

Instructions de montage pour les installations pneumatiques

1. Production de l'air comprimé

- 1.1 Débit nécessaire d'air comprimé
- 1.2 Puissance nécessaire du compresseur
- 1.3 Volume du réservoir d'air
- 1.4 Qualité de l'air quant à l'huile et aux poussières

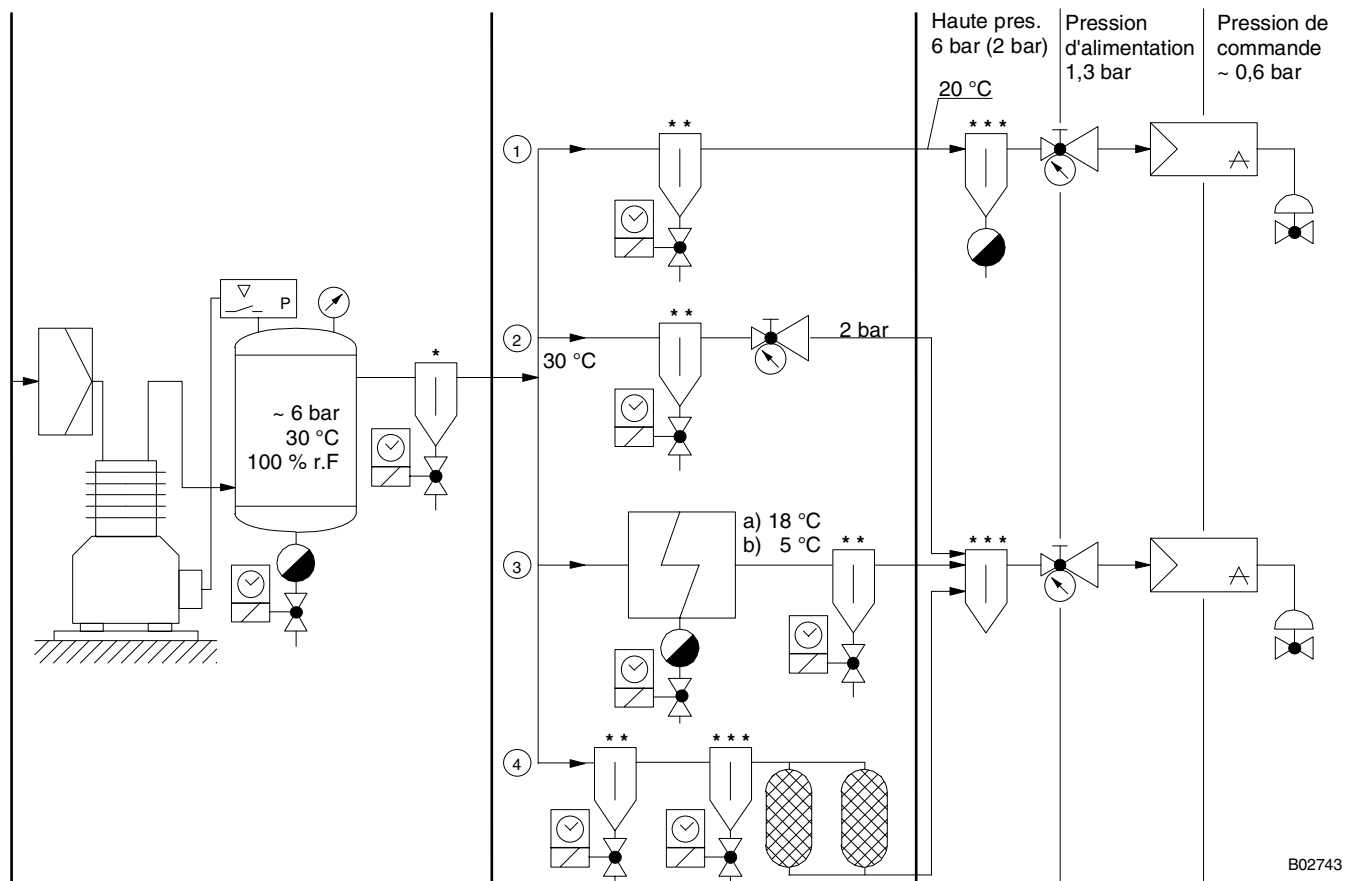
2. Production de l'air comprimé (en relation avec la formation d'eau de condensation)

- 2.1 Sans préparation de l'air comprimé
- 2.2 Avec réduction de pression
- 2.3 Avec séchage par réfrigération
- 2.4 Avec séchage par absorption

3. Distribution de l'air comprimé

- 3.1 Conduite à haute pression
- 3.2 Conduite de la pression
- 3.3 Raccordement des appareils

4. Règles pour la distribution de la pression d'alimentation



B02743

Exemples de préparation	Température lim. inf. (limite de saturation)		
	Réseau haute pression	Réseau pression d'alim.	Réseau pres. de commande
Ex. ① Sans préparation Refroidissement dans le réseau de distribution de 30 °C à 20 °C = condensation 2,2 g/m ³ _n		3 °C	-2 °C
Ex. ② Réduction échelonnée Haute pression uniquement 2 bar, pas de condensation	15 °C	12 °C	6 °C
Ex. ③ Séchage par réfrigération a) Refroidisseur d'eau 18 °C Condensation 2,5 g/m ³ _n b) Machine frigorifique 5 °C Condensation 3,8 g/m ³ _n	18 °C 5 °C	1 °C -10 °C	-4 °C < -10 °C
Ex. ④ Séchage par adsorption par ex. sécher à 0,3 g/m ³ _n	-10 °C	-20 °C	< -20 °C

- * Préfiltre pour air comprimé contenant des impuretés
- ** Microfiltre pour air comprimé contenant
- *** Filtre submicronique

1. Production de l'air comprimé

1.1 Débit nécessaire d'air comprimé

Pour déterminer le débit nécessaire d'air comprimé, la consommation moyenne d'air de tous les appareils sera additionnée:

- pour les organes de réglage et de commande, la consommation moyenne d'air est indiquée dans les feuilles de catalogue en l_n/h .
- pour les servomoteurs, la consommation d'air est indiquée pour une course. Celle-ci sera alors multipliée par le nombre évalué de courses par heure.

Exemple:

12 convert de mesure	à 33	l_n/h	396	l_n/h
12 RCP 20	à 40	l_n/h	480	l_n/h
2 XSP 31	à 30	l_n/h	60	l_n/h
2 AV 44 P 20	à 4,3	l_n	86	l_n/h
		(par course)		(10 courses/h)
5 AV 42 P 10	à 0,5	l_n	25	l_n/h
		(par course)		(10 courses/h)
Total:			1047	l_n/h

Débit d'air nécessaire = consommation moyenne = 1,047 m^3_n/h .

1.2 Puissance nécessaire du compresseur

Lors de la détermination de la puissance du compresseur, il faut tenir compte du fait que le compresseur doit fonctionner avec une durée d'enclenchement d'env. 50 %. La puissance nécessaire du compresseur est de cette façon 2 fois plus élevée que celle pour un débit d'air nécessaire selon 1.1.

La puissance des compresseurs se trouvant sur le marché, ne correspond généralement pas à la puissance calculée, le compresseur ayant une puissance plus élevée sera alors choisi. Ainsi possède t'on un facteur de sécurité supplémentaire qui garantira en plus d'une durée de vie plus longue, une tolérance de planification plus élevée quant aux fuites pouvant survenir ou une extension après coup de l'installation.

Exemple:

Débit d'air nécessaire:	1,05 m^3_n/h
Puissance nécessaire du compresseur:	2,10 m^3_n/h

Il faut remarquer que la puissance du compresseur est souvent indiquée lors de la marche à vide, c.à.d. sans contre pression. Il faut savoir que la puissance nécessaire du compresseur se rapporte au système de pression recommandé d'env. 6 bar.

1.3 Volume du réservoir d'air comprimé

Le réservoir d'air avec le volume V sert en tant qu'accumulateur de pression et détermine la durée d'interruption de marche Δt du compresseur avec la consommation d'air \dot{V} effective et avec le différentiel Δp du régulateur de pression.

$$\Delta t = \Delta p \cdot \frac{V}{\dot{V}} \cdot 60 \text{ (min)}$$

Afin d'éviter des enclenchements/déclenchements trop fréquents, le volume minimal du réservoir doit être de 2 % de la consommation moyenne horaire d'air. $V/\dot{V} = \text{env. } 0,02$.

Lors d'un différentiel du régulateur de pression de 2 bar, une durée d'interruption de marche d'env. 2½ min est obtenue.

Exemple:

Consommation moyenne d'air	1047 l_n/h
Volume du réservoir (2 %)	21 l
Durée d'interruption de marche env.	2.5 min
Réservoir existant	40 l
Durée d'interruption de marche env.	5 min

1.4 Qualité de l'air quant à l'huile et aux poussières

Pour tous les appareils de régulation et de commande, on exige généralement de l'air exempt d'huile et de poussières. Les dégâts causés par de l'air impropre ne sont décelables qu'après un certain temps; le mélange d'huile et de poussière est particulièrement dangereux.

- Pour la production d'air exempt d'huile, les compresseurs exempts d'huile (pistons secs) conviennent particulièrement.
- La poussière nuit au compresseur et aux dispositifs raccordés en aval. C'est pourquoi nous recommandons l'utilisation d'un filtre d'aspiration 20...50 μm en aval du compresseur et un préfiltre de 5 μm en amont du compresseur.
- Lors de la connexion à des réseaux d'air existants qui, dans la plupart des cas sont alimentés par des compresseurs lubrifiés à l'huile, il faut prévoir un filtre fin et un filtre submicronique pour l'élimination des aérosols graisseux (huile sous forme de goutellettes).
- Afin de pouvoir séparer les particules graisseuses sous forme gazeuse, il est conseillé d'utiliser un dessiccateur par réfrigération ou par adsorption.
- Dans le cas de l'emploi d'un dessiccateur par adsorption, il faut placer un filtre fin et un filtre submicronique en amont ainsi qu'un filtre submicronique en aval.
- Dans le cas de l'emploi d'un dessiccateur par réfrigération, un filtre submicronique placé en aval suffit.
- Si toutefois l'utilisation d'un dessiccateur par réfrigération ou par adsorption n'est pas possible, les particules graisseuses sous forme gazeuse doivent être séparées au moyen d'un filtre à charbon actif placé entre le filtre fin et le filtre submicronique.
- Dans le cas d'installations situées dans des atmosphères à forte teneur en poussières (par ex. poussières de ciment dans des bâtiments neufs) il faut porter une attention particulière aux filtres du compresseur et des stations de réduction.
- Les raccords d'installations pneumatiques SAUTER sont également munis de petits filtres, afin de recueillir les résidus éventuels situés dans la tuyauterie. Toutefois, avant la connexion des appareils, purger toutes les conduites..
- Les indications ci-dessus se rapportent à notre station de réduction XFRP 5

2. Production de l'air comprimé en fonction de la formation d'eau de condensation

Lors du tracé de la conduite, il faut faire attention à ce que, par suite de formation d'eau de condensation, aucune accumulation non contrôlée d'eau ne se reproduise permettant aux conduites de geler. La préparation d'air correspondante dépend de la température minimale dans les sections particulières de la conduite (voir exemple à la page 60.01).

- Dans le cas ①, de l'eau de condensation s'accumulera toujours du côté haute pression. C'est pourquoi les conduites doivent être installées avec une légère pente. Aux points les plus bas, l'eau de condensation doit être périodiquement évacuée. Les températures minimales des réseaux de pression d'alimentation et de signal sont limitées.
- Dans le cas ② à ④, de par la préparation de l'air comprimé, une quantité d'eau est éliminée de manière à éviter que de l'eau de condensation ne se forme dans le réseau des conduites. Les températures minimales pour les étages particuliers de pression sont limitées. Pour les conduites à haute pression avec une température au-dessous de 0 °C, le cas ④ est uniquement admis, sinon les conduites gèlent.

Pour la détermination des températures minimales admises, un diagramme sera employé qui indiquera la teneur en eau maximale „a" d'un mètre cube normal d'air en fonction de la température.

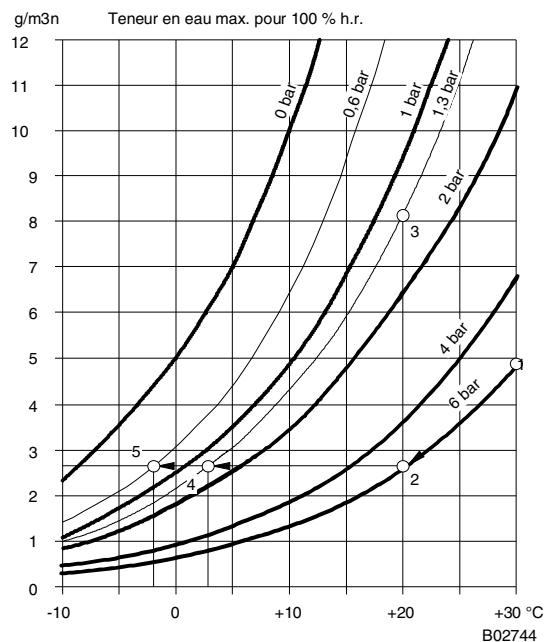
$$\text{On applique: } a \cong 0,8 \frac{p(T)}{p_{\text{abs}}} \text{ g/m}^3_n$$

$p(T)$ = pression de la vapeur en mbar T
 P_{abs} = pression absolue en bar

Dans les chapitres suivants, les températures limites indiquées à la page 60.01, seront déterminées numériquement. Les exemples sont choisis en fonction d'exemples types et peuvent également être employés pour d'autres états similaires.

Dans un premier temps, l'eau sera toujours éliminée, sauf pour le cas ②. La quantité dépend du pouvoir de refroidissement de l'air côté haute pression. Après, la teneur en eau reste constante. Le rapport de la teneur en eau existante et de la teneur en eau max. donne l'humidité relative existante. La température limite inférieure, pour chaque étage de pression, est uniquement atteinte lorsque la teneur en eau max. et la teneur en eau existante sont à nouveau égales (100 %hr).

2.1 Cas ①, sans préparation de l'air comprimé



Le réseau à haute pression est employé intentionnellement pour l'élimination de l'eau.

Point 1 Etat dans le réservoir de pression:
 6 bar, 30 °C, 100 %hr
 Teneur en eau **4,8 g/m³_n**

Point 2 Etat dans le réseau à haute pression:
 refroidissement à 20 °C, 6 bar, 100 %hr
 Teneur en eau **2,6 g/m³_n**

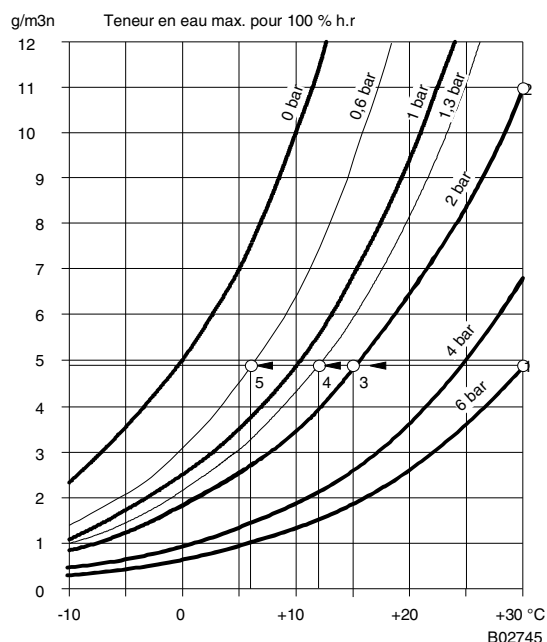
Quantité d'eau de condensation: 4,8 – 2,6 = **2,2 g/m³_n**

Point 3 Après la détente à 1,3 bar, une teneur en eau de 8,1 g/m³_n serait possible.
 Toutefois, une teneur en eau de 2,6 g/m³_n est présente c.à.d.
 $hr = 2,6/8,1 = 0,32 = \mathbf{32\%}$

Point 4 Température limite inférieure dans le réseau de la pression d'alimentation (1,3 bar) = 0,3°C
 (Teneur en eau max. = teneur en eau existante)

Point 5 Température limite inférieure dans le réseau de la pression de signal (env. 0,6 bar) = -2 °C

2.2 Cas ②, avec réduction de pression graduelle



La première réduction de pression dans la chambre de compression diminue l'humidité relative dans le réseau à haute pression. Par la réduction de la „haute pression", la chute de pression dans la conduite sera plus grande et le débit de la deuxième station de réduction plus petit.

Point 1 Etat dans le réservoir de pression:
6 bar, 30 °C, 100 %hr
Teneur en eau **4,8 g/m³_n**

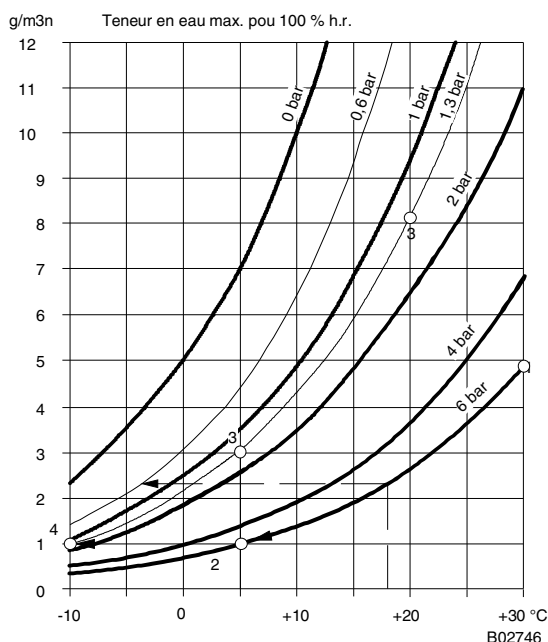
Point 2 Après la détente à 2 bar, une teneur en eau de 11g/m³_n serait possible. Toutefois une teneur en eau de 4,8 g/m³_n est présente, c'est à dire:
 $hr = 4,8/11 = 0,44 = 44 \%$

Point 3 Température limite inférieure dans le réseau haute pression (2 bar) = **15 °C**
(Teneur en eau max. = teneur en eau existante).

Point 4 Température limite inférieure dans le réseau de la pression d'alimentation (1,3 bar) = **12 °C**

Point 5 Température limite inférieure dans le réseau de la pression de signal (env. 0,6 bar) = **6 °C**

2.3 Cas ③, avec séchage par réfrigération



L'air comprimé (6 bar) est refroidi par conséquence et élimine beaucoup d'eau. Avec de l'eau comme réfrigérant, il est possible d'atteindre une température d'env. 18 °C et avec une machine frigorifique env. 5 °C (limite donnée par la température de congélation).

Point 1 Etat dans le réservoir de pression:
6 bar, 30 °C, 100 %hr
Teneur en eau **4,8 g/m³_n**

Point 2 Etat dans le sécheur par réfrigération:
refroidissement à 5 °C, 6 bar, 100 %hr
Teneur en eau = 1 g/m³_n
Quantité d'eau de condensation: 4,8 – 1 = 3,8 g/m³_n
Température limite inférieure dans le réseau haute pression (6 bar) = **5 °C**

Point 3 Etat dans le réseau de la pression d'alimentation:
détendu à 1,3 bar à 5 °C
Teneur en eau reste de 1 g/m³_n
Teneur en eau max. = 3,1 g/m³_n
c'est à dire: $hr = 1/3,1 = 0,32 = 32 \%$

Point 4 Température limite inférieure dans le réseau de la pression d'alimentation (1,3 bar) = **-10 °C**

Avec un réfrigérant à eau (18 °C), la teneur en eau diminue à **2,3 g/m³_n** (v. pointillé).

Températures limites: 18 °C pour 6 bar
+1 °C pour 1,3 bar
-4 °C pour 0,6 bar

2.4 Cas ④, avec séchage par adsorption

Dans le sécheur à adsorption, l'air passe dans un récipient contenant une matière hygroscopique. Suivant la grandeur et le débit, la teneur en eau peut être amenée facilement en-dessous de $0,3 \text{ g/m}^3_n$ (il faut tenir compte des indications du fabricant). Ainsi pour le réseau à haute pression, on obtient déjà une température limite inférieure de $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ (réseau de la pression d'alimentation env. $-20 \text{ }^\circ\text{C}$).

Le sécheur à adsorption doit être régénéré périodiquement, c'est pourquoi des systèmes doubles commutables devront être utilisés. La durée de service d'un remplissage sera prolongée de façon notable, lorsqu'un sécheur par réfrigération est branché en amont.

- Par principe, les sécheurs à adsorption nécessitent uniquement des compresseurs exempts d'huile.

3. Distribution de l'air comprimé

3.1 Conduite haute pression 6 bars env.

Les conduites haute pression desservant les stations de réduction, seront généralement exécutées en tube cuivre ou en tube plastique. Dans le cas ①, sans traitement d'air comprimé, les conduites doivent être installées avec une pente et les points bas doivent être purgés périodiquement. Avec de l'air traité, la température limite inférieure selon le chapitre 2 ne doit pas être franchie de manière à éviter la formation d'eau de condensation.

3.2 Conduite de la pression d'alimentation et de commande

- Pour des conduites étant installées au moyen de raccords à vis, des tubes en polyéthylène, en polyamide ou en cuivre sont généralement utilisés. S'il n'y a pas de prescriptions spéciales (protection contre les incendies, protection contre les dégats causés par les souris ou similaires), l'on utilise généralement le tube en polyéthylène le plus tendre et le plus économique. Les tubes en cuivre sont à poser de manière à ce qu'aucune force importante ne soit transmise sur les appareils raccordés (spécialement boîtiers en matière synthétique). Souvent, les derniers 30 cm en amont de l'appareil sont équipés d'un tube en matière synthétique.
- Pour des conduites raccordées à un raccord enfichable, un tuyau de qualité spéciale en polyéthylène a été développé (voir chapitre 69).

Contre la formation d'eau de condensation, il faut tenir compte des températures limites inférieures selon le chapitre 2. La dimension usuelle de la conduite est de 6×1 (\varnothing ext. 6 mm, épaisseur de paroi 1 mm). Pour des longues conduites et des débits importants, la chute de pression admise dans la conduite de pression d'alimentation doit être prise en considération.

3.3 Raccordement des appareils

- Les appareils Sauter ont généralement un filetage intérieur $R_p \frac{1}{8}$ (ISO 7/1). Ils conviennent donc pour nos pièces à visser coniques $R \frac{1}{8}$ (ISO 7/1) ainsi que pour des pièces à visser cylindriques (voir chapitre 69) Comme agent d'étanchéité, il est recommandé d'employer une bande en PTFE ou un joint spécial d'étanchéité. (no 297169). (Pas de loctite pour les matières synthétiques). Lors de l'utilisation de raccords en métal pour des boîtiers en matière synthétique, le couple de serrage doit être limité en conséquence (utiliser de préférence des raccords en matière moulée).
- Pour des raisons de montage (montage encastré) et de construction, quelques appareils sont équipés de raccords enfichables, fixes ou vissables. Pour des raccords enfichables employer uniquement du tube en polyuréthane (voir chapitre 69). En tant que collier de retenue ou pour des températures dépassant $40 \text{ }^\circ\text{C}$ un collier supplémentaire n° 277790 peut être employé.
- Faire glisser les tuyaux, ne pas les tirer. Utiliser l'extracteur de tuyaux (set de service 297508).
- L'extrémité élargie des tuyaux doit être coupée.

4. Règles pour la distribution de la pression d'alimentation

Pour nos appareils pneumatiques, est prescrite en général une pression d'alimentation de $1,3 \pm 0,1$ bar. Cette pression doit être respectée au niveau de la distribution même lorsque différents consommateurs absorbent précisément leur quantité d'air maximale. Dans le cas contraire, des défauts de fonctionnement peuvent apparaître sur les appareils raccordés à ce distributeur. Dans ce chapitre sont décrites les relations et sont données les directives pour l'étude et la réalisation de réseaux de pression d'alimentation.

Le comportement d'un réseau de pression d'alimentation est défini par les paramètres suivants:

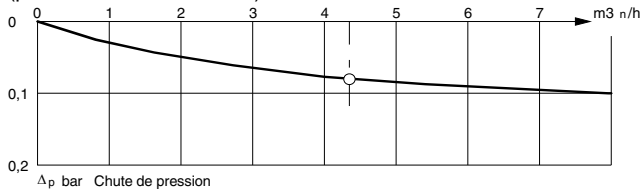
- 1) Résistance interne de la source de pression
- 2) Débit d'air maximal \dot{V}_{max}
- 3) Influence de la pression d'alimentation sur les appareils

4.1 Résistance interne de la source de pression

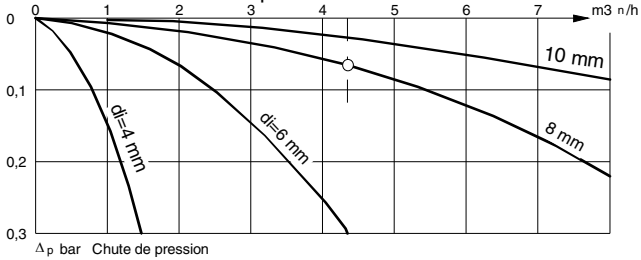
Dans tous les réseaux de pression d'alimentation, la pression chute quelque peu lorsqu'une quantité d'air est prélevée. La chute de pression sur le lieu de prélèvement est la somme de plusieurs pertes de pression, qui dépendent du débit et sont causées par:

- la station de réduction de pression,
- la résistance de la conduite,
- les vannes de commande
- ou par d'autres résistances d'écoulement.

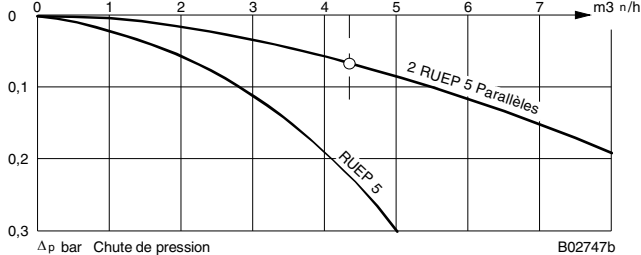
Station de réduction de pression XFRP 5 (pression en amont 6 bar)



Résistance de la conduite pour 10 m



Vannes de commande



Pour l'évaluation de la chute de pression totale, est déterminé le débit d'air \dot{V}_{max} selon 4.2) et sont additionnées les valeurs p correspondantes des courbes caractéristiques de charge en question: Les valeurs p des conduites sont données pour une longueur de 10 m et doivent être converties proportionnellement à la longueur réelle de la conduite. Les points reportés sur le dessin concernent l'exemple de la page 7 avec $\dot{V}_{max} = 4,3 \text{ m}^3/\text{h}$

4.2 Débit d'air maximal „ \dot{V}_{max} ”

Le débit d'air maximal tient compte, en plus de la consommation moyenne d'air (pour la détermination du compresseur), de la quantité d'air de travail, qui est passagèrement nécessaire pour la régulation de perturbations ou après ajustements de valeurs de consigne. Ce débit d'air n'a rien à voir avec la quantité d'air „nécessaire" pour la détermination du compresseur.

Pour les circuits de régulation de la température et de l'humidité, s'appliquent les formules empiriques suivantes:

Pour 2...10 circuits de régulation avec amplificateur ou positionneur, s'effectue le cumul suivant $\dot{V}_{max} =$

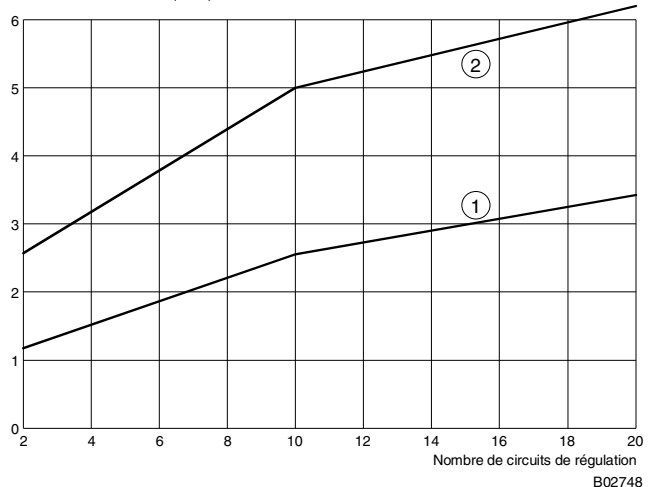
- Consommation d'air moyenne pour tous les appareils raccordés
- + majoration de $0,1 \text{ m}^3/\text{h}$ par appareil de réglage ($0,2 \text{ m}^3/\text{h}$ pour chaque AV 44/45 P)
- + livraison d'air maximale de 2 appareils avec la plus grande puissance

Pour plus de 10 circuits de régulation: pour chaque appareil de réglage supplémentaire, 10 % seulement de la majoration sont comptabilisés (facteur de simultanéité)

Exemples pour des circuits de régulation similaires:

- ① Régulateur avec petit servomoteur sans positionneur par exemple RCP 20 avec AV 42 P
- ② Régulateur avec grand servomoteur et régulateur positionneur par exemple RCP 20, AV 44 P, XSP 31

Débit d'air maximal \dot{V}_{max} (m³/h)



Lors de l'enclenchement de toute une installation ou d'un ajustement commun de la consigne, de très grandes quantités d'air sont brièvement absorbées, autrement dit, la fluctuation admissible pour la pression d'alimentation est dépassée. L'influence correspondante sur les appareils selon le point 4.3) est admissible en général pour ces cas.

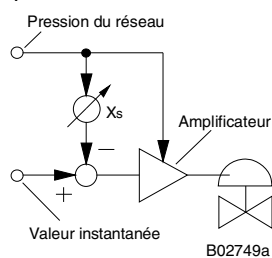
4.3 Influence de la pression d'alimentation sur les appareils

Avec le débit d'air \dot{V}_{\max} selon 2) et les courbes caractéristiques de charge selon 1), la chute passagère de la pression d'alimentation pour le distributeur peut être évaluée.

Si la pression d'alimentation chute d'une valeur trop importante, il est possible de distinguer deux groupes de perturbations:

a) Sur de nombreux appareils pneumatiques, seule la livraison d'air est quelque peu réduite. Mais comme la pression d'alimentation est aussi la pression de sortie maximale possible, des appareils de réglage calculés trop justes et fermant avec la pression, peuvent s'ouvrir temporairement.

b) Un second type de perturbation est constaté sur les appareils qui fonctionnent avec une pression de référence stabilisée (par exemple valeur de consigne X_s sur le régulateur Centair, ou point zéro p_0 sur le régulateur de position XSP 31). Avec le sens de commande A, et dans le cas d'une chute de la pression d'alimentation, la pression de référence chute aussi un peu et par conséquent la pression de sortie augmente. Cette charge supplémentaire du réseau renforce l'ensemble du processus (réaction) de telle sorte que l'appareil est excité jusqu'à la livraison d'air maximale et ne se stabilise à nouveau que dans la phase d'évacuation.



Cet effet devient plus grave lorsque plusieurs de ces appareils sont raccordés à la même conduite de pression d'alimentation ou à une distribution incorrectement alimentée. Dans ces cas, la réaction est transmise à tous ces appareils de telle sorte que la pression s'effondre dans toute l'installation et occasionne dans certains cas une oscillation continue.

Du fait de ces constatations et des expériences pratiques, les directives suivantes peuvent être énoncées:

- L'alimentation en air de distribution doit être calculée de telle sorte que la chute de pression pour le débit d'air \dot{V}_{\max} ne soit pas supérieure à 0,2 bar et que la pression dans le distributeur ne chute pas sous 1,2 bar. L'influence mutuelle et l'ouverture passagère d'appareils de réglage ne sont alors plus possibles. La station de réduction de pression non chargée, doit de ce fait et en règle générale, être réglée à 1,4 bar.

- La conduite de distribution vers le consommateur individuel ne doit pas être prolongée. Sur les appareils avec le sens de commande A, la conduite ne doit pas dépasser une certaine longueur, sinon l'appareil risque de s'auto-exciter en permanence.

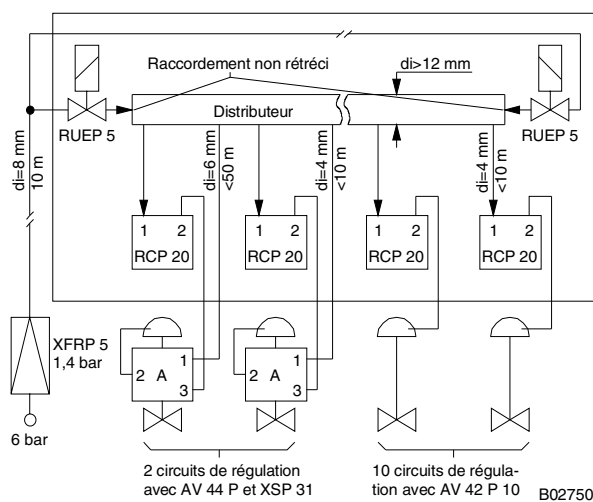
Longueur maximale de la conduite d'alimentation:

di = 4 mm; L_{\max} = 10 m

di = 6 mm; L_{\max} = 50 m

- Les diamètres définis des conduites sont à indiquer sur le schéma. La distribution doit avoir un diamètre intérieur de 12 mm minimum. Les filetages de raccordement pour l'entrée de la pression d'alimentation doivent coïncider avec le diamètre choisi pour la conduite.

Exemple: Tableau de commande pour 12 circuits de régulation



Débit d'air typique \dot{V}_{\max} sur le distributeur (v. chapitre 4.2)

12 RCP 20	à 40	l_n/h	→ 0.48	} Consommation d'airh	
12 Convert. de mes.	à 33	l_n/h	→ 0.40		
2 XSP 31	à 30	l_n/h	→ 0.06		
2 AV 44 P 20	à 200	l_n/h	→ 0.40	} Majorations	
10 AV 42 P 10	à 100	l_n/h	→ 1.00		
2 livraison max. d'air	XSP 31 à 1000	→	2.00		
$\dot{V}_{\max} =$				4.34 m^3/h	

Courbes caractéristiques sur la distribution pour

$\dot{V}_{\max} = 4,34 \text{ m}^3/h$ (Voir chapitre 4.1)

Station de réduction	0,09	bar
Conduite $\varnothing=8\text{mm}; L=10 \text{ m}$	0,07	bar
2 vannes de commande RUEP 5	0,04	bar
$\Delta p_{\text{globa}} =$		0,20 bar

La pression dans le distributeur chute en tout de 1,4 bar à 1,2 bar (cas limite admissible).