

FICHE METHODE

3

Évaluation des incertitudes de mesure

L'incertitude de mesure est une estimation de l'erreur de mesure.

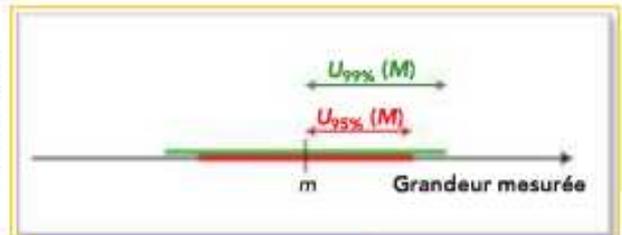
L'incertitude de mesure sera notée U (de l'anglais « uncertainty »).

Elle permet de définir un intervalle dans lequel la valeur vraie a de grandes chances de se trouver. Cet intervalle est centré sur la valeur mesurée, notée m .

On parle d'intervalle de confiance.

En général, la largeur de cet intervalle est choisie pour avoir 95 % ou 99 % de chance de trouver la valeur vraie à l'intérieur. Pour un même mesurage, le second intervalle (correspondant à un niveau de confiance de 99 %, en vert sur le schéma ci-contre) sera plus large que le premier (correspondant à un niveau de confiance de 95 %, en rouge sur le schéma ci-contre).

La qualité de la mesure est d'autant meilleure que l'incertitude associée est petite.



A Évaluer une incertitude de répétabilité

Lorsqu'un même opérateur répète plusieurs fois le mesurage de la même grandeur, dans les mêmes conditions expérimentales, il peut trouver des résultats différents.

Il en est de même pour des opérateurs différents réalisant simultanément le mesurage de la même grandeur avec du matériel similaire.

Dans de tels cas, on utilise des notions de statistiques (moyenne et écart type) pour analyser les résultats.

L'incertitude de mesure correspondant à des mesures répétées d'une même grandeur est appelée **incertitude de répétabilité**. Elle est liée à l'écart type de la série de mesures.

Pour une série de n mesures indépendantes donnant des valeurs mesurées m_k , l'écart type de la série de mesures est :

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

où \bar{m} est la valeur moyenne de la série de mesures, que l'on notera aussi m_{moy} .

L'écart type est obtenu en utilisant les fonctions statistiques d'une calculatrice ou d'un tableur.

L'incertitude de répétabilité associée à la mesure est $U(M) = k \times \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$.

Elle dépend du nombre n de mesures indépendantes réalisées, de l'écart type de la série de mesures et d'un coefficient k appelé **facteur d'élargissement**.

Le **facteur d'élargissement** k dépend du nombre de mesures réalisées et du niveau de confiance choisi.

Sa valeur figure dans un tableau issu de la loi statistique dite « loi de Student ».

Un extrait de ce tableau est donné ci-dessous pour un nombre de mesures compris entre 2 et 16, et pour des niveaux de confiance de 95 % et de 99 % :

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$k_{95\%}$	12,7	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,37	2,31	2,26	2,23	2,20	2,18	2,16	2,15	2,13
$k_{99\%}$	63,7	9,93	5,84	4,60	4,03	3,71	3,50	3,36	3,25	3,17	3,11	3,06	3,01	2,98	2,95

Ce tableau montre que :

– Pour un même nombre de mesures, plus le niveau de confiance est grand et plus k est grand.

– Pour un même niveau de confiance, plus le nombre n de mesures indépendantes est grand et plus k est petit.

Remarque : en Terminale S, l'expression de l'incertitude de répétabilité et l'extrait de la table de Student correspondant à un(aux) niveau(x) de confiance choisi(s) seront donnés.