



Feuille d'info Production

Quels types de compresseurs?

Dans la pratique on trouve avant tout des compresseurs à piston, des compresseurs à vis et des turbocompresseurs. A cela il faut ajouter les compresseurs à membrane, à vanne glissante, à hélice, à dent et à pistons rotatifs.

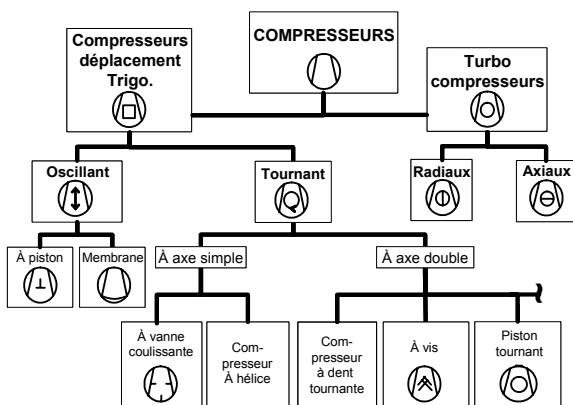


Figure 1 : Les différents types de compresseurs

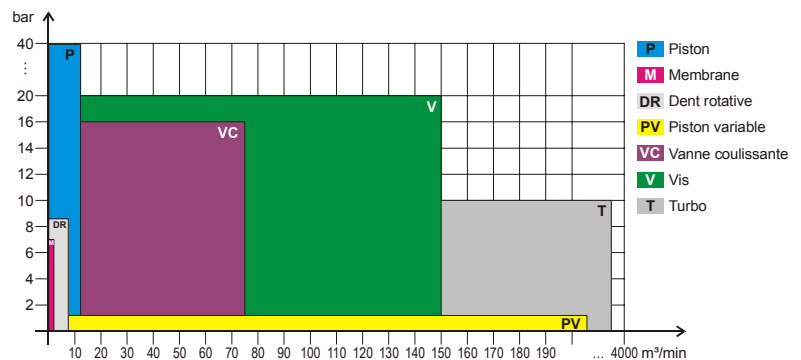


Figure 2 : Puissance potentielle des types de compression

Principe de la compression

Compresseurs à pistons

Les compresseurs à piston fonctionnent à partir du principe de refoulement. Lorsqu'il descend, le piston aspire l'air atmosphérique par la soupape d'admission. Au début de la phase de montée, cette soupape se ferme. L'air est expulsé par la soupape de refoulement. Les compresseurs à piston sont soit à cylindres (pouvant comprimer de grand volume) ou à paliers (pouvant atteindre des hautes pressions).

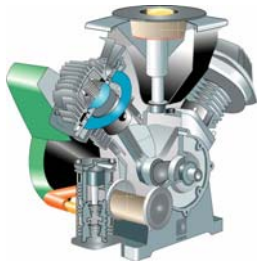


Figure 3 : Compresseur à piston

Compresseurs à vis

Les compresseurs à vis fonctionnent également à partir du principe de refoulement. Deux soupapes rotatives parallèles, mais avec des formes différentes, tournent en sens inverse dans un carter commun. Ces compresseurs sont utilisés pour des puissances supérieures à 1000 kW. Ils sont directement commandés par des engrenages ou des courroies.

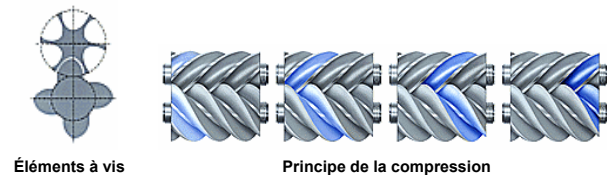


Figure 4 : Éléments à vis et principe de la compression

Les compresseurs à vis lubrifiés compriment jusqu'à 15 bar pour un compresseur à un palier et jusqu'à 20 bar pour un compresseur à deux paliers. Les compresseurs à vis fonctionnant sans huile vont jusqu'à 3 bar pour les compresseurs à un palier et jusqu'à 10,5 bar pour les compresseurs à deux paliers avec refroidissement intermédiaire. Afin d'éviter tout contact dans le fonctionnement sans huile, le rotor principal et le rotor secondaire sont entraînés par un mécanisme synchrone.

Turbocompresseurs

Les turbocompresseurs sont des compresseurs dynamiques, dans lesquels des roues à aubes accélèrent le gaz à comprimer.

Les aubes du diffuseur transforment l'énergie cinétique en énergie de pression. Les turbocompresseurs compriment sans huile et sont la plupart du temps utilisés pour de grandes quantités d'air. A un palier, ils compriment jusqu'à 2 bar, et jusqu'à 7 bar pour des compresseurs à deux paliers. Le nombre de palier de compression peut aller jusqu'à 20 afin d'aboutir à des pressions plus importantes.

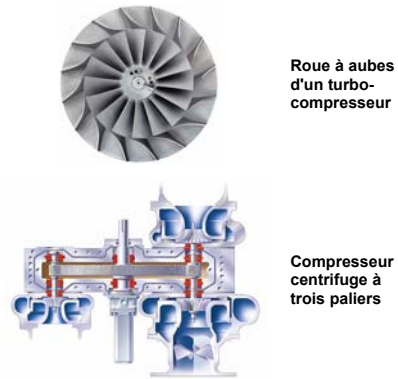


Figure 5 : Roue à aubes et compresseur centrifuge

Domaines de pression des compresseurs à vis

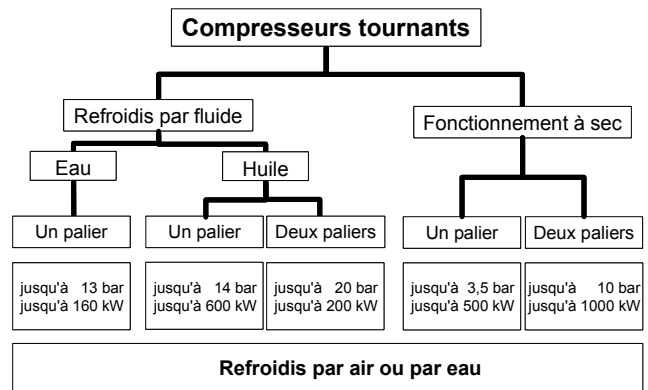


Figure 6 : Domaines d'utilisation des compresseurs à vis

Mesure de puissance ISO 1217 Annexe C

Les mesures de puissance pour les compresseurs à vis sont décrites d'après ISO 1217, annexe A. L'annexe B décrit les mesures de puissance des paliers de compression et l'annexe C s'applique pour l'installation globale des compresseurs à vis.

Débit volumique

Le débit volumique des compresseurs est mesuré, d'après la norme, à pression maximale au niveau de la sortie du système de compression et ramené ensuite aux conditions d'admission (température et pression).

Conditions d'admission :	
Température d'admission	+20 °C
Pression d'admission	1 bar
Humidité relative de l'air	0 %
Température du liquide de refroidissement (eau)	+20 °C

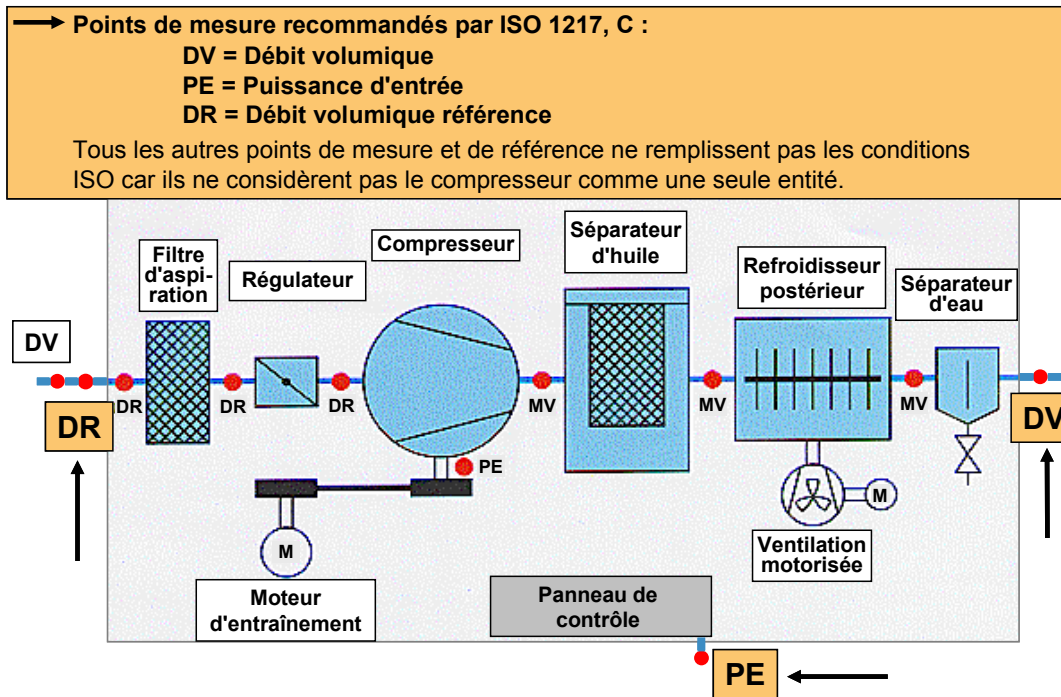


Figure 7 : Mesure de puissance d'après ISO 1217

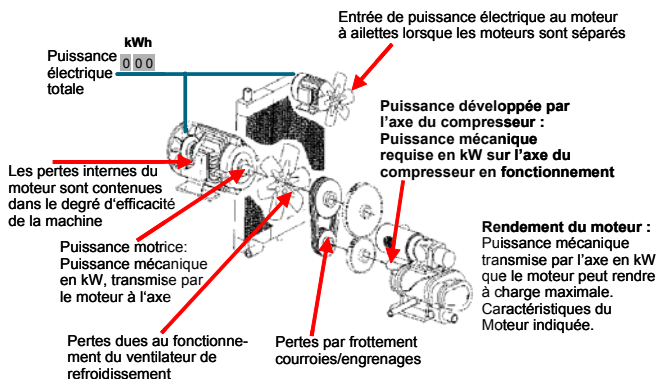


Figure 8 : Puissances et forces dans les compresseurs

Consommation de puissance

Il faut comprendre sous l'appellation consommation de puissance électrique la consommation globale de tous les moteurs électriques (les moteurs d'entraînement et les ventilateurs).

Besoin de puissance spécifique

Les normes relatives aux mesures de puissance, indiquent quelles sont les tolérances autorisées sur la puissance spécifique (consommation de puissance électrique divisée par quantité d'air produite).

ISO 1217 : 1996 (PN2 CPT)			
Débit volumique pour les conditions suivantes	Débit volumique	Puissance spécifique	Puissance à vide*)
moins de 0,5 m ³ /min	+/- 7 %	+/- 8 %	+/- 20 %
0,5 – 1,5 m ³ /min	+/- 6 %	+/- 7 %	+/- 20 %
1,5 – 15 m ³ /min	+/- 5 %	+/- 6 %	+/- 20 %
plus de 15 m ³ /min	+/- 4 %	+/- 5 %	+/- 20 %

Les tolérances ci-dessus contiennent les tolérances du compresseur d'après le constructeur, y compris celles mesurées pour les valeurs obtenues lors du contrôle
*) données éventuellement par le constructeur

Tableau 1 : Tolérances d'après ISO 1217

Locaux à compresseurs et associations de compresseurs (VDMA 4363)

La chaleur produite par la compression - ce qui représente la quasi-totalité de l'énergie que le compresseur tire du réseau électrique - doit être évacuée. Les températures autorisées dans le local à compresseurs sont fixées par la commission allemande VDMA, feuillet 4363. Elles se situent entre +5 °C et +40 °C. Si la température est trop faible, il risque d'y avoir un gel des organes de sécurité du compresseur. Si elle est trop importante, le problème peut alors provenir d'une surcontrainte des différents composants. En fonction des conditions environnantes, des compresseurs refroidis à l'air peuvent être introduits approchant une puissance de 250 kW. Si le refroidissement par air n'est pas envisageable (débit d'air trop faible), il faut alors envisager un refroidissement liquide. Un refroidissement par eau coûte 30% plus cher qu'un refroidissement par air.

Aération des chambres de compression

Convection forcée (avec un ventilateur, sans canal)

- Coûts d'investissement faibles
- Apport technique minimal
- Chauffage de la chambre automatique en hiver

Note:

- Seulement applicable dans les compresseurs de petite et de taille moyenne
- La température de la chambre augmente de $\Delta t = 5-10$ K, nécessitant ainsi un plus grand volume d'air de refroidissement
- Risque si l'air admis est chaud

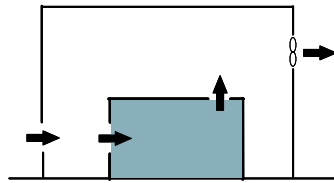


Figure 9 : Aération naturelle pour des petits compresseurs

refroidir l'eau disponible pour des questions de coûts évidemment. Les compresseurs peuvent sans problème être reliés à des circuits d'eau froide ouverts ou fermés. Avant de se décider pour un refroidissement par eau, il faut s'assurer que le refroidisseur des compresseurs est conçu pour la qualité de l'eau disponible. Une eau de refroidissement agressive nécessite un refroidisseur conçu en conséquence.

Un autre point est souvent oublié : malgré le refroidissement par eau, la chaleur émise par chaque composant du compresseur doit aussi être évacuée. Pour cela, même quand c'est relativement petit, il faudra prendre en compte une quantité de fluide de refroidissement approprié.

Récupération de la chaleur

Aération au moyen d'un canal de sortie

- Coûts d'investissements moyens
- Apport technique moyen
- Air froid réchauffé de $\Delta t = 25$ K, de ce fait nécessité de volume d'air pour ventiler moindre
- Moindre réchauffement de la chambre du compresseur
- Réchauffement possible grâce à un canal secondaire
- Réduction du bruit

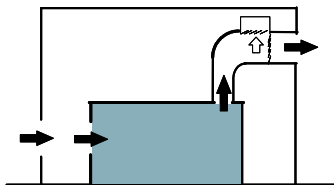


Figure 10 : Refoulement canalisé de l'air pour des compresseurs plus importants

Chauffage de la chambre

La manière la plus économique pour récupérer de la chaleur, c'est d'utiliser la chaleur provenant du compresseur pour le chauffage du local. Il est nécessaire avant tout ici d'utiliser un compresseur refroidi par air sur lequel l'air frais peut être canalisé. Cette manière de récupération de la chaleur est ainsi la plus économique, car toute la chaleur est utilisée, y compris celle générée dans le compresseur. L'air frais réchauffé doit être ensuite conduit au moyen d'un système de canalisations. Il est donc nécessaire de prendre en compte des chemins les plus courts possibles. Tout d'abord, de longs chemins sont synonymes de pertes de charge dans le canal, qui ne peuvent être compensées qu'au moyen d'un ventilateur d'appoint. Ensuite, il peut se produire des pertes de chaleur par une trop longue présence de l'air dans le canal. La solution serait d'utiliser des canalisations parfaitement isolées, ce qui signifierait en outre une augmentation conséquente des coûts d'investissement.

Il faut bien sûr remarquer que seuls les mois d'hiver peuvent être pris en compte en ce qui concerne le temps d'amortissement pour l'opération de récupération de chaleur grâce au chauffage du local. En été la chaleur peut être refoulée à l'extérieur par un aiguillage se raccordant au canal.

Refroidissement par air

La façon la plus simple d'évacuer la chaleur réside dans l'utilisation de l'air ambiant; charge à l'utilisateur d'assurer une circulation d'air suffisante afin d'évacuer la quantité de chaleur suffisante. Quand cela est possible, l'air peut être apporté et évacué par des ouvertures libres. Si cette aération naturelle, qui suffit en général pour les petits compresseurs, ne suffit pas, un ventilateur d'appoint est nécessaire soit pour l'apport soit pour l'évacuation de l'air. Si cela ne suffit toujours pas, l'apport et/ou l'évacuation doivent être canalisés. Dans le cas de conduits trop long, il sera nécessaire d'ajouter un ventilateur à l'intérieur de ceux-ci afin de palier aux pertes de charge. Il est également possible d'obtenir en hiver un régime mixte : par un clapet en persienne l'air chaud de la chambre de compression est mélangé avec l'air froid aspiré de l'extérieur. L'apport d'air frais par des canaux venant de l'extérieur est également recommandé s'il l'air du local est pollué.

Refroidissement par eau

Pour les gros compresseurs ou pour des assemblages de plusieurs compresseurs dans un local, il peut être difficile d'obtenir la quantité d'air frais nécessaire à l'évacuation la chaleur. Les machines doivent alors être refroidies par eau. Bien sûr l'opérateur doit utiliser l'eau dont il peut disposer. Il n'est pas question de

Chauffage de l'eau

Pour des compresseurs à vis avec une injection d'huile, l'élévation de température de l'huile est responsable d'environ 72 % de l'énergie électrique consommée. Cette énergie peut encore être utilisée. Pour cela le fait que le compresseur à vis soit refroidi par air ou par eau ne joue aucun rôle. Pour récupérer la chaleur, l'huile passe à travers un échangeur de chaleur qui peut réchauffer l'eau de 50 degrés permettant d'atteindre les 70 °C. En général l'échangeur de chaleur, un échangeur à plaque qui permet l'utili-

sation de fortes chaleurs, n'est pas volumineux et rend possible ces fortes températures.

Il faut noter que l'eau est évidemment réchauffée uniquement si le système est en fonctionnement. Puisque ce n'est pas toujours le cas, et que l'eau chaude ne sera pas toujours générée, l'eau de chauffage utilisant la récupération de chaleur peut seulement servir de complément au circuit de chauffage. C'est pourquoi l'amortissement de l'opération de récupération de chaleur dans ce cas n'est possible que pendant l'hiver.

La génération de l'eau chaude

Si les plaques des échangeurs de chaleur sont défectueuses, il peut y avoir une perforation ce qui a pour conséquence le mélange de l'eau et de l'huile. Afin que l'huile ne vienne pas polluer le circuit d'eau, on introduit pour la production d'eau chaude un échangeur de chaleur sécurisé. Entre le côté où se trouve l'eau et celui où se trouve l'huile se trouve un fluide caloporteur dont la pression se trouve modifiée si l'huile s'échappe par une perforation. Un signal est alors donné par un interrupteur de pression afin de mettre hors tension le système. Dans ce système l'eau utilisée peut être réchauffée de 35 degrés et peut atteindre les 55 °C. A l'inverse du chauffage d'eau de chauffage, l'amortissement est possible toute l'année.

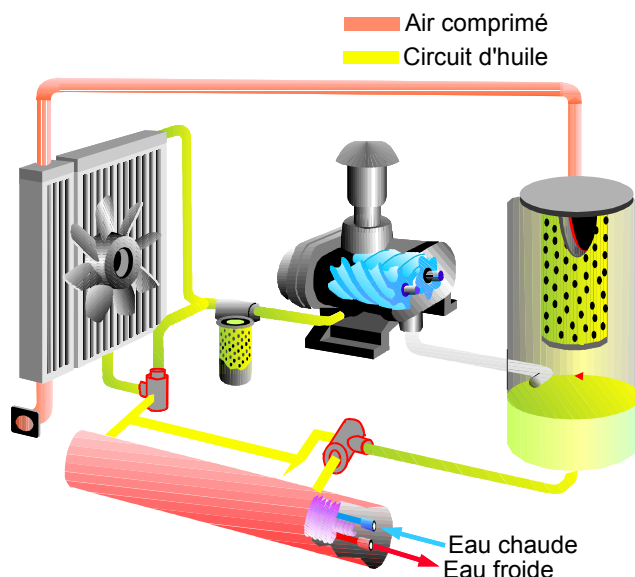


Figure 11 : Génération d'eau chaude d'un compresseur à injection à huile

La campagne Suisse air comprimé efficient motive et soutient les utilisateurs de systèmes à air comprimé en Suisse par la mise en œuvre de mesures pour l'amélioration de l'efficacité de la production d'air comprimé. La campagne est conduite par le Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung et est soutenue par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) et le Elektrizitätswerk Zurich (ewz). Elle est intégrée au programme SuisseEnergie. Les entreprises partenaires sont : Airtag, Atlas Copco, Donaldson, Dopag, Kaeser, Oetiker, Prematic, Servatechnik, Vektor.

Vous trouverez de plus amples informations à l'adresse suivante : www.air-comprime.ch

Cette feuille d'informations a été réalisée dans le cadre de la campagne "Druckluft Effizient" qui a eu lieu entre 2001 et 2004 en Allemagne. Cette campagne a été menée par la *Deutsche Energie Agentur (dena)*, le *Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung* (Fraunhofer ISI, conduite générale du projet), le *Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)* avec le soutien du *Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi)* et des entreprises (<http://www.druckluft-effizient.de/kontakt/partner/industrie.php>).

© Druckluft effizient / Druckluft Schweiz, Fraunhofer ISI, Karlsruhe/Allemagne, Juin 2006