



# TECHNOLOGIE

## Les Condenseurs

# Maîtriser le principe de fonctionnement d'un circuit frigorifique

## LES CONDENSEURS

### Rôle :

Cet échangeur de chaleur doit permettre au fluide d'évacuer la chaleur transportée par le fluide frigorigène vers un médium de condensation (air ou eau). Le fluide frigorigène entre dans le condenseur en vapeur surchauffée, il sort en liquide sous-refroidi.

### Classification :

Technologiquement, le condenseur est un échangeur entre le fluide frigorigène et un médium de condensation.

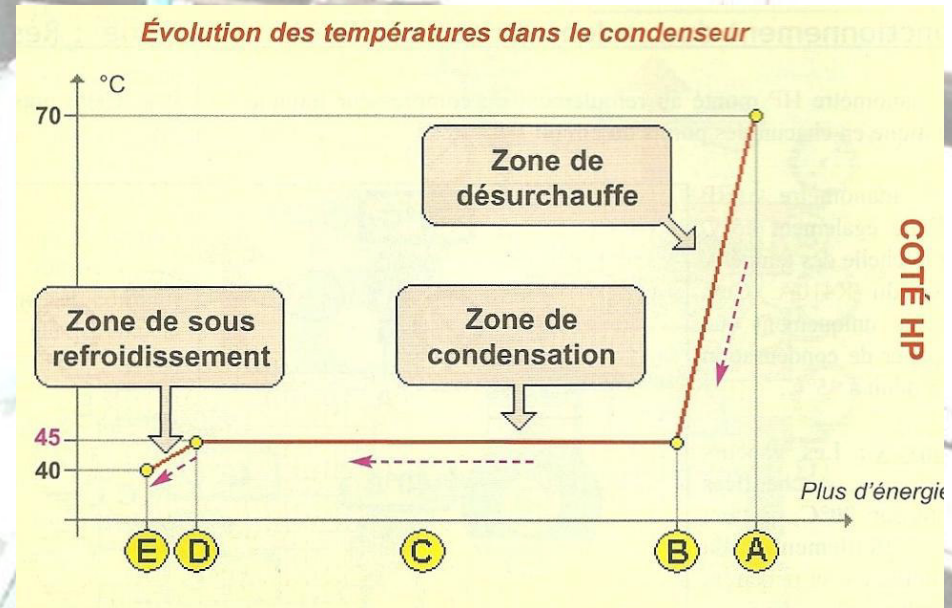
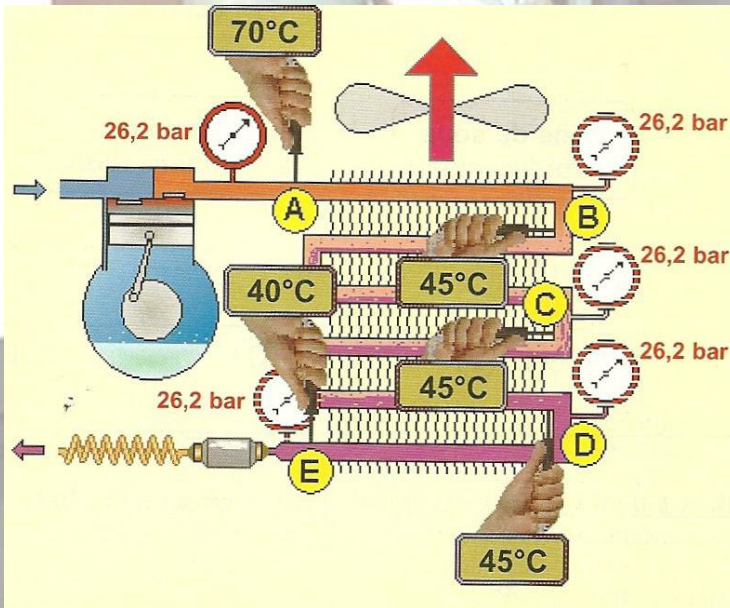
On retrouve deux familles de condenseurs :

- Le condenseur dit « à chaleur sensible » : le médium de condensation évolue de façon « sensible » et s'échauffe. Dans cette famille, on a des condenseurs à air et à eau.
- Le condenseur dit « à chaleur latente » : le médium de condensation évolue de façon « sensible et latente », donc s'échauffe et change d'état. Ici, on parle de condenseur évaporatif.

# Maîtriser le principe de fonctionnement d'un circuit frigorifique

## LES CONDENSEURS

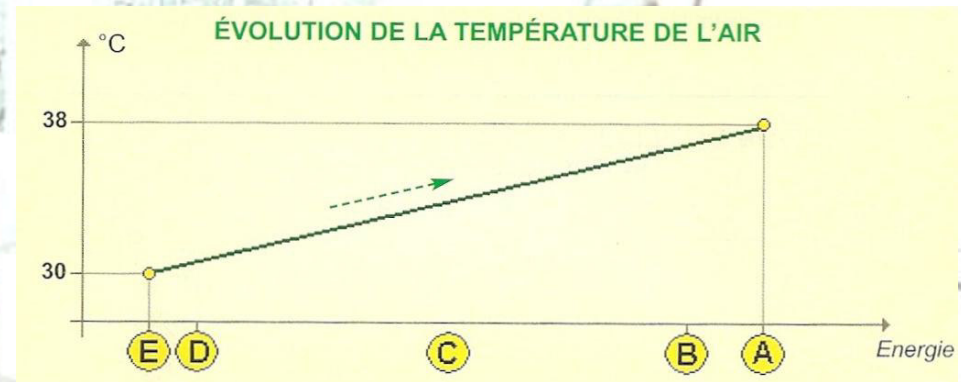
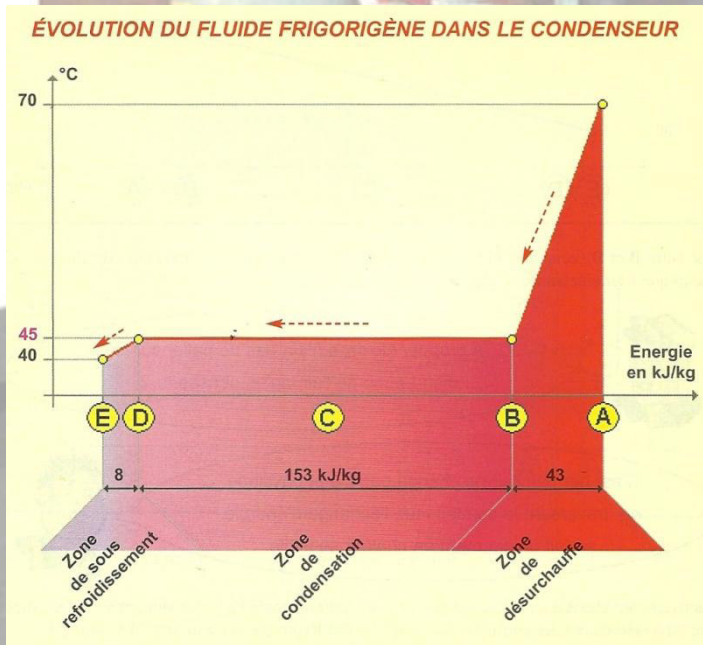
Evolution du fluide frigorigène dans le condenseur :



# Maîtriser le principe de fonctionnement d'un circuit frigorifique

## LES CONDENSEURS

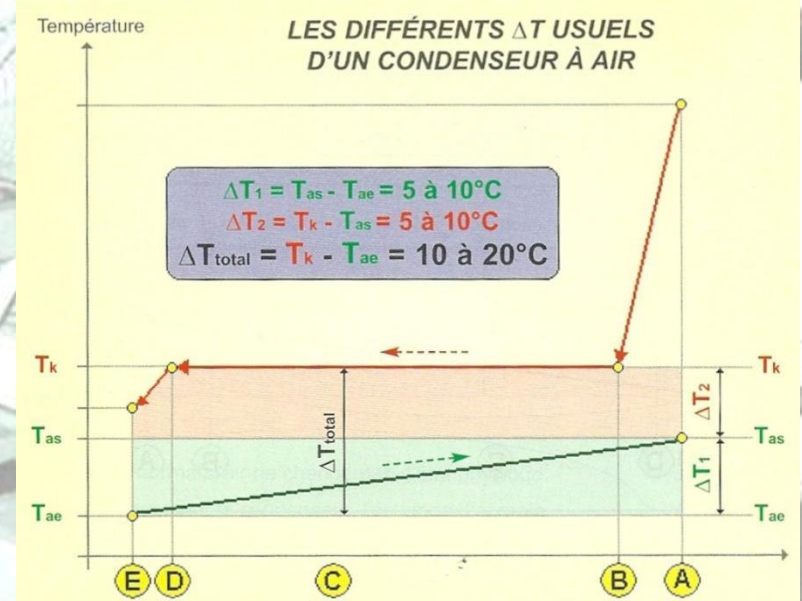
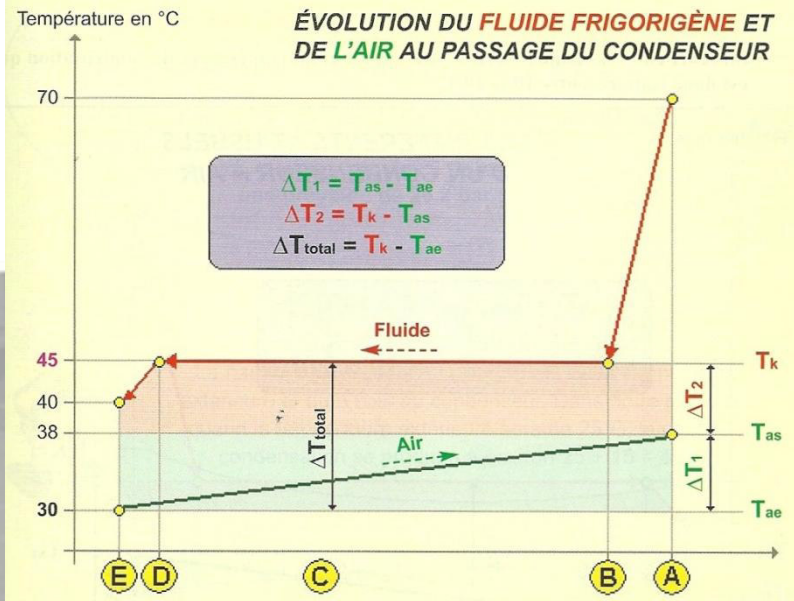
Evolution du fluide frigorigène dans le condenseur :



# Maîtriser le principe de fonctionnement d'un circuit frigorifique

## LES CONDENSEURS

Evolution du fluide frigorigène dans le condenseur :



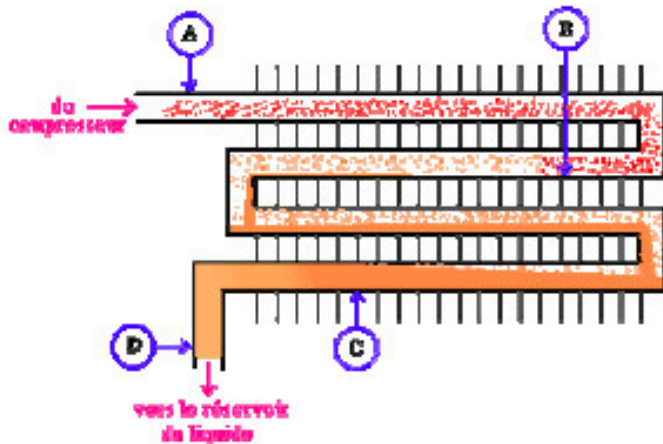
# Maîtriser le principe de fonctionnement d'un circuit frigorifique

## LES CONDENSEURS

C'est l'appareil qui permet aux vapeurs HP qui sortent du compresseur de se condenser. Ainsi nous allons alimenter notre détendeur en liquide HP. Afin de permettre la condensation on peut utiliser deux mediums de refroidissement : l'air et l'eau (on peut même combiner les deux).

### Fonctionnement d'un condenseur à air ventilé :

Le schéma ci-dessous représente un condenseur à air ventilé, l'installation qui utilise ce condenseur fonctionne avec du R404A.



Point A : les vapeurs de R404A surchauffées entrent dans le condenseur, la pression est de 17 bar.

Entre A et B, les vapeurs se désurchauffent pour atteindre la température de condensation.

Point B : la molécule de R404A liquide apparaît, la température du R404A est désormais de 39°C. C'est le début de la condensation.

Entre B et C, c'est le changement d'état (condensation). La température du R404A reste constante et égale à 39°C. Il y a de moins en moins de vapeurs saturées et de plus en plus de liquide.

Point C : la dernière molécule de vapeur s'est condensée, il ne reste que du liquide de fluide frigorigène et la température est de 39°C. C'est la fin de la condensation.

Entre C et D : grâce à l'air qui circule sur le condenseur on sous refroidit légèrement le liquide, la température baisse progressivement.

Point D : à la sortie du condenseur il ne reste que du R404A liquide, ce liquide a été sous refroidi et sa température est de 34°C. La pression reste toujours à 17 bar.

Sous refroidissement = température de condensation - température de sortie de condenseur =  $\theta [BC] - \theta D = 39 - 34 = 5^\circ\text{C}$

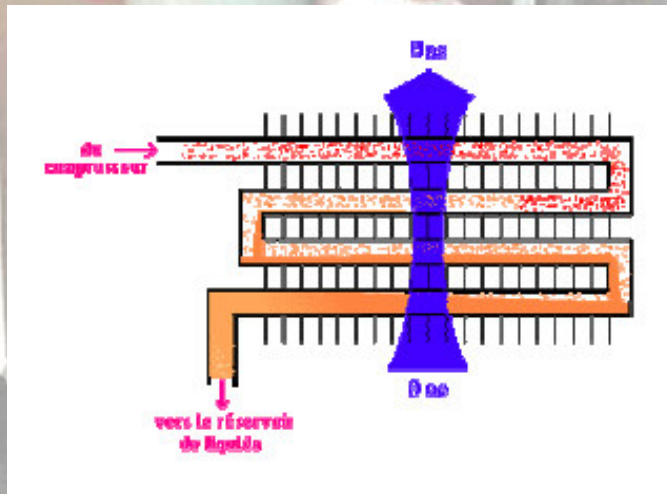
Un sous refroidissement du liquide HP est la certitude que la condensation soit terminée.

C'est donc la garantie d'alimenter le détendeur en 100% liquide.

# Maîtriser le principe de fonctionnement d'un circuit frigorifique

## LES CONDENSEURS

Que se passe t'il pour l'air qui passe sur le condenseur ?



Dans l'exemple ci-contre, l'air arrive sur le condenseur a une température de 25°C et il se réchauffe jusqu'à 31°C en prenant de la chaleur au fluide frigorigène.

$$\text{Le } \Delta\theta \text{ sur l'air} = \theta_{as} - \theta_{ae} = 31 - 25 = 6^\circ\text{C}$$

La pression de condensation est de 17 bar, ce qui équivaut pour le R404A a une température de condensation de 39°C.

$$\text{Le } \Delta\theta \text{ total} = \theta_k - \theta_a = 39 - 25 = 15^\circ\text{C}$$

Généralement, on a pour un condenseur a air ventilé :

$$5^\circ\text{C} \leq \Delta\theta \text{ air} \leq 10^\circ\text{C}$$

$$10^\circ\text{C} \leq \Delta\theta \text{ total} \leq 20^\circ\text{C}$$

Et s'il s'agit d'un condenseur a eau, on a :

$$10^\circ\text{C} \leq \Delta\theta \text{ eau} \leq 15^\circ\text{C}$$

$$10^\circ\text{C} \leq \Delta\theta \text{ entre la condensation et la sortie d'eau} \leq 20^\circ\text{C}$$

# Maîtriser le principe de fonctionnement d'un circuit frigorifique

## LES CONDENSEURS

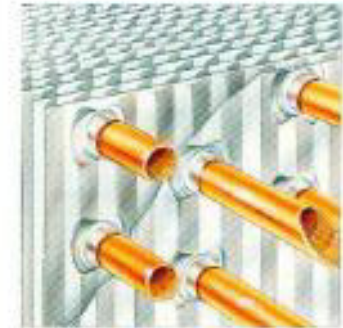
Construction des condenseurs à air :



condenseur à air ventilation  
forcée ( vertical )



condenseur à air ventilation forcée ( horizontal )



Les tubes et ailettes

La batterie est composée d'ailettes (aluminium, acier, cuivre) serties sur des tubes (cuivre, acier).  
Le pas des ailettes est compris entre 2 et 5 mm.  
La carrosserie est en tôle d'aluminium pour résister au maximum a la corrosion.  
Les moto-ventilateurs sont en mono ou en triphasé.  
La sortie de l'air peut se faire verticalement ou horizontalement.

# Maîtriser le principe de fonctionnement d'un circuit frigorifique

## LES CONDENSEURS

Construction des condenseurs à eau :



Les condenseurs à eau verticaux sont destinés à la construction d'armoire de conditionnement d'air et de pompe à chaleur. Ils offrent la possibilité de stockage du fluide frigorigène.



Ils sont constitués par deux tubes enfilés l'un dans l'autre. Le fluide frigorigène circule entre les deux tubes. Avec ce type de condenseur il faut utiliser un réservoir de liquide.



Les condenseurs à eau multitubulaires sont utilisés dans les domaines:  
- Réfrigération commerciale et industrielle  
- Conditionnement d'air  
- pompe à chaleur eau/eau , air /eau  
Les condenseurs multitubulaires peuvent être entièrement démonter pour réaliser des opérations d'entretien.