

Sommaire

Introduction	5
Chapitre 1 – Système d’unités	13
Le besoin d’étalons	15
Un peu d’histoire métrologique	16
L’héritage de l’Antiquité.....	17
La métrologie et le pouvoir.....	17
Le système anglais.....	18
La genèse du système métrique décimal.....	19
La Conférence générale des poids et mesures.....	20
Le système international d’unités : SI	22
Unités SI de base.....	23
Unités SI dérivées.....	24
Préfixes des multiples et sous-multiples.....	24
Principales règles d’écriture.....	25
Unités hors du SI.....	25
Chapitre 2 – Principes de mesure et terminologie	27
Principe physique de mesure	29
Méthode directe.....	29
Méthode indirecte.....	30
Méthode directe globale avec lecture indirecte locale.....	31
Étalons externes ou internes	32
Mesure par comparaison (étalons externes).....	32
Mesure autonome (étalons internes).....	33
Terminologie	34
Notions de chaîne de mesure	35
Capteur.....	36
Amplificateur d’instrumentation.....	37

Traitement du signal de mesure.....	37
Affichage – mémorisation de la mesure	39
Chapitre 3 – Gestion des moyens de mesure	41
Situer sa « fonction métrologie »	43
La confiance dans la mesure	46
L'instrument.....	46
Le milieu	48
La main-d'œuvre et la méthode.....	49
La matière (pièce).....	50
Chaîne nationale d'étalonnage	50
Le Comité français d'accréditation (COFRAC).....	50
Laboratoire national de métrologie et d'essais (LNE).....	51
Les laboratoires accrédités.....	52
Choix d'une stratégie d'étalonnage.....	53
La mesure, un état d'esprit	55
Mise en place d'une gestion des moyens de mesures	56
Identification et inventaire des appareils	56
Indicateurs de qualité d'un appareil	57
Étalonnage ou vérification des appareils	58
Cas de la sous-traitance (vérification externe).....	60
Suivi du matériel	60
Formation du personnel.....	62
Chapitre 4 – Erreurs de mesurage	63
Analyse des sources d'erreurs	65
Recherche des influences par la méthode des 5 M	66
Comment lutter contre les grandeurs d'influence.....	67
Influence du moyen de mesure	68
Principe d'Abbe	70
Influence des efforts de contact.....	72
Maîtrise des influences dues à l'appareil de mesure.....	73
Influence du milieu	73
Exemples de grandeurs d'influence dues au milieu.....	74
Classer les grandeurs d'influence liées au milieu	75
Étude de l'influence de la température.....	77
Chapitre 5 – Maîtriser l'influence du posage	85
Élimination : améliorer l'isostatisme du montage de contrôle	87
Notions de degrés de liberté.....	88
Optimisation de la position des points d'appui	89
Optimisation de la localisation des points d'appui	93

Insensibilisation	95
Compensation	97
Étude de l'incidence du déplacement de l'étalon dans la mesure d'un rayon (exemple avec trois capteurs).....	97
Correction	101
Association d'un élément géométrique à un ensemble de points.....	102
Analyse modale d'une surface ou d'une courbe.....	111
Chapitre 6 – Éléments de statistiques appliqués à la mesure	115
Estimation d'une valeur vraie	117
Estimation par une moyenne.....	117
Comparaison de deux estimations de moyennes	120
Paramétrage du problème.....	120
Test de comparaison.....	121
Comparaisons d'échantillons appariés	122
Échantillon des différences.....	122
Recherche de l'influence d'un facteur (analyse de la variance à un facteur)	122
Influence du facteur identifié.....	122
Test sur l'effet supposé du facteur.....	126
Recherche de l'influence de deux facteurs (analyse de la variance à deux facteurs)	132
Convention d'écriture des différentes moyennes.....	133
Modélisation.....	134
Analyse de la variabilité.....	134
Test sur la validité de l'influence des facteurs.....	135
Régression linéaire	137
Estimation des paramètres.....	138
Incertitudes sur les paramètres.....	139
Intervalle de confiance de la correction.....	139
Chapitre 7 – Valider un processus de contrôle	143
Concept de fidélité	145
Méthode du <i>GUM</i>	147
Méthodes GRR.....	148
GRR type « <i>average and range method</i> ».....	149
GRR type « <i>ANOVA</i> ».....	155
Capabilité d'un processus de contrôle.....	158
Conformité de l'appareil en production dans le cas d'une capabilité du processus élevée.....	162
Cas des contrôles automatiques.....	163

Concept de justesse	164
Bornes d'acceptation pour l'erreur de justesse.....	165
Capabilité du processus de contrôle : approche inertielle	168
Rappel sur les contraintes relatives aux dispersions.....	168
Influence du décentrage.....	169
Tolérancement inertielle.....	169
Indice de capabilité C_{pi}	170
Couplage inertie du processus de contrôle et inertie du processus de production	172
Chapitre 8 – Estimer l'incertitude de mesure	175
Présentation de la méthode du GUM	178
Exemple conducteur.....	178
Modélisation du processus de mesure.....	179
Loi de propagation de l'incertitude.....	181
Risque dû au développement limité au premier ordre.....	186
Quantifier les incertitudes types $u(x_j)$: évaluation de <i>type A</i> ou de <i>type B</i>	186
Incertitude élargie.....	190
Incertitude sur les corrections	191
Correction locale.....	192
Correction globale.....	196
Chapitre 9 – Maintenir la qualité métrologique	201
Correction de la dérive à périodicité calendaire fixe	204
Choix arbitraire d'initialisation de la périodicité.....	205
Principes de calcul des périodes de vérification.....	206
Choix de la périodicité par la méthode Opperet.....	207
Correction de la dérive en utilisant les méthodes de la MSP	212
Rappel sur la MSP.....	212
Application de la MSP au suivi de vérification.....	215
Conclusion	221
Annexes	225
Bibliographie	229
Index	233