

# Mesures et incertitudes

Extraits de : *Nombres, mesures et incertitudes*. © MEN/DGESCO - eduscol.education.fr/spc. 2010.

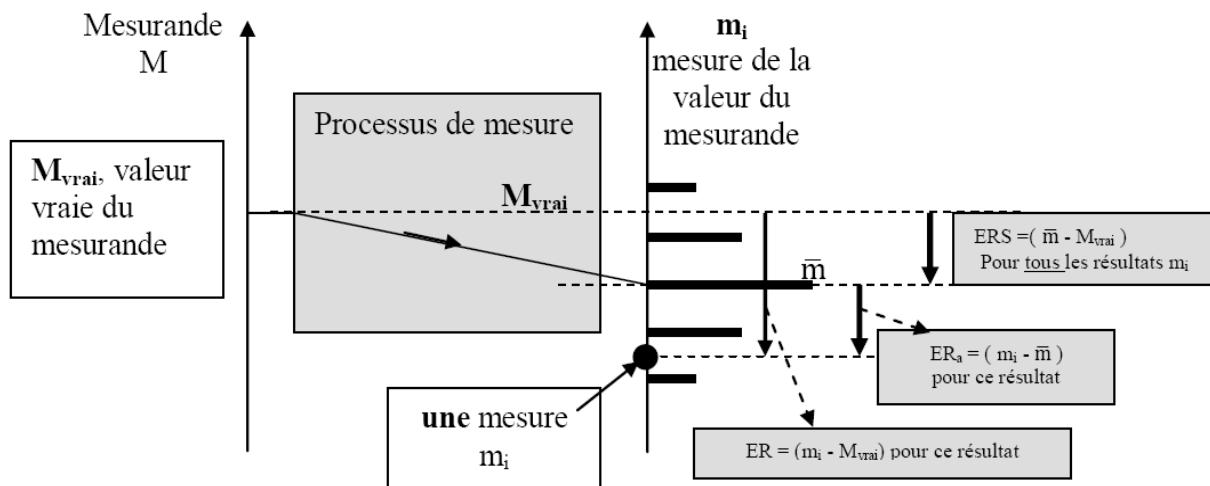
## Mesures et incertitudes en sciences physiques et chimiques.

### 1 La mesure : vocabulaire et notations.

#### 1.1 Définitions.

- o La grandeur que l'on veut mesurer est appelée le **mesurande**.
- o On appelle **mesurage** (mesure) l'ensemble des opérations permettant de déterminer expérimentalement une ou plusieurs valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur.  
Quand on mesure la valeur de la résistance  $R$  d'un dipôle passif linéaire, le mesurande est la résistance  $R$  de ce dipôle et le mesurage est effectué, par exemple, avec un ohmmètre.
- o La **valeur vraie** ( $M_{vrai}$ ) du mesurande est la valeur que l'on obtiendrait si le mesurage était parfait. Un mesurage n'étant jamais parfait, cette valeur est toujours inconnue.
- o Le **résultat du mesurage** (résultat de mesure) est un ensemble de valeurs attribuées à un mesurande complété par toute information pertinente disponible. Une expression complète du résultat du mesurage comprend des informations sur l'incertitude de mesure qui permet d'indiquer quel est l'intervalle des valeurs probables du mesurande. En métrologie, on appelle souvent  **$m$  la mesure** de la valeur de la grandeur (un nombre), et  **$M$  le résultat de la mesure**, c'est à dire l'expression complète du résultat (un intervalle de valeurs).
- o Un mesurage n'étant jamais parfait, il y a toujours une **erreur de mesure**  $E_R = (m - M_{vrai})$ . *L'erreur de mesure* est la différence entre la valeur mesurée d'une grandeur et une valeur de référence. Si la valeur de référence est la valeur vraie du mesurande, l'erreur est inconnue.

[...]



**Moyenne :  $\bar{m}$**

**Erreur systématique :  $E_{RS} = (\bar{m} - M_{vrai})$ .**

**Erreur aléatoire :  $E_{Ra} = m_i - \bar{m}$**

### 1.7 Notion d'incertitude de mesure

- o **L'incertitude de mesure  $\Delta M$**  est un paramètre, associé au résultat du mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande.
- o Ce paramètre peut être, par exemple, la demi-largeur d'un intervalle de niveau de confiance déterminé.
- o Le résultat d'une mesure n'est jamais une valeur : il est toujours donné sous la forme d'un intervalle des valeurs probables du mesurande  $M = m \pm \Delta M$  associé à un niveau de confiance.

o L'évaluation des incertitudes par des méthodes statistiques est dite de **type A**. Quand la détermination statistique n'est pas possible, on dit que l'évaluation est de **type B**. C'est le cas d'une mesure unique  $m$  réalisée avec un appareil de classe connue.

o On appelle **incertitude-type** une incertitude de mesure exprimée sous la forme d'un écart type.

o Lorsque les sources de variabilité de la mesure sont multiples, on estime l'incertitude type pour chacune d'entre elles et l'on fait un bilan global pour construire une **incertitude-type composée**, qui peut mélanger des évaluations de type A et de type B.

## 2 Estimation des incertitudes expérimentales et présentation du résultat

[...] Lorsque les incertitudes sont évaluées par des méthodes statistiques, l'évaluation est dite **de type A**.

Quand la détermination statistique n'est pas possible, on dit que **l'évaluation est de type B**.

Lorsque les sources de variabilité de la mesure sont multiples, on estime l'incertitude-type pour chacune d'entre elles et l'on fait un bilan global pour construire une **incertitude-type composée**, qui peut mélanger des évaluations de type A et de type B.

### 2.1 Évaluation de type A de l'incertitude-type.

L'évaluation de type A de l'incertitude-type est réalisée par l'analyse statistique de séries d'observations (GUM). Si on suppose les  $n$  observations  $m_k$  indépendantes :

- La meilleure estimation du résultat de la mesure est donnée par la **moyenne arithmétique** :

$$\bar{m} = \overline{m} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n m_k$$

- **L'écart-type expérimental** a pour expression :

$$s_{\text{exp}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (m_k - \bar{m})^2}$$

- **L'incertitude-type** est définie comme étant l'écart-type sur la valeur moyenne. Le meilleur estimateur de cet écart-type est

$$s = \sqrt{\frac{1}{n}} s_{\text{exp}}$$

### 2.2 Évaluation de type B de l'incertitude-type.

[...] Différents cas peuvent se présenter :

- Le constructeur fournit l'incertitude-type (cas très rare). Dans ce cas, on utilise directement son incertitude.

- Pour un appareil de mesure analogique (appareil à cadran, lecture d'un réglent...), l'incertitude de lecture est estimée à partir de la valeur d'une graduation. On peut montrer que :

$$s_{\text{lecture}} = 1 \text{ graduation} / \sqrt{12}$$

- Le constructeur fournit une indication de type  $\Delta_c$  sans autre information. Dans ce cas, on prendra pour incertitude-type :

$$s = \Delta_c / \sqrt{3}$$

[...]