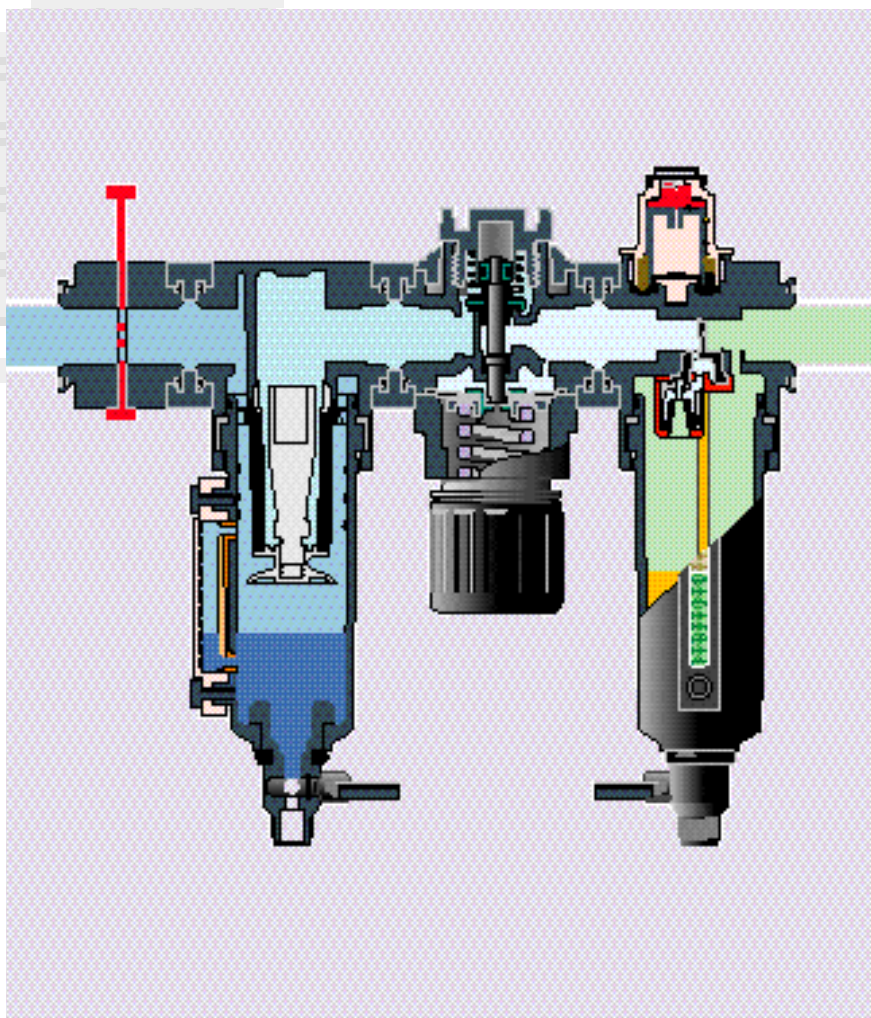

Air Comprimé Propre

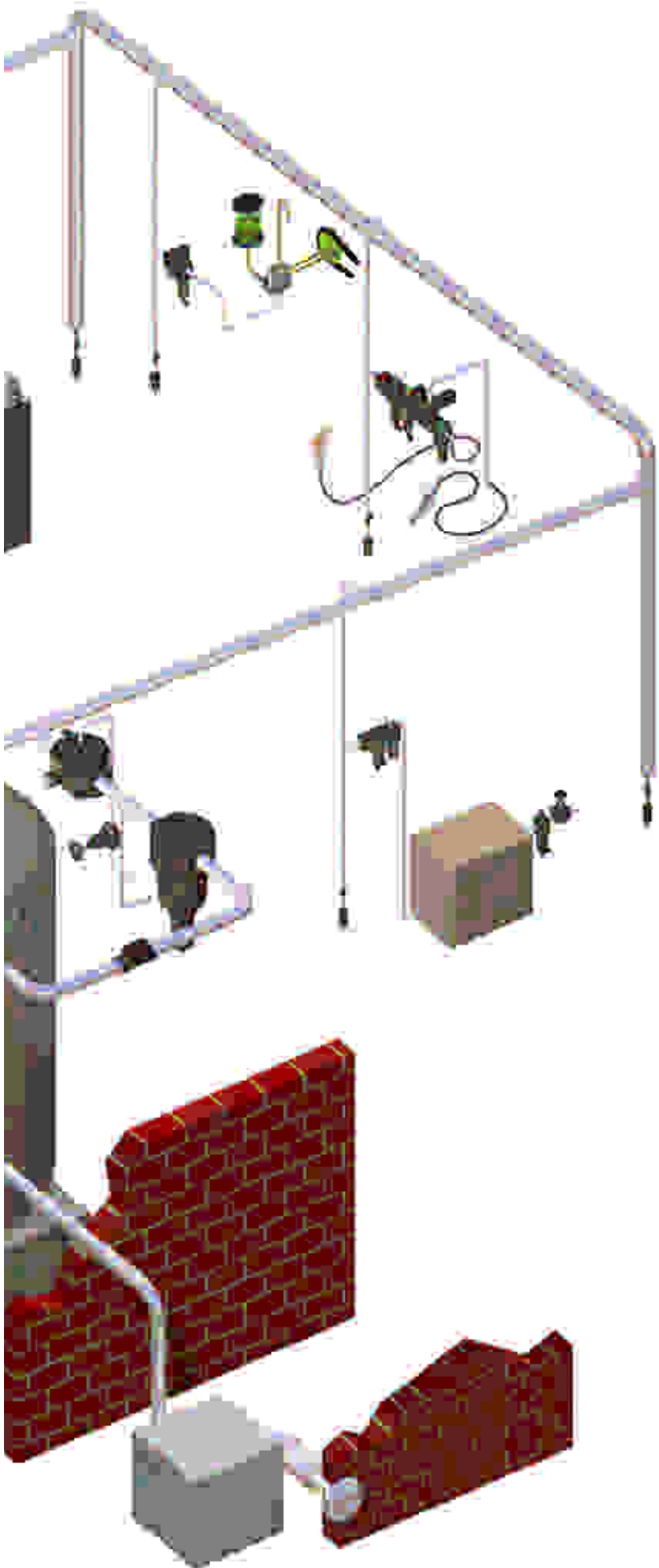
Le guide Norgren pour une préparation d'air efficace



A sa sortie du compresseur, l'air comprimé est chaud, sale, humide et généralement à une pression supérieure à celle que l'équipement en aval exige. En un an de fonctionnement, un compresseur type de 50 dm³/s va envoyer dans le réseau 4 500 litres d'eau, 8 litres d'huile de compresseur dégradée ainsi qu'une quantité considérable d'impuretés. Avant que cet air ne soit utilisable, il est nécessaire de le traiter pour éliminer les agents de contamination, de réduire sa pression à la valeur souhaitée, et dans de nombreux cas, d'y adjoindre de l'huile pour lubrifier les équipements du réseau.



Figure 1.
Installation d'air comprimé, avec applications
de préparation d'air. (Voir détails pages 4 et 5).



APPLICATIONS

4 ~ 5

ELIMINATION DES AGENTS
DE CONTAMINATION

6 ~ 10

CONTROLE DE LA PRESSION

11 ~ 13

LA LUBRIFICATION

14 ~ 15

SYSTEMES DE PROTECTION

16 ~ 17

AUTRES PRODUITS POUR
DES SYSTEMES SURS

18

PREPARATION DE L'AIR
VUE D'ENSEMBLE
DES PRODUITS NORGREN

19 ~ 21

GLOSSAIRE

22

TABLEAUX DE REFERENCE

23

On suppose souvent à tort que l'air comprimé est bon marché ou même qu'il s'agit d'une source d'énergie "gratuite". En fait, mal utilisé, l'air comprimé peut être d'un coût prohibitif par rapport à d'autres énergies telles que l'électricité, lorsque l'on considère les coûts liés à sa production, son traitement et son transport. Par conséquent, une bonne préparation de l'air comprimé doit prendre en compte la consommation du réseau et la qualité de l'équipement de traitement de l'air.

Le processus de préparation de l'air comprimé étant au centre des activités de Norgren depuis plus de 70 années, l'objectif de cette brochure est de vous guider dans le choix d'un traitement d'air de bonne qualité, économique et sécurisant pour vos applications. Dans ce document, nous ne pouvons vous présenter qu'un résumé de l'immense expérience de Norgren en tant que leader de la technologie FRL. Pour de plus amples informations, contactez notre agence commerciale la plus proche.

APPLICATIONS

Le chapitre suivant présente plusieurs applications types et l'équipement préconisé pour cette application. Ne pas oublier que chaque circuit doit être traité selon ses besoins et divisé en plusieurs sous ensembles pour assurer une installation, un fonctionnement et un coût d'entretien optimaux.

Les applications ci-dessous sont des sous-ensembles types utilisés sur des réseaux importants. Des vannes d'isolement sont généralement placées en aval de tous les ensembles pour permettre l'isolement de la canalisation afin que l'entretien puisse être effectué sans avoir recours à l'arrêt complet de l'installation.

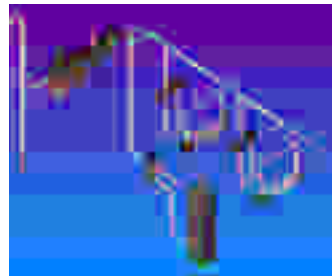
Pour obtenir des conseils sur l'équipement approprié à votre application, n'hésitez pas à contacter votre agence Norgren la plus proche.

Circuits pneumatiques conventionnels:

exemples: Distributeurs et vérins multiples, circuits complexes, nettoyage de machines, moteurs à air comprimé et outils à grandes vitesses.

Un lubrificateur Micro brouillard est nécessaire pour les différents circuits afin d'assurer une lubrification complète.

Figure 2.



Vanne d'arrêt, filtre-régulateur, lubrificateur Micro brouillard, mise en pression progressive, soupape de décharge.

Applications simples multiples:

ex: Machines OEM.

Dans certaines machines, une partie du circuit doit être lubrifiée et l'autre non (Exemple: coussins d'air). Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'avoir deux conduites séparées, un ensemble avec une seule alimentation peut être prévu comme illustré

D'autres éléments tels que les pres-sostats et les clapets anti-retour peuvent être intégrés dans des systèmes modulaires. (Figure 3).

Figure 3.



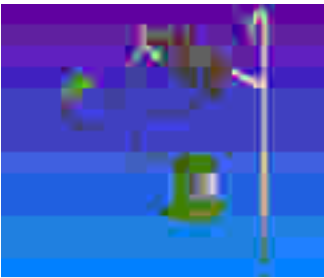
Vanne d'arrêt, filtre-régulateur, filtre coalescent, bloc de dérivation, lubrificateur Micro brouillard.

Air respirable :

exemples : masques et capuches antipoussière,

Cette application type suppose que les admissions d'air soient d'une qualité raisonnable sans contamination Co ni Co². Dans certains cas, on peut envisager l'élimination de la vapeur d'eau.

Figure 4.



Vanne d'arrêt, filtre conventionnel, filtre Ultraire, régulateur, soupape de décharge.

Applications sans huile :

Exemple : peinture au pistolet, produits alimentaires, développement photographique, poudres.

Dans de telles applications, l'air doit être sec. Pour de nombreuses installations, ceci réclame le séchage de l'air. Le dispositif de séchage (pour les sècheurs adsorbant à régénération ou absorbant à déliquescence) exigera une protection contre l'huile pour lui permettre de fonctionner efficacement et le circuit en aval réclamera également une protection contre la migration accidentelle du matériau interne. Une installation type est illustrée en Figure 5 et dans certains cas, il est conseillé d'envisager également l'utilisation d'un filtre d'élimination de la vapeur d'huile.

Figure 5.



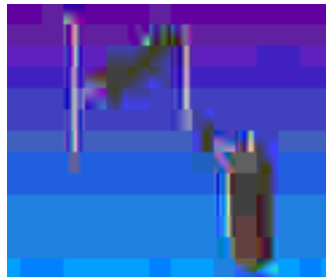
Vanne d'arrêt, filtre conventionnel, filtre d'élimination de l'huile, sécheur, régulateur, soupape de sûreté.

Lubrification à grand rendement :

ex: gros vérins à déplacement lent.

Dans de telles applications, de grandes quantités de lubrifiant sont exigées pour une lubrification efficace. De nouveau, une mise en pression progressive est illustrée mais elle dépend de l'application. (Figure 6).

Figure 6.



Vanne d'arrêt, filtre-régulateur, lubrificateur Brouillard, mise en pression progressive, soupape de décharge.

Régulation de pression critique (instrumentation):

ex : régulation de précision, systèmes fluidiques, mesure de débit, contrôle de process.

Une disposition type est illustrée là où les aérosols d'huile risquent d'empêcher un fonctionnement correct des appareils situés en aval.

Figure 7.



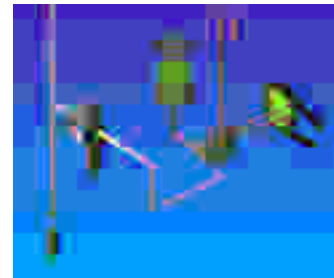
Vanne d'arrêt, filtre conventionnel, filtre coalesceur, sécheur, régulateur de précision.

Lubrification à injection directe :

exemple : chaînes de manutention.

L'application ne permet pas une lubrification du type "à brouillard" en raison de l'environnement et de l'absence de chambre de lubrification. (Figure 8).

Figure 8.



Vanne d'arrêt, filtre-régulateur + lubrificateur à injection directe.

Procédés en continu :

ex : Industrie papetière, usines chimiques.

Une autre facette de l'Olympien Plus de Norgren est son montage en système duplex. Ceci est inestimable pour les circuits ne pouvant pas être arrêtés, tels que les installations de process continu. Deux FRL identiques sont montés en parallèle, l'un peut être isolé (pour révision, remplissage etc ...) pendant que l'autre est en service. (Figure 9).

Figure 9.



Système duplex: Ensemble double avec vanne d'arrêt, filtre-régulateur, lubrificateur, bloc de distribution, filtre coalesceur.

ELIMINATION DES AGENTS DE CONTAMINATION

L'air produit par un compresseur étant chaud, humide et sale, le premier stade d'une bonne préparation de l'air consiste à retenir par filtration les agents de contamination. Ce chapitre est consacré à l'élimination de l'eau, de la vapeur d'eau, des particules solides et finalement de l'huile.

L'EAU

Dans les réseaux d'air comprimé, la vapeur d'eau existe en tant qu'agent de contamination à la sortie du compresseur, mais au fur et à mesure que l'air se refroidit, elle va partiellement se condenser sous forme liquide.

La quantité de vapeur d'eau dans un volume donné d'air comprimé est directement proportionnelle à la température de l'air et inversement proportionnelle à la pression.

La concentration en eau est d'autant plus importante que la température est basse et que la pression est haute. C'est donc dans ces conditions que son extraction atteindra une efficacité optimale.

Pour ce faire, un élément essentiel à prévoir, en aval du compresseur, est un refroidisseur à eau. Celui-ci devra avoir la capacité nécessaire pour abaisser la température de l'air comprimé afin qu'elle ne dépasse pas de plus de 8°C celle de l'eau de refroidissement.

L'air doit ensuite être dirigé dans un réservoir de capacité adéquate situé dans l'endroit le plus frais possible de l'installation, (donc certainement pas dans le local compresseur). Ceci permet un refroidissement supplémentaire de l'air et par conséquent une condensation plus importante.

La capacité de ce réservoir est généralement environ 30 fois supérieure au débit d'air nominal du compresseur lorsqu'il fonctionne à 7 bar, pression type de la plupart des alimentations d'air industrielles. (Voir la Figure 10 pour une installation type de compresseur.)

Le passage de l'air dans les canalisations peut également servir de refroidisseur additionnel. Ces canalisations doivent être installées avec une pente dans le sens de circulation de l'air afin que la gravité et le débit de l'air entraînent l'eau vers les points bas de purge situés aux endroits appropriés.

Les piquages en partie inférieure des canalisations doivent être évités. Si ce n'est pas possible, placez une purge au niveau du piquage. A l'exception des points bas de purge, tous les piquages sur la canalisation principale doivent être raccordés sur la partie haute de celle-ci afin que l'eau ne puisse s'écouler dans cette dérivation. (Voir la Figure 1 pour une configuration correcte d'un réseau de distribution type.)

Comme mentionné ci-dessus, l'évacuation de l'eau est plus efficace à haute pression; par conséquent, tout ce qui risque de provoquer une chute de pression dans le réseau de distribution doit être évité. Ceci provoquerait également une perte d'énergie au sein du réseau et augmenterait donc le coût de la production de l'air comprimé. Il faut par conséquent éviter les trajectoires complexes intégrant des coudes inutiles et des tuyaux de tailles insuffisantes (Voir Tableau 37 et 38 : Pertes de charge dans les tuyauteries et débit maximum recommandé).

L'évacuation de l'eau peut être assurée par des dispositifs de purge de condensats automatique et comme il est expliqué plus loin, par des filtres. Ces dispositifs doivent être situés aux endroits où l'eau est présente en quantité suffisamment importante pour être évacuée. (Voir Figure 11). Compte tenu du refroidissement possible de l'air lors de son passage dans le réseau de distribution, il est préférable d'installer des filtres individuels de plus faible capacité aussi près que possible du point réel d'utilisation de l'air, plutôt que de compter sur un grand filtre adjacent au réservoir d'air. Par ailleurs étant donné que plus la pression est élevée plus la présence d'eau est importante, il faut toujours placer les filtres en amont de tout réducteur de pression.

D'une manière générale, les filtres assurant l'élimination de l'eau sont conçus pour une efficacité maximum en fonction des débits recommandés pour un diamètre de tuyauterie donné. L'efficacité des filtres Norgren reste cependant excellente jusqu'à des valeurs correspondant à 200% de ces débits recommandés.

LA VAPEUR D'EAU

Un filtre de taille adéquate et placé à l'emplacement correct, va permettre d'éliminer avec efficacité l'eau sous forme liquide, mais ne va pas réduire la teneur en vapeur d'eau de l'air. Un nouveau refroidissement de ce dernier risque donc d'entraîner une nouvelle condensation. Si l'absence totale de contamination par l'eau est indispensable, la teneur en vapeur d'eau dans l'air devra donc être réduite jusqu'à ce que le "point de rosée" de l'air soit inférieur à la température la plus basse que l'air pourra atteindre dans le réseau.

Même une fois toute l'eau évacuée, l'air reste généralement saturé de vapeur d'eau. La température et la pression particulière auxquelles l'air comprimé est à cet instant sont connues sous le nom de "point de rosée sous pression".

Les points de rosée sont généralement mesurés à la pression atmosphérique et

Figure 10.
INSTALLATION DE COMPRESSEUR TYPE

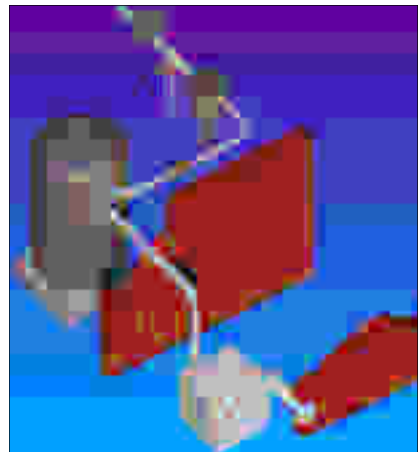
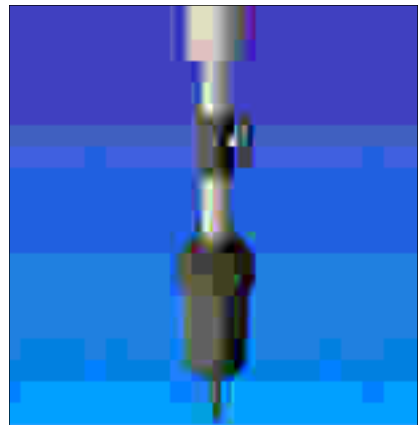


Figure 11.
PURGE DE CONDENSATS



peuvent être convertis en points de rosée sous pression grâce aux tableaux appropriés.

Afin d'évacuer la vapeur d'eau d'un circuit d'air comprimé, des sècheurs d'air sont utilisés. L'efficacité de ces dispositifs est améliorée si l'on prend soin d'éviter leur contaminations par de l'eau ou de l'huile (ou une émulsion des deux) et s'ils sont alimentés en air à la température la plus basse possible. Ces dispositifs ne peuvent donc qu'être complémentaires à l'utilisation de filtres et de réfrigérants.

Il existe 3 principaux types de sècheurs d'air:

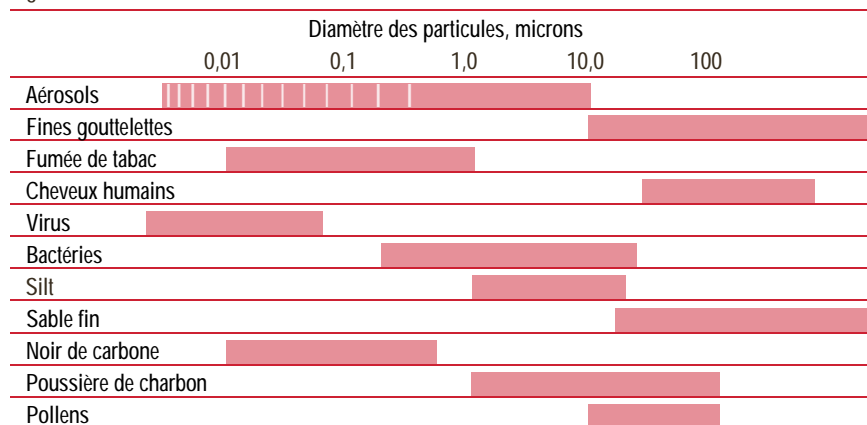
- Réfrigérant
- Adsorbant à régénération
- Absorbant à déliquescence

Un comparatif d'ordre général, entre ces 3 systèmes est présenté dans le Tableau 37.

Pour minimiser les coûts de séchage de l'air, les points suivants doivent être pris en compte:

- a) Le process réclame-t-il l'utilisation d'un sécheur d'air ou bien d'un refroidisseur efficace, le réservoir et les filtres vont-ils suffire?
- b) Ne pas spécifier un point de rosée extrêmement bas si le process ne le nécessite pas.
- c) Limiter le volume d'air séché à celui réellement nécessaire pour le process particulier (avec une marge adéquate pour l'expansion future). Une seule zone de l'installation peut par exemple réclamer l'utilisation d'un sécheur.
- d) Les sècheurs d'air dans les applications industrielles courantes ne sont en principe nécessaires que lorsque les températures ambiantes sont élevées.

Figure 12. TAILLES DES PARTICULES



LES PARTICULES SOLIDES

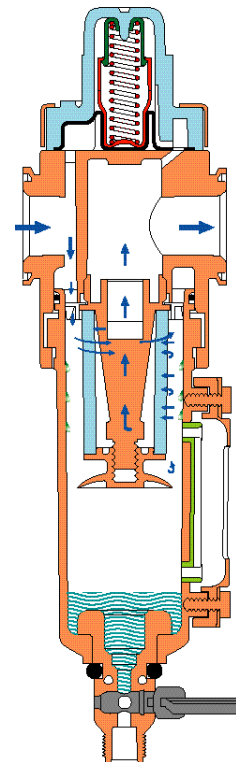
En plus de l'eau, des particules solides sont présentes dans n'importe quel circuit d'air comprimé, et ce, indépendamment du type de compresseur. Ces particules proviennent de quatre sources principales:

- a) Poussières atmosphériques aspirées par le compresseur.
- b) Produits de corrosion dus à l'action de l'eau et d'agents faiblement acides formés par l'interaction de l'eau et de gaz tels que le dioxyde sulfurique aspiré par le compresseur.
- c) Les produits charbonneux générés par l'action de la chaleur de compression sur l'huile de lubrification ou l'usure des segments de piston en carbone utilisés dans certains types de compresseurs à pistons secs.
- d) Particules générées lors de l'assemblage mécanique de la tuyauterie en métal et des composants dans le système de distribution d'air.

La taille des impuretés varie dans une vaste plage allant de plusieurs centaines jusqu'à moins d'un micron (voir Tableau 12) et le niveau de filtration dépend donc du degré de propreté exigé par le process particulier. Il est généralement déconseillé de fournir une filtration plus fine qu'il n'est absolument nécessaire car, plus la filtration est fine, plus la quantité d'impuretés retenues par l'élément filtrant est grande et plus son colmatage est rapide.

Les particules peuvent être grossièrement réparties en deux groupes: les grosses particules (40 microns et plus) et les particules fines. La plupart des filtres conventionnels vont

Figure 13. FILTRE CONVENTIONNEL



correctement filtrer les particules supérieures à 40 microns.

La filtration fine (dans une plage de 10 à 25 μm) est généralement exigée par les outils pneumatiques fonctionnant à grande vitesse ou par les composants d'instrumentation. La filtration à 10 μm et moins est essentielle pour les coussins d'air et les moteurs pneumatiques miniatures. Les filtres Norgren sont disponibles avec différents types de cartouches qui offrent ces divers niveaux de filtration.

Certaines applications peuvent réclamer une filtration encore plus fine, voire

inférieure à 1 µm comme naturellement pour la peinture au pistolet, l'air respirable et les applications liées à l'alimentaire. Dans ce cas, les filtres conventionnels ne peuvent pas être utilisés et des filtres à haut pouvoir filtrant (filtres de rétention d'huile/coalesceurs) doivent être employés. Des filtres conventionnels doivent toujours être utilisés en tant que pré-filtres en amont de ces filtres à haut pouvoir filtrant. En effet, ces filtres spéciaux vont retenir les particules extrêmement fines et, s'ils sont également exposés à des particules plus grosses, ils vont tout simplement se colmater très rapidement.

Tous les éléments filtrants se colmatent au fur et à mesure de leur utilisation. Le niveau auquel le colmatage n'est plus acceptable dépend de l'application et de la politique en matière d'économie d'énergie. Les cartouches filtrantes standard peuvent être nettoyées et réutilisées mais dans les conditions économiques actuelles caractérisées par des coûts de main-d'oeuvre élevés et des pièces de rechange bon marché, il est généralement préférable de les remplacer. Par ailleurs, leur remplacement garantit une perte de charge minimum lors de la réinstallation alors que le nettoyage ne permet de retirer, au mieux, que 70% des particules accumulées. Les cartouches des filtres à haut pouvoir filtrant ne peuvent pas être nettoyées et doivent être remplacées avant d'être colmatées.

En condition d'utilisation normale, les cartouches de filtres conventionnels sont habituellement changées avant que leur perte de charge ne soit supérieure à 0,5 bar ou lors de maintenance de routine. La périodicité de remplacement peut être ajustée pour les applications critiques, en contrôlant le colmatage à l'aide d'un indicateur de colmatage (Figure 15).

Les cartouches des filtres à haut pouvoir filtrant doivent être remplacées lorsqu'une chute de pression de 0,7 bar est atteinte. A cet effet, un indicateur de colmatage simple est souvent utilisé. Ce dispositif est constitué d'un indicateur à deux couleurs, généralement vert/rouge. Les cartouches doivent être changées lorsque le rouge total est atteint. Des indicateurs de colmatage électriques sont également disponibles chez Norgren, pour assurer une signalisation à distance. Il est conseillé de prévoir des programmes d'entretien pour éviter qu'aucune situation critique ne survienne. En effet, une chute de pression de ce niveau (supérieure à

0,7 bar), au départ d'une canalisation principale, entraîne une augmentation considérable des dépenses d'énergie

L'HUILE

Le compresseur est la source principale de contamination de l'air comprimé par l'huile. Un compresseur lubrifié à l'huile produisant 50 dm³/s d'air peut laisser échapper jusqu'à 0,16 litre d'huile par semaine.

L'huile est utilisée pour la lubrification du compresseur mais lorsqu'elle s'échappe avec l'air comprimé dans la canalisation principale, elle est alors totalement dénaturée. Après avoir été soumise à des températures élevées au cours de la compression de l'air, elle s'est oxydée et est devenue acide. Elle doit être considérée comme un agent contaminant agressif et non pas comme un lubrifiant et doit donc être éliminée.

Les filtres conventionnels vont filtrer des quantités suffisantes d'huile (ainsi que d'eau) pour que l'air soit d'une qualité satisfaisante pour alimenter la plupart des outils et vérins pneumatiques. Toutefois, certains procédés exigent un air totalement exempt d'huile.

Dans ce cas, la solution peut être d'utiliser des compresseurs à pistons secs., mais ceux-ci produisent toujours de l'air contaminé par des particules et de l'eau. Il est souvent plus économique d'utiliser des compresseurs lubrifiés conjointement avec des refroidisseurs et des filtres conventionnels, en n'installant des filtres à haut pouvoir filtrant qu'aux points du réseau réclamant un air sans huile. La quantité d'air réclamant un traitement spécial étant ainsi minimisée, elle permet l'utilisation d'un filtre spécial de petite taille dans la zone concernée et évite celle d'un filtre spécifique de grande dimension pour toute l'installation.

L'huile dans un circuit d'air comprimé peut exister sous trois états : émulsions huile/eau, aérosols (petites particules suspendues dans l'air) et vapeurs d'huile.

Les émulsions peuvent être éliminées par les filtres conventionnels mais les aérosols font l'objet d'une filtration spécifique.

Figure 14.
FILTRE COALESCEUR "PURAIRE"

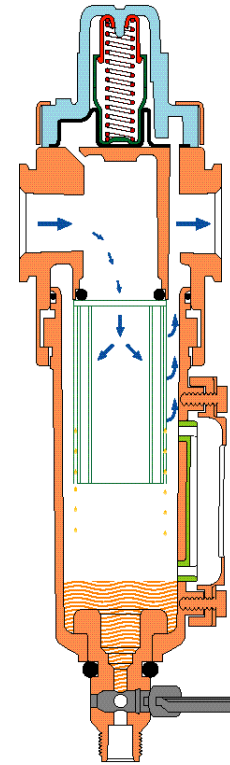


Figure 15.
INDICATEUR DE COLMATAGE



LES AEROSOLS D'HUILE

Ces gouttelettes d'huile particulières sont en suspension dans la veine d'air et les plus problématiques sont celles dont la taille est comprise entre 0,01 et 1 micron (environ 90%), les autres étant légèrement plus grosses (voir Tableau 12). La plupart des filtres conventionnels éliminent les liquides par action centrifuge mais étant donné leur petite taille, ces aérosols ne sont pas centrifugeables et leur élimination réclame l'utilisation de filtres coalesceurs spéciaux.

En plus de l'élimination des aérosols d'huile, ces filtres vont également retenir les minuscules gouttelettes d'eau. Ces coalesceurs doivent être protégés de la contamination par les grosses impuretés et par l'eau en installant, immédiatement en amont, des filtres conventionnels (Figure 16). Il est également conseillé d'utiliser des préfiltres capables d'éliminer les particules de 5 microns ou moins, sinon le filtre coalesceur va rapidement se colmater, ce qui nécessitera le remplacement de l'élément filtrant.

Les filtres coalesceurs sont définis par la quantité d'air qu'ils peuvent "traiter" pour atteindre un niveau résiduel d'huile (généralement une teneur maximum en huile de 0,01 mg/m³ ou 0,01 ppm). Le fait de dépasser la capacité de traitement de ces appareils va non seulement provoquer une perte de charge plus importante et donc des dépenses d'énergie supplémentaires mais également, et ceci est encore plus grave, une augmentation de la teneur résiduelle en huile. Ceci peut être toutefois éventuellement acceptable car certaines applications acceptent une teneur en huile résiduelle allant jusqu'à 0,5 mg/m³. (Le Tableau 19 indique les capacités de débit des filtres coalesceurs Norgren en fonction des performances recherchées.)

LES VAPEURS D'HUILE

Dans la plupart des process, l'élimination des vapeurs d'huile n'est pas nécessaire car, contrairement à la vapeur d'eau, les vapeurs d'huile se trouvent uniquement en quantités infinitésimales et leur présence est tolérée sauf pour les cas où leurs odeurs sont inacceptables, telle que dans l'industrie alimentaire, l'industrie pharmaceutique, l'industrie des boissons et les applications d'air respirable.

La méthode d'élimination la plus courante des vapeurs d'huile consiste à faire passer l'air à travers une couche absorbante, généralement en charbon actif.

De tels filtres vont abaisser la teneur résiduelle en huile lorsqu'ils sont utilisés conjointement à un pré-filtre (filtre conventionnel) et à un filtre coalesceur de 0,003mg/m³.

Attention: Contrairement aux idées reçues, ces filtres n'éliminent pas les gaz tels que le monoxyde de carbone et le dioxyde de carbone.

Comme les filtres coalesceurs, les filtres à vapeur d'huile doivent être utilisés uniquement lorsque nécessaire, sans dépasser leur débit nominal maximum et en les faisant précéder d'un filtre conventionnel et d'un filtre coalesceur. Cette recommandation permet de minimiser la taille des filtres à installer et donc le coût de l'installation.

Norgren propose dans sa gamme Olympien plus, un filtre combiné coalesceur/élimination de la vapeur d'huile (Voir Figure 17) qui inclut un indicateur de colmatage à changement de couleur en série.

L'emplacement du compresseur peut également avoir un effet sur le niveau de filtration exigé. Par exemple l'admission ne doit pas être située près d'une source de vapeurs d'hydrocarbure, etc... une admission d'air propre réduira le coût de production d'air comprimé propre.

Figure 16.
FILTRE COALESCEUR AVEC PRE-FILTRE

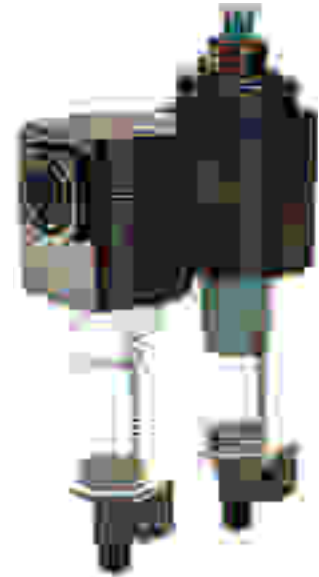


Figure 17.
FILTRE A VAPEUR D'HUILE "ULTRAIRE"



SELECTION DU FILTRE

Une fois que tous les agents de contamination ont été considérés, le degré de propreté de l'air dans chaque partie d'une installation ou d'un process industriel peut être déterminé. En utilisant uniquement les filtres adaptés situés à l'emplacement approprié, les dépenses d'énergie et les coûts d'entretien seront minimisés. Des filtres sous calibrés étant la principale cause de dépenses d'énergie élevées, le volume d'air consommé à chaque stade du process doit toujours être considéré comme sous-estimé.

Un guide très général des niveaux de filtration dans des process types est présenté au Tableau 21. Chaque application doit cependant être considérée selon ses propres besoins.

Les recommandations concernant le séchage de l'air sont particulièrement difficiles à établir car elles dépendent directement de la température de la canalisation d'air comprimé à proximité de l'application ou de la machine, du niveau de réduction de pression et du débit d'air.

Pour des systèmes de production et de distribution bien conçus, le séchage n'est souvent pas exigé dans les pays à climat tempéré et à hygrométrie basse ou modérée. Lors de la sélection d'un filtre pour traiter l'air comprimé, s'assurer que:

- Le type de filtre et le degré de filtration nécessaire à l'élimination des particules sont conformes aux besoins
- L'efficacité d'élimination du liquide soit élevée et son ré-entraînement impossible.
- Son entretien et la récupération des condensats liquides soient faciles.
- La visibilité du niveau de condensats et de la perte de charge soit aisée, pour faciliter la maintenance ce qui peut se faire par un indicateur de colmatage, un indicateur de niveau du liquide ou une cuve transparente. Afin d'aider à la détermination du type de filtre, le Tableau 20 rappelle les différentes classes de qualité d'air définies dans la norme ISO 8573

Tableau 18.
DEBIT DES FILTRES CONVENTIONNELS

Orifice	Modèle	Débit (dm ³ /s)*
1/8 "	F07	15
1/4 "	F72G	30
1/2 "	F64G	70
	F74G	83
1 "	F15	175

* Débit à 6,3 bar et pour une chute de pression de 0,5 bar.

Tableau 19.
DEBIT DES FILTRES A GRANDE EFFICACITE

Orifice	Modèle	Débit (dm ³ /s)*	Classe de qualité **
1/8 "	F39	2,8	2
1/4 "	F72C	4,5	2
3/8 "	F64C	16	2
	F64B	7	1
	F74C	16	2
1/2 "	F64H	28	2
	F64L	11	1
1 "	F74H	28	2
	F53	60	2
1 1/2 "	F52	60	1
	F47	85	2
2 "	F47	120	3
	F47	200	2
3 "	F47	286	3
	F47	286	3

* Débit avec admission de 6,3 bar pour obtenir la "classe" souhaitée.

** Voir Tableau 20.

Tableau 21.
CLASSES DE FILTRATION RECOMMANDEES.

Applications	Classe de qualité type	
	Huile	Impureté
Air d'atelier	5	4
Alimentaire	1	1
Brassage d'air	1	3
Coussins d'air	2	2
Développement photographique	1	2
Eléments fluidiques, circuits de puissance	2	5
Eléments fluidiques, détecteurs	2	3
Exploitation minière	5	5
Fabrication de composants micro-électroniques	1	1
Instruments de contrôle de process	2	3
Mesures	2	2
Machines de verrerie	5	4
Machines d'emballage et textiles	5	3
Machines de fonderie	4	5
Machines-outils	5	4
Machines de soudage	5	5
Moteurs pneumatiques	4	4
Nettoyage de pièces usinées	3	4
Outils pneumatiques à main	5	5
Outils pneumatiques	5	4
Peinture au pistolet	1	1
Sableuses	4	5
Travaux publics	4	5
Transport, produits en grains	2	4
Transport, produits en poudre	1	3
Vérins pneumatiques	3	5

Figure 20.

CLASSIFICATIONS DE QUALITE D'AIR ISO 8573

Classe de qualité	Taille de particules de saleté en microns	Point de condensation de pression d'eau _C (ppm vol.) à 7 bar g	Huile (y compris la vapeur) mg/m ³
1	0,1	-70 (0,3)	0,01
2	1	-40 (16)	0,1
3	5	-20 (128)	1
4	40	+3 (940)	5
5	—	+7 (1 240)	25
6	—	+10 (1 500)	—

CONTROLE DE LA PRESSION

Pour utiliser l'air comprimé de façon efficace, il est nécessaire de réduire avec précision la pression au niveau exigé pour l'application en question.

Tout équipement pneumatique possède une pression de service optimale. L'utilisation du matériel à une pression supérieure cause une usure excessive, sans véritable augmentation du rendement. Par ailleurs ceci génère un gaspillage d'air comprimé et augmente le coût de sa production.

Dans un réseau pneumatique bien conçu, l'air comprimé est stocké à une pression supérieure à celle de l'utilisation, il est seulement nécessaire de faire l'appoint de la cuve de stockage ou du collecteur, en fonction de la consommation. Pour assurer cette utilisation optimale, le compresseur fonctionne généralement entre deux niveaux de pression. Pour cela, la cuve est équipée d'un pressostat qui assure la coupure du compresseur à la pression de stockage exigée (généralement la plus élevée possible pour gagner en efficacité de la filtration) et sa remise en route à un niveau généralement inférieur de 10 à 20%. Cette valeur peut être ajustée en fonction de la cuve de stockage, de la demande de débit et de la pression fournie par le compresseur. De ce fait, le compresseur ne fonctionne pas continuellement et utilise alors moins d'énergie, génère moins de chaleur et donc moins d'eau, diminuant ainsi les coûts de production et de traitement.

L'utilisation d'un régulateur de pression peut donc permettre de réaliser des économies qui amortissent très rapidement son prix d'achat. Cette utilisation est également obligatoire pour des applications utilisant des pistolets de sablage ou des buses de refroidissement, domaines dans lesquels l'utilisation d'air comprimé à trop haute pression représente un danger potentiel.

Les régulateurs de pression possèdent deux caractéristiques principales qui doivent être prises en compte lors de leur sélection : leur capacité à maintenir la pression de sortie constante indépendamment de la pression d'admission (appelée la caractéristique de régulation) et du débit (caractéristique de débit). Une application sans exigence particulière au niveau des deux caractéristiques peut accepter un régulateur conventionnel et par conséquent bon marché. Sa sélection correcte

et son installation dans la partie appropriée du circuit d'air vont permettre d'obtenir le meilleur rapport coût/efficacité.

Une caractéristique de régulation médiocre fait que la pression de sortie va varier en fonction des variations de la pression d'entrée. Si celle-ci est constante cela ne posera pas de problème.

Une caractéristique de débit médiocre provoquera une chute de pression initiale importante, d'où une dépense d'énergie supplémentaire. Par conséquent, lors de la conception d'un circuit pneumatique, cette caractéristique devra être examinée avec attention.

Dans certaines applications, lors de l'utilisation de vérins double effet, une pression réduite peut être utilisée pour effectuer la course retour du vérin. Une économie d'air de 30 % peut ainsi être réalisée en installant un régulateur de pression. Cela peut représenter un gain important lors de l'utilisation de nombreux vérins de gros diamètres.

Pour qu'un régulateur de pression travaille dans de bonnes conditions, il est nécessaire que la pression d'alimentation soit au moins supérieure de 1 bar à la pression régulée. Une différence de pression inférieure altérerait les performances du régulateur.

TYPES DE REGULATEURS

La vaste gamme de régulateurs, produite par Norgren, peut être répartie en 4 groupes :

- Conventionnel
- Piloté
- De précision
- Spécifique

Il existe deux technologies pour les régulateurs : à diaphragme (Figure 22) et à piston. Les modèles à diaphragme sont les plus utilisés pour leur sensibilité. Les modèles à piston ont une meilleure capacité de débit à taille équivalente

Les régulateurs possèdent ou non un système de décharge. La fonction de décharge consiste à supprimer la surpression dans le circuit aval d'un régulateur. Ceci est réalisé par un évent relié à l'atmosphère qui traverse le diaphragme. Le diamètre de cet évent est faible comparé aux orifices principaux. Il ne peut donc pas être considéré comme un dispositif de sécurité car le débit d'échappement reste faible.

Les modèles sans décharge ne possèdent pas d'orifice relié à l'atmosphère. La

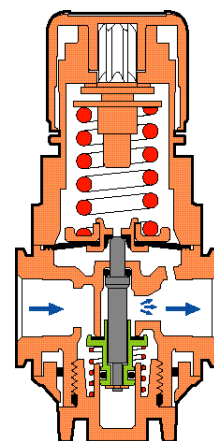
surpression aval ne pourra être supprimée que par la mise à l'échappement du circuit aval par un robinet d'arrêt 3/2 ou une soupape de décharge.

Un régulateur piloté est un régulateur qui ne comporte pas de système de réglage mécanique de réduction de pression. Ceci élimine l'effort important nécessaire à un réglage à 16 bar ou plus, sur des appareils de dimensions importantes. Le réglage d'un régulateur piloté s'effectue à l'aide d'une pression d'air générée par un régulateur pilote de précision (Voir figure 23). Ceci permet un réglage à distance du régulateur piloté situé sur la canalisation principale souvent installée sous la toiture d'un bâtiment par un régulateur pilote placé au niveau du sol dans l'atelier. Lors de l'utilisation d'un régulateur piloté, il est conseillé de mesurer la pression de sortie à la sortie du régulateur lui même (souvent appelé régulateur esclave ou régulateur principal), car la pression de sortie du régulateur pilote est différente de celle du réseau principal.

Les régulateurs pilotés, n'ayant pas de ressort de commande, ont de meilleures performances que les modèles conventionnels. La large surface du diaphragme améliore la précision de réponse lors de petites variations de la pression amont.

Pour contrôler la régulation de la réduction de pression, il est conseillé d'utiliser un régulateur pilote avec "feedback". Ce dispositif détecte la pression de sortie du circuit principal et renvoie ce signal vers le régulateur pilote. Ce dernier compare ce signal avec la consigne (Pression de sortie désirée) et compense en diminuant ou en augmentant la pression pilote. Ce type de contrôle est

Figure 22. REGULATEUR CONVENTIONNEL



généralement utilisé pour un process en continu, nécessitant un débit d'air important, et une pression de service régulière.

Les régulateurs de précision (ou contrôleurs) sont généralement utilisés dans le domaine de l'instrumentation. Dans cette application, la reproductibilité du réglage de pression est un élément indispensable. Ces types de régulateurs ont des caractéristiques de débit et de pression bien supérieures à celles des régulateurs conventionnels, mais ont des capacités de débit limitées. Pour atteindre ces niveaux de précision, il est nécessaire d'avoir une fuite permanente à l'atmosphère. Le niveau de précision atteint par ces appareils en font des régulateurs de dimensions plus importantes.

La fuite permanente à l'atmosphère est le prix à payer, pour des applications réclamant des temps de réponse courts et une pression régulière et précise. Les régulateurs de précision les plus performants sont conçus avec un pilotage interne. Un diaphragme sensible de petite dimension fait office de pilote pour le diaphragme principal assurant la régulation du circuit.

Une autre caractéristique des régulateurs de précision est leur capacité de décharge; certains sont capables de décharger jusqu'à 90% de leur débit régulé. Ils sont recommandés pour des applications spéciales

telles que la tension de bande de papier, équilibrage de masse... (Figure 24).

Des régulateurs spéciaux peuvent répondre à des applications spécifiques comme l'utilisation dans un environnement difficile, un débit de décharge élevé... Ils peuvent être dérivés de n'importe lequel des autres types de régulateurs avec des ajouts spécifiques pour l'application.

SELECTION DE REGULATEURS

S'assurer que le régulateur choisi possède toutes les caractéristiques nécessaires à l'application. Un régulateur régulant la pression dans un circuit principal sera généralement d'un type conventionnel ou de type piloté dans le cas de débits importants.

Définir si l'application réclame l'utilisation d'un régulateur conventionnel ou de précision. Ensuite vérifier la capacité de débit du régulateur en fonction de la dimension de la tuyauterie (voir Figure 38). Le tableau 25 présente les débits des régulateurs conventionnels Norgren. Dans le cas où la pression d'admission ne subit pas de variation, seule la caractéristique de débit est importante pour la sélection. Dans le cas contraire, il sera nécessaire de vérifier la caractéristique de régulation du régulateur sélectionné.

Pour une bonne régulation, un

Figure 24.
REGULATEUR DE PRECISION MICRO-TROL
NORGREN



régulateur conventionnel devra être utilisé dans le tiers central de sa plage de réglage. En effet, le ressort perd de sa sensibilité vers le bas de la plage, alors qu'en haut il perd de la linéarité. Les ressorts seront donc sélectionnés, en fonction des besoins, dans la gamme proposée avec chaque série de régulateur Norgren. Des ressorts à faible flexibilité peuvent également contribuer à réduire la chute de pression.

Si un régulateur de précision est nécessaire à l'application, il faut déterminer son niveau de sensibilité, ses caractéristiques de débit et de régulation, sa capacité de décharge ainsi que sa sensibilité à la température. Dans certains cas un régulateur conventionnel pourra répondre à toutes ces caractéristiques et fera fonction de régulateur de précision. Le coût de l'installation en sera d'autant plus économique.

Figure 23.
INSTALLATION D'UN REGULATEUR PILOTE

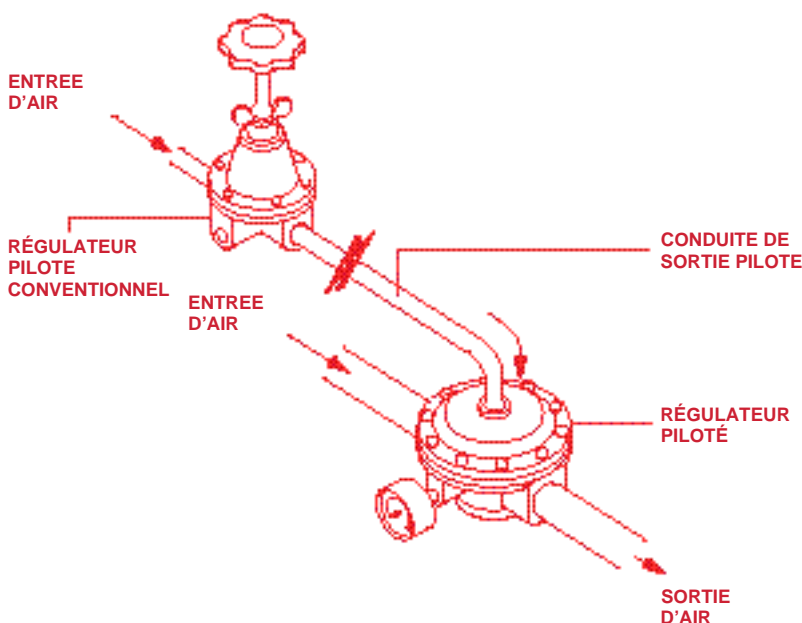


Tableau 25.
DEBIT DES REGULATEURS

Orifice	Modèle	Débit (dm ³ /s)*
1/8 "	R07	6,5
1/4 "	R72G	33
1/2 "	R64G	120
	R74G	105
1 "	R15	180

* Débit avec une pression d'admission de 10 bar, une pression de sortie de 6,3 bar et une chute de pression de 1 bar.

LES FILTRES-REGULATEURS

Les filtres-régulateurs assurent deux fonctions (filtration et régulation de pression) dans un même appareil. Pour les applications courantes, les filtres-régulateurs coûtent habituellement moins cher que deux appareils séparés.

Il existe également des filtres-régulateurs spécifiques pour des applications particulières, par exemple, pour l'instrumentation avec filtration fine, et même coalesceur, et une régulation de pression de précision. Ils peuvent également être réalisés en matériaux compatibles avec un environnement difficile.

Tableau 26.
DEBIT DES FILTRES-REGULATEURS NORGREN

Orifices	Modèle	Débit (dm ³ /s)*
1/8 "	B07	6,2
1/4 "	B72G	38
1/2 "	B64G	110
1/2 "	B74G	100
1 "	B15	230

* Débit avec une pression d'admission de 10 bar, une pression de sortie de 6,3 bar et une chute de pression de 1 bar

Figure 27.
FILTRE/REGULATEUR A USAGE GENERAL B72G

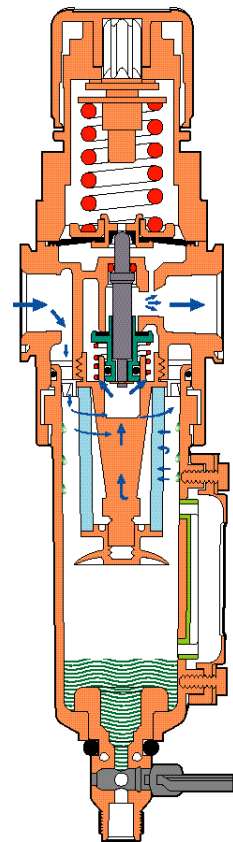


Figure 28.
FILRE-REGULATEUR EN ALUMINIUM POUR AIR INSTRUMENT



LA LUBRIFICATION.

L'étape suivante du traitement de l'air comprimé consiste à introduire dans l'air une quantité adéquate de lubrifiant, généralement de l'huile, pour permettre aux équipements de fonctionner avec un bon rendement sans frottement ni usure excessive. Un frottement important provoquera une puissance absorbée supplémentaire et une usure excessive diminuera la durée de vie de l'équipement ce qui engendrerait des coûts supplémentaires.

Il existe deux types distincts de lubrification : par aérosol et par pompe d'injection.

Le plus communément utilisé est le lubrificateur par aérosols, qui fut le premier type de dispositif de lubrification d'air automatique fiable, inventé par Norgren en 1927.

Les lubrificateurs par aérosols se divisent en deux groupes principaux, ceux à Brouillard et ceux à Micro Brouillard. Le brouillard d'huile formé par le modèle Brouillard est constitué de particules d'huile relativement grosses. En conséquence, ces particules ne vont rester en suspension dans l'air que sur des distances relativement courtes (environ 9 mètres). Ces grosses particules étant fortement soumises à la gravité, le lubrificateur à Brouillard, ne devra pas être placé à un niveau inférieur à celui des équipements à lubrifier.

Le lubrificateur Micro brouillard utilise un générateur de brouillard spécial pour atomiser uniquement une partie de l'huile aspirée. Dans ce cas, le brouillard d'huile formé par le modèle Micro Brouillard est constitué exclusivement de particules inférieures à 2 microns. Ces particules pourront donc se déplacer sur de longues distances, voire vers le haut, la gravité n'ayant dans ce cas pas le même effet que sur le Brouillard. Le Micro Brouillard assurera également une excellente lubrification dans des circuits complexes avec de nombreux piquages.

Une comparaison des deux types de lubrificateurs peut conduire à une répartition simple en deux catégories: type à débit élevé (Brouillard) ou type à faible débit (Micro brouillard). Toutes les gouttelettes d'huile, du modèle brouillard, observées dans le dôme de contrôle, seront distribuées dans le système. Pour le Micro brouillard, seulement 5 à 10% environ des gouttelettes observées seront distribuées. Le Micro brouillard ne peut par conséquent être utilisé que dans des applica-

tions où seules de très petites quantités de lubrifiant sont nécessaires. Toutefois en réglant le débit plus haut, il est possible d'atteindre une émission d'huile qui puisse s'apparenter à celle d'un lubrificateur Brouillard.

Le principe Micro brouillard permet la lubrification par aérosol d'éléments de machines autres que ceux d'un circuit pneumatique traditionnel tels que roulements, engrenages, chaînes, etc..

Les lubrificateurs Brouillard et Micro Brouillard possèdent un clapet de retenue dans le tube siphon afin d'assurer une lubrification immédiate lors de la présence du moindre débit. Cependant, pour certaines applications (cycle rapide, vérins de faible course...), il est quelques fois impossible de lubrifier correctement à l'aide de lubrificateurs conventionnels. Pour de telles applications, des modifications du circuit sont nécessaires. L'utilisation d'une soupape d'échappement rapide, d'un lubrificateur bi-directionnel, peuvent être des solutions.

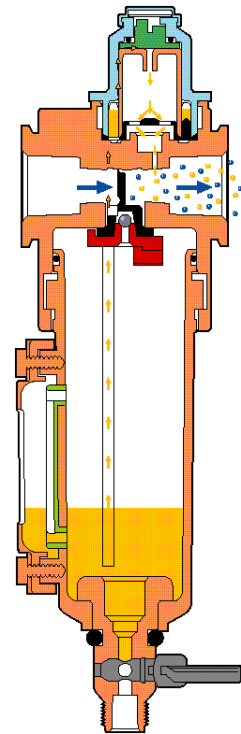
Le second type de lubrificateur, la pompe à huile d'injection est un dispositif volumétrique. Par conception, il ne peut pas refouler continuellement du lubrifiant. Il peut être utilisé par exemple dans des machines multibroches à visser les écrous, là où avec un lubrificateur conventionnel, le flux d'air lubrifié serait divisé en fonction de la géométrie de passage. La pompe d'injection va refouler la même quantité de lubrifiant au point d'application à chacun de ses cycles. Ce type de lubrificateur est souvent utilisé sur les chaînes de convoyeurs où un lubrificateur conventionnel mal placé ou mal ajusté provoquerait un dysfonctionnement.

Plusieurs injecteurs peuvent être regroupés sur une alimentation commune pour lubrifier plusieurs points différents, mais avec le même cycle.

Quelque soit le type de lubrificateur, il est important de se rappeler que tous les lubrificateurs sont à perte totale. En effet, le lubrifiant après avoir atteint son point de lubrification, va éclater en micro-particules, se perdre et être entraîné par l'échappement du circuit pneumatique.

La quantité d'huile devant être distribuée dans un circuit pneumatique pour assurer une lubrification suffisante est difficile à conseiller, étant donné que tous les circuits sont différents. Les appareils pneumatiques d'un réseau donné peuvent réclamer des quantités de lubrifiant différentes. Par conséquent les recommandations des fabri-

Figure 29.
LUBRIFICATEUR BROUILLARD



cants, lorsqu'elles existent, doivent toujours être suivies.

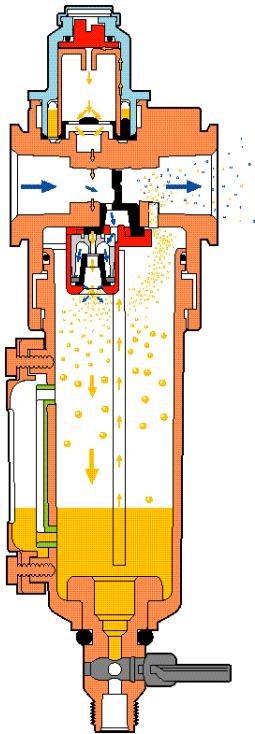
A titre indicatif pour la plupart des circuits pneumatiques, une densité de sortie d'huile de 60mg/m³ est un bon point de démarrage. Grâce à une inspection et un entretien régulier, le réglage optimal peut être déterminé en augmentant ou en diminuant la quantité d'huile distribuée.

REPLISSAGE DES CUVES DE LUBRIFICATEURS

Pour tous les lubrificateurs, il arrive un moment où le remplissage de la cuve s'avère nécessaire. La plupart des lubrificateurs à brouillard d'huile sont équipés d'un clapet de retenue pour permettre de les remplir sans arrêter leur fonctionnement. La plupart des lubrificateurs Micro brouillard peuvent être équipés d'un raccord de remplissage rapide qui permet de faire l'appoint de lubrifiant en l'alimentant à une pression supérieure d'environ 1 bar, à celle de la cuve.

Des dispositifs de remplissage automatiques à distance existent également. Ils

Figure 30.
LUBRIFICATEUR MICRO-BROUILLARD



peuvent être utilisés pour alimenter plusieurs cuves à partir d'un système central.

Le risque que des cuves de lubrificateur se trouvent vides peut être évité en utilisant des indicateurs électriques de niveau. De tels dispositifs sont généralement des interrupteurs à flotteur générant un signal électrique en cas de niveau de liquide bas ou haut. Ces signaux peuvent ensuite être transmis à un système de commande pour remplir, arrêter le remplissage ou générer des alarmes.

Bien qu'un signal de niveau haut puisse tout d'abord sembler étrange, il faut se rappeler qu'un sur-remplissage de la cuve va non seulement empêcher le lubrificateur de remplir sa fonction de production d'un brouillard d'huile, mais également noyer de lubrifiant le circuit pneumatique.

SELECTION DU LUBRIFICATEUR

D'abord déterminer quelles parties du réseau exigent une lubrification. En effet certaines canalisations desservent des zones où la lubrification est à proscrire telles que dans des applications de peinture au pistolet ou des applications d'air respirable.

Déterminer ensuite quel type de lubrification est exigé pour chaque partie du circuit. Les vérins de gros diamètres, à déplacement lent réclament une lubrification importante: par conséquent, choisir un lubrificateur de type Brouillard. De longues canalisations dans des circuits complexes réclament des lubrificateurs de type Micro brouillard (ou plusieurs lubrificateurs Brouillard) pour assurer une lubrification efficace. Les outils à grande vitesse, ainsi que les pointes d'outils de coupe sont mieux lubrifiés par un Micro brouillard,.

Tous les lubrificateurs sont une source de perte de charge et donc de perte d'énergie; par conséquent, bien que les lubrificateurs Micro brouillard puissent être positionnés pratiquement n'importe où dans un circuit, il faut les sélectionner en fonction de l'application et les placer le plus près possible de celle-ci. Toujours sélectionner les lubrificateurs et les placer par niveau de lubrification. Ne jamais essayer d'installer un lubrificateur pour alimenter un circuit de distribution complet car certaines applications vont alors être sur-lubrifiées et d'autres être sous-lubrifiées.

S'assurer que seuls des lubrificateurs Micro brouillard adaptés sont utilisés pour la lubrification des roulements car les autres types ne sont pas utilisables.

Vérifier que le lubrificateur choisi possède une capacité de débit suffisante, sans perte de charge excessive pour la taille de canalisation utilisée (voir Tableaux 37 et 31) Pour fonctionner correctement, les lubrificateurs réclament un minimum de perte de charge directement liée au débit. S'assurer que le débit d'amorçage (débit minimum de fonctionnement) est respecté. Il est important de noter que les fuites dans un circuit d'air comprimé sont non seulement une perte d'énergie, mais provoquent un débit constant à travers le lubrificateur. Si celui-ci a un débit d'amorçage très faible, la lubrification fonctionne. Ceci peut être la cause d'une surlubrification au cours des périodes d'arrêt, pendant le week-end par exemple.

En cas de fonctionnement continu de l'installation, sélectionner un lubrificateur

équipé d'une cuve de capacité suffisante. Pour les appareils d'une taille de 1/2" et plus, plusieurs tailles de cuves sont disponibles. Dans le cas d'espaces réduits ou de taux d'usage très important, utiliser des dispositifs de remplissage à distance reliés à des indicateurs de niveau électrique.

En cas de débits très élevés, utiliser un lubrificateur de type venturi fixe mais contrairement aux types conventionnels, celui-ci ne s'ajuste pas automatiquement en fonction du débit pour assurer une densité air/huile constante; il faudra donc veiller à ce que le débit soit constant. Ce type de lubrificateur ne créant pas de chute de pression excessive due au débit élevé, il va donc être d'un meilleur rendement énergétique.

Pour des débits exceptionnellement élevés, de petites quantités de lubrifiant (surtout pour l'usage antigel) peuvent être injectées par de petits lubrificateurs dans de grosses canalisations de distribution de 1 à 2 pouces et plus, là où un lubrificateur à passage intégral s'avérerait trop cher, en coût et en perte de charge.

Tableau 31. DEBITS DES LUBRIFICATEURS

Orifice	Unité	Débit (dm ³ /s)*
1/8 "	L07	5
1/4 "	L72	24
1/2 "	L64/L74	72
1 "	L15	175

* Débit à une pression de 6,3 bar et une chute de pression de 0,5 bar.

SYSTEMES DE PROTECTION

La sécurité sur le lieu de travail est essentielle et est réglementée via la Directive sur la Sécurité des Machines et les Réglementations sur la Fourniture et l'Utilisation des Equipements de Travail.

Le chapitre suivant a pour objet d'aider les concepteurs de machines et autres personnes utilisant des systèmes pneumatiques en décrivant des produits qui, lorsqu'ils sont correctement employés, peuvent participer à la sécurité des systèmes pneumatiques.

Ce chapitre fait référence aux normes en vigueur. Norgren recommande d'ailleurs vivement que toute personne impliquée dans la conception de machines se familiarise avec ces normes et autres documents relatifs à la sécurité.

LA PROTECTION CONTRE LA SURPRESSION

Les composants pneumatiques ont souvent des pressions nominales de fonctionnement inférieures à celles générées par le compresseur. Un régulateur de pression est donc utilisé afin de réduire cette pression au niveau désiré. Par contre en cas de défaillance de celui-ci, les composants peuvent être exposés à des pressions excessives provoquant leur mauvais fonctionnement, voire l'éclatement du corps de ces appareils.

Pour assurer la protection contre les surpressions excessives, plusieurs solutions peuvent être utilisées, la plus courante étant l'emploi d'une soupape de décharge. La sélection d'une soupape de décharge n'est pas une opération simple et une étude détaillée du circuit pneumatique est nécessaire.

Tous les composants pneumatiques possèdent une pression de service de sécurité, avec une tolérance de surpression de 10%. Le concepteur du circuit pneumatique peut utiliser des régulateurs pour faire travailler le circuit à des pressions inférieures à la pression de service de sécurité et utiliser le facteur de sécurité de 10% comme limite de surpression acceptable par le réseau avec la soupape de décharge en service.

Une soupape de décharge est considérée comme un dispositif connecté au réseau sous pression à protéger qui permet de maintenir une pression à un niveau constant. Ce niveau sera égal ou inférieur à la pression nominale de fonctionnement + 10 %.

Les soupapes de décharge doivent être réglées pour ne fonctionner que lorsque la pression régulée est dépassée. Il est donc nécessaire de les régler à un niveau supérieur à celui du régulateur. Il faut prévoir une tolérance entre le réglage de la soupape de décharge et celui des régulateurs en fonction de ses caractéristiques de débit et de régulation. Un réglage de soupape trop proche de la pression de service du système est un problème courant. Dans ce cas, la soupape fonctionne et décharge l'air au cours du fonctionnement normal du circuit, d'où un gaspillage d'air onéreux.

Dès que la pression de réglage de la soupape de décharge et le niveau acceptable de surpression ont été vérifiés, la capacité de débit du dispositif de sécurité par rapport et celle du circuit doit être étudiée. Le dispositif de sécurité doit être capable de décharger un débit égal ou supérieur à celui du réseau à protéger, sans que la pression du circuit ne dépasse le niveau de surpression acceptable.

Pour ce faire, plusieurs méthodes peuvent être utilisées:

La soupape de décharge possède un débit supérieur à celui du compresseur, ceci dans une installation sans réservoir collecteur : le débit d'échappement est donc supérieur au débit d'admission.

La soupape de décharge possède une capacité de débit supérieure au plus faible passage en amont du circuit à protéger (Des tables de débits existent pour déterminer le débit à différentes pressions passant à travers des orifices de tailles différentes). En effet le plus petit alésage restreint le débit du réseau en aval de celui-ci et, à moins que la pression en amont puisse être augmentée, le débit va être étranglé dans cette zone et par conséquent limité. Ceci est important car par exemple un réseau pneumatique peut être d'un très grand volume avec des tuyaux de diamètres importants et un compresseur de grande capacité, mais si la partie à protéger est alimentée par un tube de diamètre nominal de 6mm, seul un dispositif bon marché sera nécessaire et non pas un appareil capable de décharger le débit total du circuit.

Dans le cas où aucune restriction de débit n'existe, il peut être utile d'en créer une pour réduire le coût de la soupape de décharge à utiliser. Il faut bien sûr s'assurer que la restriction ne provoque pas de chute de pression excessive préjudiciable au fonctionnement normal.

Voir norme : NF EN 9835.1.2.

LES TYPES DE SOUPAPES DE DECHARGE

Plusieurs types de soupapes de décharge existent. Le plus courant est le type "à clapet", l'autre étant celui à diaphragme. Pour de meilleures performances, utiliser le type à clapet piloté, la version à pilote intégré étant la plus compacte et offrant le meilleur rapport coût/efficacité (Figure 32).

Le type à soupape de décharge en ligne est équipé d'un orifice d'échappement à 90° par rapport au sens de passage du débit et, en fonctionnement normal, le débit passe à travers le corps de l'appareil, sans interférer dans le débit du circuit. Ce type de dispositif est couramment utilisé par les constructeurs de machines, tous les dispositifs de protection étant regroupés dans un endroit accessible, facilitant l'installation et la maintenance.

Ce dispositif en ligne diffère des modèles à clapet ou à diaphragme qui sont montés sur un piquage en T. Dans ce cas le débit ne passe seulement à travers la soupape qu'en cas de surpression.

Dans les deux cas, le débit d'échappement doit être collecté et dirigé vers une zone où le bruit et le débit d'échappement ne vont pas perturber ni représenter un danger pour les opérateurs ou l'environnement. Des silencieux d'échappement doivent être installés pour réduire les niveaux de bruit générés par les échappements dans le cas de débits d'échappement élevés lorsque la tuyauterie de décharge ne peut pas être dirigée vers des zones moins sensibles.

Figure 32.
SOUPAPE DE DECHARGE A PILOTE INTEGRE

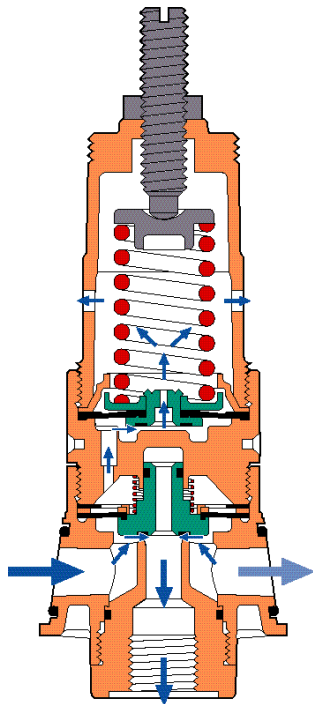


Figure 33.
MISE EN PRESSION PROGRESSIVE
OLYMPIAN PLUS



LA MISE EN PRESSION PROGRESSIVE

L'autre moyen de protection est celui associé aux éléments mobiles du système, (vérins, moteurs pneumatique...) qui peuvent réclamer une protection contre la mise en pression brutale au démarrage ou lorsque le mouvement soudain des vérins représente un danger pour l'opérateur.

Dans ce cas, l'utilisation d'une mise en pression progressive est recommandée. Le principe de fonctionnement consiste à laisser passer l'air dans le circuit pneumatique de manière progressive jusqu'à une pression de consigne pouvant être ajustable. Cet appareil est généralement à clapet avec rappel ressort. Lorsque la pression aval dépasse le tarage du ressort, le clapet s'ouvre en laissant passer le plein débit. Le niveau de pression qui provoque l'ouverture du clapet est appelé point de détente et pour la plupart des appareils, ce point de détente se situe entre 40 et 70% de la pression de service.

Etant donné que le temps de montée en pression dans n'importe quel circuit dépend du volume à remplir, il est important de placer ces appareils près de l'équipement dont ils vont assurer la protection. En effet l'installation d'une mise en pression progressive sur un circuit de grande dimension demandera généralement plusieurs minutes pour que le réseau atteigne le point de détente.

Il est extrêmement courant de coupler la mise en pression progressive à une soupape d'échappement ou de décharge en un seul appareil, pour obtenir un ensemble plus compact.

La fonction de la soupape d'échappement consiste à évacuer rapidement la pression aval du circuit en cas d'urgence. La mise en pression progressive peut être équipée de dispositifs de commandes électrique ou pneumatique et d'une commande manuelle de la fonction d'échappement d'urgence .

Voir norme: NF EN 9835.1.4.

L'AIR D'ÉCHAPPEMENT

L'échappement d'air doit être traité correctement pour réduire les effets du bruit, de la pollution par les vapeurs d'huile et pour minimiser le danger auquel est exposé le personnel.

Lorsqu'une soupape de décharge est utilisée, des volumes d'air important peuvent être libérés à grande vitesse, ce qui va générer des niveaux de bruit élevés. Des silencieux simples en matériaux poreux peuvent souvent remédier à ce problème. Dans des applications plus complexes, à débit important, l'utilisation d'un silencieux à grand rendement peut s'avérer nécessaire.

Les caractéristiques des silencieux sont définis selon leur capacité à réduire le bruit et à leur perte de charge. Leur choix se fera donc en prenant en compte ces deux critères afin d'obtenir le meilleur rapport coût/efficacité

Tous les systèmes de lubrification pneumatiques étant des systèmes à perte totale, le lubrifiant passe dans le circuit, est dégradé dans sa fonction, véhicule des impuretés puis est déchargé à l'atmosphère : L'autre polluant principal est l'huile.

Dans des circuits pneumatiques conventionnels, correctement entretenus et lubrifiés, la quantité d'huile s'échappant à l'atmosphère étant très faible aucun risque de pollution n'est à craindre. Cependant les systèmes incorrectement lubrifiés, ou ceux

Figure 34.
SILENCIEUX COALESCEUR



réclamant une lubrification importante, rejettent de grosses quantités d'huile dans l'atmosphère lors de leur cycle d'échappement. Dans de tels cas, l'utilisation d'un silencieux d'échappement coalesceur est indispensable. L'action de ce dispositif est tout-à-fait similaire à la fonction des filtres d'élimination de l'huile qui forcent les petites gouttelettes d'huile à s'agglomérer pour former de grosses gouttes qui, tombent par gravité dans un réservoir de rétention. (Voir Figure 24). Le matériau poreux employé pour réaliser la coalescence réduit également le niveau de bruit de l'échappement d'air.

Ces appareils étant installés sur le circuit d'échappement pneumatique, ils sont exposés à des "coups de bélier", ce qui signifie que leur capacité d'élimination de l'huile n'est pas aussi bonne que celles des filtres coalesceurs. Un bon silencieux coalesceur d'échappement va toutefois assurer des performances de l'ordre de 2ppm dans des conditions d'utilisation normales.

LES AUTRES PRODUITS PARTICIPANT A LA SECURITE

D'autres produits peuvent contribuer à la sécurité des systèmes pneumatiques tels que:

- Des régulateurs de pression pré-réglés pour le cas où un changement du réglage non autorisé de la pression de fonctionnement peut représenter un risque d'accident pour le personnel.

- Des robinets d'isolement cadenassables; dans ce cas s'assurer qu'une procédure de sécurité lors d'une intervention sur l'installation ne peut être remise en cause par une mise en pression non autorisée. .

Voir norme: NF EN 983 5.1.6.

Des manchons de sécurité pouvant être montés sur les régulateurs de pression, les filtres-régulateurs, les soupapes de décharge et les lubrificateurs afin de veiller à ce que le débit, la pression et les autres réglages soient protégés contre un dérèglement non autorisé.

Voir norme: NF EN 983 5.1.9.

Document d'information: HS (G) 39

- Kits de protection contre les manipulations - peuvent être montés sur les régulateurs de pression, les filtres/régulateurs, les soupapes de sûreté et les lubrificateurs pour veiller à ce que le débit, la pression et les autres réglages soient protégés contre un réglage non autorisé.

Voir norme : NF EN 983 5.1.9.

LA SELECTION DES DISPOSITIFS DE PROTECTION

(i) Définir les parties du réseau qui ne peuvent pas supporter la pression maximum pouvant être générée dans le circuit de distribution (ou le compresseur).

Déterminer quel type de soupape de décharge est nécessaire pour limiter cette pression le plus efficacement possible. Envisager l'utilisation d'un orifice de restriction en évitant de provoquer des pertes de pression non compatibles avec un fonctionnement normal.

Pour des débits très importants, envisager l'utilisation d'un régulateur piloté .

Sur les machines, envisager l'utilisation d'un dispositif en ligne intégré dans un ensemble de préparation d'air modulaire, complet pour faciliter le tuyautage, le montage et l'entretien.

(ii) Définir les composants qui peuvent souffrir de vitesses initiales excessives provoquant leur détérioration lors de la mise sous pression initiale ou lors de la réinitialisation comme par exemple une vitesse de vérin excessive ou qui nécessitent une fonction de mise à l'échappement d'urgence.

Utiliser une mise en pression progressive pour chaque tronçon de circuit à protéger de cette façon. Dans le cas de volume important, s'assurer que les temps de remplissage et de décharge sont compatibles avec un bon fonctionnement.

Dans un ensemble FRL, placer les mises en pression progressives, en aval des autres composants pour éviter des débits de retour élevés à travers le lubrificateur.

(iii) Lors de volumes d'air à échapper importants, prévoir l'installation d'un silencieux si l'air ne peut pas être collecté vers un endroit adéquat.

Lorsqu'une mise à l'échappement rapide est nécessaire, monter un silencieux à grand débit.

Lorsque l'air d'échappement risque de contenir une grande quantité de lubrifiant, monter un silencieux d'échappement coalesceur.

PREPARATION DE L'AIR
VUE D'ENSEMBLE
DES PRODUITS NORGREN



GAMME DE PRODUITS SANS
EQUIVALENT

Norgren, le leader mondial en matière de préparation de l'air, offre une gamme incomparable de produits pour vous permettre de générer de l'air comprimé propre et d'utiliser les appareils de façon économique et en toute sécurité.

Quels que soient vos besoins, qu'il s'agisse d'une installation simple ou d'une application médicale complexe, Norgren met à votre disposition l'équipement de préparation de l'air approprié.

Figure 35.
ENSEMBLE EXCELON

Figure 36.
ENSEMBLE OLYMPIAN PLUS

PREPARATION DE L'AIR VUE D'ENSEMBLE DES PRODUITS NORGREN

Ces pages illustrent les principales familles de produits, accompagnées de quelques produits spécifiques. De plus, nous fabriquons des centaines de produits conformes aux spécifications des clients, en utilisant la vaste expérience que Norgren a accumulée au cours des 70 dernières années.

Toutes les gammes principales incluent:

Filtres conventionnels

Filtres à haut pouvoir filtrant

Filtres d'élimination de la vapeur d'huile

Régulateurs conventionnels

Filtres-régulateurs

Lubrificateurs Brouillard et Micro brouillard

Mises en pression progressives

Robinets d'arrêt

Soupapes de sûreté

Ces produits sont accompagnés d'une vaste gamme de fixations et d'accessoires.

Blocs de distribution

Pressostats

Indicateurs de niveau

Indicateurs de colmatage

Blocs de dérivation

OLYMPIEN PLUS



L'Olympien Plus est la nouvelle génération de systèmes FRL qui établit de nouvelles normes en matière de facilité et de souplesse d'utilisation. Le système modulaire utilisé est unique et permet une installation et une dépose rapide des unités en desserrant simplement la bague de serrage d'un quart de tour. Muni de multiples fonctions pour faciliter son entretien, l'Olympien Plus est un système idéal pour les installations industrielles. De plus, la vaste gamme d'accessoires fournit à l'utilisateur une solution d'une grande flexibilité.

L'Olympien Plus a une taille nominale de 1/2". Disponible également avec des orifices de 1/4, 3/8 et 3/4".

SERIE 15 OLYMPIEN

La série 15 est à l'origine du système OLYMPIEN. Le modèle de base est en passage de 1", il est également disponible avec des orifices de 3/4, 1 1/4" et de 1 1/2". Cette série, modulaire, flexible, sera utilisée pour de plus grosses machines et pour un usage industriel réclamant un débit important.

EXCELON



L'Excelon est un système de préparation de l'air totalement nouveau de Norgren. Bien que ce modèle soit muni d'orifices directs, grâce au système de connexion "Quikclamp" breveté, Excelon peut être utilisé pour des applications exigeant l'utilisation d'unités autonomes ou d'ensembles modulaires.

Ce modèle offre des performances exceptionnelles dans une unité compacte. Celui-ci est idéal pour les constructeurs, offrant un système modulaire flexible équipé d'accessoires utiles tels que des pressostats et des blocs de dérivation. La cuve 1/4 tour, l'indicateur de niveau à grande visibilité et le système de purge "Quickdrain" breveté facile à utiliser sont quelques-unes des fonctions conçues spécialement dans l'optique d'une grande facilité d'entretien.

Il existe deux tailles dans la gamme Excelon.

L'Excelon 72 a une taille nominale de 1/4" (avec orifices surdimensionnés en option de 3/8"). Cependant, le modèle n'a rien de standard en matière de performances et est bien plus performant que les produits concurrents de 3/8 de pouce.

L'Excelon 74 est d'une taille de 1/2" (3/8 et 3/4" en option).

ENSEMBLES A MONTAGE EN LIGNE



Ces appareils sont utilisés en tant qu'unités autonomes. Ils couvrent une vaste gamme de tailles d'orifices standard allant de 1/8" (série 07) à 2" (série 18).

SERIE 07

La gamme miniature offre de bonnes performances pour des besoins en termes de débits plus modestes. Le régulateur est le produit le plus courant. En plus des ensembles complets figurant dans le catalogue, Norgren propose une vaste gamme d'options. Ces appareils sont disponibles avec des matériaux et des composants internes sélectionnés pour assurer les performances spécifiques exigées par le client.

SERIE 11

D'une taille de 3/8" nominal, la série 11 existe également avec des orifices de 1/4 et de 1/2". Il s'agit d'appareils ayant fait leurs preuves, utilisés en tant qu'alternative au produit d'1/2" véritable, où les besoins en débit ne sont pas très élevés.

SERIE 18

La série 18 est une gamme de 2" conçus pour les canalisations d'air principales ou les applications à débit élevé telles que les machines de grenailage ou les machines textiles.

REGULATEURS DE PRECISION



Norgren possède différents régulateurs de précision offrant au concepteur la possibilité de choisir l'appareil le mieux adapté à son application. De nombreuses options spéciales sont produites en plus des modèles figurant dans le catalogue.

11-818

Régulateurs de grande précision et compacts pour la mesure de débit, l'utilisation en laboratoire ou le contrôle pilote précis.

11-400

Pour le pilotage de grande précision de gros régulateurs et de grosses soupapes de sûreté.

R24 MICRO TROL

Débit exceptionnellement élevé avec des débits de décharge excellents dans une gamme de 1/4 à 1 1/4".

R38

Régulateur d'instrumentation en aluminium ou en acier inoxydable.

R27

Régulateurs de grande précision ayant un vaste choix de dispositifs de commande.

PRODUITS SPECIALISES



ACIER INOXYDABLE

Norgren produit des appareils conformes aux exigences NACE pour l'utilisation en mer et dans des environnements difficiles. Les appareils de la série 38 ont des orifices en 1/4 NPT avec un débit important et une grande précision. Les appareils de la série 22 ont des orifices en 1/2 NPT. Pour des applications à débit moins élevé, il existe aussi la série 05 en 1/4".

REGULATEURS POUR L'EAU

Régulateurs ayant un corps en plastique ou en laiton pour une utilisation sur les circuits de distribution d'eau potable ou non

SOUPAPES DE SURETE

En plus des soupapes de sûreté qui font partie des différentes familles FRL, Norgren propose plusieurs modèles spéciaux incluant le modèle à fermeture rapide et à pilotage pneumatique telle la version 40AC.

REGULATEURS ELECTRONIQUES

Norgren est en mesure d'offrir des régulateurs proportionnels pouvant être utilisés avec n'importe quel automate programmable industriel standard. Le régulateur électronique Pneu-Stat R26 assure une sortie stable sur de longues périodes et est idéal pour le contrôle de la pression en boucle fermée dans des applications telles que les machines de soudage qui exigent différents réglages de pression, ou les systèmes de contrôle de tension de bande.

GLOSSAIRE

Air libre :

Débit d'air mesuré en dm³/s à 1013mbar et 21°C (ISO R554). Unité de référence pour toutes les mesures d'une installation.

Ambiante :

Conditions d'environnement, généralement la température, dans lesquelles l'équipement fonctionne dans des conditions normales d'exploitation.

Bloc de dérivation :

Dispositif modulaire pour permettre plusieurs prises d'air à partir d'un ensemble de contrôle d'air principal

Brouillard :

Suspension de gouttelettes d'huile dans l'air, plus lourdes et plus grosses que celles du Micro brouillard, adaptées à une lubrification importante.

Caractéristique de débit :

Caractéristique d'un régulateur de pression qui indique la variation de la pression de sortie en fonction des différents débits de sortie ceci à une pression d'alimentation constante.

Caractéristique de régulation :

Caractéristique d'un régulateur de pression qui indique la variation de la pression de sortie en fonction des différentes pressions d'admission ceci à un débit d'alimentation constant.

Chute de pression initiale :

Valeur de la chute de pression subie par un régulateur de pression passant d'une condition sans débit (statique) à une condition de débit faible (dynamique).

Clapet anti-retour :

Dispositif qui permet l'écoulement dans une seule direction.

Coalescence :

Action par laquelle les petites particules s'unissent pour former de plus grosses particules.

Débit de défaillance :

Débit maximum à travers un dispositif à une pression donnée avec la soupape ouverte à son maximum.

Dessiccatif :

Matériau adsorbant utilisé dans certains sècheurs. Bon nombre de ces sècheurs sont régénérateurs, en cela qu'ils utilisent une partie de leur énergie pour sécher le matériau, ce qui permet de ré-utiliser ce dernier.

Humidité relative :

Rapport entre la quantité réelle de vapeur d'eau présente dans un volume d'air donné, et la quantité de vapeur d'eau nécessaire à saturer le même volume d'air à la même température.

Micro brouillard :

Suspension de gouttelettes d'huile légères dans l'air, d'une taille généralement inférieure à 2µm pouvant couvrir de longues distances, à travers des circuits complexes.

Micron (micromètre) :

Mesure de taille en millionième de mètre (symbole µm).

Mise en pression progressive :

Dispositif qui, lors de la mise sous pression initiale d'un circuit, permet à la pression de monter jusqu'à un niveau intermédiaire avant de permettre le plein débit.

Perte de charge :

Perte de pression subie par le débit d'air à travers un appareil ou un circuit.

Purge à condensats :

Dispositif permettant de retirer l'eau condensée d'un circuit. De tels dispositifs sont normalement équipés de purges automatiques.

Refroidissement complémentaire :

Echangeur thermique monté sur une sortie de compresseur pour extraire la chaleur de compression.

Régulateur de contre-pression :

Régulateur de pression dont le principe consiste à maintenir une pression constante en contrôlant le débit d'air à l'atmosphère.

Régulateur de pression :

Dispositif utilisé pour réduire la pression d'air dans un circuit pneumatique à un niveau de service désiré.

Régulateur piloté :

Régulateur dont la pression de sortie est contrôlée par la pression de sortie d'un autre régulateur de pression (pilote)

Sécheur à déliquescence :

Sécheur utilisant un matériau qui absorbe la vapeur d'eau jusqu'à ce que le matériau finisse par se dissoudre dans l'eau qu'il absorbe.

Soupape de décharge :

Appareil qui est raccordé à l'atmosphère de façon à évacuer rapidement la pression excessive d'un circuit pneumatique.

TABLEAUX DE REFERENCE

Tableau 37.

**PERTE DE CHARGE DANS LES RACCORDS
(METRES EQUIVALENTS DE TUYAU DROIT)**

	8 mm	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm
Té (transversal)	0,15	0,15	0,21	0,34	0,46	0,55	0,67	0,92
Té (sortie latérale)	0,76	0,76	1,01	1,28	1,62	2,14	2,47	3,18
Coude de 90°	0,43	0,43	0,52	0,64	0,79	1,07	1,25	1,59
Coude de 45°	0,15	0,15	0,24	0,30	0,38	0,49	0,58	0,73
Robinet à boisseau sphérique*	0,01	0,03	0,09	0,12	0,15	0,22	—	—

* Entièrement ouvert

Tableau 38.

**DEBIT MAXIMUM RECOMMANDE * A TRAVERS UN TUYAU EN
ACIER DE SERIE MOYENNE ISO 65**

Pression au manomètre appliquée en bar	Diamètre nominal en mm										
	6	8	10	15	20	25	32	40	50	65	80
	Diamètre équivalent (approximatif) en pouces										
	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3
0,4	0,3	0,6	1,4	2,6	4	7	15	25	45	69	120
1,0	0,5	1,2	2,8	4,9	7	14	28	45	80	130	230
1,6	0,8	1,7	3,8	7,1	11	20	40	60	120	185	330
2,5	1,1	2,5	5,5	10,2	15	28	57	85	170	265	470
4,0	1,7	3,7	8,3	15,4	23	44	89	135	260	410	725
6,3	2,5	5,7	12,6	23,4	35	65	133	200	390	620	1 085
8,0	3,1	7,1	15,8	29,3	44	83	168	255	490	780	1 375
10,0	3,9	8,8	19,5	36,2	54	102	208	315	605	965	1 695

 * Débit en dm³/s d'air libre à une pression atmosphérique standard de 1 013 mbar.

Remarques d'ordre général:

Les valeurs de débit sont basées avec une perte de charge (P), comme suit:

. Pour les diamètres de 6 à 15 mm : 10 % de la pression initiale pour 30 m de longueur équivalente de tuyauterie

. Pour les diamètres de 20 à 80 mm : 5 % de la pression initiale pour 30 m de longueur équivalente de tuyauterie

Tableau 39.

COMPARAISON DE SECHEURS

Type de sécheur	Point de rosée sous pression	Point de rosée atmosphérique	Maintenance	Puissance absorbée	Coût initial	Pré-filtres	Filtres complémentaires	Coût d'entretien
Réfrigération	2°C	23°C	Nulle	Pour moteur de réfrigération	Moyen	A usage général et coalesceurs	Aucun	Entretien régulier du moteur de réfrigération
Dessicant régénérable	-40°C	-57°C	Peu fréquente	Pour Dessiccatif de séchage	Elevé	A usage général et coalesceurs	Coalesceurs	Bas
Déliquescent	10°C	-15°C	Régulière, au moins semestriel	Nulle	Bas	A usage général et coalesceurs	Coalesceurs	Rechargement de conteneur

Norgren est le plus grand fabricant et fournisseur au monde de solutions pneumatiques, offrant une vaste gamme de composants de commande pneumatique et d'automatisation via un réseau commercial et technique mondial qui couvre 70 pays. La société est un membre principal du groupe IMI de renommée internationale et d'un chiffre d'affaires de 1 milliard de livres sterling.



Vérins



Distributeurs



Raccords



Traitement d'air



○ Centres de ventes

IMI Norgren S.A. Fr.Walravensstraat 84, B-1651Lot (Beersel)
Tél. 02/376 6020, Fax 02/3762634
<http://www.norgren.com>

'Olympian', 'Excelon', 'Quickclamp', 'Micro-Fog', 'Ultraire', 'Puraire', the Roundel, 'Norgren' and 'IMI' sont des marques déposées © IMI Norgren Limited 1998
En raison de sa politique de développement continu, Norgren se réserve le droit de procéder à des modifications des caractéristiques.

IMI

 **NORGREN**