

Exigences du CLAS relatives à l'évaluation de l'incertitude des résultats de mesure

Document 5 des exigences du CLAS Mai 2006

1.0 Introduction

- 1.1 Toute mesure doit comporter une indication de la qualité du résultat pour que les personnes en faisant usage puissent évaluer sa fiabilité. Sans ce genre d'indication, il est impossible de comparer les mesures, physiquement ou dans les portées, ou avec les valeurs de référence d'une spécification ou d'une norme. D'où la nécessité d'une procédure normalisée simple, généralement reconnue et facile à implanter pour évaluer et exprimer leur incertitude.
- 1.2 L'incertitude doit être indiquée afin d'établir la traçabilité d'après la définition du document *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology* (VIM).
- 1.3 Le document 5 des exigences du CLAS vise à répondre à ce problème. Il se fonde sur le *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement* (GUM) de l'ISO, dans lequel on trouvera de plus amples précisions.

2.0 Facteurs d'incertitude

- 2.1 L'incertitude de la plupart des mesures dépend de plusieurs facteurs, dont certains sont bien définis et évalués alors que d'autres sont fondés sur divers degrés de connaissance et d'expérience. On peut les classer dans deux catégories, selon la méthode utilisée pour déterminer leurs valeurs numériques : facteurs évalués à l'aide de méthodes statistiques (**Type A**) et facteurs évalués autrement (**Type B**), dans les deux cas exprimés sous forme d'incertitude type.
 - 2.1.1 Évaluation de **type A** de l'incertitude type
L'évaluation **de type A** de l'incertitude type s'appuie sur une méthode statistique valide de traitement des données. La détermination de l'écart type de la moyenne d'une série d'observations indépendantes en est un exemple.
 - 2.1.2 Évaluation de **type B** de l'incertitude type
L'évaluation **de type B** de l'incertitude type s'appuie d'habitude sur un jugement scientifique fondé sur l'information pertinente disponible :
 - Les mesures précédentes
 - L'expérience ou la connaissance générale du comportement et de la propriété du matériel pertinent
 - Les données d'étalonnage et d'autres certificats

- L'incertitude des données de référence des manuels
- Les spécifications du matériel du fabricant, en tenant compte du fait que les spécifications ne sont pas des incertitudes.

2.2 Il faut donc consulter les documents appropriés pour déterminer, par exemple, l'écart type et, partant, l'incertitude type dans chaque cas. (Voir la documentation de référence).

3.0 Incertitude type combinée

L'incertitude type totale d'une mesure s'appelle **incertitude type combinée (μc)**. Il s'agit d'une incertitude type approximative égale à la racine carrée positive de la variance totale obtenue en faisant la somme des variances (et des covariances s'il y a lieu) fournies par les incertitudes types individuelles (μi), peu importe la méthode d'évaluation (type A ou B). Lorsque certaines incertitudes sont corrélées, on doit tenir compte de la corrélation dans les évaluations expérimentales ou dans les calculs effectués selon des techniques adéquates. Consulter le GUM et/ou d'autres références pour plus de précision et des exemples de combinaison d'incertitudes types.

4.0 Incertitude élargie

Selon le CLAS, il faut élargir l'incertitude type combinée (u_c) pour déterminer l'incertitude élargie (U) en multipliant l'incertitude type combinée par un facteur de couverture. Le but est d'offrir un intervalle de mesures à l'intérieur duquel les valeurs raisonnablement attribuables à la quantité mesurée offrent un degré de confiance élevé. Pour la plupart des cas pratiques, le facteur de couverture est égal à 2 quand les degrés de liberté sont élevés et cela équivaut à un degré de confiance d'environ 95 %. Pour en savoir plus sur les rares cas où un facteur de couverture différent de 2 est nécessaire pour obtenir un niveau de confiance d'environ 95 %, voir le GUM ou les documents de référence (pour ce qui est des degrés de liberté réels). Dans tous les cas, le certificat d'étalonnage doit indiquer le facteur de couverture (k) et le degré de confiance.

5.0 Indication de l'incertitude

Selon le CLAS, il y a trois types de services d'étalonnage, voir le [Document 3 des exigences du CLAS](#), *Exigences du CLAS relatives aux étalons de mesure*. Le mode d'indication de l'incertitude dépend du « type » de service offert. Pour les détails sur l'indication de l'incertitude des mesures dans les certificats d'étalonnage, consulter le [Document 6 des exigences du CLAS](#), *Exigences du CLAS relatives aux certificats d'étalonnage*.

6.0 Facteurs d'incertitude de mesure possibles

- 6.1 L'incertitude élargie indiquée (U) de toutes les mesures effectuées est une combinaison des facteurs d'incertitude distincts (de type A ou de type B), incluant le facteur :
- a) lié à l'étalonnage de l'étalon de référence ou de transfert;
 - b) introduit par le transport de l'étalon de référence ou de l'étalon de transfert;
 - c) lié à la dérive, à la résolution et à l'instabilité de l'étalon de référence et des instruments;
 - d) lié aux mesures (effets de charge de circuit, forces électromagnétiques thermiques, disposition des appareils, non-concordance RF, erreurs de cosinus, polarisation);
 - e) lié à l'opérateur (lecture des instruments analogiques, décisions de prendre, de terminer, de répéter ou d'exclure les mesures);
 - f) lié aux approximations et aux hypothèses sur lesquelles sont basées la méthode et la procédure de mesure (mauvaise interpolation et extrapolation des données d'étalonnage à des points fixes, ou utilisation de constantes inexactes);
 - g) lié au matériel auxiliaire comme les fils de connexion;
 - h) lié aux propriétés, au comportement et à la condition de l'appareil analysé (p. ex., variabilité pendant les mesures, parallélisme et planéité des enclumes d'étalonnage des micromètres, susceptibilité magnétique de l'étalonnage des poids ou résolution de l'affichage de l'appareil étalonné);
 - i) lié à des paramètres environnementaux, comme la poussée aérostatique de l'air (étalonnage des poids), la lumière parasite (étalonnage photométrique), la température (étalonnage des résistances) et l'humidité (mesures d'interférométrie);
 - j) lié à une mauvaise mesure ou connaissance des paramètres déterminants;
 - k) lié aux écarts des mesures répétées.
- 6.2 Il est peu pratique d'énumérer toutes les sources d'incertitude probables dans le présent document. La liste présentée ci-dessus a pour but d'illustrer les sources générales, et n'est pas exhaustive. Il se peut que certains de ces facteurs soient négligeables ou sans objet, tandis que d'autres pourraient être très importants.

7.0 Références

- *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)*, première édition en 1993, corrigé et réimprimé en 1995, Organisation internationale de normalisation (Genève, Suisse).
- La référence sur les constantes, les unités et l'incertitude.
- Note technique 1297 du NIST, *Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results*
- *Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration*, EA-4/02, European co-operation for Accreditation, 1999.
- *International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (VIM)*, deuxième édition, ISO, 1993