

Classification des filtres, systèmes de dépoussiérage et assainissement, récupération d'énergie, chambres blanches, régulation électronique de vitesse et régulation de pression.

Filtres pour l'air page 2

Les filtres à air contemplés par les règles sont subdivisés en 3 catégories fondamentales: grossiers, fins et absolus. Les absolus à leur tour sont subdivisés en deux classes différentes: HEPA (High Efficiency Particulate Air filters) ULPA (Ultra Low Penetration Air filters).

Les systèmes de dépoussiérage industriel page 3

Le secteur de dépoussiérage industriel est très varié et il se ramifie en nombreuses branches spécialisées. Pour un examen préliminaire du problème il est nécessaire de disposer de deux séries de données: caractéristiques de l'installation qui émet les polluants; la nature des polluants et leurs caractéristiques.

L'assainissement des brouillards d'huile et d'émulsion page 4

Dans les ateliers mécaniques, où la production se base sur l'utilisation de machines-outils, un des problèmes plus commun est l'intervention d'assainissement afin de limiter la présence des brouillards d'huile ou d'émulsion. Les machines-outils en effet, travaillant à des rythmes productifs très élevés, emploient une grande quantité de fluides lubrifiants comme huile ou émulsions de cette dernière et eau.

La récupération d'énergie page 8

Pour les installations d'aspiration avec des débits élevés, il peut être avantageux d'évaluer une récupération d'énergie hivernale de la chaleur, au moyen d'échangeurs de chaleur.

Les chambres blanches page 9

Une "chambre blanche" est un atelier dans lequel l'aération, la ventilation, la filtration d'air, les matériaux de construction et de procédures opérationnelles, sont réglementés pour contrôler la concentration et la qualité des particules présentes dans l'air et pour répondre à des niveaux de nettoyage adéquats.

Régulation électronique de vitesse et régulation de pression page 11

L'emploi de tableaux électriques GGE avec le convertisseur de fréquence (communément appelé Inverter), et le régulateur de pression GGE modèle DPF-REG, représente la solution technique plus avancée, simple et efficace pour le contrôle de l'aspiration en fonction de l'ouverture et de la fermeture des bouches aspirantes sur les cycles de production.

CLASSIFICATION DES FILTRES À AIR

La classification des filtres à air est réglée par de différentes réglementations, qui permettent de définir avec précision les caractéristiques du filtre en relation à sa classe d'efficacité et son emploi.

Les filtres à air contemplés par les réglementations sont subdivisés en 3 catégories fondamentales: **grossiers**, **fins** et **absolus**. Les absolus à leur tour sont subdivisés en deux classes différentes: **HEPA** (High Efficiency Particulate Air filters) **ULPA** (Ultra Low Penetration Air filters).

Les dépoussiéreurs industriels (par exemple les filtres à manche et à cartouches) et d'autres produits analogues, ne sont pas contemplés par les réglementations indiquées par la suite. Pour eux il y a des données directrices basées sur l'expérience de l'industrie.

DIMENSIONS STANDARDS DE LA FILTRES MULTI-PLIS

| Modèle | Débit max (m ³ /h) | Surface filtrante (m ²) | Dimensions (mm) |
|--------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| 42 | 500 | 4,5 | 305 x 610 x 149 |
| 4 | 1000 | 9 | 610 x 610 x 149 |
| 7 | 1250 | 11,2 | 762 x 610 x 149 |
| 42x | 1000 | 8,6 | 305 x 610 x 149 |
| 4x | 2000 | 18 | 610 x 610 x 149 |
| 7x | 2500 | 22,5 | 762 x 610 x 149 |
| 52 | 1000 | 8,6 | 305 x 610 x 292 |
| 5 | 2000 | 18 | 610 x 610 x 292 |
| 6 | 2500 | 22,5 | 762 x 610 x 292 |



Filtre haute à efficacité

RÉGLEMENTATION CEN EN 779 POUR FILTRES GROSSIERS ET FINS

Cette réglementation est une des plus utilisée et se base sur la *Réglementation Eurovent 4/5* et sur le *Standard ASHRAE 52-76*.

Elle est entendue à déterminer l'efficacité des filtres moyens et fins avec poussière atmosphérique, au moyen d'une méthode opacimétrique et l'arrestance des filtres grossiers avec poussière synthétique, au moyen d'une méthode gravimétrique. Cette réglementation a un double système de classification qui utilise des lettres et des nombres: **G** et **F**. **G** pour les filtres grossiers et **F** pour les filtres fins, suivis par les nombres de 1 à 9. Elle reprend de la Réglementation précédente et dépassée *Norma Eurovent 4/5* la subdivision des filtres en classes différentes de EU1 à EU9, selon la respective arrestance et efficacité.

| Type filtre | CEN EN 779 | Eurovent 4/5 | Arrestance moyenne avec poussière synthétique Am% | Efficacité moyenne opacimétrique Em% | Perte de charge finale Pa |
|-------------|------------|--------------|---|--------------------------------------|---------------------------|
| grossier | G 1 | EU 1 | Am < 65 | - | 250 |
| | G 2 | EU 2 | 65 < Am < 80 | - | 250 |
| | G 3 | EU 3 | 80 < Am < 90 | - | 250 |
| | G 4 | EU 4 | 90 < Am | - | 250 |
| fin | F 5 | EU 5 | - | 40 < Em < 60 | 450 |
| | F 6 | EU 6 | - | 60 < Em < 80 | 450 |
| | F 7 | EU 7 | - | 80 < Em < 90 | 450 |
| | F 8 | EU 8 | - | 90 < Em < 95 | 450 |
| | F 9 | EU 9 | - | 95 < Em | 450 |

RÉGLEMENTATION EN 1882 POUR FILTRES ABSOLUS

La réglementation (basés sur *DIN 24183*) affirme qu' "après avoir vérifié que chaque milieu filtrant présente un point de pénétration maximum (ou efficacité inférieure) en relation à une dimension déterminée de particules (qui est variable comme la vitesse de passage du flux; de la densité du milieu; du diamètre des fibres qui constituent le même milieu), on a établi de certifier chaque filtre sur ce point critique plus pénétrant *MPPS (Most Penetrating Particle Size)*.

La réglementation subdivise les filtres **HEPA** et **ULPA** en classifiant les premiers de H10 à H14 et les deuxièmes de classe U15 à U17.

| Type filtre | CEN EN 779 | DIN 24183 | Efficacité globale MPPS % | Efficacité ponctuelle pertes localisées % |
|-------------|------------|-----------|---------------------------|---|
| absolu | H 10 | EU 1 | 85 | - |
| | H 11 | EU 2 | 95 | - |
| | H 12 | EU 3 | 99,5 | - |
| | H 13 | EU 4 | 99,95 | 99,75 |
| | H 14 | EU 5 | 99,995 | 99,975 |
| | U 15 | EU 6 | 99,9995 | 99,9975 |
| | U 16 | EU 7 | 99,99995 | 99,99975 |
| | U 17 | EU 8 | 99,999995 | 99,99990 |

Les systèmes de dépoussiérage industriel

Le secteur du dépoussiérage industriel est très varié et se ramifie dans plusieurs branches spécialisées. Pour un examen préliminaire du problème il est nécessaire de disposer de deux séries de données: caractéristiques de l'installation qui émet les polluants; nature des polluants et leurs caractéristiques.

De la première font partie les informations sur l'emploi de l'énergie et sur les matériaux ou substances employées dans le processus dont dérivent les polluants. En ce qui concerne la seconde, il est important de connaître la nature et la concentration des poussières; la distribution des dimensions; la concentration avec les valeurs moyennes et extrêmes; les caractéristiques quant à capacité d'érosion, abrasion, adhésion, etc. Toxicité, inflammabilité, prédisposition à l'explosion sont d'autres facteurs à vérifier.

L'efficacité des systèmes de dépoussiérage est influencée par le diamètre des particules et donc il est très important de bien connaître la distribution des dimensions des poussières. S'il n'y a pas de données précises, il est recommandable d'effectuer des prélèvements afin d'obtenir des résultats significatifs.

Les systèmes de dépoussiérage disponibles se subdivisent en peu de types fondamentaux, selon le principe ou les mécanismes d'interception standard:

- séparateurs centrifuges (cyclones, inertiels, à gravité)
- filtres à manches / poches
- séparateurs humides (tours humides, tours de lavage, cyclones humides)
- filtres à cartouches

Le tableau suivant résume indicativement les situations les plus communes dans la réalité industrielle

| Secteur industriel | Ø particules (µm) | Concentration des poussières (mg/m³) | Cyclone | Tours de lavage | Filtres à manches | Filtres à cartouches |
|-----------------------------------|-------------------|--------------------------------------|---------|-----------------|-------------------|----------------------|
| Pharmaceutique | | | | | | |
| - Granulation | 10 - 50 | 200 - 1000 | I | D | I | E |
| - Revêtement | 5 - 10 | 50 - 500 | | | | |
| Pharmaceutique-alimentaire | | | | | | |
| - Conditionnement | 20 - 50 | 200 - 1000 | I | I | B | E |
| - Mouture | 2 - 50 | 300 - 1000 | | | | |
| - Pesage | 2 - 20 | 100 - 200 | | | | |
| Chimique | | | | | | |
| - Mélange | 10 - 100 | 100 - 500 | I | I | B | E |
| - Broyage | 5 - 20 | 300 - 1000 | | | | |
| - Conditionnement | 20 - 100 | 200 - 1000 | | | | |
| Travail plastique | | | | | | |
| - Mélange | 2 - 20 | 100 - 500 | D | I | B | B |
| - Travail à chaud | 0,5 - 20 | 50 - 200 | | | | |
| - Travail à froid | 10 - 100 | 200 - 1000 | | | | |
| Agricole | | | | | | |
| - Travail des céréales | 10 - 500 | 500 - 2000 | B | I | B | D |
| - Séchage | 10 - 100 | 100 - 500 | | | | |
| - Conditionnement | 50 - 100 | 500 - 2000 | | | | |
| Métallurgie | | | | | | |
| - Fours électriques | 10 - 50 | 500 - 5000 | B | D | D | E |
| - Hauts fourneaux | 20 - 200 | 300 - 2000 | | | | |
| - Transport minéraux | 50 - 500 | 500 - 5000 | | | | |
| Usinages | | | | | | |
| - Laser / Plasma | 0,5 - 10 | 10 - 50 | I | D | I | E |
| - Soudage | 0,5 - 5 | 5 - 20 | | | | |
| - Peinture | 2 - 30 | 100 - 500 | | | | |
| Travail du bois | | | | | | |
| - Coupage | 50 - 1000 | 200 - 2000 | B | B | D / B | I |
| - Finition | 20 - 500 | 50 - 1000 | | | | |
| - Peinture | 2 - 30 | 100 - 500 | | | | |
| Céramique | | | | | | |
| - Atomisation | 2 - 20 | 200 - 2000 | I | D | E | B |
| - Conditionnement | 5 - 100 | 50 - 1000 | | | | |
| - Peinture | 2 - 30 | 100 - 500 | | | | |

E: Emploi excellent - B: Emploi bon - D: Emploi discret - I: Emploi insuffisant

L'assainissement des brouillards d'huile et d'émulsion

L'emploi des filtres localisés sur la machine qui centrifugent l'air et le réintroduisent à l'intérieur de l'établissement est INTERDIT. En effet au paragraphe 2,5,1 de "Les critères pour l'autorisation et le contrôle des émissions dans l'atmosphère" publié par CRIAER, il est reporté: *"les émissions qui proviennent d'appareillages de processus ou qui servent à l'amélioration du lieu de travail DOIVENT, MEME APRES L'ASSAINISSEMENT, être dirigées à l'extérieur"*.

Dans les ateliers mécaniques, où la production se base sur l'utilisation de machines-outils, un des problèmes plus commun est l'intervention d'assainissement afin de limiter la présence des brouillards d'huile ou d'émulsion.

Les machines-outils en effet, travaillant à des rythmes productifs très élevés, emploient une grande quantité de fluides lubrifiants comme huile ou émulsions de cette dernière et eau.

Ce fluide en contact avec l'outil se vaporise et se disperse continuellement dans l'atelier en créant à l'intérieur de l'établissement un brouillard qui rend l'air totalement insalubre et, à long terme, il rend les surfaces glissantes.

Le brouillard d'huile (ou d'émulsion) se compose de particules très fines qui entrent dans la fraction respirable de l'homme. Cela signifie qu'il peut arriver à endommager irréparablement l'appareil respiratoire, même en vertu du fait que le brouillard est véhicule pour particules métalliques emportées pendant le travail.

GGE est leader depuis des années dans la conception d'installations centralisées pour l'assainissement de ces milieux.

Les perspicacités sur lesquelles se base la conception de ce type d'installation sont multiples, mais il est fondamental de procéder à la captation près de la source.

Les modernes machines-outils sont déjà carénées afin d'optimiser le confinement et elles sont prévues avec une bouche bridée pour le branchement aux installations d'aspiration.

Au contraire, les machines plus anciennes ne présentent pas de carénage et dans ce cas on peut procéder dans des modalités différentes selon les caractéristiques de la machine.

La méthode plus sûre est toujours celle de pourvoir à un carénage de la machine mais, au cas où ce ne serait pas possible, les alternatives sont:

- des hottes placées supérieurement à la machine avec des bandelettes périmétriques pour le confinement.
- l'utilisation de bras articulés et une hotte terminale qui aspire près de l'outil.

L'air pollué est aspiré et donc dirigé vers le collecteur ou branche principale de la tubulure.

Il est très important que ces tubulures soient dimensionnées et produites selon des critères dictés pas seulement par la physique mais aussi par l'expérience: le siliconage soit en phase de construction (dans nos établissements), qu'en phase de montage; le raccordement des gaines flexibles à l'intérieur (par exemple en utilisant des accouplements à "emboîtement"); la construction des courbes avec les secteurs superposés en forme de tuiles.

La section des tuyauteries est dimensionnée avec le critère des diamètres décroissants, afin de maintenir une vitesse adéquate dans chaque point, pour limiter le plus possible les dépôts. On



Installation de captation brouillards d'huile dans une usine de production menuiserie métallique pour le secteur de l'automobile



L'assainissement des brouillards d'huile et d'émulsion

prévoira en plus une pente de quelques degrés dans la direction d'aspiration pour permettre l'écoulement des liquides condensés vers une extrémité. En correspondance de ces extrémités ou de brusques changements de direction on prévoit la présence de siphons de décharge ou de réception des liquides.

La canalisation dépend d'un appareil de filtration à haute efficacité qui doit abattre le polluant avant l'expulsion dans l'atmosphère.

Le choix du type de filtre dépend des caractéristiques du polluant à traiter: habituellement pour brouillards d'huile le choix se porte sur l'unité de filtration électrostatique, tandis que pour les brouillards d'émulsion on utilise des batteries qui se composent de différents étages.

Il est très important, afin d'obtenir les efficacités nécessaires à la suppression, de dimensionner le filtre avec les surfaces filtrantes adéquates et la vitesse de passage. Le filtre doit prévoir un fond conformé pour permettre la récupération ou le stockage des fluides retenus. La dépression qui permet l'aspiration de l'air est produite par un ventilateur électrique qui, chaque fois, est dimensionné selon les exigences de l'installation individuel.

GGE produit depuis plusieurs années une large palette de ventilateurs à accouplement direct ou à transmission capables de couvrir toutes les exigences de débits et hauteurs d'élévation.

Le tuyau d'aspiration du ventilateur est bridé à la cheminée d'évacuation selon les normes spécifiques.



Installation de batteries filtrantes électrostatiques

L'assainissement des brouillards d'huile et d'émulsion



Prise aspirante avec clapet de réglage, clapet on/off électro-pneumatique et 'emboîtement' anti-huile



Filtre AIRSOL 6

L'installation est gérée par un tableau de commande qui peut prévoir des automatisations selon les exigences du client et les cadences de travail.

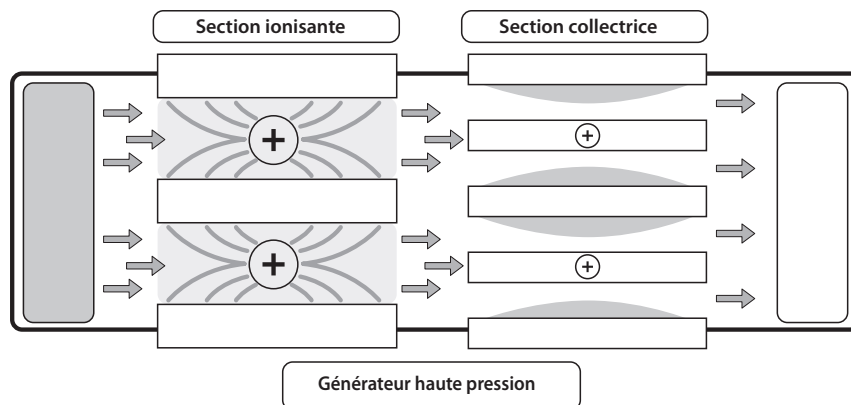
Les considérables quantités d'air en jeu peuvent constituer une considérable consommation d'énergie en hiver puisque l'air chaud aspiré doit être réintégré dans atelier avec air froid qui doit être à son tour chauffé.

Dans les dernières années GGE s'est spécialisée dans la production d'installations automatiques modulantes, grâce à l'emploi de tableaux de commande avec convertisseur de fréquence, communément appelés INVERTER, et un régulateur de pression GGE mod. DPF. Ce système représente la solution technique plus avancée, simple et efficace pour le monitoring, à chaque instant, de l'aspiration en fonction de l'ouverture et la fermeture des bouches aspirantes sur des cycles de production.

Chaque machine est dotée d'une soupape automatique qui s'ouvre ou s'arrête selon l'utilisation. La sonde DPF est en mesure de déterminer combien de machines sont ouvertes et par conséquent aspirer seulement l'air strictement nécessaire. Avec ces perspicacités l'économie d'énergie pendant l'hiver peut arriver même à 50%.

On obtient d'autres avantages tels que: une absorption électrique inférieure, un silence majeur, la simplification d'installations et essais.

LE FONCTIONNEMENT DE L'UNITÉ DE FILTRATION ÉLECTROSTATIQUE



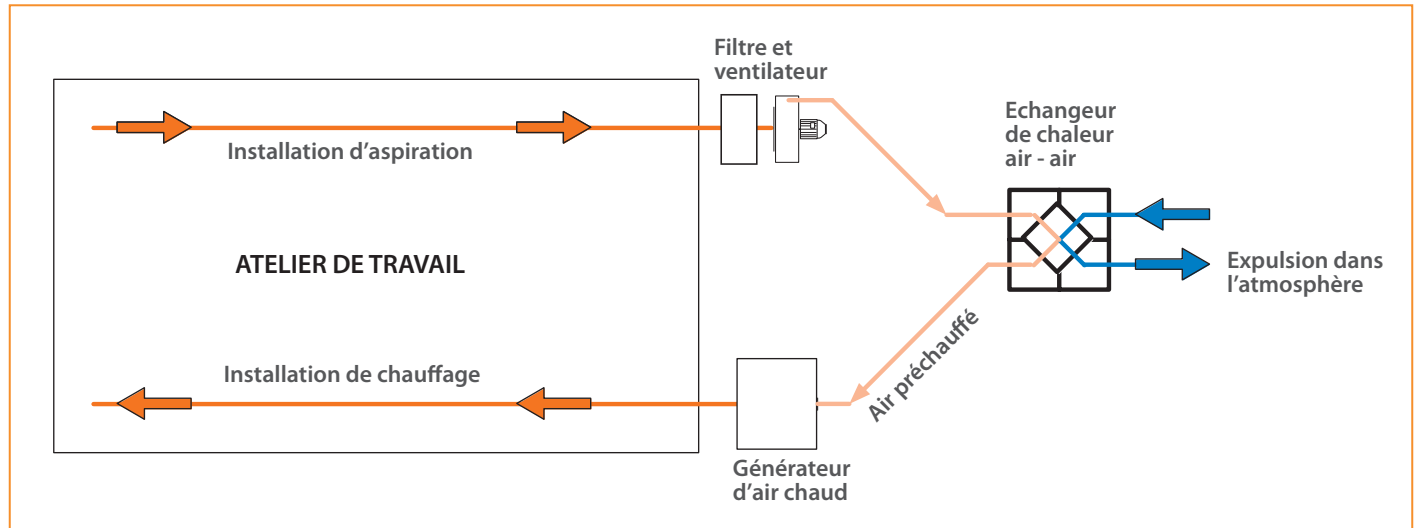
Les exhalations arrivent à la première batterie de l'unité de filtration électrostatique, formée d'un pré-filtre mécanique, qui arrête les particules les plus grossières. A travers la cellule ionisante les particules sont ensuite chargées électriquement et puis abattues dans la cellule collectrice par les plaques à masse.

Etage final AIRSOL,
filtre à haute efficacité



Une ultérieure économie d'énergie peut être obtenue en combinant un échangeur de chaleur à l'installation d'aspiration et de chauffage. Dans ce cas, la possibilité pendant l'hiver de réchauffer de l'air plus chaud qu'à l'extérieur, permet une économie d'énergie et un amortissement sur la moyenne période.

Schéma d'une installation avec récupération d'énergie



Installation avec récupération d'énergie



Pour les installations d'aspiration avec des débits élevés, il peut être avantageux d'évaluer une récupération d'énergie hivernale de la chaleur, par des échangeurs de chaleur.

Nous considérons comme exemple une installation d'aspiration et épuration avec un débit d'environ 20000 m³/h d'air. Nous supposons que cet air, évidemment chaud, soit à 20 °C. avec une température externe à 0 °C.

$$Q: 20000 \text{ m}^3/\text{h}; T_e: 20 \text{ }^\circ\text{C}; T_i: 0 \text{ }^\circ\text{C}$$

En hiver cette chaleur qui est extraite doit être réintégrée. Nous supposons que ceci se produit par un générateur d'air chaud qui prélève de l'air de l'extérieur, la réchauffe et l'introduit à nouveau dans l'atelier. La chaleur dont nous avons besoin, en termes numériques correspond à:

$$Q_1 = 20000 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,3 \text{ kcal/m}^3 \text{ }^\circ\text{K} \times (20 \text{ }^\circ\text{C} - 0 \text{ }^\circ\text{C}) = 120000 \text{ kcal/h}$$

Pour obtenir une quantité de chaleur pareille, le brûleur doit produire, avec un rendement du générateur du 90%, une quantité de chaleur égale à:

$$Q_f = 120000 \text{ kcal/h} / 0,9 = 133300 \text{ kcal/h}$$

Le méthane produit, en brûlant, 8200 kcal/m³. Donc pour obtenir Q_f nous devons brûler, par heure:

$$P_v = 133300 \text{ kcal/h} / 8200 \text{ kcal/m}^3 = 16,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Supposant: fonctionnement journalier moyen de 13 heures, 120 jours ouvrables annuels et le coût du méthane de 0,34 €/m³, la dépense pour réintégrer la chaleur enlevée par l'installation d'aspiration, peut être calculée:

$$\text{Dépense sans récupération} = 12,2 \text{ m}^3/\text{h} \times 13 \text{ h} \times 120 \text{ g} \times 0,34 \text{ €/m}^3 = 8620,00 \text{ €/an}$$

Avec la récupération d'énergie par l'échangeur de chaleur, nous ne devons pas porter la température de l'air externe à 20 °C, mais le T de sortie du récupérateur qui préchauffe l'air externe en utilisant juste le même air que nous jetons dehors à 20 °C. Supposons de récupérer 7 °C et que donc le générateur doit réchauffer de l'air à cette température au lieu de 0 °C.

Dans ces conditions le générateur doit fournir:

$$Q_{12} = 20000 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,3 \text{ kcal/m}^3 \text{ }^\circ\text{K} \times (20 \text{ }^\circ\text{C} - 7 \text{ }^\circ\text{C}) = 78000 \text{ kcal/h}$$

Avec le rendement du brûleur à 0,9 nous avons:

$$Q_{12} = 78000 \text{ kcal/h} / 0,9 = 86600 \text{ kcal/h}$$

Les m³ de méthane nécessaires deviennent:

$$P_{v2} = 86600 \text{ kcal/h} / 8200 \text{ kcal/m}^3 = 10,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

Et donc la dépense annuelle est de:

$$\text{Dépense avec récupération} = 10,56 \text{ m}^3/\text{h} \times 13 \text{ h} \times 120 \text{ g} \times 0,34 \text{ €/m}^3 = 5600,00 \text{ €/an}$$

Ceci se traduit dans une économie par an:

$$\text{Économie par an: } 8620,00 - 5600,00 = 3020,00 \text{ €}$$

Schéma d'une installation d'aspiration et chauffage traditionnel sans récupération d'énergie

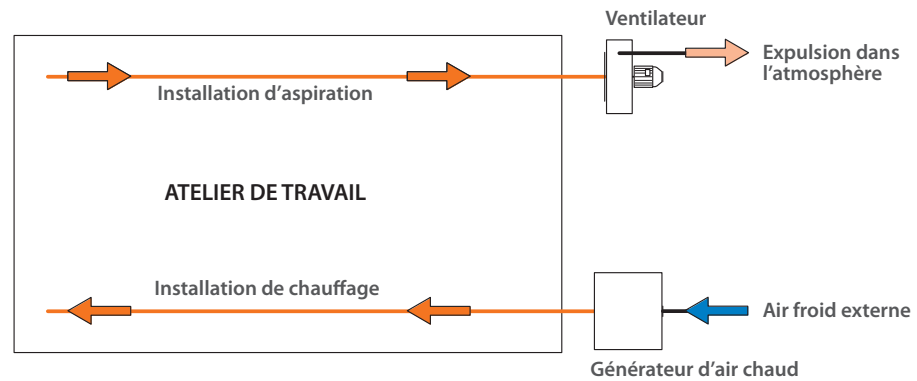
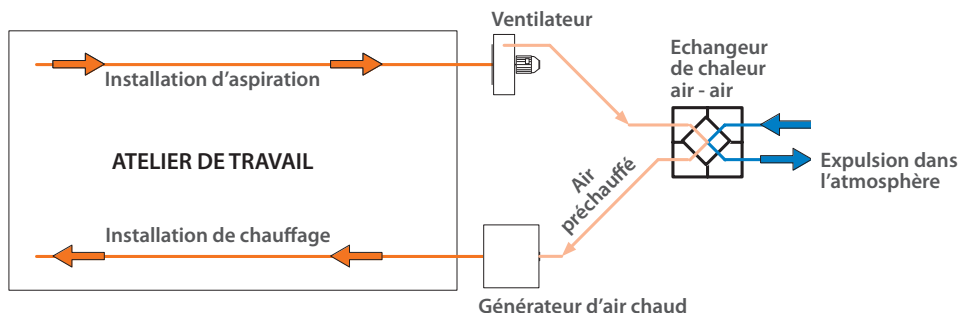


Schéma d'une installation d'aspiration et chauffage avec récupération d'énergie



Une "chambre stérile" est un atelier dans lequel aération, ventilation, filtration d'air, matériaux de construction et procédures opérationnelles, sont réglementés pour contrôler la concentration et la qualité des particules présentes dans l'air et pour répondre à des niveaux de nettoyage adéquats.

Les "clean room" (un autre mode d'identifier une chambre à contamination contrôlée) sont réalisées selon la technique de la "limitation dynamique" pour laquelle l'atelier est maintenu à une pression supérieure à celle extérieure à la chambre, pour éviter l'immission du flux polluants vers l'intérieur.

La structure de la chambre stérile est réalisée en utilisant des matériaux à bas relâchement des particules expressément étudiés; l'installation d'aération et de conditionnement est dimensionnée pour garantir les conditions idéales de pression, la température et l'humidité, ainsi qu'un degré de filtration adéquat à l'utilisation à laquelle la chambre est destinée.

Dans la chambre stérile, le flux d'air, après une filtration appropriée, est introduit du plafond, traverse le local et ensuite il est repris par des grilles appropriées placées dans la partie inférieure de la structure. D'ici l'air arrive à l'unité de traitement air où il est en partie recyclé et en partie expulsé. Evidemment l'air expulsé est rétabli par de l'air nouvel externe qui subira le procédé de filtration.

Pour éviter des contaminations qui peuvent entacher le degré de stérilité de la chambre, une importance particulière est des chambres elles-mêmes. Ceci implique la correcte gestion des entretiens et l'emploi, avec des instructions adéquates au personnel chargé de l'utilisation. Il est en effet nécessaire que le personnel travaillant à l'intérieur de la chambre utilise un habillement spécial et qu'avant d'entrer, un atelier de passage soit disponible (chambre grise) pour se laver et s'habiller.

Le transport du matériel vers la chambre doit aussi être réalisé pour limiter au maximum des contaminations de l'extérieur. Ceci signifie qu'il doit arriver à l'intérieur en "clean conditions" ou bien nettoyé, filtré, transporté avec des systèmes réservés.

La classification des "clean room" se produisait, il y a quelques années, selon la "Federal Standard 209" et donc de classe 100,1000,10000, etc. La réglementation distingue 6 classes ambiantes selon le nombre de particules avec diamètre supérieur à 0,5 mm présentes dans un pied-cube (28 litres environ): classe 1,10,100,1000,10000, 100000. Un atelier est défini de classe 100 s'il contient un maximum de 100 particules avec un diamètre supérieur à 0,5 mm en pied-cube.

Actuellement la réglementation ISO 14644 prévoit une autre mode de classier les milieux qui utilisent la nomenclature Classe ISO 5, ISO 6, ISO 7, etc.

Concentrations de particules maximums aux dimensions critiques (ISO 14644)

| Classe ISO | 0,1 mm | 0,2 mm | 0,3 mm | 0,5 mm | 1 mm | 5 mm |
|------------|-----------|---------|---------|------------|-----------|---------|
| ISO 1 | 10 | 2 | - | - | - | - |
| ISO 2 | 100 | 24 | 10 | 4 | - | - |
| ISO 3 | 1.000 | 237 | 102 | 35 | 8 | - |
| ISO 4 | 10.000 | 2.370 | 1.020 | 352 | 83 | - |
| ISO 5 | 100.000 | 23.700 | 10.200 | 3.520 | 832 | 29 |
| ISO 6 | 1.000.000 | 237.000 | 102.000 | 35.200 | 8.320 | 293 |
| ISO 7 | - | - | - | 352.000 | 83.200 | 2.930 |
| ISO 8 | - | - | - | 3.520.000 | 832.000 | 29.300 |
| ISO 9 | - | - | - | 35.200.000 | 8.320.000 | 293.000 |

Correspondance entre les classes ISO 14644 et FS 209 E

| Federal Standard 209 E | ISO 14644 |
|------------------------|-----------|
| Classe 10 | ISO 4 |
| Classe 100 | ISO 5 |
| Classe 1.000 | ISO 6 |
| Classe 10.000 | ISO 7 |
| Classe 100.000 | ISO 8 |



CENTRALE POUR LE CONTRÔLE ÉLECTRONIQUE INVERTER ET VITESSE D'AIR CONSTANTE POUR RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE

L'emploi des tableaux électriques GGE avec le convertisseur de fréquence (communément appelé **Inverter**), et le régulateur de pression GGE mod. DPF-REG, représente la solution technique plus avancée, simple et efficace pour le contrôle de l'aspiration en fonction de l'ouverture de la fermeture des bouches aspirantes sur les cycles de production.

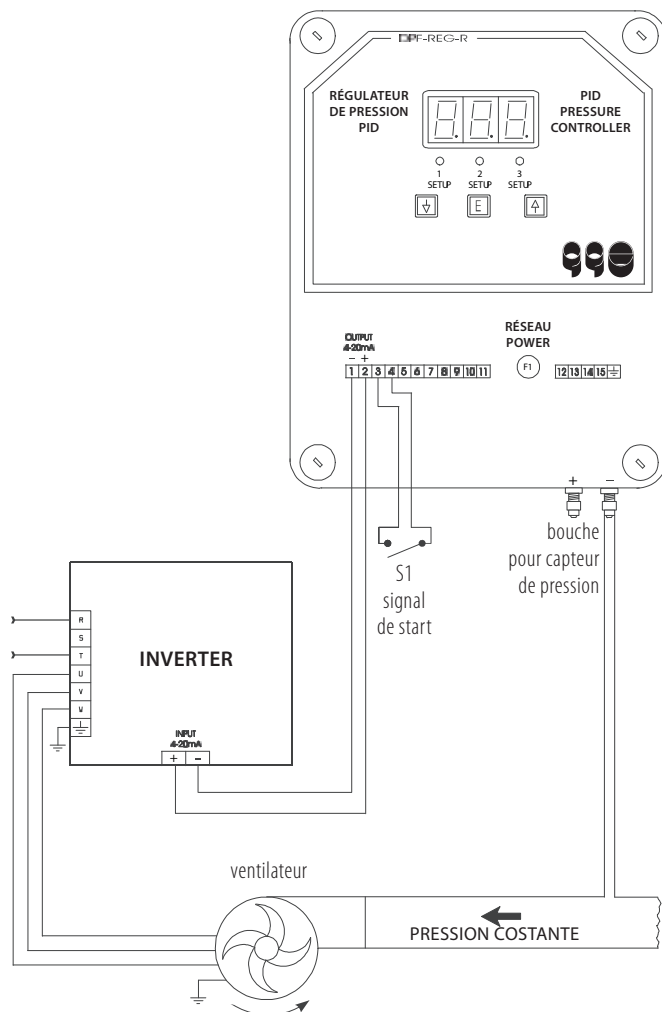
CE SYSTÈME PRODUIT DES AVANTAGES CONSIDÉRABLES

L'économie d'énergie, représente, sûrement, le majeur avantage dérivant de l'utilisation de ce système par rapport à des technologies différentes et des méthodes de réglage alternatives.

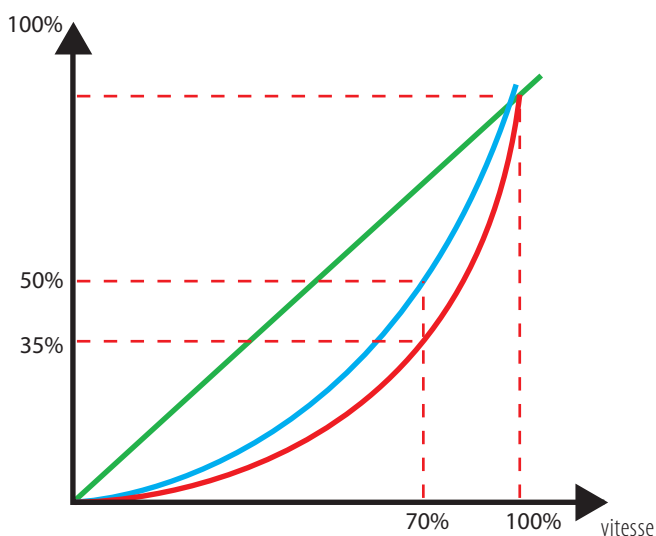
EXEMPLE D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

Dans les pompes et dans les ventilateurs, le débit est directement proportionnel à la vitesse de rotation. En réduisant la vitesse de rotation du moteur de 30%, le débit de la pompe ou du ventilateur sera par conséquent réduit d'un 30%. La consommation d'énergie, toutefois, se réduit d'un 65% environ, comme l'on peut déduire du graphique ci-dessous.

Les rapports existants entre débit, pression, vitesse et puissance sont indiquée dans le graphique.



Graphique puissance/pression/débit inverter



- Débit: $Q1/Q2 = (n1/n2)$
- Pression: $H1/H2 = (n1/n2)^2$
- Puissance: $P1/P2 = (n1/n2)^3$

- Q = Débit
- Q1 = Débit nominal à vitesse nominale
- Q2 = Valeur de débit à atteindre
- H = Pression
- H1 = Pression nominale à vitesse nominale
- H2 = Réduction de la pression
- P = Puissance
- P1 = Puissance nominale
- P2 = Réduction de la puissance
- n = Vitesse moteur
- n1 = Vitesse nominale
- n2 = Réduction de vitesse

ON ECONOMISE COMBIEN?

Ce calcul est à titre d'exemple et tous les techniciens pourront vérifier dans sa propre application, l'économie d'énergie réelle. Nous supposons que le ventilateur soit utilisé sur une installation d'aspiration, dont le débit est réglé par des soupapes à clapet. Nous considérons un ventilateur de puissance nominale 30 kW utilisé pour un temps moyen journalier de 8 heures et pour une période de 350 jours par an.

Avec un fonctionnement moyen journalier de:

- 4 heures au débit nominal
- 2 heures à la moitié du débit
- 2 heures à un quart de débit

dans le cas où le ventilateur serait alimenté directement à partir du réseau, la consommation électrique prévue pour un an sera de:

Consommation électrique annuelle = 30kW x 8h x 350 jours = **84000 kWh**

Egale à **€ 10412,00** (supposant un coût de 0,12 €/kWh).

AVEC LE SYSTÈME GGE À INVERTER

Fonctionnement à moitié débit: pour fonctionner à un débit partagé en deux, le moteur devra fonctionner à une vitesse égale à 50% de la vitesse nominale. La fréquence de sortie de l'inverter sera donc partagée en deux. La puissance requise du moteur pour travailler à 50% de la vitesse sera égale à un huitième de la puissance nominale, donc à seul **3,75 kW**.

Fonctionnement à un quart du débit: pour travailler à un quart du débit, le moteur devra tourner à une vitesse égale à 25% de la vitesse nominal. Dans cette condition, la puissance absorbée par le moteur sera égale à un soixante-quatrième seulement de la puissance nominale, donc à seul **0,5 kW** environ.

Consommation électrique annuelle avec Inverter:

$((30\text{kW} \times 4\text{h}) + (3,75 \text{ kW} \times 2\text{h}) + (0,5 \text{ kW} \times 2\text{h})) \times 350 \text{ jours} = 44,975 \text{ kWh}$

égale à **€ 5575,00** (supposant un coût de 0,12 €/kWh).

Economie annuelle égale à **€ 4837,00**.

D'AUTRES AVANTAGES

- Absence de soupapes de réglage: le débit et la pression seront réglés en variant la vitesse de rotation du moteur du ventilateur et en rendant superflu l'emploi des soupapes de réglage.
- Installation simplifiée: les tableaux électriques GGE avec Inverter incorporent, à leur interne, différents dispositifs qui simplifient le montage et la mise en service de l'installation, en réduisant sensiblement également les coûts de la mise au point et de l'essai. Au-delà de la thermique électronique de protection du moteur, DPF-REG incorpore les réglages nécessaires pour maintenir constante l'aspiration entre les valeurs minimum de tarage sur la valeur programmée et toutes les valeurs de réglage et de travail sont affichées sur l'écran à haute brillance.
- Démarrage graduel: la limitation du courant initial de démarrage dans les moteurs pour pompes et ventilateurs rend nécessaire l'emploi de tableaux électriques de commande avec des démarreurs étoile/triangle ou soft-starters. La limitation de tableaux électriques GGE avec Inverter (inverseur), élimine complètement l'emploi de ces dispositifs. Avec l'inverter, le démarrage sera programmable à discrétion et le courant nécessaire au départ sera toujours inférieur au courant nominal. Le DPF-REG pourvoira à porter dans un temps très court le ventilateur à travailler à son point optimal de travail programmé. On évite ainsi les coûteuses quittances pour les déphasages de réseau, ainsi que les coûts ultérieurs pour les installations d'unités de rephasag.
- Réduction du bruit: les émissions acoustiques d'un ventilateur changent lorsque la vitesse change. En réduisant la vitesse de fonctionnement du ventilateur, on obtient une réduction drastique du bruit émis par le moteur.