



Feuille d'info

Technique de mesure

Dans le domaine de l'air comprimé, la technique de mesure de pression fournit les informations nécessaires à la bonne appréciation des niveaux des différences de pression dans le réseau, au contrôle et aux réglages des compresseurs. Avant le dimensionnement ou l'optimisation d'une installation, il faut procéder à la mesure des débits. Lorsqu'en particulier une bonne qualité d'air comprimé est exigée, des mesures appropriées doivent assurer sa qualité ainsi que l'optimisation de son traitement.

Mesure de pression ou mesure de différence de pression

La mesure de pression dans les conditions courantes sert avant tout au contrôle et au réglage des compresseurs ou des stations de compression ainsi qu'à l'appréciation des systèmes d'air comprimé. La mesure de différences de pression est aussi introduite ici afin de surveiller l'état et la rentabilité des systèmes de traitement et de filtration d'air.

Contacteurs à membrane

Dans de nombreux compresseurs ou stations de compression actuels, les contacteurs à membrane enregistrent la pression et transmettent la valeur de la mesure sous forme d'un signal électrique.

Attention :

- L'âge des pièces mécaniques porte préjudice à la précision.

- Les contacteurs à membrane nécessitent une importante différence de pression pour la restitution des données et sont encombrants.

Manomètre à contacts

Jusque dans les années 90, les manomètres à contacts étaient considérés comme standard pour la mesure de différence de pression. Ils étaient utilisés pour la surveillance, la filtration ou la régulation des stations de compression.

Attention :

- Afin d'atteindre une précision suffisante, l'intervalle de mesure optimal doit se situer non loin des pressions mesurées.
- Les contacts électriques entraînent une mauvaise répétitivité ainsi que des réglages compliqués. Seulement quatre contacts maximum sont utilisables.

Capteur de pression électronique

Les systèmes de compression modernes doivent être contrôlés à partir de la mesure de pression de capteurs de pression électroniques qui transforment les valeurs de pression en signaux analogiques.

Attention :

- Un capteur de pression avec un signal de sortie compris entre 4 et 20 mA évite la rupture du câble.



suisse énergie

air comprimé efficient – une campagne de SuisseÉnergie
www.air-comprime.ch

- Si les pressions maximales à mesurer s'approchent de la limite du domaine de mesure, la précision n'en sera que meilleure.
- Ces systèmes très robustes et très fiables se caractérisent par leur répétabilité ainsi que par leur construction compacte.

Mesure de débit volumique

La mesure de débits volumiques est utilisée afin de connaître la capacité des compresseurs ainsi que la consommation d'air totale d'une entreprise au vu de la consommation des installations de production locales.

Par ailleurs, il faut considérer que les données concernant les débits volumiques des compresseurs et des récepteurs sont exprimées à pression et température ambiante, mais la mesure est effectuée dans le système sous pression. Il est donc nécessaire de recalculer les valeurs mesurées pour les conditions ambiantes.

Afin d'obtenir un résultat absolument exact, on ne devrait pas seulement mesurer le débit volumique, la température et la pression de l'air comprimé, mais aussi la pression atmosphérique, la température ambiante et le taux d'humidité de l'air aspiré (Figure 1). Cela est indispensable au contrôle de la performance des compresseurs.

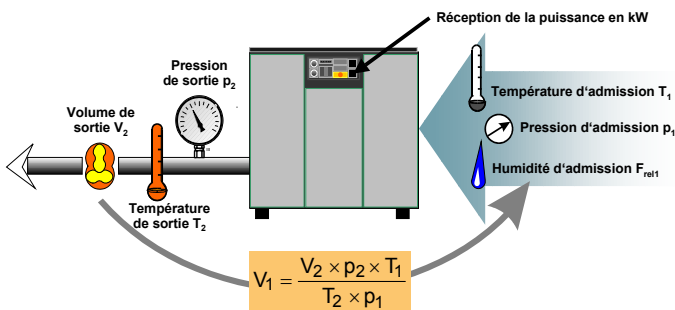


Figure 1 : Mesure du débit volumique entrant

Des mesures de débits volumiques pour un décompte interne à l'entreprise ou pour l'installation d'une station de compresseurs ne justifient pas néanmoins le coût des mesures parallèles de la température environnante, de l'humidité et de la pression atmosphérique. En revanche, le calcul final doit être basé sur les conditions moyennes de pression et de température sur les lieux de l'installation.

Compensation de pression et de température

La pression et la température sont rarement identiques et constantes dans un système d'air comprimé. Lors de la mesure d'un débit volumique il est nécessaire d'également relever la pression et la température ambiante, de façon à pouvoir plus tard calculer le débit exact en prenant en compte les conditions ambiantes. Cela est essentiel pour des mesures exactes.

Sans compensation de pression ou de température

Avec une mesure de débits volumiques sans mesure parallèle de pression ou de température et sans calcul ultérieur sur ces facteurs à un état détendu, il n'est pas possible de déterminer le débit volumique aux conditions actuelles de température et de pression. Autrement, si des fluctuations de pression et de température ont lieu pendant la phase de mesure, il en résulte des erreurs pour les calculs ultérieurs.

Mesure directe des débits volumique et massique

La mesure de pression dynamique rend possible la recherche du débit volumique avec une grande précision. Un Venturi peut être utilisé ou alternativement un capteur de pression dynamique (Figure 2).

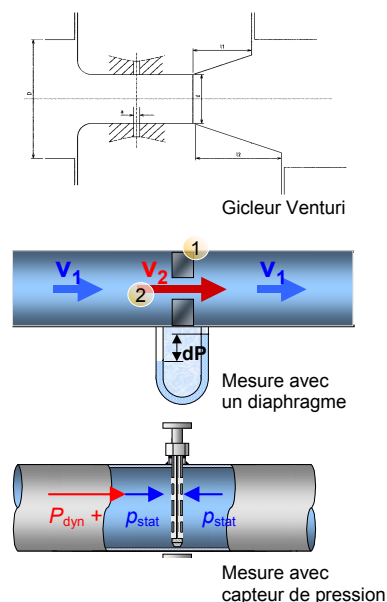


Figure 2 : Mesure de pression dynamique

Attention :

- Afin d'atteindre une résolution suffisante, le domaine de mesure optimal doit être situé à proximité du domaine de travail.
- Des points de contact électriques entraînent une mauvaise répétitivité ainsi que des réglages compliqués. Quatre contacts maximum sont utilisables.
- Les longueurs correctes des zones d'admission et de refoulement sont importantes, ainsi que l'introduction du dispositif de mesure dans le système de distribution et les données géométriques très précises des tuyaux.
- Attention aux risques de pollutions !
- Si le débit tombe en deçà des 10 % de la valeur mesurée maximale, cela conduit à une faible précision de mesure.

Mesure volumétrique

Les mesures volumétriques sont des mesures de très grande précision qui sont par exemple introduites afin de déterminer la capacité des compresseurs. Les appareils de mesure les plus importants sont les compteurs à double roue (ovale ou en huit) et les compteurs à turbine. Alors que le compteur à double roue devrait être introduit dans un domaine de mesure allant de 10 à 90 % de son débit volumique maximum, le compteur à turbine offre une grande précision dans des domaines de mesures encore plus bas.

Attention :

- Ces appareils de mesure doivent être continuellement surveillés et entretenus du fait de la complexité de la construction et des pièces mécaniques.
- Absence de stabilité dans le cas d'une surcharge (Danger lorsque le réseau est sous pressurisé).

Calorimétrie

Les anémomètres à fil chaud peuvent mesurer le débit volumique comme une fonction du débit massique de l'écoulement dans une canalisation à air comprimé, en se rapportant à la chaleur introduite dans le courant volumique (Figure 3).



Figure 3 : Mesure de débit volumique calorimétrique

Attention :

- Sans compensation de pression ou de température, les fluctuations autour de la température visée,

ainsi que l'humidité et les variations de pression ont une grande influence sur le résultat.

- La mesure du débit massique par la force de Coriolis.

Celle-ci est fondée sur l'utilisation de la génération contrôlée des forces de Coriolis. Ces forces sont générées lorsque se superposent des mouvements de translation (linéaires) et de rotation. L'intensité de la force dépend alors de la masse déplacée ainsi que de leur vitesse et de leur débit massique traversant (Figure 4).

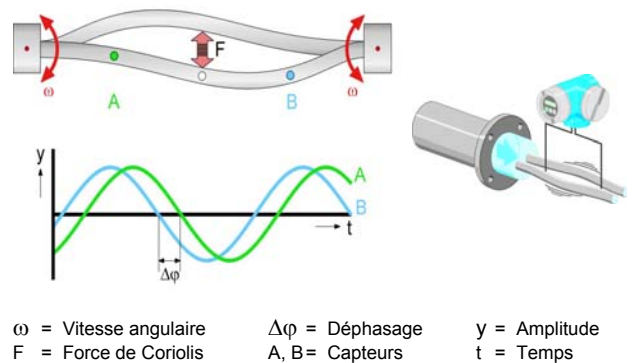


Figure 4 : Mesure du débit massique par Coriolis

Divers

En plus des méthodes traditionnelles de mesure de débits volumiques, il existe à présent quelques nouveaux systèmes de mesure.

Débitmètre à tourbillon de Karman ou à effet Vortex

La mesure de débits volumiques est basée sur le principe de la voie vibrante de Karman (Figure 5).

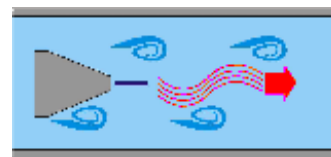


Figure 5 : Le tourbillon de Karman

Un corps exactement défini et fixé dans un système à air comprimé produit un tourbillon et des oscillations qui peuvent être enregistrées. Elles varient de manière analogue aux changements opérés dans le courant et du à l'introduction du corps.

Les propriétés qu'a ce procédé de mesure sont proches de celles qu'ont les systèmes de mesure de pression dynamique.

Attention :

- Des oscillations dues à la conception du système de canalisations peuvent influencer les résultats expérimentaux.

Mesure par ultrasons

Des appareils de mesure par ultrasons, comme ceux connus dans les techniques de traitement de l'eau et des gaz n'ont pas encore connu une telle expansion dans les systèmes à air comprimé (Figure 6).

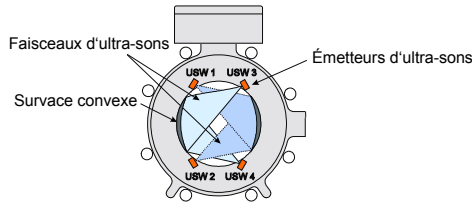


Figure 6 : Mesure de courant par ultrasons

Mesures indirectes

Alors que les mesures directes décrites précédemment peuvent être introduites localement ou centralement pour mesurer la consommation d'air comprimé dans les entreprises et pour déterminer les caractéristiques des compresseurs, les mesures indirectes à l'aide des compresseurs servent à déterminer la consommation d'air et les caractéristiques complètes des systèmes d'air comprimé.

Enregistrement analogique de la charge des compresseurs

Les compresseurs à régulation discontinue sont connectés à un enregistreur qui enregistre la charge totale, la non-charge et les « temps morts » des compresseurs (Figure 7).

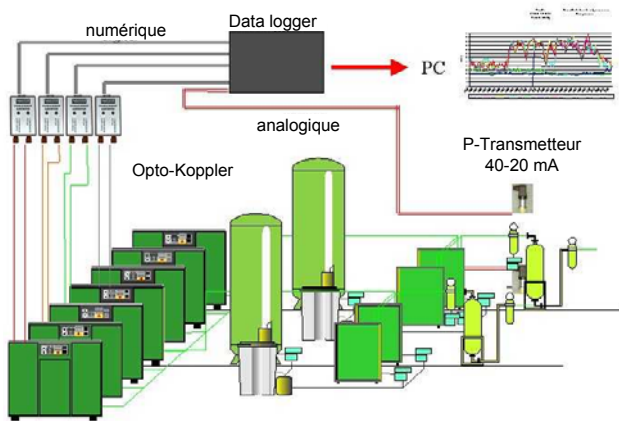


Figure 7 : Enregistrement analogique de la charge

Après l'acquisition de ces données sur ordinateur, les caractéristiques propres de chaque compresseur et la consommation totale d'air de l'entreprise peuvent être simulées.

Attention :

- L'avantage de ce procédé de mesure indirecte vis à vis des mesures directes réside dans le fait que non seulement les informations sur la consommation

d'air comprimé peuvent être récoltées, mais qu'elle fournit également des données sur la charge et le comportement des compresseurs.

- Peu de dépenses en installation.
- L'intervalle de mesure minimum doit être d'une seconde afin d'enregistrer les pics de consommation.

Autres procédés

Des mesures simples sur la consommation d'air ou bien des mesures de charge des compresseurs peuvent aussi être déterminées par lecture en comptant le nombre total d'heures de fonctionnement en charge et en mesurant le temps nécessaire à vider l'accumulateur à charge d'air comprimé.

Attention :

- Demande une forte présence de personnel et est assez vague quant aux résultats.

Procédé de repérage des fuites en utilisant la mesure de pression

Au moyen d'un capteur de pression pouvant être aisément introduit dans les systèmes à air comprimé, la pression peut être mesurée et enregistrée sur une grande période par petits intervalles de mesure. Afin d'effectuer cette opération, le système ne nécessite aucune modification, un connecteur ou une connexion standard suffit pour cela.

Les courbes de pression sont ensuite traitées au moyen d'un procédé mathématique, afin que l'entrepreneur connaisse exactement pour chaque endroit mesuré, l'importance du nombre de fuites ainsi que celle de la capacité de charge totale (en %). Cela est réalisé en calculant les pertes et les gradients de pression qui donnent grâce à un algorithme mathématique une courbe idéale. La courbe idéale est comparée avec les courbes réellement mesurées (Figure 8).

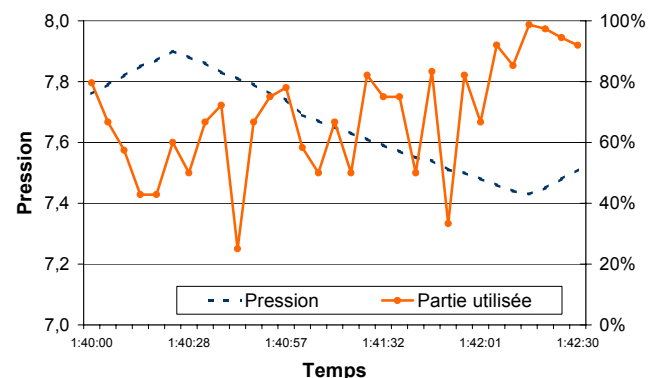


Figure 8 : Repérage des fuites par mesure en cours de fonctionnement

Les résultats sont les parts relatives de la capacité de charge ou alors des fuites à chaque point et à chaque instant. Si les débits traversant ou les temps de fonctionnement du compresseur sont enregistrés au même instant, les valeurs relatives peuvent être alors converties en pertes absolues.

Attention :

- L'avantage du procédé est qu'il permet de repérer les fuites en cours d'opération. Il est en particulier approprié pour les entreprises pour effectuer une production non interrompue (continue).

Repérage des fuites grâce à la vidange des réservoirs d'air comprimé

Un repérage des fuites possible et plus aisé consiste à utiliser les réservoirs d'air comprimé. Pour cela la pression dans le réservoir sera augmentée jusqu'à la pression maximum nécessaire au système et on mesure le temps nécessaire à une baisse de pression de 1 à 2 bar (Figure 9).

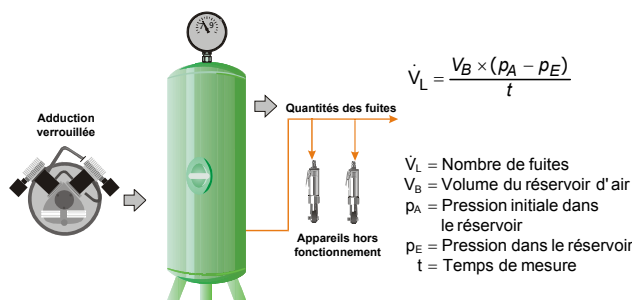


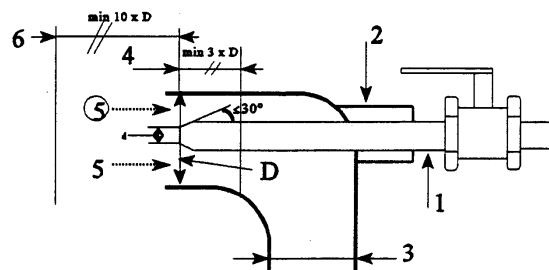
Figure 9 : Repérage des fuites par vidange du réservoir d'air comprimé

Mesures de qualité de l'air d'après ISO 8573

La façon de prendre des échantillons est particulièrement importante pour obtenir des mesures exactes sur la qualité de l'air.

Lorsque dans un tuyau domine un courant turbulent et en particulier lorsqu'il y a des effets de bord importants (turbulences dues aux bords du tuyaux),

l'échantillon doit être pris à un endroit où l'on puisse être sûr qu'il contient un mélange représentatif de tous les composants de l'air comprimé. Cela ne peut être réalisé qu'avec un échantillon appelé iso-cinétique (Figure 10).



1. Sonde échantillon dans le tuyaux principal
2. Bague permettant d'ajuster la sonde
3. Section « D » du tuyaux d'air comprimé
4. Profondeur min de vissage : « 3 x D »
5. Direction du flux
6. Longueur minimale de la zone d'admission = 10 x D

Figure 10 : Échantillon iso-cinétique

Pour chaque groupe de polluant – d'après les normes :

- ISO 8573-2 : teneur en aérosol huileux
- ISO 8573-3 : teneur en eau
- ISO 8573-4 : teneur en particules
- ISO 8575-5 : vapeur d'huile et teneur en hydrocarbure
- ISO 8573-6 : contamination par substances gazeuses
- ISO 8573-7 : contamination micro biologique

les normes décrivent les systèmes de mesures à mettre en oeuvre.

La qualité de l'air est classée sous la dénomination ISO 8573-1.

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>).