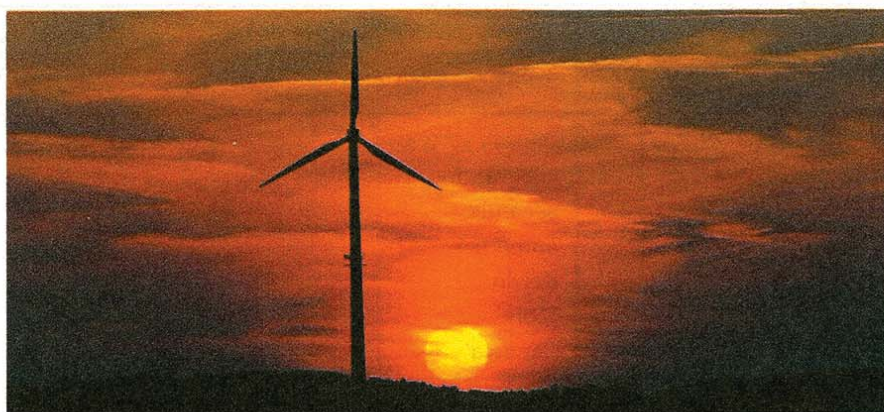


1.1 Principes généraux	6
Alphabet grec	6
Chiffres romains	6
Grandeurs et unités de base	6
Préfixes devant les unités	7
Symboles et unités	7
1.2 Mathématiques générales	15
Opérations élémentaires	15
Calculs avec parenthèses (calculs de sommes)	17
Calculs de fractions	18
Calculs de pourcentages	18
Calculs de puissances	19
Calculs de racines	20
Calculs de logarithmes	20
Équations	21
Arrondir des nombres	23
Interpoler	23
Exploitation statistique	24
Calculs de périmètres et surfaces	26
Calculs de corps	27
Connaissances élémentaires de géométrie	29
Théorèmes de géométrie	30
Trigonométrie	31
1.3 Mathématiques techniques	33
Divisions de longueurs (entreplan)	33
Divisions sur cercles de perçage	33
Longueurs brutes de pièces estampées (longueur forgée)	33
Longueurs étirées (arquées en forme de cercle)	34
Longueurs composées et surfaces composées	34
Calculs de la masse de produits semi-finis	34
Capacité volumique et surfaces de fonds de conteneurs courants	35
Capacités de surfaces irrégulières	35
Diagrammes et nomogrammes	36



Coucher de soleil
et éolienne

Corps et éléments importants (Suite)					
Corps	État	Masse volumique ρ en kg/dm ³ g/cm ³	Corps	État	Masse volumique ρ en kg/dm ³ g/cm ³
Verre			argent	s	8,27 ... 9,18
fenêtre	s	2,4 ... 2,67	plomb argenté	s	11,3
bouteille	s	2,6	zinc	s	7,2
cristal	s	2,9	étain	s	7,5 ... 10,8
quarz	s	2,2	Air	g	1,2928
miroir	s	2,46	Air/-194 °C	l	0,875
Laine de verre	s	0,05 ... 0,3	Magnésium	s	1,74
Mica	s	2,6 ... 3,2	Manganèse	s	7,43
Or			Manganine	s	8,4
moulé	s	19,25	Huile de machine	l	≈ 0,90
gravé	s	19,50	Murs		
étiré	s	19,36	pierre	s	2,40 ... 2,45
Graphite	s	2,24	grès	s	2,00 ... 2,15
Fonte	s	7,25	brique	s	1,40 ... 1,65
Fonte /1 550 °C	l	6,9 ... 7,0	Murs en brique	s	1,2 ... 1,9
Stratifié	s	1,3 ... 1,42	brique hollandaise	s	2,6 ... 2,7
Ébonite	s	1,15 ... 1,5	Eau de mer/4 °C	l	1,026
Métal dur	s	10,5 ... 15,0	Laiton		
Mazout	l	0,95 ... 1,01	moulé	s	8,4 ... 8,7
Bois		Frais	laminé	s	8,5 ... 8,6
bouleau	s	0,95 0,65	étiré	s	8,43 ... 9,73
hêtre	s	1,0 0,73	Méthane	g	0,72
ébène	s	1,2	Micanite	s	1,9 ... 2,6
chêne	s	1,10 0,86	Lait		
frêne	s	0,95 0,72	écrémé	l	1,032
sapin	s	0,75 0,47	entier	l	1,028
tilleul	s	0,80 0,46	Huile minérale		
noyer	s	0,95 0,68	huile lubrifiante	l	0,89 ... 0,96
teck	s	0,9	huile à broche	l	0,89 ... 0,90
saule	s	0,8 0,55	huile de moteur	l	0,92 ... 0,94
Charbon de bois	s	1,4 ... 1,5	Molybdène	s	10,22
Acier Invar	s	8,7	Sodium	s	0,97
Iridium	s	22,4	Maillechort	s	8,4 ... 8,7
Mortier			Nickel	s	8,35
frais	s	1,75 ... 1,80	Nickelin	s	8,6 ... 8,8
sec	s	1,60 ... 1,65	Nickel/acier	s	8,13 ... 8,19
Grès Calcaire	s	1,89 ... 1,92	Novotext	s	1,30 ... 1,33
Porcelaine	s	2,2 ... 2,6	Huile d'olive	l	0,91 ... 0,92
Caoutchouc	s	0,91 ... 0,96	Papier	s	0,7 ... 1,15
Tartre	s	≈ 2,5	Paraffine	s	0,86 ... 0,92
Gravier			Huile de paraffine	l	0,90 ... 1,0
humide	s	2,0	Pertinax	s	1,3
sec	s	1,8 ... 1,85	Pétrole	l	0,80 ... 0,82
Os	s	1,7 ... 2,0	Bronze au phosphore	s	8,80 ... 8,86
Acier/Cobalt			Platine		
15%	s	7,8	moulé	s	21,15
35%	s	8,0	gravé	s	21,3 ... 21,5
Carbone	s	3,5	étiré	s	21,3 ... 21,6
Coke	s	1,6 ... 1,9	Platine/iridium, 10% Ir	s	21,6
Gaz de coquerie	g	0,54	Plexiglas	s	1,18 ... 1,2
Constantan	s	8,8	Polystyrène	s	1,05
Liège	s	0,2 ... 0,35	Polychlorure de vinyle	s	1,38
Cuivre			Porcelaine	s	2,3 ... 2,5
brut	s	8,3 ... 8,92	Mercure/-39 °C	l	13,6
laminé	s	8,9 ... 9,0			
Cuir	s	0,86 ... 1,02			
Huile de lin	l	0,93			
fil de métal					
aluminium	s	2,63 ... 2,71			
pomb	s	11,2			
laiton	s	8,1 ... 8,7			

3.1 Bases générales du dessin technique	125
Dimension des feuilles	125
Échelles	125
Tracés	125
Norme d'écriture	126
Représentation des corps	126
Cotations	127
3.2 Schémas fonctionnels des installations technologiques	130
Lettres d'identification pour machines, appareils et robinetterie	130
Représentation des appareils et machines sans symbole graphique normalisé	130
3.3 Symboles pour les installations frigorifiques et pompes à chaleur	131
Types de diagrammes fonctionnels	131
Symboles graphiques	132
Symboles MCR (mesure, contrôle, régulation)	140
Schéma fluide d'une installation frigorifique	142
Représentation des canalisations	143
3.4 Symboles d'installations de traitement d'air	148
Symboles graphiques	148
3.5 Symboles électriques	152
Symboles graphiques	152
Lettres d'identification des ressources (ancien)	158
Lettres d'identification des fonctions	158
Lettres d'identification des ressources (nouveau)	159
Schémas des connexions - documents fonctionnels	160
Représentations des schémas de connexions	162
Symbole des fonctions logiques	164
3.6 Symbolisation en soudage et brasage	165
Formes d'assemblage	165
Symboles principaux	165
Symboles combinés	166
Symboles complémentaires	166
Position des symboles dans les dessins	167
Cotation des soudures	168
Identification des procédés de soudage et brasage sur métaux	168
3.7 Dessins de bâtiment, génie civil	169
Types de dessins et contenus	169
Types de lignes et dimensionnement	169
Vues, coupes et unités de mesures	171
Identification des sections	172
Sens porteur de plaques	172
Passages et ouvertures	172

4.1 Matériaux pour l'isolation et l'étanchéité	173
Critères de sélection, vue d'ensemble	174
Matériaux d'isolation pour la protection contre le chaud ou le froid	174
Matériaux de barrage, pare-vapeur	180
4.2 Fluides frigorigènes	181
Définitions et concepts	181
Classification des fluides frigorigènes	184
Caractéristiques des fluides frigorigènes	188
Tableau de vapeur saturante pour le R23	190
Diagramme log p , h du R23	192
Diagramme log p , h du R134a	193
Tableau de vapeur saturante pour le R134a	194
Tableau de vapeur saturante pour le R290	196
Diagramme log p , h du R290	198
Diagramme log p , h du R407C	199
Tableau de vapeur saturante pour le R407C	200
Tableau de vapeur saturante pour le R410A	202
Diagramme log p , h du R410A	204
Diagramme log p , h du R507	205
Tableau de vapeur saturante pour le R507	206
Tableau de vapeur saturante pour le R717	208
Diagramme log p , h du R717	210
Tableau de vapeur saturante pour le R744	211
Influence sur l'environnement, effet de serre	212
Valeurs limites et de référence concernant l'effet de serre	212
GWP, ODP, TEWI	212
Matières odorantes	212
Sols et eau	212
Échelle de pH, dureté de l'eau	213
Voies de contamination, cycle de l'eau	213
4.3 Huiles de machines frigorifiques	214
Exigences minimales	214
Process fondamentaux et huiles utilisées	217
Mélanges frigorigènes – huiles frigorifiques	217
4.4 Siccatifs	219
Solubilité et réactivité	219
4.5 Fluides caloporteurs	221
Saumure, substances en solution	221
Mélanges réfrigérants	224
4.6 Glace binaire, glace sèche	225
Glace binaire	225
Glace sèche	225
4.7 Substances pour les processus d'absorption et d'adsorption	226
Couples de substances pour les installations frigorifiques à absorption	226
Couples de substances pour les installations frigorifiques à adsorption	226

5.1 Techniques de contrôle des longueurs	228
Techniques de contrôle des longueurs	228
5.2 Tolérances et ajustements	228
Tolérances et ajustements	228
5.3 Classification des procédés de fabrication	230
Classification des procédés de fabrication	230
5.4 Déformation	230
Courbage	230
5.5 Séparation	231
Principales grandeurs d'usinage	231
Alésage	232
5.6 Assemblages	233
Assemblage par force	233
Assemblage par forme	233
Tableaux de filetage	234
Raccords vissés et types de vis	237
Appellations et normes des vis	237
Classes de dureté des vis	237
Désignation abrégée des vis	238
Dimensions des vis à tête hexagonale, trous d'interconnexion	238
Superposition de la force axiale et de la force de rotation	238
Frottements de filetage et rendement de vissage	239
Vissage pour construction de cuve sous pression	239
Rivets, goupilles, goujons	240
Assemblage par matière	240
Raccords collés	240
Raccords brasés	241
Raccords soudés	244
5.7 Transformation de la matière	250
Types de transformation de matière	250
Traitement thermique de matériaux ferreux	250
Transformation et traitement thermique du cuivre	251
Traitement thermique d'alliages d'aluminium	251

Atelier de soudage



6.8 Humidificateur d'air	336
Principes de l'humidification de l'air	336
Évaporation	336
Pulvérisation	337
Vaporisation	337
Critères d'évaluation	338
Puissance d'un humidificateur d'air	338
6.9 Filtre	339
Teneur moyenne de l'air en poussières	339
Objectifs de la filtration de l'air	339
Types de poussières, méthodes de mesure et de séparation	339
Caractéristiques des filtres	340
Choix et exemples d'utilisation des filtres	341
6.10 Silencieux dans l'aéraulique	342
Naissance des bruits	342
Valeurs de référence du niveau sonore	342
Mesures pour la réduction du niveau sonore	343
Exemple de silencieux à réflexion	344
6.11 Ventilateurs dans l'aéraulique	347
Types et critères d'emploi	347
Pression générée par le ventilateur	348
Rendement des ventilateurs	348
Calcul du besoin en puissance des ventilateurs	348
Lois de proportionnalité	349
Courbe caractéristique de l'installation	349
Courbe caractéristique des ventilateurs et point de fonctionnement	350
Méthode de choix d'un ventilateur	350
6.12 Systèmes de climatisation	352
Classification des systèmes aérauliques	352
Principe de base de l'aération naturelle	352
Caractéristiques des systèmes de traitement de l'air	353
Systèmes tout air	353
Systèmes air-eau	354
Climatisation décentralisée	355
Systèmes de récupération de la chaleur	356

Installation héliothermique
en toiture



7.1 Principes de la technique du froid	361
Notions et définitions	361
Symboles et indices	366
7.2 Calcul des besoins de froid	374
Tableaux de produits réfrigérés	374
Masse volumique et taux d'occupation	378
Renouvellement d'air	380
Enthalpie de l'air	381
Chaleur humaine	382
Températures environnantes	382
Isolation de chambre froide	382
Feuilles de calcul des besoins en froid	383
7.3 Procédés de production de froid	386
Compression mono-étagée	386
Compression bi-étagée	389
Systèmes frigorifiques en cascade	393
Pompes à chaleur	394
Systèmes à absorption	395
Installations hypercritiques	395
7.4 Compresseur	396
Types de compresseurs	396
Caractéristiques	397
Bases des calculs	398
Choix de compresseurs	399
7.5 Condenseur	401
Types de condenseurs	401
Symboles et définitions	401
Choix de condenseurs	402
7.6 Dispositifs de détente	404
Tubes capillaires	404
Choix de tubes capillaires	404
Détendeurs	405
Choix de détendeurs	405
Points MOP (Maximum Operating Pressure)	407
Différentes charges de trains thermostatiques	407
Mise en place du capteur	407
7.7 Évaporateur	408
Définitions	408
Différence de température dans l'évaporateur	408
Détermination de la température de vaporisation	409
Écartement des ailettes	409
Rapport de surchauffe	410
7.8 Tuyauterie	413
Caractéristiques de la tuyauterie	413
Diamètre nominal des tubes	413

	8.1 Électrotechnique	475
	Courant alternatif	475
	Courant triphasé	480
	Transformateurs / Machines électriques	482
	Mesures de protection	484
	Oscillations électromagnétiques	485
	Bases de la technique des semi-conducteurs	487
	Calculs de lignes non ramifiées	488
	Installations de protection contre les surintensités	493
	Modes de protection des appareils électriques	495
	Systèmes de distribution électrique	496
	8.2 Appareils de mesure et capteurs	497
	Mesure de la température	497
	Mesure de la pression	498
	Mesure du débit	499
	8.3 Technique de commande et de régulation	503
	Principe de la technique de commande et de régulation	503
	Comparaison de types de régulateurs discontinus	504
	Comparaison de types de régulateurs continus	505
	Régulateurs et installations de régulation	506
	Maintenance	508
	8.4 Pompes	509
	Pompes centrifuges	510
	Calcul de la puissance de pompe	511
	Valeur NPSH	514
	Point de fonctionnement	515
	8.5 Énergies renouvelables	516
	Panneaux solaires	516
	Panneaux photovoltaïques	518
	Éoliennes	521
	8.6 Pompes à chaleur	524
	Principe, définitions et caractéristiques	524
	Classement selon différents critères	525
	Schéma de flux d'énergie, d'après Sankey	525
	Moyens d'extraction de la chaleur, source chaude	526
	Conception de pompes à chaleur	527