

METROLOGIE DIMENSIONNELLE



SOMMAIRE

	Introduction	01
1.	Généralités	02
1.1.	La métrologie	02
1.1.1.	Définition	02
1.1.2.	Les différentes classes de métrologie	02
1.1.3.	Rôle du service de métrologie dans l'entreprise	02
1.2.	Aperçu sur la normalisation	03
1.2.1.	Définition	03
1.2.2.	Histoire de la normalisation	03
1.2.3.	Rôle de la normalisation dans le contrôle	04
1.3.	Les systèmes des unités	04
1.3.1.	Définition	04
1.3.2.	Unité de base	04
1.3.3.	Unité dérivée	04
1.3.4.	Les unités du système international	04
1.3.4.1.	Les unités de base	04
1.3.4.2.	Unités dérivées ayant des noms spéciaux	06
2.	Les institutions de métrologie et la chaîne d'étalonnage	07
2.1.	L'étalonnage	07
2.1.1.	Définition	07
2.1.2.	Définition de l'étalon	07
2.1.3.	L'étalon international de longueur	07
2.2.	Les institutions de métrologie	08
2.2.1.	Les institutions responsables des unités	08
2.2.1.1.	Les institutions internationales	08
2.2.1.2.	Les institutions nationales	09
2.2.2.	Les institutions de réglementation	09
2.2.2.1.	Les institutions internationales	09
2.2.2.2.	Les institutions nationales	10
2.3.	La chaîne d'étalonnage	10
2.3.1.	Le document d'étalonnage	10
3.	Le contrôle et la mesure et ses influences	11
3.1.	Le contrôle	11
3.1.1.	Définition	11
3.1.2.	Les différents types de contrôle pour l'obtention d'un produit	11
3.2.	Les mesures	12
3.2.1.	Définition	12
3.2.2.	Les principes et méthodes de mesure	12
3.2.2.1.	Définition	12
3.2.2.2.	Les différents principes de mesure utilisés en métrologie dimensionnelle	13
3.2.2.3.	Les méthodes de mesure	14
3.3.	Les appareils de mesure	15
3.3.1.	Définition	15
3.3.2.	Constitution d'un appareil de mesure	15

3.3.3.	Caractéristiques métrologiques des appareils de mesure	15
3.4.	Les paramètres influençant une mesure	16
3.4.1.	Influences causées par l'opérateur	16
3.4.2.	Influences causées par la grandeur à mesurer	16
3.4.3.	Influences causées par l'appareil de mesure	16
3.4.4.	Influences du milieu ambiant	17
4.	Traitement des résultats	18
4.1.	Introduction	18
4.2.	Définition	18
4.3.	Rappels statistiques	19
4.3.1.	Définitions	19
4.3.2.	Paramètres caractérisant une population et un échantillon	20
4.3.3.	Les lois de distribution	20
4.4.	Présentation d'un résultat de mesurage	21
5.	Les mesures de longueurs	23
5.1.	Les mesures à traits	23
5.1.1.	Définition	23
5.1.2.	Les règles	23
5.1.3.	Les pieds à coulisse	24
5.1.4.	Les micromètres	24
5.1.5.	Les comparateurs amplificateurs	25
5.1.6.	Les appareils de mesure de longueurs	26
5.2.	Les mesures en bouts	27
5.2.1.	Définition	27
5.2.2.	Les cales-étalons	28
5.2.2.1.	Définition	28
5.2.2.2.	Mode d'utilisation	28
5.2.2.3.	Caractéristiques techniques	29
5.2.3.	Mesure en bouts	29
5.3.	Moyens de contrôle en cours de fabrication	39
6.	Mesure des angles	31
6.1.	Introduction	31
6.2.	Unité de l'angle plan	31
6.3.	Moyens de mesure des angles extérieurs	31
6.3.1.	Le rapporteur mécanique	31
6.3.2.	Le rapporteur optique	32
6.3.3.	Mesure à l'aide de la barre sinus	32
6.3.3.1.	Définition	32
6.3.3.2.	Principe d'utilisation	32
6.3.4.	Mesure à l'aide des appareils de mesure en coordonnées	33
6.3.5.	Mesure à l'aide des goniomètres	34
6.3.6.	Les niveaux	34
6.3.7.	Les mesures matérialisées	35
6.3.7.1.	Les polygones	35
6.3.7.2.	Cales d'angles	35
6.4.	Moyens de mesure des angles intérieurs	36
6.4.1.	Méthode des billes	36

6.4.2.	Mesure à l'aide des machines de mesure en coordonnées à palpeur	36
6.5.	Moyens de contrôle en cours de fabrication	37
7.	Mesure des filetages	38
7.1.	Introduction	38
7.2.	Filetages métriques	38
7.2.1.	Caractéristiques d'un filetage	38
7.2.1.1.	Le pas	38
7.2.1.2.	L'hélice	38
7.2.1.3.	Diamètre nominal	39
7.2.1.4.	Diamètre du noyau	39
7.2.1.5.	Diamètre sur flancs	39
7.2.2.	Relations entre les caractéristiques	39
7.2.3.	Système de tolérances et désignation	39
7.3.	Moyens de mesure des filetages	40
7.3.1.	Moyens de mesure des filetages extérieurs	40
7.3.1.1.	Mesure du pas	40
7.3.1.2.	Mesure du diamètre nominal	41
7.3.1.3.	Mesure du diamètre du noyau	41
7.3.1.4.	Mesure du diamètre à flancs	41
7.3.1.5.	Mesure de l'angle à flancs	43
7.3.2.	Moyens de mesure des filetages intérieurs	43
7.3.2.1.	Mesure du pas	43
7.3.2.2.	Mesure du diamètre nominal	43
7.3.2.3.	Mesure du diamètre du noyau	44
7.3.2.4.	Mesure du diamètre à flancs	44
7.3.2.5.	Mesure de l'angle à flancs	44
7.4.	Moyens de contrôle en cours de fabrication	44
8.	Contrôle des engrenages	45
8.1.	Introduction	45
8.2.	Les différents types d'engrenages	45
8.3.	Caractéristiques d'une roue dentée	45
8.4.	Mesure des roues dentées	47
8.4.1.	Mesure des différentes caractéristiques	47
8.4.1.1.	Mesure du diamètre de tête	47
8.4.1.2.	Mesure des écarts de pas	47
8.4.1.3.	Mesure de l'épaisseur de la dent	49
8.4.1.4.	Mesure du profil de la dent	49
8.4.2.	Mesure du faux rond et de l'excentricité	50
8.5.	Mesure des engrenages montés	50
8.5.1.	Mesure de l'entre axe	50
8.5.2.	Mesure du parallélisme	51
9.	Mesure des états de surfaces	52
9.1.	Introduction	52
9.2.	Les écarts de forme	52
9.2.1.	Définition	52
9.2.2.	Moyens de mesure des écarts de formes	52
9.3.	Les écarts d'ondulation et de rugosité	53

9.3.1.	Définition	53
9.3.2.	Terminologie	53
9.3.2.1.	Surfaces	53
9.3.2.2.	Caractéristiques du profil	53
9.3.3.	Paramètre de rugosité et d'ondulation	56
9.3.3.1.	Paramètres liés à la ligne moyenne	56
9.3.3.2.	Paramètres liés au motif	57
9.3.4.	Moyens de mesure de écarts du 2 ^e , 3 ^e et 4 ^e ordre	58
9.3.4.1.	Moyens d'exploration avec contact	58
9.3.4.2.	Moyens d'exploration sans contact	61
9.3.5.	Moyens de contrôle en cours de fabrication	62
9.3.5.1.	Moyens de contrôle des écarts de forme	62
9.3.5.2.	Moyens de contrôle de rugosité	62
10	Les méthodes optiques de mesure et de contrôle	63
10.1.	Introduction	63
10.2.	L'interférométrie optique	63
10.2.1.	Définition	63
10.2.2.	Conditions d'interférence	64
10.2.3.	Interférence de deux ondes monochromatiques issues d'une source ponctuelle	64
10.2.3.1.	Dispositifs donnant des franges non localisées	66
10.2.3.2.	Dispositifs donnant des franges localisées	67
10.2.3.3.	Les interféromètres	68
10.2.4.	Mesure des longueurs à l'aide des interférences	69
10.2.5.	Contrôle à l'aide des franges d'interférence	71
10.3.	Mesure par interférométrie holographique	71
10.3.1.	Définition de l'holographie	71
10.3.2.	Interférométrie holographique	72
10.4.	Interférométrie speckle	73
10.4.1.	Définition du speckle	73
10.4.2.	Interférométrie speckle	74
	Bibliographie	75