

Initiation au calcul et à la propagation des incertitudes

Objectifs

Cette formation vise à fournir aux participants les compétences opérationnelles permettant d'évaluer, de justifier et d'utiliser l'incertitude d'une mesure (expérimentale ou simulée) dans un contexte scientifique. Elle se base sur la vision probabiliste de l'erreur, développée par le Bureau International des Poids et Mesures, qui établit un consensus international dans l'expression de l'incertitude de mesure.

Public visé

Doctorants chargés d'estimer et de justifier les incertitudes des résultats issus de mesures ou de codes de calcul.

Niveau requis

Outils mathématiques et statistiques de base, niveau Bac + 2.

Durée : 2 jours + ½ journée de consolidation/retours sur expérience

Lieu : Campus d'Orsay, Bât. 349

Intervenants

Pascal Pernot & Jean-Paul Berthet

> Laboratoire de Chimie Physique, CNRS/Univ Paris-Sud (<http://www.lcp.u-psud.fr>)
> Réseau « Mesures, Modèles et Incertitudes » (<http://metrologie.cnrs.fr/>)

Contact : pascal.pernot@u-psud.fr

Programme

Jour 1 - Introduction à l'évaluation de l'incertitude

- Introduction à l'approche statistique de la mesure
- Traçabilité, unités, SI
- Documents de référence

Mise en oeuvre de la démarche d'évaluation de l'incertitude par modélisation du processus de mesure.

- Expression du besoin (objectifs et contraintes)
- Caractérisation du processus de mesure (5M)
- Analyse des causes d'erreur et estimation des contributions à l'incertitude
- Méthodes de type A : répétabilité
- Méthodes de type B : modèles, corrections, estimation statistique
- Budget d'incertitude et composition des contributions (propagation des composantes d'incertitude)
- Expression du résultat - intervalles - prise de décision
- Éléments d'analyse de variance

Jour 2 - Propagation des distributions par la méthode de Monte-Carlo

- Bases du calcul probabiliste - Equation de Markov
- Génération d'échantillons représentatifs d'une distribution
- Méthode de Monte Carlo
- Analyse de sensibilité
- Mise en œuvre sur ordinateur avec le langage de calcul statistique R.

Note : Pour favoriser la mise en pratique ultérieure dans leur environnement scientifique propre, les participants seront invités à se munir de leur ordinateur personnel et à y installer Rstudio (cf. ci-dessous). En cas d'impossibilité, l'accès à une salle informatique sera assuré.

Documents de référence

Le BIPM (<http://www.bipm.org>) fournit les documents de référence sur lesquels se base la formation. Les participants sont invités à télécharger (et imprimer ? Attention, c'est gros...) une copie personnelle des documents suivants :

1. Evaluation of measurement data - An introduction to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" and related documents
http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_104_2009_E.pdf
2. GUM : Évaluation des données de mesure - Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure
http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_100_2008_F.pdf
3. GUM Supp 1 : Evaluation of measurement data - Supplement 1 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" - Propagation of distributions using a Monte Carlo method
http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_101_2008_E.pdf
4. VIM : Vocabulaire international de métrologie
http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM_200_2012.pdf

Logiciels

Nous avons choisi de développer la mise en œuvre de cette formation avec R pour plusieurs raisons, dont sa gratuité, sa qualité, et l'immense plateforme de packages accessibles. Tous les acquis sur R pourront aisément être transposés à d'autres langages (Octave, Matlab, Mathematica, Excel...).

R : The R Project for Statistical Computing

<http://www.r-project.org/>

Rstudio : Interface de développement pour R

<http://www.rstudio.com/>