

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

– Le circuit d'air comprimé –

Améliorations entraînant des économies d'énergie

Maxime Venturelli
Facilitateur Énergie

Présentation du 06 mars 2017

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Les coûts d'exploitation

Répartition des coûts d'un réseau d'air comprimé sur une durée de vie moyenne de 10 ans* :

*Note d'heure de fonctionnement : 4250 h/an
Refrigidissement par air du compresseur

! La consommation d'électricité est de loin le poste le plus coûteux

En cause, le rendement des installations d'air comprimé est très souvent médiocre...

...mais peut être très facilement amélioré à peu de frais !

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Améliorations entraînant des économies d'énergie

Les 9 points névralgiques où l'on peut chercher à faire des économies d'énergie sur un réseau d'air comprimé

Dans la salle des compresseurs

1. Gestion optimisée des compresseurs
2. Récupération de chaleur
3. Ventilation du local
4. Traitement de l'air adéquat
5. Taille de stockage

Sur le réseau

6. Détection des fuites
7. Minimiser les pertes de charge
8. Régulation/zonage du réseau

Dans l'atelier

9. Limiter les besoins d'air comprimé

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Améliorations entraînant des économies d'énergie

1. Gestion optimisée des compresseurs

➤ Arrêter les compresseurs quand il n'y a pas de demande d'air

! Très souvent, ...

... installation maintenue en pression même lorsque l'atelier ne travaille pas

→ Vu l'existence de fuites, les compresseurs vont consommer de l'électricité tout à fait superflue.

! Mesure d'amélioration +

S'assurer que les compresseurs sont éteints le plus souvent possible (nuits, WE, jours fériés) et que les réglages de coupure par horloge en tiennent compte.

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Améliorations entraînant des économies d'énergie

1. Gestion optimisée des compresseurs

➤ Éviter le fonctionnement à vide

Compresseur ZR3C d'Atlas Copco

	Puissance nominale	Puissance à vide
Valeur catalogue	61 kW	19kW

€ [15;35] % de la puissance appelée en charge

25% du temps en charge
75% du temps à vide
Consommation spécifique < 0,21 kWh/m³

! Idéalement < 0,12 kWh/m³

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Améliorations entraînant des économies d'énergie

1. Gestion optimisée des compresseurs

➤ Envisager des compresseurs à vitesse variable

Permet des économies d'énergie considérables (25 à 35%) lorsque le compresseur est appelé à travailler à charge partielle.

Lorsque plusieurs compresseurs sont installés en cascade, placer un variateur sur le premier compresseur de la série est dans la plupart des cas suffisant.

! Mesure d'amélioration I +

Remplacer un compresseur de forte puissance par deux ou plusieurs compresseurs plus petits (limite les fonctionnements à vide).

! Mesure d'amélioration II ++

Installer un variateur de vitesse sur le moteur électrique du compresseur.

Améliorations entraînant des économies d'énergie

1. Gestion optimisée des compresseurs

➤ Régler en cascade et pilote au moyen d'une commande intelligente les compresseurs multiples

- ✓ Lier, idéalement, l'installation auprès d'un système de gestion centralisé (GTC)
- ✓ Permet de maintenir en fonctionnement un minimum d'unités.

Mesure d'amélioration (+)
Installez un gestionnaire de cascade afin d'optimiser le contrôle de l'installation et maintenir la pression constante ($\pm 0,1$ bar)

Améliorations entraînant des économies d'énergie

1. Gestion optimisée des compresseurs

➤ Optimiser le niveau de pression

Une diminution de pression de 1 bar génère près de 6% d'économie d'électricité

Gain réel supérieur si l'on tient compte :

- ✓ Des fautes liées à la réduction du niveau de pression
- ✓ Des coûts de maintenance des compresseurs suite à la diminution des heures de fonctionnement

Règle de bonne pratique
Réduire le niveau de pression par paliers successifs afin d'assurer l'absence de problème au niveau de la demande

Mesure d'amélioration (+)
Abaisser la pression de consigne au strict nécessaire (les machines nécessitent généralement que 6 bars)

Améliorations entraînant des économies d'énergie

2. Récupération de chaleur

85 à 90% de l'énergie électrique fournie au compresseur se dégage sous forme de chaleur

60% ou moins de cette chaleur peut être récupérée

Exemple
Un compresseur de 70 kW dégage 70*90% = 63 kW de chaleur
Dont on peut récupérer 61*60% = 36,6 kW
Soit de quoi chauffer une habitation de taille moyenne

Point d'attention
Récupération rentable si la puissance des compresseurs est > 15 kW

Améliorations entraînant des économies d'énergie

2. Récupération de chaleur

Les compresseurs peuvent être refroidis par eau ou par air

Réfrigérant par eau

- Utilisations :
 - ✓ Chauffage de locaux via de l'eau chaude
 - ✓ Production d'ECS
 - ✓ Production d'eau chaude pour le process (nettoyage, ...)
 - ✓ Préchauffage de l'eau neuve des chaudières vapeur

Réfrigérant par air

- Utilisations :
 - ✓ Chauffage de locaux par air chaud
 - ✓ Utilisation d'air chaud au process (séchage, ...)
 - ✓ Utilisation d'air chaud comme air de combustion des brûleurs
 - ✓ Utilisation au niveau du traitement de l'air comprimé

Améliorations entraînant des économies d'énergie

3. Ventilation du local

Habituellement, les compresseurs puisent l'air dans le local technique qui les abrite.

Or, plus l'air est froid, propre et sec, meilleures seront les performances de votre installation.

Évolution de la masse volumique de l'air sec à la pression atmosphérique

L'augmentation de la température d'aspiration provoque un accroissement de la consommation spécifique (kWh/Nm³) du compresseur à hauteur de **0,34%/°C**

Améliorations entraînant des économies d'énergie

3. Ventilation du local

Or, il n'est pas rare d'enregistrer une température élevée dans la salle des compresseurs :

- En raison des déperditions thermique dans le local
- En présence d'autres utilités, telles que des chaudières

Aspirer l'air extérieur permet d'abaisser en moyenne sa température de 10°C.
Soit 10 * 0,34 % \approx **3,5 % d'économie d'électricité potentielle.**

Mesure d'amélioration I (+)
Assurer une ventilation suffisante du local de manière à se rapprocher autant que possible de la température extérieure.

Mesure d'amélioration II (+)(+)
Installer une conduite (gaine flexible) permettant d'aspirer l'air directement à l'extérieur, dans la mesure du possible au nord et à l'ombre, et à l'abri de toute source de chaleur (fumée, air chaud, ...)

Améliorations entraînant des économies d'énergie

3. Ventilation du local

Comment ventiler efficacement le local technique ?

Ventilation naturelle pour les contrats jusqu'à 5,5 kW
 Ventilation forcée pression d'extrémité: tous pour les contrats de 5,5 à 11 kW
 Ventilation forcée: option d'évacuation d'air chaud, pour les contrats à partir de 11 kW

Un registre de circulation d'air thermostaté assure l'équilibre thermique

Pour éviter le refroidissement du local en hiver, équiper la gaine d'évacuation d'air chaud d'un registre de circulation d'air thermostaté

Améliorations entraînant des économies d'énergie

4. Traitement de l'air adéquat

- Maintenir un programme de maintenance du traitement d'air

Le manque de maintenance peut coûter 15% de la facture d'électricité

- Les filtres à air s'encrassent
- Les purgeurs peuvent s'obstruer
- Propreté des échangeurs de chaleur au niveau du séchage

Mesure d'amélioration +
 Entretien, nettoyage, et remplacer les éléments à temps

Améliorations entraînant des économies d'énergie

4. Traitement de l'air adéquat

- Vérifier le niveau d'exigence en matière de traitement d'air

Une exigence de qualité de l'air excessive coûte cher, et provoque souvent des consommations d'électricité inutile

- Doit-on utiliser des filtres très performants ?
- Est-ce nécessaire de travailler avec de l'air très sec ?

Exemple

Pour le séchage, il faut tenir compte du fait que le séchage de l'air dont le point de rosée sous pression est à -40°C coûte de 5 à 10 fois plus cher que le séchage à +2°C.

Mesure d'amélioration +
 Vérifier de temps en temps si vos exigences ne doivent pas être remises en cause.

Améliorations entraînant des économies d'énergie

5. Taille de stockage

Un réservoir n'est jamais trop grand...

Idee à retenir si un jour on effectue des changements sur l'installation

Règle de bonne pratique
 Le volume de stockage requis doit correspondre à une réserve d'une minute

Si un compresseur débite 3 m³/min (à 7 bars), le réservoir maintenu a cette pression, doit avoir un volume de 3 m³ au moins!

Si réservoir trop petit :

Force les compresseurs à se remettre en fonctionnement trop souvent (ni bon pour leur endurance, ni bon en terme de consommation d'énergie)

Améliorations entraînant des économies d'énergie

5. Taille de stockage

L'emplacement du réservoir primaire a un impact notable sur le sécheur d'air

Règle de bonne pratique
 Installer le réservoir dans un lieu le plus frais possible, afin d'abaisser le plus possible la température de l'air, et d'éliminer au maximum d'eau sans recourir à une énergie.

Améliorations entraînant des économies d'énergie

6. Détection des fuites

$$\text{Taux de fuite} = \frac{\text{Pertes dues aux fuites du réseau}}{\text{Production réelle sur une période déterminée}}$$

- Pas rare de rencontrer des taux de fuite ~ 30%
- Programme de maintenance permet de fixer ce taux à max 10% (voire 5% si réseau limité)

Mesure d'amélioration +
 Etablir un programme de repérage et de maintenance des fuites

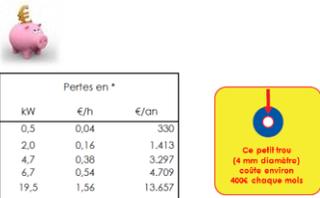
Améliorations entraînant des économies d'énergie

6. Détection des fuites

Des fuites, à quels coûts ?

Fuite orifice	Consommation à 7 bar [Nm³/h]	Pertes en *		
		kW	€/h	€/an
• 1 mm	4,2	0,5	0,04	330
○ 2 mm	18	2,0	0,16	1.413
○ 3 mm	42	4,7	0,38	3.297
○ 4 mm	60	6,7	0,54	4.709
○ 6 mm	174	19,5	1,56	13.657
○ 10 mm	438	49,1	3,92	34.378

* Coût électricité : 0,08 €/kWh - Heures de service : 8760 h/an - Consommation spécifique moyenne du compresseur : 0,112 kWh/Nm³



Améliorations entraînant des économies d'énergie

6. Détection des fuites

Règle de bonne pratique

Profiter d'une période d'inactivité (WE) pour évaluer l'importance des fuites

- Sur base du relevé d'un compteur horaire de fonctionnement en charge

ou

- Sur base du relevé des consommations d'électricité

Règle de bonne pratique

Renouvelez régulièrement les opérations, les fuites sont un phénomène récurrent.

Améliorations entraînant des économies d'énergie

6. Détection des fuites

Où se trouvent les fuites ?

- ❑ Les raccords et joints (raccords rapides en particulier) ;
- ❑ Les flexibles ;
- ❑ Les soufflettes ;
- ❑ Les purgeurs ;
- ❑ Les soupapes de sécurité.



SAVIEZ-VOUS ? 70% des fuites se situent en fin de ligne ; i.e. sur les dernières descentes de l'air comprimé

Améliorations entraînant des économies d'énergie

7. Minimiser les pertes de charge

Les pertes de charges sont dues aux **forces de frottement** liées à l'écoulement de l'air.

Deux types de pertes de charges sont à distinguer :

- **Les pertes de charge régulières**
 - Liées aux parties droites du réseau
 - Proportionnelles :
 - À la longueur du réseau (L)
 - Au carré du débit d'air (D²)
 - À la rugosité de la paroi interne des tuyaux (k)
- **Les pertes de charge singulières**
 - Liées aux accessoires présents sur le réseau (coudes, tees, vannes, filtres, détendeurs, ...)



Améliorations entraînant des économies d'énergie

7. Minimiser les pertes de charge

Valeurs cibles

Les pertes de charges doivent être inférieures aux limites suivantes :

- Traitement de l'air : < 0,7 bar
- Réseau : < 0,5 bar
- Équipement au niveau de l'utilisation : < 0,5 bar



Améliorations entraînant des économies d'énergie

8. Régulation / zonage du réseau

- **Si seuls quelques utilisateurs nécessitent une alimentation à haute pression**

Distribuer de l'air à 10 bars dans l'atelier pour une seule machine

Alors que 6 bars suffisent partout ailleurs

Induit une consommation électrique supplémentaire de 20%

Mesure d'amélioration (+)

Examiner la possibilité d'installer un petit surpresseur localisé à proximité de l'utilisateur haute pression et réduire la pression nominale de la centrale d'air comprimé

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Améliorations entraînant des économies d'énergie

8. Régulation / zonage du réseau

➤ Si certaines parties de l'atelier sont peu exploitées, voire plus utilisées.

Repérer les zones qu'il n'est pas nécessaire de maintenir en pression tout le temps.

Mesure d'amélioration (+)

Installer une vanne permettant de ne plus alimenter ces zones en périodes d'inactivités

Identifier les sections non utilisées

Mesure d'amélioration (+)

Colmater ou démonter les jonctions de ces parties non utilisées.

Mise en garde :

- Ne pas se fier à une vanne d'isolation simplement fermée.
- Si son joint sèche, elle peut cesser d'être étanche.

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Améliorations entraînant des économies d'énergie

8. Régulation / zonage du réseau

➤ Si une installation doit fonctionner 24/24h uniquement parce qu'une seule application doit rester sous pression

Lorsque l'atelier est à l'arrêt, et qu'une application doit rester maintenue en pression en permanence, quelles sont les solutions d'améliorations ?

Mesure d'amélioration (+)

Installer un petit compresseur pour alimenter cette seule application
→ Permet d'arrêter les compresseurs principaux

À placer :

- **Dans le local technique** : nécessite de prendre en compte la perte de charge du circuit.
- **À proximité de l'application** : envisageable financièrement si les unités de traitement d'air ne doivent pas être dédoublées.

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Améliorations entraînant des économies d'énergie

9. Limiter les besoins d'air comprimé

➤ Décourager l'usage des soufflettes



Mesure d'amélioration à entreprendre :

- Rappeler aux collaborateurs que l'air comprimé coûte cher
- Privilégier le balai ou l'aspiration aux soufflettes pour nettoyer un plan de travail
- Ajuster (si possible) la pression de régulation des soufflettes à 2 bars (si réducteur de pression intégré).
- Indiquer clairement sur les soufflettes leur usage

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Améliorations entraînant des économies d'énergie

9. Limiter les besoins d'air comprimé

➤ Envisager au préalable d'autres méthodes d'utilisation de l'énergie

Le compresseur à air comprimé consomme environ **10 unités d'énergie électrique**.

N'est-il pas plus judicieux d'envisager des moteurs électriques à entraînement direct ? Bien que généralement plus coûteux à l'investissement et besoin de maintenance.

À envisager au préalable, mais...

L'emploi de l'air comprimé reste d'une part **plus pratique** :

- Matériel facilement interchangeable

Et d'autres part **plus sécurisant** que l'emploi de l'électricité :

- Pas de câbles électriques et risque d'étincelle (zone ATEX par ex.)
- Pas de risque de surcharge (risque de détérioration)
- Peu sensible aux champs électromagnétiques

ICEDD asbl FACILITATEUR URE Wallonie

Merci pour votre attention!

Maxime VENTURELLI
ICEDD
☎ : 081/250.480
E-mail : mv@icedd.be