

## Cours de formation doctorale 2018

### Titre : Initiation au calcul et à la propagation des incertitudes

#### Intervenants

Pascal Pernot & Jean-Paul Berthet  
Laboratoire de Chimie Physique, CNRS/Univ Paris-Sud  
Réseau « Mesures, Modèles et Incertitudes » (<http://metrologie.cnrs.fr/>)  
Contact : [pascal.pernot@u-psud.fr](mailto:pascal.pernot@u-psud.fr)

**Durée (en heure + répartition dans la semaine):** 15H sur 2,5 jours.

**Langue du cours:** Français ou anglais / Supports en français

**Prérequis:** Notions de base en Statistiques et Théorie des probabilités.

#### Résumé en français

Il s'agit d'une formation à l'évaluation des incertitudes de mesures -- physiques ou virtuelles -- mettant en œuvre les méthodes de référence internationales décrites dans le "*Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*" (GUM) du BIPM et de l'ISO. Nous nous concentrons sur la mise en place de la démarche analytique du GUM et des méthodes de calcul adaptées (combinaison des variances et Monte Carlo). L'identification des variables d'influence (analyse de sensibilité) est également approfondie. Les méthodes alternatives utilisées en absence de modèle de mesure sont évoquées. La mise en application se fait à travers des exercices sur papier et sur ordinateur.

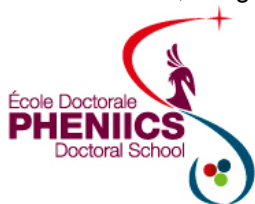
#### Programme

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

- Éléments de métrologie
- Documents de référence
- Mise en œuvre de la démarche analytique du GUM
- Budget d'incertitude, analyse de variance
- Expression du résultat – intervalles de confiance

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

- Bases du calcul probabiliste – Équation 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**.

### **Jour 3 - Compléments - Consolidation**

- Discussion sur les cas d'étude des stagiaires
- Compléments selon l'intérêt (incertitudes des courbes d'étalonnage; introduction aux méta-modèles; méthodes alternatives d'estimation des incertitudes...)
- Évaluation de la formation

### **Résumé en anglais**

The formation aims at the estimation of measurement uncertainty through international reference methods from the "*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*" (GUM) by BIPM and ISO. We focus on the practical implementation of the analytical framework of the GUM and of adapted calculation methods (combination of variances and Monte Carlo). The identification of influence variables (sensitivity analysis) is also studied. Alternative methods to be used in absence of a measurement model are shortly presented. The concepts are mastered through paper- and computer-based exercises.

### **Program**

#### **Day 1 - Introduction to uncertainty estimation**

- Elements of metrology
- Reference documents
- Implementation of the GUM analytical framework
- Uncertainty budget, analysis of variance
- Expression of results – confidence intervals

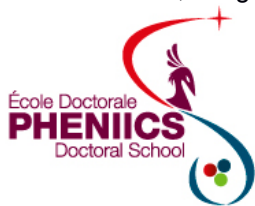
#### **Day 2 - Propagation of distributions by Monte-Carlo**

- Elements of probabilistic calculus – Markov equation
- Generating random samples from a distribution
- The Monte Carlo method
- Sensitivity analysis
- Computer implementation using **R**.

#### **Day 3 - Compléments - Consolidation**

- Discussion on the participants study cases
- Compléments "à la carte" (uncertainty of calibration curves; introduction to metamodels; alternative methods to the GUM...)
- Evaluation of the formation

École doctorale PHENIICS      Université Paris-Saclay  
particules, hadrons, énergie, noyau,  
instrumentation, imagerie, cosmos et simulation



### Session(s) prévue(s):

2018	9:00 - 12:00	13:30 - 16:30
10 avril		
11 avril		
02 mai		

**Maximum 18 participants**

- D'autres sessions seront organisées si besoin

### Lieu du cours :

Laboratoire de Chimie Physique  
Bât. 349  
Salle MAGAT (RdC, droite)  
Campus d'Orsay  
<http://www.lcp.u-psud.fr>