

SOMMAIRE

La relation pression-température	Explications détaillées	13
	Exo 1 (remplissage des bouteilles de fluide)	17
Condenseur à air	Fonctionnement normal, les différents $\Delta\theta$	19
	Le sous-refroidissement, explications	22
Le glissement de température	Qu'est-ce que le glissement ?	23
Le R407C, θ de rosée, θ de bulle et sous refroidissement.	Problèmes liés au glissement de température	24
	Sous-refroidissement anormal (fluides purs et avec glissement)	26
	Exo 2 (problème de montage du condenseur)	29
QUIZ n°1	10 questions sur les 4 chapitres précédents	Nouveau 31
Évaporateur à détente directe	Fonctionnement normal (fluides purs et avec glissement)	33
	La surchauffe, explications	35
Le R410A	Prise de connaissance, surchauffe et sous refroidissement	36
Le détendeur thermostatique	A égalisation interne, étude du fonctionnement	39
Mesure de la surchauffe	Avec les fluides à fort glissement, analyse des pièges	40
Surchauffe anormale	Analyse (fluides purs et avec glissement)	42
QUIZ n°2	11 questions sur les 5 chapitres précédents	Nouveau 44
Influence de la surchauffe sur la puissance frigorifique.		45
Influence de la température de l'air sur la puissance frigorifique		47
Influence de la température de l'air sur la BP et sur le $\Delta\theta$ total		48
	Exo 3 (application du $\Delta\theta$ total à l'évaporateur)	48
Pourquoi une BP est-elle anormalement faible ?		49
Influence des pressions HP et BP sur la puissance frigorifique		50
	Exos d'application 4, 5 et 6 (BP et HP varient : que se passe-t-il ?)	53
Influence de la HP sur l'intensité absorbée		55
QUIZ n°3	11 questions sur la puissance frigorifique	Nouveau 56
Détendeurs thermostatiques	Qu'est ce que la capacité d'un détendeur ?	57
	Analyse des problèmes de pompage des détendeurs	59
	Méthode de réglage détaillée	61
	Exo 7 (montage d'un évaporateur)	63
	Détendeur à égalisation interne, rappel du fonctionnement	64
	Inconvénient de l'égalisation interne avec un évapo à forte PdC	65
	Exo 8 (avantage de l'égalisation externe)	67
	Exo 9 (Mise à vide d'un gros circuit par une VEM 1/4")	69
	Exo 10 (égalisation externe mal raccordée)	70
	Exo 11 (VEM 1/4" et mise à vide, suite et fin)	71
Électrovanne	Pression différentielle maximale d'ouverture	72
QUIZ n°4	11 questions sur les détendeurs thermostatiques	Nouveau 74
Détendeurs thermostatiques, suite	Charge du train thermostatique en liquide	75
	Charge à adsorption	76
	Charge MOP, explications détaillées	77
Quel est l'intérêt de la charge MOP ?	Analyse des problèmes de remise en service après un dégivrage	79
	Problème de l'emplacement du bulbe du détendeur	84
	Exo 12 (position du bulbe verticale ou horizontale ?)	85
QUIZ n°5	11 questions sur le type et le montage des détendeurs	Nouveau 88
Climatisation et froid commercial	Comparaison entre les divers paramètres fonctionnels	89
	Exo 13 (froid commercial, températures diverses)	Nouveau 94
	Exo 14 (clim au R410A, températures diverses)	Nouveau 95
	Exo 15 (clim au R407C, températures diverses)	Nouveau 98
Dépannages	Introduction aux 8 familles principales de pannes	103
Panne du détendeur trop petit	Analyse des symptômes	105
	Synthèse des symptômes	109
	Méthodologie du diagnostic	110
	Résumé	111
	Aspect pratique, différentes possibilités	112

QUIZ n°6	11 questions sur les 3 chapitres précédents	Nouveau ..121
Problème des fuites de fluide frigorigène	Que dit la réglementation ?	..122
Recherche des fuites de fluide frigorigène	Analyse de différentes méthodes	..124
	Exo 16 (épreuve d'étanchéité d'un circuit)	..128
Problème de la charge en fluide	A quoi sert la bouteille liquide ?	..129
	Comment dimensionner la bouteille liquide ?	..131
	La HP augmente-elle pendant la mise à vide	..132
	Comment savoir si la charge est satisfaisante ?	..133
Panne du manque de charge	Analyse des symptômes	..135
	Synthèse des symptômes	..138
	Méthodologie du diagnostic	..139
	Résumé	..140
	Aspect pratique	..141
Problème du flash gas dans la ligne liquide	Analyse complète et détaillée du phénomène	..145
	Exo 17 (flash gas avec l'évapo au-dessus du condenseur)	..150
	Exo 18 (flash gas avec l'évapo en dessous du condenseur)	..151
Panne de la prédétente	Analyse des symptômes	..153
	Synthèse des symptômes	..158
	Méthodologie du diagnostic	..159
	Résumé	..160
	Aspect pratique	..162
QUIZ n°7	11 questions sur les 2 chapitres précédents	Nouveau ..165
Panne de l'évaporateur trop petit	Analyse des symptômes	..166
	Synthèse des symptômes	..170
	Méthodologie du diagnostic	..171
	Résumé	..172
	Aspect pratique	..173
QUIZ n°8	11 questions sur la panne de l'évapo trop petit	Nouveau ..192
Synthèse des pannes BP	Exo 19 (dépannage chambre froide R404A)	Nouveau ..194
	Exo 20 (dépannage petite clim R410A)	Nouveau ..194
	Exo 21 (dépannage chambre froide R417A)	Nouveau ..195
	Exo 22 (dépannage petite clim R427A)	Nouveau ..195
	Exo 23 (dépannage petite clim R22)	Nouveau ..198
	Exo 24 (dépannage petite clim R407C)	Nouveau ..198
	Exo 25 (organigramme des pannes BP)	Nouveau ..203
Problème des bris de clapets	Analyse complète et détaillée du problème	..205
	Exo 26 (clapet HP cassé)	..209
Panne du compresseur trop petit	Analyse des symptômes	..214
	Synthèse des symptômes	..217
	Méthodologie du diagnostic	..218
	Résumé	..219
	Aspect pratique	..220
QUIZ n°9	11 questions sur la panne du compresseur trop petit	Nouveau ..226
Panne de l'excès de charge	Analyse des symptômes	..227
	Synthèse des symptômes	..231
	Méthodologie du diagnostic	..232
	Résumé	..233
	Aspect pratique	..234
Interprétation du test des incondensables	Comment les détecter, faire les tester et les retirer ?	..235
Panne des incondensables	Analyse des symptômes	..239
	Synthèse des symptômes	..242
	Méthodologie du diagnostic	..243
	Résumé	..244
	Aspect pratique	..245
Panne du condenseur trop petit	Analyse des symptômes	..247
	Synthèse des symptômes	..251
	Méthodologie du diagnostic	..252
	Résumé	..253
Synthèse des pannes HP	Exo 27 (dépannage chambre froide R404A)	Nouveau ..254

	Exo 28 (dépannage petite clim R410A)	Nouveau	254
	Exo 29 (dépannage chambre froide R417A)	Nouveau	255
	Exo 30 (dépannage petite clim R427A)	Nouveau	255
	Condenseur trop petit : Aspect pratique		261
QUIZ n°10	11 questions sur les pannes HP	Nouveau	272
Synthèse des pannes BP et HP	Exo 31 (organigramme détaillé)	Nouveau	273
	Exo 32 (dépannage chambre froide 134a)	Nouveau	276
	Exo 33 (dépannage petite clim R410A)	Nouveau	276
	Exo 34 (dépannage chambre froide R417A)	Nouveau	277
	Exo 35 (dépannage petite clim R427A)	Nouveau	277
	Exo 36 (dépannage chambre froide R404A)	Nouveau	281
	Exo 37 (dépannage petite clim R407C)	Nouveau	281
	Analyse complète et détaillée du problème		285
Problème des migrations de fluide frigo.	Exo 38 (utilisation de tableaux de tendances)	Nouveau	295
Exercice de synthèse	11 questions sur les migrations de fluide frigorigène	Nouveau	296
QUIZ n°11	Analyse détaillée des différentes techniques utilisées		297
Arrêt des compresseurs frigorifiques	Exo 39 (protection minimum)		298
	Exo 40 (tirage au vide automatique)		299
	Exo 41 (tirage au vide unique)		301
	Exo 42 (tirage au vide unique - option 1)		301
	Exo 43 (tirage au vide unique - option 2)		303
	Exo 44 (relais de sécurité)		304
	Exo 45 (réarmement après coupure de courant)		306
	11 questions sur l'arrêt des compresseurs	Nouveau	307
	Analyse complète et solutions aux problèmes posés		309
QUIZ n°12	Exo 46 (trouver 12 erreurs de montage)		324
Problème des retours d'huile	11 questions sur les problèmes de retours d'huile	Nouveau	329
Jeu des 12 erreurs	Conception des évapos modernes		330
QUIZ n°13	Fonctionnement et problèmes divers avec ce type de détendeur		334
Raccordement des évaporateurs	Exo 47 (problème de la charge en fluide)		336
Le détendeur pressostatique	Exo 48 (utilisation sur des évaporateurs montés en parallèle)		339
	Analyse détaillée et problèmes divers		340
Le détendeur capillaire	Exo 49 (faut-il utiliser une bouteille liquide ?)		341
	Exo 50 (comment recopier un capillaire étalon ?)		350
QUIZ n°14	11 questions sur les détendeurs pressost. et capillaires	Nouveau	351
Les courts cycles des compresseurs	Analyse détaillée du problème et des solutions à apporter		353
	Exo 51 (permutation de pilote)		357
	Exo 52 (relais anti courts-cycles)		359
	Exo 53 (amélioration des schémas)		360
Régulateur de capacité	Mode d'emploi complet et détaillé, y compris analyse des pannes		364
	Exo 54 (injection sur l'aspiration)		369
	Exo 55 (efficacité énergétique du système)		371
	Exo 56 (comment régler le régulateur ?)		369
QUIZ n°15	11 questions sur les courts cycles et le rég. de capacité)	Nouveau	379
QUIZ n°16	11 questions sur le régulateur de capacité	Nouveau	380
Pourquoi réguler les condenseurs à air ?	Problème des HP trop faibles		381
	Exo 57 (dépannage)		383
Problème du démarrage des compresseurs par de faibles θ extérieures	Exo 58 (dépannage)		384
	Exo 58 (dépannage)		385
Durée du démarrage par temps froid	Analyse du problème et comment y remédier ?		389
QUIZ n°17	11 questions sur la régulation des condenseurs à air	Nouveau	391
Régulation des cond. à air par vanne HP	Utiliser une vanne pré-réglée ou une vanne réglable ?		392
Régulation par vanne HP	Analyse complète des erreurs à ne pas commettre et des pannes		394
	Exo 59 (dépannage, problème de dénivelé)		397
	Exo 60 (dépannage, problème de migration)		399
	Exo 61 (dépannage, réglage du ventilo-condenseur)		402
QUIZ n°18	11 questions sur la régulation par vanne HP	Nouveau	405
Mesure d'un débit d'air	Utilisation de l'anémomètre, estimation des débits		406
Conseils de dépannage	Rappels sur la conduite à tenir lors d'un dépannage		408

	Exos 62 et 63 (diagnostic de panne sur petite clim)	Nouveau	.411
	Exos 64 et 65 (diagnostic de panne sur petite clim)	Nouveau	.413
	Exos 66 et 67 (diagnostic de panne sur petite clim)	Nouveau	.415
	Exos 68 et 69 (diagnostic de panne sur petite clim)	Nouveau	.417
La technique du toucher	Pour évaluer une température ou un $\Delta\theta$ . . . . .		.419
Régulateurs de démarrage	Une solution à la remise en route après un dégivrage ? . . . . .		.424
	Exo 70 (fonctionnement du régulateur) . . . . .		.427
	Exo 71 (incompatibilité entre régulateur et détenteur MOP) . . . . .		.429
	Exo 72 (comment régler un régulateur de démarrage ?) . . . . .		.431
QUIZ n°19	11 questions sur les régulateurs de démarrage	Nouveau	.433
	Exo 73 (diagnostic de panne sur petite clim)	Nouveau	.434
La vanne 4 voies d'inversion de cycle	Fonctionnement détaillé, montage et risques de pannes . . . . .		.435
	Exo 74 (tiror bloqué en position intermédiaire) . . . . .		.439
	Exo 75 (comment remplacer une V4V ?) . . . . .		.443
	Exo 76 (bouteille anti coups de liquide) . . . . .		.444
	Exo 77 (Dépannage, la vanne ne bascule pas) . . . . .		.448
	Exo 78 (ΔP maxi d'une V4V) . . . . .		.450
QUIZ n°20	11 questions (vannes 4 voies d'inversion de cycle)	Nouveau	.451
Le climatiseur réversible	Fonctionnement 'été' et 'hiver' . . . . .		.453
	Compresseur Scroll et compresseur à palette . . . . .		.455
	Fonctionnement du déshydrateur bi-directionnel . . . . .		.458
	Exo 79 (PAC avec 2 capillaires) . . . . .		.459
	Exos 80 et 81 (Dépannage sur PAC réversible)	Nouveau	.462
	Exos 82 et 83 (Dépannages sur PAC réversible)	Nouveau	.463
	Étude complète et détaillée . . . . .		.467
Les moteurs monophasés	11 questions (clims réversibles et moteurs monos)	Nouveau	.471
QUIZ n°21	Exo 84 (repérage des enroulements) . . . . .		.472
	Exo 85 (repérage de défauts sur le moteur) . . . . .		.474
	Exo 86 (repérage des différents types de condensateurs) . . . . .		.475
	Exo 87 (choix du calibre de l'ohmmètre) . . . . .		.488
	Exo 88 (repérage des relais de tension) . . . . .		.490
	Exo 89 (Les différents montages avec relais de tension) . . . . .		.491
	Exo 90 (repérage des moteurs monos multi-vitesses) . . . . .		.495
QUIZ n°22	11 questions sur les moteurs monophasés	Nouveau	.497
QUIZ n°23	11 questions sur les moteurs monophasés (suite)	Nouveau	.498
Dépannage électrique	Initiation aux techniques de dépannage rapide . . . . .		.499
	Exo 91 (dépannage au voltmètre) . . . . .		.505
	Exos 92 et 93 (problèmes d'auto-maintien) . . . . .		.509
	Exo 94 (comment sonner des fusibles ?) . . . . .		.513
	Exo 95 (entraînement au dépannage au voltmètre) . . . . .		.514
	Exo 96 (entraînement au dépannage au voltmètre) . . . . .		.515
	Exo 97 (dépannage à l'ohmmètre) . . . . .		.516
	Exo 98 (dépannage à l'ohmmètre, les pièges) . . . . .		.517
	Exo 99 (problème des récepteurs en parallèle) . . . . .		.519
QUIZ n°24	11 questions sur le dépannage électrique	Nouveau	.522
	Exo 100 (entraînement à la lecture de potentiels)	Nouveau	.523
	Exo 101 (entraînement au dépannage au voltmètre)	Nouveau	.525
Les moteurs triphasés	Étude complète de ce type de moteurs . . . . .		.527
	Exo 102 (montage en triangle) . . . . .		.529
	Exo 103 (montage en étoile) . . . . .		.530
	Exo 104 (tensions et intensités en triangle) . . . . .		.531
	Exo 105 (Choix du couplage en fonction de la tension d'alim.) . . . . .		.533
Problèmes électriques divers	Sous-tension, surtension, couple moteur, thermiques, fusibles . . . . .		.535
QUIZ n°25	11 questions (moteurs tri et problèmes électriques)	Nouveau	.543
Problèmes du démarrage des moteurs	Les chutes de tension en ligne . . . . .		.544
Démarrage direct et en Part Winding	Moteurs spéciaux à enroulements fractionnés . . . . .		.546
	Exo 106 (repérage des enroulements d'un moteur PW) . . . . .		.547
	Exo 107 (schéma de puissance et de commande) . . . . .		.549
	Exo 108 (moteur PW de type 66/33%) . . . . .		.551

	Exo 109 (échange d'un moteur PW 66/33 par un PW 50/50)	552
	Exo 110 (dépannage après un échange standard de moteur)	554
	Exo 111 (analyses des moteurs PW bi-tension à 9 bornes)	556
QUIZ n°26	11 questions (démarrage direct et en Part Winding)	Nouveau 557
Le Démarrage statorique	Par résistances métalliques, transition ouverte ou fermée	Nouveau 560
	Exo 112 (schéma d'un démarrage statorique à 3 temps)	Nouveau 561
	Par résistances électrolytiques	Nouveau 563
Le Démarrage Étoile-Triangle	Exo 113 (problème de couplage)	Nouveau 565
	Exo 114 (schémas de puissance et de commande)	Nouveau 567
	Exo 115 (où placer judicieusement le relais thermique ?)	Nouveau 569
QUIZ n°27	11 questions sur les démarrages statoriques et $Y\Delta$	Nouveau 572
Introduction à l'électronique	Généralités sur la constitution de la matière	573
	Exo 116 (structure de l'atome de chlore)	575
	Exo 117 (l'alumine et l'acide fluorhydrique)	Nouveau 576
	Exos 118 et 119 (les conducteurs et les isolants)	577
Les semi-conducteurs	La diode, explications détaillées	580
	Exos 120 et 121 (la diode en sens inverse et en sens direct)	582
	Exo 122 (influence sur la tension)	584
Le courant alternatif redressé	Généralités sur le redressement du courant	585
	Exo 123 (redressement simple alternance)	587
	Exo 124 (essai lampes par relais)	Nouveau 588
	Exo 125 (essai lampes par diodes)	Nouveau 589
	Exo 126 (rôle du condensateur)	589
	Exo 127 (le pont de diodes)	591
	Exo 128 (pont de diodes + condensateur)	592
QUIZ n°28	11 questions sur les 3 chapitres précédents	Nouveau 594
Quelques précisions sur l'électronique	La LED, l'opto-transistor, thyristor, triac et le μP	595
Les hacheurs de courant monophasés	Analyse du fonctionnement de ces 'vannes de courant'	598
	Exo 129 (rôle de l'opto-triac en cas de court-circuit)	599
Le variateur de fréquence Inverter	Explications détaillées, fonctionnement électronique simplifié	601
Fonctionnement du détendeur électronique	Analyse détaillée du moteur pas-à-pas de ce type de détendeur	607
	Exo 130 (application sur un climatiseur Inverter)	610
	Exo 131 (rôle des sondes sur le climatiseur Inverter)	611
	Exo 132 (problème de l'huile dans le circuit)	612
QUIZ n°29	11 questions sur les 4 chapitres précédents	Nouveau 613
Le Split Inverter froid seul	Exo 133 (rôle des sondes sur l'unité intérieure)	615
	Exo 134 (rôle des sondes sur l'unité extérieure)	617
Le multi-Split Inverter froid seul	Fonctionnement détaillé, câblage, communication entre unités	620
Le multi-Split Inverter réversible	Exo 135 (fonctionnement en été et en hiver)	623
	Exo 136 (fonctionnement en dégivrage)	625
QUIZ n°30	11 questions sur les splits Inverter	Nouveau 627
La technologie VRV 2 tubes	Exo 137 (montage des compresseurs en parallèle)	628
	Exo 138 (problème de l'huile dans le circuit)	629
	Exo 139 (2 compresseurs de puissance différente)	629
La technologie VRV 3 tubes	Explication du fonctionnement en plein froid	632
	Exo 140 (fonctionnement plein chaud)	633
	Exo 141 (fonctionnement majoritaire en froid)	635
	Exo 142 (fonctionnement majoritaire en chaud)	637
QUIZ n°31	11 questions sur la technologie VRV	Nouveau 641
Les moteurs triphasés à 2 vitesses	A enroulements séparés ou de type Dahlander	642
	Exos 143 et 144 (schémas puissance et de commande)	643
	Exo 145 (problème du passage de GV en PV)	644
	Exo 146 (repérage d'un moteur Dahlander)	645
	Exo 147 (comment 'sonner' un moteur Dahlander ?)	646
	Exo 147 (schéma de base avec un Dahlander)	647
	Exo 147 (schéma complet avec un Dahlander)	649
	Exos 150 à 153 (lecture de schémas)	Nouveau 650
QUIZ n°32	11 questions sur les moteurs triphasés 2 vitesses	Nouveau 652
Régulation de puissance électromécanique des compresseurs	. . . . .	Nouveau 653

QUIZ n°33	Exos 154 et 155 (électrovanne montée sur une culasse) Nouveau .654
Le pressostat différentiel d'huile :	Exo 156 (électrovannes montées sur le carter) Nouveau .656
	11 questions (régulation de puissance des compresseurs) Nouveau .660
	Fonctionnement complet et détaillé .661
	Exo 157 (HMT de la pompe à huile) .662
	Exo 158 (câblage du contact pressostatique) .663
	Exo 159 (différentes possibilités de câblage) .665
	Exo 160 (quel est le bon câblage ?) .667
	Exo 161 (les erreurs de montage à ne pas commettre) .670
	Exo 162 (les erreurs de raccordement) .671
	Exo 163 (problème de tension d'alimentation) .673
QUIZ n°34	11 questions sur les pressostats d'huile Nouveau .675
Pourquoi le pressostat d'huile coupe-t-il ?	Analyse complète des causes de dysfonctionnement .676
QUIZ n°35	11 questions sur les coupures au pressostat d'huile Nouveau .685
La vanne à eau pressostatique	Étude détaillée de l'appareil .687
	Exos 164 et 165 (montage de la vanne) .690
	Exo 166 (piquage sur la vanne de départ liquide) .693
	Exo 167 (problème de tirage au vide) .694
QUIZ n°36	11 questions sur la vanne pressostatique Nouveau .698
Panne du condenseur à eau trop petit	Condenseur régulée par une vanne pressostatique .699
	Exo 168 (action directe et action inverse de la vanne) .700
	Exo 169 (comment faire le test des incondensables ?) .703
Les condenseurs multitubulaires	Étude détaillée, problème du prix de l'eau .708
	Exo 170 (raccordement de l'eau) .710
QUIZ n°37	11 questions sur les 2 chapitres précédents Nouveau .713
Le Dry-cooler	Étude détaillée du fonctionnement de l'appareil .714
	Exo 171 (problème de gel) .716
	Exo 172 (comparaison avec le condenseur à air) .717
QUIZ n°38	11 questions sur les Dry-cooler Nouveau .720
L'air sec et l'air humide	Présentation et explications .721
	Exo 173 (différence entre air sec et air saturé) .722
Quelques notions de psychrométrie	Introduction au diagramme de l'air humide .724
	Exo 174 (l'hygrométrie relative) .726
	Exo 175 (la température humide) .729
	Exo 176 (entraînement à la lecture sur le diagramme) .731
QUIZ n°39	11 questions sur les notions de psychrométrie Nouveau .733
La tour de refroidissement (ouverte)	Principe de fonctionnement .735
	Exo 177 (température de sortie d'eau) .735
	Exo 178 (emplacement du thermostat de régul.) .737
	Exo 179 (réglage du thermostat de régulation) .739
	Exo 180 (problème du TH de l'eau) .742
QUIZ n°40	11 questions sur les tours de refroidissement Nouveau .746
Hydraulique : notion de charge	Définition, circuits ouverts et circuits fermés .747
	Exo 181 (pression en différents points d'un circuit ouvert) .749
	Exo 182 (problème d'installation d'une Tour) .750
QUIZ n°41	11 questions sur la notion de charge Nouveau .746
Hydraulique : notion de perte de charge	Analyse complète et détaillée .757
	Exo 183 + 184 (évaluation des PdC) .758
	Exo 185 (influence du dénivelé sur les PdC) .759
	Exo 186 (influence des accessoires sur les PdC) .760
	Exo 187 (variations du débit avec la vitesse) .761
	Exo 188 (variations du débit avec le diamètre) .762
	Exo 189 (variations des PdC avec le débit) .764
QUIZ n°42	11 questions sur les pertes de charge Nouveau .765
Pressions en jeu en hydraulique	Circuits ouverts et circuits fermés .766
	Exo 190 (pressions pompe à l'arrêt puis pompe en marche) .769
	Exo 191 (circuit ouvert et très grand dénivelé) .772
	Exo 192 (circuit fermé et très grand dénivelé) .773
	Exo 193 (Que se passe-t-il si la pompe n'est pas en charge ?) .775

La cavitation des pompes	.....	777
QUIZ n°43	11 questions (pressions dans un circuit et cavitation)	Nouveau .781
Hauteur d'aspiration d'une pompe	Mise en évidence du NPSH et pompe multicellulaires . . . . .	.782
	Exo 194 (dénivelé maxi) . . . . .	.783
	Exo 195 (synthèse des problèmes et détermination du NPSH) . . . . .	.787
QUIZ n°44	11 questions sur la hauteur d'aspiration des pompes	Nouveau .790
La tour indirecte	Généralités, comparaison avec le Dry-cooler . . . . .	.791
	Exo 196 (montage complet et fonctionnement) . . . . .	.793
Les vases d'expansion sous P. d'azote	Étude complète et détaillée . . . . .	.796
	Exo 197 (pourquoi la soupape a-t-elle craché ?) . . . . .	.797
	Exo 198 (pression de remplissage du circuit) . . . . .	.800
	Exo 199 (pression de gonflage du vase trop faible) . . . . .	.802
	Exo 200 (problème de la pression de gonflage du vase) . . . . .	.803
	Exo 201 (pression de gonflage du vase trop élevée) . . . . .	.804
	Exo 202 (détermination de la pression de gonflage du vase) . . . . .	.806
	Exo 203 (contrôle de la pression de gonflage du vase) . . . . .	.807
	Exo 204 (dépannage, vase crevé) . . . . .	.809
QUIZ n°45	11 questions sur les vase d'expansion	Nouveau .815
	Exo 205 (calcul complet d'un vase) . . . . .	.816
	Exo 206 (montage des circulateurs) . . . . .	.818
Technologie des pompes	Étude des différentes hypothèses . . . . .	.822
Dépannage : La pompe ne démarre pas	11 questions sur les pompes et les circulateurs	Nouveau .826
QUIZ n°46	Comparaison entre eau glacée et détente directe . . . . .	.827
Pourquoi utiliser de l'eau glacée ?	Généralités, emplacement de la pompe et des thermostats . . . . .	.829
L'évaporateur à eau glacée	Exos 207 et 208 (montage et câblage de la pompe) . . . . .	.833
	Exos 209 et 210 (pompes jumelées et thermostat de régul.) . . . . .	.835
QUIZ n°47	11 questions sur les évapos multitubulaires à eau glacée	Nouveau .839
Refroidisseurs de liquide	Comparaison avec un climatiseur air-air . . . . .	.840
	Exo 211 (dépannage de rappel)	Nouveau .841
Fonctionnement d'un groupe d'eau glacée	Contrôles rapides par 'touchers' successifs . . . . .	.846
QUIZ n°48	11 questions sur les refroidisseurs de liquide	Nouveau .850
Comment contrôler un débit d'eau ?	Tout sur le flow switch. Exo 212 (histoire d'une panne) . . . . .	.851
	Exo 213 (flow switch et pressostat différentiel) . . . . .	.859
Comment évaluer un débit d'eau ?	Analyse des différentes méthodes . . . . .	.862
	Exo 214 (synthèse des différentes méthodes) . . . . .	.865
	Exo 215 (problème de lecture de la HMT0) . . . . .	.869
QUIZ n°49	11 questions sur les chapitres précédents	Nouveau .872
Pannes frigo des refroidisseurs de liquide	Exo 216 (fonctionnement normal) . . . . .	.873
	Exos 217 et 218 (dépannage d'un groupe d'eau glacée)	Nouveau .875
	Exos 219 et 220 (dépannage d'un groupe d'eau glacée)	Nouveau .877
	Exos 221 et 222 (dépannage d'un groupe d'eau glacée)	Nouveau .881
	Exos 223 et 224 (dépannage d'un groupe d'eau glacée)	Nouveau .883
	Exos 225 et 226 (maintenance et dépannage) . . . . .	.887
Circuits de distribution d'eau glacée	Exo 227 (schéma hydraulique et vanne à 3 voies) . . . . .	.891
	Exo 228 (montage en boucle d'injection) . . . . .	.893
	Exo 229 (emplacement d'une vanne de boucle) . . . . .	.895
	Exo 230 (raccordement d'une bouteille casse pression) . . . . .	.897
QUIZ n°50	11 questions (circuits de distribution d'eau glacée)	Nouveau .900
Bouteille casse pression	Compléments d'information . . . . .	.901
	Exo 231 (utilisation d'un tube casse pression) . . . . .	.904
	Exo 232 (utilisation d'un tube de by-pass) . . . . .	.906
	Exo 233 (bouteille utilisée en stockage d'eau glacée) . . . . .	.907
	Exo 234 (bouteille utilisée sur circuits multiples) . . . . .	.910
	Exo 235 (bouteille montée horizontalement) . . . . .	.911
	Exo 236 (bouteille avec boucle d'injection) . . . . .	.913
QUIZ n°51	11 questions sur les bouteilles casse-pression	Nouveau .915
Split eau glacée au R407C	Contrôles avant la mise en service . . . . .	.917
	Exo 237 (pressions dans le circuit hydraulique) . . . . .	.923
	Exo 238 (comment régler le pressostat 'manque d'eau' ?) . . . . .	.925

	Exo 239 (courts-cycles par le pressostat 'manque d'eau')	926
	Exo 240 (mise en service complète de la machine)	929
QUIZ n°52	11 questions (mise en service d'un split eau glacée)	Nouveau 933
Split eau glacée au R407C	Analyse des problèmes de manque de débit d'eau	934
	Exos 241 et 242 (conséquences du manque de débit)	935
	Exo 243 (dépannage après coupures en antigel)	938
Débit d'eau trop faible	Synoptique des pannes	940
	La HMT est égale à zéro	943
	La HMT est inférieure à zéro	945
	La HMT est très faible	947
	La HMT est proche de la HMT0	951
	La pression à l'aspiration de la pompe est négative	953
	Exo 244 (vanne fermée en amont du vase d'expansion)	953
	Exo 245 (vanne fermée en aval du vase d'expansion)	954
	Exo 246 (fermeture des 2 vannes ci-dessus)	955
	Exo 247 (vase d'expansion au refoulement de la pompe)	956
QUIZ n°53	11 questions sur les problèmes de débit d'eau	Nouveau 957
Exemples de calcul des pertes de charge	Résistance hydraulique et sélection des pompes	959
	Exo 248 (PdC d'un circuit simple)	961
	Exo 249 (sélection de la pompe)	962
	Exo 250 (HMT de la pompe)	963
	Exo 251 (répercussions sur le circuit de vannes fermées)	964
	Exo 252 (PdC d'un circuit avec plusieurs batteries en parallèle)	967
Contrôle du débit par le ΔP de l'évapo.	Présentation de la technique et évaporateurs à plaques brasées	968
QUIZ n°54	11 questions sur le calcul des pertes de charge	Nouveau 970
Pompe et réseau : une affaire de mariage	Comment adapter une pompe à un réseau hydraulique ?	971
	Exo 253 (surdébit et conséquences en déshumidification)	973
	Exo 254 (vanne d'équilibrage pour réduire le débit)	975
Pompe en série ou en parallèle	Exo 255 (problème du montage en parallèle de 2 pompes)	978
	Exo 256 (solution du problème précédent)	979
	Exo 257 (utilisation de circulateurs jumelés)	980
	Exo 258 (courbe de 2 pompes en parallèle)	981
	Exo 259 (courbe de 2 pompes en série)	985
QUIZ n°55	11 questions sur les chapitres précédents	Nouveau 988
Vannes de régulation 3 voies	Généralités	989
	Exo 260 (régulation du compresseur)	993
	Exo 261 (régulation de la vanne)	995
	Exo 262 (problème d'équilibrage)	997
	Exo 263 (problème de pompe)	999
QUIZ n°56	11 questions sur les pompes en série ou en parallèle	Nouveau 1001
Montage des V3V	Étude des différents montages classiques	1003
	Exo 264 (les 4 montages principaux)	1004
	Exo 265 (erreur de montage sur de l'eau glacée)	1008
	Exo 266 (correction de l'erreur de montage)	1009
	Exo 267 (rôle de la vanne d'équilibrage)	1010
	Exo 268 (montage en mélange et déshumidification)	1011
	Exos 269 + 270 (problèmes de déshumidification)	1013
QUIZ n°57	11 questions sur le montage des vannes 3 voies	Nouveau 1016
Sélection des vannes 3 voies de régulation	Exo 271 (la notion d'autorité)	1017
	Exo 272 (HMT de la pompe selon la V3V)	1019
	Exo 273 (sélection d'une V3V)	1021
	Exo 274 (relation entre Kvs de la vanne et autorité)	1024
	Exo 275 (synthèse sur les circuits d'eau glacée)	1026
	Exo 276 (synthèse sur les circuits de pompe à chaleur)	1027
QUIZ n°58	11 questions sur la sélection des vannes à 3 voies	Nouveau 1032
Montages NO des V3V et free-cooling	Étude de quelques montages spéciaux	1033
	Exo 277 (montage en décharge inversée NO)	1034
	Exo 278 + 279 (montage en mélange NO)	1036
	Exo 280 (free-cooling en régime été)	1037

	Exo 281 (free-cooling en régime hiver)	1038
	Exo 282 (amélioration n°1 du montage en free-cooling)	1039
	Exo 283 (amélioration n°2 du montage en free-cooling)	1041
Quelques problèmes électro-hydrauliques	Le flow switch clignote, permutation automatique de pompes, etc.	1042
	Exo 284 (comment temporiser le flow switch ?)	1043
	Exo 285 (permutation automatiques de 2 pompes)	1048
	Exo 286 + 287 (problèmes liés à la permutation auto).	1049
	Exo 288 (asservissement pompe condenseur au compresseur)	1052
	Exo 289 (amélioration du schéma précédent)	1053
	Exo 290 (schéma complet d'une production d'eau glacée)	1055
QUIZ n°59	11 questions sur les 2 chapitres précédents	Nouveau 1059
Quelques problèmes liés au glycol	Principales différences entre l'eau et l'eau glycolée	1060
	Exo 291 (influence d'un ajout de glycol sur le débit de la pompe) ..	1061
Fonctionnement des amplificateurs	Exos 292 à 298 (# montages avec des transistors et ampli-op)	1065
Les régulateurs analogiques	Conception, fonctionnement et schémas internes simplifiés	1073
	Exo 299 (le pont de Wheatstone)	1074
	Exo 300 + 301 (schémas de régulateurs P en DA et en RA).	1077
	Exo 302 (schéma d'un régulateur ToR)	1078
	Exo 303 (schéma d'un régulateur Mixte P et ToR)	1079
	Exo 304 (schéma d'un régulateur différentiel)	Nouveau 1081
QUIZ n°60	11 questions sur les 3 chapitres précédents	Nouveau 1083
Les capteurs utilisés en froid et clim	Sondes passives et actives. De θ , P, HR, soleil et vent.	1084
Introduction à la régulation numérique	Entrées et sorties digitales et analogiques	1090
	Exo 305 (fonctionnement d'un convertisseur analogique/digital) ..	1092
	Exo 306 (convertisseurs A/D et D/A)	1094
QUIZ n°61	11 questions sur les capteurs et la régul numérique	Nouveau 1097
Problème de la récupération d'énergie	Étude d'une installation tout air neuf	1099
	Exo 307 (CTA tout air neuf et caisson de mélange)	1101
	Exo 308 + 309 (système 2 batteries eau glycolée)	1102
	Exo 310 (rendement de récupération du système)	1104
	Exo 311 + 312 (optimisation complète du montage)	1107
	Exo 313 + 314 (humidification et montage hydraulique)	1110
	Exo 315 (régulation du système de récupération optimisé)	1111
	Exo 316 (problème des courts-cycles en régulation)	1115
	Exo 317 (régulation de l'ensemble de l'installation)	1117
QUIZ n°62	11 questions sur la récupération d'énergie	Nouveau 1120
Les échangeurs de chaleur	Exo 318 (efficacité des échangeurs à plaques)	Nouveau 1121
	Exo 319 (problème du givrage dans l'échangeur)	Nouveau 1123
	Exo 320 (l'échangeur vertical gravitaire)	Nouveau 1125
	Exo 321 (l'échangeur horizontal capillaire)	Nouveau 1128
QUIZ n°63	11 questions sur les chapitres précédents	Nouveau 1130
La régulation Proportionnelle	Quelques précisions sur l'offset et la nature des boucles ..	1131
	Exo 322 + 323 (bande proportionnelle, boucle longue et courte) ..	1133
	Exo 324 (analyse complet d'une centrale de traitement d'air)	1137
	Comment régler un régulateur P en boucle courte ?	1142
QUIZ n°64	11 questions sur la régulation proportionnelle	Nouveau 1146
Quelques montages particuliers	Exo 325 (régulation de deux V3V en parallèle)	Nouveau 1147
	Exo 326 (régulation d'une batterie électrique à étages) ..	Nouveau 1150
	Exo 327 (régulation binaire)	Nouveau 1151
	Exo 328 + 329 (schéma binaire et CTA chaud-froid) ..	Nouveau 1153
	Exo 330 + 331 (réglage de la CTA et humidification) ..	Nouveau 1155
	Exo 332 (CTA avec primaire et secondaire chaudes) ..	Nouveau 1160
	Exo 333 (réglages d'une CTA pour éviter le gel)	Nouveau 1161
	Exo 334 (graphe d'humidification et de déshumidif.) ..	Nouveau 1162
	Exo 335 (régulateur avec limite haute ou basse)	Nouveau 1163
	Exo 336 (concilier déshu été et risques de gel hiver ?) ..	Nouveau 1165
QUIZ n°65	11 questions sur la régul de # montages particuliers	Nouveau 1167
La régul. Proportionnelle Intégrale (PI)	Exo 337 (problème de l'offset, comment l'éliminer ?)	1169
	Exo 338 + 339 (temps d'intégration trop court ou trop long)	1171

La régulation PID	Exo 340 (Liens entre xP et Tn, comment régler un régulateur PI ?) .1173
	Rôle de l'action Dérivée sur la réponse à une perturbation .1177
	Exo 341 (problème des retards) .1179
QUIZ n°66	11 questions sur la régulation PI et PID .1182
Réglementation sur les fluides frigorigènes	Les différentes évolutions .1183
	Contrôle des compétences et des connaissances des professionnels .1184
Problèmes avec par les nouveaux fluides	Tour d'horizon des changements apportés par les HFC .1183
QUIZ n°67	11 questions (réglementation et nouveaux fluides) .1199
Conversion à un nouveau fluide frigo	Les différents fluides de drop-in et de rétrofit .1200
Récupération des fluides frigorigènes	Analyse des différentes méthodes de récupération .1205
	Exo 342 (groupe de transfert) .1219
	Exo 343 (purge du groupe de transfert) .1221
QUIZ n°68	11 questions sur la récupération des fluides frigos .1224
Problèmes frigorifiques divers	Méthode du triple vide, tube plongeur cassé, etc. .1225
	Exo 344 (charge en gaz d'un circuit et la bouteille givre) .1227
L'hygrométrie en froid commercial	Analyse détaillée de ce problème souvent négligé .1231
	Exo 345 (sélection du coupe évaporateur / compresseur) .1235
QUIZ n°69	11 questions sur le froid commercial .1237
Froid commercial : le dégivrage	Les différentes techniques en froid positif et négatif .1239
	Exo 346 (utilisation d'un pressostat BP de régulation) .1241
	Exo 347 (dégivrage par gaz chauds) .1245
	Exos 348 + 349 (par gaz chauds et par inversion de cycle) .1247
QUIZ n°70	11 questions sur les techniques de dégivrage .1252
Froid commercial : questions diverses	Thermostats, compresseurs BP, MP et HP, vanne à P. constante .1253
La HP flottante	Fonctionnement du système .1259
QUIZ n°71	11 questions sur le froid commercial .1262
Le diagramme enthalpique	Exo 350 (repérage des zones du diagramme) .1263
	Exo 351 (tracé d'un diagramme simplifié) .1267
	Exo 352 (tracé d'un cycle complet) .1270
	Exo 353 (bilan des puissances mises en jeu) .1272
	Exo 354 (conséquences d'une augmentation de la HP) .1273
	Exo 355 (conséquences d'une diminution de la BP) .1275
	Exo 356 (conséquences des PdC à l'aspiration) .1277
QUIZ n°72	11 questions sur le diagramme enthalpique .1279
	Exo 357 (rajout d'un sous-refroidisseur évaporatif) .1280
Le CO2 utilisé comme fluide frigorigène	Présentation et problèmes posés pour son utilisation .1284
Le CO2 utilisé en régime subcritique	Analyse détaillée du fonctionnement .1287
	Exo 358 (étude d'une cascade HFC-CO2) .1290
Le CO2 utilisé en régime transcritique	Exo 359 (fonctionnement en simple étage) .1293
	Exo 360 (comment améliorer le fonctionnement ?) .1295
QUIZ n°73	11 questions sur le CO2 (nom de code R744) .1298