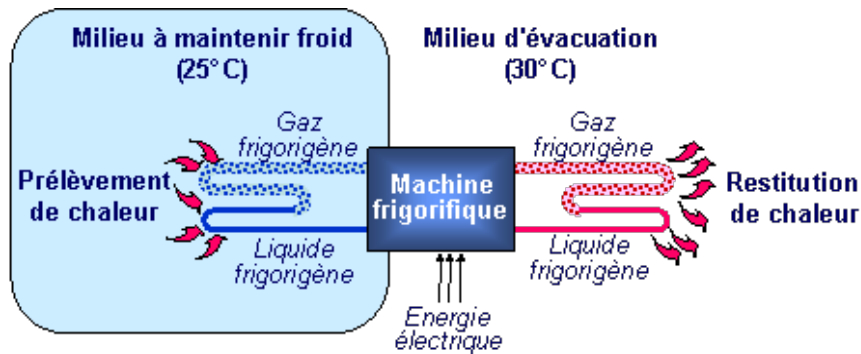


SYSTÈME DE RÉFRIGÉRATION



Présentation des machines frigorifiques :

Les machines frigorifiques contiennent un liquide dont l'évaporation permet de prélever de la chaleur dans une ambiance à refroidir. Cette énergie prélevée est ensuite évacuée vers le milieu extérieur par la condensation de ce même liquide.



Remarque : dans cet exemple, le transfert de chaleur ne s'effectue pas dans le sens normal de circulation de la chaleur puisque la chaleur circule d'un milieu « froid » (à 25°C) vers un milieu « chaud » (à 30°C). Il est donc nécessaire d'apporter de l'énergie (sous forme d'énergie électrique dans cet exemple) pour réaliser ce transfert de chaleur

Les fluides utilisés pour assurer le transfert de chaleur sont qualifiés de « fluides frigorigènes » et ont pour caractéristiques de s'évaporer et de se condenser à des températures basses et à des pressions modérées. Ces fluides, autrefois appelés « fréon » du nom d'une marque, sont désignés par la lettre R (Réfrigérant) suivi de chiffres. Les principaux fluides utilisés autrefois étaient le R12 et le R22. Ils sont aujourd'hui remplacés par des fluides moins polluants tels que le R410A ou le R134A.

Installation expérimentale :

L'installation expérimentale est un système de réfrigération qui se compose des 4 éléments suivant :

- un évaporateur
- un condenseur
- un compresseur
- un détendeur

Les températures et pressions dans l'évaporateur et le condenseur sont choisies en fonction du fluide frigorigène. Dans cette installation, **ce fluide est du R134A.**

À la pression atmosphérique, le R134A est liquide à -18°C et se met à « bouillir » aux alentours de -12°C . Ainsi, si du R134A à -18°C circule dans un serpentin en contact avec de l'air à 20°C , il va s'échauffer (jusqu'à -12°C) puis se vaporiser en prélevant de la chaleur à l'air qui va donc se refroidir. C'est le rôle de l'évaporateur de la machine frigorifique.

À la pression de 9 bars, le R134A ne va « bouillir » qu'à partir de 36°C . Ainsi si de la vapeur de R134A à 9 bars et 42°C circule dans un serpentin en contact avec de l'air à 20°C , il va se refroidir (jusqu'à 36°C) puis se condenser en cédant de la chaleur à l'air qui va se réchauffer. C'est le rôle du condenseur de la machine frigorifique.

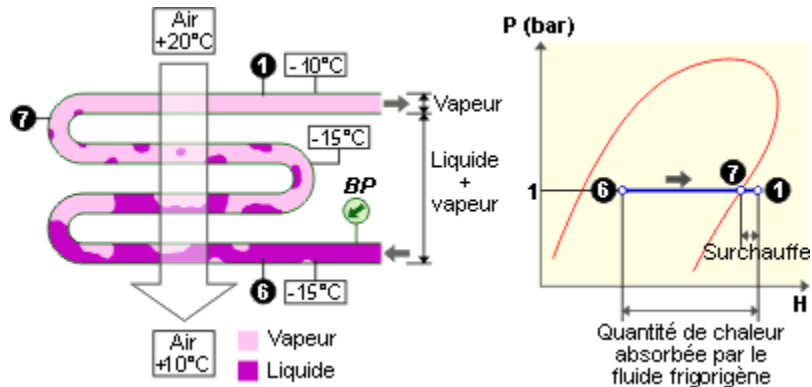
Pour réaliser un cycle dans lequel de la chaleur est extraite d'un côté et donnée de l'autre, il faut compléter l'installation par 2 éléments :

1. un compresseur qui comprime le gaz en provoquant l'augmentation de température jusqu'à $+42^{\circ}\text{C}$.
2. un détendeur qui, au départ d'un fluide à l'état liquide, "lâche" la pression : le fluide se vaporise partiellement et donc se refroidit. Le liquide retombe à la température de -12°C (bien sûr, on choisira -12°C pour faire de la congélation, et entre 0°C et $+5^{\circ}\text{C}$ pour de la climatisation).

Suivi du fluide frigorigène dans le diagramme (h, P) :

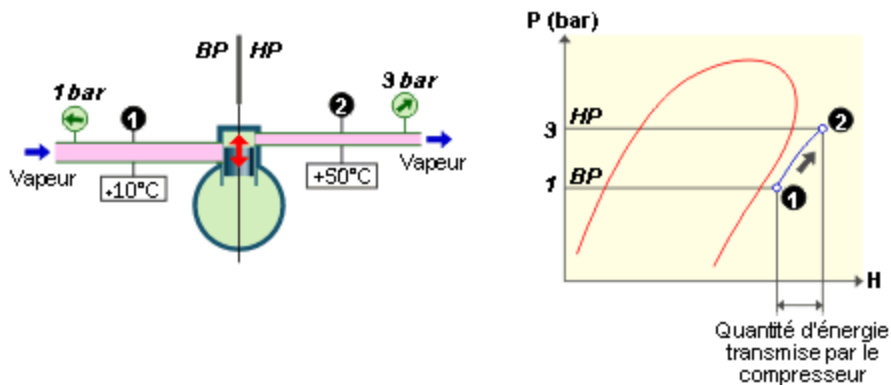
Évaporateur :

Le fluide frigorigène liquide entre en ébullition et s'évapore en absorbant la chaleur du fluide extérieur. Dans un deuxième temps, le gaz formé est encore légèrement réchauffé par le fluide extérieur, c'est ce qu'on appelle la phase de surchauffe (entre 7 et 1).



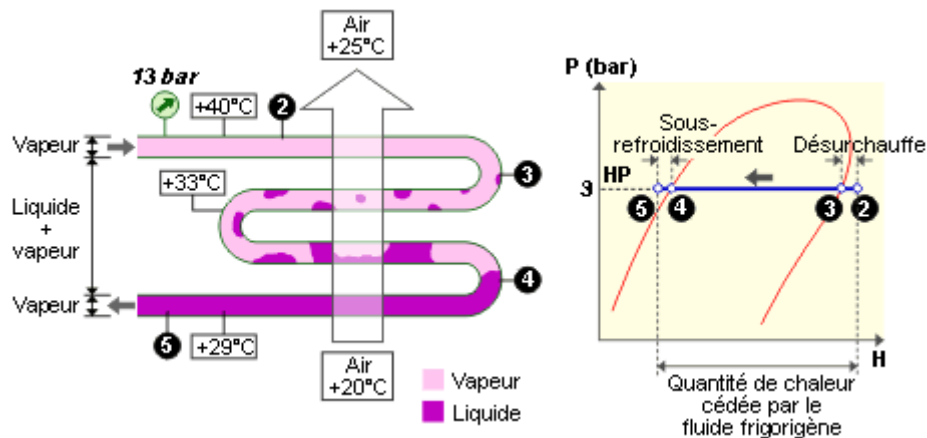
Compresseur :

Le compresseur va tout d'abord aspirer le gaz frigorigène à basse pression et à basse température (1). L'énergie mécanique apportée par le compresseur va permettre d'élever la pression et la température du gaz frigorigène. Une augmentation d'enthalpie en résultera.



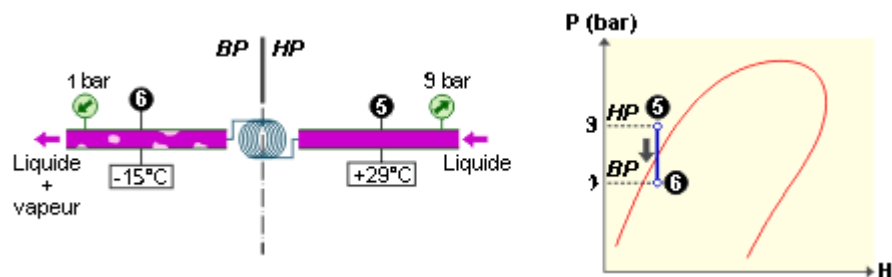
Condenseur :

Le gaz chaud provenant du compresseur va céder sa chaleur au fluide extérieur. Les vapeurs de fluide frigorigène se refroidissent ("désurchauffe"), avant l'apparition de la première goutte de liquide (point 3). Puis la condensation s'effectue jusqu'à la disparition de la dernière bulle de vapeur (point 4). Le fluide liquide peut alors se refroidir de quelques degrés (sous-refroidissement) avant de quitter le condenseur.



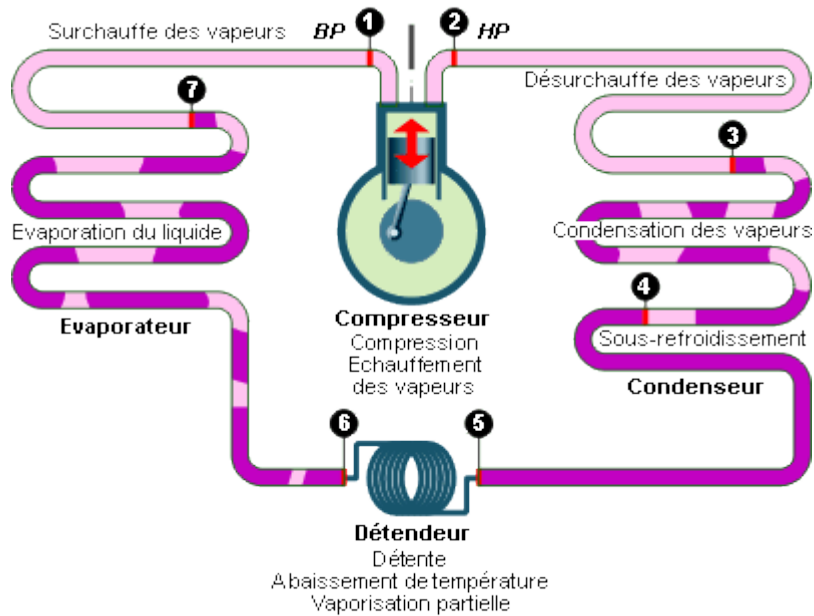
Détendeur :

La différence de pression entre le condenseur et l'évaporateur nécessite d'insérer un dispositif "abaisseur de pression" dans le circuit. C'est le rôle du détendeur. Le fluide frigorigène se vaporise partiellement dans le détendeur pour abaisser sa température.

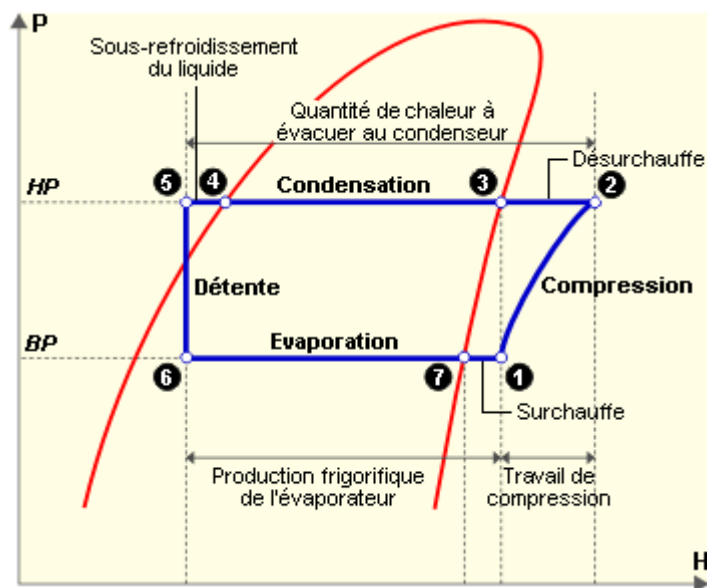


Cycle complet :

Le cycle est fermé, le fluide frigorigène évolue sous l'action du compresseur dans les quatre éléments constituant la machine frigorifique.

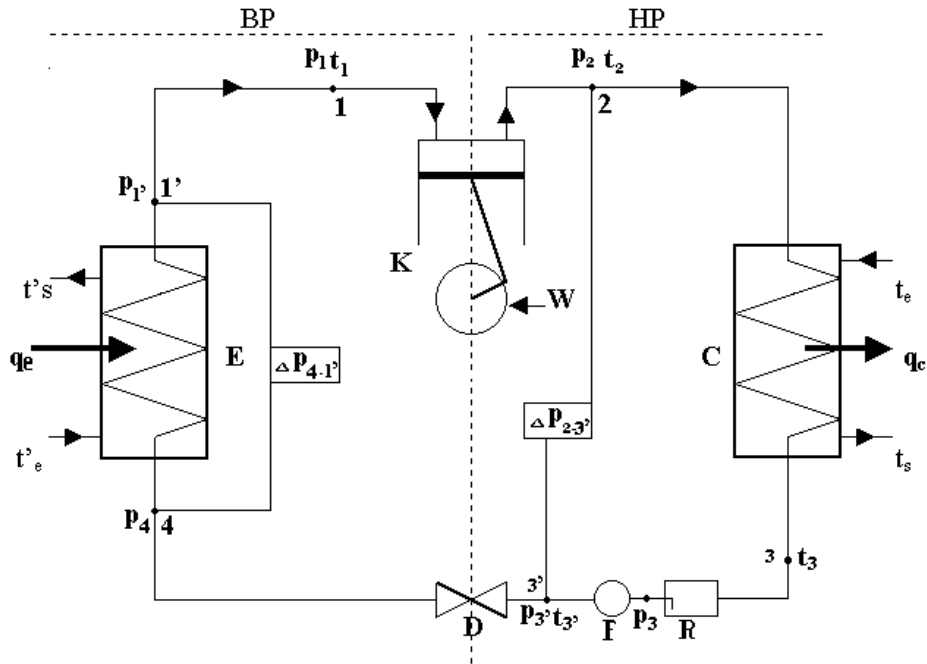


L'ensemble du cycle peut être représenté dans le diagramme enthalpie-pression. Sous la courbe en cloche se situent les états de mélange liquide-vapeur; à gauche de la cloche, le fluide est à l'état liquide (il se "sous-refroidit"), à droite, le fluide est à l'état vapeur (il "surchauffe").

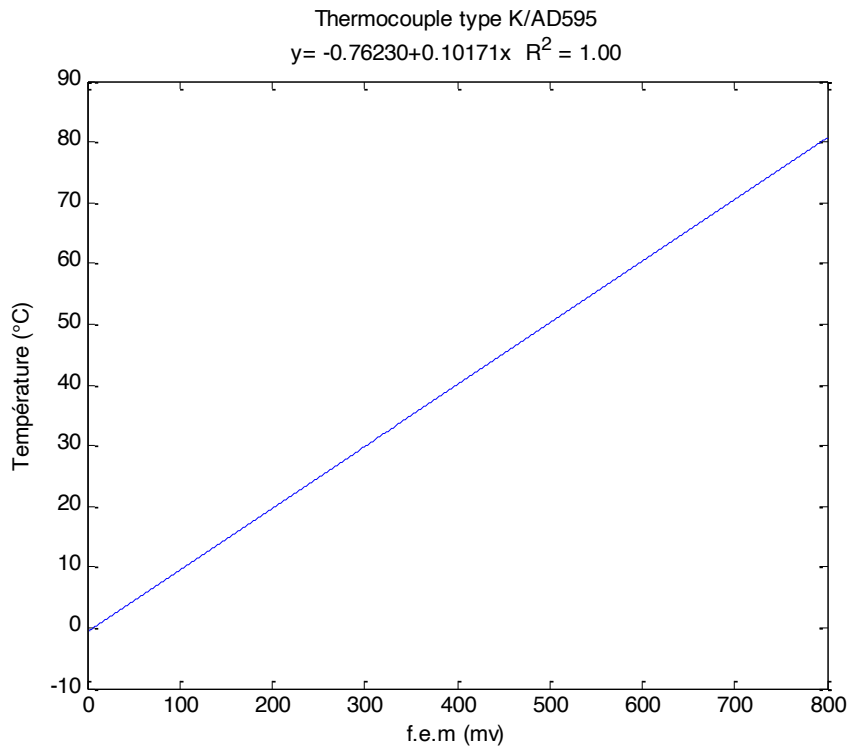


Métrologie de l'installation :

La machine frigorifique à votre disposition est instrumentée de 4 thermocouples de type K et de 6 capteurs de pressions dont les positions dans l'installation sont détaillées ci-dessous :



Les mesures de pression sont directement en bars. Les mesures de température sont données en mV et peut être converties via l'étalonnage suivant :



La température et la vitesse de l'air en sortie sont déterminées via une sonde anémométrique.

En régime stationnaire, on peut donc qualifier l'installation avec les mesures suivantes :

P1	
P1'	
P2	
P3	
P3'	
P4	
T1	
T2	
T3	
T3'	
T _{air}	
V _{air}	

Diagramme (h, P) du R134A

