

Errare humanum est (l'incertitude de la mesure)

Posted on 16 mai 2023 by Patrick Rouillier

Toute mesure contient une marge d'erreur, qu'elle se rapportent à un élément étalon (comme le mètre ou l'heure) ou un faisceau de données statistiques. L'erreur est un élément inhérent à toute mesure ou toute évaluation.

Les catégories d'erreurs

1. **L'erreur absolue.** C'est l'erreur faites sur une mesure. Elle est représentée par la différence entre la valeur mesurée et la valeur réelle (souvent inconnue). On peut l'exprimée par :
Erreur sur la grandeur $D = \Delta(D) = \text{Valeur mesurée} - \text{valeur réelle}$. L'erreur s'exprime dans la même unité que la grandeur
Cette erreur absolue présente deux inconvénients majeurs
 - a) La valeur réelle n'est en général mal connue
 - b) Elle est indépendante de la valeur mesurée. Pourtant une erreur de 1 cm sur une mesure de 10 cm n'a pas la même incidence qu'une même erreur sur une mesure de 1 km.
2. **L'erreur relative** : C'est l'erreur faites sur une mesure rapportée à la valeur réelle de la grandeur mesurée. Dans ce cas une bonne approximation de la grandeur mesurée est suffisante. L'erreur s'exprime comme un pourcentage de la valeur réelle ou estimée

Il existe d'autres principe de calcul d'erreur statistique (moyenne, écart quadratique) applicables à la collection d'un grand nombre de données.

Propagation des erreurs

Dans un calcul complexe qui nécessite un certain nombre de mesure séquentielles, l'erreur sur la première mesure peut se reporter sur la deuxièmes, puis sur la troisièmes. Cette cascade d'erreur impacte, évidemment, le résultat final. Les règles de calculs sont :

$$\Delta(a+b) = \Delta(a-b) = \Delta(a) + \Delta(b)$$

$$\Delta(a*b)/(a*b) = \Delta(a/b)/(a/b) = \Delta(a)/a + \Delta(b)/b$$

Erreurs ou incertitudes



Lorsque on connaît la valeur réelle de la grandeur que l'on mesure on peut évaluer une différence comme une erreur de mesure. Par exemple un objet qui fait 10 cm de long, si on le mesure à 10,1 cm on peut dire que l'on a fait une erreur absolue de 0,1 cm ou 10% .

Mais général on ne connaît pas la valeur de la grandeur que l'on mesure (sinon pourquoi la mesurer !) et l'on ne peut plus parler d'erreur, mais d'incertitude.

Le terme de « calcul d'erreur » est ici très mal choisi car il ne s'agit pas d'évaluer une erreur (par rapport à une grandeur de référence que l'on ne connaît pas) mais de déterminer une fourchette d'incertitude autour de la valeur mesurée. On pourra exprimer la grandeur mesurée en termes de

Grandeur mini < grandeur mesuré < grandeur maxi

Les grandeurs maxi et mini sont exprimées en pourcentage de la valeur mesurée. Toutes les grandeurs situées à l'intérieur de la « fourchette » sont aussi probables que la valeur mesurée

Exemple d'un sondage d'opinion

Nous ne sommes plus dans un système de science exacte mais dans un système de sciences humaines

Examinons les diverses causes d'erreurs ou plutôt d'incertitude dans un sondage d'opinion

1. L'échantillon représentatif (en général environ 1000 personnes) est censé représenter en résumé la population dont on veut recueillir l'opinion. Bien que constitué sur des bases statistiques historisée, il est susceptible d'introduire certains biais si certaines catégories sont sur représentées.
2. Le questionnaire. La façon dont on rédige les questions peut induire des biais dans les réponses. Par exemple les questions « êtes-vous content de l'action du gouvernement ? » ou « êtes-vous mécontent de l'action du gouvernement ? » ne donneront pas les mêmes résultats, les indécis (qui pensent à la fois oui et non) ayant tendance à répondre par oui à la question.
3. Les attitudes des sondés. Certaines personnes ont une certaine réserve à exprimer leur opinion réelle, ayant peur de se montrer trop réactionnaire ou trop progressiste. C'est le cas des électeurs du front national qui pendant longtemps étaient sous évalués dans les sondages.
4. D'autres éléments peuvent intervenir comme, le moment où l'on vous interroge, votre sympathie avec le sondeur, la façon dont chacun interprète les questions

Pour palier à ces biais les institut de sondage effectuent des « redressements » qui sont aussi cause potentielle d'erreur.

Généralement l'incertitude sur les résultat d'un sondage sont de +/- 2%, c'est à dire qu'un résultat de, par exemple, 44% signifie plutôt entre 42 et 46% comme « fourchette d'incertitude ».

Malheureusement, l'humain a besoin de certitude et nous préférons faire une erreur en nous fixant sur le résultat de 44% plutôt que d'assumer l'incertitude du résultat. Mieux vaut pour nous un résultat certain mais empreint d'incertitude qu'un résultat incertain qui serait une certitude.

Ceci rappelle la fameuse polémique entre Einstein et Bohr à propos du principe d'incertitude d'Heisenberg, Einstein prétendant qu'une théorie présentant une incertitude n'était pas acceptable alors que le physicien quantiques affirmaient que l'incertitude faisait partie de la vie et devait être prise en compte dans la théorie. L'avenir a donné tort à Einstein.

Conclusion et morale !

Nous avons beaucoup de mal à vivre dans l'incertitude au point de nous raccrocher « quoi qu'il en coûte » à des vérités absolues. Sur le plan individuelle la certitude est une façon de nous déangoisser, mais sur le plan collectif, sociétale, elle est source de tous les antagonismes et des conflits. Comprendrons-nous un jour que l'incertitude est la seule certitude que nous ayons.

Le principe des dieux et des religions est fondé sur le refus de l'incertitude !