

# Sommaire

INTRODUCTION .....	17
--------------------	----

## Première partie Systèmes 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
<b>CHAPITRE 2 LA DÉMARCHE QUALITÉ .....</b>	<b>37</b>
<b>Le coût de la non-qualité .....</b>	<b>37</b>
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
<b>Le management de la qualité et la direction .....</b>	<b>41</b>
<b>Le management de la qualité .....</b>	<b>42</b>
<b>Les principales composantes du management de la qualité .....</b>	<b>43</b>
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
<b>Les normes ISO 9000 .....</b>	<b>50</b>
<b>Manuel Qualité .....</b>	<b>51</b>
6.1 Manuel management de la qualité .....	51
6.2 Manuel d'assurance de la qualité .....	52
<b>CHAPITRE 3 MANAGEMENT DE LA QUALITÉ PAR UNE APPROCHE PROCESSUS .....</b>	<b>53</b>
<b>Assurance de la qualité .....</b>	<b>53</b>
<b>Situation – Modèle de Gigout .....</b>	<b>54</b>
<b>Approche processus .....</b>	<b>55</b>
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
<b>Modèles de management de la qualité .....</b>	<b>62</b>
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
<b>Les modèles ISO 9000 .....</b>	<b>64</b>
5.1 Les normes « ISO 9000 : Version 2000 » .....	65

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

5.1 La codification des procédures .....	94
5.2 La diffusion aux personnes concernées .....	95
<b>Les enregistrements</b> .....	95
<b>La gestion documentaire Qualité</b> .....	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
<b>PITRE 5 L'AUTO MAÎTRISE EN PRODUCTION</b> .....	99
<b>Analyse des non performances</b> .....	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
<b>L'auto maîtrise pour maîtriser la performance du poste de travail</b> ..	104
2.1 Les différents éléments de l'auto maîtrise .....	105
<b>Mise en œuvre de l'auto maîtrise</b> .....	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
<b>Les outils de l'auto maîtrise</b> .....	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
<b>5. L'audit des postes en auto maîtrise</b> .....	122

## Deuxième partie

### Les outils de la qualité

---

<b>CHAPITRE 6 LES OUTILS DE BASE DE LA RÉOLUTION DE PROBLÈMES</b> .....	127
<b>1. Les sept outils de base</b> .....	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
<b>2. D'autres outils du travail de groupe</b> .....	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 QQQCP .....	141
2.6 Les autres outils... .....	141
<b>3. La mise en œuvre d'une démarche de résolution de problème</b> .....	142
3.1 Déroulement d'une étape .....	143
3.2 La démarche de résolution de problème .....	144
3.2.1 <i>Identifier et caractériser le problème</i> .....	144
3.2.2 <i>Analyser les causes</i> .....	144
3.2.3 <i>Rechercher les solutions</i> .....	144
3.2.4 <i>Définir la mise en œuvre des solutions</i> .....	144
3.3 Exemple de démarche : la démarche 8D .....	145
<b>CHAPITRE 7 LE QFD DÉPLOIEMENT DE LA FONCTION QUALITÉ</b> .....	149
<b>1. Présentation de la méthode</b> .....	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
<b>2. L'outil graphique : la maison de la qualité</b> .....	153

2.1 Les éléments de la maison de la qualité .....	153
2.2 Les différentes zones de la maison de la qualité .....	155
<b>3. La démarche QFD .....</b>	<b>157</b>
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
<b>4. Le déploiement des matrices .....</b>	<b>164</b>
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
<b>5. La mise en œuvre du QFD .....</b>	<b>169</b>
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
<b>6. Les bénéfices à attendre du QFD .....</b>	<b>171</b>
<b>CHAPITRE 8 LES PLANS D'EXPÉRIENCES ET LES GRAPHES DE TAGUCHI .....</b>	<b>173</b>
<b>1. Historique des plans d'expériences .....</b>	<b>173</b>
1.1 Les origines .....	173
1.2 Les plans d'expériences dans l'industrie .....	174
<b>2. Étude d'un phénomène .....</b>	<b>174</b>
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
<b>3. Le problème des plans complets .....</b>	<b>180</b>
<b>4. Les plans d'expériences fractionnaires .....</b>	<b>181</b>
<b>5. Étude sur l'exemple d'un pistolet à peinture .....</b>	<b>181</b>
5.1 Synthèse du savoir-faire .....	182
5.2 Modélisation par les graphes de TAGUCHI .....	183
5.2.1 Les facteurs .....	183
5.2.2 Les interactions .....	183
5.2.3 Application à notre cas .....	183
5.3 Recherche du plan d'expériences correspondant .....	184
5.3.1 Graphe linéaire de la table $L_8$ .....	185
5.3.2 Utilisation de cette table .....	185
5.4 Interprétation des résultats .....	186

5.4.1 Graphe des effets .....	187
5.4.2 Graphe des interactions .....	187
5.4.3 Recherche des extremums .....	189
<b>6. Conclusions .....</b>	<b>190</b>
<b>7. Les tables de Taguchi <math>L_4</math> et <math>L_8</math> .....</b>	<b>191</b>
<b>CHAPITRE 9 L'AMDEC. ANALYSE DES MODES DE DÉFAILLANCE, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITÉ .....</b>	<b>192</b>
<b>1. Le principe de base .....</b>	<b>192</b>
1.1 L'idée de départ .....	192
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
<b>2. Historique de l'AMDEC .....</b>	<b>198</b>
<b>3. Le groupe projet AMDEC .....</b>	<b>200</b>
<b>4. La démarche AMDEC .....</b>	<b>201</b>
4.1 Initialisation de l'étude AMDEC .....	202
4.2 La préparation de l'analyse .....	202
4.2.1 Cas de l'AMDEC Produit .....	202
4.2.2 Analyse fonctionnelle d'un produit (AMDEC Produit) .....	203
4.2.3 Cas de l'AMDEC Process .....	207
4.3 Identification des causes de défaillances .....	209
4.3.1 Le principe .....	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
<b>5. Planification d'une AMDEC .....</b>	<b>214</b>
<b>6. Exemple d'AMDEC Process .....</b>	<b>214</b>
<b>7. Grille pour l'évaluation de l'AMDEC PROCEDE .....</b>	<b>218</b>
<b>CHAPITRE 10 LA MAÎTRISE STATISTIQUE DES PROCESSUS (MSP/SPC) .....</b>	<b>219</b>
<b>1. Les notions fondamentales .....</b>	<b>220</b>
1.1 Les causes communes et les causes spéciales .....	220
1.1.1 Les cinq M du procédé .....	220
1.1.2 Causes communes – Causes spéciales .....	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 Cas de deux caractéristiques .....	227
1.4.2 Étude de la combinatoire dans le cas de cinq caractéristiques .....	228
1.4.3 Étude de l'influence du décentrage .....	229
1.5 En conclusion .....	230
<b>2. Surveiller un procédé par cartes de contrôle .....</b>	<b>231</b>
2.1 Le principe de la carte de contrôle .....	231
2.1. Les limites naturelles d'un procédé .....	231

2.1.2	Le pilotage par les limites naturelles .....	231
2.1.3	Pourquoi prélever des échantillons ? .....	233
2.2	La carte de pilotage (de contrôle) moyenne/étendue .....	235
2.2.1	Principe de remplissage .....	235
2.2.2	Moyenne et étendue, deux fonctions différentes .....	236
2.2.3	Mise en place des cartes de contrôle .....	237
2.2.4	Calcul des cartes de contrôle .....	238
2.3	Pilotage du procédé par cartes de contrôle .....	240
	<b>Le concept de capabilité (d'aptitude) .....</b>	<b>243</b>
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	Capabilité intrinsèque du procédé Pp .....	244
3.3.2	Indicateur de déréglage Ppk .....	245
3.3.3	Interprétation de Pp et Ppk .....	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
	<b>PITRE 11 LE CONTRÔLE DE RÉCEPTION .....</b>	<b>255</b>
	<b>Le rôle du contrôle de réception .....</b>	<b>255</b>
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	Cas du contrôle à 100 % .....	259
2.4.2	Interprétation de la courbe .....	259
2.4.3	Cas des contrôles par échantillonnage .....	260
2.4.4	Interprétation de la courbe .....	260
2.4.5	Facteur de discrimination .....	261
2.5	Individus non-conformes et non-conformités .....	262
	<b>Les différents plans de contrôle aux attributs .....</b>	<b>263</b>
3.1	L'échantillonnage simple .....	263
3.2	L'échantillonnage double .....	264
3.3	L'échantillonnage multiple .....	265
3.4	Echantillonnage progressif .....	265
	<b>Contrôle de réception aux attributs, cas des produits non conformes .....</b>	<b>266</b>
4.1	Les règles de prélèvement .....	266
4.1.1	Passage du contrôle normal au contrôle renforcé .....	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
	<i>Remarque sur le contrôle par échantillonnage multiple</i> .....	278
5.	<b>Contrôle de réception qualitatif, cas des non-conformités .....</b>	<b>278</b>
6.	<b>Le contrôle de réception aux mesures (une seule limite de contrôle) .....</b>	<b>278</b>
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 $\sigma$ .....	285
6.5	Choix d'un plan personnalisé en fonction de la courbe d'efficacité (méthode $\sigma$ ) .....	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.	<b>Cas de 2 limites combinées .....</b>	<b>295</b>
7.1	Cas de deux limites séparées .....	295
8.	<b>Tables pour le contrôle de réception .....</b>	<b>295</b>
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 $\sigma$ .....	301
<b>CHAPITRE 12 LA FONCTION MÉTROLOGIE DANS L'ENTREPRISE</b> .....	303
<b>1. La métrologie ou science de la mesure</b> .....	305
<b>1.1. La confiance dans la mesure</b> .....	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
<b>1.2. LNE/COFRAC : Chaîne Nationale d'Étalonnage</b> .....	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
<b>1.3. La mesure, un état d'esprit</b> .....	314
<b>1.4. Gestion des moyens de mesures</b> .....	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
<b>La métrologie dans le service</b> .....	321
<b>CHAPITRE 13 CONFIRMATION MÉTROLOGIQUE ET INCERTITUDES</b> .....	323
<b>1. Mise en situation du problème</b> .....	324
<b>2. Utiliser le même langage métrologique</b> .....	326
2.1 Définition normalisée .....	326
2.2 Définition du MSA .....	328
<b>3. Indicateurs de capacité d'un moyen de contrôle</b> .....	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
<b>Décision de conformité (ISO 14253-1)</b> .....	332
<b>Incertitudes de répétabilité et de reproductibilité</b> .....	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) .....	341
5.3.7 Indicateurs de capacité du moyen de mesure .....	341
5.4 Interactions .....	343
<b>6. Estimation d'erreurs de justesse d'un instrument de mesure</b> .....	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
<b>7. Calcul de l'incertitude suivant la modélisation du GUM</b> .....	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
<b>8. Comparaison des approches MSA ET GUM</b> .....	356
<b>9. Incertitudes et classes</b> .....	356
<b>10. Exercice d'application</b> .....	358
10.1 Incertitude de justesse .....	358
10.2 Incertitude de correction de température .....	358
10.3 Incertitude composée .....	359
<b>11. Exemples simples de calcul d'incertitudes composées</b> .....	361
11.1 Exemple pour une fonction somme .....	361
11.2 Exemple pour une fonction puissance .....	362
<b>CHAPITRE 14 SIX SIGMA</b> .....	365
<b>1. Pourquoi Six Sigma ?</b> .....	366
<b>2. Six Sigma un indicateur de performance</b> .....	367
2.1 Cas des critères mesurables .....	367
2.2 Cas des critères non mesurables .....	370
<b>3. Six Sigma une méthode de maîtrise de la variabilité</b> .....	372
3.1 Étape 1 : Définir .....	373
3.1.1 But de l'étape .....	373

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