

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Ferhat Abbas- Sétif 1
Institut : Optique et Mécanique de Précision
Département : Optique et Mécanique de Précision
Domaine : Sciences et Technologies
Filière : Optique et Mécanique de Précision
Spécialité : Métrologie

Mémoire de Master

L'étalonnage dans le domaine de l'industrie

Étudié par : Mhamdia Zahira

Dirigé Par : Dr. Guessoum Assia

Devant le jury :

(Président) : Dr. Roumili Fouad

(Examineur) : Dr. Medjahed Aïcha

(Encadreur) : Dr. Guessoum Assia

Soutenue le : 28 / 06 /2022

Sommaire

Sommaire.....	i
Liste des figures.....	vi
Résumé.....	vii
Introduction générale.....	1

Chapitre 1 : Références Normatives

1.1. Introduction.....	4
1.2. Présentation du laboratoire METROTEC ALGERIE :.....	4
1.3. Les normes appliquées en Metrotec Algérie	4
1.3.1. La norme ISO/IEC 17025 version 2017 : Exigences générales Concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.....	4
1.3.1.1. Domaine d'application.....	4
1.3.1.2. Accents de l'ISO 17025.....	4
1.4. La norme NF E 11_091 VERSION 2013	5
1.5. La norme NF E 11_095 VERSION 2013	7
1.6. La norme NF E 11_056 VERSION 2016.....	7
1.7. Deutsche Kalibrierdienst (DKD)	8
1.7.1. Objet et champ d'application.....	8
1.8. Les guide utilisés dans le laboratoire	8
1.8.1. Guide technique d'accréditation en température LAB GTA.....	8
1.8.2. Paramètres d'influence	9
1.8.3. Recommandations internationale OIML R 76-1Édition 2006.....	9
1.8.3.1. Termes et définitions.....	9

Chapitre 2 : Concept de d'étalonnage

2.1. La relation entre la métrologie et la qualité	12
--	----

3.2. Étalonnage dimensionnelle des instruments accrédités	24
3.2.1. Étalonnage du pied à coulisse selon la norme NF E 11-091.....	24
3.2.1.1. Généralités.....	24
3.2.1.2. Méthode de mesure.....	25
3.2.1.3. Catégories du pied à coulisse.....	25
3.2.1.4. Les incertitudes influençant les résultats de mesure du pied à coulisse.	26
3.2.1.5. Mode opératoire pour d'étalonnage des pieds à coulisse.....	26
3.2.1.6. Caractérisation métrologique	27
3.2.1.7. Essais de répétabilité	28
3.2.2. Étalonnage de micromètre selon la norme NF E 11-095 :.....	28
3.2.2.1. Généralités	28
3.2.2.2. Précision de mesure.....	28
3.2.2.3. Catégories de micromètre.....	29
3.2.2.4. Mode opératoire	31
3.2.2.5. Essai de répétabilité	31
3.3. Les instruments non accrédités	31
3.3.1. Étalonnage de comparateur selon la norme NF E 11-095	31
3.3.1.1. Généralités.....	31
3.3.1.2. Mode opératoire :.....	32
3.3.1.2.1. Opérations préliminaires.....	32
3.3.1.2.2. Contrôle de l'erreur d'indication	32
3.3.1.2.3. Essai de répétabilité.....	33
3. 4. Instruments de pression force	33
3.4.1. Étalonnage du manomètre	33
3.4.1.1. Généralités	33
3.4.1.2. Mode opératoire.....	34
3.5. Étalonnage des instruments de mesure de température	34
3.5.1. Thermocouple.....	34
3.5.2. Mode opératoire	35

3.6. Vérification des balances (masses)	35
3.6.1. Périodicité d'étalonnage	36
3.6.2. Mode opératoire	36

Chapitre 4 : Stage Pratique

4.1. Introduction	39
4.2. Étalonnage des instruments dimensionnels	39
4.2.1. Étalonnage du pied à coulisse	39
4.2.2. Étalonnage du pied à coulisse à 300 mm	42
4.2.3. Étalonnage de jauge de profondeurs à coulisseau.....	44

iv

4.2.4. Étalonnage des comparateurs mécaniques.....	44
4.2. 5.Vérification de balance.....	50
4.2.5.1. Essais effectués.....	50
4.2.5.2. Étalons utilisés	50
4.2.5.3. Caractéristique métrologique de l'instrument.....	51
4.2.5.4. Résumé des essais.....	56
4.2.5.5. Conclusion.....	56
4.2.6. Étalonnage de manomètre de pression.....	57
4.2.6.1. Résultats de mesures.....	58
4.2.7. Étalonnage de thermocouple.....	58

Chapitre 5 : Calcul d'incertitudes

5.1. Introduction.....	61
5.2. Calcul d'incertitude du pied à coulisse numérique	62
5.3. Calcul d'incertitude du pied à coulisse à étendu de mesure 300 mm	62
5.4. Calcul d'incertitude de jauges de profondeurs à coulisseau.....	63
5.5. Calcul d'incertitude de micromètre d'extérieure.....	64
5.6. Calcul d'incertitude de comparateur mécanique	65

5.7. Courbe d'étalonnage	66
5.7.1. Interprétation.....	66
5.8. Résultat d'étalonnage et l'incertitude du manomètre	67
5.9. Procédure de calcul d'incertitude	68
5.10. Conclusion.....	69
Conclusion générale	70
Références bibliographiques	71
Annexes	73

Liste des figures :

Figure II.1	Représentation des erreurs de mesure	16
Figure II.2	Illustration de l'incertitude de mesure	17
Figure II.3	Schématisation des cinq M.....	18
Figure III.1	Pied à coulisse.....	24
Figure III.2	Micromètre.....	28
Figure III.3	Les positions de contrôle de l'erreur d'indication en contact partiel...	31
Figure III.4	Comparateur mécanique.....	32
Figure III.5	Manomètre	34
Figure III.6	Thermocouple.....	35
Figure IV.1	Pied à coulisse numérique.....	38
Figure IV.2	L'étalonnage du pied à coulisse par une cale étalon.....	40
Figure IV.3	Position proche.....	40
Figure IV.4	Position milieu.....	40
Figure IV.5	Position loin.....	40
Figure IV.6	Étalonnage du pied à coulisse par une cale étalon de 300 mm.....	42
Figure IV.7	L'étalonnage de la jauge de profondeur.....	44
Figure IV.8	Les cales étalon.....	44
Figure IV.9	L'étalonnage du micromètre par une cale de 20 mm.....	46
Figure IV.10	L'étalonnage du comparateur mécanique.....	47
Figure IV.11	Étiquette de l'étalonnage.....	48
Figure IV.12	Détecteur de température humidité.....	49
Figure IV.13	Les poids étalons et la balance à étalonner.....	49
Figure IV.14	Les cales utilisées pour la vérification de la balance.....	50
Figure IV.15	La position 3.....	52
Figure IV.16	La position 1.....	52
Figure IV.17	Essais de mobilité.....	54
Figure IV.18	Plaque signalétique.....	55
Figure IV.19	Manomètre à étalonner.....	56
Figure IV.20	Étalonnage du Manomètre par un générateur de pression et une table hydrauliques.....	56
Figure VI.21	L'étalonnage du thermocouple.....	58

Résumé

Le sujet de ce mémoire traite l'étalonnage des instruments de mesure en industrie. Notre choix est porté sur sept instruments de mesure pour faire leur étalonnage : deux pieds à coulisse, le micromètre, le thermocouple, le manomètre et le comparateur, et pour la vérification on a choisi la balance afin de distinguer entre l'étalonnage et la vérification. Un calcul d'incertitudes des résultats de l'étalonnage a été effectué en utilisant le logiciel Excel afin de trouver les résultats finaux.

ملخص:

موضوع هذه المذكرة هو معايرة أدوات القياس في الصناعة. لقد تم اختيار سبع أدوات قياس لإجراء معايرتها: اثنان قدم قنوية، الميكرو متر، المزدوج الحراري، ومقياس الضغط، والمقارن. وبالنسبة للتحقيق تم اختيار الميزان من أجل التمييز بين المعايرة والتحقق. تم حساب الارتياب على نتائج المعايرة باستخدام برنامج الاكسيل لا جل الحصول على النتائج النهائية.

Abstract:

The subject of this memory treats the calibration of the measuring instruments in industry. Our choice is carried on seven measuring instruments to make their calibration: two calipers, the micrometer, thermocouple, manometer, and the comparator. And the checking we chose balance in order to distinguish between Calibration and the checking. A calculation of uncertainties of the results of calibration was carried out by using the software of Excel in order to find the results.

Introduction générale :

La métrologie est la science de la mesure qui définit les principes et les méthodes qui permettent de garantir et maintenir la confiance envers les mesures résultantes des processus de mesure. Afin d'asseoir la pertinence de la décision sur la base des résultats de mesures, il est indispensable de maîtriser les incertitudes. Cette maîtrise contribue à faire une interprétation intelligente des différents résultats de mesures obtenus. Et cela ne peut que se faire grâce aux appareils de mesure de la qualité.

D'une manière générale, un appareil de mesure transforme un paramètre physique en une donnée analogique (lecture sur un cadran, tracé d'un feutre sur un papier) ou un signal électrique, qui peut ensuite être converti en données numériques, et là paraîtra le rôle de l'étalonnage qui vise à s'assurer que les appareils donnent bien le même résultat de mesure.

En clair, cette opération consiste à mesurer la même grandeur avec l'équipement à étalonner et l'équipement étalon, et à comparer les indications des deux instruments, puis à exploiter les résultats de cette comparaison. Enfin toute approche de qualité s'appuie sur des essais et des mesures. La qualité de ces mesures repose sur une bonne métrologie, c'est-à-dire l'exactitude et la précision de ses mesures qui permettent l'obtention d'une bonne qualité des produits.

De nombreuses décisions se fondent sur les résultats de mesures. Il est indispensable de fournir à tout utilisateur une information sur la qualité et sa fiabilité. Un équipement de mesure génère des erreurs potentielles, il convient que ces erreurs ne dépassent pas des valeurs limites admissibles appelées classiquement EMT (Erreurs Maximales Tolérées) ou MPE (Maximal Permissive Errors) [1].

L'étalonnage est l'un des critères permettant d'assurer la qualité de la mesure. L'entreprise doit aussi répondre à des exigences normatives qui imposent la surveillance de la mesure afin de répondre mieux aux besoins des clients tel que l'énonce le chapitre 9.1.1 de la norme NF EN ISO 9001 :2015 [1].

Afin de mettre au point et valider la méthode d'étalonnage particulièrement dans l'industrie, qui est notre objectif dans ce mémoire, nous avons réparti notre travail en cinq chapitres :

- ✓ Le premier chapitre présente les normes utilisées dans le laboratoire **Metrotec Algérie**.

- ✓ Le second chapitre explique quelques notions sur la métrologie, des définitions concernant l'étalonnage, les organismes et les laboratoires responsables.
- ✓ Le troisième chapitre exploite les notions données dans le deuxième chapitre en choisissant des instruments dimensionnels : le pied à coulisse, le palmer, et le comparateur mécanique. Pour définir les méthodes et les pas à suivre pour faire un étalonnage approprié, nous choisissons un appareil pour la pression, le thermocouple, et la balance.
- ✓ Le quatrième chapitre et le cinquième chapitre se consacrent à la partie pratique qui est l'étalonnage et les calculs d'incertitudes.
- ✓ Enfin nous achevons ce travail par une conclusion générale.