

# Sommaire

|  |     |  |     |
|--|-----|--|-----|
| <b>1 Métrologie</b>  |     |  |     |
| 1.1 Grandeur et unités . . . . .   | 13  | 1.4.1 Profil des surfaces . . . . .  | 43  |
| 1.2 Bases de la métrologie . . . . .   | 15  | 1.4.2 Paramètres d'état de surface . . . . .   | 44  |
| 1.2.1 Notions de base . . . . .  | 15  | 1.4.3 Procédés de contrôle des surfaces . . . . .  | 45  |
| 1.2.2 Erreurs de mesure . . . . .  | 18  | <b>1.5 Tolérances et ajustements</b> . . . . .   | 47  |
| 1.2.3 Capabilité des moyens de contrôle et surveillance des moyens de contrôle . . . . .       | 21  | 1.5.1 Tolérances . . . . .   | 47  |
| <b>1.3 Moyens de contrôle des longueurs</b> . . . . .  | 23  | 1.5.2 Ajustements . . . . .  | 51  |
| 1.3.1 Règles, jauge, calibres et étalons . . . . .   | 23  | <b>1.6 Spécifications géométriques du produit (GPS)</b> . . . . .                                    | 55  |
| 1.3.2 Instruments de mesure mécaniques et électroniques . . . . .                              | 26  | <b>1.7 Contrôle de la forme et de la position</b> . . . . .  | 58  |
| 1.3.3 Instruments de mesure pneumatiques . . . . .   | 34  | 1.7.1 Tolérances de forme et de position . . . . .   | 58  |
| 1.3.4 Instruments de mesure électroniques . . . . .  | 36  | 1.7.2 Contrôle des surfaces planes et inclinées . . . . .  | 60  |
| 1.3.5 Instruments de mesure optoélectroniques . . . . .  | 37  | 1.7.3 Contrôle de la circularité, de la coaxialité et du battement . . . . .                         | 63  |
| 1.3.6 Instruments de mesure des coordonnées . . . . .  | 39  | 1.7.4 Contrôle des filetages . . . . .   | 68  |
| 1.4 Contrôle des états de surfaces . . . . .   | 43  | 1.7.5 Contrôle de la conicité . . . . .  | 70  |
|  |     | <b>1.8 Practise your English</b> . . . . .   | 71  |
| <b>2 Management de la qualité</b>  |     |  |     |
| 2.1 Domaines de travail du MQ . . . . .  | 72  | <b>2.8 Capabilité des procédés</b> . . . . .   | 83  |
| 2.2 La série de normes EN ISO 9000 . . . . .   | 73  | <b>2.9 Performance des procédés</b> . . . . .  | 86  |
| 2.3 Exigences de qualité . . . . .   | 73  | <b>2.10 Maîtrise statistique des procédés au moyen de cartes de contrôle de la qualité</b> . . . . . | 87  |
| 2.4 Caractéristiques de qualité et défauts . . . . .   | 74  | <b>2.11 Audit et certification</b> . . . . .   | 90  |
| 2.5 Outils du management de la qualité . . . . .   | 75  | <b>2.12 Processus d'amélioration continu: les collaborateurs optimisent les procédés</b> . . . . .   | 91  |
| 2.6 Maîtrise de la qualité . . . . .   | 78  | <b>2.13 Practise your English</b> . . . . .  | 92  |
| <b>3 Technique de fabrication</b>  |     |  |     |
| 3.1 Sécurité au travail . . . . .  | 94  | 3.8.1 Matériaux de coupe . . . . .   | 136 |
| 3.2 Différents procédés de fabrication . . . . .   | 96  | 3.8.2 Lubrifiants réfrigérants . . . . .   | 140 |
| 3.3 Moulage . . . . .  | 98  | 3.8.3 Sciage . . . . .   | 143 |
| 3.3.1 Moules et modèles . . . . .  | 98  | 3.8.4 Perçage, taraudage, fraisage, alésage . . . . .  | 144 |
| 3.3.2 Moulage en moules perdus . . . . .   | 99  | 3.8.5 Fraisage et chanfreinage de trous . . . . .  | 153 |
| 3.3.3 Moulage en moules permanents . . . . .   | 102 | 3.8.6 Alésage . . . . .  | 154 |
| 3.3.4 Matériaux de moulage . . . . .   | 103 | 3.8.7 Tournage . . . . .   | 156 |
| 3.3.5 Défauts de coulée . . . . .  | 103 | 3.8.8 Fraisage . . . . .   | 180 |
| <b>3.4 Mise en forme des matières plastiques</b> . . . . .                                     | 104 | 3.8.9 Ébavurage de pièces . . . . .  | 197 |
| 3.4.1 Extrusion . . . . .  | 104 | 3.8.10 Rectification . . . . .   | 200 |
| 3.4.2 Moulage par injection . . . . .  | 105 | 3.8.11 Brochage . . . . .  | 212 |
| 3.4.3 Moulage par compression . . . . .  | 108 | 3.8.12 Superfinition . . . . .   | 214 |
| 3.4.4 Formage des matières en mousse . . . . .   | 108 | 3.8.13 Enlèvement par électro-érosion . . . . .  | 220 |
| 3.4.5 Mise en forme des produits semi-finis et finis à partir de matières plastiques . . . . . | 109 | 3.8.14 Dispositifs et éléments de serrage sur des machines-outils . . . . .                          | 224 |
| 3.5 Formage . . . . .  | 111 | 3.8.15 Exemple de fabrication d'une bride de serrage . . . . .                                       | 231 |
| 3.5.1 Comportement des matériaux lors du formage . . . . .                                     | 111 | <b>3.9 Liaison</b> . . . . .   | 235 |
| 3.5.2 Procédés de formage . . . . .  | 111 | 3.9.1 Procédé de liaison . . . . .   | 235 |
| 3.5.3 Déformation plastique par flexion . . . . .  | 112 | 3.9.2 Assemblage par sertissage et par enclenchement . . . . .                                       | 238 |
| 3.5.4 Déformation plastique par traction et compression . . . . .                              | 115 | 3.9.3 Collage . . . . .  | 240 |
| 3.5.5 Déformation plastique par compression . . . . .  | 119 | 3.9.4 Brasage . . . . .  | 242 |
| 3.5.6 Presses . . . . .  | 121 | 3.9.5 Soudage . . . . .  | 248 |
| <b>3.6 Coupe</b> . . . . .   | 122 | <b>3.10 Procédés de fabrication additifs</b> . . . . .   | 261 |
| 3.6.1 Cisaillage . . . . .   | 122 | 3.10.1 Prototypage rapide . . . . .  | 262 |
| 3.6.2 Découpage sans contact . . . . .   | 127 | 3.10.2 Outilage rapide . . . . .   | 264 |
| <b>3.7 Fabrication par enlèvement de copeaux, guidée à la main</b> . . . . .                   | 131 | <b>3.11 Enduction</b> . . . . .  | 266 |
| 3.7.1 Bases . . . . .  | 131 | <b>3.12 Atelier de fabrication et protection de l'environnement</b> . . . . .                        | 270 |
| 3.7.2 Fabrication avec des outils à main . . . . .   | 132 | <b>3.13 Practise your English</b> . . . . .  | 273 |

## 4 Automatisation de la fabrication

|            |  |     |            |   |     |
|------------|--|-----|------------|---|-----|
| <b>4.1</b> | <b>Commandes CNC pour machines-outils . . . . .</b>                  | 275 | <b>4.3</b> | <b>Machines-outils CNC automatisées . . . . .</b>   | 318 |
| 4.1.1      | Caractéristiques des machines à commande CNC . . . . .               | 275 | 4.3.1      | Automatisation d'un centre d'usinage CNC . . . . .  | 318 |
| 4.1.2      | Coordonnées, points d'origine et points de références . . . . .      | 279 | 4.3.2      | Automatisation d'un tour CNC . . . . .  | 320 |
| 4.1.3      | Types de commande, correcteurs d'outils . . . . .                    | 281 | <b>4.4</b> | <b>Systèmes de transport dans des installations de fabrication automatisées . . . . .</b>   | 322 |
| 4.1.4      | Création des programmes CNC selon ISO . . . . .                      | 284 | <b>4.5</b> | <b>Dispositifs de surveillance dans les machines-outils . . . . .</b>                       | 323 |
| 4.1.5      | Cycles et sous-programmes . . . . .                                  | 289 | <b>4.6</b> | <b>Niveaux d'automatisation des installations de fabrication . . . . .</b>                  | 324 |
| 4.1.6      | Programmation de tours CNC . . . . .                                 | 290 | 4.7        | <b>Exemple d'un système de fabrication automatisé pour arbres de transmission . . . . .</b> | 325 |
| 4.1.7      | Programmation defraiseuses CNC . . . . .                             | 298 | <b>4.8</b> | <b>Industrie 4.0 . . . . .</b>  | 326 |
| 4.1.8      | Processus de programmation . . . . .                                 | 304 | 4.9        | <b>Exigences technico-commerciales et objectifs de la fabrication . . . . .</b>             | 328 |
| 4.1.9      | Usinage à 5 axes selon PAL . . . . .                                 | 306 | 4.10       | <b>Flexibilité et productivité d'installations de fabrication . . . . .</b>                 | 328 |
| <b>4.2</b> | <b>Technique de manutention dans l'automatisation . . . . .</b>      | 310 | 4.11       | <b>Practise your English . . . . .</b>  | 330 |
| 4.2.1      | Technique des systèmes de manutention . . . . .                      | 310 |            |   |     |
| 4.2.2      | Classification des systèmes de manutention . . . . .                 | 311 |            |   |     |
| 4.2.3      | Cinématique et types de construction de robots industriels . . . . . | 311 |            |   |     |
| 4.2.4      | Unités fonctionnelles de robots industriels . . . . .                | 313 |            |   |     |
| 4.2.5      | Programmation des robots industriels . . . . .                       | 313 |            |   |     |
| 4.2.6      | Systèmes de coordonnées . . . . .                                    | 314 |            |   |     |
| 4.2.7      | Types de mouvements des robots industriels . . . . .                 | 315 |            |   |     |
| 4.2.8      | Communication des robots industriels et des périphériques . . . . .  | 316 |            |   |     |
| 4.2.9      | Sécurité dans l'utilisation de systèmes de manutention . . . . .     | 317 |            |   |     |

## 5 Technique des matériaux

|            |   |     |             |  |     |
|------------|---|-----|-------------|--|-----|
| <b>5.1</b> | <b>Aperçu des matériaux et des matières auxiliaires . . . . .</b>                                   | 332 | 5.8.3       | Structure en cas d'augmentation de la température . . . . .                                      | 373 |
| <b>5.2</b> | <b>Choix et propriétés des matériaux . . . . .</b>  | 334 | 5.8.4       | Le recuit . . . . .  | 374 |
| <b>5.3</b> | <b>Structure interne des métaux . . . . .</b>   | 340 | 5.8.5       | Trempe . . . . .   | 375 |
| 5.3.1      | Structure interne et propriétés des métaux . . . . .  | 340 | 5.8.6       | Amélioration . . . . .   | 379 |
| 5.3.2      | Types de mailles dans les métaux . . . . .  | 341 | 5.8.7       | Durcissement de surface . . . . .  | 380 |
| 5.3.3      | Défaut structurel dans le cristal . . . . .   | 342 | 5.8.8       | Exemple de fabrication : traitement thermique d'une griffe de serrage . . . . .                  | 383 |
| 5.3.4      | Formation de la structure du métal . . . . .  | 342 | <b>5.9</b>  | <b>Matières plastiques . . . . .</b>   | 384 |
| 5.3.5      | Types de structure et propriétés du matériau . . . . .  | 343 | 5.9.1       | Propriétés et utilisation . . . . .  | 384 |
| 5.3.6      | Structure des métaux purs et structure des alliages . . . . .                                       | 344 | 5.9.2       | Composition chimique et fabrication . . . . .  | 385 |
| <b>5.4</b> | <b>Aciers et matériaux en fonte de fer . . . . .</b>  | 345 | 5.9.3       | Classification technologique et structure interne . . . . .                                      | 386 |
| 5.4.1      | Production de la fonte de première fusion . . . . .   | 345 | 5.9.4       | Thermoplastes . . . . .  | 387 |
| 5.4.2      | Production de l'acier . . . . .   | 346 | 5.9.5       | Duroplastes . . . . .  | 389 |
| 5.4.3      | Système de désignation des aciers . . . . .   | 349 | 5.9.6       | Elastomères . . . . .  | 390 |
| 5.4.4      | Classification des aciers selon leur composition et leurs classes de qualité . . . . .              | 352 | 5.9.7       | Valeurs caractéristiques des matières plastiques . . . . .                                       | 390 |
| 5.4.5      | Les nuances d'acier et leur utilisation . . . . .   | 353 | <b>5.10</b> | <b>Matériaux composites . . . . .</b>  | 392 |
| 5.4.6      | Formes commerciales des aciers . . . . .  | 355 | <b>5.11</b> | <b>Essais des matériaux . . . . .</b>  | 397 |
| 5.4.7      | Eléments d'alliage et résiduels des aciers et des matériaux en fonte de fer . . . . .               | 356 | 5.11.1      | Essai des propriétés technologiques . . . . .  | 397 |
| 5.4.8      | Production des matériaux en fonte de fer . . . . .  | 357 | 5.11.2      | Contrôle des propriétés mécaniques . . . . .   | 398 |
| 5.4.9      | Le système de désignation des matériaux en fonte de fer . . . . .                                   | 358 | 5.11.3      | Essai de résilience . . . . .  | 400 |
| 5.4.10     | Types de matériaux en fonte de fer . . . . .  | 359 | 5.11.4      | Essais de dureté . . . . .   | 401 |
| 5.4.11     | Comparaison entre la teneur en carbone des aciers et celle des métaux ferreux de fonderie . . . . . | 361 | 5.11.5      | Essai de fatigue . . . . .   | 405 |
| <b>5.5</b> | <b>Métaux non ferreux . . . . .</b>   | 362 | 5.11.6      | Essai de charge de fonctionnement . . . . .  | 406 |
| 5.5.1      | Métaux légers . . . . .   | 362 | 5.11.7      | Essais non destructifs . . . . .   | 406 |
| 5.5.2      | Métaux lourds . . . . .   | 364 | 5.11.8      | Contrôles métallographiques . . . . .  | 407 |
| <b>5.6</b> | <b>Matériaux frittés . . . . .</b>  | 367 | 5.11.9      | Contrôle des caractéristiques des matières plastiques . . . . .                                  | 408 |
| <b>5.7</b> | <b>Matériaux en céramique . . . . .</b>   | 369 | <b>5.12</b> | <b>Problèmes environnementaux causés par les matériaux et les matières auxiliaires . . . . .</b> | 409 |
| <b>5.8</b> | <b>Traitements thermiques des aciers . . . . .</b>  | 371 | 5.13        | <b>Practise your English . . . . .</b>   | 411 |
| 5.8.1      | Types de structures des matériaux ferreux . . . . .   | 371 |             |  |     |
| 5.8.2      | Diagramme de phases fer-carbone . . . . .   | 372 |             |  |     |

## **6 Génie mécanique**

|   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|
| <b>6.1 Classification des machines . . . . .</b>                      | 413 | <b>6.4.3 Guidages . . . . .</b>   | 458 |
| <b>6.2 Unités fonctionnelles des machines et appareils . . . . .</b>  | 421 | <b>6.4.4 Joints d'étanchéité . . . . .</b>  | 461 |
| 6.2.1 Structure interne des machines . . . . .                        | 421 | <b>6.4.5 Ressorts . . . . .</b>   | 463 |
| 6.2.2 Unités fonctionnelles d'une machine-outil CNC . . . . .         | 423 | <b>6.5 Unités fonctionnelles pour la transmission d'énergie . . . . .</b>               | 465 |
| 6.2.3 Unités fonctionnelles d'une climatisation . . . . .             | 425 | 6.5.1 Arbres et axes . . . . .  | 465 |
| 6.2.4 Dispositifs de sécurité sur des machines . . . . .              | 426 | 6.5.2 Accouplements . . . . .   | 467 |
| <b>6.3 Unités fonctionnelles pour la liaison . . . . .</b>            | 428 | 6.5.3 Entraînements par courroie . . . . .  | 472 |
| 6.3.1 Filetage . . . . .  | 428 | 6.5.4 Entraînements par chaîne . . . . .  | 474 |
| 6.3.2 Assemblages par vis . . . . .                                   | 430 | 6.5.5 Entraînements par roues dentées . . . . .   | 476 |
| 6.3.3 Assemblages par goupilles . . . . .                             | 438 | <b>6.6 Unités d'entraînement . . . . .</b>  | 479 |
| 6.3.4 Assemblages par rivets . . . . .                                | 440 | 6.6.1 Moteurs électriques . . . . .   | 479 |
| 6.3.5 Liaisons arbre – moyeu . . . . .                                | 442 | 6.6.2 Transmission . . . . .  | 486 |
| <b>6.4 Unités fonctionnelles pour l'appui et le soutien . . . . .</b> | 446 | 6.6.3 Entraînements pour des mouvements rectilignes (entraînements linéaires) . . . . . | 492 |
| 6.4.1 Frottement et lubrifiants . . . . .                             | 446 |   |     |
| 6.4.2 Paliers . . . . .   | 449 | <b>6.7 Practise your English . . . . .</b>  | 494 |

## **7 Electrotechnique**

|   |     |   |     |
|---|-----|---|-----|
| <b>7.1 Le circuit de courant électrique . . . . .</b>                   | 495 | <b>7.7 Mesures de protection sur les machines électriques . . . . .</b>         | 504 |
| <b>7.2 Circuit de résistance . . . . .</b>                              | 498 | <b>7.8 Consignes relatives au maniement des appareils électriques . . . . .</b> | 506 |
| <b>7.3 Types de courant . . . . .</b>                                   | 500 | <b>7.9 Practise your English . . . . .</b>                                      | 507 |
| <b>7.4 Puissance et énergie électrique . . . . .</b>                    | 501 |   |     |
| <b>7.5 Dispositifs de protection contre les surintensités . . . . .</b> | 502 |   |     |
| <b>7.6 Défaillances sur les installations électriques . . . . .</b>     | 503 |   |     |

## **8 Montage, mise en service, entretien**

|  |     |   |     |
|--|-----|---|-----|
| <b>8.1 Technique de montage . . . . .</b>                      | 508 | <b>8.3.6 Inspection . . . . .</b>   | 529 |
| 8.1.1 Planification du montage . . . . .                       | 508 | 8.3.7 Remise en état . . . . .  | 531 |
| 8.1.2 Formes d'organisation du montage . . . . .               | 509 | 8.3.8 Améliorations . . . . .   | 533 |
| 8.1.3 Automatisation du montage . . . . .                      | 509 | 8.3.9 Détection de défauts et de sources d'erreurs . . . . .                | 534 |
| 8.1.4 Exemples de montage . . . . .                            | 510 | <b>8.4 Corrosion et protection contre la corrosion . . . . .</b>            | 535 |
| <b>8.2 Mise en service . . . . .</b>                           | 516 | 8.4.1 Causes de corrosion . . . . .   | 535 |
| 8.2.1 Implantation de machines ou d'installations . . . . .    | 517 | 8.4.2 Types de corrosion et leur aspect . . . . .                           | 537 |
| 8.2.2 Mise en service de machines ou d'installations . . . . . | 518 | 8.4.3 Mesures de protection anticorrosion . . . . .                         | 538 |
| 8.2.3 Réception de machines ou d'installations . . . . .       | 520 |   |     |
| <b>8.3 Entretien . . . . .</b>                                 | 521 | <b>8.5 Analyse de la sécurité et évitement des dommages . . . . .</b>       | 541 |
| 8.3.1 Domaines d'activité et définitions . . . . .             | 521 | <b>8.6 Sollicitation et solidité des éléments de construction . . . . .</b> | 543 |
| 8.3.2 Termes de la maintenance . . . . .                       | 522 | <b>8.7 Practise your English . . . . .</b>                                  | 545 |
| 8.3.3 Objectifs de la maintenance . . . . .                    | 523 |   |     |
| 8.3.4 Concepts de maintenance . . . . .                        | 523 |   |     |
| 8.3.5 Entretien . . . . .                                      | 526 |   |     |

## **9 Technique de commande**

|            |   |     |              |  |     |
|------------|---|-----|--------------|--|-----|
| <b>9.1</b> | <b>Pilotage et régulation</b>                           | 547 | <b>9.4.4</b> | Exemples de commandes électropneumatiques . . . . .                      | 588 |
| 9.1.1      | Bases de la technique de commande . . . . .             | 547 | 9.4.5        | Îlots de vannes . . . . .  | 593 |
| 9.1.2      | Bases de la technique de régulation . . . . .           | 549 | <b>9.5</b>   | <b>Commandes hydrauliques</b> . . . . .                                  | 594 |
| <b>9.2</b> | <b>Principes et éléments de base des commandes</b>      | 553 | 9.5.1        | Alimentation électrique et conditionnement du fluide . . . . .           | 595 |
| 9.2.1      | Mode de fonctionnement des commandes . . . . .          | 553 | 9.5.2        | Eléments de travail et accumulateurs hydrauliques . . . . .              | 597 |
| 9.2.2      | Eléments des commandes . . . . .                        | 554 | 9.5.3        | Vannes hydrauliques . . . . .  | 601 |
| <b>9.3</b> | <b>Commandes pneumatiques</b> . . . . .                 | 559 | 9.5.4        | Systèmes hydrauliques proportionnels . . . . .                           | 605 |
| 9.3.1      | Sous-ensembles des installations pneumatiques . . . . . | 559 | 9.5.5        | Conduites hydrauliques et accessoires . . . . .                          | 607 |
| 9.3.2      | Composants pneumatiques . . . . .                       | 560 | 9.5.6        | Exemples de circuits hydrauliques . . . . .                              | 609 |
| 9.3.3      | Schémas des commandes pneumatiques . . . . .            | 569 | <b>9.6</b>   | <b>Automates Programmables Industriels (API)</b> . . . . .               | 612 |
| 9.3.4      | Projet de schéma de connexion systématique . . . . .    | 570 | 9.6.1        | Micro-API (module logique) . . . . .                                     | 612 |
| 9.3.5      | Exemples de commandes pneumatiques . . . . .            | 574 | 9.6.2        | Automates programmables industriels modulaires (API modulaire) . . . . . | 615 |
| 9.3.6      | Technologie du vide . . . . .                           | 577 | <b>9.7</b>   | <b>Practise your English</b> . . . . .                                   | 624 |
| <b>9.4</b> | <b>Commandes électropneumatiques</b> . . . . .          | 579 |              |  |     |
| 9.4.1      | Composants des commandes à contact électrique . . . . . | 579 |              |  |     |
| 9.4.2      | Capteurs et éléments de signalisation . . . . .         | 582 |              |  |     |
| 9.4.3      | Câblage avec des borniers . . . . .                     | 587 |              |  |     |

## **10 Projets techniques**

|             |  |     |               |   |     |
|-------------|--|-----|---------------|---|-----|
| <b>10.1</b> | <b>Fondements du travail de projet</b> . . . . .   | 625 | <b>10.3.4</b> | La phase de mise en œuvre avec réalisation du projet . . . . .              | 636 |
| 10.1.1      | Organisation du travail en ligne et en projet . . . . .  | 625 | 10.3.5        | L'achèvement du projet . . . . .  | 638 |
| 10.1.2      | Le concept du projet . . . . .   | 625 | <b>10.4</b>   | <b>Modèles méthodologiques modifiés dans le travail de projet</b> . . . . . | 639 |
| 10.1.3      | Types de projets techniques . . . . .  | 626 | <b>10.5</b>   | <b>Documentation et documents techniques</b> . . . . .                      | 640 |
| <b>10.2</b> | <b>Travail de projet en tant qu'action complète et résolution planifiée de problèmes</b> . . . . . | 626 | 10.5.1        | Élaboration de dossiers et documentations techniques . . . . .              | 640 |
| <b>10.3</b> | <b>Elaborer les projets par phases, à l'exemple de projet du dispositif de levage</b> . . . . .    | 627 | 10.5.2        | Instructions . . . . .  | 640 |
| 10.3.1      | La phase d'initialisation . . . . .  | 627 | 10.5.3        | Communication technique . . . . .   | 641 |
| 10.3.2      | La phase de définition . . . . .   | 628 | 10.5.4        | Solutions Office dans la documentation . . . . .                            | 647 |
| 10.3.3      | La phase de planification avec développement du concept . . . . .                                  | 631 | <b>10.6</b>   | <b>Practise your English</b> . . . . .                                      | 652 |

## **Champ d'apprentissage**

|   |     |
|---|-----|
| <b>Champ d'apprentissage: Fabrication de composants avec des outils à main</b> . . . . .                          | 654 |
| <b>Champ d'apprentissage: Fabrication de composants avec des machines</b> . . . . .                               | 656 |
| <b>Champ d'apprentissage: Fabrication de sous-groupes simples</b> . . . . .                                       | 658 |
| <b>Champ d'apprentissage: Entretien des systèmes techniques</b> . . . . .   | 660 |
| <b>Champ d'apprentissage: Fabrication de pièces distinctes avec des machines-outils</b> . . . . .                 | 662 |
| <b>Champ d'apprentissage: Installation et mise en service des systèmes de technique de régulation</b> . . . . .   | 664 |
| <b>Champ d'apprentissage: Montage des systèmes techniques</b> . . . . .   | 666 |
| <b>Champ d'apprentissage: Programmation et fabrication sur les machines-outils à commande numérique</b> . . . . . | 668 |
| <b>Champ d'apprentissage: Remise en état des systèmes techniques</b> . . . . .                                    | 670 |
| <b>Champ d'apprentissage: Fabrication et mise en service des systèmes techniques partiels</b> . . . . .           | 672 |
| <b>Champ d'apprentissage: Suivi de la qualité des produits et processus</b> . . . . .                             | 674 |
| <b>Champ d'apprentissage: Entretien des systèmes techniques</b> . . . . .   | 676 |
| <b>Champ d'apprentissage: Assurance de la capacité de fonctionnement des systèmes automatisés</b> . . . . .       | 678 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Répertoire des entreprises et crédit photos</b> . . . . . | 680 |
|--|-----|

|   |     |
|---|-----|
| <b>Index avec traduction en anglais</b> . . . . . | 683 |
|---|-----|