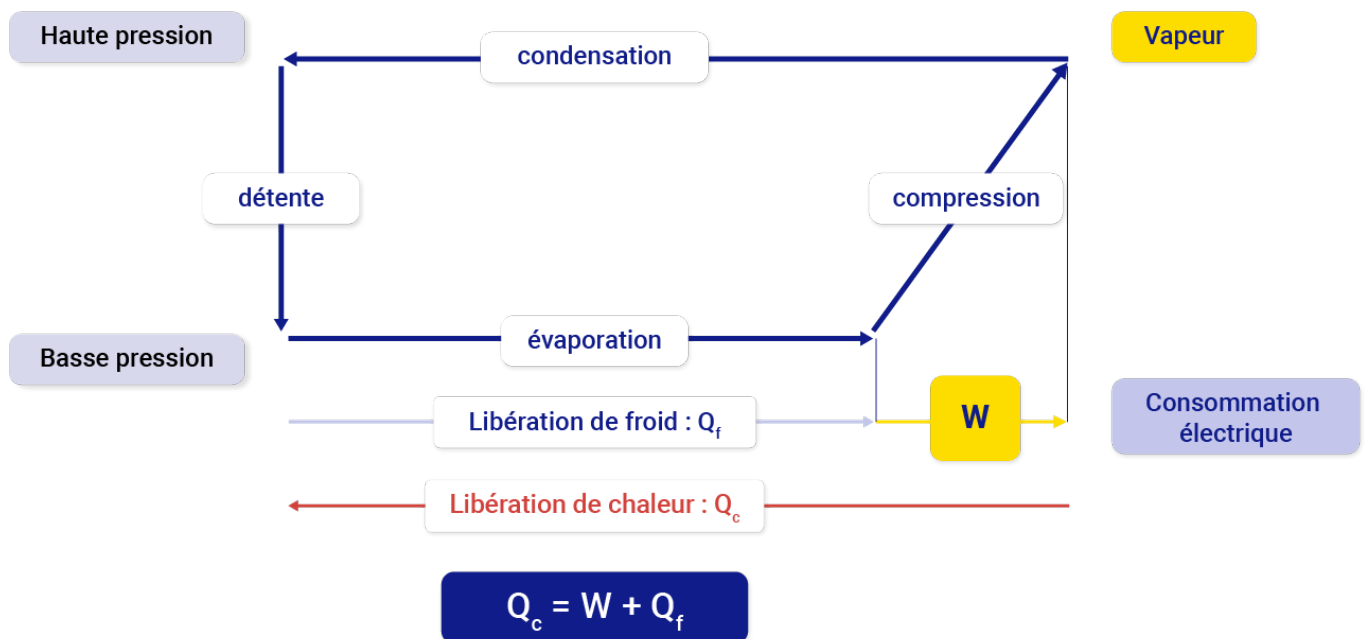


SQ5 : Le fonctionnement des équipements de production de froid

Processus de fabrication du froid

En s'évaporant, un liquide capte des calories, et donc génère du froid.

Le compresseur consomme de l'énergie électrique, le condenseur libère de la chaleur Q_c , l'évaporateur libère du froid Q_f .



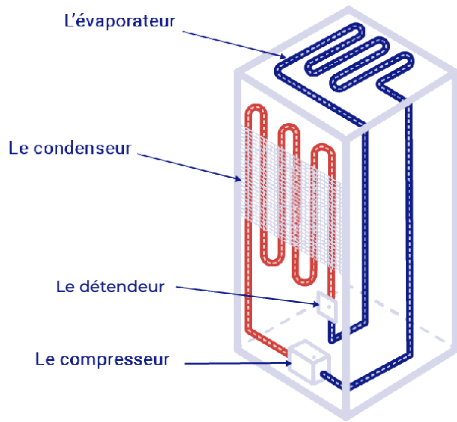
La chaleur libérée (Q_c) est égale à la somme de l'énergie électrique consommée (W) et l'énergie froide produite (Q_f).

Produire simultanément du froid et du chaud, avec une récupération de chaleur sur un groupe froid, est souvent très intéressant en termes de consommation énergétique.

Les différents systèmes de production de froid

- **Par refroidissement direct** qui se réalise au contact du fluide réfrigérant. Le refroidissement se fait au niveau de l'évaporateur.
- **Par refroidissement indirect** : la production de froid se réalise par l'intermédiaire d'un fluide frigoporteur circulant en circuit fermé (eau glycolée par exemple).
- **Par free-chilling** : le refroidissement s'effectue directement par échange avec l'air extérieur. Le recours à cette technologie est possible pour des boucles d'eau à températures moyennes. Le free-chilling est souvent utilisé dans les nouveaux datacenters, pour réduire leurs consommations d'énergie.

SQ5 : Le fonctionnement des équipements de production de froid



Refroidissement direct

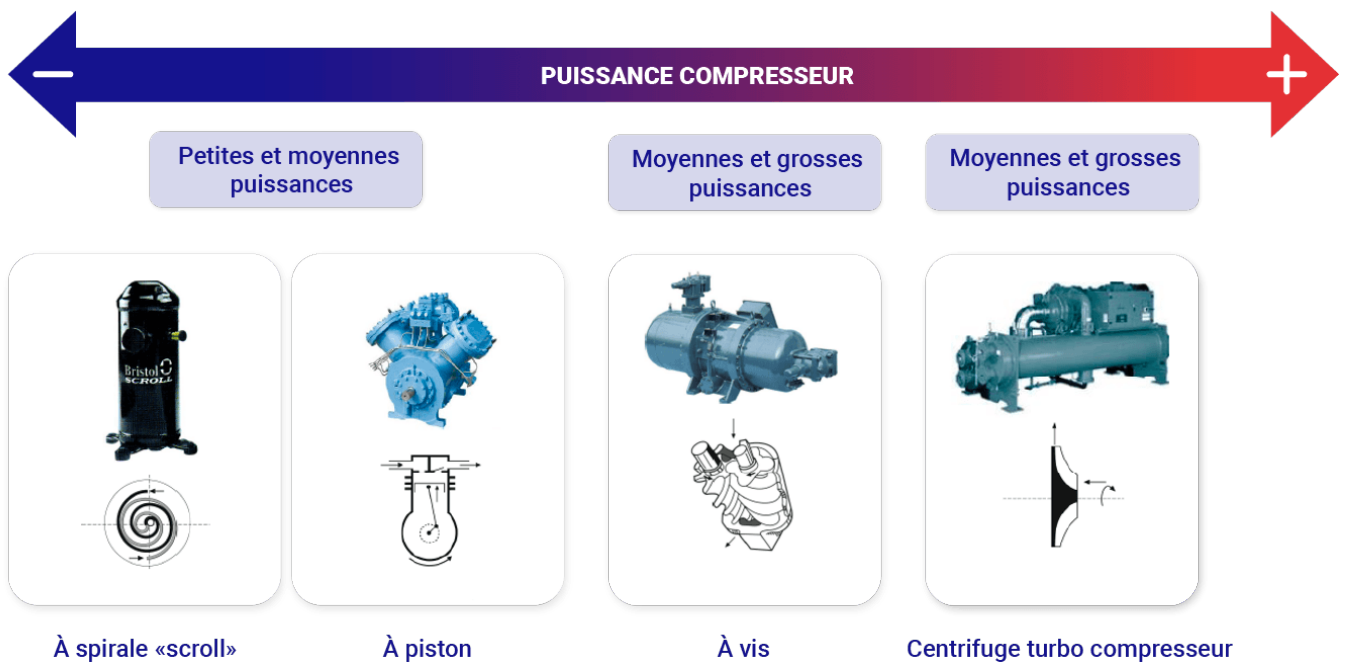


Refroidissement indirect

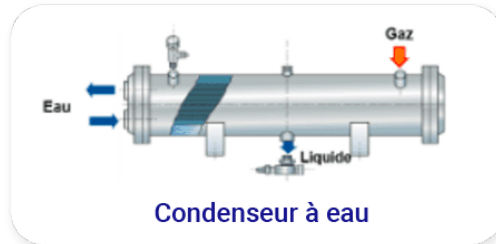


Free-chilling

Les technologies des composants d'un groupe froid : Les types de compresseurs



Les types de condenseurs



L'EER : l'Energy Efficiency Ratio

L'EER fait le bilan entre ce qui rentre dans l'installation et ce qui en sort.

On distinguera 2 EER :

EER centrale ou compresseur = (Energie froid obtenue (évaporateur)) / (Energie électrique consommée (compresseur))

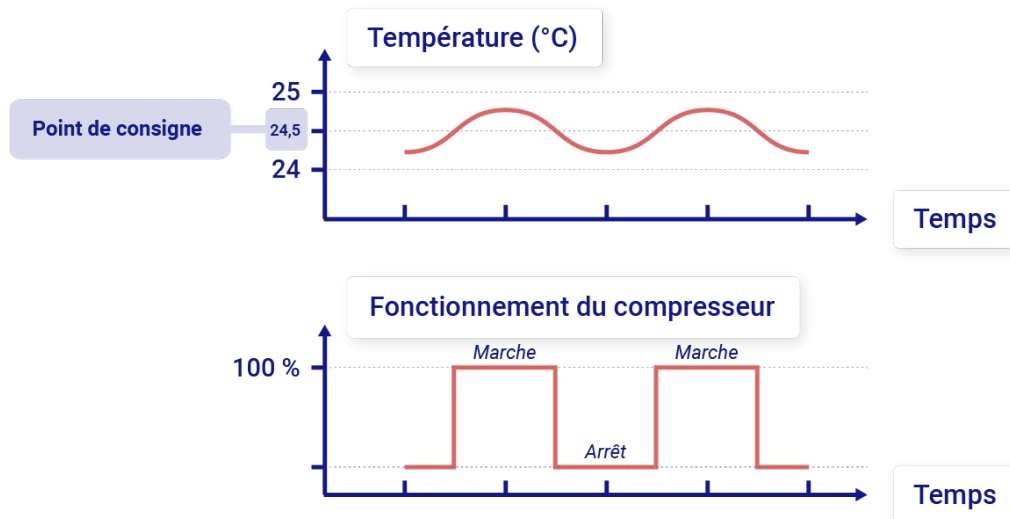
EER système = (Energie froid obtenue (évaporateur)) / (Energie électrique consommée (compresseur + appareils auxiliaires))

$$\text{EER}_{\text{compresseur}} = \frac{\text{Énergie froid obtenue (évaporateur)}}{\text{Énergie électrique consommée (compresseur)}}$$

Optimiser sa production de froid

Une machine qui démarre et s'arrête ne donne pas de bonnes performances.

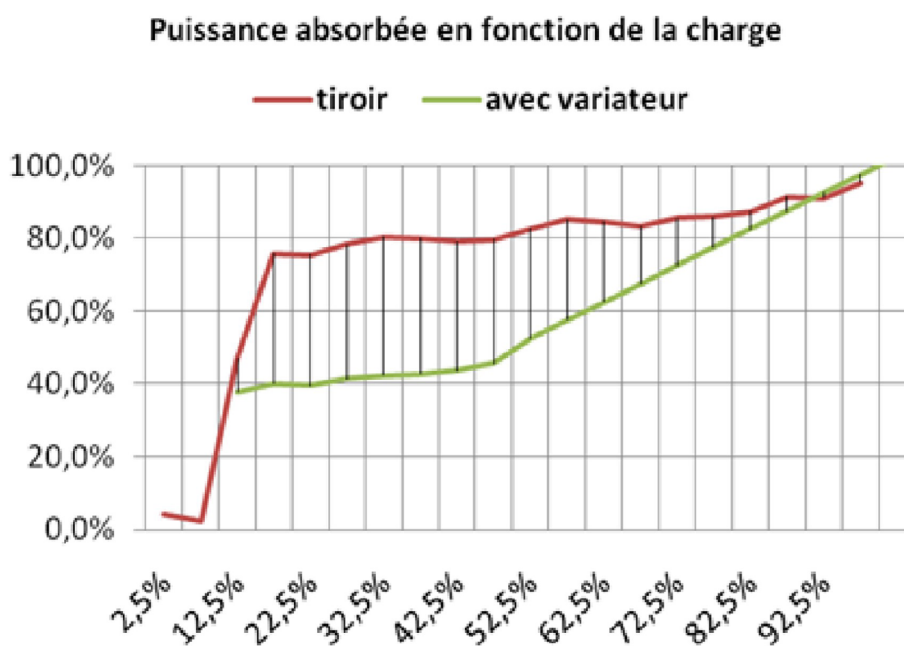
Il faut donc privilégier des systèmes avec des variations « douces ».



Les deux systèmes de régulation les plus couramment utilisés sur les compresseurs à vis :

- **La régulation par tiroir** qui s'effectue par le biais d'un tiroir qui se déplace axialement le long de la vis de sorte qu'une partie des gaz aspirés correspondant à la puissance voulue ne soit pas comprimée ;
- **La régulation par variateur électronique de vitesse** sur le moteur compresseur. La charge est bien régulée avec les 2 systèmes, mais le système à tiroir ne permet de se situer qu'entre 80% et 100% de la puissance absorbée. C'est bien plus progressif avec le variateur électronique de vitesse.

Comparaison de régulation par tiroir ou par variateur de vitesse



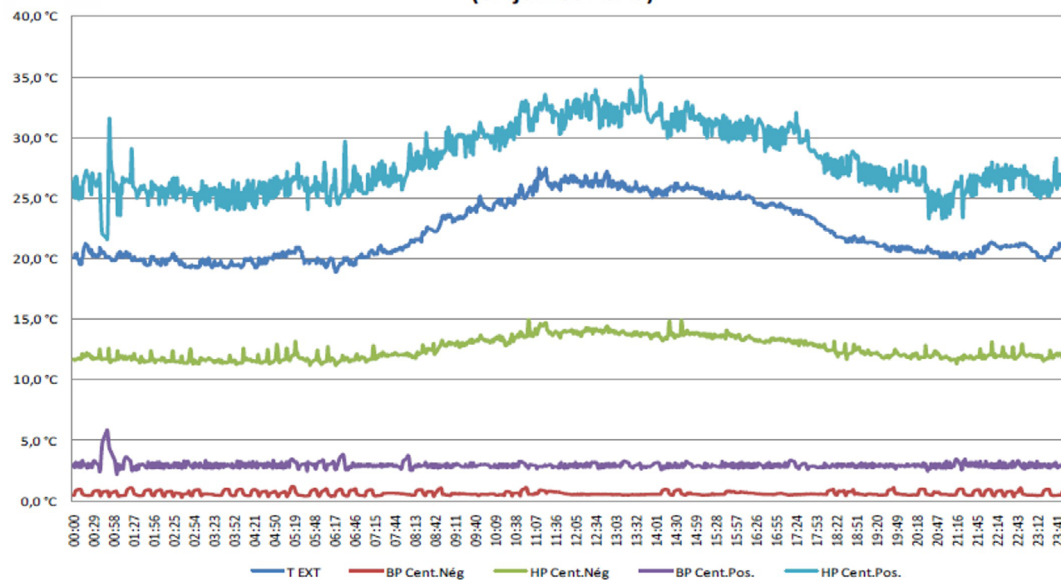
Il est nécessaire de toujours bien dimensionner une machine : si elle tourne à un taux de charge trop faible, sa performance sera toujours mauvaise.

La régulation par Haute Pression flottante

Elle permet d'ajuster la pression aux conditions extérieures et de réaliser jusqu'à 15% d'économie sur la consommation annuelle du système, hors pompage. Comme vous pouvez le voir sur l'exemple, la température de condensation du fluide frigorigène (ligne bleu clair) s'adapte bien à la température extérieure (ligne bleu foncé) afin de réduire le taux de compression du compresseur et améliorer sa performance énergétique. Ce type de régulation est uniquement valable pour les systèmes de condensation à air.

Visualisation d'une HP flottante

Vérification de la régulation en HP flottante
(31 juillet 2010)



La récupération de chaleur sur un groupe froid

- **Haute température :** sur l'huile + désurchauffe => entre 65 et 85°C environ 20% de l'énergie thermique à évacuer d'un groupe froid.
- **Basse température :** sur la condensation => entre 30 et 40°C environ 80% de l'énergie thermique à évacuer d'un groupe froid.

Il existe des solutions de récupération de chaleur à plusieurs niveaux de température avec un désurchauffeur et un condenseur installés en série ou une récupération de chaleur globale avec un seul équipement où la température de récupération est mitigée.

La réglementation F-GAS II



En résumé

Les critères de fonctionnement économique

- ΔT ou ΔP de l'évaporateur ou du condenseur paramétrés au plus juste
- Taux de charge suffisamment élevé
- VEV sur compresseur
- Température d'évaporation adaptée aux besoins
- Récupération de chaleur sur l'huile des compresseurs, récupération de chaleur sur la condensation et/ou désurchauffe