**DOCUMENT RESSOURCES**

Technologie des coNDENSEURS

1. **GENERALITES**

Le condenseur est un échangeur thermique primordial pour le changement d’état du FF. Son étude présente beaucoup de similarités à celui de l’évaporateur.

1. **ROLE**

Le condenseur est un échangeur de chaleur dans lequel la transmission thermique s’effectue du fluide frigorigène vers le milieu extérieur. Celui-ci fonctionne sous haute pression et haute température. Le medium de refroidissement est un fluide caloporteur **(air ou eau)**. Les vapeurs du FF sont refoulés par le compresseur dans le condenseur afin d’y subir une désurchauffe, une condensation et un sous refroidissement.

Donc sa fonction est double :

* **liquéfier le fluide frigorigène** en vue d’alimenter le détendeur en liquide
* **rejeter vers l’extérieur** tout ou partie de la chaleur accumulée par le système frigorifique

1. **MODE DE TRANSMISSION DE LA CHALEUR**

Chaque zone fait appel aux trois modes de transmission de la chaleur, sachant que le dernier mode est le moins important en termes de quantité de chaleur échangée :

- convection : échange du à la circulation des fluides

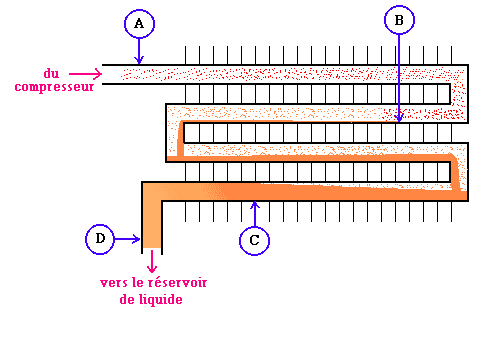
- conduction : échange à travers les matériaux constituants le condenseur

- rayonnement : échange par radiation ou émission de chaleur vers l’extérieur

1. **EVOLUTION DU FLUIDE DANS UN CONDENSEUR**

Un condenseur est divisé en 3 parties :

* **zone de désurchauffe :** le fluide frigorigène à l’état gazeux se refroidit
* **zone de condensation :** le fluide passe de l’état gazeux à l’état liquide
* **zone de sous-refroidissement :** le liquide se sous-refroidi

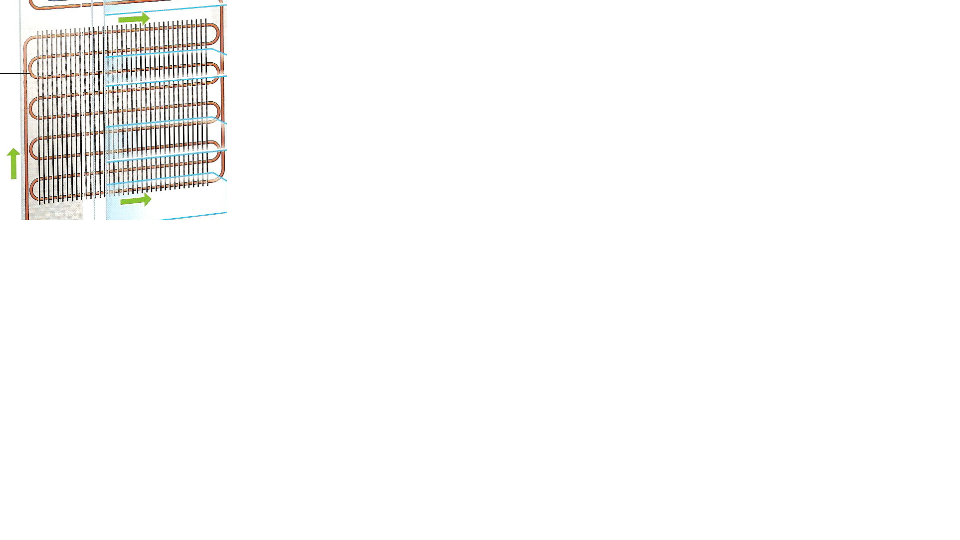


1. **CLASSIFICATION**

|  |  |
| --- | --- |
| Fonction condenseurATIONLUIDE DANS UN CONDENSEURe température . l'le changement d's alimentaires ou encore pour la conservation de produit | Type |
| à eau | A double tubes ou coaxiaux |
| A plaques |
| multitubulaires |
| à air | Circulation forcée |
| Circulation naturelle |

1. **LES ECHANGEURS A AIR**
2. **GENERALITES**

Le principal facteur qui influence le comportement du condenseur est la température de l’air. Cette température (extérieur) servira au dimensionnement et devra être définie avec rigueur. Il faut connaitre les valeurs extrêmes pour déterminer θk.

1. **A CIRCULATION NATURELLE**

Ils sont utilisés pour les installations ménagères de très faible puissance allant jusqu’à quelques centaines de Watt (**réfrigérateur, congélateur**).

Ils sont constitués par un tube en serpentin soudé sur un treillis de fils métalliques ; L’échange de chaleur se fait principalement par convection naturelle avec l’air ambiant. L’utilisation d’ailette est impossible à cause de l’empoussièrement et de la très faible vitesse de circulation d’air.

**B. A CIRCULATION FORCEE**

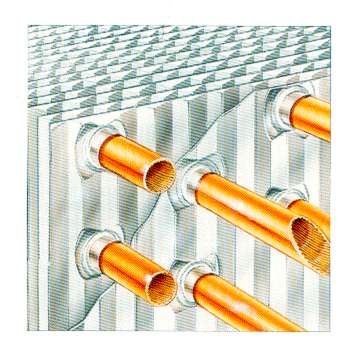
Ce type de condenseur est très utilisé, surtout dans le domaine commercial et la climatisation. Il peut être horizontal ou vertical.

Il est constitué de tubes en cuivre sur lesquels sont serties des ailettes souvent en aluminium.

Un ou plusieurs ventilateurs aspirent l’air sur la batterie. L’ensemble comprenant ailette et ventilation permet d’augmenter de ce fait la surface d’échange du condenseur tout en réduisant ses dimensions. Ces ventilateurs peuvent être bi-vitesses, ou associés à un variateur de fréquence pour assouplir la régulation de pression de condensation ou pour diminuer les gênes acoustiques (fonctionnement nocturne par exemple)

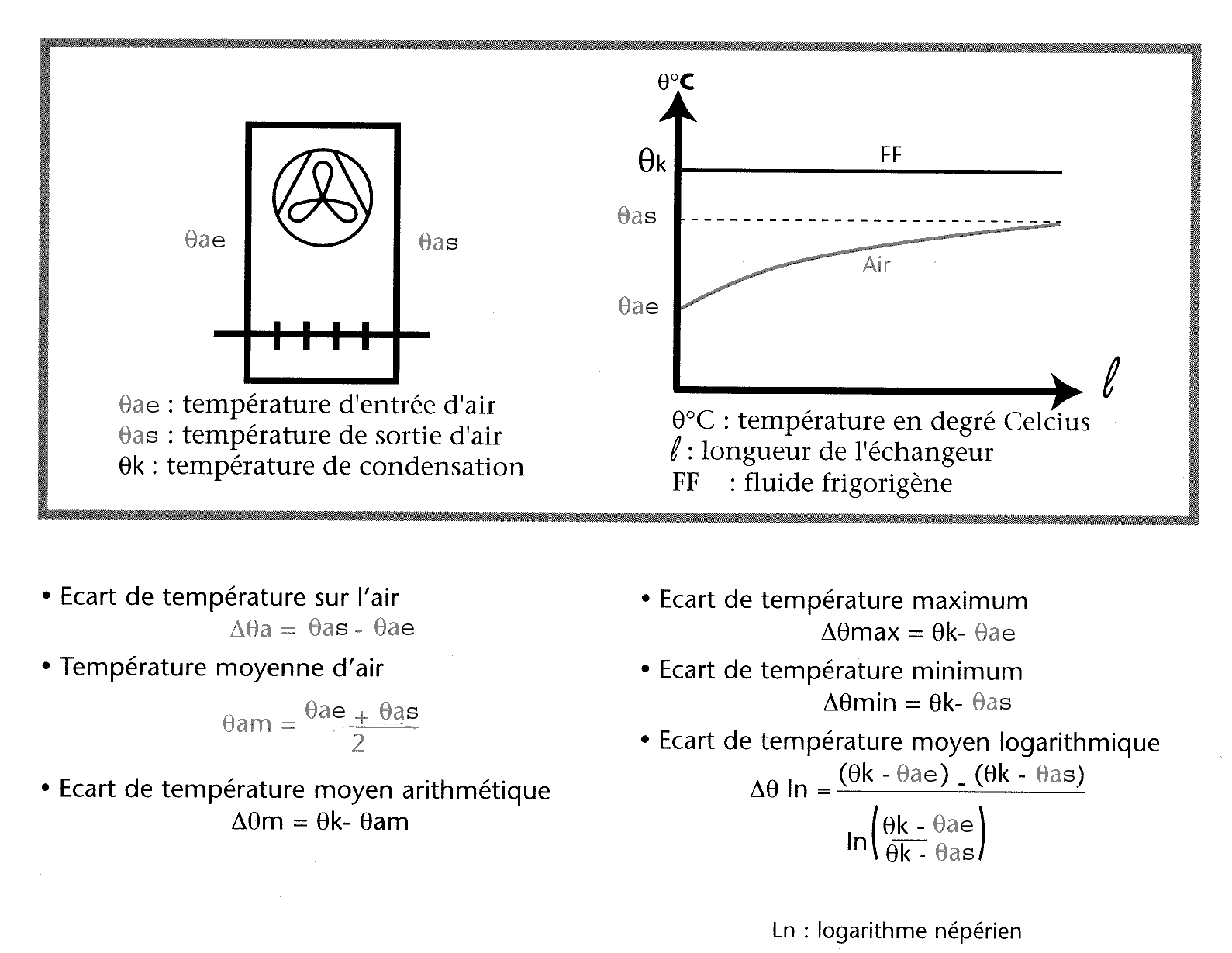
Lorsque le condenseur est installé avec le compresseur sur le même châssis, on parle alors de « **groupe de condensation** ». Ces unités peuvent aller jusqu’à **25kW**.

Dans le cas ou le condenseur est séparé (compresseur en salle des machines et condenseur à l’extérieur par exemple), les puissances peuvent atteindre jusqu’à **2MW** pour les plus grosse unités.



VALEUR COURANTE : Dans un condenseur à air, la température de condensation sera supérieure à la température de sortie de l’air de 8°c environ, l’écart moyen sera d’environ 15°c.

* Condenseur à air statique Δθm ≈ 15°c
* Condenseur à air forcé Δθm ≈ 10°c



1. **LES ECHANGEUR A EAU**
2. **GENERALITES**

Ils utilisent les eaux de toutes natures. La température ; le débit et la perte de charge sont des facteurs d’une grande importance dans la détermination de θk.

1. **LES CONDENSEURS A DOUBLE TUBE OU COAXIAUX**

Constitués de deux tubes placés concentriquement (l’un dans l’autre) :

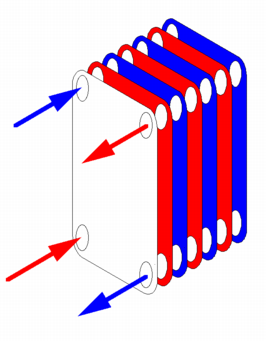
* l’eau circule dans le tube interne
* le fluide frigorigène circule dans le tube externe (espace annulaire)

A noter que sur l’eau, la vitesse de circulation est élevée, l’intérieur du tube peut recevoir des ailettes, l’ensemble améliorant considérablement le transfert thermique, ce qui permet de réduire la taille de l’échangeur.

Ces appareils seront utilisés sur des installations de petite à moyenne puissance (1 à 100kW). Son encombrement est très réduit, et il est démontable en vue du nettoyage mécanique du circuit d’eau.

On retrouve souvent ce type d’échangeur sur les anciennes PAC (pompe à chaleur), mais ont tendance à disparaître au profit des échangeurs multitubulaires ou à plaques.

1. **LES CONDENSEURS A PLAQUES (ECHANGEUR A PLAQUES)**



L’échangeur à plaques est un échangeur de chaleur constitué par un ensemble de plaques embouties à froid. Le FF à refroidir circulant à contre-courant du fluide caloporteur (eau). Il existe aussi des échangeurs à plaques circulant dans le même sens (concourant). Les échangeurs à plaques sont utilisés pour faire diminuer la température (désurchauffer) du FF grâce au fluide caloporteur (eau) qui récupère les calories de celui-ci. Ce sont les mêmes appareils que les évaporateurs à plaques.

Ces échangeurs sont 2 à 3 fois plus performants que les échangeurs multitubulaires.

Condenseurs à plaques démontables

Cette technologie est la même que pour un échangeur eau-eau. La puissance du condenseur dépend du nombre de plaques fixées entre elles .L’étanchéité et la séparation du fluide frigorigène et de l’eau est assurée par un joint qui se place entre deux plaques.

Avantage :

-La maintenance est assurée en démontant les plaques et en changeant les joints en cas d’encrassement.

- Pour **des moyennes ou fortes puissances**, son faible encombrement permet une installation facile

Les condenseurs à plaques brasées

Pour les installations frigorifiques avec condenseur à plaques, les échangeurs à plaques brasées sont utilisés pour éviter les fuites de fluide frigorigène par des joints défectueux ou usés. Composés de plaques minces en acier inoxydable, superposées et brasées entre elles de façon à former deux circuits distincts dans lesquels l’eau et le fluide frigorigène peuvent circuler à contre courant.

L’étanchéité est assurée par une brasure sur le pourtour de chaque point de contact constitué  par les cannelures alternatives.

Utilisé pour **des petites et grandes puissances**.

Avantages :

- **petite taille pour grande puissance**

Inconvénients :

- problèmes de retour d’huile piégé entre les plaques

- forte perte de charge.

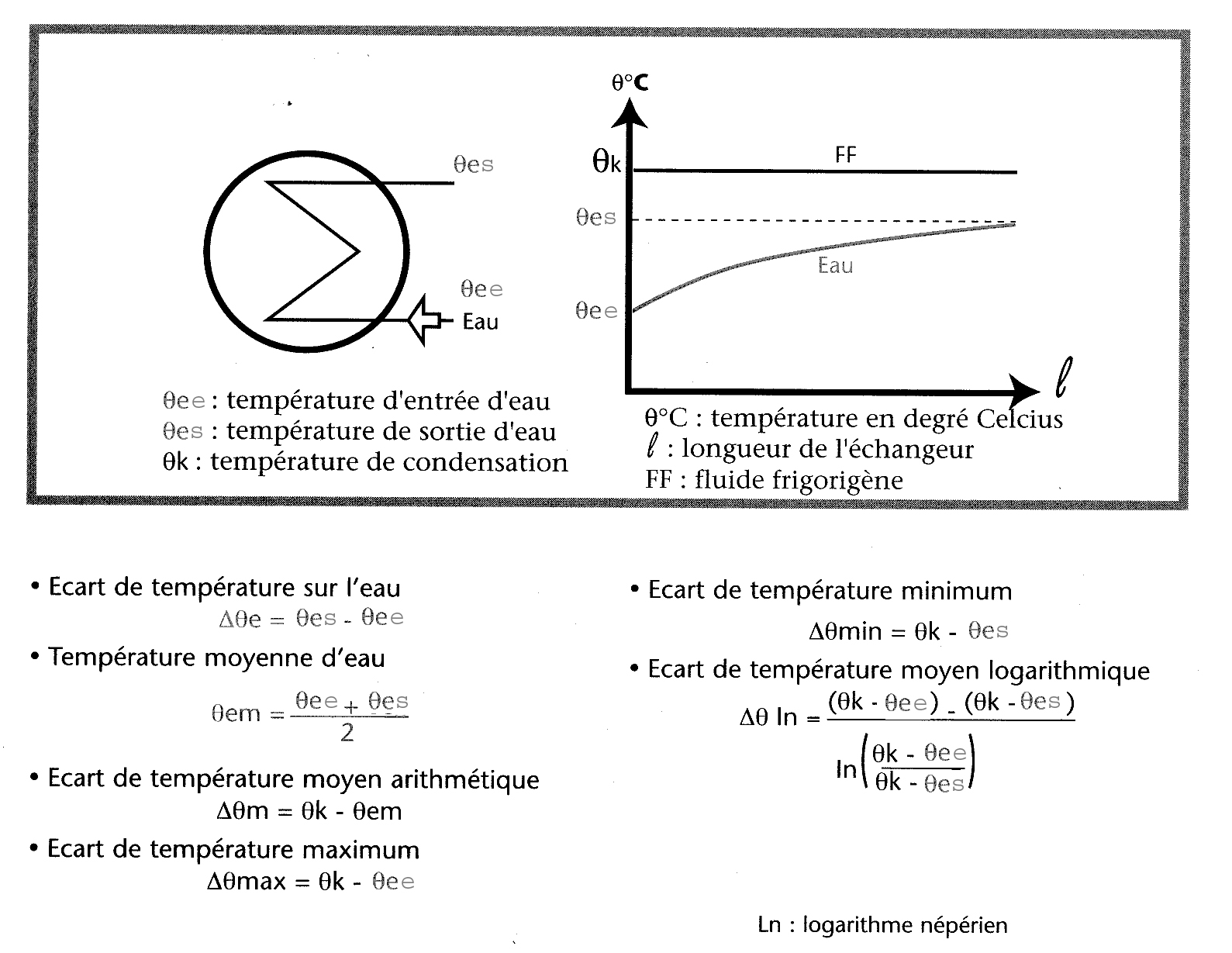
**D. LES CONDENSEURS A EAU MULTITUBULAIRES (ECHANGEURS MULTITUBULAIRES)**

Le condenseur ou échangeur multitubulaire est constitué de tuyaux dans lesquels circule l’eau. Ces tuyaux sont fixés par des chicanes. Le fluide frigorigène circule à l’extérieur de ces tuyaux dans l’enveloppe et le fluide frigorigène est guidée par les chicanes jusqu’à la sortie de l’évaporateur où il sort à l’état de vapeur. Les tuyaux contenant l’eau sont travaillés à l’intérieur où l’on observe des irrégularités afin d’obtenir un meilleur échange thermique. Ces appareils sont utilisé tant en climatisation qu’en froid industriel grâce à leurs efficacité et leurs bonne résistance

Le condenseur multitubulaire est utilisé **pour les moyennes et fortes puissances**. Pour la maintenance, **les tubulures sont accessibles en démontant une plaque d’accès.**

**VALEUR COURANTE :** Dans un condenseur à eau, la température de condensation se situe à 5°c au dessus de la température de sortie d’eau du condenseur, cela entraîne un écart moyen d’environ 7 à 8°c.

* Condenseur à eau Δθm ≈ 7 à 8°c
* Condenseur immergé Δθm ≈ 5°c



**4. Refroidissement évaporatif :**

Le refroidissement évaporatif permet de ***réaliser des économies d'énergie et d'eau***.  
il contribue à la protection de l'environnement.

Ce type de refroidissement permet d'utiliser des débits d'eau et d'air moins important. Ce qui entraîne une réduction de la consommation d'énergie.

La consommation de l'eau devient de plus en plus préoccupante. Il devient de plus en plus cher d'obtenir de l'eau de bonne qualité. il faut essayer d'éviter au maximum le gaspillage de l'eau. Les systèmes de refroidissement de type évaporatif permettent de répondre à ce problème. Par rapport à un équipement classique, on réduit la consommation de l'eau de 95%.

Ces deux critères permettent de contribuer à la protection de l'environnement.

**a. refroidisseur évaporatif :**

Le fluide frigorigène circule à contre-courant de l'air dans un circuit fermé. De l'eau ruisselle sur les tubes du circuit. la chaleur est transmise à l'eau. L'air permet d'évacuer la chaleur et entraîne en faible vaporisation de l'eau. l'eau restante est récupérée et repart par l'intermédiaire d'une pompe vers les rampes de pulvérisation.

