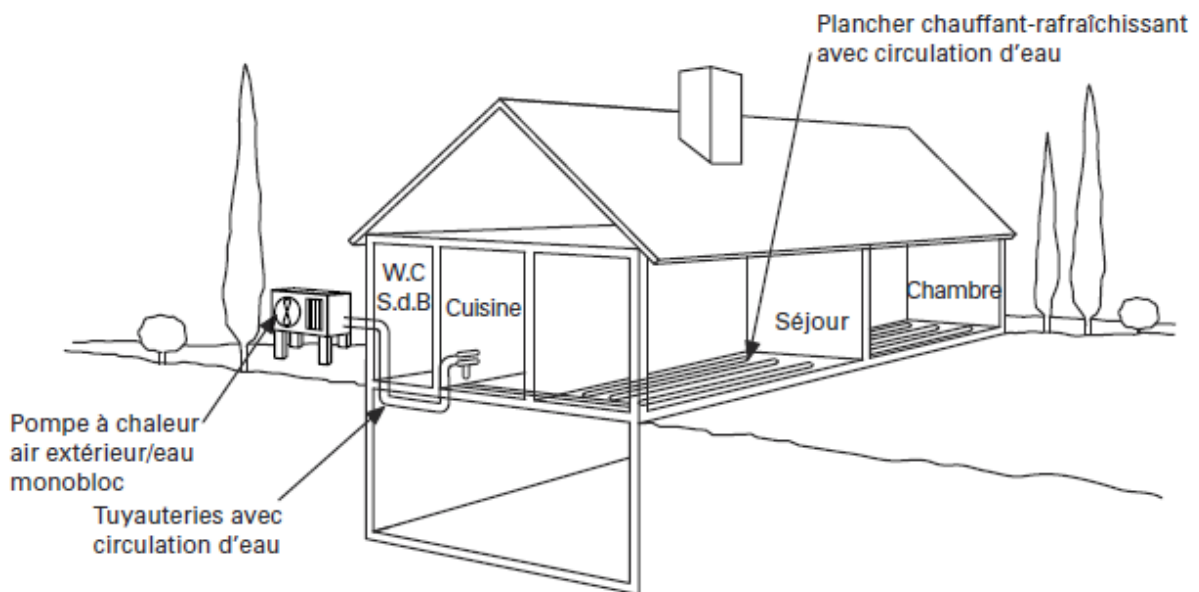


Figure 6 : Principe d'une pompe à chaleur air extérieur-eau monobloc extérieure

4.2. Pompe à chaleur air extérieur-eau monobloc intérieure

Ce type de pompe à chaleur est installé à l'intérieur, généralement dans un local spécifique (local technique).

Tous les composants frigorifiques sont rassemblés dans l'appareil.

Ce type de pompe à chaleur intègre généralement un module hydraulique.

Les émetteurs sont alimentés grâce à un circulateur qui distribue l'eau réchauffée lors du passage au condenseur.

L'appoint électrique, s'il est présent, est situé en aval de la pompe à chaleur, généralement dans le module hydraulique. La mise en route de l'appoint n'est pas autorisée en mode rafraîchissement.

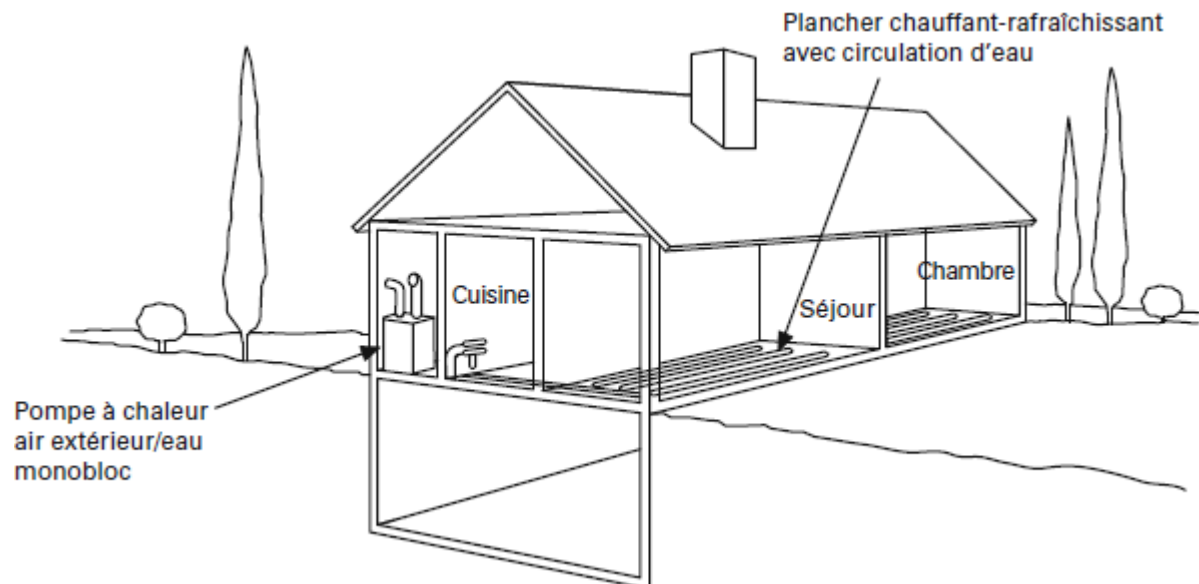


Figure 7 : Principe d'une pompe à chaleur air extérieur- eau monobloc intérieure

4.3. Pompe à chaleur air extérieur-eau en éléments séparés

Pour cette solution, la pompe à chaleur est composée de deux éléments :

- L'unité extérieure qui comprend le plus souvent l'évaporateur, le compresseur et le détendeur ;
- L'unité intérieure qui comprend le condenseur, ainsi que la plupart des éléments hydrauliques. Elle peut parfois intégrer le compresseur.

Selon les industriels, différents systèmes sont proposés (bi-bloc, split système).

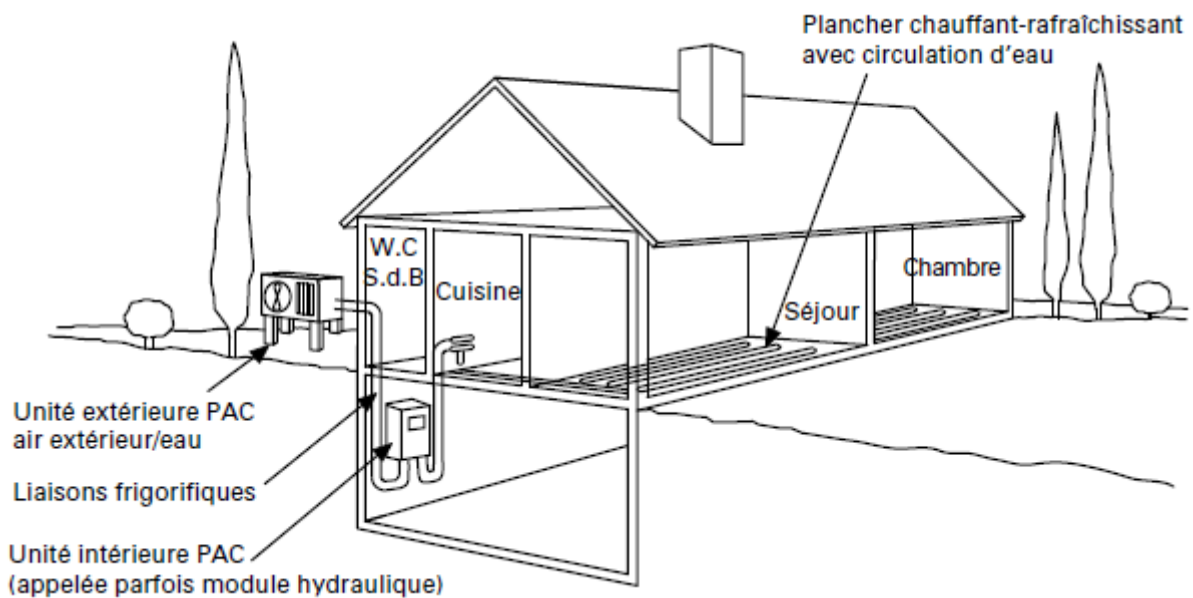


Figure 8 : Principe d'une pompe à chaleur air extérieur-eau en éléments séparés

4.4. Pompe à chaleur air extérieur-eau tout ou rien

En mode de fonctionnement tout ou rien, le principe est de maintenir la température d'eau délivrée par la pompe à chaleur en mettant en marche ou à l'arrêt le compresseur.

Une attention particulière doit être portée sur les principales contraintes du mode de régulation tout ou rien :

- Démarrages successifs du compresseur,
- Intensité élevée au démarrage,
- Succession de séquences marche-arrêt.

4.5. Pompe à chaleur air extérieur-eau à variation de puissance

Les pompes à chaleur à variation de puissance comprennent généralement un compresseur avec variation électronique de vitesse. Les autres technologies de compresseurs à puissances variables (compresseur à spirale débrayable, système bi-compresseurs) sont plus rares.

Dans ce système, il est associé deux composants :

- Un variateur de fréquence (ou convertisseur) qui fait varier la fréquence d'alimentation du moteur électrique du compresseur ;
- Un compresseur Inverter qui est spécifiquement conçu pour fonctionner à des vitesses de rotation variables.

La variation électronique de vitesse est intégrée dès la conception du compresseur. La vitesse évolue de la limite basse, fixée par la lubrification du compresseur, à la limite haute fixée par la vitesse de rotation maximale du moteur électrique.

Le système Inverter module la vitesse de rotation afin d'adapter la puissance thermique au besoin.

4.6. Les solutions de rénovation

La mise en place d'une pompe à chaleur air-eau en rénovation d'une installation de chauffage nécessite la présence d'un réseau hydraulique avec émetteurs de type plancher, radiateurs ou autres. Dans le cas d'une réhabilitation complète d'un système tout électrique, ce réseau est à créer.

Mise à part le remplacement à l'identique d'une pompe à chaleur air-eau, les deux solutions de rénovation par pompe à chaleur les plus rencontrées sont :

- La substitution de chaudière ;
- La chaudière en relève, en appoint ;

Toutes les installations de chauffage ne permettent pas l'intégration d'une pompe à chaleur dans de bonnes conditions de fonctionnement et de performance.

Bien qu'il existe des pompes à chaleur permettant d'obtenir des températures d'eau élevées, même à de faibles températures extérieures, un état de l'existant doit être effectué systématiquement.

La performance de la pompe à chaleur est directement fonction de la température d'eau obtenue par rapport à une température extérieure considérée.

Commentaire

Une pompe à chaleur peut actuellement produire de l'eau à une température aussi élevée que celle délivrée par une chaudière. Cependant, l'installation d'une pompe à chaleur est préférable lorsque la diminution de la température d'alimentation des émetteurs est possible. C'est notamment le cas si les radiateurs existants sont surdimensionnés par rapport aux besoins réels (surpuissance initiale ou suite à une rénovation thermique du bâtiment). Dans le cas contraire, un autre générateur (chaudière ou résistance électrique) est utilisé en appoint.

Commentaire

Dans le cas de la substitution de la chaudière, l'option de changer les émetteurs est envisageable. Ils doivent être dimensionnés pour une basse température d'eau, obtenue par une pompe à chaleur standard. Cependant, excepté le cas des ventilo-convecteurs, les émetteurs à basse température présentent des surfaces d'échange et donc des encombrements plus importants. Dans le cas de la substitution de chaudière, un appoint est généralement nécessaire s'agissant d'une pompe à chaleur air extérieur/eau.

Commentaire

La fonction rafraîchissement nécessite une installation adaptée avec notamment un remplacement des radiateurs par des unités terminales à eau à 2 tubes ou 4 tubes, une isolation des tuyauteries...

4.6.1. La substitution de chaudière

Une pompe à chaleur installée en substitution de chaudière permet de couvrir la plus grande partie, voire la totalité, des besoins. Quand un appoint est présent, généralement électrique, celui-ci est utilisé pour les jours les plus froids.

Afin de minimiser le temps de fonctionnement de l'appoint pour disposer de la performance optimum de la pompe à chaleur, la température maximum de fonctionnement du réseau de chauffage (loi d'eau) doit se rapprocher au plus près de la température d'eau maximum délivrée par la pompe à chaleur. Quand l'écart est trop important, pour le réduire en assurant les besoins de chauffage nécessaires, il est possible de changer les quelques émetteurs rendus « sous puissants » à cause du nouveau régime d'eau imposé par la pompe à chaleur.

Plus la température maximale d'eau produite par la pompe à chaleur est élevée, plus les possibilités de réaliser une substitution directe sont grandes. Dans la plupart des cas, le remplacement d'une chaudière peut être possible avec une PAC travaillant à haute température sous réserve des résultats d'une étude de dimensionnement.

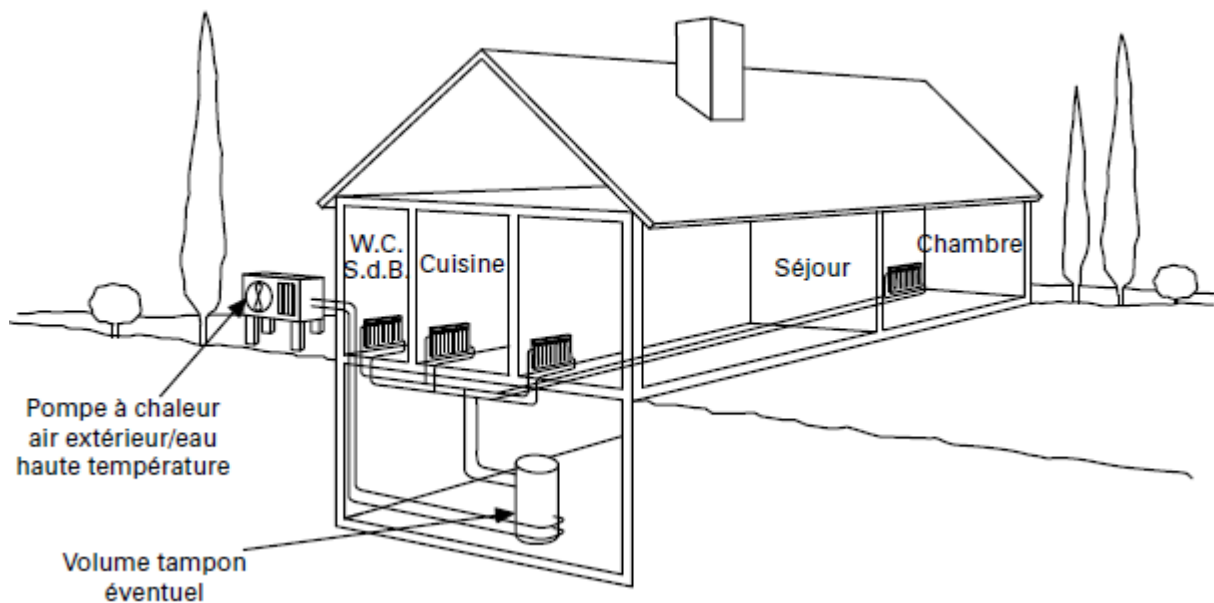


Figure 9 : Exemple de pompe à chaleur haute température air extérieur-eau en substitution de chaudière

Commentaire

Certaines machines permettent d'obtenir de l'eau chaude jusqu'à une température de 80°C sans appoint. Elles sont parfois présentées sous le terme « pompe à chaleur très haute température ». Cependant, dans la mesure du possible, il convient de favoriser des actions visant à réduire les pertes thermiques du bâtiment à chauffer, ce qui peut conduire à installer une machine de plus petite taille travaillant à plus basses températures.

4.6.2. La chaudière en relèvement

La pompe à chaleur est associée à une chaudière qui assure l'appoint. La PAC fonctionne prioritairement. Pour les températures extérieures les plus basses, la chaudière fonctionne en relèvement de la pompe à chaleur pour couvrir le complément des besoins, voire la totalité.

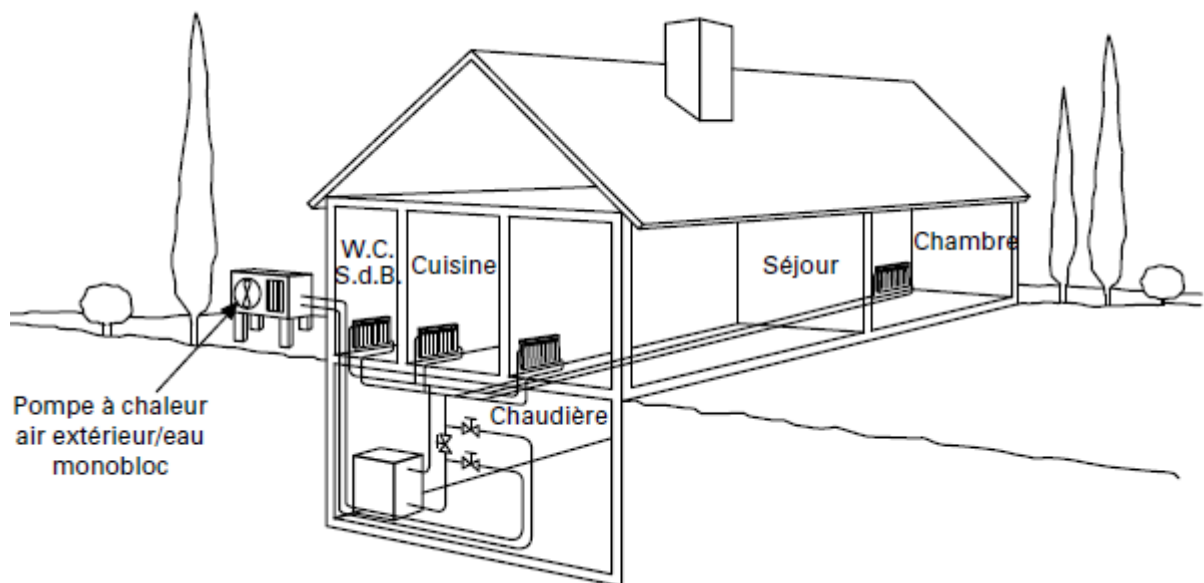


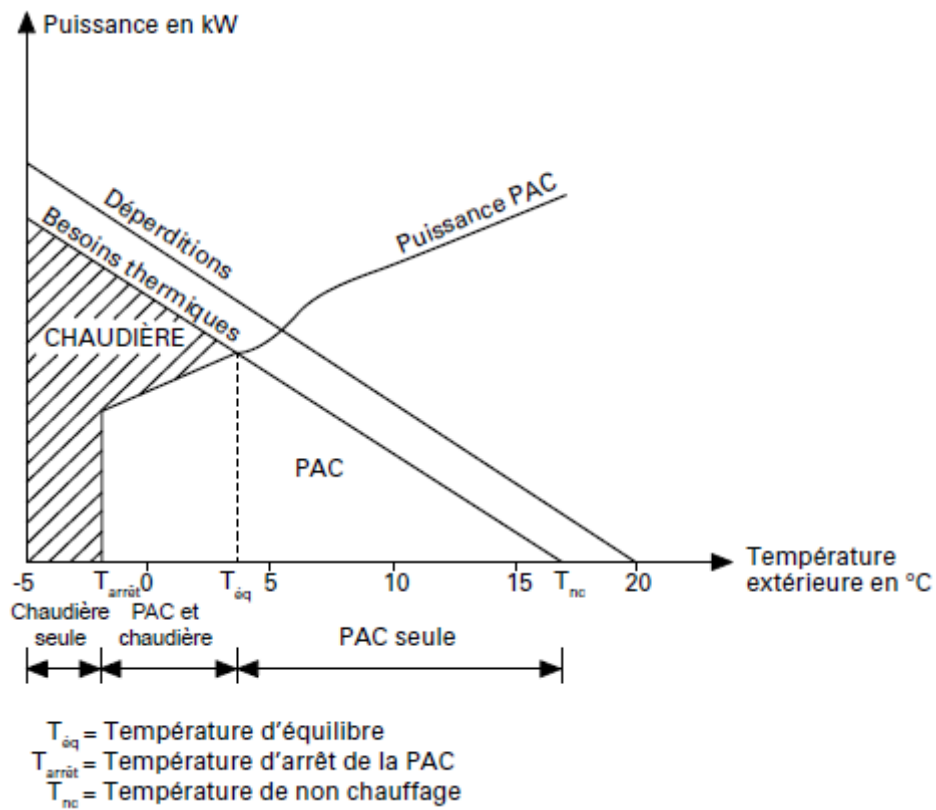
Figure 10 : Exemple de chaudière existante en relèvement de pompe à chaleur air extérieur-eau

Deux types de fonctionnement sont possibles : simultané ou alterné.

Ce mode de fonctionnement est également désigné bivalent parallèle.

La pompe à chaleur assure seule le chauffage jusqu'à la température d'équilibre, également appelé « point de bivalence ».

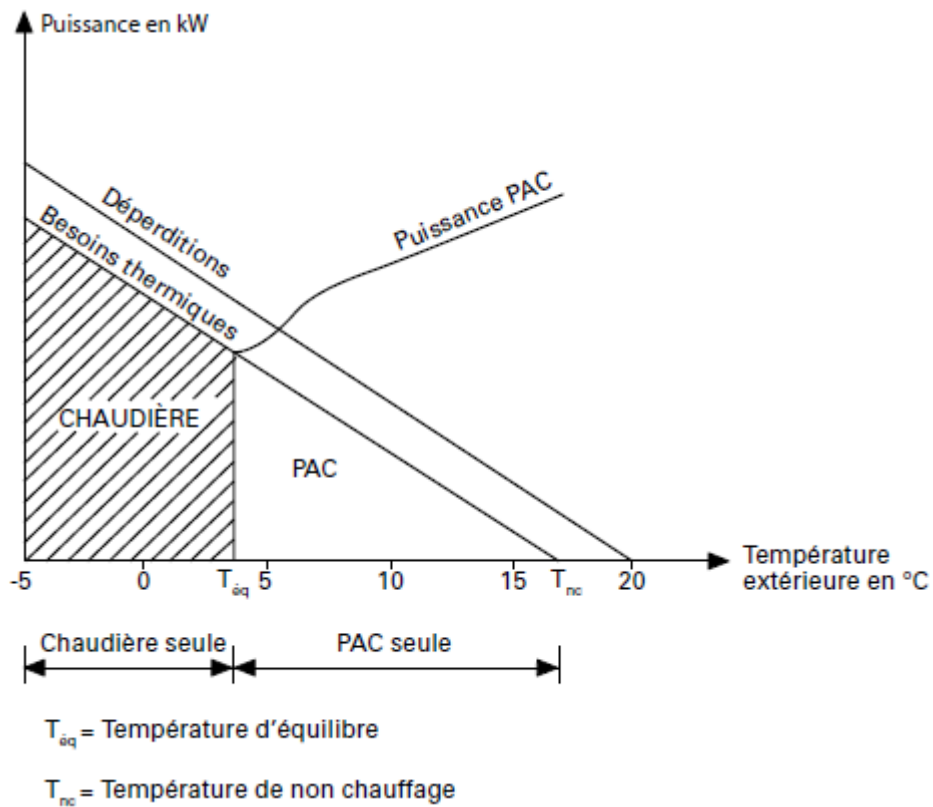
En dessous de cette température d'équilibre (point de bivalence), la pompe à chaleur et la chaudière fonctionnent ensemble pour assurer la totalité des besoins, jusqu'à la température extérieure d'arrêt de la PAC à partir de laquelle la chaudière assure seule les besoins.



Ce mode de fonctionnement est également désigné bivalent alternatif.

La pompe à chaleur assure seule le chauffage de l'habitation pour une température extérieure supérieure à la température d'équilibre variable d'environ 5 à -5°C. C'est la température à laquelle la puissance fournie par la pompe à chaleur est égale aux besoins. Cette température est également appelée « point de bivalence ».

En dessous de la température d'équilibre (point de bivalence), la chaudière assure seule les besoins.



4.6.3. La pompe à chaleur hybride

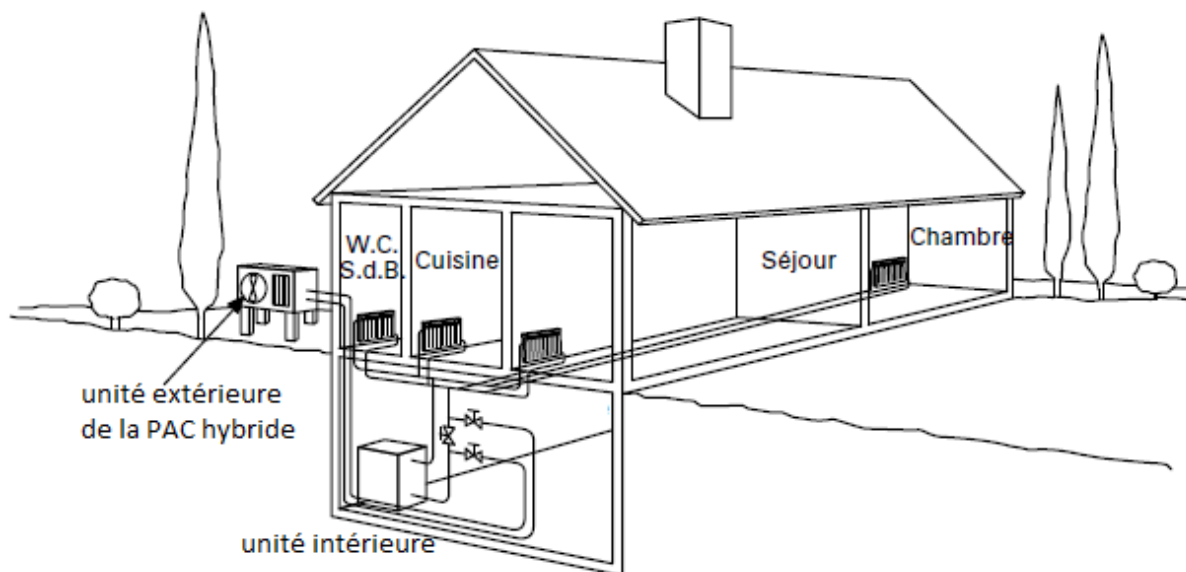


Figure 11 : Exemple de pompe à chaleur hybride

Une pompe à chaleur hybride comprend :

- Une pompe à chaleur air extérieur-eau fonctionnant à l'électricité ;
- Une chaudière fonctionnant au gaz ou au fioul ;
- L'équipement électrique associé ;
- Une régulation pilotant l'ensemble et gérant la mise en marche et l'arrêt des deux générateurs.

Cette pompe à chaleur hybride permet d'assurer la production de chaleur pour le chauffage et pour l'eau chaude sanitaire.

La régulation gère le fonctionnement des deux générateurs pour assurer en permanence la performance globale optimale selon le critère de régulation choisi (minimiser la consommation d'énergie primaire, le coût de l'énergie, ou les émissions de CO₂ à termes).

En effet, les performances de la pompe à chaleur et de la chaudière varient avec les conditions de température d'eau et de température extérieure. D'une façon générale :

- Le coefficient de performance de la pompe à chaleur diminue lorsque la température extérieure baisse et lorsque la température d'eau augmente ;
- Le rendement de la chaudière diminue lorsque la température de retour d'eau augmente (cas de la chaudière à condensation).

Le système peut se présenter sous deux formes :

- Monobloc : les deux systèmes de production sont regroupés dans un même module intérieur ;

- En éléments séparés : le système est composé de l'unité extérieure de la pompe à chaleur et d'un module intérieur.

Les systèmes en éléments séparés nécessitent soit une liaison de fluide frigorigène, soit une liaison hydraulique entre le module extérieur et le module intérieur. Le module intérieur est proposé en solution murale ou au sol.

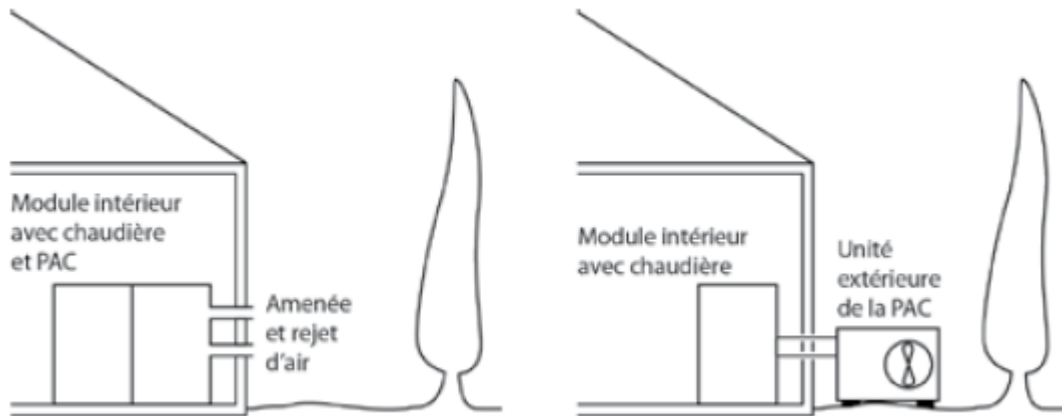


Figure 12 : Schémas de principe des générateurs hybrides monobloc et en éléments séparés

4.6.3.1. Caractéristiques techniques

Les systèmes se différencient par les types de pompes à chaleur, de chaudières, les puissances calorifiques, les raccordements des éléments, les modes de régulation et les modes de production de l'eau chaude sanitaire.

Les pompes à chaleur sont disponibles en version monobloc ou en éléments séparés. Les compresseurs se déclinent soit en technologie à variation de vitesse de type Inverter, soit en tout ou rien. Les puissances et les performances varient en fonction des fabricants. L'alimentation électrique est en monophasé ou en triphasé pour les puissances calorifiques plus importantes.

Les chaudières sont disponibles en type mural ou au sol ; les chaudières murales fonctionnent au gaz tandis que les chaudières au sol peuvent être alimentées en fioul ou en gaz. Elles produisent de l'eau jusqu'à la température de 80°C si nécessaire. La puissance calorifique maximale de la chaudière est généralement comprise entre 15 et 35 kW. Les chaudières disposent d'un raccordement de type étanche (« ventouse ») ou par conduit de fumée.

4.6.3.2. La régulation

La régulation du chauffage est en fonction de la température extérieure, avec éventuellement prise en compte de la température ambiante. La gestion de la mise en marche et de l'arrêt de la pompe à chaleur et de la chaudière est établie en fonction de paramètres énergétiques ou financiers, qui prennent en compte la combinaison de différents paramètres (température extérieure, départ et retour chauffage).

La régulation en fonction de la température extérieure nécessite au moins une sonde de température extérieure et une sonde de température d'eau, souvent incorporée à la machine. Cette régulation peut être complétée par la mesure de la température ambiante, permettant d'adapter la courbe de chauffe.

La régulation commande la marche et l'arrêt de la pompe à chaleur et de la chaudière, soit selon l'énergie primaire consommée, soit selon le coût de l'énergie.

La figure ci-dessous illustre la stratégie de commande de la pompe à chaleur et de la chaudière :

- Si l'utilisation de la pompe à chaleur est plus pertinente que celle de la chaudière selon le critère de pilotage choisi, la pompe à chaleur assure seule les besoins tant que sa puissance est suffisante ;
- Si l'utilisation de la pompe à chaleur est plus pertinente que celle de la chaudière selon le critère de pilotage choisi et si la puissance de la pompe à chaleur n'est plus suffisante, alors la chaudière est mise en fonctionnement en appoint de la pompe à chaleur ;
- La pompe à chaleur s'arrête lorsque son utilisation devient moins pertinente que celle de la chaudière selon le critère de pilotage choisi, ou lorsque les conditions requises sortent de ses limites de fonctionnement (notamment limite de température de départ maximale). La température extérieure à laquelle la pompe à chaleur s'arrête est très variable selon le niveau de température requis par l'installation et selon les machines.

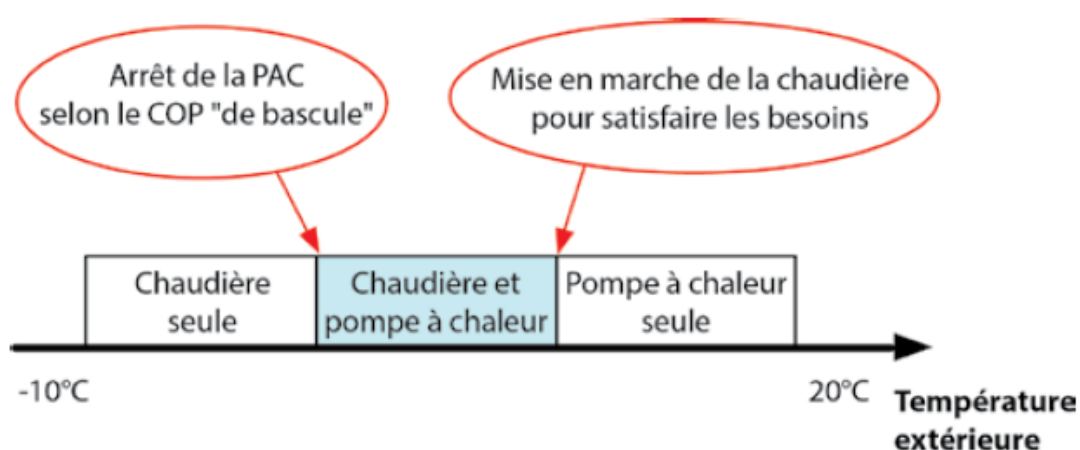


Figure 13 : Stratégie de régulation des pompes à chaleur hybrides

Pour la majorité des produits, la régulation interne de la machine estime à chaque instant le COP (coefficient de performance) de la pompe à chaleur et le rendement de la chaudière.

Le critère de choix peut ainsi reposer sur un COP « de bascule » en-dessous duquel la pompe à chaleur n'est pas autorisée à fonctionner. Il peut être déterminé en fonction :

- **De l'énergie primaire consommée**, en considérant le coefficient de transformation de l'énergie primaire en énergie finale de 2,58 pour l'électricité et de 1 pour le combustible gaz ou fioul. Tant que le COP de la pompe à chaleur est supérieur à 2,58 multiplié par le rendement PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) de la chaudière, il est plus intéressant de la faire fonctionner. En dessous, la pompe à chaleur est arrêtée au profit de la chaudière ;

$$\text{COP « de bascule »} = 2,58 \times (\text{Rendement sur PCI de la chaudière})$$

- Du coût de l'énergie : les prix du kWh de gaz ou de fioul et du kWh électrique doivent être paramétrés. La détermination du point d'arrêt de la pompe à chaleur se calcule en comparant le prix du kWh électrique au prix du kWh de l'énergie utilisée par la chaudière. La pompe à chaleur fonctionne tant que son COP est supérieur au COP « de bascule ». Dans la formule ci-dessous, dans le cas du gaz, c'est le rendement sur PCS (Pouvoir Calorifique Supérieur) qui est considéré par cohérence avec le coût du kWh.

$$\text{COP de bascule} = \frac{\text{Coût kWh électrique}}{\text{Coût kWh gaz ou fioul}} \times (\text{Rendement de la chaudière})$$

Les consommations de chauffage sont présentées en fonction de la température extérieure (figure ci-dessous). Elles sont calculées pour le nombre de jours de la saison de chauffe passés à la température extérieure moyenne considérée. La figure ci-dessous montre les consommations (en énergie finale) de combustible de la chaudière et d'électricité de la pompe à chaleur ainsi que l'énergie délivrée au logement par le générateur hybride.

On constate que la pompe à chaleur seule permet d'assurer le chauffage jusqu'à la température extérieure de 6°C. En dessous, la puissance de la pompe à chaleur étant inférieure aux déperditions, la chaudière est mise en fonctionnement en appoint. Pour des températures inférieures à 2°C, la pompe à chaleur est mise à l'arrêt.

Consommation en énergie finale en kWh

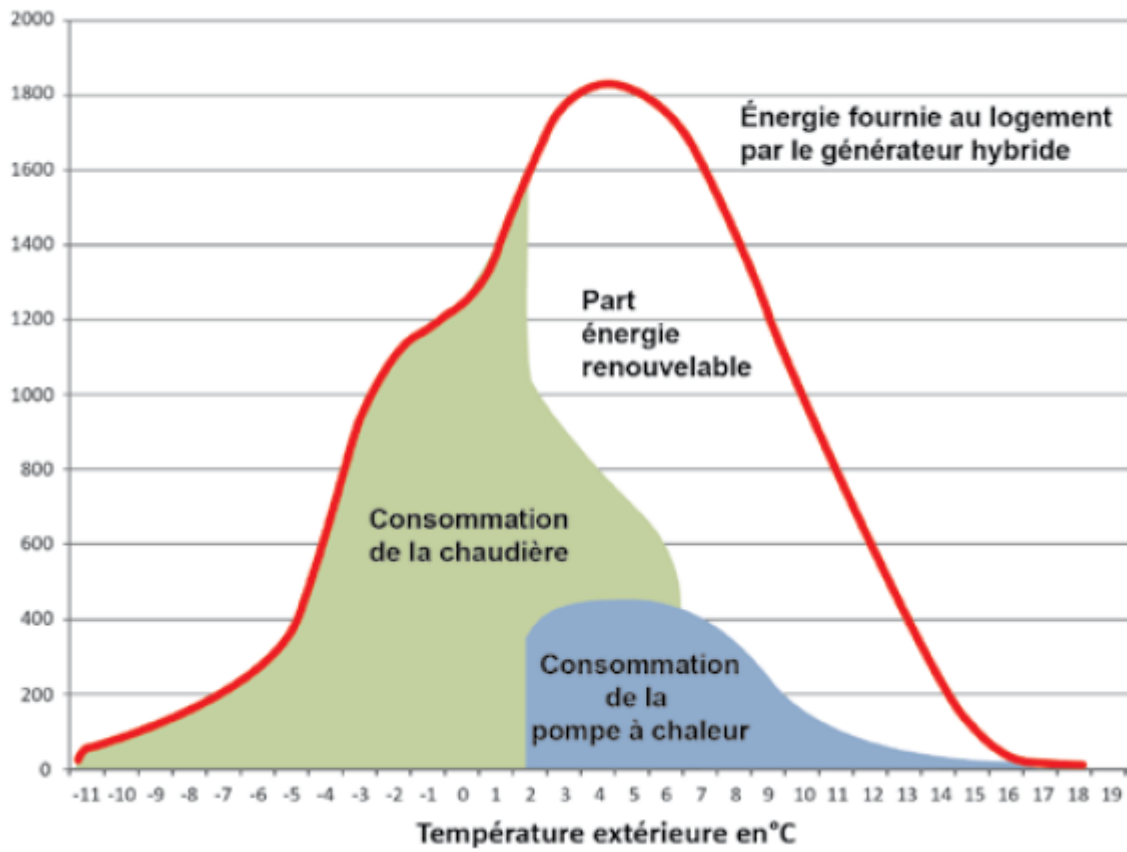


Figure 14 : Répartition des consommations en énergie finale de la chaudière et de la pompe à chaleur et d'énergie délivrée au logement par le générateur hybride

La figure ci-dessous présente la comparaison des consommations en énergie primaire entre un générateur hybride et une chaudière seule. Un coefficient de conversion de 2,58 est considéré pour l'électricité et de 1 pour le combustible. Cette figure montre, dès la mise en marche de la pompe à chaleur, que l'énergie primaire consommée par le générateur hybride est inférieure à celle d'une chaudière seule.

Consommation en énergie primaire en kWh

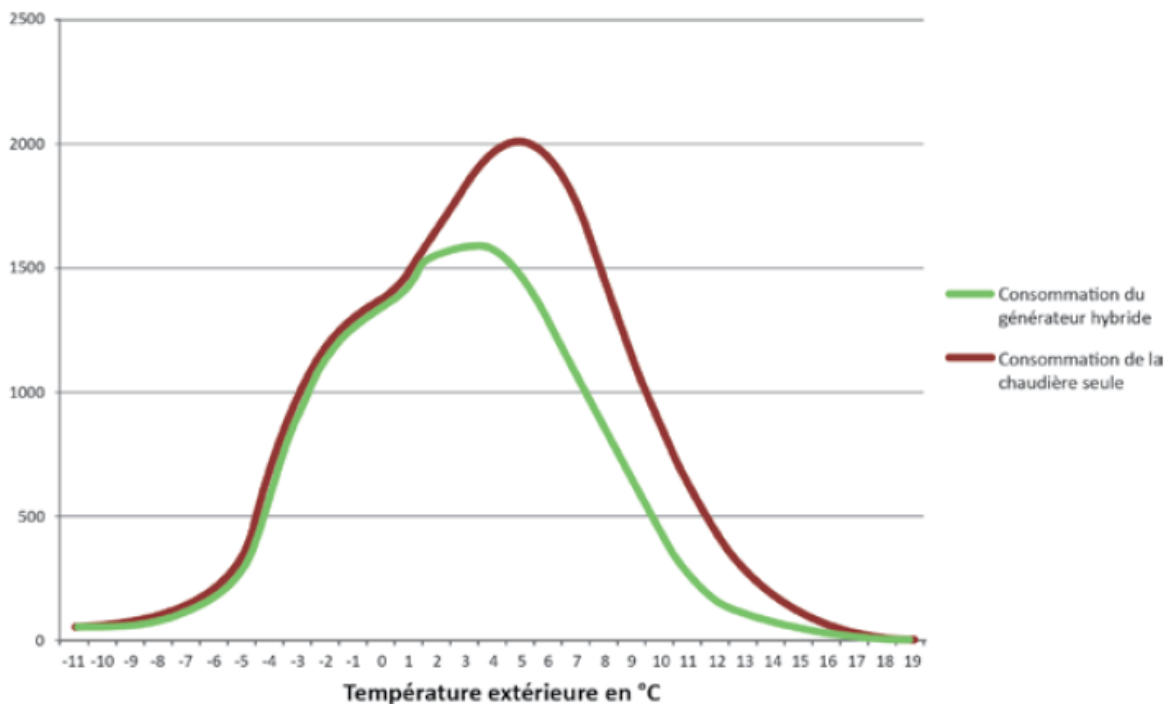


Figure 15 : Comparaison des consommations en énergie primaire d'une chaudière gaz à condensation et d'une pompe à chaleur hybride, en rénovation

4.6.3.3. La production de chauffage

L'ensemble des régimes de température de chauffage sont possibles, du régime 80/60°C au régime basse température 40/30°C alimentant un plancher chauffant. Ce dernier est à privilégier pour que la pompe à chaleur fonctionne avec les meilleures performances. Un ou plusieurs réseaux de chauffage peuvent être alimentés. Dans certains cas, par exemple pour un plancher chauffant, une vanne à trois voies de régulation en mélange est nécessaire.

4.6.3.4. La production d'eau chaude sanitaire

La production d'ECS est de type instantanée, micro-accumulée ou accumulée. Un volume de stockage peut être déjà intégré à la chaudière dans le module intérieur, intégré au module hydraulique ou ajouté à l'installation. Dans certains cas, la production est entièrement assurée par la chaudière. Dans d'autres cas, la pompe à chaleur préchauffe l'eau tout en conservant le mode de régulation décrit ci-dessus et la chaudière apporte le complément d'énergie pour atteindre la température d'eau souhaitée. Le fonctionnement idéal est de laisser la chaudière en arrêt lors de la période de non chauffage.

5. La pompe à chaleur double service

5.1. Principe général

Le principe de la pompe à chaleur double-service est d'assurer la production de l'ECS et le chauffage de la maison à partir d'une même machine.

Elle peut être utilisée sur une nouvelle installation en habitat neuf ou venir en substitution d'un système de chauffage et de production d'ECS existant dans le cadre d'une rénovation.

Le principe le plus courant consiste à faire circuler l'eau sortant du condenseur de la pompe à chaleur soit vers le circuit de chauffage de la maison, soit vers le ballon de préparation de l'ECS, sous le contrôle de la régulation. Le basculement entre le chauffage et la production d'ECS est réalisé par la commande d'une vanne à trois voies directionnelle ou plus rarement par la commande du circulateur de charge du ballon d'ECS et du circulateur de chauffage.

Dans notre cas, les pompes à chaleur double-service sont des pompes à chaleur air extérieur-eau monobloc ou à éléments séparés.

On distingue les machines fonctionnant en tout ou rien et celles fonctionnant à vitesse variable. Les pompes à chaleur à vitesse variable comprennent généralement un compresseur avec variation électronique de vitesse (« Inverter »). Ce système permet une variation progressive de la puissance thermique délivrée par la pompe à chaleur. D'autres technologies à puissances variables (compresseur à spirale débrayable, système bi-compresseurs) sont plus rares.

Les pompes à chaleur comprennent généralement un module hydraulique qui contient la plupart des éléments hydrauliques (circulateur, vase d'expansion...).

Le ballon d'ECS peut être séparé ou intégré à la pompe à chaleur.

Un appoint pour la production d'ECS est nécessaire pour les pompes à chaleur qui ne permettent pas d'atteindre des températures d'ECS suffisamment élevées ou qui ne fonctionnent pas sur toute la plage de températures extérieures rencontrées. Il peut être réalisé par une résistance électrique placée dans le circuit hydraulique de la pompe à chaleur, ou en partie basse ou médiane à l'intérieur du ballon ECS.

Ne pas réaliser de bouclage sur la distribution d'ECS. Un bouclage est très consommateur et détruit la stratification du ballon d'ECS. Pour limiter les temps d'attente aux robinets, regrouper les points de soutirage, placer le ballon d'ECS au plus près de ceux-ci ou prévoir des appareils de production complémentaires.

Si une boucle de circulation devait tout de même être mise en œuvre, il est important de veiller particulièrement à l'isolation des tuyauteries et de programmer le fonctionnement du circulateur de bouclage aux heures d'utilisation possibles.

Le maintien de la distribution d'ECS en permanence à une température d'au moins 50°C, vis-à-vis du risque lié aux légionnelles, n'est imposé par l'arrêté du 30 novembre 2005 que si le volume entre le point de puisage le plus éloigné et la sortie de production d'ECS est de plus de 3 litres. Cet arrêté ne s'applique que dans le cas d'une installation neuve (production et distribution d'ECS neuves). Un volume de 3 litres correspond à une longueur de canalisation en cuivre de 38 m en diamètre 10/12, 26 m en 12/14, 19 m en 14/16 ou bien 9 m en 20/22.

A partir d'un volume de stockage d'ECS de 400 litres, l'arrêté du 30 novembre 2005 impose une température minimale en sortie de production d'ECS d'au moins 55°C, en prévention du risque lié aux légionnelles. En dessous de 400 litres, il n'y a pas d'exigence réglementaire sur la température de production d'ECS en habitat.

5.2. Système à ballon intégré

Ce système se présente comme un ensemble manufacturé intégrant, à l'intérieur d'un même carénage :

- La machine thermodynamique (dans le cas d'une pompe à chaleur air extérieur-eau monobloc intérieure) ou l'unité intérieure (dans le cas d'une pompe à chaleur air extérieur-eau à éléments séparés) ;
- Le ballon d'ECS ;
- Les principaux composants hydrauliques (circulateur, vanne à trois voies, vase d'expansion...).

Les ballons d'ECS les plus couramment rencontrés sont des ballons équipés d'un échangeur à serpentin immergé. Il existe également des ballons à double-enveloppe ou à bain marie qui présentent un volume en eau primaire plus important, accumulant de l'énergie. Les pertes thermiques plus élevées des ballons à bain-marie et à double-enveloppe impliquent une isolation renforcée de la coque extérieure. Les ballons avec un échangeur externe sont généralement utilisés pour des capacités plus importantes que celles couramment rencontrées en maison individuelle.

Le ballon d'ECS est placé au-dessus ou en dessous de la pompe à chaleur, selon les modèles. En cas de hauteur de plafond insuffisante, il peut être éventuellement positionné sur les côtés de la pompe à chaleur.

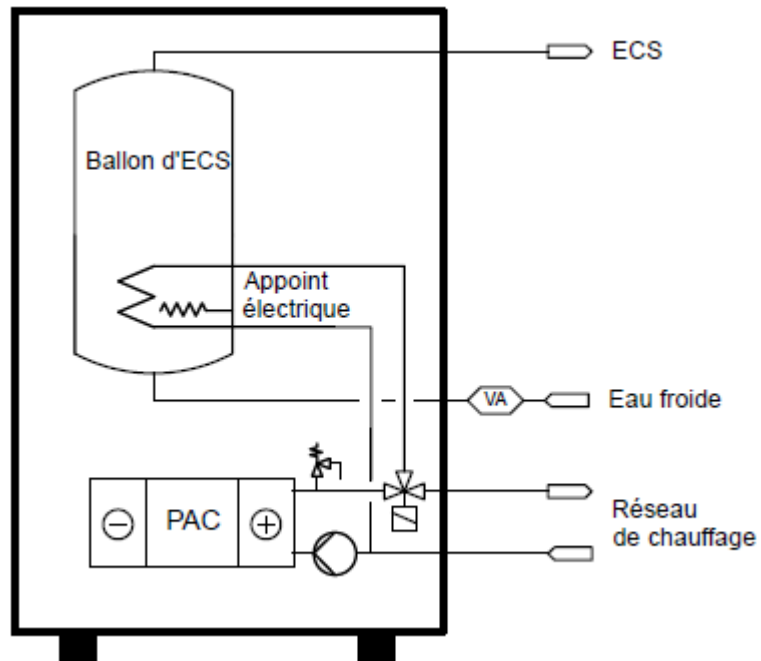


Figure 16 : Exemple de pompe à chaleur double-service. Le groupe de sécurité (VA) n'est généralement pas inclus dans la pompe à chaleur et est donc à prévoir

La pompe à chaleur à ballon intégré présente l'avantage d'une conception optimisée par le constructeur et d'un encombrement moindre.

Il importe cependant que la puissance thermique de l'appareil et la capacité du ballon répondent à la fois aux besoins de chauffage de la maison et aux exigences de production.

5.3. Système à ballon séparé

Dans les systèmes dits à ballon séparés, l'ensemble pompe à chaleur et ballon d'ECS n'est pas rassemblé à l'intérieur d'un même carénage. Les éléments constitutifs de l'installation de production pour le chauffage et le ballon d'ECS sont séparés.

Cette solution permet de rapprocher le plus possible le ballon d'ECS des points de puisage pour limiter les temps d'attente aux robinets.

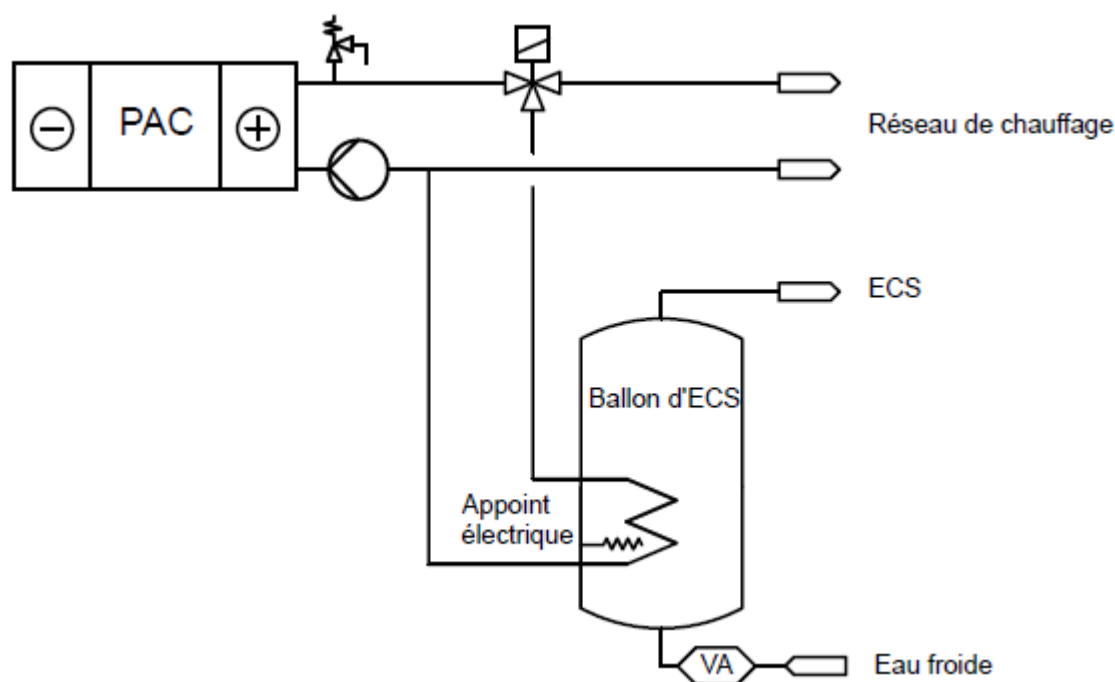


Figure 17 : Exemple de pompe à chaleur double-service avec un ballon d'ECS séparé, à serpentin

5.4. Régulation

Les possibilités offertes en termes de régulation de la production d'ECS varient fortement selon les modèles. Ci-après sont présentés des exemples de régulation proposée.

5.4.1. Réchauffage uniquement nocturne de l'ECS

Certains modèles permettent de réaliser un réchauffage de l'ECS uniquement en période nocturne grâce à une programmation horaire. Assurer un réchauffage la nuit est moins contraignant qu'en période diurne. Durant la nuit, le chauffage peut être arrêté plus longtemps pour réchauffer l'ECS, l'abaissement des températures ambiantes pouvant être plus important qu'en période diurne. Le

réchauffage peut être éventuellement entrecoupé par des relances automatiques du chauffage en fonction de la température ambiante. Les performances énergétiques sont meilleures avec ce mode de régulation que pour un réchauffage non asservi. Il requiert par contre une capacité de stockage d'ECS beaucoup plus importante.

5.4.2. Réchauffage de l'ECS non asservi à une programmation horaire

Pour certaines pompes à chaleur, un réchauffage de l'ECS non asservi à une programmation horaire est possible. La recharge de ballon d'ECS est prioritaire sur le chauffage. Lorsque la température d'ECS descend en dessous d'une valeur paramétrée, la production d'ECS est enclenchée, le chauffage est arrêté. Une durée maximale de réchauffage de l'ECS est souvent fixée de manière à limiter la chute de température ambiante provoquée par l'arrêt du chauffage. Si après 30 minutes, par exemple, le réchauffage de l'ECS n'est pas terminé, le chauffage est relancé pour une durée fixée, par exemple de 45 minutes, puis le réchauffage de l'ECS est ensuite à nouveau activé et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il soit terminé. La relance du chauffage peut aussi être réalisée automatiquement en fonction de la température ambiante. L'enclenchement du réchauffage de l'ECS dépend du différentiel réglé mais aussi de caractéristiques intrinsèques du ballon d'ECS telles que l'efficacité du brise-jet, la position de la ou des sondes de température d'ECS. Avec ce mode de fonctionnement, une partie importante de la production d'ECS est effectuée en période diurne.

5.4.3. Réchauffage de l'ECS à 55°C la nuit et l'après-midi et à 40°C le reste du temps

D'autres modèles offrent la possibilité de réaliser une programmation horaire avec deux consignes de production d'ECS différentes. Ils combinent les deux modes de fonctionnement décrits précédemment. Ainsi, ils permettent de programmer une température dite « de confort » (de 55°C par exemple) durant la nuit et l'après-midi et une température dite « de réduit » (de 40°C par exemple) le reste du temps. Comme dans le cas d'un fonctionnement non asservi, la capacité du ballon d'ECS nécessaire est nettement plus faible que pour un réchauffage uniquement en période nocturne. Des recharges de ballon d'ECS durant la période diurne généralement moins nombreuses constituent également un autre avantage par rapport à un fonctionnement sans asservissement horaire. Des relances du chauffage peuvent également être effectuées si nécessaire au cours du réchauffage de l'ECS.

5.4.4. Gestion de l'appoint électrique

La gestion de l'appoint électrique pour la production d'ECS est également très variable selon les pompes à chaleur. Pour les pompes à chaleur qui ne permettent pas d'atteindre des températures d'ECS suffisamment élevées, la résistance électrique peut être enclenchée, par exemple, à partir d'une consigne de température réglée ou après une durée fixée de fonctionnement de la pompe à

chaleur. Son fonctionnement peut être ou non asservi à la tarification ou à certaines périodes de fonctionnement, par exemple aux périodes dites « de confort ».

La résistance électrique peut également assurer seule la production d'ECS en dessous d'une valeur minimale ou au-dessus d'une valeur maximale de température extérieure, pour les pompes à chaleur air / eau qui ne fonctionnent pas sur toute la plage de conditions extérieures. La résistance peut aussi être utilisée pour éviter de trop longs arrêts du chauffage les jours les plus froids.

6. La PAC air-air - Les technologies disponibles

Les pompes à chaleur air extérieur-air intérieur regroupent les technologies suivantes :

- En éléments séparés avec une ou plusieurs unités intérieures alimentant un réseau aéraulique ;
- En éléments séparés avec une ou plusieurs unités intérieures à émission directe (une unité intérieure dans la ou dans chaque pièce principale), en fonction du résultat recherché : traitement partiel ou traitement global ;
- Monobloc ;
- Système à débit de réfrigérant variable (DRV).

La plupart des machines en éléments séparés nécessitent une intervention sur le circuit frigorifique et la manipulation de fluides frigorigènes lors de l'installation. Ceci implique de se conformer à la réglementation concernant les fluides frigorigènes, notamment les articles R543-75 à R543-123 du Code de l'environnement.

Les pompes à chaleur air-air à variation de puissance sont équipées généralement d'un compresseur avec variation électronique de vitesse. Dans ce système, il est associé deux composants :

- Un variateur de fréquence (ou convertisseur) qui fait varier la fréquence d'alimentation du moteur électrique du compresseur ;
- Un compresseur Inverter qui est spécifiquement conçu pour fonctionner à des vitesses de rotation variables.

La variation électronique de vitesse est intégrée dès la conception du compresseur. La vitesse évolue de la limite basse fixée pour des raisons de lubrification du compresseur, à la limite haute fixée par la vitesse de rotation maximale du moteur électrique.

Le système Inverter module la vitesse de rotation du compresseur voire du ventilateur au niveau de chaque unité intérieure afin d'adapter la puissance thermique au besoin.

6.1.Pompe à chaleur air - air en éléments séparés avec réseau aéraulique

Dans ce type d'installation, la pompe à chaleur est composée des éléments suivants :

- Une unité extérieure comprenant le compresseur, le détendeur, la vanne d'inversion de cycle et un échangeur ventilé sur l'air extérieur ;
- Une ou plusieurs unités intérieures (de type gainable) comprenant un filtre mobile à la reprise d'air, un échangeur ventilé sur l'air intérieur et le dispositif de commande.

L'unité intérieure est raccordée à un réseau aéraulique, en placard ou en faux-plafond par exemple. Ce réseau permet la distribution de l'air chaud ou rafraîchi.

L'air de la pièce est ensuite repris, traité par l'unité intérieure puis réinjecté dans le local ou les locaux.

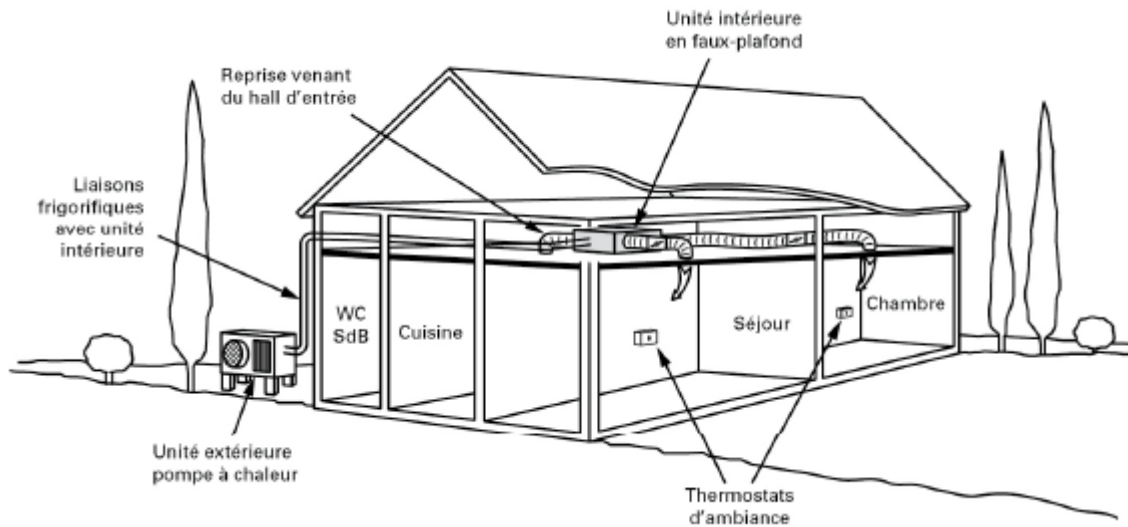


Figure 18 : Exemple d'utilisation d'une pompe à chaleur air extérieur/air intérieur en éléments séparés avec réseau aéraulique de distribution d'air

Le nombre de diffuseurs d'air à mettre en place dépend de l'importance du logement et des dispositions architecturales (pavillon sur deux niveaux, présence de mezzanine, pièces en L, etc...)

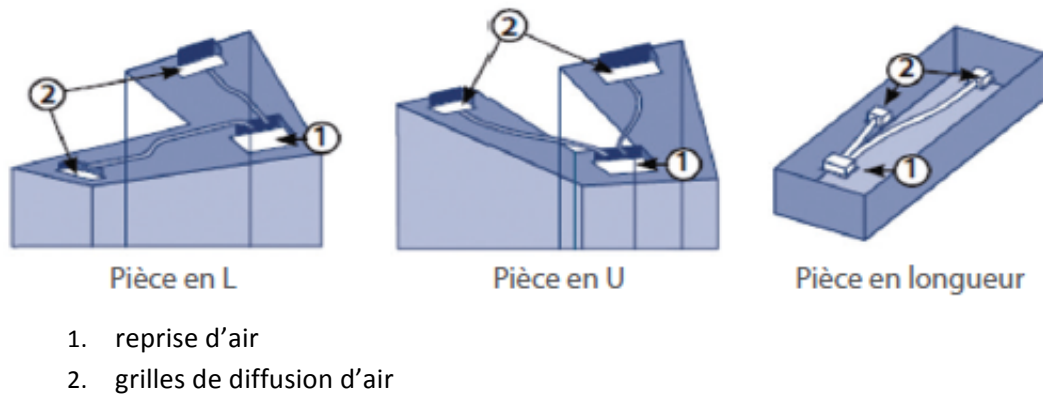
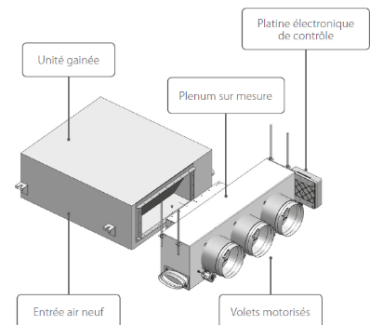


Figure 19 : Exemple d'implantation des diffuseurs d'air

Une unité intérieure peut traiter une pièce ou une zone, c'est-à-dire un ensemble de pièces ayant des besoins thermiques similaires au même moment (par exemple rez-de-chaussée et étage, partie jour et partie nuit).

Si plusieurs pièces sont à traiter, il est possible d'installer une unité gainable plus puissante, plus importante, et assurer la diffusion de l'air chauffé dans chacune des pièces tout en conservant un contrôle individuel de la température. Il s'agit alors d'un système multizones dont chaque conserve un fonctionnement indépendant.



Commentaire

Dans le cas d'une unité intérieure par zone, chaque zone totalise une surface au plus égale à 100 m².

Cette solution est un système dit « multizoning ». Les unités gainables sont associées à un kit multi-zones qui dispose d'un dispositif de régulation pièce par pièce.

Ce système permet de piloter jusqu'à 8 zones, via un thermostat centralisé situé dans la pièce principale et des thermostats individuels pour chacune des zones à contrôler.



Figure 20 : Exemple d'utilisation d'une pompe à chaleur air extérieur/air intérieur en éléments séparés avec réseau aéraulique de distribution d'air multi-zones

6.2. Pompe à chaleur air - air en éléments séparés avec unités intérieures à émission directe

Dans ce type d'installation, la pompe à chaleur est composée des éléments suivants :

- Une unité extérieure comprenant le compresseur, le détendeur, la vanne d'inversion de cycle et un échangeur ventilé sur l'air extérieur ;
- Plusieurs unités intérieures disposées dans chaque pièce principale comprenant un filtre mobile à la reprise d'air, un échangeur ventilé sur l'air intérieur et le dispositif de commande

L'unité intérieure peut être de type mural, console, plafonnier, ou pouvant être raccordée à un réseau aéraulique selon les modèles proposés par les constructeurs.

Le nombre d'unités à mettre en place dépend de l'importance du logement et des dispositions architecturales (pavillon sur deux niveaux, présence d'une mezzanine...). Selon les constructeurs et les gammes de puissances calorifiques, entre 2 et 8 unités intérieures peuvent être raccordées à une même unité extérieure.

Chaque unité intérieure bénéficie d'un fonctionnement indépendant.

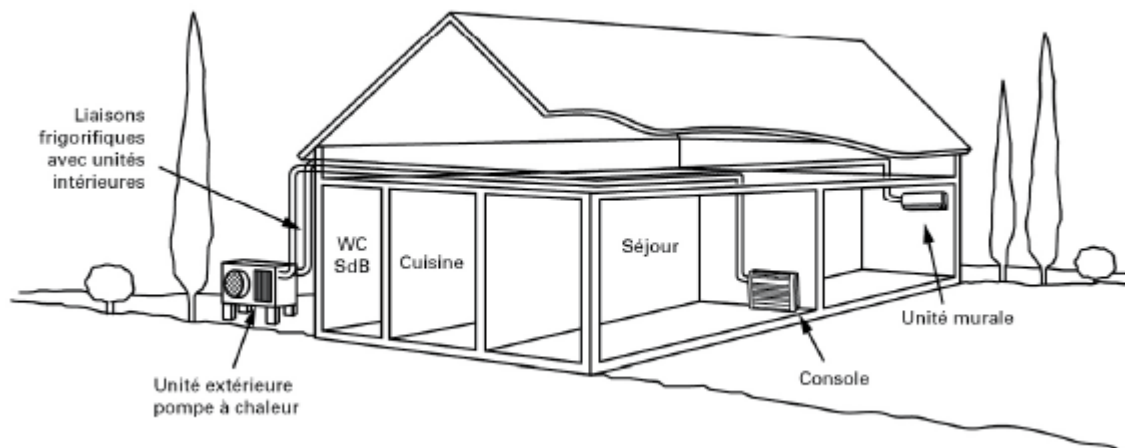


Figure 21 : Exemple d'utilisation d'une pompe à chaleur air extérieur-air intérieur en éléments séparés avec unités intérieures à émission directe

6.3. Pompe à chaleur air - air monobloc avec réseau aéraulique

Dans ce type d'installation, la pompe à chaleur regroupe tous les éléments entrant dans sa composition : le compresseur, le détendeur, la vanne d'inversion de cycle, l'échangeur ventilé sur l'air extérieur, l'échangeur ventilé sur l'air intérieur et le dispositif de commande.

La pompe à chaleur est installée soit dans un local technique spécifique, soit en placard ou en faux-plafond par exemple. Elle est raccordée à un réseau aéraulique permettant la distribution de l'air chauffé.

L'air de la pièce est ensuite repris par un autre réseau aéraulique permettant son traitement par la pompe à chaleur puis est réinjecté dans les locaux.

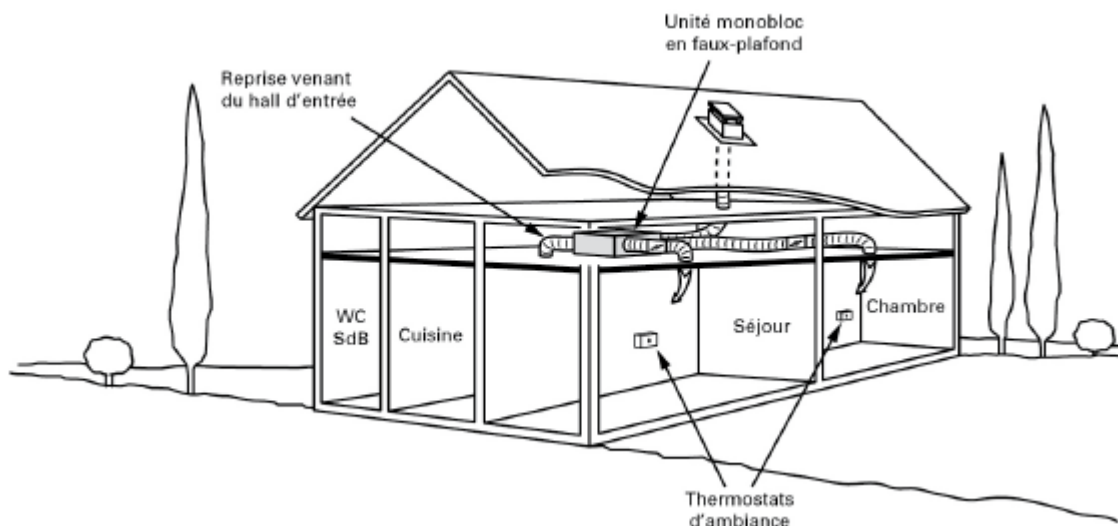


Figure 22 : Exemple d'utilisation d'une pompe à chaleur air extérieur-air intérieur monobloc avec un réseau aéraulique de distribution d'air

6.4. Pompe à chaleur air - air à débit de réfrigérant variable (DRV)

Dans ce type d'installation, la pompe à chaleur est composée des éléments suivants :

- Une unité extérieure comprenant le compresseur, un détendeur électronique, la vanne d'inversion de cycle et un échangeur ventilé sur l'air extérieur ;
- Plusieurs unités intérieures disposées dans chaque pièce principale comprenant un filtre mobile à la reprise d'air, un détendeur électronique, un échangeur ventilé sur l'air intérieur et le dispositif de commande ;
- Un bus de liaison entre chaque unité intérieure et l'unité extérieure.

L'unité intérieure peut être de type mural, console, plafonnier, ou pouvant être raccordée à un réseau hydraulique selon les modèles proposés par les constructeurs.

Le nombre d'unités à mettre en place dépend de l'importance du logement et des dispositions architecturales (pavillon sur deux niveaux, présence d'une mezzanine...). Selon les constructeurs et les gammes de puissances calorifiques, entre 6 et 9 unités intérieures peuvent être raccordées à une même unité extérieure.

Chaque unité intérieure bénéficie d'un fonctionnement indépendant.

Commentaire

Il existe des systèmes à débit de réfrigérant variable à récupération d'énergie permettant de faire du chaud et du froid simultanément.

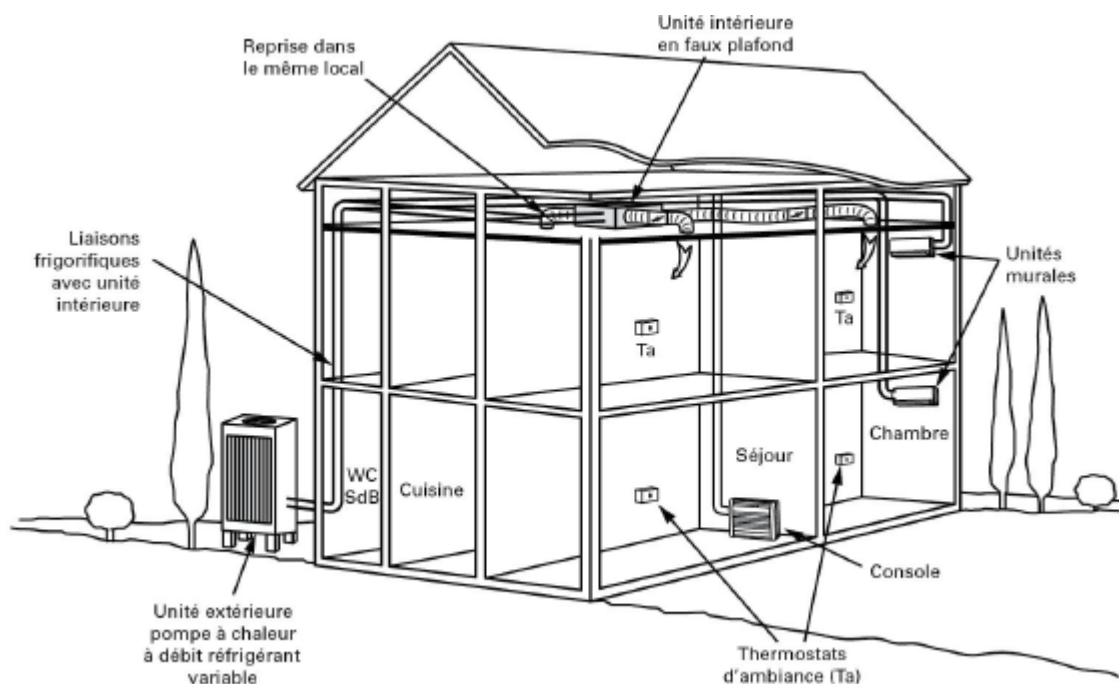


Figure 23 : Exemple d'utilisation d'une pompe à chaleur air-air à débit de réfrigérant variable (DRV)

6.5.Rénovation de chauffage électrique par traitement partiel du logement avec une pompe à chaleur air - air

Dans ce type d'installation, pour des raisons d'investissement, la pompe à chaleur vient en chauffage de base. Le complément étant assuré par des radiateurs électriques. Bien souvent, seule la pièce principale est traitée par pompe à chaleur air-air. Dans d'autres cas, une, voire deux autres pièces le sont également.

L'installation est composée des éléments suivants :

- Une unité extérieure comprenant le compresseur, le détendeur, la vanne d'inversion de cycle et un échangeur ventilé sur l'air extérieur ;
- Une ou plusieurs unités intérieures disposées dans chaque pièce principale comprenant un filtre mobile à la reprise d'air, un échangeur ventilé sur l'air intérieur et le dispositif de commande

L'unité intérieure peut être de type mural, console, plafonnier. Le nombre d'unités à mettre en place est à l'initiative du maître d'ouvrage.

Chaque unité intérieure bénéficie d'un fonctionnement indépendant.

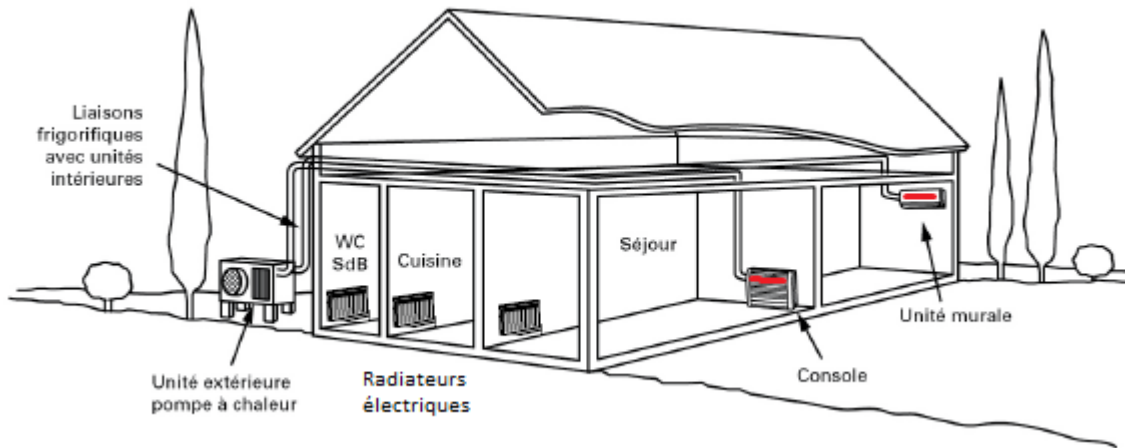


Figure 24 : Exemple de Rénovation de chauffage électrique par traitement partiel du logement avec une pompe à chaleur air - air

6.6. Traitement du confort d'été par pompe à chaleur air - air en complément d'une installation de chauffage traditionnelle

Dans ce type d'installation, la pompe à chaleur air – air réversible est installée avec l'objectif de climatiser partiellement le logement l'été. Elle peut également être utilisée en mi-saison pour des besoins de chauffage afin d'éviter de remettre en service pour quelques heures par jour le système de chauffage traditionnel.

L'installation est composée des éléments suivants :

- Une unité extérieure comprenant le compresseur, le détendeur, la vanne d'inversion de cycle et un échangeur ventilé sur l'air extérieur ;
- Une ou plusieurs unités intérieures disposées dans chaque pièce principale comprenant un filtre mobile à la reprise d'air, un échangeur ventilé sur l'air intérieur et le dispositif de commande.

L'unité intérieure peut être de type mural, console, plafonnier. Le nombre d'unités à mettre en place est à l'initiative du maître d'ouvrage.

Chaque unité intérieure bénéficie d'un fonctionnement indépendant.

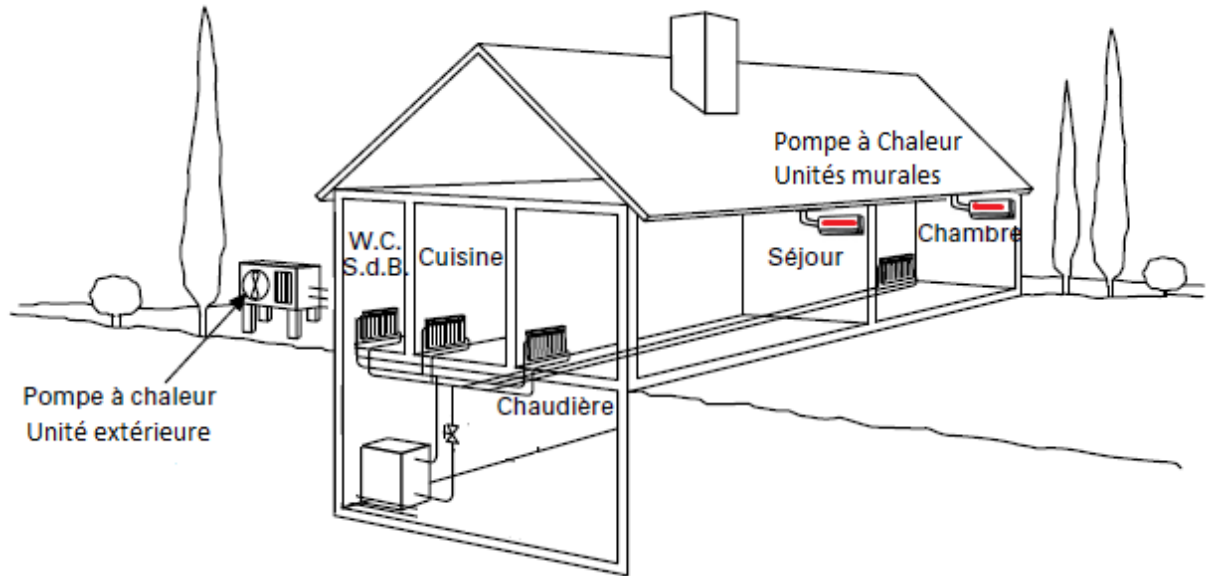


Figure 25 : Exemple de traitement du confort d'été par pompe à chaleur air – air en complément d'une installation de chauffage traditionnelle

6.7. Interaction entre système de chauffage air - air et système de ventilation

Les systèmes air-air fonctionnent en recyclage et sont indépendants de la ventilation mécanique contrôlée. Pour éviter toute interférence avec le réseau d'extraction de la ventilation mécanique contrôlée, il n'est pas prévu de soufflage dans les pièces humides (cuisine, salle de bains). Ces dernières sont chauffées avec un émetteur électrique si besoin.

7. Les dix « commandements » pour faire installer sa PAC

Afin d'éviter un certain nombre de désagréments lors de l'achat d'une pompe à chaleur, il est recommandé de respecter certaines règles :

1. Précisez vos attentes en termes de confort (chauffage et eau chaude sanitaire).
2. Assurez-vous que les entreprises consultées sont RGE qualifiées pour les pompes à chaleur et si possible, proches de chez vous.
3. Faites réaliser plusieurs devis.
4. Ne prêtez attention qu'aux offres commerciales proposées après une visite de votre installation.
5. N'achetez pas une pompe à chaleur sur un salon ou sur une foire, afin de bénéficier du délai de rétractation.
6. Assurez-vous que le matériel qui vous est proposé est certifié NFPAC ou HP-Keymark.
7. Exigez l'étude thermique pour le dimensionnement de votre installation PAC ayant servi à l'établissement du devis.
8. Vérifiez que la réception des travaux, la mise en service et la prise en main sont prévues dans l'offre.
9. Exigez des conditions de garantie écrites.
10. Demandez un contrat de maintenance.

**L'AFPAC,
un acteur majeur de la transition
énergétique et bas carbone**

AFPAC - Association Française pour les Pompes À Chaleur - 31 rue du Rocher - 75008 Paris
contact@afpac.org - www.afpac.org



La pompe à chaleur au cœur de votre confort