

# LE CYCLE FRIGORIFIQUE A COMPRESSION DE VAPEUR

## I- Généralité :

C'est le cycle frigorifique le plus important qu'il s'agisse du **froid industriel** ou du **conditionnement d'air** puisqu'il intéresse plus de **90%** de toutes les installations.

La principale caractéristique de ce cycle provient de l'utilisation de fluides frigorigènes qui, à la température de travail  $t_0$  du côté froid passent à l'état liquide à l'état de **vapeur (vaporisation)** aussi grande que possible (production de froid) et qui, à la température de travail  $t$  du côté chaud et à la pression régnante, repassent à l'état **liquide (condensation)**. C'est dans ce changement d'état réversible qu'on utilise la **loi physique** liant la température de **vaporisation/condensation** à la pression.

Une installation frigorifique à compression de vapeur se compose principalement d'un **compresseur** avec moteur pour l'apport d'énergie, d'un **condenseur** pour le rejet de chaleur, des **organes** de détente (d'**expansion**, d'**étranglement**) destinés à réduire la pression du fluide frigorigène et l'**évaporateur** dont le rôle est d'absorber de la chaleur à l'extérieur (refroidissement). Tous ces éléments sont reliés les uns aux autres par un **circuit de tuyauteries** fermé dans lequel circule le fluide frigorigène.

## A- Cycle pratique de la machine à compression de vapeur :

Pour faciliter les calculs, on a l'habitude de représenter graphiquement l'évolution des différents fluides frigorigènes au moyen de diagrammes.

Les changements d'état du cycle frigorifique idéal à compression de vapeur sont les suivants :

- compression adiabatique de la vapeur saturée sèche de  $p_0$  à  $p$ , la température finale de pression étant  $t_h$ .
- restitution à pression constante de la chaleur de surchauffe (provenant de la marche en régime sec), de la chaleur de vaporisation à la température  $t$  et de la chaleur provenant du sous-refroidissement.
- détente isenthalpique de  $p$  à  $p_0$  dans un régleur s'il s'agit d'un organe de détente automatique avec déjà vaporisation partielle.
- vaporisation isobare du fluide frigorigène à la température  $t_0$ , la chaleur de vaporisation nécessaire à cet effet étant empruntée au fluide à refroidir.

Dans ce cycle,

$h_1 - h_4$  en kW/kg ou k.J/kg représente la puissance frigorifique,

$h_2 - h_1$  en kW/kg ou k.J/kg représente l'énergie à fournir pour la compression.

### B- Comportement des compresseurs de vapeur à pistons :

Tout **compresseur à piston** est défini par son volume balayé  $V_h$  lequel résulte de la course des **pistons**, de l'**alésage** des **cylindres**, de leur nombre et de la vitesse de rotation. La puissance frigorifique que l'on peut obtenir avec un compresseur donné, ainsi que sa consommation énergétique et le coefficient d'effet frigorifique dépendent dans une large mesure des températures sur les côtés chaud et froid du cycle.

**Exemple :** La consommation énergétique électrique d'un compresseur d'une puissance frigorifique  $Q_0 = 100 \text{ kW}$  et pour des températures d'évaporation  $t_0 = 2^\circ\text{C}$  et de condensation  $t = 35^\circ\text{C}$  est  $Q_0/EF = 100/4,4 = 22,7 \text{ kW}$ .

Le volume géométrique balayé par les pistons est :

pour le R 12 :  $V_h = Q_0/0,525 = 100\ 000/525 = 190 \text{ m}^3/\text{h}$ ,

pour le R 22 :  $V^h = Q_0/0,850 = 100\ 000/850 = 118 \text{ m}^3/\text{h}$ .