

Évaluation des incertitudes de mesures



Jérôme LOPEZ

Directeur technique du Collège français de métrologie

Dans la fabrication industrielle, de nombreuses décisions se fondent sur des résultats de mesure (conformité aux exigences de conception, à une réglementation, stabilité d'un processus de fabrication,...) et la qualité des décisions repose en grande partie sur celle des résultats de mesure. Il est donc indispensable de fournir à tout utilisateur d'un résultat de mesure une information sur sa qualité, sa fiabilité et c'est le rôle de l'incertitude.

1. Qu'est-ce que l'incertitude d'une mesure ?

Dans la dernière édition du Vocabulaire international de métrologie – concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM) 3^e édition, on propose pour le terme résultat de mesure la définition suivante : *ensemble de valeurs attribuées à un mesurande complété par toute autre information pertinente disponible*. En bref, le résultat de mesure est égal à une valeur mesurée avec son incertitude.

Un résultat de mesure contient généralement des informations pertinentes sur un ensemble de valeurs, certaines pouvant être plus représentatives du mesurande que d'autres. Cela peut s'exprimer sous la forme d'une fonction de densité de probabilité.

Le résultat de mesure n'est pas donc une valeur unique, mais une distribution de valeurs (voir Figure 1). Dans la pratique, on ne communique pas cette distribution, mais un



Marc PRIEL

Expert du Collège français de métrologie

« résumé » de cette distribution sous forme de deux paramètres : un paramètre de tendance centrale tel que la moyenne, la médiane et un paramètre de dispersion tel que par exemple l'écart-type qui représente l'incertitude de mesure.

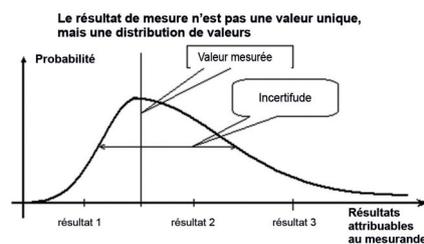
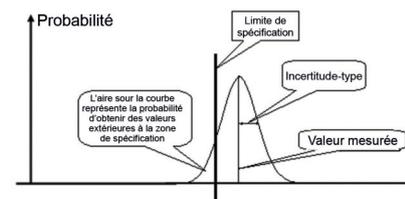


Figure 1 - le concept de résultat de mesure et de l'incertitude.

Comment décider de la conformité notamment lorsqu'un résultat de mesure est proche d'une limite de spécification ? La figure 2 illustre cette situation avec une limite de spécification inférieure. Il est donc important pour les décideurs d'apprécier le risque associé à leur décision, c'est-à-dire la probabilité d'annoncer des faux négatifs ou positifs.



Le Risque = Probabilité d'occurrence de l'événement x coût de l'événement

Figure 2 - risque d'une décision de conformité, lorsque le résultat est proche d'une limite.

Il faut donc disposer de méthodes pour évaluer l'incertitude de mesure.



Bernard LARQUIER

Directeur – BEA Métrologie

2. Comment évaluer l'incertitude d'une mesure ?

Le Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM) présente les concepts nécessaires à l'évaluation de l'incertitude (définition précise du mesurande, liste des facteurs d'influence, quantification des incertitudes élémentaires...). Il détaille aussi une méthode d'évaluation de l'incertitude appelée approche « modélisation » qui est la méthode de référence pour l'estimation des incertitudes. Des méthodes complémentaires de quantification de l'incertitude se sont développées, respectant néanmoins les concepts de base exposés dans le GUM. Deux typologies de méthodes ressortent donc en faisant la distinction entre l'approche « modèle de mesure » et l'approche « modèle statistique », représentées sur la figure 3.

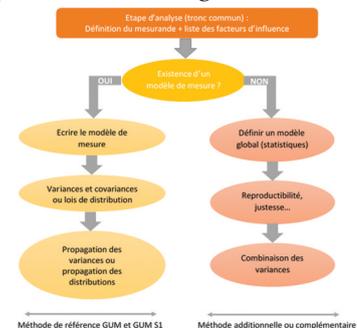


Figure 3 - Typologie des méthodes d'évaluation des incertitudes de mesure.

Le choix de l'une ou l'autre méthode peut être dicté par des raisons techniques comme l'impossibilité d'établir un modèle de mesure.

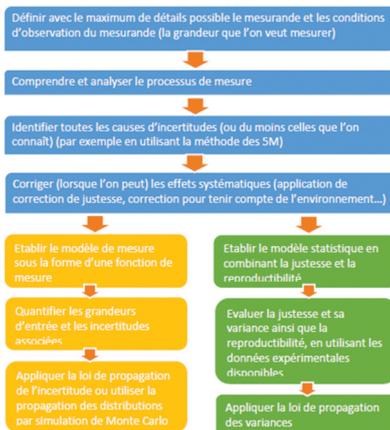
MÉTROLOGIE

3. Quelles précautions prendre pour l'évaluation de l'incertitude d'une mesure ?

Voici quelques règles de base (non exhaustives) à suivre pour l'évaluation de l'incertitude d'une mesure :

- définir avec soin le mesurande et ses conditions d'observation ;
- analyser le processus de mesure et corriger les effets systématiques ;
- exprimer en unités SI les grandeurs d'entrée du modèle de mesure ou de la fonction de mesure ;
- pour évaluer la répétabilité ou la reproductibilité, veiller à ce que toutes les sources d'incertitude aient l'occasion de se manifester. Par exemple, si plusieurs opérateurs peuvent intervenir lors de la mise en œuvre du processus de mesure, alors il sera nécessaire de faire des répétitions en faisant intervenir plusieurs opérateurs ;
- attention à la suppression des valeurs aberrantes, qui sont peut-être réalistes et porteuses d'informations importantes sur le processus de mesure ;
- à l'issue d'une évaluation d'incertitude, examiner les composantes majeures notamment lorsque l'on souhaite améliorer le processus de mesure ;
- Lorsque l'on utilise des feuilles de calcul, ne pas oublier de les valider, de les protéger et en particulier vérifier les arrondis.

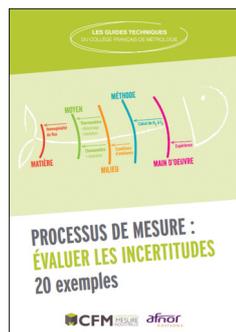
4. Que faut-il retenir ?



en plus

Le Guide Technique « Processus de mesure : évaluer les incertitudes » expose le détail des concepts et méthodes abordés ici pour l'estimation des incertitudes des processus de mesures, des références aux différents textes, articles, guides et normes sur le sujet ainsi que vingt exemples de calculs d'estimation des incertitudes pris dans différents domaines (énergie, fabrication mécanique, santé, sciences du vivant, agroalimentaire...) rédigés par des experts de la métrologie.

www.cfmmetrologie.com



demi pub hauteur coffmet à droite