

AVANT PROPOS

La méthode OPPERET a été développée à la suite d'une enquête effectuée au niveau national auprès de 1098 entreprises issues du fichier du Collège Français de Métrologie.

88% des 154 entreprises ayant répondu à l'enquête ont montré un vif intérêt dans la volonté d'optimiser leurs périodicités.

OPPERET est une méthode rationnelle, relativement simple, applicable après une mure réflexion et la forte volonté de s'impliquer dans la démarche de réduction des coûts de l'entreprise en général et de la vérification des équipements de mesure en particulier.

OPPERET est une méthode basée sur le bon sens, la réflexion et l'expérience du responsable de la fonction métrologie de l'entreprise. Elle n'a pas la prétention d'être magique et le Groupe de travail du Collège Français de Métrologie qui l'a élaborée après une première expérience effectuée dans le groupe EADS a conscience que sa mise en application peut présenter certaines difficultés.

Néanmoins les efforts à consacrer pour aboutir seront pour celles et ceux qui l'auront assimilée un premier pas vers une métrologie performante au service du développement durable de l'entreprise. Notons que cette méthode s'inscrit parfaitement dans les méthodes de management « Six Sigma ».

Ont participé à la rédaction de ce guide :

Gilbert Brigodiot	EADS SPACE Transportation, animateur du Groupe de travail OPPERET
Pierre Barbier	Président d'honneur du Collège Français de Métrologie
Patricia Janneteau	IMPLEX
Bernard Larquier	BEA Métrologie
Jean-Michel Pou	DELTA-MU Conseil

Le projet OPPERET a été soutenu en partie par le Ministère de l'Économie des Finances et de l'Industrie dans le cadre d'un programme AQCEN 2002-2004.

SOMMAIRE

1.	INTRODUCTION	1
1.1	La dérive des instruments de mesure	1
1.2	Les équipements de mesure dérivent, que faut-il faire ?	2
2.	MÉTHODES PRATIQUÉES POUR DÉTERMINER LES PÉRIODICITÉS	5
3.	POURQUOI OPPERET	7
4.	LA MÉTHODE OPPERET	9
4.1	Principe de la méthode	9
4.2	Prise en compte des facteurs d'influence	9
	4.2.1 Famille (ou regroupement) d'instruments concernés	11
	4.2.2 Critères à retenir	11
	4.2.3 La notation des instruments	12
	4.2.4 La pondération des critères	13
4.3	Rappels statistiques : l'écart normalisé	14
4.4	La mise en équation	14
4.5	Les logiciels d'application	20
5.	EXEMPLES D'APPLICATION	21

1. INTRODUCTION

La qualité des produits fabriqués dans les entreprises et la qualité des essais effectués dans les laboratoires sont dépendantes de la qualité des mesures effectuées pour élaborer ces produits ou pour effectuer les essais. La qualité des mesures dépend d'un certain nombre de paramètres parmi lesquels figurent les conditions d'environnement (température, hygrométrie, pression atmosphérique, ...), des opérateurs chargés des mesures et de l'instrument de mesure utilisé (qui sera aussi dénommé équipement de mesure, de contrôle et d'essai) qui doit être « juste ». Ceci signifie que le résultat de mesure qu'il donne, éventuellement corrigé, à bon escient, d'une erreur issue d'un certificat d'étalonnage, doit être aussi proche que possible de la valeur qu'on recherche.

1.1 LA DÉRIVE DES INSTRUMENTS DE MESURE

Or c'est un phénomène bien connu, tous les instruments de mesure dérivent dans le temps. Un instrument de mesure « juste » aujourd'hui ne le sera peut-être plus demain parce qu'il aura dérivé ! Les causes de dérive sont multiples et variées et nous pouvons citer les plus fréquentes :

- Celles d'origine mécanique, telles que chocs et vibrations. Nous pouvons citer par exemple les thermo-hygrographes qui sont pratiquement intransportables parce qu'ils sont très sensibles aux chocs et vibrations et très vite déréglés,
- L'usure en particulier en métrologie dimensionnelle, par exemple dans le cas des calibres à limites,
- L'oxydation aussi bien en mécanique qu'en électricité,
- Le vieillissement des composants aussi bien en mécanique qu'en électronique,
- Les fausses manipulations et les surcharges appliquées à l'entrée des équipements de mesure, de contrôles et d'essais,
- Les conditions d'utilisation de l'instrument de mesure (poussière, humidité, haute température ...),
- Le vieillissement des matériaux de base. C'est ainsi que l'on peut supposer qu'une burette en verre graduée peut évoluer dans le temps et donner un volume erroné parce que le verre a évolué,
- La qualité intrinsèque de l'instrument,
- Le taux d'utilisation,
- etc ...

Cette liste n'est pas exhaustive et il serait possible de trouver d'autres causes de dérive. La fraude, pratiquée par exemple en dérégulant une balance, peut-être considérée comme une cause de dérive volontaire pratiquée souvent aux dépens du consommateur si l'instrument de mesure est utilisé à des fins de transactions commerciales.

Pour terminer sur cette notion de dérive, nous pouvons mentionner ce que l'on trouve dans les spécifications des multimètres numériques. Les constructeurs indiquent en général 3 niveaux d'exactitude : sur une durée de 24 heures, de 3 mois et de 12 mois. Ceci signifie que si l'utilisateur veut la meilleure exactitude avec ce multimètre il doit le ré-étalonner, et vraisemblablement l'ajuster toutes les 24 heures. Par contre si une exactitude moyenne lui suffit un ré-étalonnage annuel sera suffisant. Dans cet exemple la dérive systématique a été prise en compte dès la conception de l'instrument et l'utilisateur est averti.

1.2 LES ÉQUIPEMENTS DE MESURE DÉRIVENT, QUE FAUT-IL FAIRE ?

La réponse apportée à ce problème est connue et appliquée dans le monde entier. Pour maîtriser cette dérive les utilisateurs mettent en place un système de vérification ou (et) d'étalonnage périodique. Pour étalonner ou vérifier un instrument de mesure, on le compare à un étalon « raccordé » aux étalons nationaux. C'est en général assez simple et les méthodes de rattachement sont pratiquées couramment dans l'industrie et les laboratoires. Mais avec quelle périodicité :

- Tous les jours ?
- Toutes les semaines ?
- Tous les ans ?

That is the question !

Historiquement

Sans vouloir remonter aux Sumériens ou aux civilisations Mayas pour savoir quelles étaient les périodicités de vérification des clepsydres ou des gnomons, il est assez facile de voir dans certains musées à caractère un peu scientifique des séries de mesure de volume de liquides portant un certain nombre de sceaux régaliens correspondant aux vérifications périodiques effectuées par des agents du royaume assermentés. Ceci se passait au 18^e siècle et avant et probablement encore au 19^e siècle. C'était le début de la pratique de la métrologie légale.

Quelle était la périodicité de la vérification ? Probablement 12 mois, cycle naturel a priori ni trop court et ni trop long, permettant aux surveillants du royaume d'exercer leur autorité à intervalles réguliers.

Depuis, dans tous les pays industrialisés, cette pratique se perpétue et permet de surveiller la plupart des instruments de mesure contribuant à la réalisation de transactions commerciales et à la facturation de quantité de matière (masses, volumes, énergie électrique, ...) et aussi les instruments de mesure dont les résultats contribuent soit à la santé des individus soit à l'environnement dans lequel nous vivons.

La périodicité de la vérification est encore très souvent de 12 mois.

Dans l'industrie cette notion de vérification périodique est beaucoup plus récente et est nécessairement postérieure aux débuts de l'ère industrielle. Dès que les premiers moteurs d'automobiles ont été fabriqués, des problèmes de mesure dimensionnelle sont apparus et la notion

de « cales étalons » et de « calibres à limites » s'est vite imposée. La métrologie moderne industrielle telle que nous la connaissons aujourd'hui était née et la notion de vérification périodique allait vite passer du domaine de la métrologie légale au domaine industriel.

L'industrie aéronautique, l'industrie automobile, l'industrie nucléaire, l'industrie d'armement ont été les principaux vecteurs de développement de la métrologie. Confrontés aux problèmes de dérive des instruments de mesure, ces industries ont mis en place des programmes de vérification périodique des équipements de mesure, de contrôles et d'essais en choisissant très souvent des périodicités annuelles comme en métrologie légale.

2. MÉTHODES PRATIQUÉES POUR DÉTERMINER LES PÉRIODICITÉS

Parmi les documents traitant du sujet nous pouvons citer celui qui est certainement le plus connu parce qu'il a été publié par l'OIML (Organisation Internationale de la Métrologie Légale). Il s'agit du Document n° 10 intitulé « Conseils pour la détermination des intervalles de ré-étalonnage des équipements de mesure utilisés dans les laboratoires d'essais » édité en 1984 et révisé par ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) en 2001.

Ce document décrit assez brièvement 5 méthodes de révision des intervalles d'étalonnage.

- **Méthode 1 : Ajustement automatique ou en « escalier »**

Chaque fois qu'un instrument est étalonné de façon routinière, l'intervalle suivant est augmenté si l'instrument a été trouvé à l'intérieur des tolérances, ou diminué s'il a été trouvé en dehors des tolérances.

- **Méthode 2 : Carte de contrôle**

On choisit des points d'étalonnage significatifs et on place les résultats sur un graphique en fonction du temps. A partir de ce graphique on calcule à la fois la dispersion et la dérive. A partir de ces chiffres on calcule l'intervalle optimal.

- **Méthode 3 : Temps d'utilisation**

L'intervalle de ré-étalonnage est exprimé en heures d'utilisation et non en unité calendaire. L'instrument est muni d'un indicateur du temps écoulé et est renvoyé pour étalonnage quand l'indicateur atteint une valeur spécifiée.

- **Méthode 4 : Contrôle en cours d'utilisation ou essai à l'aide d'une boîte noire**

Les paramètres critiques sont vérifiés fréquemment à l'aide d'un appareil de vérification portatif ou mieux d'une « boîte noire » spécialement conçue pour vérifier les paramètres sélectionnés. Si la « boîte noire » montre que l'instrument est hors tolérances, ce dernier est retourné pour étalonnage complet.

- **Méthode 5 : Approche statistique**

Quand il s'agit de l'étalonnage d'un grand nombre d'instruments identiques, c'est-à-dire de groupes d'instruments, les intervalles de ré-étalonnage peuvent être revus en s'aidant de méthodes statistiques.

Un deuxième document établi par le NCSL aux États-Unis et révisé en 1996 a pour titre « Establishment and adjustment of calibration intervals ». Il présente aussi 5 méthodes :

- **Méthode A1 :**

Consiste à augmenter l'intervalle en le multipliant par un coefficient >1 si l'instrument de mesure est dans les tolérances et inversement à diminuer cet intervalle en le multipliant par un coefficient <1 s'il est hors tolérances.