

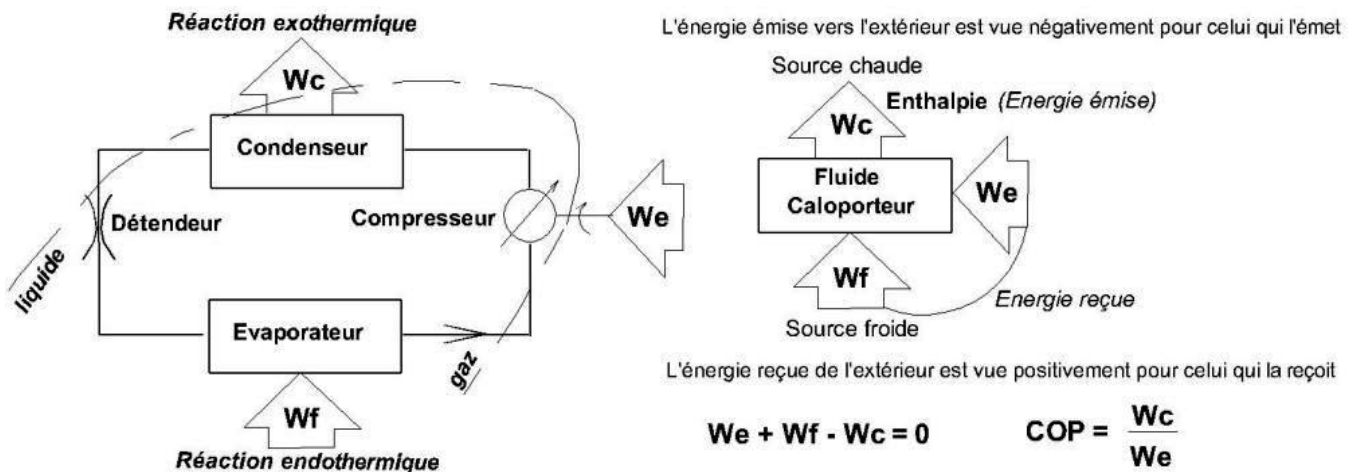
## **Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur**

Une pompe à chaleur (PAC) est une machine thermodynamique destinée à assurer le chauffage d'un bâtiment à partir d'une source de chaleur externe dont la température est inférieure à celle du bâtiment à chauffer. C'est donc un système de chauffage qui transfère de l'énergie thermique d'un milieu à bas niveau de température pour les restituer à un autre milieu à une température plus élevée. L'écoulement naturel de la chaleur s'effectuant habituellement d'un corps chaud vers un corps froid, on pourrait définir la pompe à chaleur comme un matériel permettant de réaliser l'écoulement de chaleur dans le sens inverse du sens naturel, c'est-à-dire d'un milieu froid vers un milieu chaud. Pour comprendre comment se réalise ce transfert thermique inverse du sens physique habituel quelques explications complémentaires sont nécessaires pour comprendre ce qui paraît contraire à la logique physique et qui pourtant ne l'est pas. En pratique, pour prendre des calories à un milieu froid, il suffit de le refroidir d'avantage alors que pour restituer ces calories à un milieu chaud, il convient de le réchauffer. Dans une pompe à chaleur, cette opération se fait grâce à un fluide dit « caloporteur » qui présente la particularité de changer d'état (liquide ou gazeux) quand on modifie sa pression ce qui permet de bénéficier de la chaleur latente de transformation ou enthalpie du fluide caloporteur.

- Le fluide caloporteur à l'état liquide tend à s'évaporer en sortie de détendeur quand sa pression baisse. Cette évaporation produit un froid intense. On dit que la réaction d'évaporation est *endothermique*.
- Inversement, le fluide caloporteur à l'état gazeux à tendance à se condenser en se liquéfiant quand on augmente sa pression. Cette condensation s'accompagne d'un fort dégagement de chaleur. On dit que la réaction de condensation est *exothermique*.

L'énergie dépensée est limitée à l'énergie électrique **We** assurant l'entraînement d'un compresseur qui effectue l'augmentation de la pression du gaz. Une faible quantité d'énergie fournie au compresseur permet de transférer une grande quantité de chaleur **Wf** de la « source froide » vers la « source chaude ». L'utilisateur ne paie donc que l'énergie nécessaire au fonctionnement du compresseur. Qui plus est, l'énergie électrique **We** payante est récupérée intégralement additionnée de celle prélevée gratuitement à la « source froide ». Cette dernière pouvant être l'*air, l'eau ou la terre* selon le type de pompe à chaleur. Le coefficient de performance appelé « COP » est le rapport de l'énergie thermique totale obtenue sous forme de chaleur **Wc** sur l'énergie dépensée **We**. La performance d'une pompe à chaleur varie notablement en fonction de l'écart de température entre la source froide et la source chaude. Un grand écart de température dégrade la performance (COP = 2 par exemple), inversement, un faible écart permet une excellente performance (COP = 6 par exemple). Remarquons qu'un chauffage électrique par effet joule a un COP de 1.

## Figure explicative du chauffage thermodynamique



La figure ci-dessus permet de comprendre comment se font les transferts thermiques du milieu froid vers le milieu chaud.

La figure de gauche représente le cycle de fonctionnement d'une pompe à chaleur.

Le principe de conservation de l'énergie\* permet de dire en isolant le fluide caloporteur et en considérant un cycle complet que l'énergie reçue de l'extérieur est égale à l'énergie émise par ce fluide (Figure de droite)

L'intérêt de la pompe à chaleur réside dans le fait que la dépense d'énergie permettant d'obtenir un transfert thermique important du premier milieu appelé « source froide » vers le deuxième appelé « source chaude » est faible en valeur relative par rapport à l'énergie électrique payante permettant d'obtenir ce transfert. Le diagramme de Mollier permet de comprendre que la dépense en énergie électrique payante est d'autant plus faible que la température de la source froide est proche de celle de la source chaude.

\* L'énergie est toujours conservée lorsqu'elle change de forme. Ce principe est tellement fort en physique qu'à chaque fois qu'il a paru ne pas être vérifié, cela a conduit à des découvertes importantes telles que la radioactivité, le mouvement des planètes associée au système solaire. Si l'on isole le fluide caloporteur d'une pompe à chaleur, il forme un système fermé qui n'échange pas de matière avec le milieu extérieur. Il reçoit par contre du milieu extérieur deux apports énergétiques:

- l'apport provenant de l'énergie électrique fournie au moteur entraînant le compresseur de la pompe à chaleur, énergie transformée en énergie mécanique, puis en énergie thermique lors de sa compression à l'état de gaz.
- l'apport thermique provenant de la source froide lorsqu'étant lui-même encore à l'état gazeux et à très basse température du fait de sa détente il se réchauffe en refroidissant le milieu extérieur

Il émet enfin vers le milieu extérieur l'énergie thermique importante provenant de sa chaleur latente ou enthalpie lors de son changement d'état dans le condenseur lorsqu'encore à l'état gazeux il se condense sous l'effet de la pression en se transformant en liquide.

Lorsqu'il se retrouve après un cycle complet de compression détente dans son état initial le fluide caloporteur, a, du fait de la loi de conservation de l'énergie, reçu de l'extérieur la même quantité d'énergie que celle qu'il a émis vers l'extérieur.

*Concernant la chaleur renouvelable, si Einstein était né France et non en Allemagne, il aurait pour la circonstance tourné sa phrase différemment.*

*Au lieu de dire "il est plus facile de briser un atome qu'un préjugé"*

*"il aurait probablement dit " il est plus difficile de briser un préjugé qu'un atome"*