

Résultats de mesure et incertitudes: Quelques notions pour leurs estimations

Qu'est ce qu'un résultat de mesure ?

Dans un monde idéal ...

tous les résultats obtenus sur un même échantillon, dans des laboratoires différents, avec des techniques différentes, à des instants différents, sont strictement identiques.

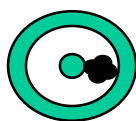
En réalité, nous obtenons...

des résultats répartis de façon plus ou moins dispersés (fidélité) autour d'une valeur moyenne qui est elle-même plus ou moins éloignée de la valeur vraie (justesse).

Exemple du jeu de fléchettes



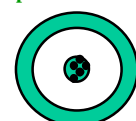
Ni juste ni fidèle



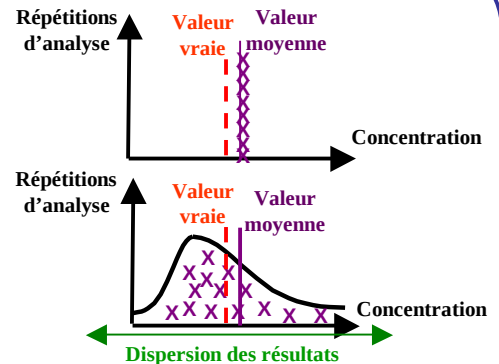
Fidèle mais pas juste



Juste mais pas fidèle

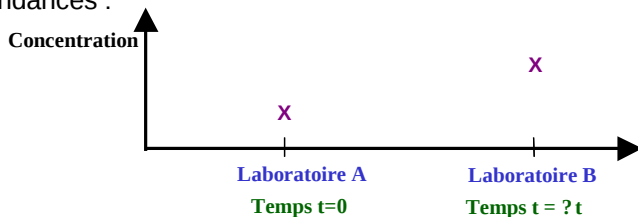


Juste et fidèle

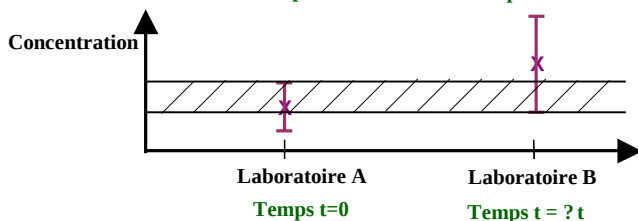


A quoi servent les incertitudes?

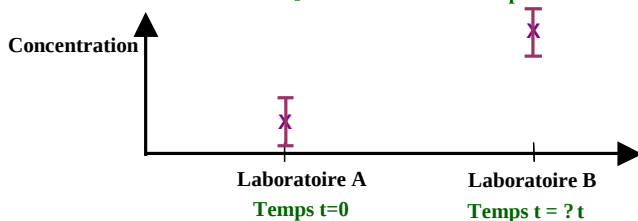
Elles sont indispensables pour évaluer des tendances d'évolution de concentration de polluants ou pour comparer deux résultats espacés dans le temps. Deux résultats fournis sans incertitudes ne permettent pas, en général, de déceler les tendances :



Risque : conclusion = résultats différents ou évolution de la concentration dans le temps



Existence de valeurs communes = résultats non statistiquement différents et pas d'évolution significative de la concentration dans le temps



Pas de valeurs communes = résultats statistiquement différents et évolution significative de la concentration dans le temps

La définition du terme incertitude fait l'objet d'un consensus international :

Paramètre non négatif qui caractérise la dispersion des valeurs attribuées à un mesurande, à partir des informations utilisées (VIM : Vocabulaire International de Métrologie).

Quelles sont les exigences sur les résultats de mesure?

1. Les résultats doivent toujours être accompagnés de leur incertitude et de leur unité :

Concentration en analyte dans une matrice donnée = $20 \pm 1 \text{ mg/L}$ ($k=2$) ou $20 \text{ mg/L} \pm 5\%$ ($k=2$)

2. L'incertitude doit être accompagnée de son facteur d'élargissement k

k est pris, la plupart du temps, égal à 2, pour un niveau de confiance de 95% (pour $k=1$, le niveau de confiance est de 68%).

Quels sont les paramètres dont dépendent les incertitudes?

- **La concentration** : L'incertitude est beaucoup plus élevée pour des concentrations proches de la limite de quantification que pour des concentrations supérieures.
- **La méthode utilisée** : L'incertitude est souvent plus élevée pour les méthodes manuelles que pour les méthodes automatisées. De même, il est possible d'obtenir des différences entre deux méthodes automatisées qui sont basées sur des principes différents.
- **La matrice** : Dans les mêmes conditions (paramètres, concentrations, méthodes...), les incertitudes seront différentes entre une matrice eau potable, eau résiduaire ou eau saline.
- **Le mode d'estimation de l'incertitude utilisé** : En théorie cela ne devrait pas être le cas. Mais ce facteur peut jouer sur le plan non seulement de la maîtrise qu'a le laboratoire de l'évaluation des incertitudes mais également de la méthode utilisée (approche contrôle interne du laboratoire ou bien utilisation de données interlaboratoires par exemple).

Quels sont les modes d'estimation de l'incertitude?

Ils sont basés sur une démarche en 4 étapes :

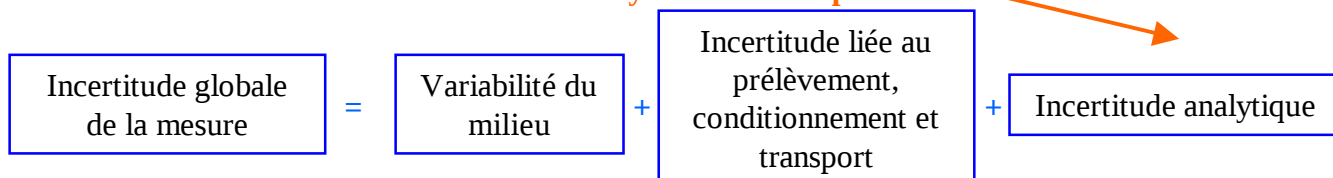
- 1. Calcul du résultat de mesure** : Définition du mesurande, analyse du processus de mesure, modèle mathématique du processus de mesure,
- 2. Évaluation des incertitudes** : Actuellement, il existe plusieurs méthodes d'évaluation des incertitudes de mesure : la méthode de référence internationale du GUM (Guide for Uncertainty Measurement) et d'autres méthodes ou approches en accord avec le GUM. En France la norme XPT90220 à laquelle se réfère la plupart des laboratoires d'analyses de l'eau décrit principalement 3 démarches d'estimation des incertitudes :
 - **Type GUM** : Approche analytique nécessitant une description mathématique de la méthode d'analyse et l'estimation des incertitudes types de chaque source d'incertitude identifiée pour la méthode.
 - **Type Carte de contrôle** : Approche globale qui permet grâce à l'analyse régulière d'un échantillon de référence d'estimer la variabilité des résultats au sein du laboratoire.
 - **Type Essais Interlaboratoires** : Les résultats obtenus aux essais interlaboratoires peuvent aussi être utilisés pour l'estimation de l'incertitude.
- 3. Détermination de l'incertitude-type composée** : Loi de propagation de l'incertitude,
- 4. Détermination de l'incertitude élargie** : Expression du résultat avec son incertitude.



Quelles sont les informations fournies par les incertitudes ?

Une des premières étapes d'un calcul d'incertitude concerne la description précise de l'objet à mesurer. En effet, lorsqu'un laboratoire fournit une incertitude de mesure, il s'intéresse à l'échantillon qu'il a réceptionné. Or, dans un contexte de surveillance environnementale, l'incertitude à considérer est l'incertitude globale sur la mesure. L'incertitude analytique n'est pas suffisante.

Le laboratoire d'analyses fournit ce paramètre



Les obligations des laboratoires accrédités

La norme NF EN ISO 17025 qui décrit les exigences pour les laboratoires d'essai et qui est le référentiel pour l'accréditation demande aux laboratoires de :

- faire une estimation « raisonnable » de leurs incertitudes,
- faire un recensement des sources possibles d'incertitudes,
- fournir l'incertitude au client (s'il le demande ou si le résultat doit être comparé à une valeur seuil réglementaire).