

**La  
Rpf**

SÉRIE | FROID ET GÉNIE CLIMATIQUE

Pierre Rapin  
Patrick Jacquard  
Jean Desmons

# **T**ECHNOLOGIE DES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

**9<sup>e</sup> édition**

**DUNOD**

# TABLE DES MATIÈRES

---

Remerciements	XI
Avant-propos • Naissance et évolution des utilisations du froid et des matériels frigorifiques	XIII
Préambule	XXI
<b>1 • Compresseurs mécaniques</b>	<b>1</b>
1.1 Généralités	1
1.2 Rôle du compresseur	1
1.3 Différents types de compresseurs	1
1.4 Grandeurs caractéristiques d'un compresseur	1
1.5 Compresseurs alternatifs	2
1.6 Compresseurs rotatifs	10
1.7 Compresseurs à vis	10
1.8 Compresseurs centrifuges	11
<b>2 • Compresseurs ouverts</b>	<b>13</b>
2.1 Compresseurs alternatifs à pistons	13
2.2 Compresseurs rotatifs	33
2.3 Compresseurs centrifuges	39
<b>3 • Motocompresseurs hermétiques et hermétiques accessibles</b>	<b>43</b>
3.1 Historique	43
3.2 Motocompresseurs hermétiques	45
3.3 Motocompresseurs hermétiques à pistons	46
3.4 Motocompresseurs hermétiques rotatifs	53
3.5 Motocompresseurs hermétiques accessibles	53
3.6 Motocompresseurs hermétiques accessibles à pistons	53
3.7 Le compresseur et ses accessoires	66

5.5	Compresseurs en parallèle	66
3.9	Compresseurs semi-hermétiques bi-étages	66
3.10	Groupes de compression	68
3.11	Motocompresseurs centrifuges hermétiques accessibles	69
<b>• Compresseurs à vis et compresseurs à spirales</b>		
4.1	Compresseurs à vis	73
4.2	Compresseurs à spirales (compresseurs scroll)	98
<b>• Compresseurs à exécutions spéciales ou à usages particuliers</b>		
5.1	Compresseur à membrane Corblin	109
5.2	Compresseurs à pistons secs	110
<b>• Lubrifiants</b>		
6.1	Fonctions	115
6.2	Caractéristiques fondamentales	115
6.3	Choix du lubrifiant	116
6.4	Lubrification	116
6.5	Miscibilité avec les fluides frigorigènes	118
6.6	Lubrifiants et nouveaux fluides frigorigènes	119
6.7	Analyse du lubrifiant	119
<b>Condenseurs</b>		
7.1	Généralités	123
7.2	Condenseurs à air	123
7.3	Condenseurs à eau	129
7.4	Règlementation et pression d'épreuve	139
7.5	Tours de refroidissement d'eau	149
7.6	Refroidisseurs hybrides	150
7.7	Aéroréfrigérants ou refroidisseurs secs ou <i>dry-cooler</i>	152
7.8	Évolutions	156
7.9	Annexes	158
<b>Évaporateurs</b>		
8.1	Généralités	163
3.2	Classification des évaporateurs	170
3.3	Évaporateurs refroidisseurs de liquide	170
1.4	Évaporateurs refroidisseurs de gaz	180
1.5	Accessoires et options	201
1.6	Annexes	202

<b>• Échangeurs de chaleur à plaques</b>		
9.1	Échangeur à plaques à cassettes	
9.2	Échangeur à plaques brasées	
9.3	Fluides utilisés	
9.4	Propriétés	
9.5	Installation	
9.6	Les évaporateurs, environnement technologique et évolutions	
9.7	Exemple d'installation avec évaporateur et condenseur à plaques	
9.8	Exemple d'application pratique d'un échangeur à plaques	
9.9	Mise en route et entretien	
9.10	Domaines d'application	
9.11	Évolutions	
<b>10 • Appareils annexes du circuit</b>		
10.1	Séparateur d'huile	
10.2	Silencieux de refoulement	
10.3	Réservoir de liquide	
10.4	Désaérateurs	
10.5	Déshydrateurs	
10.6	Filtres déshydrateurs bidirectionnels	
10.7	Déshydrateurs réservoirs	
10.8	Voyants	
10.9	Filtres	
10.10	Filtere déshydrateur de nettoyage spécial « grillage de compresseur »	
10.11	Filtres à huile	
10.12	Filtres déshydrateurs pour lubrifiants	
10.13	Cartouches	
10.14	Séparateur de liquide	
10.15	Bouteille d'aspiration	
10.16	Pompes à liquide	
10.17	Clapet de retenue ou clapet antiretour	
10.18	Clapet taré	
10.19	Échangeur de chaleur	
10.20	Éliminateurs ou amortisseurs de vibrations	
10.21	Dispositif antipulsatoire	
10.22	Dispositif de retour et de contrôle de niveau d'huile dans une installation avec plusieurs compresseurs	

## (split system) Systèmes monoblocs, appareils à éléments séparés

- 11.1 Centrales de froid 265
- 11.2 Systèmes frigorifiques monoblocs 265
- 11.3 Appareils à éléments séparés (split system) 275

## 12 • Tuyauteries

- 12.1 Tuyauteries en cuivre 277
- 12.2 Tuyauteries en acier 277
- 12.3 Détermination des tuyauteries 292
- 12.4 Vibrations et dilatations des tuyauteries 306
- 12.5 Identification des circuits fluidiques 325
- 12.6 Contrôle de l'étanchéité 328

## 3 • Robinetterie

- 13.1 Terminologie 331
- 13.2 Robinets en alliage cuivreux 331
- 13.3 Robinets en alliages ferreux 333
- 13.4 Soupapes automatiques 336

## 1 • Principes généraux de l'automatisme

- 14.1 Naissance et but de l'automatisme 341
- 14.2 Systèmes automatisés 341
- 14.3 Constitution d'une boucle de régulation 342
- 14.4 Fonctions d'un régulateur 344
- 14.5 Utilisations d'un régulateur 345

## • Appareillages automatiques d'alimentation

- 15.1 Alimentation en fluide frigorigène 349
- 15.2 Alimentation en fluides auxiliaires 389

## • Appareils automatiques de régulation et de sécurité

- 16.1 Introduction 401
- 16.2 Appareils de régulation et de sécurité 401
- 16.3 Appareils de protection 403
- 16.4 Appareillages de contrôle 430

## • Systèmes de régulation électronique

- 17.1 Principales caractéristiques des systèmes de régulation électronique 433
- 17.2 Les différents composants de la régulation 434

## 18 • Isolants

- 18.1 Caractéristiques générales des isolants
- 18.2 Origine des isolants
- 18.3 Principaux isolants

## 19 • Mise en œuvre des isolants

- 19.1 Migration de la vapeur d'eau
- 19.2 Écrans pare-vapeur
- 19.3 Isolation des chambres froides
- 19.4 Isolation des corps cylindriques
- 19.5 Menuiseries isothermiques
- 19.6 Sécurité
- 19.7 Aménagements intérieurs

## 20 • Pompes à chaleur

- 20.1 Généralités
- 20.2 Principe fonctionnel de la pompe à chaleur
- 20.3 Coefficient de performance
- 20.4 Différentes sources de chaleur
- 20.5 Utilisation des pompes à chaleur
- 20.6 Cas concret : étude d'une pompe à chaleur eau/eau associée à une géothermie
- 20.7 Conclusion

## 21 • Principes d'obtention des basses et très basses températures

- 21.1 Machine frigorifique à compression étagée
- 21.2 Fabrication de glace carbonique (glace sèche)
- 21.3 Machines en cascade
- 21.4 Liquéfaction de l'air

## 22 • Machines frigorifiques à compression thermique

- 22.1 Machines à absorption
- 22.2 Machines à éjection

## 23 • Bilan thermique d'une installation

- 23.1 Généralités
- 23.2 Éléments constitutifs du bilan thermique
- 23.3 Évaluation du bilan général
- 23.4 Détermination de la puissance frigorifique de l'évaporateur
- 23.5 Détermination de la puissance frigorifique du compresseur

<b>24 • Acoustique pratique</b>	<b>511</b>
24.1 Origine des bruits	511
24.2 Correction et isolement acoustiques	512
24.3 Silencieux	518
24.4 Les transmissions solidiennes	521
24.5 Installation des matériels	523
24.6 Mesure du bruit	525
24.7 Cahier des charges	526
24.8 Évolution des matériels	527
<b>25 • Installations au CO<sub>2</sub></b>	<b>529</b>
25.1 Généralités	529
25.2 Caractéristiques thermodynamiques du CO <sub>2</sub>	529
25.3 Avantages du R 744	532
25.4 Inconvénients du CO <sub>2</sub>	532
25.5 Le CO <sub>2</sub> vis-à-vis de l'eau	532
25.6 Le CO <sub>2</sub> et l'ammoniac	532
25.7 Dégivrage des installations au CO <sub>2</sub>	532
25.8 Problème de pression avec le CO <sub>2</sub>	534
25.9 Exemple de technologies permettant d'éviter les surpressions	535
25.10 Étude d'une installation type cascade R 404 A/CO <sub>2</sub>	536
<b>26 • Les fluides frigopORTEURS</b>	<b>543</b>
26.1 Généralités	543
26.2 Avantages des fluides frigopORTEURS	543
26.3 Inconvénients de la réfrigération indirecte	544
26.4 Différents types de fluides frigopORTEURS	545
26.5 Différentes technologies et régulations des installations à fluide frigopORTEUR	549
<b>Annexe • Symboles graphiques</b>	<b>551</b>
<b>Index alphabétique</b>	<b>571</b>