

CLIMATISATION CONDITIONNEMENT D'AIR



DISTRIBUTION DES FLUIDES

Hydraulique et Aéraulique

J. BOUTELOUP - M. LE GUAY - J. LIGEN

3.2

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective", et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, "toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite" (alinéa 1^{er} de l'article 40). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du code pénal.

© Numéro spécial de Chaud-Froid-Plomberie
CHAUD-FROID-PLOMBERIE 2002

EDIPA - éditions parisiennes
6, passage Tenaille 75014 PARIS - www.edipa.fr
ISBN 2 - 86243 - 062 - 5

SOMMAIRE

Première partie : Hydraulique	9
Chapitre 1	
Circuits caloporteurs	11
1. Principe.....	11
2. Fluides caloporteurs	12
3. Réseaux.....	13
3.1. Tracé des réseaux	
3.2. Sélection des tuyauteries	
3.2.1. Pression maximale - Pression nominale	
3.2.2. Dimensionnement et caractéristiques des tubes	
3.2.3. Dimensionnement des tuyauteries	
3.2.4. Assemblage des tuyauteries	
3.3. Calcul des pertes de charge	
3.3.1. Perte de charge linéaire	
3.3.2. Perte de charge singulière	
3.3.3. Perte de charge des appareils	
3.3.4. Exemples de calcul sur un circuit de production d'eau glacée et un réseau de rejet de chaleur	
3.4. Sélection des vannes de régulation	
3.4.1. Coefficient de vanne	
3.4.2. Autorité d'une vanne	
3.4.3. Technologie et utilisation des vannes de régulation	
3.4.4. Exemple de dimensionnement	
3.5. Circuits fermés	
3.5.1. Caractéristique hydraulique d'un circuit fermé	
3.5.2. Association de tronçons en série	
3.5.3. Association de tronçons en parallèle	
3.5.4. Exemple de modélisation	
3.6. Circuits ouverts	
3.6.1. Caractéristique hydraulique d'un circuit ouvert	
3.6.2. Association de tronçons ouverts	
4. Pompes.....	61
4.1. Technologie	
4.1.1. Pompes centrifuges	
4.1.2. Pompes à canal latéral	
4.1.3. Pompes volumétriques	
4.2. Caractéristiques des pompes centrifuges	
4.2.1. Hauteur manométrique totale	
4.2.2. Puissance absorbée	
4.2.3. Rendement hydraulique	
4.2.4. NPSH	
4.3. Couplage des pompes	
4.3.1. Pompes identiques en parallèle	
4.3.2. Pompes différentes en parallèle	
4.3.3. Pompes identiques en série	
4.3.4. Pompes différentes en série	
4.4. Rognage des roues	
5. Association pompe et réseau	81
5.1. Sélection d'une pompe	
5.2. Point de fonctionnement	
5.3. Choix du couplage de pompes	
5.4. Réglage de débit	
5.4.1. Par vanne de réglage en série avec le réseau	
5.4.2. Par vanne de réglage en parallèle avec le réseau	
5.4.3. Par variation de la vitesse de rotation de la pompe	
5.4.4. Application	

5.5. Equilibrage hydraulique	
5.5.1. Objectif	
5.5.2. Principe	
5.5.3. Moyens technologiques	
5.5.4. Méthodes	
5.5.5. Solution alternative	
5.6. Cavitation	
6. Expansion	120
6.1. Calcul du volume d'expansion	
6.2. Volume utile du dispositif d'expansion	
6.3. Vases d'expansion ouverts	
6.4. Vases d'expansion fermés à pression variable	
6.5. Vases d'expansion fermés à pression constante	
6.6. Groupe de maintien de pression	
6.7. Comparaison des dispositifs d'expansion	
6.8. Point de branchement du vase	

Chapitre 2

Distribution d'eau	133
1. Débits probables	133
2. Pression disponible	133
3. Dimensionnement des tuyauteries	139
3.1. Méthode générale (le critère est la vitesse)	
3.2. Méthode du <i>jmoyen</i>	

Chapitre 3

Distribution de la vapeur	139
1. Tracé des réseaux	139
1.1. Le problème de la purge des condensats	
1.2. Le problème de la dilatation	
2. Dimensionnement des tuyauteries	142
2.1. Calcul des débits masses	
2.2. Choix de la vitesse	
2.3. Calcul des diamètres	
3. Vérification des pressions	142
4. Sélection des purgeurs de ligne	142
4.1. Types de purgeur	
4.2. Débit à évacuer	
4.2.1. Période de mise en régime	
4.2.2. Période de régime établi	
4.3. Dimensionnement	

Deuxième partie : Aéraulique

Chapitre 1

Diffusion de l'air dans les locaux	149
1. Introduction	149
1.1. Eléments d'un ensemble de climatisation centralisé	
1.2. Terminologie des différents airs dans un ensemble de climatisation	
1.3. Principe de diffusion de l'air	
2. Etude des jets d'air	150
2.1. Différentes formes de jets d'air	
2.2. Contraction du jet d'air	
2.3. Jet d'air libre	
2.4. Jet d'air adhérent	
2.5. Etude du jet d'air libre isotherme	
2.6. Effet de la température du jet d'air soufflé	

3. Diffusion de l'air par mélange	154
3.1. Vitesse de l'air ambiant (dans la zone d'occupation)	
3.2. Température de l'air (dans la zone d'occupation)	
3.3. Portée et chute	
3.4. Effet de paroi ou effet Coanda	
3.5. Induction interne au diffuseur	
3.6. Locaux de grande hauteur	
3.7. Description des diffuseurs typiques	
3.7.1. Diffuseurs plafonniers	
3.7.2. Diffuseurs de paroi	
3.7.3. Diffuseurs de contre-marche	
3.7.4. Diffuseurs de sol	
3.7.5. poutres ventilées ou poutres à induction	
3.7.6. Gaines textiles	
4. Diffusion de l'air par déplacement.....	176
4.1. Principe	
4.2. Description d'un système de climatisation à déplacement	
4.3. Description des diffuseurs	
4.4. Avantages - Points forts	
4.5. Inconvénients - Contraintes	
4.6. Domaines d'application	
5. Exemples d'application des différents diffuseurs	181
6. Grilles de transfert.....	181
7. Bouches de reprise	181
8. Grilles de reprise d'air neuf et de rejet d'air vicié.....	181
9. Volets de surpression.....	181

Chapitre 2

Distribution de l'air

1. Réseaux.....	185
1.1. Technologie des conduits et des appareils	
1.1.1. Conduits circulaires	
1.1.2. Accessoires pour conduits circulaires	
1.1.3. Conduits oblongs	
1.1.4. Conduits rectangulaires	
1.2. Caractéristiques des conduits	
1.2.1. Diamètres fictifs	
1.2.2. Rugosité absolue des conduits d'air	
1.3. Calcul des pertes de charge	
1.3.1. Pertes de charge linéaires ou réparties	
1.3.2. Pertes de charge singulières	
1.3.3. Pertes de charge des appareils	
1.4. Dimensionnement des réseaux de conduits d'air	
1.4.1. Vitesses d'air recommandées	
1.4.2. Méthode de la section constante	
1.4.3. Méthode de la vitesse dégressive	
1.4.4. Méthode de la perte de charge linéique constante	
1.4.5. Méthode de la récupération de pression dynamique	
1.4.6. Exercice d'application	
2. Les ventilateurs.....	221
2.1. Fonction des ventilateurs	
2.2. Classification des ventilateurs	
2.2.1. Les ventilateurs centrifuges	
2.2.2. Les ventilateurs hélicoïdes	
2.2.3. Les ventilateurs tangentiels	
2.3. Modes d'entraînement des ventilateurs	
2.3.1. Entraînement direct des ventilateurs	
2.3.2. Entraînement direct par moteur à rotor extérieur	
2.3.3. Entraînement par accouplement élastique	
2.3.4. Entraînement par courroie	
2.4. Installation des ventilateurs	
2.4.1. Sens de rotation	
2.4.2. Position de l'enveloppe	
2.4.3. Raccordements aérauliques	

2.5. Caractéristiques des ventilateurs	
2.5.1. Débit volume pulsé	
2.5.2. Gain de pression totale ou charge d'un ventilateur ou pression d'un ventilateur	
2.5.3. Fréquence de rotation	
2.5.4. Puissances	
2.5.5. Lois de similitude des ventilateurs	
2.5.6. Caractéristiques acoustiques	
2.5.7. Exercices	
2.6. Courbes caractéristiques des ventilateurs	
2.6.1. Ventilateur centrifuge dont la roue a des aubes inclinées vers l'avant	
2.6.2. Ventilateur centrifuge dont la roue a des aubes inclinées vers l'arrière	
2.6.3. Critères de choix des ventilateurs à action et à réaction	
2.6.4. Ventilateurs hélicoïdes	
2.6.5. Ventilateurs tangentiels	
2.6.6. Pompage des ventilateurs	
2.6.7. Comparaison des performances	
2.7. Influence de la température de l'air pulsé sur les performances des ventilateurs	
2.7.1. Variation du débit-masse	
2.7.2. Variation du rendement	
2.7.3. Exercice 1	
2.7.4. Les gains de pression statique, dynamique et totale varient proportionnellement à la masse volumique de l'air pulsé	
2.7.5. Les gains de pression statique, dynamique et totale varient inversement proportionnellement à la température absolue	
2.7.6. La puissance absorbée sur l'arbre du ventilateur varie proportionnellement à la masse volumique et inversement proportionnellement à la température absolue de l'air pulsé	
2.7.7. Exemple 2	
2.8. Réglage du débit d'air pulsé	
2.8.1. Différents dispositifs utilisés pour régler le débit d'air pulsé par un ventilateur	
2.8.2. Réglage du débit d'air par deux ou plusieurs ventilateurs montés en parallèle	
2.8.3. Réglage du débit d'air par deux ou plusieurs ventilateurs montés en série	
2.9. Puissance consommée par les différents dispositifs de variation de débit	
3. Association ventilateur et réseau	274
3.1. Mesure de débit	
3.1.1. Tube de Pitot	
3.1.2. Aile de mesure ou tube de Pitot moyenné	
3.1.3. Organes déprimogènes	
3.1.4. Anémomètres	
3.1.5. Buses ou cônes de débit	
3.2. Equilibrage des réseaux d'air	
3.2.1. Niveaux d'équilibrage	
3.2.2. Organes de réglage	
3.2.3. principes généraux de l'équilibrage des réseaux aérauliques	
3.2.4. Equilibrage proportionnel	
3.2.5. Régulateur de débit	
3.3. Exemples de détermination de réseaux	
3.3.1. Conduits d'air industriels et représentation graphique de l'évolution des pressions	
3.3.2. Réseau de soufflage d'un bâtiment public	
3.3.3. Système terminal à induction	
3.3.4. Climatisation d'une salle de traitement informatique	
Annexe : Ajustement d'une fonction mathématique.....	309