



Fuites d'air comprimé

Comment votre argent part « en air »

L'air comprimé est un agent de transmission d'énergie de qualité, il doit donc être traité en conséquence. Malheureusement une grande partie de l'air comprimé produit est perdue avant même son utilisation à cause des fuites. On constate dans la pratique que la part des fuites représente de 15 à 70 % de la quantité totale d'air comprimé produite.

La part de fuites est définie par le quotient du volume total d'air perdu par rapport à la production total d'air comprimé. En ne considérant uniquement que les fuites durant les temps de production, cette part est souvent plus faible étant donné qu'en dehors des temps de production elle représente souvent 100 %.

Une valeur cible raisonnable pour la part globale des fuites est 10 %. Une diminution des fuites en dessous de 10 % n'est dans la plupart des cas pas réalisable sans un investissement conséquent et souvent pas rentable. Il faut également toujours prendre en compte que la part des fuites dépend du secteur d'activités. Il est donc logique d'attendre des parts de fuite beaucoup plus faibles dans le secteur de la chimie et de la pharmacologie que dans des secteurs comme la cimenterie ou la production d'acier.

Plus que le secteur d'activités, la volonté des entreprises joue un rôle central dans l'importance des

fuites. Figure 1 montre cela clairement, il s'agit des résultats de la campagne « Air Comprimé » menée en Allemagne. Ces résultats mettent en évidence que les variations de la part des fuites au sein d'une branche sont beaucoup plus importantes que les variations entre les différents secteurs d'activité. Il n'incombe donc qu'à vous de diminuer les fuites de votre installation et d'ainsi faire des économies tant du point de vue énergétique que du point de vue des coûts de fonctionnement de votre installation.

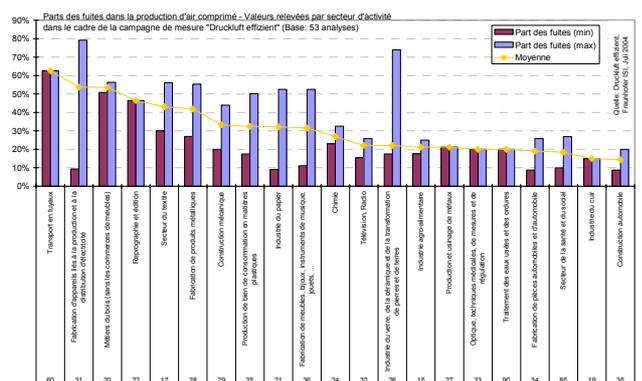


Figure 1 : L'importance de fuites d'air

La part des fuites est souvent méconnue. Nous vous montrons dans la suite, comment déterminer simplement les fuites de votre installation.



Détermination des fuites d'air comprimé

Méthode de la vidange des réservoirs

Une façon simplifiée de déterminer les fuites consiste à mesurer le temps de vidange des réservoirs d'air comprimé. Pour réaliser cette mesure, vous n'avez besoin que d'une montre et d'un manomètre. Il vous faut également connaître le volume du réservoir et la pression du réseau. La mesure est réalisée de la façon suivante : régler la pression du réseau et du réservoir à la pression maximum admissible en veillant à ce que tous les récepteurs soient hors service puis mettre le compresseur hors service de façon à ce que le réseau ne soit plus alimenté. Mesurer ensuite le temps nécessaire pour que la pression diminue de 1 à 2 bar en raison des fuites. Figure 2 montre un profil de pression typique pour cette mesure. Vous pouvez choisir librement les 2 pressions entre lesquelles vous effectuez la mesure.

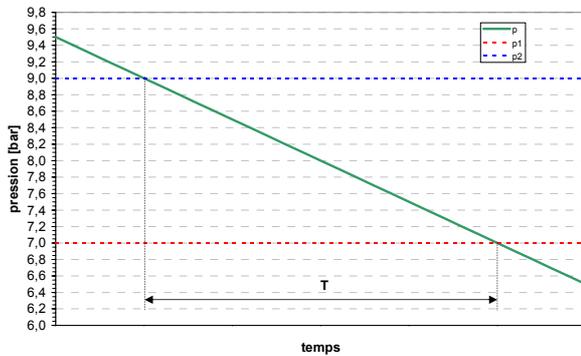


Figure 2 : Mesure de la diminution de pression dans le système compresseur coupé en fonction du temps

Avec les données de pression maximale et minimale, le temps nécessaire cette diminution de pression et le volume du réservoir, la quantité d'air perdue à cause des fuites peut être calculée :

$$\dot{V}_L = \frac{V_B \times (p_A - p_E)}{t}$$

\dot{V}_L = Débit de fuite

V_B = Volume du réservoir

p_A = Pression dans le réservoir au début de la mesure

p_E = Pression dans le réservoir à la fin de la mesure

t = Temps de mesure

Si le volume du réseau est important par rapport au volume du réservoir, il faut prendre en compte ce volume dans le calcul (si le volume du réseau est inférieur à 5 % du volume du réservoir, il n'est pas nécessaire de le prendre en compte).

Méthode de la durée de fonctionnement du compresseur

Une autre méthode pour déterminer les fuites consiste à mesurer la durée de fonctionnement du compresseur lorsque celui-ci ne fait que compenser les fuites. L'avantage de cette méthode est qu'il n'est pas nécessaire de connaître le volume des réservoirs et du réseau mais la quantité d'air délivré par le compresseur. La mesure est réalisée de la façon suivante : après avoir mis tous les récepteurs et les compresseurs, exception faite de celui nécessaire à la mesure, hors service, relevez l'évolution de la pression dans le système au cours du temps. Figure 3 montre une courbe caractéristique de cette mesure. Pendant les temps t_i , le compresseur fonctionne en charge et alimente le système ce qui fait augmenter la pression du système. Une fois la pression maximale du système atteinte, le compresseur s'arrête et la pression se met à baisser en raison des fuites jusqu'à ce que la pression minimale soit éteinte et que le compresseur se remette en charge.

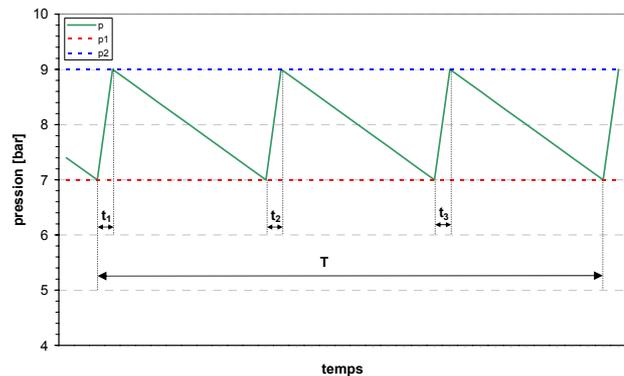


Figure 3 : Détermination de la quantité des fuites par la méthode de la durée de fonctionnement du compresseur

Pour déterminer les fuites avec précision, il est nécessaire de mesurer plusieurs cycles de fonctionnement du compresseur. Additionnez les temps de fonctionnement en charge du compresseur t_i . Les fuites se laissent alors calculer à l'aide de la formule suivante :

$$\dot{V}_L = \frac{\dot{V}_K \times t}{T}$$

\dot{V}_L = Débit de fuite [m³/min]

\dot{V}_K = Débit du compresseur [m³/min]

$t = \sum_{i=1}^n t_i$ = Temps de fonctionnement du compresseur en charge [min]

T = Durée totale de la mesure [min]

Ce procédé se laisse automatisé, si les données des compresseurs sont disponibles soit à partir du système de gestion de production soit à partir de la commande du compresseur. Une évaluation automatique peut ainsi être régulièrement effectuée le week-end ou bien après arrêt de la production.

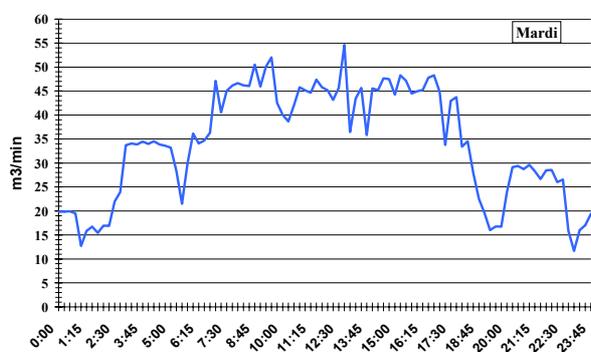
Une telle mesure permet de mettre en place des alertes dans le cas où les fuites dépassent un certain seuil et d'éliminer efficacement les fuites.

Estimation des fuites à partir de données géométrique

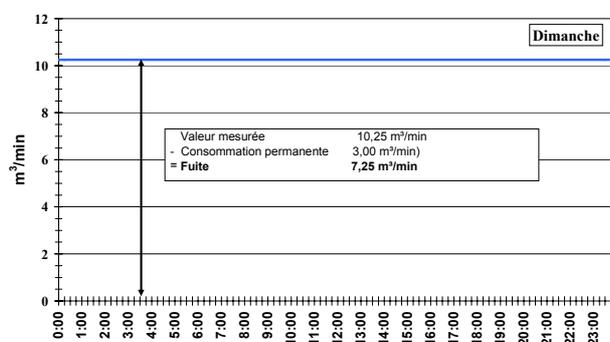
Dans la mesure où aucune mesure ne peut ou ne doit être menée, les fuites se laissent aussi estimer à partir du nombre et de la taille de celles-ci. L'écoulement d'air au niveau d'une fuite peut être décrit à l'aide de la mécanique des fluides. Etant donné que la géométrie de la fuite n'est pas exactement connue, il est fait l'hypothèse que celle-ci est circulaire., ce qui permet d'avoir une estimation du débit de fuite supérieure à ce qu'il n'est vraiment. La vitesse d'écoulement au niveau de la fuite correspond typiquement à la vitesse du son. Seulement en cas de faible différence de pression, cette vitesse n'est pas atteinte. Cette même méthode permet de calculer la quantité d'air qui s'écoule d'une buse.

Détermination des fuites à partir d'une mesure du débit volumique ou du signal des compresseurs

Il est également possible de déterminer le débit de fuite à l'aide des profils de consommation d'air comprimé. Cela nécessite que la production soit arrêtée le soir ou le week-end par exemple.



Le graphique supérieur montre l'évolution typique de la consommation d'air comprimé pour un jour ouvré, le graphique inférieur celui d'un jour vaqué.



La consommation mesurée un jour vaqué déduction faite de la consommation des récepteurs actifs donne la consommation engendrée par les fuites.

Figure 4 : Détermination de la consommation engendrée par les fuites à l'aide de la mesure du débit volumique ou du signal des compresseurs

Si aucun récepteur ne fonctionne pendant les jours vaqués, le débit de fuite se laisse ainsi simplement mesuré. Les commandes supérieures des compresseurs modernes permettent souvent d'évaluer le profil de consommation hebdomadaire. Ces profils peuvent servir au contrôle des fuites.

Détermination des fuites à l'aide de l'utilitaire Excel

Vous trouverez sur interne (www.druckluft.ch/toolbox) un utilitaire développé dans le cadre de la campagne Air Comprimé Efficient Suisse qui prend en charge la méthode de la vidange des réservoirs, la méthode de la durée de fonctionnement du compresseur et l'estimation des fuites à partir des données géométriques. Cet utilitaire vous permet d'évaluer facilement le débit de fuite, les coûts de ces fuites et les économies que vous pouvez réaliser. L'utilitaire vous épargne les calculs à la main qui prennent beaucoup de temps et vous fournit les bons arguments pour l'élimination des fuites dans votre entreprise.

Détecter les fuites au cours du fonctionnement de votre installation

Une fois que vous avez évalué les économies potentiellement réalisables par la réduction des fuites, l'étape suivante consiste à mettre en place des mesures pour diminuer effectivement les fuites. Pour cela il est nécessaire de repérer en fonctionnement les fuites. Il est connu que les fuites se produisent essentiellement sur le dernier tiers du réseau. Les tuyaux, les raccords, les prises, les unités de conditionnement et autres composants similaires sont des endroits, où les fuites sont fréquentes.

Dans beaucoup de cas il suffit simplement d'arpenter l'installation lorsque la production est arrêtée pour détecter des fuites. Les fuites se remarquent souvent par le sifflement caractéristique qu'elles produisent. Les fuites d'air comprimé se laissent également très bien détecter à l'aide d'appareils de détection aux ultrasons. Ces appareils ne sont pas gênés dans la détection des fuites par le bruit ambiant. On trouve sur le marché une multitude d'appareils standardisés avec des prix commençant à 800 CHF. 2 Types d'appareils sont représentés sur la figure 5.



Figure 5 : Appareils de détection aux ultrasons des fuites d'air comprimé

L'acquisition de tels appareils n'est donc pas sans un certain coût, c'est pourquoi ce type d'appareil peut être loués pour environ 100 à 150 CHF par semaine auprès de votre fournisseur d'air comprimé. Vous pouvez également sous-traiter totalement la recherche et l'élimination des fuites à un tiers.

Documentation des fuites

Pendant que vous arpentez votre installation à la recherche de fuites, il doit si possible s'en suivre une documentation de chacune d'elles. Cela est surtout valable dans le cas où la fuite ne peut pas être éliminée de suite. Une classification claire des fuites est judicieuse. Il convient de différencier 3 catégories :

	(a) fuites inaudibles
	(b) fuites audibles
	(c) fuites importantes avec nécessité de réparations rapides

Différenciez les catégories avec des étiquettes de différentes couleurs. Les informations suivantes doivent figurer sur chaque étiquette :

- N° de la fuite
- désignation du poste de travail
- date de la réparation
- date du prochain contrôle
- personne responsable.

Dans beaucoup de cas il peut être utile de documenter la fuite à l'aide d'une photo numérique. Un exemple est donné sur l'illustration 6.



Figure 6 : Marquage d'une fuite au niveau d'un filtre

La recherche et l'élimination des fuites n'est pas à réaliser une seule fois, il s'agit d'un processus à répéter à intervalle de temps régulier puisque des fuites apparaissent toujours et souvent au même endroit. C'est dans ces cas que la documentation prend tout son sens. Cette documentation peut par exemple être réalisée sous Excel et contenir les informations suivantes :

- N° de la fuite [Numéro courant de la fuite trouvée]
- lieu de la fuite [indication précise du poste de travail et de l'endroit où la fuite se produit]
- catégorie de la fuite [(a), (b), (c)]
- désignation du composant défectueux [raccord, unité de conditionnement, tuyau, vérin etc.]
- fabricant du composant
- cause possible de la fuite
- date de l'identification
- date de remplacement
- personne responsable.

Si ce processus est mené de façon consciencieuse, les fuites se laissent repérer de façon sûre et fiable puis éliminer. En raison des coûts importants liés aux fuites, le temps pris pour réaliser la documentation est très vite amortie. Cette documentation livre en même temps des informations quant aux opérations d'entretien à réaliser. Veillez à ne faire tout ce travail pour rien en oubliant au final d'éliminer les fuites.

Mesures pour l'élimination des fuites

La réduction des fuites peut se faire de manière directe ou indirecte. Avec les mesures directes, le nombre de fuites est réduit, avec les mesures indirectes, la quantité et la taille des fuites restent inchangées alors que le « temps de fuite » est réduit.

Mesures directes

Souvent les fuites se situent au niveau de raccords. Qu'il s'agisse de colliers, de raccords serties ou d'assemblages de tubes, il suffit souvent de resserrer les éléments pour éliminer la fuite.

Au niveau des vérins, des connexions, des soufflettes ou des purgeurs de condensat, des joints peuvent être usés. Changez ces joints de suite si vous le pouvez. Si des tuyaux fuient, changez les tout de suite, tout comme les connexions. Vérifiez également l'usure des fiches de connexions, si leur profil est altéré, changez les au profit de fiches en acier durci. Prévoyez à cet effet un stock de pièce de rechange. Les tuyaux peuvent souvent être raccourcis si le défaut se situe près d'une extrémité. Prenez soins de documenter même les fuites que vous éliminez tout de suite.

Mesures indirectes

Dans beaucoup de cas, les fuites ne se laisse pas éliminer tout de suite. Cela vaut particulièrement, quand des machines doivent être arrêtées afin de pouvoir procéder aux réparations. Dans ce cas les réparations sont reportées à plus tard. Comme les fuites ne peuvent pas être ramenées tout de suite à un niveau proche de zéro, il est toujours conseillé dans ce cas de voir si des mesures indirectes ne pourraient pas contribuer à une diminution des fuites.

Une des mesures les plus efficaces est la **diminution** du « temps de fuite ». Cela peut être réalisé par l'arrêt de l'installation d'air comprimé le soir et le week-end dans le cas où un fonctionnement continu n'est pas indispensable.

Si l'installation ne peut pas être arrêtée dans sa totalité, il reste toujours la possibilité de couper du réseau certains secteurs. Les fuites dans les secteurs isolés présente alors un « temps de fonctionnement » plus court et un taux de fuite ainsi plus faible. Une autre possibilité consiste à **abaisser la pression de service du réseau**.

Plus la pression du réseau est faible, plus les fuites sont faibles. Si par exemple le pression du réseau est abaissée pendant le week-end de 9 à 7 bar, les fuites sont réduites de 22 %. Si la quantité d'air perdue à cause des fuites en fonctionnement normal représente 2 m³/min, vous pouvez économiser environ 1000 CHF par an.

Des économies similaires peuvent être réalisées en coupant certains secteurs ou certaines machines du réseau. Les mesures indirectes ne doivent cependant pas remplacer l'élimination des fuites mais la compléter.

Il ne faut pas non plus négliger la sensibilisation des employés et leur collaboration dans la recherche et l'élimination des fuites. Un employé qui prend soin quotidiennement de « ses » outils et qui prend au sérieux les bruits de fuite, permet de gagner du temps et de l'argent dans la recherche.

Avec des coûts faibles, les mesures indirectes permettent de réaliser des économies importantes.

Résumé

Les fuites d'air comprimé sont la cause du plus fréquent et plus important gaspillage dans le domaine de l'air comprimé. Contrôlez et éliminez les fuites de votre installation régulièrement (au moins une fois par an). Louer ou acheter un appareil de détection aux ultrasons. Documentez et marquez clairement les fuites qui ont été trouvées. Faites appel le cas échéant à un prestataire de service pour que votre entreprise ne ressemble pas à ça :



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

© Effiziente Druckluft Schweiz, Fraunhofer ISI, Karlsruhe/Allemagne, Septembre 2006



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