

LES POMPES A CHALEUR AIR/EAU BASSE et HAUTE TEMPERATURE (HT)

Le principe de fonctionnement

Alors que votre réfrigérateur évacue ses calories de l'intérieur vers l'extérieur de son enveloppe, la grille à l'arrière (l'échangeur thermique) est chaude, la pompe à chaleur, ou PAC, va chercher les calories dans l'air extérieur pour les transférer à l'intérieur à l'eau du réseau chauffage de votre maison, d'où l'appellation Air/Eau.

... un peu de physique ...

L'air contient toujours de la chaleur, de moins en moins quand la température chute, jusqu'aux limites les plus basses, proche du zéro absolu (0°K kelvin ou -273,15°C celsius) ou toute chaleur est absente et ou tout est figé (l'agitation moléculaire, source de chaleur, est alors inexistante). Ainsi, la puissance d'une PAC diminue quand la température du milieu dans la laquelle elle puise les calories diminue.

Pour être transférée et selon les lois de la thermodynamique, cette chaleur convoitée doit emprunter, dans le circuit frigorifique, successivement et en cycle, un étage de compression et un étage de détente. Dans le cas de la PAC HT, il existe deux étages successifs de compression, l'un avec le fluide R410A, le second au R134A.

Si l'on veut chauffer sa maison, le(s) étage(s) de compression comprime(nt) un fluide frigorifique initialement à l'état gazeux et, comme le fait une pompe à vélo maniée avec force, provoque son échauffement et sa liquéfaction. La chaleur produite par cet échauffement va être transférée au sein d'un échangeur thermique (fluide frigo/eau) dans le circuit d'eau de chauffage. En sortie de cet échangeur le fluide frigorifique va rejoindre le(s) étage(s) de détente qui détende(nt) le gaz ainsi « refroidi » par l'eau du retour chauffage. Le fluide va revenir à l'état qu'il avait avant de rentrer dans le compresseur, mais avec des calories en moins. Le second échangeur thermique (fluide frigo/air) va alors permettre au fluide de se réchauffer en se ventilant avec l'air extérieur.

A noter : le système et le fluide frigorifique utilisés permettent d'obtenir, après compression, des températures très supérieures à la température ambiante et, après détente, des températures très inférieures à la température extérieure (un milieu froid réchauffe un milieu très froid).

Si l'on veut rafraîchir sa maison, et si la PAC choisie le permet (ce n'est pas le cas de la PAC HT), les échangeurs fluide frigo/eau et fluide frigo/air vont inverser leurs actions et permettre de transférer les calories captées dans la maison vers l'extérieur.

Elle existe sous deux formes, monobloc, située à l'extérieur, ou bi-split, composée d'une unité extérieure et d'une unité intérieure, plus communément appelée « module hydraulique ».

- La pompe à chaleur monobloc regroupe dans une même enveloppe, située à l'extérieur, les éléments qui captent les calories et ceux qui les transfèrent, avec les périphériques souvent nécessaires, ballon tampon, circulateurs, etc...
Avantages : Installation plus aisée, facilité de raccordement, pas d'emprise à l'intérieur de la maison.
Inconvénient : Risque de gel des circuits d'eau en absence d'antigel, perte de puissance et gêne pour vidanges en cas de présence d'antigel.
- La pompe à chaleur bi-split se compose d'un groupe extérieur (qui capte les calories dans l'air extérieur) et d'une unité intérieure (qui transfère les calories dans l'eau du réseau chauffage). Ces deux équipements sont reliés par deux tubes contenant le fluide frigorifique sous forme liquide et gazeux.
Avantages : L'eau du réseau chauffage ne va pas à l'extérieur, suppression du risque de gel qui y est lié, dans la machine et les tubes et évite l'adjonction d'antigel dans le réseau, l'équipement permet également de produire de l'eau chaude sanitaire ou encore permettre de chauffer une piscine par des équipements annexes gérés par la PAC ou un coffret annexe.
Inconvénient : Coût d'installation un peu supérieur

La technique

La performance d'une PAC dans un environnement donné dépend notamment de sa technologie, donc de son rendement ou « son COP », du régime de température d'eau à laquelle on va la faire fonctionner et de l'installation sur laquelle elle va transférer les calories. Quatre principes généraux prévalent aujourd'hui :

<u>Technologie</u> L'évolution	<u>Rendement (le COP)</u> Les économies d'énergie	<u>Régime de température</u> L'adéquation	<u>Installation</u> La cohérence
-----------------------------------	--	--	-------------------------------------

Schéma 1 Sa technologie : Historiquement, le modèle classique, schéma 1, est maintenant à éviter; performances faibles, consommation électrique élevée, incapable d'assurer un service suffisant en dessous de 0°C en général, impossible d'emploi par température basses (jusqu'à -7°C). Non éligible au crédit d'impôt, COP trop faible.

Schéma 1

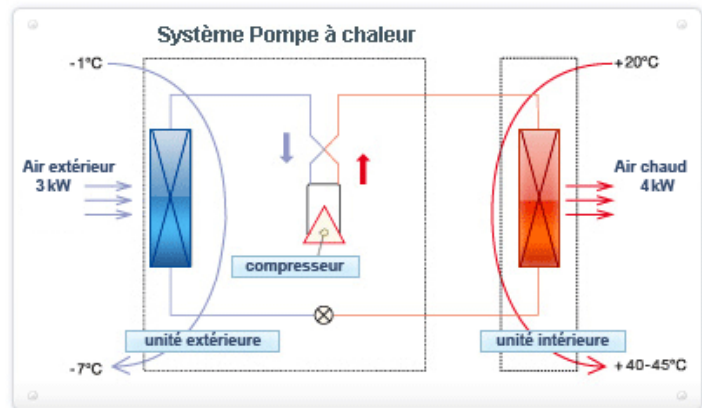


Schéma 2 Le modèle « inverter », schéma 2, dispose de hautes performances, d'une consommation électrique optimisée (gain environ 40%). Elle est capable d'assurer un service suffisant par températures basses (-7°C), fonctionne par température très basses (-15°C plus rarement -20°C), sa puissance restituée est malgré tout inférieure aux besoins par -7°C extérieur sauf si l'on surdimensionne la PAC!. Cela entraîne alors notamment un surcoût, une régulation inverter moins efficace, un rendement global moins bon. Son évolution la plus récente est le « power inverter » ou par ailleurs « super inverter ». Éligible au crédit d'impôt, quand le COP est supérieur à 3,3 par +7°C extérieur.

Schéma 2

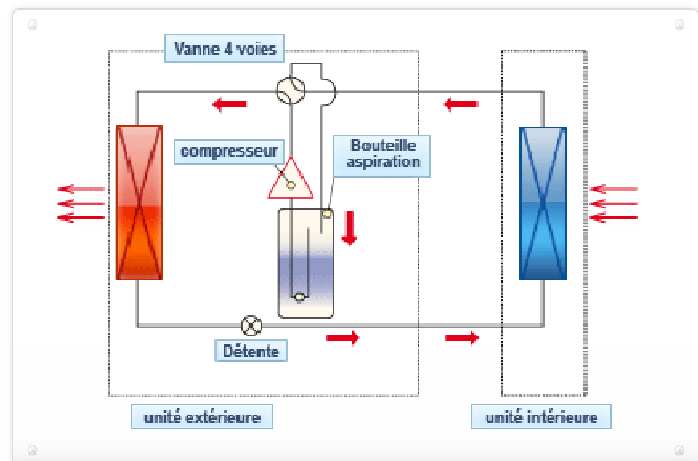
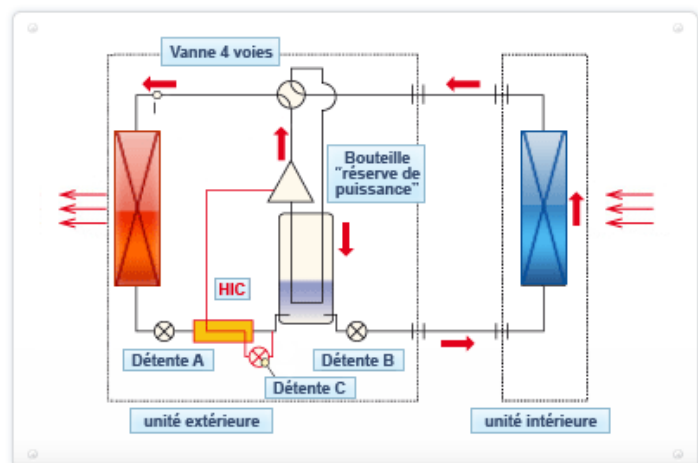


Schéma 3 Le modèle « zubadan* », schéma 3, disponible depuis quelques mois, dispose de très hautes performances, d'une consommation électrique optimisée, d'un maintien linéaire de la puissance entre +7°C et -7°C avec une température de sortie jusqu'à 55°C. Elle est ainsi capable d'assurer un service suffisant par températures basses (-7°C) sur des installations disposant d'émetteurs basse température (ex. : plancher chauffant) sans surdimensionnement et peut fonctionner par -15°C à -20°C. Éligible au crédit d'impôt, le COP est largement supérieur à 3,3 par +7°C extérieur. Elle est limitée d'emploi en rénovation et s'installe préférentiellement avec la chaudière existante en relève ou avec un appoint électrique (si raisonnablement faible)

Schéma 3



(*) Appellation protégée - brevet MITSUBISHI

Schéma 4 Le modèle «Altherma HT* », schéma 4, commercialisée à partir de juin 2009, dispose de performances et de consommation électrique les meilleures du marché, d'un maintien linéaire de sa puissance nominale (PN) entre +7°C et -10°C (et d'environ -15% de cette PN encore à -20°C !), tout cela avec une température de sortie d'eau de 80°C. Elle est ainsi capable d'assurer un service suffisant par les températures les plus basses (-20°C) sur des installations traditionnelles avec chaudières classiques disposant de radiateur en sélection standard 80/60°C sans surdimensionnement et fonctionne par -20°C (-25°C sans garanties). Eligible au crédit d'impôt, le COP varie de 3,7 à 4,0 par +7°C extérieur. Elle est donc particulièrement adaptée en rénovation et s'installe préférentiellement en remplacement de la chaudière existante (sous réserve que sa puissance couvre les déperditions des locaux à chauffer), sinon en cascade de deux PAC ou en relève traditionnelle

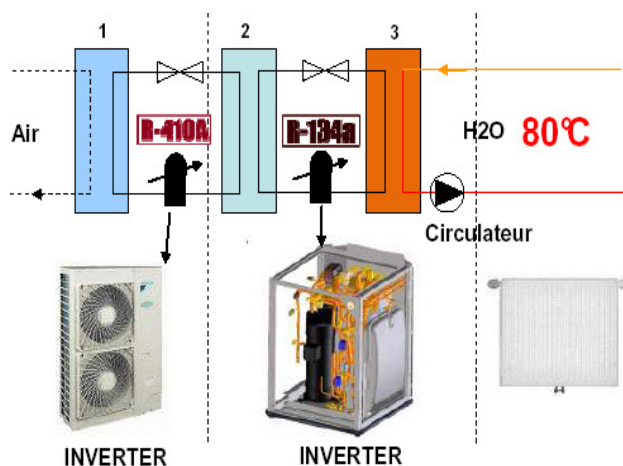


Schéma 4

Son rendement : Les modèles les plus récents sont le plus souvent ceux disposant des meilleurs COP. Les marques les plus réputées disposent généralement d'un ensemble de performances parmi les plus élevées (puissance, rendement, niveau sonores notamment)

Le **COP** est le rapport entre la puissance restituée au circuit de chauffage et la puissance électrique consommée pour y parvenir.

Une PAC ayant un COP de 3,8 consomme 1000w et en restitue 3 800w

L' **EER** est le rapport entre la puissance restituée au circuit de rafraîchissement et la puissance consommée pour y parvenir.

Le COP annoncé en catalogue est généralement donné pour une température extérieure de +7°C et une température de sortie d'eau de 35°C. Comme évoqué plus haut, ce coefficient, de même pour la puissance restituée, diminue si la température extérieure chute. Il est donc important, notamment, de connaître la performance de la machine par -7°C, température extérieure de base pour le Loiret.

Le régime d'eau : Idéalement, le régime d'eau qui convient le mieux à l'efficacité optimum de la PAC est celui qui a une température de départ d'eau la plus basse possible (autour de 35°C). Néanmoins, une température supérieure n'est pas rédhibitoire, ce jusqu'à 45 ou 50°C.

Pour des températures supérieures, jusqu'à 80°, nécessitées par l'adaptation à une installation chaudière classique (régime d'eau env. 80/60°C, il est maintenant possible de placer une PAC HT. Celle-ci*, dite « haute température » est encore plus performante ; son rendement sur l'ensemble de sa courbe de fonctionnement est supérieur à tout les équipements précédemment disponibles.

(*) DAIKIN Altherma HT, commercialisation à partir de Juin 2009

L'installation : Pour un local et un régime d'eau donnés correspond un émetteur d'une surface en rapport avec les déperditions et la température ambiante souhaitée. Si le régime d'eau est abaissé, le radiateur sera de fait moins puissant. La surface d'émission en contact avec l'air étant figée, seule la température d'entrée d'eau peut lui permettre de plus ou moins chauffer le local.

La capacité d'un émetteur de chaleur à chauffer un local est donc liée étroitement au régime d'eau qui a été pris en compte pour le sélectionner.

Une installation dont les émetteurs nécessitent une température de départ élevée n'est pas idéale pour exploiter pleinement une PAC basse température classique (schémas 1 à 3) car celle-ci a ses meilleurs rendements à basses températures et plafonne à une température de sortie d'eau en général de 55°C maxi.

Par contre, dans ce cas la PAC HT se trouvera parfaitement en mesure d'assurer seul le chauffage des locaux (100% en mode thermodynamique), la plupart du temps en remplacement de la chaudière en place.

Il y aura lieu de disposer un ballon tampon et de découplage, s'il n'est pas intégré à la PAC choisie. En augmentant le volume d'eau, il évite au compresseur des courts cycles éventuels, préjudiciables à sa pérennité et permet à la PAC et l'installation de fonctionner de manière disconnectée et permet le raccordement de plusieurs équipements en amont et en aval.

Au primaire (amont) : PAC + Chaud ou PAC + PAC

Au secondaire (aval) : Réseau Plancher chauffant (PC) + réseau radiateur, PC = Ventilo-convecteurs, etc...

La prescription

Le régime d'eau et la température de départ inérents à l'installation de chauffage existante ont une importance primordiale dans le choix d'installer une PAC, surtout pour son utilisation sur un réseau radiateur, généralement sélectionné pour fonctionner à des températures de départ élevées (70 à 80°C).

L'émetteur de chaleur partenaire idéal d'une PAC est le plancher **chauffant**, mieux encore, le plancher **chauffant** et **rafraîchissant** (si ce dernier a été conçu et dimensionné en conséquence).

De la même façon, l'installation de ventilo-convecteurs, à l'étage par exemple, permettra également de très bonnes performances.

Avec un plancher chauffant et/ou des ventilo-convecteurs, la pompe à chaleur apportera à l'habitation la chaleur et la fraîcheur pour un confort optimal tout au long de l'année avec les meilleures performances.

Avec des radiateurs, la PAC apportera uniquement la chaleur. Sa réversibilité ne sera pas utilisable, sauf à créer un réseau spécifique indépendant, en prenant le soin des manipulations permettant d'empêcher l'envoi d'eau rafraîchie sur le réseau radiateur ; solution peu rationnelle et coûteuse
Son rendement ne sera pas optimal, notamment pour les températures extérieures proches et inférieures à 0°C.

Il est souhaitable de placer une **PAC basse température en remplacement de chaudière**, avec appoint électrique éventuel, dans les cas suivants :

- si les radiateurs existants sont **tous** surdimensionnés.
- si le régime d'eau actuel avec la chaudière ne dépasse pas **45 à 55°C de départ d'eau par -7°C extérieur**, voir plus bas (idéalement 35°C).
- si une **amélioration** sensible, uniforme, homogène et efficace de **l'isolation** des locaux a été réalisée.
- si l'ensemble des locaux sont chauffés par un plancher chauffant avec ou non des ventilo-convecteurs, sélectionnés bien sur au régime d'eau requis.
- si les **émetteurs de chaleur** qui seront mis en œuvre dans le cadre des travaux ou dans le futur **tiennent compte du régime d'eau requis**.

Sous ces conditions, une PAC basse ou haute température sera un bon choix technique et bénéficiera d'un bon retour sur investissement.

Il est souhaitable de placer une **PAC basse température avec la chaudière en relève** dans les cas suivants : (solution aujourd'hui écartée, remplacée par une PAC HT)

- si les radiateurs existants sont de taille insuffisante (surface de chauffe) et prévus pour un régime d'eau traditionnel d'environ 80/60 °C.
- si le régime d'eau actuel avec la chaudière est au dessus de **50/55°C de départ d'eau par -7°C extérieur**.
- si une **amélioration** éventuelle de l'isolation n'a pas été réalisée ou a été réalisée, mais n'est ni complète, ni uniforme, ni homogène.

L'amélioration de l'isolation, si elle présente un coût supplémentaire, permet par contre de placer une PAC d'une puissance inférieure ; les écarts de pris entre tailles de PAC sont plus important que pour les chaudières.
Réserver l'utilisation de la chaudière (hors production d'**ECS** éventuelle) aux seules périodes de températures les plus froides permettra de solliciter beaucoup moins ; l'essentiel de la saison de chauffe est constitué de températures positives.

Sous ces conditions, la PAC assurera le service chauffage pour des températures extérieures supérieures en moyenne à 0 à +2°C.

La chaudière actuelle, ou une nouvelle, assurera le service pour les températures inférieures, au régime de température actuel. L'asservissement sera constitué par un thermostat extérieur dont le seuil de déclenchement déterminera le fonctionnement de l'un ou de l'autre équipement.

Cette configuration implique donc la présence de 2 équipements au lieu d'un.

Avantages : En cas de panne, de transition pour remplacement ou d'arrêt, le service reste assuré par l'un ou l'autre des 2 équipements.

La conservation de la chaudière actuelle permet de tester, en l'empêchant de fonctionner, les limites de fonctionnement de l'installation avec la PAC seule. Après quelques campagnes de test et/ou quelques saisons de chauffe, il pourra toujours être jugé de l'opportunité de sa suppression.

Si la chaudière actuelle fait également l'eau chaude sanitaire, il n'y a pas de frais immédiat pour une nouvelle production d'**ECS**.

Il n'y pas de frais immédiats liés à la suppression de l'équipement actuel (chaudière, etc...), d'une cuve fioul éventuelle avec ses frais d'enlèvement ou de neutralisation, etc...

Inconvénient : La chaudière devra un jour être remplacée, ce coût grèvera beaucoup le bilan économique sur le long terme (durée de vie moyenne de l'installation)

Il est souhaitable de placer une **PAC haute température SANS ou AVEC** chaudière en relève** dans les cas suivants : (solution aujourd'hui majoritairement retenue)

- si les radiateurs existants sont prévus pour un régime d'eau traditionnel d'environ 80/60°C.
- si le régime d'eau actuel avec la chaudière est au dessus de **50/55°C de départ d'eau par -7°C extérieur**.
- si une **amélioration** éventuelle de l'isolation n'a pas encore été réalisée ou a été réalisée, mais n'est ni complète, ni uniforme, ni homogène.

L'amélioration de l'isolation, si elle présente un coût supplémentaire, permet par contre de placer une PAC d'une puissance inférieure et peut permettre de se passer d'une éventuelle relève** ; les écarts de prix entre tailles de PAC peuvent être significatifs.

Le fonctionnement 100% en mode thermodynamique permet de SUPPRIMER la chaudière (hors production d'**ECS** éventuelle) et d'assurer l'ensemble de la saison de chauffe.

La PAC assurera le chauffage pour des températures extérieures jusqu'à -10°C à sa puissance nominale de sélection. Cette configuration n'implique donc plus la présence de 2 équipements en parallèle.

(**) si les déperditions des locaux sont supérieures à la plus puissante des PAC HT (16kw).

Avantages : L'investissement ne concerne à terme qu'un seul équipement, la PAC. Pas de coût ultérieur pour le remplacement de la chaudière éventuellement conservée.
Cette PAC HT bénéficie de meilleures performances que les modèles précédents (basse température) malgré un fonctionnement avec une sortie possible jusqu'à 80°C. Fonctionnement 100% en mode thermodynamique.
Pas de coût pour une épingle électrique d'appoint et ses consommations.

Il est possible également de placer une **PAC multiservice** permettant, en plus du **chauffage**, avec ou sans **rafraîchissement**, de produire **l'eau chaude sanitaire** (avec appoint ou non par la chaudière actuelle conservée ou épingle électrique selon qu'elle est de type haute température ou pas) et de chauffer une **piscine**.

Les configurations

Toutes les installations de chauffage possédant un réseau d'eau chaude peuvent être équipées d'une pompe à chaleur air/eau, certaines qui aurait nécessité précédemment un complément ou appoint peuvent maintenant en être dispensé. Dans tous les cas, il faut tendre à mettre en œuvre le régime d'eau le plus bas possible.

En fonction des émetteurs de chaleur présents ou à venir, des services à assurer en plus du chauffage (ECS, piscine, etc...), de multiples combinaisons, donc de schémas de principe sont possibles, sous réserve d'adéquation avec le bâti et notamment son isolation.

Pour un plancher chauffant seul, la PAC pourra remplacer une chaudière, sera raccordée en direct avec un ballon tampon, disposera d'une régulation de température de départ automatique en fonction de la température extérieure.

Pour un plancher chauffant/rafraîchissement et une production d'eau chaude, la PAC pourra remplacer une chaudière, sera raccordée en direct avec un ballon tampon, disposera d'une vanne d'inversion permettant de diriger l'eau soit vers le plancher chauffant soit vers l'échangeur ECS, disposera d'une régulation de température de départ automatique en fonction de la température extérieure. L'été, le chargement du ballon ECS (mode chaud) se fera de préférence de nuit pour permettre le fonctionnement sur le plancher en journée (mode froid). Une épingle électrique est présente dans le ballon d'ECS si la PAC est de type basse température (complément de chauffe).

Pour un plancher chauffant, un réseau radiateur et une production d'eau chaude, la PAC sera raccordée à un ballon tampon, disposera, à partir de ce dernier, de trois réseaux distincts, l'un vers le plancher chauffant avec une panoplie dédiée et une régulation de température de départ automatique en fonction de la température extérieure, un second, direct, avec un circulateur dédié, vers les radiateurs, le 3^{ème}, direct, avec un circulateur dédié, vers l'échangeur ECS. L'été, le chargement du ballon ECS (mode chaud) se fera de préférence de nuit pour permettre le fonctionnement sur le plancher en journée en mode froid.

A suivre, quelques configurations et exemples proposées par nos fournisseurs, DAIKIN, AIRWELL et AJ-TECH

[Lien vers argumentaire Altherma HT](#)



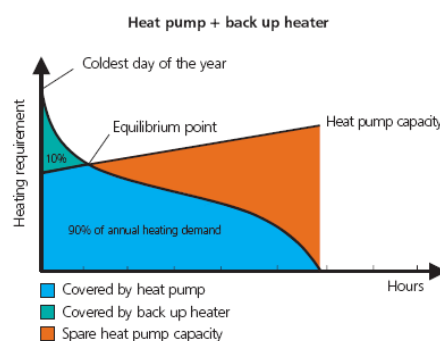
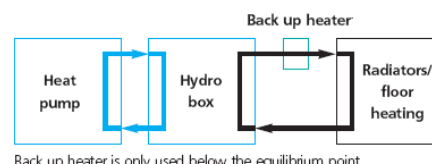
ConfortDaikin.fr

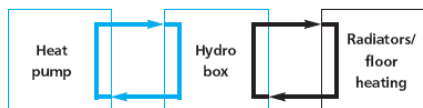
Le portail du confort en résidentiel

Configuration mono-énergétique :

La pompe à chaleur est dimensionnée pour fournir 90 à 95% de la consommation de chauffage annuelle, les 5 à 10% restant seront fournis par un chauffage électrique d'appoint. Une bonne pratique est de choisir une pompe à chaleur capable de couvrir 60% de la demande de chauffage lors du jour le plus froid de l'année.

Utiliser Altherma dans sa configuration mono énergétique est recommandée pour la majorité des applications parce qu'elle offre un équilibre optimum entre le coût de l'investissement et le coût de fonctionnement.



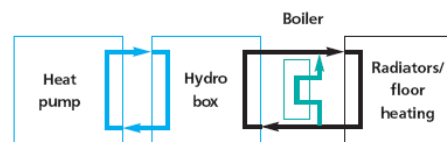
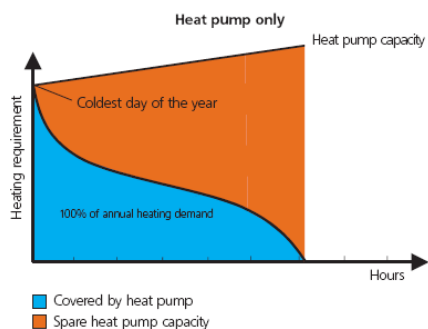


Configuration monovalente :

La pompe à chaleur est dimensionnée pour fournir 100% de la consommation de chauffage lors du jour le plus froid de l'année.

Solution recommandée pour des climats modérés sans hivers rigoureux.

L'investissement initial peut être plus important mais la consommation d'énergie est la plus basse de tous les systèmes..



Boiler is only used below the equilibrium point.

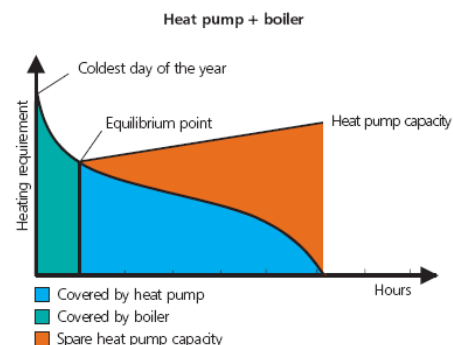
Configuration bivalente :

Les systèmes bivalents combinent deux sources de chaleur bien distinctes, une pompe à chaleur et une chaudière à combustible fossile.

Il y a deux types de système bivalent : « connecté en série » (où la configuration est identique comme système mono énergétique mais avec le chauffage d'appoint remplacé par la chaudière) et « connecté en parallèle ».

Quand « connecté en série » la chaudière est dimensionnée pour couvrir uniquement les pics de demande en chauffage, dans la configuration « connecté en parallèle » la chaudière est dimensionnée pour couvrir la pleine puissance en chauffage le jour le plus froid de l'année.

La configuration bivalente parallèle est recommandée quand il y a déjà un système de chauffage existant. Ajouter Altherma diminue et optimise la consommation d'énergie du système.



(1) texte et images, source DAIKIN



Parmi les solutions AIRWELL (2).

PAC split-système avec chaudière en relèvement, chauffage seul

Documentation [PAC RO AIRWELL\FC_SPH_SPH-R_07_1046.pdf](#)

PAC monobloc avec chaudière en relèvement, chauffage seul

Documentation [PAC RO AIRWELL\FC_RCH-V_06-884.pdf](#)

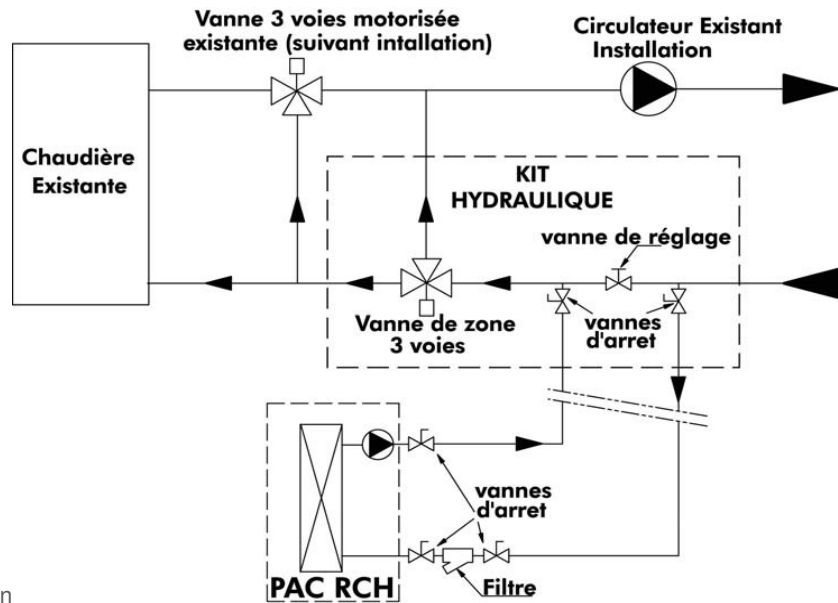


Schéma présenté sans ballon tampon

(2) texte et images, source AIRWELL



Parmi les solutions AJTECH (3).

PAC split-système avec chaudière en relève, chauffage et ECS

Documentation [PAC RO AJTECH\TI-en-Releve-de-Chaudiere-avec-ECS.pdf](#)

PAC split-système avec plancher chauffant et ventilo-convecteurs

Documentation [PAC RO AJTECH\TI-Plancher-Ventilo-Convecteur.pdf](#)

(3) texte et images, source AJTECH

Les décrets & doc. officiels

Toutes les pompes à chaleur que nous commercialisons sont éligibles au crédit d'impôt.

Les dispositions législatives, les décrets et modalités d'application sont consultables auprès de votre centre des impôts.

Les liens ci-dessous permettent d'accéder aux principaux textes.

Bulletins Officiels des Impôts 5B26-05 n° 147 du 01/09/2005

[Décrets\BOI_05_09_01_N°147.pdf](#)

Bulletins Officiels des Impôts 5B17-06 n° 83 du 18/05/2006

[Décrets\BOI_06_05_18_N°83.pdf](#)

Bulletins Officiels des Impôts 5B17-07 n° 88 du 11/07/2007

[Décrets\BOI_07_07_11_N°88_14_11_2007.pdf](#)

Précisions sur le crédit d'impôt dédié aux économies d'énergie et aux énergies renouvelables – 16/01/2009

[industrie-gouv-fr_energie_developp_econo_textes_credit-impot-2005-h](#)

Décret 2007-737 du 07/05/2007 relatif aux fluides frigorigènes

[Décrets\Decret fluide frigo 07_05_07.pdf](#)