

SOMMAIRE

PRÉFACE	3
PRÉSENTATION DES AUTEURS	5

LES FLUIDES FRIGORIGÈNES 9

CARACTÉRISTIQUES	10
LES NORMES	66
LES RÉGLEMENTATIONS	73
L'AMMONIAC	100

GÉNÉRALITÉS 107

LES NOTIONS DE BASE	108
LES SYMBOLES	124

LES MESURES 126

PRESSIONS DANS UNE INSTALLATION À L'ARRÊT	128
LES VALEURS DE RÉFÉRENCE	132
LES RELEVÉS TYPES - R 134a	155
LES RELEVÉS TYPES - R 449A	178

LES MISES EN SERVICE 188

LES MATÉRIELS	190
LES MODES OPÉRATOIRES	203
LES RÉGLAGES	236

LA MAINTENANCE 245

GÉNÉRALITÉS	246
LA MAINTENANCE PRÉVENTIVE	252
ANALYSE DU LUBRIFIANT	254

LES INTERVENTIONS 260

GÉNÉRALITÉS	262
LES ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT	266
LES OPÉRATIONS	284

LES TOURS DE REFROIDISSEMENT 327

LA RÉGLEMENTATION	328
LES TOURS DE REFROIDISSEMENT ET L'EAU	332
LES TOURS DE REFROIDISSEMENT ET LA LÉGIONELLOSE	338

LA PRÉVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS 345

LA SIGNALISATION DE SÉCURITÉ	346
LES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION	348
LES RISQUES PROFESSIONNELS	352
LES RÈGLES À RESPECTER	356
LES RISQUES D'INCENDIE	358

INSTALLATIONS FONCTIONNANT AVEC DU CO₂ 369

INTRODUCTION	370
CARACTÉRISTIQUES DU R 744	370
SUBCRITIQUE	371
TRANSCRITIQUE	373
OPÉRATION DE MISE EN ROUTE	375

NOTES 378

SOMMAIRE

LES FLUIDES FRIGORIGÈNES

LES CARACTÉRISTIQUES

• Les corps purs.....	10
• Caractéristiques du R 32	12
• Caractéristiques du R 134a.....	14
• Caractéristiques du R 600 (butane).....	16
• Caractéristiques du R 600a (isobutane).....	18
• Caractéristiques du R 290 (propane).....	20
• Caractéristiques du R 717 (ammoniac).....	22
• Caractéristiques du R 744 (dioxyde de carbone).....	24
• Les mélanges azéotropes.....	26
• Caractéristiques du R 507A.....	27
• Caractéristiques du R 513A.....	30
• Les mélanges zéotropes.....	31
• Caractéristiques du R 404A.....	33
• Caractéristiques du R 407C.....	35
• Caractéristiques du R 410A.....	37
• Caractéristiques du R 448A.....	39
• Caractéristiques du R 449A.....	41
• Caractéristiques du R 450A.....	44
• Caractéristiques du R 452A.....	48
• Caractéristiques du R 454B.....	52
• Caractéristiques du R 455A.....	54
• Caractéristiques du R 471A.....	58
• Caractéristiques du R 1234yf.....	60
• Caractéristiques du R 1234ze.....	63

LES NORMES

• La norme EN 378 : 2020.....	66
• Couleurs conventionnelles des tuyauteries.....	72

LES RÉGLEMENTATIONS

• Généralités.....	73
• Plaque signalétique, dégazage, fiche d'intervention et bordereau de suivi des déchets.....	80
• Contrôle d'étanchéité.....	84
• Manipulation des fluides frigorigènes.....	88
• Règlement (CE) 1005/2009 du parlement européen.....	90
• Les procédures – Les rubriques.....	92
• Article CH 35.....	94
• Réglementation ATEX.....	97
• DESP.....	99

L'AMMONIAC

• Les réglementations.....	100
• Effets et risques.....	102
• Matériels de sécurité nécessaires pour le personnel.....	103

SOMMAIRE

GÉNÉRALITÉS

LES NOTIONS DE BASE

- Principe de fonctionnement d'un circuit frigorifique..... 108
- Les relations : pression-température..... 110
- L'ébullition ou l'évaporation 112
- La condensation..... 114
- La surchauffe..... 116
- Le sous-refroidissement 118
- Les évolutions de température dans les échangeurs..... 120
- Les écarts de température dans les échangeurs 122

LES SYMBOLES

- Symboles graphiques européens..... 124

SOMMAIRE

LES MISES EN SERVICE

LES MATÉRIELS

• Matériels nécessaires pour la mise en service	190
• Vannes de service du compresseur	
1 orifice de prise de pression	192
• Vannes de service du compresseur	
2 orifices de prise de pression	193
• Bypass de service 3 voies	194
• Branchement d'un bypass de service 3 voies	194
• Bypass de service 4 voies	196
• Branchement d'un bypass de service 4 voies	196
• Utilisation d'une bouteille	
d'azote (N_2) déshydraté (U)	198
• Utilisation d'une bouteille de Nidron 5	199
• Les bouteilles de fluide frigorigène	200
• Balance électronique	201

LES MODES OPÉRATOIRES

• Méthodes de détection des fuites	203
--	-----

INSTALLATIONS DE PETITE PUISSANCE AVEC DÉTendeur À CAPILLAIRE

• Présentation de l'installation	205
• Recherche des fuites	205
• Tirage au vide	206
• Cassage du vide	207
• Charge en fluide frigorigène	
en utilisant une balance électronique	208
• Complément de charge en fluide frigorigène	
en utilisant une balance	210
• Vérification du bon fonctionnement	210

INSTALLATIONS AVEC ÉCHANGEURS À AIR ET DÉTendeur THERMOSTATIQUE

• Présentation de l'installation	211
• Vérification de l'étanchéité	212
• Vérification de l'étanchéité par dépression	213
• Tirage au vide	215
• Cassage du vide	217
• Charge en fluide frigorigène (a)	218
• Charge en fluide frigorigène (b)	219
• Complément de charge en fluide frigorigène	220
• Vérification du bon fonctionnement	221

INSTALLATIONS AVEC ÉCHANGEURS À EAU ET DÉTendeur THERMOSTATIQUE

• Présentation de l'installation	222
--	-----

Charge en fluide frigorigène avec un corps pur ou un mélange azéotrope

• Installation avec robinet de charge	
sur la conduite liquide	222
• Installation ne possédant pas de robinet de charge	
sur la conduite liquide	224

Charge en fluide frigorigène avec un mélange zéotrope

• Installation avec robinet de charge	
sur la conduite liquide	225
• Installation ne possédant pas de robinet de charge	
sur la conduite liquide	227
• Soutirage du fluide frigorigène	227

INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES PRÉFABRIQUÉES**Installations avec évaporateur à air et condenseur à air**

• Vérifications préliminaires.....	229
• Tableaux de vérifications préliminaires	230
• Mise en service.....	231

Installations avec évaporateur à eau et condenseur à eau

• Vérifications préliminaires.....	232
• Tableaux de vérifications préliminaires	233
• Mise en service.....	235

LES RÉGLAGES

• Détendeur d'alimentation.....	236
• Détendeur d'alimentation électrique.....	237
• Pressostat basse pression (PBP) de sécurité.....	239
• Pressostat basse pression (PBP) de régulation.....	240
• Pressostat haute pression (PHP) de sécurité.....	241
• Pressostat haute pression (PHP) de régulation.....	242
• Vanne à eau pressostatique.....	243

SOMMAIRE

LA MAINTENANCE

GÉNÉRALITÉS

- But de la maintenance 246
- Organigramme de maintenance 247
- Les contrats de maintenance 248

INSTALLATIONS AVEC ÉVAPORATEUR À EAU ET CONDENSEUR À EAU

- Maintenance préventive : contrôles, interventions..... 252
- Maintenance préventive : descriptions des interventions..... 253

ANALYSE DU LUBRIFIANT

- Introduction 254
- Les lubrifiants 254
- Analyse du lubrifiant 258

SOMMAIRE

LES INTERVENTIONS

GÉNÉRALITÉS

- Méthodologie du dépannage..... 262
- Matériel nécessaire pour le dépannage..... 263

LES ANOMALIES DE FONCTIONNEMENT

- Pression d'évaporation trop basse..... 266
- Pression d'évaporation trop élevée..... 267
- Pression d'aspiration trop basse..... 268
- Pression de condensation trop élevée..... 269
- Pression de condensation trop basse..... 270
- Pression de refoulement trop élevée..... 272
- Fonctionnement en cycles courts..... 273
- Cycle de fonctionnement trop long..... 274
- Les pressions d'aspiration et de refoulement tendent à s'égaliser..... 275
- Manque de fluide frigorigène dans l'installation..... 276
- Excès de fluide frigorigène..... 277
- Les incondensables..... 278
- Diagnostic des pannes d'un refroidisseur de liquide
(compresseurs à pistons semi-hermétiques)..... 279

LES OPÉRATIONS

• Le brasage	284
• Mise en place d'une valve à clapet ou raccord schrader	286
• Remplacement d'un détendeur	287
• Remplacement d'un déshydrateur	288
• Remplacement d'un compresseur	289
• Soutirage d'huile	290
• Complément d'huile (utilisation d'une pompe à huile manuelle)	291
• Complément d'huile (utilisation d'une pompe à vide)	292
• Évacuation des incondensables	293
• Récupération des fluides frigorigènes (généralités)	294
• Les bouteilles de récupération	295
• Récupération en phase liquide par dépression	296
• Récupération en phase liquide par une pompe à liquide	297
• Récupération en phase vapeur par un compresseur	298
• Récupération liquide par surpression et vapeur	300
• Reconversion des installations au R 404A	302
• Précaution et manipulation avec les hydrocarbures	306

SOMMAIRE

LES TOURS DE REFROIDISSEMENT

LA RÉGLEMENTATION

• La rubrique 2921.....	328
• Les tours de refroidissement.....	328
• Les installations du type circuit primaire fermé.....	329
• Les installations qui ne sont pas du type circuit primaire fermé.....	329
• Les tours de refroidissement hybrides.....	330
• Les prescriptions.....	330
• Déclaration des installations.....	331

LES TOURS DE REFROIDISSEMENT ET L'EAU

• Qualité de l'eau.....	332
• Les principaux problèmes liés à l'eau.....	332
• Les moyens de lutte.....	334
• La légionella.....	338
• L'identification des facteurs de risques.....	338
• Lutte contre le biofilm.....	339
• Détection des légionelles.....	339
• Mise à l'arrêt des tours de refroidissement.....	342
• Mise en service des tours de refroidissement après une longue période d'arrêt.....	342
• Le carnet de suivi.....	343

SOMMAIRE

LA PRÉVENTION DES RISQUES PROFESSIONNELS

LA SIGNALISATION DE SÉCURITÉ

- Généralités 346
- La signalisation 346
- Les couleurs de sécurité 346
- Les panneaux de signalisation 347

LES ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION

- Exemples d'équipements de protection individuelle 348

LES RISQUES PROFESSIONNELS

- La réglementation 352
- Définitions 352
- L'évaluation des risques 352
- Le document unique 353
- Organigramme de prévention 354
- L'identification des risques 354
- Les symboles de danger des substances dangereuses 355

LES RÈGLES À RESPECTER

- Règles générales 356
- Les règles générales de sécurité sur les chantiers 356
- Les règles à respecter en cas d'accident 357

LES RISQUES D'INCENDIE

- L'incendie 358
- Les moyens de lutte contre l'incendie 358
- Que faire en cas d'incendie 362

SOMMAIRE

INSTALLATIONS FONCTIONNANT AVEC DU DIOXYDE DE CARBONE (CO₂ OU R 744)

INSTALLATIONS AU CO₂

• Installations fonctionnant avec du dioxyde de carbone (CO ₂ ou R 744).....	370
• Introduction	370
• Caractéristiques du R 744	370
• Subcritique	371
• Subcritique en cascade	371
• Transcritique	373
• Fonctionnement transcritique mono-étagé	373
• Fonctionnement transcritique bi-étagé	374
• Système au CO ₂ avec éjecteur	374
• Opération de mise en route	375
• 1 ^{ère} étape – Contrôle d'étanchéité	375
• 2 ^e étape – Tirage au vide	375
• 3 ^e étape – Charge en fluide frigorigène	376
• 4 ^e étape – Démarrage de l'installation	377
• 5 ^e étape – Vérification du bon fonctionnement de l'installation	377