

SQ4 : Fonctionnement des équipements de production d'air comprimé

Composition d'un réseau d'air comprimé

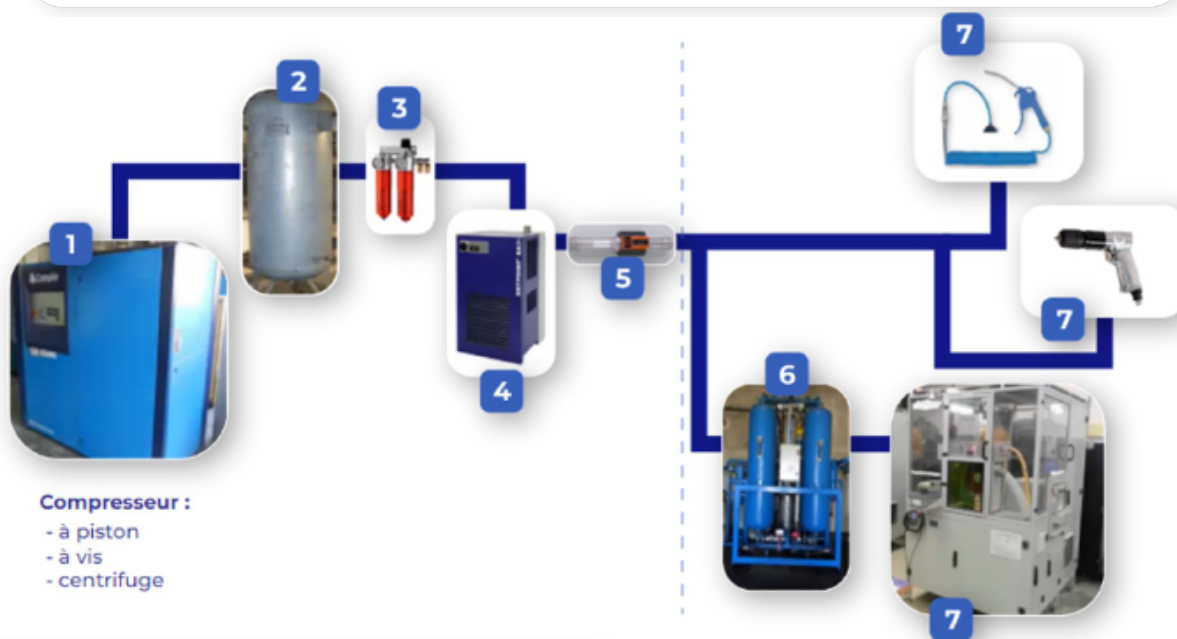
1 Le compresseur :

Pour des petits débits, des compresseurs à piston sont généralement utilisés. Pour des débits moyens, on utilise des compresseurs à vis et, pour des débits importants, des compresseurs centrifuges.

C'est l'élément qui consomme directement de l'électricité. Il envoie l'air comprimé dans le(s) ballon(s) de stockage.

2 Le(s) ballon(s) de stockage :

La présence de ballons de stockage est indispensable et permet de lisser les variations de pression dans le réseau d'air afin de limiter le nombre de démarrages et d'arrêts du compresseur. Le stockage permet également d'éviter des chutes de pression dans le réseau lorsque les usages sont éloignés de la centrale d'air, permettant d'éviter des mises en sécurité de certains process par manque de pression.



Compresseur :

- à piston
- à vis
- centrifuge

3 Les filtres à huile :

Indispensables pour toute installation de compression lubrifiée.

4 Sécheur frigorifique :

Permettant de condenser l'eau contenue dans l'air comprimé.

5 Le débitmètre :

Qui mesure le débit produit par la centrale d'air.

6 Un autre type de sécheur : à adsorption pour un air plus sec :

Sa consommation est plus énergivore que le sécheur frigorifique.

7 Les différents postes consommateurs :

Soufflettes, outillages pneumatiques, machines-outils, ...

Le séchage de l'air comprimé

Deux technologies : sécheur frigorifique ou à adsorption.

Type séchage	Point rosée sous 7 bar
Pas de séchage	45,5 °C
Sécheur frigorifique	3 °C
Sécheur à adsorption	-40 °C

- **Le sécheur frigorifique est moins énergivore** que le sécheur à adsorption.
- En cas de besoin de **séchage avec un point de rosée négatif**, privilégier un sécheur frigorifique en série avec un sécheur à adsorption.



Sécheur frigorifique

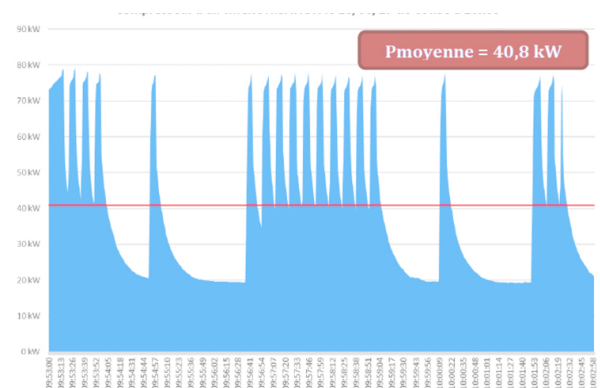


Sécheur à adsorption

La régulation des compresseurs d'air

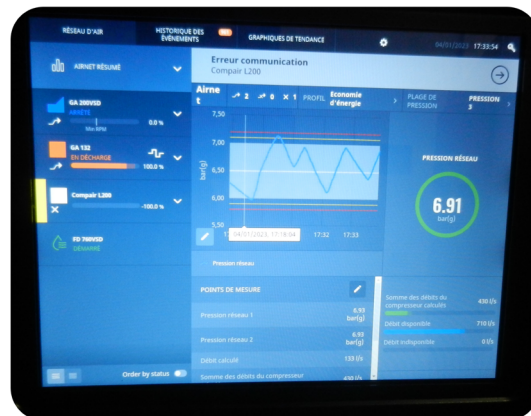
Pour un compresseur d'air, 2 types de régulation existent : **la régulation « Tout ou Rien »** ou **la régulation par Variation Électronique de Vitesse ou VEV**.

- Dans le cas du « Tout ou Rien », le compresseur démarre à une consigne de pression basse et s'arrête à une consigne de pression haute. À noter que les compresseurs à vis nécessitent un temps de marche à vide avant l'arrêt complet (courbe bleue).
- Dans le cas de la régulation par VEV, un dispositif électronique fait varier la vitesse du moteur en fonction **des besoins**. C'est un procédé très **économique** !



SQ4 : Fonctionnement des équipements de production d'air comprimé

Si on utilise plusieurs compresseurs, la régulation en cascade s'impose : généralement, un compresseur fixe produit la base et les autres s'enclenchent pour couvrir les pointes (dont un à vitesse variable). Ce sont des gestionnaires (ou séquenceurs électroniques) de centrale d'air qui réalisent cette fonction de pilotage optimisé. **Ce procédé est très efficace et génère un très bon rendement.**



La performance d'un compresseur d'air

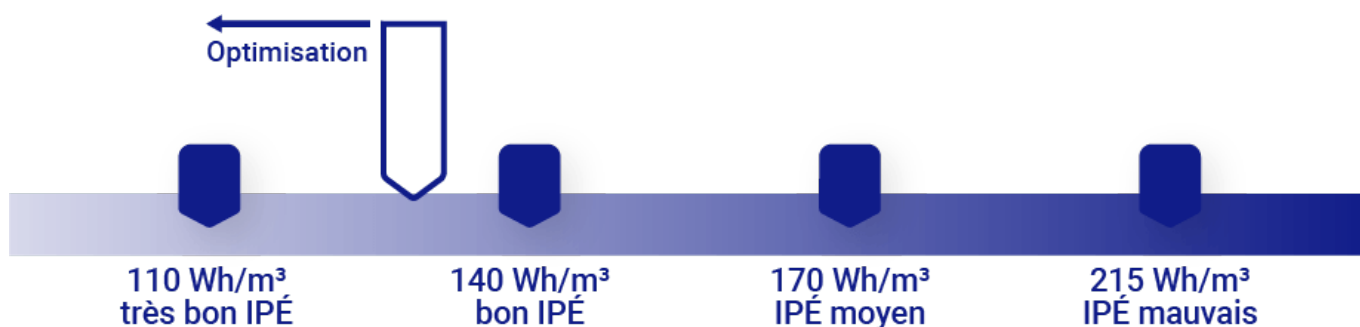
Formule pour calculer la performance

$$\text{Consommation spécifique (Wh/m}^3\text{)} = \frac{\text{Énergie consommée (Wh)}}{\text{Air comprimé produit (m}^3\text{)}}$$



Plus la consommation spécifique est basse, meilleure est la performance.
75% du coût global du compresseur est lié à l'énergie consommée.

Échelle de consommation spécifique d'un compresseur d'air pour une production à 7 bar :



Les volumes d'air comprimé ne s'expriment généralement pas en Nm³ (réf 1,013 bar et 0°C) **mais en m³** selon la norme ISO 1217 (réf 1 bar et 20°C).

Le taux de fuites d'air comprimé

En France, on estime que **30%** de l'air comprimé est gaspillé à cause de fuites. Un chiffre qui peut être significativement réduit.

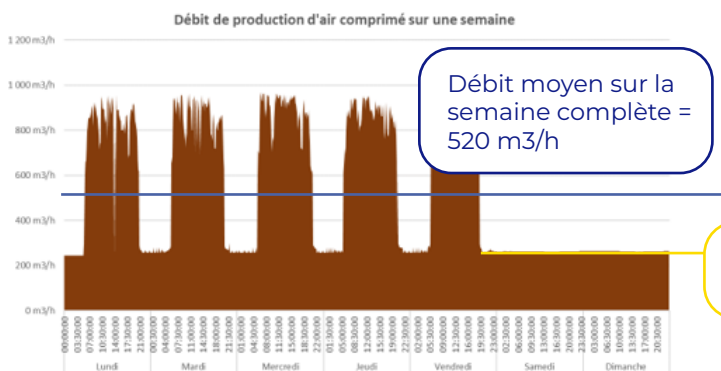
SQ4 : Fonctionnement des équipements de production d'air comprimé

Quantité d'air comprimé qui s'échappe du système en raison de fuites non intentionnelles.

$$\text{Taux de fuite (\%)} = \frac{\text{Volume d'AC produit pour les fuites (en m}^3\text{)}}{\text{Volume total d'AC produit (en m}^3\text{)}} \times 100$$

Quantité totale d'air comprimé générée par un compresseur ou un système d'air comprimé sur une période donnée.

Exemple



- Débit de fuites = 260 m³/h
- Débit moyen de production (sur une semaine complète) = 520 m³/h
- **Taux de fuites = 260 / 520 = 50 %**

Pistes d'optimisations énergétiques

En complément de la régulation, de nombreuses autres pistes d'améliorations existent.

1. Côté production, il faut **choisir son compresseur selon les besoins des unités consommatrices d'air comprimé et bien dimensionner le ballon de stockage.** 1 bar de moins sur la pression représente 7% à 10% de gains en production, mais baisser la pression, c'est aussi réduire les risques de fuites et les pertes de charge !
2. **Il est possible de récupérer l'air chaud du compresseur pour le chauffage de l'atelier ou pour un autre procédé.**
3. Ensuite, il convient de choisir la juste qualité de l'air pour ne pas multiplier les sècheurs et les filtres énergivores.
4. Utiliser des soufflettes basse consommation, des vérins à récupération d'énergie et d'autres composants pneumatiques économes.

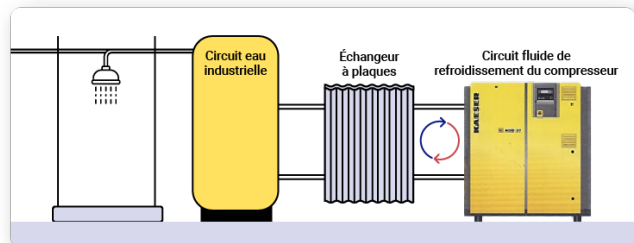
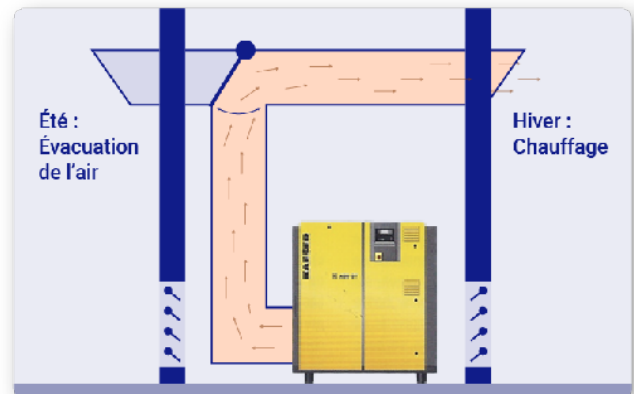


Sur le réseau, **une chasse aux fuites régulière permettra d'économiser 10 à 40% de la consommation énergétique globale du système de compression de l'air.**

La récupération de chaleur fatale :

Sur 100% de l'électricité consommée par le compresseur d'air, **20% seulement correspondent à de l'énergie mécanique restituée au niveau de l'air comprimé.**

Le reste, soit 80% de l'énergie électrique, correspond à des pertes thermiques à évacuer. Cet air chaud peut être valorisé et envoyé vers des locaux à chauffer en période hivernale permettant simplement de valoriser cette énergie fatale.



Par l'intermédiaire d'un échangeur à plaques huile/eau, on peut récupérer jusqu'à 75% de l'énergie électrique mise en œuvre via un vecteur eau chaude.

Le niveau de température peut varier entre 70 °C et 90 °C, sur des modèles récents. Pour les modèles anciens, les 70 °C sont rarement atteints (plutôt 50 - 60 °C).

Cette récupération de chaleur peut être réalisée en parallèle sur plusieurs compresseurs, un pilotage fin de la récupération de chaleur permet d'optimiser la température de la boucle de récupération.

En résumé

Pensez toujours :

- À vérifier si des usages pneumatiques peuvent être remplacés par de l'électricité en direct.
- À vérifier le système de régulation utilisé.
- À bien réfléchir au dimensionnement de votre système par rapport à vos besoins.
- À contrôler la qualité de votre réseau de distribution.

L'optimisation de votre réseau d'air comprimé est en effet un gisement à étudier en priorité !

Se poser les questions suivantes :

- **Avez-vous défini la pression nécessaire aux points d'utilisation ?** Une marge de sécurité est nécessaire mais elle doit être raisonnable !
- S'il y a trop de variations de pression, **avez-vous analysé votre réseau en termes de maillage, de capacités tampons et de pertes de charge ?**
- **Avez-vous quantifié votre débit de fuites ?** Un relevé des heures en charge des compresseurs pendant un arrêt usine est déjà une bonne indication.
- **Enfin, vos compresseurs sont-ils adaptés et déclenchés judicieusement en fonction des appels d'air comprimé ?**