



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

DESCRIPTION DU FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE A CHALEUR

1) Introduction :

- Respect de l'environnement :

Les réserves de combustibles fossiles comme le gaz naturel et le pétrole sont limitées. La conscience écologique se développe et nous nous efforçons désormais d'utiliser les énergies renouvelables pour produire la chaleur.

De plus, la protection climatique joue un rôle important. La réduction des émissions de CO₂ et des autres gaz à effet de serre doit devenir une priorité si l'on veut réduire les risques menaçants de changements climatiques.

- Fiabilité :

Les faiblesses techniques qui ont nui au développement des pompes à chaleur au début des années 80 ont disparu. La pompe à chaleur représente aujourd'hui un chauffage fiable et d'avenir.

- Evolution des marchés :

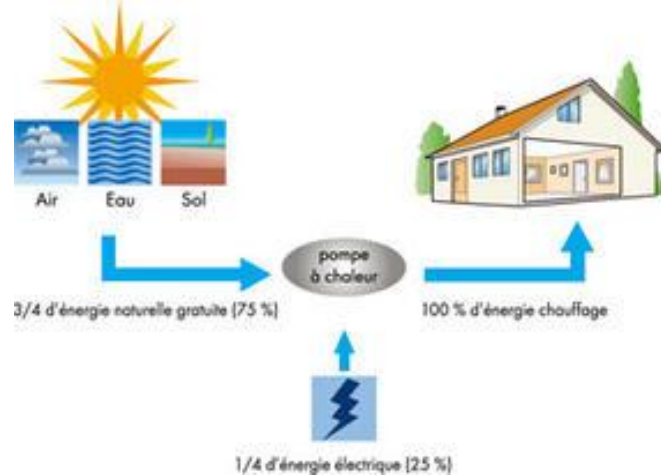
La France est le deuxième marché européen de la pompe à chaleur derrière la Suède. Après plusieurs années d'évolution continue des ventes (+70% de 2002 à 2007), les pompes à chaleur ont enregistré en 2009 leur premier recul de 20%, selon les chiffres publiés par l'Association française pour les pompes à chaleur (Afpac). Pour l'association, il s'agit de l'effet crise, puisque celle-ci a impacté le marché de la construction neuve et donc celui de l'équipement et du chauffage. A cela se sont ajoutées les baisses du taux du crédit d'impôt, ainsi qu'un destockage massif, *«conséquence des stocks importants constitués fin 2008 après trois années de forte croissance consécutives»*, indique l'association.

Dans le détail, ce sont toujours les pompes à chaleur aérothermiques qui sont les plus prisées. D'après l'Afpac, le marché potentiel des pompes à chaleur s'adresse désormais à 8 millions de maisons neuves ou existantes. C'est pourquoi, malgré la baisse des ventes et le contexte de crise, l'association reste confiante et croit en un retour rapide à la croissance. *«Cette crise, même très dure, ne doit pas masquer une autre crise, structurelle cette fois, à laquelle nous serons confrontés tôt ou tard qui est la crise énergétique»*, estime Pierre Sabatier, président de l'Afpac. *«Face à l'inéluctable raréfaction des carburants fossiles, seules les PAC constituent une alternative crédible et financièrement pertinente vers laquelle les ménages doivent se tourner»* (05/02/2010).



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

- Principe de base de la PAC :



L'air, l'eau et la terre sont sources de grandes quantités d'énergie qui se renouvellent sans cesse grâce au rayonnement solaire et aux pluies. La **pompe à chaleur** prélève la chaleur présente dans l'environnement naturel (l'air, l'eau, le sol) et vous la restitue pour chauffer ou rafraîchir à un coût très économique

Pour 1kWh électrique consommé, une pompe à chaleur produit en moyenne 4 kWh de chaleur, soit une récupération gratuite de 3 kWh. La pompe à chaleur s'impose naturellement comme l'une des solutions de chauffage les plus économiques.

Les pompes à chaleur sont classées en fonction :

- du milieu d'où elles tirent leur énergie « renouvelable » : l'air (aérothermie), le sol (géothermie) ou l'eau d'une nappe phréatique ou d'un lac (hydrothermie)
- du système de diffusion : air (réseau aérauliques) ou eau (radiateurs, planchers chauffants, ventilo-convecteurs)

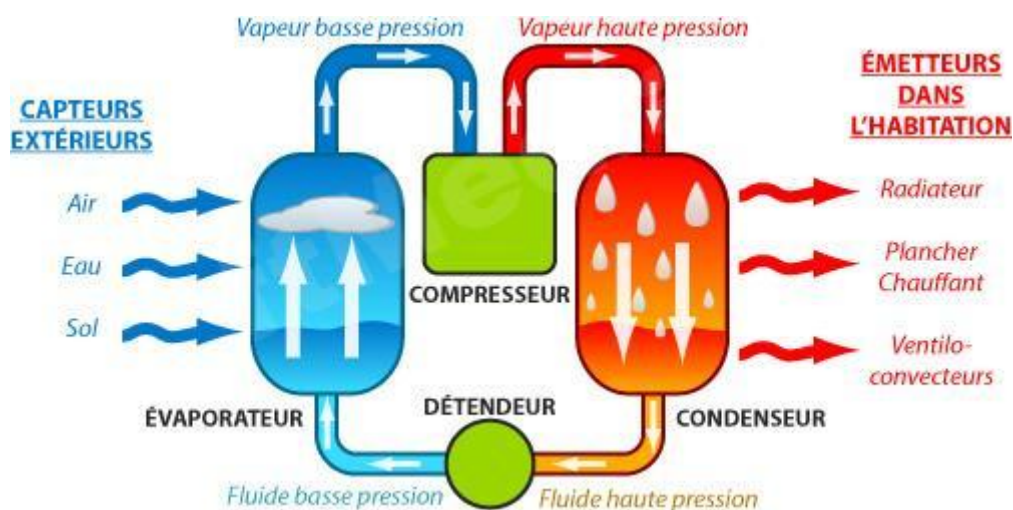
On parle de pompe à chaleur **air/air**, **air/eau**, ou **eau/eau**...



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

2) Les constituants essentiels d'une PAC :

Le schéma suivant permet de mieux comprendre le principe d'une pompe à chaleur et les transformations que subit le fluide frigorigène au cours de son cycle.



Le **compresseur** aspire le fluide frigorigène à l'état gazeux à basse pression (BP) et à basse température. L'énergie mécanique du compresseur va permettre une élévation de la pression et de la température.

Les gaz chauds haute pression (HP) et haute température venant du compresseur se dirigent vers le **condenseur**. Ce dernier est un échangeur qui va permettre aux gaz de se condenser (à température et pression constante) au contact d'eau d'un circuit de chauffage. C'est la phase de condensation. La vapeur se transforme en liquide en évacuant la chaleur de condensation vers l'eau des émetteurs.

Le fluide frigorigène à l'état liquide formé dans le condenseur est détendu par abaissement brusque de la pression (HP à BP) au passage du **détendeur**.

L'**évaporateur** est lui aussi un échangeur de chaleur. Le fluide liquide provenant du détendeur va entrer en ébullition dans l'évaporateur en absorbant de la chaleur au fluide extérieur (l'eau, l'air..). C'est la phase d'évaporation où le liquide se transforme en vapeur (à température et pression constante). Le gaz est ensuite aspiré par le compresseur pour un nouveau cycle.



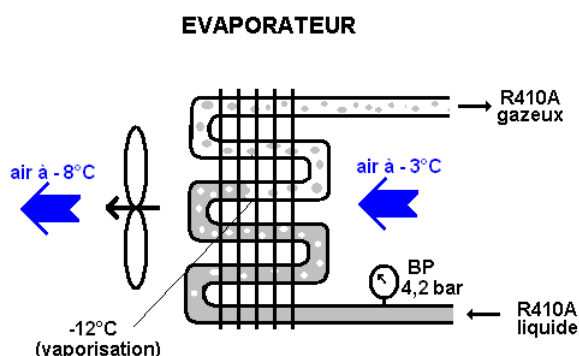
Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

3) Les échanges d'énergie dans une pompe à chaleur air/eau :

On se limitera à présenter une pompe à chaleur air/eau basse température alimentant un plancher chauffant. Des valeurs significatives de température ou de pression seront indiquées pour un fonctionnement avec le fluide frigorigène R410A couramment utilisé dans ce genre d'installation. Celui-ci va subir un cycle fermé où il traverse les 4 appareils principaux définis précédemment.

➤ **L'évaporateur :**

C'est l'appareil qui va « absorber » la chaleur de l'air extérieur. C'est un échangeur placé à l'extérieur de la maison où le fluide frigorigène R410A rentre à l'état **liquide** à une pression que l'on nomme « basse pression » (BP). Au contact de l'air (plus chaud que lui), le R410A va se **vaporiser** à une température constante (relation pression-température). L'échange de chaleur est effectué grâce au changement d'état du R410A. Un ventilateur permet d'améliorer l'échange thermique.



➤ **Le condenseur :**

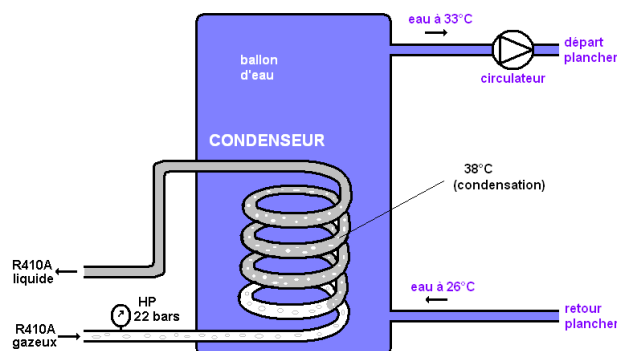
Comme le fluide frigorigène R410A parcourt un cycle fermé, il va falloir le condenser afin qu'il revienne à l'état liquide : c'est le rôle du condenseur. Celui-ci est un échangeur tubulaire en contact avec l'eau du plancher chauffant placé parfois dans un ballon.

Dans notre exemple pour une température extérieure de -3°C , l'eau revient du plancher chauffant à une température environ de 26°C . on souhaite chauffer cette eau à 33°C . Le fluide frigorigène doit donc avoir une température de condensation **supérieure** pour que la chaleur puisse être évacuée. Celle-ci est environ de 38°C .

D'après la relation pression-température du R410A, une température de 38°C correspond à une pression de 22 bars (relatifs) appelée « haute pression » (HP).

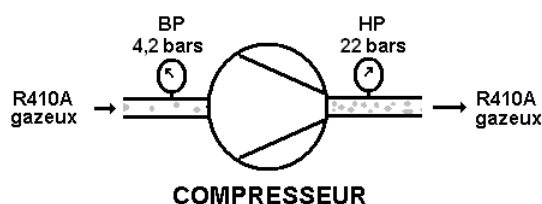


Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable



➤ Le compresseur :

Le fluide R410A est à la pression de 4,2 bars (BP) dans l'évaporateur et de 22 bars (HP) dans le condenseur. Il faut donc augmenter la pression entre l'évaporateur et le condenseur : c'est le rôle du compresseur.

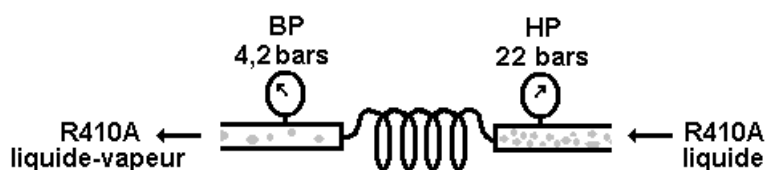


Le fluide lors de son passage dans le compresseur ne reçoit, en théorie, que du travail (énergie mécanique) mais pas de chaleur (énergie thermique) de la part du compresseur. Cependant une élévation de température se produit due uniquement à la forte compression du fluide (exemple de l'air qui s'échauffe dans la pompe à vélo).

➤ Le capillaire (détendeur) :

La différence de pression entre le condenseur et l'évaporateur nécessite d'insérer un appareil qui abaisse la pression dans le circuit : c'est le rôle du **capillaire**. C'est un tuyau en forme de « tire-bouchon » qui présente une résistance hydraulique (perte de charge) correspondante à la chute de pression souhaitée.

Le fluide R410A subit donc une diminution de pression de 22 à 4,2 bar. Celle-ci s'accompagne d'une baisse de température et d'un début de vaporisation.



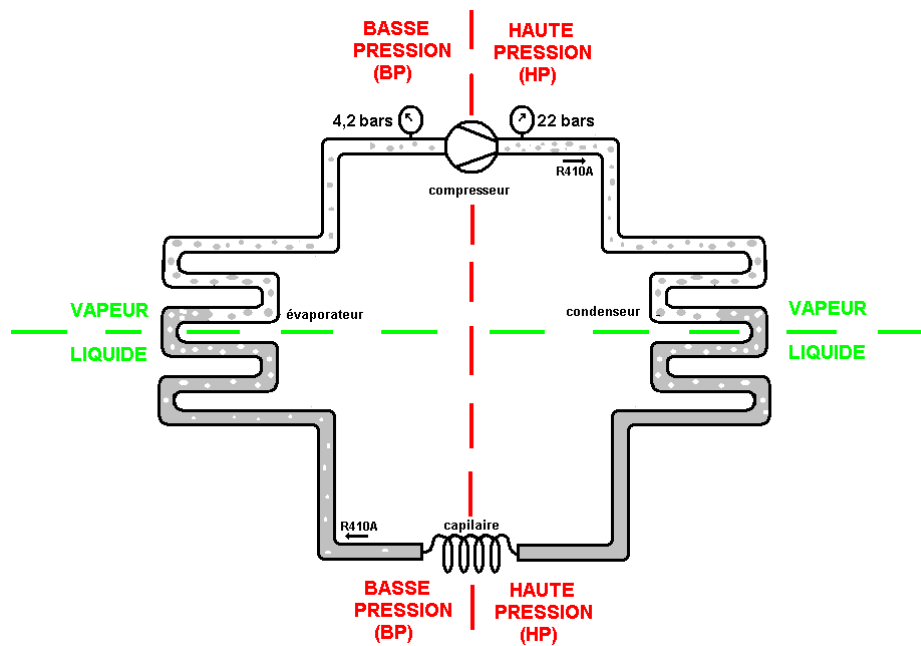
Cette baisse de pression du fluide s'effectue sans aucun échange d'énergie (ni travail, ni chaleur).



Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

4) Etats et pression du fluide frigorigène R410A :

Le fluide frigorigène évolue à travers les 4 éléments principaux vus précédemment.
Le circuit est fermé et divisé en 4 zones suivant l'état du fluide et sa pression.





Sciences et technologies de l'Industrie et du développement durable

5) Schéma de principe classique d'une pompe à chaleur air/eau :

Les pompes à chaleur air/eau basse température alimentant un plancher chauffant en maison individuelle sont le plus souvent constituées de deux parties : une unité extérieure et un module hydraulique (dans un garage ou une cave). Le schéma ci-dessous présente la position des différents éléments de la PAC.

