

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION - LE PROCESSUS D'ÉTALONNAGE ET DE MESURE _____ **1**

1.1. La nouvelle définition de l'étalonnage _____ 1

1.1.1. De VIM2 à VIM3 : une (r)évolution _____ 1

1.1.2. Comment comprendre cette nouvelle définition ? _____ 2

1.2. La mise en place d'un modèle _____ 4

2. CONSTRUIRE ET EXPLOITER UN MODÈLE D'ÉTALONNAGE _____ **9**

2.1. Qu'est-ce qu'un modèle probabiliste ? _____ 10

2.1.1. Formalisation _____ 10

2.1.2. Le choix de la fonction de mesure et la description des erreurs aléatoires _____ 12

2.2. Sens du modèle _____ 13

2.2.1. Modèle direct _____ 13

2.2.2. Modèle indirect _____ 14

2.2.3. Illustration _____ 16

3. SPÉCIFIER ET VALIDER UN MODÈLE D'ÉTALONNAGE _____ **19**

3.1. Trouver une « bonne » estimation des paramètres d'un modèle _____ 19

3.1.1. Estimation sans biais des paramètres et estimation de leurs incertitudes _____ 20

3.1.2. Estimation par régression des paramètres d'un modèle _____ 23

3.2. Valider le modèle _____ 37

3.3. Analyse des résidus et test du chi-deux _____ 37

4. CONCLUSION : PROPOSITION DE LIVRABLES D'UN ÉTALONNAGE _____ **41**

5. EXEMPLES _____ **43**

5.1. Exemple 1 : Multimètre _____ 43

5.1.1. Les conditions spécifiées _____ 44

5.1.2. Modélisation de la fonction de mesure _____ 46

5.1.2.1. Traitement suivant le chapitre 6 de l'ISO/TS 28037 _____ 47

5.1.2.2. Traitement suivant le chapitre 10 de l'ISO/DTS28037 _____ 50

5.1.2.3. Comparaison des méthodes des chapitres 6 et 10 de l'ISO/TS 28037 _____ 58

5.2. Exemple 2 : Manomètre _____ 59

5.2.1. De la définition du VIM 2 au VIM 3 évolution possible de la présentation des résultats _____ 59

5.2.2. De la nécessité de disposer de la fonction permettant de corriger l'indication pour obtenir une valeur de référence _____ 60

5.2.3. Mise en œuvre de la méthode « GLS » _____ 61

5.2.4. Expression du résultat _____ 62

5.2.5. Conclusion : Présentation possible du résultat final _____ 63

5.3. Exemple 3 : Comparateur électronique _____ 64

5.3.1. Définition de la procédure d'étalonnage et évaluation des incertitudes sur les X et les Y _____ 64

5.3.2. Évaluation de la signature du processus d'étalonnage _____ 66

5.3.3.	Analyse des résultats - Conclusion sur les coefficients	67
5.3.4.	Analyse des résultats - Conclusion sur les résidus	69
5.3.5.	Conclusion générale	70
5.4.	Exemple 4 : Couple mètre	71
5.4.1.	Définition de la procédure d'étalonnage et évaluation des incertitudes sur les X et les Y	71
5.4.2.	Évaluation de la signature du processus d'étalonnage	72
5.4.3.	Analyse des résultats - Conclusion sur les coefficients	73
5.4.4.	Analyse des résultats - Conclusion sur les résidus	73
5.4.5.	Conclusion générale	73
5.5.	Exemple 5 : Thermomètre	74
5.5.1.	Définition de la procédure d'étalonnage et évaluation des incertitudes sur les X et les Y	74
5.5.2.	Évaluation de la signature du processus d'étalonnage	75
5.5.3.	Analyse des résultats - Conclusion sur les coefficients	77
5.5.4.	Analyse des résultats - Conclusion sur les résidus	78
5.5.5.	Conclusion générale	78
ANNEXES		79
A - Un peu d'histoire ...		79
B - LES EFFETS QUI SE MANIFESTENT LORS D'UNE OPÉRATION D'ÉTALONNAGE		81
C - QUELQUES ÉLÉMENTS SUR LA MÉTHODE DU MAXIMUM DE VRAISEMBLANCE		84
D - QUELQUES ÉLÉMENTS SUR L'APPROCHE BAYÉSIENNE		86
E - MODÈLE D'ÉTALONNAGE LINÉAIRE DIRECT À ÉTALONS INDÉPENDANTS		89
F - CLASSE D'ESTIMATEURS DES PARAMÈTRES D'UNE FONCTION AFFINE		90
G - QUELQUES EXPLICATIONS SUR LES PHÉNOMÈNES DE BIAIS DANS LE CAS DES FONCTIONS NON-LINÉAIRES		93