



# Optimisation

**Éléments à prendre en compte pour l'optimisation:**

1. **Diagnostic : évaluation de l'installation dans l'état actuel**
2. **Ingénierie – Conception**
3. **Analyse du système dans son ensemble**
4. **Réduction des interfaces**
5. **Rentabilité de la production d'air comprimé**
6. **Suivi – Optimisation du système**
7. **Externalisation de l'approvisionnement en air comprimé**
8. **Modifications planifiées**

L'optimisation du système dans son ensemble est un outil très important pour l'augmentation de l'efficacité des installations industrielles à l'ère de la rationalisation dans la technique de l'air comprimé. Il apparaît souvent au début d'une analyse que la planification et la prévision d'installations à air comprimé et leurs éventuels élargissements sont pris trop à la légère, ainsi que ce fut souvent le cas ces dernières décennies. La problématique consiste ici à effectuer une analyse plus proche de la réalité et pourtant stratifiée. Dans le passé par exemple, les installations à air comprimé ont souvent été considérées comme un domaine propre aux techniciens et étaient traitées « à part ». Cette « considération sauvage » est encore

encouragée, voire renforcée, par l'avantage principal de l'air comprimé : l'assurance d'absence d'accident. Mais le fait que l'air comprimé est une des énergies les plus coûteuses est souvent oublié.

Grâce à l'analyse du système dans son ensemble, avec ses différentes possibilités d'optimisation, dont le coût est parfois faible, il est possible de réaliser des économies notables. Il ne faut cependant pas oublier que l'élaboration d'outils pour la pratique et la réflexion doivent rester au premier plan.

Dans la suite, des possibilités d'optimisation des installations sont présentées dans le cadre d'une analyse globale du système.

## ***Inventaire: évaluation de l'installation dans l'état actuel***

**Une installation à air comprimé se compose des domaines suivants:**

- **Production**
- **Traitement**
- **Répartition**
- **Et récepteurs associés**

Une analyse des plans de l'installation permet d'obtenir un aperçu de son état actuel. A l'aide des techniques de mesure dont on dispose, les paramètres importants comme le débit volumique, la pression dynamique, la qualité de l'air comprimé (température, humidité, pression) peuvent être pris en considéra-

tion. D'autres mesures peuvent être effectuées comme la consommation électrique du compresseur (mesures à vide et en charge) avec la représentation correspondante des profils de charge ou alors la mesure du débit de fuites (voir pour cela la feuille d'informations « Technique de mesure »)

A côté des aspects prédominants de la pression, une remarque importante doit être effectuée. Souvent le récepteur principal est placé à l'extrémité du réseau ce qui est déterminant pour la pression que doit délivrer le compresseur. Les agrandissements des réseaux et des installations ont en grande partie conduit à des augmentations de pression historiques. Pourtant ces installations peuvent être réduites par une analyse plus précise et grâce à de petites modifications dans le réseau comme par exemple la mise en place de réseaux "bouclés" ou "fermés".



Figure 1 : Technique de mesure

De précieuses informations concernant l'état des installations peuvent être obtenues à partir des mesures ponctuelles décrites précédemment (par exemple les problèmes d'admission et de refoulement de l'air, les surcharges des unités de traitement, le refroidissement, etc.). A cette étape, la qualité de l'air comprimé doit également être contrôlée. Tous les critères ne correspondant pas à la norme utilisée (air contenant de l'huile et préparé avec un sécheur réfrigérant, avec un filtre usuel à particules de maille 1  $\mu\text{m}$  et avec une teneur de 1  $\text{mg}/\text{m}^3$  pour l'huile restante, un point de rosée à +3 °C) exigent des investissements et des frais de fonctionnement supplémentaires à cause des mesures requises à mettre en place lors de la phase de traitement (voir la feuille d'info « Traitement »).

Dès que les exigences concernant la quantité, la qualité, la disponibilité requise et la redondance de l'air comprimé liée à cette dernière sont fixées, l'état de l'installation peut alors être vérifié, en particulier en ce qui concerne le fonctionnement ultérieur des installations du point de vue de l'état et de l'âge de la structure, de l'efficacité en énergie etc. L'installation peut alors encore être utilisée. Pour juger de l'état du réseau en terme de fuites, il est judicieux d'évaluer

les pertes, qui doivent normalement être de l'ordre de 15 à 40% (valeurs constatées).

Les fuites peuvent soit être calculées en approvisionnant le système pendant qu'il est à l'arrêt soit, dans la mesure du possible, pendant le fonctionnement à partir des courbes de pression. Pour cela on dispose d'un procédé mathématique exploitable. Pour l'évaluation du potentiel de fuites en cours de fonctionnement, la détection de fuites grâce à la technologie des ultrasons est d'un grand secours.

La commande simultanée de plusieurs compresseurs dans une installation et donc dans un réseau représente un autre aspect de l'optimisation. Dans ce domaine de très grandes innovations sont disponibles sur le marché, en particulier ces dernières années avec le processeur intégré, si bien qu'une analyse séparée de la commande et de la technique de gestion est ici pleine de sens, et cela dans tous les cas.

Actuellement, après examen, les temps de fonctionnement à vide sont de 30 % par exemple pour des compresseurs à vis non régulés. Le besoin électrique en fonctionnement à vide atteint également les 30 % de la puissance nécessaire en fonctionnement. Cela peut être considéré comme point de départ pour une éventuelle optimisation en relation avec l'insertion de concepts de commande et de régulation modernes (voir la feuille d'informations « Commande et régulation »).

L'inventaire doit être clôturé par un rapport détaillé et documenté en mettant l'accent sur les travaux et activités déjà réalisés, illustration correspondante et représentation des courbes de mesure et schéma fonctionnel à l'appui (éventuellement des analyses de potentiels effectuées), ainsi que sur les propositions d'optimisation possibles.

### **Ingénierie – Conception**

Il est nécessaire d'attirer l'attention sur la conception dans sa globalité à partir des informations obtenues grâce à l'inventaire (pour ainsi dire regarder plus loin que le bout de son nez) :

Les principaux paramètres, comme par exemple le respect des directives légales et celle d'un éventuel concept de gestion des déchets (par exemple pour la condensation), doivent être impérativement respectés.

Le concept énergétique n'est pas à considérer comme définitif, mais doit être envisagé en relation avec un éventuel système de récupération de chaleur et avec les effets synergiques d'autres énergies utilisées, comme par exemple le besoin en azote. Cela dépendra plus généralement de la manière de choisir les divers futurs composants, d'un point de vue général, de façon à éviter toute redondance lors d'agrandissements, de renouvellements ou de diversifications.

Avec des techniques modernes intégrées (mot-clé : télé-service, maintenance et commande à distance), la disponibilité de l'installation peut être augmentée significativement. En conformité avec cela, la plus grande unité de compression doit alors être assurée ou du moins prête à tout cas de redondance de l'installation. Une sécurité adéquate en cas de panne peut être mise en place à l'aide d'une commande effectuée sur le système de distribution.

Un autre point important réside dans la réalisation globale du plan de maintenance et de service, qui prend en compte les principales suites d'opération à réaliser.

### **Analyse globale du système**

Pour la considération des techniques de mesure en cours de fonctionnement, il est important de réfléchir sur l'utilisation sensée des techniques disponibles. Il faut déterminer quelles sont les mesures permanentes qui doivent être effectuées. On peut citer la consommation électrique, la surveillance des fuites, les pertes de pression et en particulier la puissance générale pour la surveillance du système, cela à côté des mesures « habituelles » comme le débit volumique, la pression et la mesure du point de rosée. Il est approprié d'effectuer une analyse besoin/coûts.

En ce qui concerne la régulation, il faut vérifier si une régulation automatique ou une régulation sans palier doit être installée (voir la feuille d'informations « Commande et régulation »).

*Remarque :* D'après l'étude « Compressed Air Systems in the European Union » menée par la Communauté Européenne, une économie d'énergie d'environ 20 % est potentiellement réalisable grâce à l'introduction de commandes et de régulations efficaces.

### **Réduction des interfaces**

Il est également important de savoir qui est responsable de l'installation d'air comprimé. On cherche ici à contrôler s'il est judicieux de transférer la station d'air comprimé dans une structure hiérarchisée qui lui soit propre. Un grand avantage de cela est la transparence dans les prix et donc un meilleur contrôle des coûts. Jusqu'ici la technologie de l'air comprimé, qu'elle soit connue ou non, était enregistrée sur différents comptes. Cela entraînait une difficulté de contrôle des coûts.

Si un responsable de projet, et donc des coûts, est introduit pour d'autres opérations d'amélioration, cela modifie ce problème.

Grâce aux opérations de maintenance et d'entretien, la planification à long terme des travaux devient plus simple. Les listes de contrôle et les plans de maintenance doivent en pratique être effectués très tôt, afin que la maintenance sans faille de l'installation soit garantie. (mot-clé : gestion des perturbations)



Figure 2 : Installation à air comprimé

### **Rentabilité de la production**

Pour constater la rentabilité, le coût du m<sup>3</sup> peut servir de grandeur caractéristique pour l'énergie, la maintenance et le capital. Le choix des composants peut également être réalisé à partir de la puissance spécifique et des coûts de fonctionnement. La comparaison avec d'autres utilisateurs ou avec des projets d'optimisation similaires est à recommander.

D'après ces évaluations, l'estimation du potentiel devrait inclure les coûts internes supplémentaires de l'analyse des dépenses d'investissement, de celle des investissements de remplacement, de la prise en considération des frais de fonctionnement et de l'évaluation des dépenses de maintenance et d'entretien.

L'étape suivante, étape fortement recommandée, est la mise en place d'un suivi de fonctionnement de l'installation d'air comprimé. Il s'agit de surveiller les grandeurs caractéristiques du système comme son rendement, la quantité d'air consommée,...

Une autre augmentation de l'efficacité énergétique peut être par exemple atteinte par une recherche sur les possibilités de récupération de chaleur. En approfondissant, une remarque essentielle sur l'optimisation du système doit être effectuée quant à l'utilisation abusive de l'air comprimé, comme par exemple pour rafraîchir les employés lors des jours de fortes chaleurs etc. Il s'agit là de sensibiliser le personnel à ce sujet.

Il ne reste enfin plus qu'à mettre en œuvre dans la pratique les améliorations retenues.

### **Suivi – Optimisation du système**

Pour cela il est nécessaire de mener des recherches basiques comme le contrôle de l'efficacité énergétique avec des alternatives et la recherche des formes d'énergie disponibles comme par exemple le couplage énergie mécanique - chaleur. La considération générale des conditions de fonctionnement et de

mise en place ainsi que la facilité de maintenance en découle.

Il n'est pas suffisant d'optimiser le système une seule fois. Il est bien plus nécessaire d'adapter le système régulièrement aux exigences, qui changent en fonction des cas pratiques rencontrés (consommations, pressions dans le réseau etc.) Les modifications du réseau sont provoquées par des mesures de travaux non coordonnées de manière centrale. Il est pour cela très important que les modifications internes au réseau soient communiquées ou mieux encore qu'elles nécessitent une autorisation.

En pratique, dans le passé également, des mécanismes de contrôle différents, comme par exemple les contrôles des coûts et des systèmes de conservation de la puissance ont fait leurs preuves. Un bon outil est la prévision du comportement du système dans lequel on analyse le comportement des demandes actuelles vis-à-vis des futures.

### **Externalisation de l'approvisionnement en air comprimé**

Le pour et le contre de l'externalisation doivent être soigneusement soupesés. Un avantage de l'externalisation est la garantie par l'entrepreneur d'une consommation d'énergie par Nm<sup>3</sup> (Normo-m<sup>3</sup>) d'air comprimé. Ensuite il est dans l'intérêt de l'entrepreneur que l'installation fonctionne efficacement. De plus, une surveillance efficace de l'installation est garantie et le personnel peut être déchargé des opérations hors de leur domaine de compétences.

De ce fait, il existe pour le client le risque de la perte des compétences primordiales pour l'optimisation, la planification de nouvelles installations et la maintenance des installations d'air comprimées. Par réinté-

gration des installations à air comprimé, les compétences doivent être recréées. (voir pour cela le fil conducteur de l'entreprise)

### **Modifications organisationnelles**

La pratique a montré qu'en général l'estimation de la valeur d'une installation d'air comprimé par la direction manque. Dans ces circonstances, les services compétents sont seuls responsables, étant donné qu'ils ne réfèrent pas à la direction des incidents importants dans les installations. Cela a pour conséquences d'aboutir à une gestion hasardeuse de l'installation.

La situation du personnel doit être éclaircie. Si besoin le personnel doit être formé pour les travaux en décaoulant. Une autre possibilité est d'introduire un système de mandats dans le domaine de l'air comprimé.

### **Bilan**

L'utilisation de composants simples et efficaces en énergie pour la production, le traitement, la distribution et l'utilisation de l'air comprimé est indispensable. Il est également important de prendre en compte les interférences entre les composants. L'utilisation de composants individuellement efficaces ne conduit pas obligatoirement à un résultat général raisonnable. Le potentiel d'optimisation disponible est considérable.

Une aide professionnelle extérieure est souvent nécessaire, cela dépend également de la pertinence des questions posées au cours du projet, lors de la planification et de la mise en exécution.

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, Servatech, Vektor.

Vous trouverez de plus amples informations à l'adresse suivante : [www.air-comprime.ch](http://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



air comprimé efficient – une campagne de SuisseEnergie  
[www.air-comprime.ch](http://www.air-comprime.ch)