

## Connaissances de base

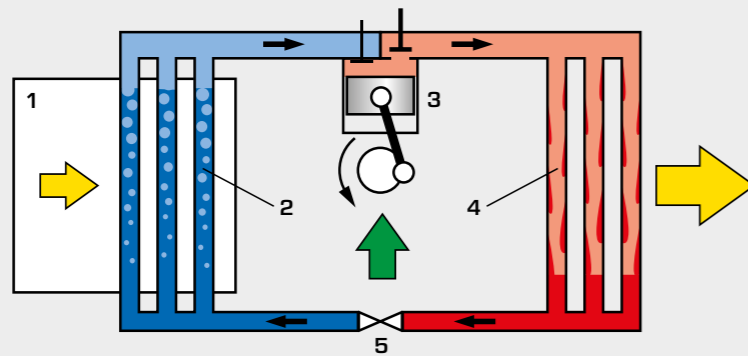
## Principes de la production du froid

Le génie frigorifique décrit l'évacuation de chaleur d'une pièce à refroidir. Sous l'effet d'un différentiel de température, de l'énergie thermique est transférée du fluide chaud au fluide froid. Il existe différents principes relatifs à la réalisation technique du transport de chaleur, qui sont présentés ici.

**Les installations frigorifiques à compression** sont les systèmes frigorifiques les plus courants dans la pratique. Dans une installation frigorifique à compression, un agent réfrigérant traverse le circuit de l'agent réfrigérant, et y subit différentes transformations d'état. L'installation frigorifique à compression est basée sur l'effet physique selon lequel de l'énergie thermique est nécessaire pour le passage de l'état liquide à l'état gazeux. L'évaporateur **2** prélève de l'énergie thermique dans l'espace à refroidir **1**. En faisant varier la

pression lors de l'évaporation et de la condensation, on peut ajuster le niveau de la température de manière à provoquer un transport de chaleur du côté froid vers le côté chaud. La condensation **4** de l'agent réfrigérant permet de libérer à nouveau l'énergie thermique.

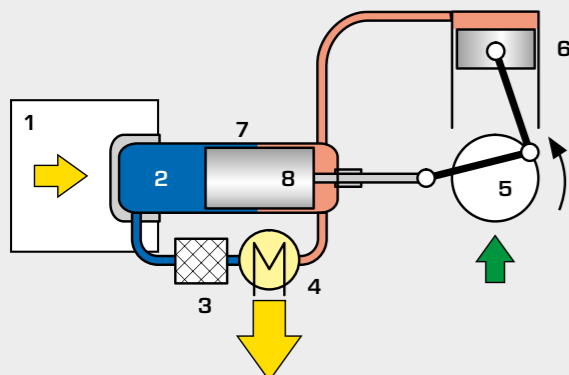
Pour augmenter la pression, il est possible d'utiliser, à la place du compresseur à piston **3** représenté, des compresseurs à vis, scroll, turbo ou à jet de vapeur.



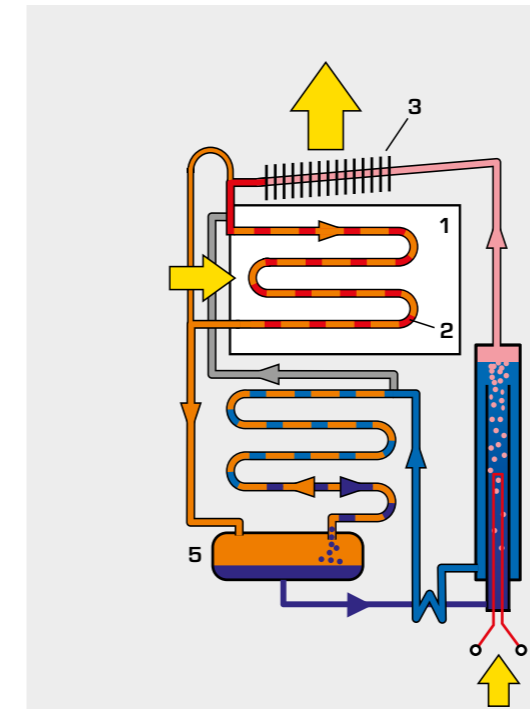
**1** espace à refroidir ou refroidissement de procédé, **2** évaporateur, **3** compresseur, **4** condenseur, **5** soupape de détente;  
 agent réfrigérant HP gazeux, agent réfrigérant HP liquide, agent réfrigérant BP liquide, agent réfrigérant BP gazeux,  
 chaleur, travail mécanique

La **machine frigorifique de Stirling** est une solution de niche absolue dans la pratique. Elle fonctionne selon le même principe que le moteur Stirling, mais dans la direction opposée. La machine frigorifique de Stirling permet de réaliser des températures très basses, dans le cas par ex. de la liquéfaction des gaz ou lors du refroidissement des caméras infrarouges.

La machine frigorifique de Stirling est composée d'un cylindre de travail **6** et d'un cylindre de déplacement **7**. Dans le cylindre de travail, un gaz de travail est comprimé et détendu en alternance. Le gaz chaud comprimé libère sa chaleur dans l'échangeur de chaleur **4**. Durant la détente, le gaz de travail refroidit et absorbe de la chaleur de la pièce **1** à refroidir du côté froid **2** du cylindre de déplacement. Le piston de déplacement **8** et le piston de travail **6** sont déplacés en conséquence de manière déphasée par le mécanisme bielle-manivelle **5**.



**1** espace à refroidir ou refroidissement de procédé, **2** côté cylindre froid, **3** récupérateur, **4** échangeur de chaleur, **5** mécanisme bielle-manivelle, **6** cylindre de travail, **7** cylindre de déplacement, **8** piston de déplacement;  
 gaz d'échappement froid, gaz d'échappement chaud,  
 chaleur, travail mécanique



Contrairement à l'installation frigorifique à compression, **l'installation frigorifique à absorption** fonctionne avec deux fluides de travail, un agent réfrigérant et un solvant. Un apport d'énergie thermique permet de séparer les deux fluides de travail l'un de l'autre dans l'éjecteur **4**. La vapeur d'agent réfrigérant rejetée s'écoule dans le condenseur **3** où elle se condense. Puis l'agent réfrigérant s'évapore à basse pression dans l'évaporateur **2** en libérant de la chaleur. La vapeur d'agent réfrigérant formée s'écoule alors dans l'absorbeur **5**, où elle est absorbée par le solvant. Puis la solution composée d'agent réfrigérant et de solvant retourne dans l'éjecteur.

L'utilisation d'installations frigorifiques à absorption est judicieuse lorsque de l'énergie thermique, p.ex. de la chaleur perdue, est disponible. En effet, il est possible dans ce cas d'utiliser la chaleur perdue pour réaliser le refroidissement.

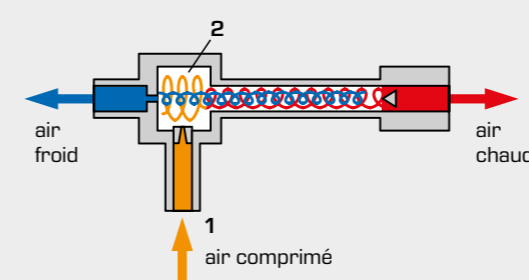
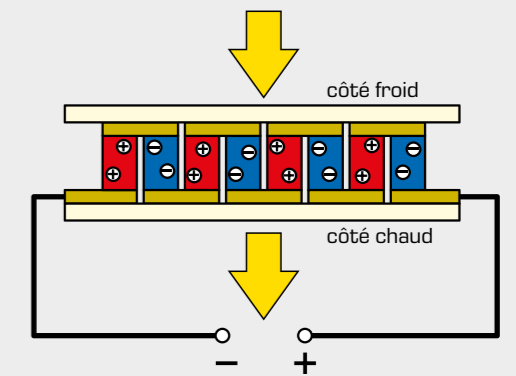
Exemple:  
représentation de la combinaison de matières ammoniaque – eau

**1** espace à refroidir ou refroidissement de procédé, **2** évaporateur, **3** condenseur, **4** éjecteur, **5** absorbeur;  
 vapeur d'ammoniac, ammoniaque liquide,  
 solution pauvre en ammoniaque, solution riche en ammoniaque,  
 hydrogène, hydrogène et vapeur d'ammoniac, chaleur

**Les installations frigorifiques thermoélectriques** sont basées sur l'effet Peltier. Un élément Peltier génère un différentiel de température au moyen d'un courant électrique; il peut être utilisé soit pour chauffer, soit pour refroidir, en fonction de la direction du courant.

Le courant passe à travers un élément thermoélectrique. Lors de ce passage, un contact électrique chauffe, tandis que le second refroidit. Afin d'augmenter la puissance, plusieurs éléments thermoélectriques sont montés en série; ils sont disposés de manière à ce que les contacts de refroidissement et de chauffage soient chacun reliés à une plaque de couverture. Lorsque le courant circule, de la chaleur est prélevée sur l'une des plaques et transférée à l'autre. La plaque froide correspond à la partie utile de l'installation frigorifique thermoélectrique.

Les éléments Peltier peuvent générer des températures très basses. Cependant, lorsque le différentiel de température augmente, le rendement baisse. Les éléments Peltier sont faciles à régler, n'ont pas de composants mobiles et sont exempts de combustibles toxiques.



**1** orifice d'entrée, **2** chambre de tourbillon

Le **générateur de froid à Vortex** fonctionne selon un principe bien particulier. De l'air comprimé est amené dans l'orifice d'entrée **1**. L'air comprimé est introduit tangentiellement dans la chambre de tourbillon **2** où il est mis en rotation. Un écoulement d'air froid se forme au centre de ce tourbillon, tandis que la couche externe du tourbillon se chauffe. L'écoulement d'air froid est dévié du milieu du tourbillon et utilisé pour le refroidissement.

L'avantage du générateur de froid à Vortex réside dans sa conception particulièrement simple, dépourvue de composants mobiles, de combustibles toxiques ou d'alimentation électrique. Il a néanmoins l'inconvénient d'offrir un faible rendement.