

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 |
| | 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 |
| Régulateur de capacité | 11 questions sur les courts cycles et le rég. de capacité) | Nouveau | 379 |
| QUIZ n°15 | 11 questions sur le régulateur de capacité | Nouveau | 380 |
| QUIZ n°16 | Problème des HP trop faibles | | 381 |
| Pourquoi réguler les condenseurs à air ? | 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 (tirroir 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 |
| | Explications détaillées, fonctionnement électronique simplifié | 601 |
| Le variateur de fréquence Inverter | Analyse détaillée du moteur pas-à-pas de ce type de détendeur | 607 |
| Fonctionnement du détendeur électronique | 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 |

| | | |
|---|--|----------------------|
| | 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 |
| Le CO2 utilisé comme fluide frigorigène | Exo 357 (rajout d'un sous-refroidisseur évaporatif) .1280 |
| Le CO2 utilisé en régime subcritique | Présentation et problèmes posés pour son utilisation .1284 |
| | 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 |