

# SOMMAIRE

---

<b>INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>1. DEFINITION</b>	<b>3</b>
1.1 DÉFINITIONS PRINCIPALES	3
1.2 DÉFINITIONS UTILISÉES	3
<b>2. CHOIX DES METHODES A UTILISER ET FREQUENCE</b>	<b>7</b>
2.1 PRÉALABLE	7
2.2 LES ENJEUX	7
2.3 CHOIX ET FRÉQUENCE DE L'OPÉRATION DE SURVEILLANCE À METTRE EN ŒUVRE	7
<b>3. METHODES</b>	<b>13</b>
<b>3.1 SUIVI D'UN OBJET CONNU</b>	<b>13</b>
3.1.1 Exemple 1	13
3.1.2 Exemple 2 : Surveillance de processus mesure pour garantir la qualité du produit fabriqué envoyé chez le client	15
<b>3.2 REDONDANCE DES MESURES</b>	<b>16</b>
3.2.1 Exemple 1 : Mesure d'une pièce mécanique	16
3.2.2 Exemple 2 : Surveillance de mesures critiques de procédés	17
3.2.3 Exemple 3 : Surveillance en cours de production, cas des échantillons initiaux	18
3.2.4 Exemple 4 : Surveillance des étalons de température entre 2 étalonnages	19
3.2.5 Exemple 5 : Mesures dans l'industrie mécanique	22
3.2.6 Exemple 6 : Comparaison inter-laboratoire et inter-opérateurs	22
<b>3.3 PROCESSUS DE MESURE DÉDIÉ</b>	<b>23</b>
3.3.1 Exemple 1 : Cas des laboratoires d'étalonnage	23
3.3.2 Exemple 2 : Surveillance des enceintes thermostatiques à l'Établissement Français du Sang Pyrénées Méditerranée	25
<b>3.4 CORRÉLATION / CARACTERE INTRINSEQUE DES CARACTÉRISTIQUES « OBJET »</b>	<b>31</b>
3.4.1 Exemple 1 : Corrélation des caractéristiques « Objet »	31
3.4.2 Exemple 2 : Cas d'un assemblage mécanique	32
3.4.3 Exemple 3 : Fabrication d'éléments de batteries	32
<b>3.5 CAS DE L'UTILISATION D'OBJET CONFORME et NON-CONFORME (Artefacts)</b>	<b>33</b>
3.5.1 Exemple 1 : Dans l'industrie mécanique	33
3.5.2 Exemple 2 : Processus de surveillance dans l'agro-alimentaire	34
<b>4. CONCLUSION</b>	<b>35</b>

<b>5. ANNEXES</b>	<b>37</b>
Annexe I – Position et Dispersion	37
Annexe II – L'écart normalisé	40
Annexe III – Les cartes aux écarts normalisés	42
Annexe IV – La carte EWMA	44
Annexe V – Les tests de Mandel	48
Annexe VI – Le test de Von Neumann	50
Annexe VII – Les algorithmes dits « robustes »	51

## INTRODUCTION

---

La norme ISO 10012 - 2003 « Systèmes de management de la mesure - Exigences pour les processus et les équipements de mesure », précise, dans son paragraphe 8.2.3 :

*« 8.2.3 Surveillance du système de management de la mesure*

*Au sein des processus constituant le système de maîtrise de la mesure, la confirmation métrologique et les processus de mesure doivent être surveillés. La surveillance doit être réalisée suivant des procédures documentées et à intervalles de temps établis.*

*Ceci inclut la détermination des méthodes applicables, y compris celle des techniques statistiques et leur domaine d'utilisation.*

*La surveillance du système de maîtrise de la mesure doit éviter les écarts aux exigences en assurant une détection rapide des défauts et les actions sans délai pour leur correction. La surveillance du système de maîtrise de la mesure doit être dimensionnée au risque d'échec à la satisfaction des exigences spécifiées.*

*Les résultats de la surveillance des processus de mesure et de confirmation et toutes les actions correctives qui en résultent doivent être documentés pour démontrer que ces processus ont satisfait de façon continue aux exigences spécifiées. »*

### **SOIT, MAIS COMMENT ?**

Ce document qui s'appuie sur les exigences de la norme 10012 § 8.2.3 (rappelées ci-dessus), a pour objectif de compléter la définition pratique de mise en place de la surveillance (pré-requis) d'un processus de mesure et de présenter des exemples industriels applicables et appliqués qui sont décrits par les membres du groupe de travail.

Il n'a pas la prétention d'être exhaustif mais simplement de décrire, au travers de retour d'expériences, des méthodes qui pourront probablement être transposées à d'autres situations.

Il a été rédigé par un groupe de travail du Collège Français de Métrologie (CFM) composé des personnes suivantes :

M. BARBIER - Président Honoraire du CFM  
MM. BERENBACH et MOUILLEBOUCHE -  
LILLY FRANCE  
M. BOUDIER - Laboratoire départemental de  
l'Aisne  
MM. CEMBRZYNSKI, DAVIDOU et  
LETOCART - RENAULT  
M. DAUBENFELD - PSA PEUGEOT  
CITROËN  
M. DUGAST - TRESICAL  
M. FERMIN - ACOME

M. LARQUIER - BEA Métrologie  
M. MAUCLERC - EUROCOPTER  
M. MORETTI - ADES  
M. POU - DELTA MU (animateur)  
M. REIFENBERG - Etablissement Français  
du Sang  
M. REPOSEUR - ACAC  
M. TARDIEU - CIET  
M. TISSOT - LEGRIS SAS, PARKER  
HANNIFIN CORP  
M. VAISSIERE - DELTA MU



## 1. DEFINITION

### 1.1 DÉFINITIONS PRINCIPALES

La surveillance d'un processus de mesure est un ensemble d'actions intervenant à la suite des différentes étapes préalables à son choix et utilisation (validation du processus de mesure, estimation des incertitudes de mesure, des capacités, du risque industriel, ...) visant à s'assurer du maintien (pérennité) de ses performances dans le temps. Elle intervient entre les opérations d'étalonnage/vérification.

Sont donc exclus du domaine d'application du présent document les processus dont les instruments de mesure ne font pas l'objet d'étalonnage/vérification périodique. Le lecteur pourra néanmoins s'inspirer des méthodes proposées dans le présent document pour suivre les processus de mesure non concernés directement.

### 1.2 DÉFINITIONS UTILISÉES

Les définitions ci-dessous sont extraites de documents normatifs datés. Le lecteur pourra, en cas d'évolution desdits documents, vérifier l'applicabilité des nouvelles définitions aux concepts et méthodes décrits dans ce document.

#### **PROCESSUS DE MESURE**

Instrument de mesure (JCGM 200 (VIM) : 2012 - §3.1)

Appareil de mesure.

Dispositif utilisé pour faire des mesurages, seul ou associé à un ou plusieurs dispositifs annexes.

Note 1 : Un instrument de mesure qui peut être utilisé seul est un système de mesure.

Note 2 : Un instrument de mesure peut être un appareil de mesure indicateur ou une mesure matérialisée.

#### **DISPOSITIF DE MESURE (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §3)**

Ce chapitre recouvre différentes définitions :

- 3.1 : Instrument de mesure
- 3.2 : Système de mesure
- 3.3 : Appareil de mesure Indicateur
- 3.4 : Appareil de mesure Afficheur
- 3.5 : Échelle d'un appareil de mesure Afficheur
- 3.6 : Mesure matérialisée
- 3.7 : Transducteur de mesure
- 3.8 : Capteur
- 3.9 : Détecteur
- 3.10 : Chaîne de mesure
- 3.11 : Ajustage d'un système de mesure
- 3.12 : Réglage de zéro

#### **ERREUR DE MESURE (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §2.16)**

Erreur.

Différence entre la valeur mesurée d'une grandeur et une valeur de référence.

Note 1 : Le concept d'erreur peut être utilisé :

a) Lorsqu'il existe une valeur de référence unique à laquelle se rapporter, ce qui a lieu si on effectue un étalonnage au moyen d'un étalon dont la valeur mesurée a une incertitude de mesure négligeable ou si on prend une valeur conventionnelle, l'erreur étant alors connue,

b) Si on suppose le mesurande représenté par une valeur vraie unique ou un ensemble de valeurs vraies d'étendue négligeable, l'erreur étant alors inconnue.

Note 2 : Il convient de ne pas confondre l'erreur de mesure avec une erreur de production ou une erreur humaine.

### **ERREUR SYSTÉMATIQUE (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §2.17)**

Composante de l'erreur de mesure qui, dans des mesurages répétés, demeure constante ou varie de façon prévisible.

Note 1 : La valeur de référence pour une erreur systématique est une valeur vraie, une valeur mesurée d'un étalon dont l'incertitude de mesure est négligeable, ou d'une valeur conventionnelle.

Note 2 : L'erreur systématique et ses causes peuvent être connues ou inconnues. On peut appliquer une correction pour compenser une erreur systématique connue.

Note 3 : L'erreur systématique est égale à la différence entre l'erreur de mesure et l'erreur aléatoire.

### **BIAIS DE MESURE (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §2.18)**

Erreur de justesse.

Estimation d'une erreur systématique.

### **BIAIS INSTRUMENTAL (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §4.20)**

Erreur de justesse d'un instrument.

Différence entre la moyenne d'indications répétées et une valeur de référence.

### **ERREUR ALÉATOIRE (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §2.19)**

Composante de l'erreur de mesure qui, dans des mesurages répétés, varie de façon imprévisible.

Note 1 : La valeur de référence pour une erreur aléatoire est la moyenne qui résulterait d'un nombre infini de mesurages répétés du même mesurande.

Note 2 : Les erreurs aléatoires d'un ensemble de mesurages répétés forment une distribution qui peut être résumée par son espérance mathématique, généralement supposée nulle, et par sa variance.

Note 3 : L'erreur aléatoire est égale à la différence entre l'erreur de mesure et l'erreur systématique.

### **RÉPÉTABILITÉ (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §2.21)**

Répétabilité.

Fidélité de mesure selon un ensemble de conditions de répétabilité.

### **FIDÉLITÉ DE MESURE (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §2.15)**

Etroitesse de l'accord entre les indications ou les valeurs mesurées obtenues par des mesurages répétés du même objet ou d'objets similaires dans des conditions spécifiées.

Note 1 : La fidélité est en général exprimée numériquement par des caractéristiques telles que l'écart-type, la variance ou le coefficient de variation dans les conditions spécifiées.

Note 2 : Les conditions spécifiées peuvent être, par exemple, des conditions de répétabilité, des conditions de fidélités intermédiaires ou des conditions de reproductibilité (Voir ISO 5725-3 : 1994).

Note 3 : La fidélité sert à définir la répétabilité de mesure, la fidélité intermédiaire de mesure et la reproductibilité de mesure.

### **CONDITION DE RÉPÉTABILITÉ (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §2.20)**

Condition de mesurage dans un ensemble de conditions qui comprennent la même procédure de mesure, les mêmes opérateurs, le même système de mesure, les mêmes conditions de fonctionnement et le même lieu, ainsi que des mesurages répétés sur le même objet ou des objets similaires pendant une courte période de temps.

Note 1 : Une condition de mesurage n'est une condition de répétabilité que par rapport à un ensemble donné de conditions de répétabilité.

Note 2 : En chimie, on utilise quelquefois le terme « condition de fidélité intra-série » pour désigner ce concept.

### **REPRODUCTIBILITÉ (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §2.25)**

Fidélité de mesure selon un ensemble de conditions de reproductibilité.

Note : Des termes statistiques pertinents sont donnés dans l'ISO 5725-1 : 1994.

### **CONDITION DE REPRODUCTIBILITÉ (JCGM 200 (VIM) : 2012 : §2.24)**

Condition de mesurage dans un ensemble de conditions qui comprennent des lieux, des opérateurs et des systèmes de mesure différents, ainsi que des mesurages répétés sur le même objet ou des objets similaires.

Note 1 : Les différents systèmes de mesure peuvent utiliser des procédures de mesure différentes.

Note 2 : Il convient qu'une spécification relative aux conditions contienne, dans la mesure du possible, les conditions que l'on fait varier et celles qui restent inchangées.

### **CAPABILITÉ (FDX 07-022 / ANNEXE B : 2004 : §B.3.4)**

L'aptitude d'un processus de mesure, ou encore la Capabilité d'un processus de mesure, est défini dans le présent document par le rapport  $C_{mes}$  de l'intervalle de tolérance IT à l'incertitude de mesure U, U étant donnée comme la moitié de l'intervalle représentant un niveau de confiance de 95%, soit 2 écart-types (incertitude type) dans le cadre d'une loi normale.

$C_{mes}$  caractérise l'aptitude du processus de mesure (d'incertitude U) à prononcer la conformité à la spécification IT.