

Sommaire

| | |
|--------------------|----|
| INTRODUCTION | 17 |
|--------------------|----|

Première partie

Systemes de management de la qualité

| | |
|--|----|
| CHAPITRE 1 LE CONCEPT « QUALITÉ » | 21 |
| 1. Une approche globale « Qualité – Sécurité – Environnement » (QSE) avec ses différents partenaires | 22 |
| 2. La qualité comme indicateur de pilotage | 23 |
| 3. La qualité du produit | 24 |
| 3.1 Définition normalisée (ISO 9000 : 2000) | 24 |
| 3.2 La qualité recherchée par le consommateur | 25 |
| 3.3 Notion de classes | 27 |
| 3.4 La qualité pour fidéliser le client | 27 |
| 3.5 Comment comparer la qualité de deux produits concurrents | 28 |
| 3.5.1 Être capable de mesurer la qualité | 28 |
| 3.5.2 Exemple de fonction de comparaison appliquée à l'automobile. | 28 |
| 3.6 Les trois types de qualité définis par le modèle de Kano | 29 |
| 4. L'approche « Gestion de la Qualité » | 30 |
| 5. Management par la Qualité totale | 32 |
| 6. Les pionniers de la démarche qualité | 33 |
| 6.1 Walter A. SHEWHART | 33 |
| 6.2 W. Edwards DEMING | 33 |
| 6.3 Joseph M. JURAN | 34 |
| 6.4 Armand V. FEIGENBAUM | 34 |
| 6.5 Kaoru ISHIKAWA | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 6.6 Philip B. CROSSBY | 34 |
| 6.7 Genichi TAGUCHI | 35 |
| 6.8 Dorian SHAININ | 35 |
| CHAPITRE 2 LA DÉMARCHE QUALITÉ | 37 |
| 1. Le coût de la non-qualité | 37 |
| 1.1 Analyse des différents coûts de non-qualité | 38 |
| 1.2 Relation entre pertes et coût d'investissement | 39 |
| 1.3 Optimisation « pertes – investissements » | 40 |
| 2. Le management de la qualité et la direction | 41 |
| 3. Le management de la qualité | 42 |
| 4. Les principales composantes du management de la qualité | 43 |
| 4.1 La planification de la qualité | 44 |
| 4.2 Maîtrise de la Qualité par une approche « processus » | 45 |
| 4.3 Assurance et amélioration de la qualité | 46 |
| 4.3.1 <i>Audit des systèmes de management de la qualité</i> | 48 |
| 4.3.2 <i>Mesurer la satisfaction des clients</i> | 49 |
| 5. Les normes ISO 9000 | 50 |
| 6. Manuel Qualité | 51 |
| 6.1 Manuel management de la qualité | 51 |
| 6.2 Manuel d'assurance de la qualité | 52 |
| CHAPITRE 3 MANAGEMENT DE LA QUALITÉ PAR UNE APPROCHE PROCESSUS. 53 | 53 |
| 1. Assurance de la qualité | 53 |
| 2. Situation – Modèle de Gigout | 54 |
| 3. Approche processus | 55 |
| 3.1 Notion de processus | 55 |
| 3.2 Typologie des processus | 56 |
| 3.3 Cartographie des processus | 57 |
| 3.4 Exemples de cartographie de processus | 58 |
| 3.4.1 <i>PME de mécanique générale</i> | 58 |
| 3.4.2 <i>Entreprise de service (formation)</i> | 58 |
| 3.5 Maîtriser l'interfaçage des processus | 59 |
| 3.5.1 <i>Analyse des processus par la maîtrise des risques</i> | 60 |
| 3.5.2 <i>Piloter le processus</i> | 61 |
| 3.5.3 <i>Exemples d'indicateurs</i> | 61 |
| 4. Modèles de management de la qualité | 62 |
| 4.1 Origine | 62 |
| 4.2 Certification des produits et des services | 63 |
| 4.3 Certification des opérateurs | 63 |
| 4.4 Certification des entreprises | 63 |
| 4.4.1 <i>Objectifs de la certification</i> | 64 |
| 4.4.2 <i>Avantages de la certification</i> | 64 |
| 4.4.3 <i>Inconvénients de la certification</i> | 64 |
| 5. Les modèles ISO 9000 | 64 |
| 5.1 Les normes « ISO 9000 : Version 2000 » | 65 |

| | |
|--|-----------|
| 5.1.1 Réductions des différents guides | 65 |
| 5.1.2 Un vocabulaire simple | 66 |
| 5.1.3 La famille « ISO 9000 » | 66 |
| 5.1.4 Principales normes qualités | 67 |
| 5.1.5 Aspect environnemental | 67 |
| 5.1.6 Aspect sécurité | 67 |
| 5.1.7 Aspect développement durable | 68 |
| 5.2 Les étapes du management de la qualité | 68 |
| 6. Architecture de l'ISO 9001 | 69 |
| 6.1 Exigences de l'ISO 9001 | 69 |
| 6.2 Remarques sur le chapitre « Responsabilité de la direction » | 70 |
| 6.2.1 « Engagement de la direction » | 70 |
| 6.2.2 « Écoute client » | 71 |
| 6.2.3 « Politique qualité » | 71 |
| 6.2.4 « Planification » | 71 |
| 6.2.5 « Responsabilité, autorité et communication » | 71 |
| 6.2.6 « Revue de direction » | 72 |
| 6.3 Remarques sur la satisfaction du client | 72 |
| 7. Démarche d'amélioration continue | 73 |
| 7.1 Traitement des dysfonctionnements | 73 |
| 7.2 Une démarche novatrice pour le long terme | 76 |
| 7.2.1 Faire vivre les processus | 77 |
| 8. Démarche de certification | 78 |
| 9. Les organismes certificateurs | 79 |
| 10. Normes spécifiques de clients | 80 |
| 10.1 ISO/TS 16949 | 81 |
| 11. Les prix « qualité » | 82 |
| 11.1 Prix français de la qualité | 82 |
| 11.2 Prix européen de la qualité | 83 |
| CHAPITRE 4 LES DOCUMENTS DU SYSTÈME DE MANAGEMENT DE LA QUALITÉ | 85 |
| 1. Structure des documents qualité | 86 |
| 2. Le manuel qualité | 88 |
| 2.1 Exemple de contenu du manuel d'assurance de la qualité | 89 |
| 3. Plan qualité | 89 |
| 4. Les procédures | 90 |
| 4.1 Exigences de la norme ISO 9001 | 90 |
| 4.2 Procédure/Processus | 90 |
| 4.3 Rédaction | 91 |
| 4.3.1 Le fond | 91 |
| 4.3.2 Recommandations pour la forme | 91 |
| 4.3.3 La normalisation interne de la présentation de la procédure .. | 92 |
| 4.3.4 Exemple simplifié d'une procédure | 93 |
| 5. La gestion des procédures | 94 |

| | |
|--|------------|
| 5.1 La codification des procédures | 94 |
| 5.2 La diffusion aux personnes concernées | 95 |
| 6. Les enregistrements | 95 |
| 7. La gestion documentaire Qualité | 95 |
| 7.1 Gestion informatisée | 96 |
| 7.2 Réflexions sur la gestion documentaire « Qualité » | 96 |
| 7.2.1 <i>Les différents systèmes</i> | 97 |
| 7.2.2 <i>Aspects internes/aspects externes</i> | 97 |
| 7.2.3 <i>Niveaux d'études</i> | 98 |
| CHAPITRE 5 L'AUTO MAÎTRISE EN PRODUCTION | 99 |
| 1. Analyse des non performances | 100 |
| 1.1 L'espace de défaillances | 101 |
| 1.1.1 <i>Axe de la connaissance/compétence</i> | 101 |
| 1.1.2 <i>Axe de la formalisation</i> | 102 |
| 1.1.3 <i>Axe de l'application</i> | 102 |
| 1.2 Espace des défaillances et gravité | 102 |
| 1.3 Aspect dynamique de la défaillance | 103 |
| 1.3.1 <i>Glissement de l'axe de la connaissance : la perte de savoir-faire</i> | 103 |
| 1.3.2 <i>Glissement de l'axe de la formalisation : elle devient obsolète.</i> | 103 |
| 1.3.4 <i>Glissement de l'axe de l'application : les règles ne sont plus respectées</i> | 104 |
| 1.4 Les piliers de l'auto maîtrise | 104 |
| 2. L'auto maîtrise pour maîtriser la performance du poste de travail ... | 104 |
| 2.1 Les différents éléments de l'auto maîtrise | 105 |
| 3. Mise en œuvre de l'auto maîtrise | 106 |
| 3.1 La démarche | 106 |
| 3.1.1 <i>Identification des postes (étape 1 à 4)</i> | 107 |
| 3.1.2 <i>Maîtrise du processus de mesure (étape 5)</i> | 107 |
| 3.1.3 <i>Maîtrise du processus de production (Etape 6 à 10)</i> | 108 |
| 3.1.4 <i>Prise en compte dynamique des défaillances (Etapas 13 à 16).</i> | 109 |
| 3.1.5 <i>Suivi du processus par indicateurs de performance et audits (étapes 11 et 12)</i> | 110 |
| 3.1.6 <i>Suivi de l'application par l'audit</i> | 111 |
| 4. Les outils de l'auto maîtrise | 111 |
| 4.1 L'environnement du poste de travail | 112 |
| 4.2 Les outils pour le processus de mesure | 113 |
| 4.2.1 <i>Capabilité des moyens de mesure</i> | 113 |
| 4.2.2 <i>Figurer les contrôles – Le plan de contrôle local</i> | 114 |
| 4.2.3 <i>Les points zéro défauts (poka-yoke)</i> | 115 |
| 4.2.4 <i>La check list</i> | 116 |
| 4.2 Les outils pour le processus de production | 116 |
| 4.3.1 <i>Les capacités préliminaires</i> | 116 |
| 4.3.2 <i>Garantir la stabilité du processus – la documentation</i> | 117 |

| | |
|---|------------|
| 4.4 Les travaux de maintenance à réaliser | 119 |
| 4.5 Les compétences nécessaires | 119 |
| 4.6 Le traitement des non-conformités | 119 |
| 4.7 La saisie des informations qualité | 120 |
| 4.8 Le retour des informations qualité | 121 |
| 5. L'audit des postes en auto maîtrise | 122 |

Deuxième partie

Les outils de la qualité

| | |
|---|------------|
| CHAPITRE 6 LES OUTILS DE BASE DE LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES | 127 |
| 1. Les sept outils de base | 127 |
| 1.1 Objectif des sept outils | 127 |
| 1.2 La feuille de relevés | 129 |
| 1.3. Le diagramme de concentration de défauts | 129 |
| 1.4 L'histogramme | 130 |
| 1.5 Le diagramme de Pareto | 131 |
| 1.6 Le diagramme en arête de poisson | 133 |
| 1.7 La carte de contrôle | 134 |
| 1.8 Le diagramme de corrélation | 135 |
| 2. D'autres outils du travail de groupe | 137 |
| 2.1 Le déballage d'idées | 137 |
| 2.2 Le diagramme des affinités | 138 |
| 2.3 Le vote pondéré | 139 |
| 2.4 Le diagramme forces/faiblesses | 140 |
| 2.5 Le QQQQCP | 141 |
| 2.6 Les autres outils... | 141 |
| 3. La mise en œuvre d'une démarche de résolution de problème | 142 |
| 3.1 Déroulement d'une étape | 143 |
| 3.2 La démarche de résolution de problème | 144 |
| 3.2.1 Identifier et caractériser le problème | 144 |
| 3.2.2 Analyser les causes | 144 |
| 3.2.3 Rechercher les solutions | 144 |
| 3.2.4 Définir la mise en œuvre des solutions | 144 |
| 3.3 Exemple de démarche : la démarche 8D | 145 |
| CHAPITRE 7 LE QFD DÉPLOIEMENT DE LA FONCTION QUALITÉ | 149 |
| 1. Présentation de la méthode | 150 |
| 1.1 Objectifs du QFD | 150 |
| 1.2 La boucle de l'information | 151 |
| 1.3 Principe de base de la démarche QFD | 152 |
| 2. L'outil graphique : la maison de la qualité | 153 |

| | |
|---|------------|
| 2.1 Les éléments de la maison de la qualité | 153 |
| 2.2 Les différentes zones de la maison de la qualité | 155 |
| 3. La démarche QFD | 157 |
| 3.1 Définition des objectifs et des moyens | 157 |
| 3.2 Définition de la voix du client | 157 |
| 3.3 Définition des relations QUOI/COMMENT | 159 |
| 3.4 Définition des COMBIEN | 159 |
| 3.5 Evaluation concurrentielle des COMMENT | 161 |
| 3.6 Analyse concurrentielle QUOI/COMMENT de la matrice | 161 |
| 3.7 Étude des relations entre les COMMENT | 163 |
| 3.8 Compléter la matrice | 163 |
| 3.9 L'analyse de la matrice | 164 |
| 4. Le déploiement des matrices | 164 |
| 4.1 Principe du déploiement | 164 |
| 4.2 Matrice Spécifications produits/Caractéristiques | 166 |
| 4.3 Matrice Caractéristiques/Opérations | 167 |
| 4.4 Matrice Opérations/Spécifications de production | 168 |
| 5. La mise en œuvre du QFD | 169 |
| 5.1 Choix d'un projet QFD | 169 |
| 5.2 Création d'un groupe de travail | 170 |
| 5.3 Mise en œuvre | 170 |
| 5.4 Les outils d'aide à la réalisation de QFD | 171 |
| 6. Les bénéfices à attendre du QFD | 171 |
| CHAPITRE 8 LES PLANS D'EXPÉRIENCES ET LES GRAPHES DE TAGUCHI | 173 |
| 1. Historique des plans d'expériences | 173 |
| 1.1 Les origines | 173 |
| 1.2 Les plans d'expériences dans l'industrie | 174 |
| 2. Étude d'un phénomène | 174 |
| 2.1 La démarche d'acquisition des connaissances | 174 |
| 2.2 Étude des interactions | 175 |
| 2.3 Précision sur les résultats | 176 |
| 2.4 Application sur un plan d'expérience complet | 177 |
| 3. Le problème des plans complets | 180 |
| 4. Les plans d'expériences fractionnaires | 181 |
| 5. Étude sur l'exemple d'un pistolet à peinture | 181 |
| 5.1 Synthèse du savoir-faire | 182 |
| 5.2 Modélisation par les graphes de TAGUCHI | 183 |
| 5.2.1 <i>Les facteurs</i> | 183 |
| 5.2.2 <i>Les interactions</i> | 183 |
| 5.2.3 <i>Application à notre cas</i> | 183 |
| 5.3 Recherche du plan d'expériences correspondant | 184 |
| 5.3.1 <i>Graphe linéaire de la table L_8</i> | 185 |
| 5.3.2 <i>Utilisation de cette table</i> | 185 |
| 5.4 Interprétation des résultats | 186 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 5.4.1 | <i>Graphe des effets</i> | 187 |
| 5.4.2 | <i>Graphe des interactions</i> | 187 |
| 5.4.3 | <i>Recherche des extremums</i> | 189 |
| 6. | Conclusions | 190 |
| 7. | Les tables de Taguchi L_4 et L_8 | 191 |
| | | |
| CHAPITRE 9 | L'AMDEC. ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ | 193 |
| 1. | Le principe de base | 193 |
| 1.1 | L'idée de départ | 193 |
| 1.2 | Notion de mode de défaillance | 194 |
| 1.3 | Notion de cotation d'un mode de défaillance | 196 |
| 1.4 | Le support graphique de l'AMDEC | 197 |
| 2. | Historique de l'AMDEC | 198 |
| 3. | Le groupe projet AMDEC | 200 |
| 4. | La démarche AMDEC | 201 |
| 4.1 | Initialisation de l'étude AMDEC | 202 |
| 4.2 | La préparation de l'analyse | 202 |
| 4.2.1 | <i>Cas de l'AMDEC Produit</i> | 202 |
| 4.2.2 | <i>Analyse fonctionnelle d'un produit (AMDEC Produit)</i> | 203 |
| 4.2.3 | <i>Cas de l'AMDEC Process</i> | 207 |
| 4.3 | Identification des causes de défaillances | 209 |
| 4.3.1 | <i>Le principe</i> | 209 |
| 4.4 | Evaluation et hiérarchisation des causes de défaillances | 211 |
| 4.5 | Recherche d'actions correctives | 212 |
| 4.6 | Mise en œuvre des solutions | 213 |
| 4.7 | Suivi des actions et rebouclage si nécessaire | 213 |
| 5. | Planification d'une AMDEC | 214 |
| 6. | Exemple d'AMDEC Process | 214 |
| 7. | Grille pour l'évaluation de l'AMDEC PROCEDE | 218 |
| | | |
| CHAPITRE 10 | LA MAÎTRISE STATISTIQUE DES PROCESSUS (MSP/SPC) ... | 219 |
| 1. | Les notions fondamentales | 220 |
| 1.1 | Les causes communes et les causes spéciales | 220 |
| 1.1.1 | <i>Les cinq M du procédé</i> | 220 |
| 1.1.2 | <i>Causes communes – Causes spéciales</i> | 221 |
| 1.2 | Qualité produit versus Qualité d'une caractéristique | 222 |
| 1.3 | Un principe incontournable : viser la cible | 224 |
| 1.4 | Étude de la combinatoire de plusieurs caractéristiques | 227 |
| 1.4.1 | <i>Cas de deux caractéristiques</i> | 227 |
| 1.4.2 | <i>Étude de la combinatoire dans le cas de cinq caractéristiques.</i> | 228 |
| 1.4.3 | <i>Étude de l'influence du décentrage</i> | 229 |
| 1.5 | En conclusion | 230 |
| 2. | Surveiller un procédé par cartes de contrôle | 231 |
| 2.1 | Le principe de la carte de contrôle | 231 |
| 2.1. | <i>Les limites naturelles d'un procédé</i> | 231 |

| | | |
|---|--|------------|
| 2.1.2 | <i>Le pilotage par les limites naturelles</i> | 231 |
| 2.1.3 | <i>Pourquoi prélever des échantillons ?</i> | 233 |
| 2.2 | La carte de pilotage (de contrôle) moyenne/étendue | 235 |
| 2.2.1 | <i>Principe de remplissage</i> | 235 |
| 2.2.2 | <i>Moyenne et étendue, deux fonctions différentes</i> | 236 |
| 2.2.3 | <i>Mise en place des cartes de contrôle</i> | 237 |
| 2.2.4 | <i>Calcul des cartes de contrôle</i> | 238 |
| 2.3 | Pilotage du procédé par cartes de contrôle | 240 |
| 3. | Le concept de capabilité (d'aptitude) | 243 |
| 3.1 | Le besoin de formaliser une notion floue | 243 |
| 3.2 | Définition de la capabilité | 243 |
| 3.3 | Pp et Ppk (Performance du processus) | 244 |
| 3.3.1 | <i>Capabilité intrinsèque du procédé Pp</i> | 244 |
| 3.3.2 | <i>Indicateur de dérèglement Ppk</i> | 245 |
| 3.3.3 | <i>Interprétation de Pp et Ppk</i> | 246 |
| 3.4 | Cp et Cpk (Capabilité procédé) | 247 |
| 3.5 | Des indicateurs liés à la cible : le Cpm et le Ppm | 248 |
| 3.6 | Exemple de calcul de capabilité | 250 |
| 3.7 | L'interprétation des chutes de capabilité | 252 |
| CHAPITRE 11 | LE CONTRÔLE DE RÉCEPTION | 255 |
| 1. | Le rôle du contrôle de réception | 255 |
| 1.1 | Objectifs | 255 |
| 1.2 | Principe du contrôle réception | 256 |
| 2. | Les notions de base | 257 |
| <i>Critère qualitatif et quantitatif</i> | | 257 |
| <i>Le contrôle d'un critère qualitatif</i> | | 257 |
| <i>Le contrôle d'un critère quantitatif</i> | | 257 |
| 2.2 | Risque fournisseur et risque client | 258 |
| 2.3 | Niveau de qualité acceptable (NQA) | 258 |
| 2.4 | La courbe d'efficacité | 259 |
| 2.4.1 | <i>Cas du contrôle à 100 %</i> | 259 |
| 2.4.2 | <i>Interprétation de la courbe</i> | 259 |
| 2.4.3 | <i>Cas des contrôles par échantillonnage</i> | 260 |
| 2.4.4 | <i>Interprétation de la courbe</i> | 260 |
| 2.4.5 | <i>Facteur de discrimination</i> | 261 |
| 2.5 | Individus non-conformes et non-conformités | 262 |
| 3. | Les différents plans de contrôle aux attributs | 263 |
| 3.1 | L'échantillonnage simple | 263 |
| 3.2 | L'échantillonnage double | 264 |
| 3.3 | L'échantillonnage multiple | 265 |
| 3.4 | Echantillonnage progressif | 265 |
| 4. | Contrôle de réception aux attributs, cas des produits non conformes . | 266 |
| 4.1 | Les règles de prélèvement | 266 |
| 4.1.1 | <i>Passage du contrôle normal au contrôle renforcé</i> | 267 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 4.1.2 | Passage du contrôle renforcé au contrôle normal | 267 |
| 4.1.3 | Passage du contrôle normal au contrôle réduit | 267 |
| 4.1.4 | Niveaux de prélèvement | 267 |
| 4.1.5 | Taille des lots à prélever | 268 |
| 4.2 | Échantillonnage simple | 268 |
| 4.2.1 | Principe | 268 |
| 4.2.2 | Courbe d'efficacité du contrôle simple | 269 |
| 4.2.3 | Conclusion sur l'échantillonnage simple dans le cas des critères qualitatifs | 270 |
| 4.3 | Plans de contrôle à niveaux d'acceptation nul | 270 |
| 4.3.1 | Définition | 270 |
| 4.3.2 | Efficacité d'un plan de contrôle à niveaux d'acceptation nul .. | 271 |
| 4.4 | Échantillonnage double | 272 |
| 4.4.1 | Courbe d'efficacité dans le cas des prélèvements doubles | 273 |
| 4.5 | L'échantillonnage multiple | 274 |
| 4.6 | L'échantillonnage progressif | 275 |
| | Remarque sur le contrôle par échantillonnage multiple | 278 |
| 5. | Contrôle de réception qualitatif, cas des non-conformités | 278 |
| 6. | Le contrôle de réception aux mesures (une seule limite de contrôle) . | 278 |
| 6.1 | Condition de normalité | 278 |
| 6.2 | Cas où l'écart type est inconnu (méthode S) | 279 |
| 6.2.1 | Condition d'acceptation ou de rejet | 279 |
| 6.2.2 | Choix du plan en fonction de la norme NF X 06-023 | 280 |
| 6.2.3 | Exemple de contrôle réception avec la méthode S | 281 |
| 6.3 | Mise en place d'un contrôle de réception aux mesures – méthode S . | 283 |
| 6.4 | Cas où l'écart type de la population est connu (méthode sigma) | 285 |
| 6.4.1 | Choix du plan en fonction de la norme NF X 06-023 | 285 |
| 6.4.2 | Mise en place d'un contrôle de réception – méthode σ | 285 |
| 6.5 | Choix d'un plan personnalisé en fonction de la courbe d'efficacité (méthode σ) | 287 |
| 6.5.1 | Détermination de n et k | 287 |
| 6.5.3 | Courbe d'efficacité d'un contrôle aux mesures | 290 |
| 6.6 | Choix d'un plan personnalisé en fonction de la courbe d'efficacité (méthode S) | 292 |
| 6.6.1 | Détermination de n et k – formule approchée | 292 |
| 6.6.2 | Détermination de n et k – formule de Enkawa | 294 |
| 6.6.3 | Exemple de détermination de plan de contrôle | 294 |
| 6.6.4 | Calcul du plan de contrôle | 295 |
| 7. | Cas de 2 limites combinées | 295 |
| 7.1 | Cas de deux limites séparées | 295 |
| 8. | Tables pour le contrôle de réception | 295 |
| 8.1 | Critères qualitatifs – Détermination de la taille de l'échantillon (Normes : NFX 06-022 – MIL STD 105E) | 296 |
| 8.2 | Plans d'échantillonnage simple, renforcé, réduit | 298 |
| 8.3 | Table de correspondance entre les plans | 299 |

| | |
|---|------------|
| 8.4 Plan d'échantillonnage aux mesures – Méthode S | 300 |
| 8.5 Plan d'échantillonnage aux mesures – Méthode σ | 301 |
| CHAPITRE 12 LA FONCTION MÉTROLOGIE DANS L'ENTREPRISE | 303 |
| 1. La métrologie ou science de la mesure | 305 |
| 2. La confiance dans la mesure | 306 |
| 2.1 L'instrument | 307 |
| 2.2 Le milieu | 309 |
| 2.3 La main d'œuvre et la méthode | 310 |
| 2.4 La matière (pièce) | 310 |
| 3. LNE/COFRAC : Chaîne Nationale d'Étalonnage | 311 |
| 3.1 Le Comité Français d'Accréditation (COFRAC) | 311 |
| 3.2 Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE) | 312 |
| 3.3 Les laboratoires accrédités | 312 |
| 4. La mesure, un état d'esprit | 314 |
| 5. Gestion des moyens de mesures | 315 |
| 5.1 Identification et inventaire des appareils | 315 |
| 5.2 Indicateurs de qualité d'un appareil | 316 |
| 5.2 Étalonnage ou vérification des appareils | 317 |
| 5.4 Suivi du matériel | 318 |
| 5.4.1 Détermination de la périodicité | 319 |
| 5.4.2 Déclaration de conformité | 320 |
| 5.4.3 Documents de suivi | 320 |
| 5.5 Formation du personnel | 321 |
| 6. La métrologie dans le service | 321 |
| CHAPITRE 13 CONFIRMATION MÉTROLOGIQUE ET INCERTITUDES | 323 |
| 1. Mise en situation du problème | 324 |
| 2. Utiliser le même langage métrologique | 326 |
| 2.1 Définition normalisée | 326 |
| 2.2 Définition du MSA | 328 |
| 3. Indicateurs de capacité d'un moyen de contrôle | 329 |
| 3.1 Rapport : Incertitude / Tolérance | 329 |
| 3.2 Exemple de règles de choix d'un appareil | 330 |
| 3.3 Capacité processus et capacité moyen de contrôle | 331 |
| 3.3.1 Nombre de catégories du MSA | 331 |
| 4. Décision de conformité (ISO 14253-1) | 332 |
| 5. Incertitudes de répétabilité et de reproductibilité | 333 |
| 5.1 Répétabilité | 333 |
| 5.1.1 Rappel de mathématique | 333 |
| 5.2 Reproductibilité | 334 |
| 5.2.1 Le couple « pièce – instrument » | 334 |
| 5.2.2 Incidence du changement d'opérateur | 334 |
| 5.2.3 Comparaison de variances | 335 |
| 5.2.4 Principe de l'analyse de la variance | 336 |
| 5.3 GRR (méthode moyenne et étendue) | 336 |

| | |
|--|------------|
| 5.3. Mode opératoire | 336 |
| 5.3.2 Formules statistiques de base | 337 |
| 5.3.3 Calcul des moyennes et étendues | 337 |
| 5.3.4 Validation des mesures | 339 |
| 5.3.5 Répétabilité (Équipement Variation) | 340 |
| 5.3.6 Incidence de l'opérateur sur la reproductibilité (Appraiser Variation) | 340 |
| 5.3.7 Indicateurs de capabilité du moyen de mesure | 341 |
| 5.4 Interactions | 343 |
| 6. Estimation d'erreurs de justesse d'un instrument de mesure | 345 |
| 6.1 Mesure locale de l'erreur de justesse | 345 |
| 6.1.1 Exemple 1 : détermination de la justesse à l'aide d'un étalon . | 347 |
| 6.2 Mesure de l'erreur de justesse sur l'étendue de mesure | 347 |
| 6.2.1 L'étendue de mesure correspond à la dispersion de production. | 347 |
| 6.2.2 L'étendue de mesure est donnée par la plage d'utilisation de l'appareil | 348 |
| 6.2.3 Etude de la justesse par une régression | 350 |
| 7. Calcul de l'incertitude suivant la modélisation du GUM | 350 |
| 7.1 Vocabulaire et notation | 351 |
| 7.1.1 Cas d'une mesure à une seule entrée | 351 |
| 7.1.2 Cas d'une mesure à entrées multiples | 351 |
| 7.2 Modélisation | 352 |
| 7.3 Détermination de l'incertitude composée (loi de propagation des incertitudes) | 353 |
| 7.4 Évaluation des incertitudes types $u(x_i)$ | 354 |
| 7.4.1 Type A | 354 |
| 7.4.2 Type B | 355 |
| 8. Comparaison des approches MSA ET GUM | 356 |
| 9. Incertitudes et classes | 356 |
| 10. Exercice d'application | 358 |
| 10.1 Incertitude de justesse | 358 |
| 10.2 Incertitude de correction de température | 358 |
| 10.3 Incertitude composée | 359 |
| 11. Exemples simples de calcul d'incertitudes composées | 361 |
| 11.1 Exemple pour une fonction somme | 361 |
| 11.2 Exemple pour une fonction puissance | 362 |
| CHAPITRE 14 SIX SIGMA | 365 |
| 1. Pourquoi Six Sigma ? | 366 |
| 2. Six Sigma un indicateur de performance | 367 |
| 2.1 Cas des critères mesurables | 367 |
| 2.2 Cas des critères non mesurables | 370 |
| 3. Six Sigma une méthode de maîtrise de la variabilité | 372 |
| 3.1 Étape 1 : Définir | 373 |
| 3.1.1 But de l'étape | 373 |

| | | |
|---|---|------------|
| 3.1.2 | <i>Les actions principales à réaliser</i> | 373 |
| 3.1.3 | <i>Les outils utilisés</i> | 374 |
| 3.1.4 | <i>Exemple d'application</i> | 374 |
| 3.2 | Étape 2 : Mesurer | 376 |
| 3.2.1 | <i>But de l'étape</i> | 376 |
| 3.2.2 | <i>Les actions principales à réaliser</i> | 376 |
| 3.2.3 | <i>Les outils utilisés</i> | 377 |
| 3.2.4 | <i>Exemple d'application</i> | 377 |
| 3.3 | Étape 3 : Analyser | 379 |
| 3.3.1 | <i>But de l'étape</i> | 379 |
| 3.3.2 | <i>Les actions principales à réaliser</i> | 379 |
| 3.3.3 | <i>Les outils utilisés</i> | 379 |
| 3.3.4 | <i>Exemple d'application</i> | 380 |
| 3.4 | Étape 4 : Améliorer | 382 |
| 3.4.1 | <i>But de l'étape</i> | 382 |
| 3.4.2 | <i>Les principales actions</i> | 383 |
| 3.4.3 | <i>Les outils utilisés</i> | 383 |
| 3.4.4 | <i>Exemple d'application</i> | 383 |
| 3.5 | Étape 5 : Contrôler | 384 |
| 3.5.1 | <i>But de l'étape</i> | 384 |
| 3.5.2 | <i>Les actions à réaliser</i> | 385 |
| 3.5.3 | <i>Les outils utilisés</i> | 385 |
| 3.5.4 | <i>Exemple d'application</i> | 385 |
| 3.6 | Étape 6 : Standardiser | 385 |
| 3.6.1 | <i>But de l'étape</i> | 385 |
| 3.6.2 | <i>Les actions à réaliser</i> | 385 |
| 3.6.3 | <i>Exemple d'application</i> | 386 |
| 4. | Six Sigma une organisation des compétences | 386 |
| 4.1 | Les différents niveaux de pilotage | 386 |
| 4.2 | Les différents rôles | 387 |
| 4.3 | La formation des intervenants | 389 |
| 5. | Six Sigma un management par projet | 389 |
| CONCLUSION | | 391 |
| 1. | Un impératif : le soutien de la direction | 392 |
| 2. | Faire le nécessaire et le faire vivre | 392 |
| 3. | Se concentrer sur le produit | 393 |
| BIBLIOGRAPHIE | | 397 |
| QUELQUES SITES <i>INTERNET</i> SUR LE DOMAINE DE LA QUALITÉ | | 401 |
| INDEX | | 403 |