

AVANT-PROPOS

Toute installation de climatisation ou de conditionnement d'air suppose la maîtrise simultanée d'un nombre plus ou moins important de grandeurs de consigne – température, humidité relative, qualité de l'air, mouvements d'air, bruit – et en amont une action sur une multitude de paramètres.

La seule maîtrise des mouvements d'air ambiant par exemple – ce qui sous-entend contrôle du gradient vitesse d'air et contrôle de la direction de l'écoulement – nécessite une sélection de bouches de soufflage adéquates (les bouches de reprise jouant un rôle secondaire), le calcul de leur nombre, la détermination de leur emplacement, la vérification de l'écart de température au soufflage, etc. A son tour, la seule sélection du type de bouche doit prendre en compte les possibilités de réglage, les problèmes acoustiques, la portée du jet, le risque d'effet Coanda, sans oublier les souhaits du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre quant à l'esthétique.

La situation est tout à fait similaire pour les autres paramètres dont la maîtrise dépend du calcul correct des charges, de la prise en compte des dégagements d'humidité, de la sélection correcte des matériels etc.

Une installation de climatisation ou de conditionnement d'air est donc un ensemble complexe, destiné en outre à s'intégrer dans un contexte spécifique, à savoir, dans la plupart des cas, celui d'une construction fixe. Cela signifie qu'il lui faudra souvent s'adapter à ce contexte tout en modelant parfois : c'est le cas par exemple lorsque pour réduire les charges internes on est amené à prévoir des luminaires spéciaux assurant la reprise de l'air.

Cette situation sous-entend une obligation essentielle : réussir l'installation du premier coup, toute modification ultérieure se révélant toujours lourde de conséquences car entraînant des problèmes en chaîne fréquemment insolubles. Il en résulte alors de graves litiges dont l'origine est trop souvent l'incompétence avec pour conséquence plus générale et donc d'autant plus préjudiciable une détérioration de l'image de marque de la climatisation et du conditionnement d'air.

C'est pour ne pas tomber dans de tels travers, autrement dit pour donner à tous ceux qui le souhaitent la possibilité de devenir des climaticiens confirmés, que l'ouvrage en 2 tomes « Climatisation et conditionnement d'air modernes par l'exemple » a vu le jour.

Le tome 1 intitulé « Les calculs » rassemble toutes les données nécessaires pour mener à bien les calculs, qu'il s'agisse des changements d'état de l'air, des débits à mettre en œuvre, de la diffusion de l'air ou encore des mesures à prendre pour éviter la transmission des bruits.

Pour ce qui est du cas particulier du calcul des charges, il nécessite impérativement de disposer de documents exhaustifs. Et comme cela représente une masse de données considérable qui ne pouvait trouver sa place dans le tome 1 sans l'alourdir au-delà du raisonnable, nous avons délibérément choisi de renvoyer le lecteur vers des méthodes de calcul des charges cohérentes et complètes faisant elles-mêmes l'objet de deux ouvrages. Par contre, nous avons présenté le principe du calcul avec ses différentes phases et insisté sur la complexité du calcul et l'importance de la justesse des résultats.*

Le tome 2 intitulé « Le choix d'un système » permet de choisir un système de climatisation ou de conditionnement d'air mettant en œuvre des techniques modernes comme la ventilation par déplacement au moyen de diffuseurs que nous avons appelés du type « source » ou la production de froid sans machine frigorifique, ainsi que des matériels innovants comme les convecteurs sans ventilateur (par opposition aux ventilo-convecteurs classiques).

Tout cela bien entendu est traité dans un contexte d'utilisation rationnelle de l'énergie ce qui sous-entend qu'il est fait une large place aux différents récupérateurs de chaleur, régénérateurs, échangeurs et autres.

Pour terminer ce tome 2, un dernier chapitre est consacré aux mesures à prendre pour qu'une installation de climatisation ou de conditionnement d'air ne favorise pas la propagation du feu et des fumées en cas d'incendie, mesures malheureusement trop souvent délaissées et dont l'absence peut avoir de très graves conséquences.

De très nombreux exemples de calcul traités dans le détail permettent tout au long des deux tomes de mettre immédiatement en application ce qui vient d'être exposé. Comme la matière exposée l'est sous forme facilement assimilable, cet ouvrage très pratique est tout particulièrement indiqué pour tous ceux qui souhaitent non seulement se familiariser avec les installations de climatisation et de conditionnement d'air mais également devenir des climaticiens confirmés.

Quant à ceux qui le sont déjà, ils y trouveront matière à remettre en cause leurs habitudes du fait des matériels novateurs qu'il est à présent possible de mettre en œuvre et de la nécessité de concevoir des installations permettant, pour un même résultat, de réduire toujours plus leur consommation énergétique d'où, pour le maître d'ouvrage, des frais d'exploitation moindres.

Avant d'en terminer, j'aimerais remercier l'éditeur de s'être investi dans la réalisation de l'ouvrage « Climatisation et conditionnement d'air modernes par l'exemple » ; car, ce faisant, il concourt non seulement au développement de techniques de pointe mais en outre participe à la valorisation de l'image de marque de la climatisation et du conditionnement d'air.

Jean-Louis Cauchepin

TABLE DES MATIÈRES

1	Introduction	1
1.1	Bref historique	1
1.2	Terminologie	2
1.3	Raisons d'être des installations de ventilation, de climatisation et de conditionnement d'air	13
1.4	Classification	19
2	Grandeurs d'état de l'air atmosphérique	23
	Généralités	23
2.1	Équations thermodynamiques d'état	25
2.2	Humidité relative (taux d'humidité)	26
2.3	Humidité absolue	26
2.4	Masse de l'air humide, masse volumique, volume massique	27
2.5	Température de rosée	32
2.6	Enthalpie massique de l'air humide	35
2.7	Diagrammes de l'air humide	37
2.8	Diagramme de l'air humide type Mollier	38
2.9	Angle d'évolution du diagramme de l'air humide	45
2.10	Variation de la pression barométrique	47
3	Changements d'état de l'air humide	51
3.1	Variation de la seule température de l'air	51
3.1.1	Cas des batteries de chauffage et de refroidissement sans condensation	53
3.1.2	Cas des ventilateurs, pertes de charge	57
3.2	Variation de la seule humidité absolue de l'air	60
3.3	Variation simultanée de la température et de l'humidité absolue de l'air	62
3.3.1	Cas où il y a mélange de deux masses d'air	62
3.3.2	Cas où il y a humidification adiabatique de l'air	66
3.3.3	Cas où il y a humidification non adiabatique de l'air	72
3.3.4	Cas des tours de refroidissement	74
3.3.5	Cas où il y a vaporisation d'eau par évaporation	78
3.3.6	Cas où il y a déshumidification de l'air	81
3.3.6.1	Déshumidification au moyen d'une batterie de refroidissement	82
3.3.6.2	Déshumidification par adsorption	86

4	Données météorologiques	93
4.1	Composition de l'atmosphère	93
4.2	Atmosphère normale	95
4.3	Température de l'air extérieur	95
4.4	Humidité absolue de l'air extérieur	100
4.5	Enthalpie de l'air extérieur	101
4.6	Ensoleillement	101
5	Données physiologiques	107
5.1	Émission calorifique de l'organisme humain	107
5.2	Conditions du confort thermique	108
5.3	Débits-volumes d'air neuf nécessaires	113
5.4	Définition de la zone de séjour	115
5.5	Niveau d'éclairage lumineux	116
5.6	Niveau sonore	116
6	Conseils pour le calcul des charges de climatisation et de conditionnement d'air	121
6.1	Introduction	121
6.2	Les grandes lignes du calcul des charges	121
6.3	Complexité du calcul des charges	124
6.4	Importance de la justesse des calculs	127
6.5	Nécessité de l'intervention d'un spécialiste	128
6.6	Précisions complémentaires sur le calcul des charges et renvoi aux méthodes du Guide n° 2 de l'AICVF	132
6.6.1	Les différentes catégories de charges	132
6.6.1.1	Les charges externes	132
6.6.1.2	Les charges internes	137
6.6.1.3	Les différentes méthodes de calcul des charges	143
7	Calcul des débits-volumes d'air	149
7.1	Débit-volume minimal d'air neuf nécessaire au bon fonctionnement de l'organisme humain	150
7.2	Débit-volume d'air soufflé nécessaire pour servir de vecteur aux besoins calorifiques ou frigorifiques	151
7.3	Débit-volume minimal d'air à souffler pour maintenir dans un local des conditions ambiantes homogènes	155
7.4	Débit-volume d'air neuf nécessaire pour limiter la concentration ambiante en polluants	155
7.4.1	Débit-volume d'air neuf minimal basé sur le nombre d'occupants ou la surface au sol	156

7.4.2	Débit-volume d'air neuf minimal pour ne pas dépasser une certaine concentration ambiante en polluants	156
7.4.3	Débit-volume d'air neuf minimal pour assurer une qualité suffisante de l'air ambiant	158
8	Écoulement de l'air	163
8.1	Notions de mécanique des fluides	163
8.1.1	Équations fondamentales	163
8.1.2	Mesure des pressions	170
8.1.3	Vitesse et débit-volume	171
8.2	Écoulement de l'air dans un conduit	174
8.2.1	Perte de charge répartie	175
8.2.2	Perte de charge singulière	180
8.2.3	Dimensionnement des conduits	185
8.2.4	Calcul des pertes de charge de toute une installation	187
8.3	Écoulement de l'air dans un local	190
8.3.1	Bouches de soufflage et jet libre	190
8.3.2	Effet Coanda	194
8.3.3	Bouches de reprise	195
8.3.4	Différents types d'écoulement de l'air dans un local	196
8.3.5	Indice d'efficacité de la ventilation	200
9	Acoustique	205
9.1	Données fondamentales	207
9.1.1	Fréquence	207
9.1.2	Célérité	208
9.1.3	Pression acoustique et niveau de pression acoustique	209
9.1.4	Puissance acoustique et niveau de puissance acoustique	209
9.1.5	Intensité acoustique et niveau d'intensité acoustique	213
9.1.6	Addition de niveaux de bruit	214
9.1.7	Analyse d'un bruit et pondération d'un niveau de bruit en fonction de la fréquence	219
9.2	Comportement acoustique des différents composants d'une installation de ventilation, de climatisation ou de conditionnement d'air	225
9.2.1	Composants d'une installation générateurs de bruit	227
9.2.2	Composants d'une installation atténuateurs de bruit	230
9.3	Propagation du son dans un local	235
9.4	Calcul acoustique complet d'une installation aéraulique	242
	Index alphabétique	249