FO6 | Fiche Outils

Incertitudes

Fiche résumée sur l'estimation des incertitudes. Fiche à toujours avoir sur soi en TP.

1 Présenter un résulat

Le résultat d'une mesure se présente sous la forme de la valeur la plus probable (la moyenne) et de son incertitude :

$$x = x_0 \pm u(x)$$

Exemple : L'altitude du Vignemale est $h = (3298 \pm 1)$ m
L'incertitude est fournie avec 1 chiffre significatif.
⚠ de pas oublier l'unité.

2 Incertitude de type-A

Correspond à une incertitude sur une mesure qui varie à chaque répétition de l'expérience.

- La valeur la plus probable est donnée par la moyenne :

$$x_0 = \overline{x} =< x >= \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N}$$

```
x_moyenne = numpy.mean(x)
```

- L'écart type est donnée par :

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i - \overline{x})^2}$$

```
ecart_type = numpy.std(x, ddof=1)
```

- L'incertitude se détermine à partir de l'écart-type :

$$u(x) = \frac{\sigma_x}{\sqrt{N}}$$

3 Incertitude de type-B

La valeur la plus probable est donnée par la lecture directe.

L'incertitude est donnée par le bon sens : soit par les graduations, soit par une estimation plus large s'il existe d'autres sources d'incertitudes.

4 Composition des incertitudes

Multiplication par une constante	$x = \lambda y$ ($\lambda \in \mathbb{R}$)	$u(x) = \lvert\lambda\rvert u(y)$
Somme ou différence	$x = y + z$ ou $x = y - z$	$u(x) = \sqrt{u(y)^2 + u(z)^2}$
Produit ou quotient	$x = y \times z$ ou $x = \frac{y}{z}$	$\frac{u(x)}{x} = \sqrt{\left(\frac{u(y)}{y}\right)^2 + \left(\frac{u(z)}{z}\right)^2}$

5 Méthode de Monte-Carlo

Si la composition des incertitudes n'est pas possible : simulation numérique.

1 - Nous faisons un tirage aléatoire en grand nombre de fois de chacune des grandeurs dont nous connaissons l'incertitude.

```
N = 100000  # nombre de tirages a effectuer.
tirage_y = numpy.random.normal(y, uy, N)  # tirages de y
tirage_z = numpy.random.normal(z, uz, N)   # tirages de z
```

2 - Pour chaque tirage, nous calculons la grandeur souhaitée.

```
tirage_x = f(tirage_y, tirage_z)  # calcul de x pour chaque valeur de y, z
```

3 - Le calcul de la moyenne et de l'écart-type de la grandeur calculée nous donne l'information sur la valeur la plus probable et son incertitude-type.

```
x_0 = numpy.mean(tirage_x)  # determination de la valeur la plus probable x_
ux = numpy.std(tirage_x, ddof=1) # determination de l'incertitude sur x : u(
```

6 Écart normalisé (z-score)

L'écart normalisé sert à comparer deux mesures entre-elles avec leurs incertitudes :

$$EN = \frac{|x_1 - x_2|}{\sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2}}$$

Nous retiendrons que deux mesures sont compatibles si :

$$EN \leq 2$$