

Mesures et incertitudes : fiche pour le professeur

Le vocabulaire essentiel

Erreur, écart, dispersion, incertitude, justesse, fidélité... le vocabulaire

Quelques définitions issues, pour la plupart, du VIM (Vocabulaire International de la Métrologie)

■ Valeur d'une grandeur : ensemble d'un **nombre** et d'une **unité** associée.

■ Valeur mesurée : estimation de la valeur d'une grandeur déterminée par mesurage. On la note x_{mes} .

Remarque : « Mesurage » est le terme approprié, en métrologie, pour désigner l'action de mesurer mais, devant des lycéens, on le confondra avec le mot « mesure ».

■ Valeur vraie : valeur d'une grandeur compatible avec la définition d'une grandeur. On la note x_{vrai} .

Remarque : on considère que cette valeur est unique si l'incertitude associée au mesurande est négligeable par rapport aux autres composantes de l'incertitude de mesure. La notion de valeur vraie est absente des programmes, c'est le concept de **valeur de référence** que les élèves doivent connaître.

■ Valeur de référence : valeur d'une grandeur servant de base de **comparaison** pour les valeurs de grandeurs de même nature. On la note x_{ref} . La valeur de référence correspond à la **valeur vraie** définie plus haut.

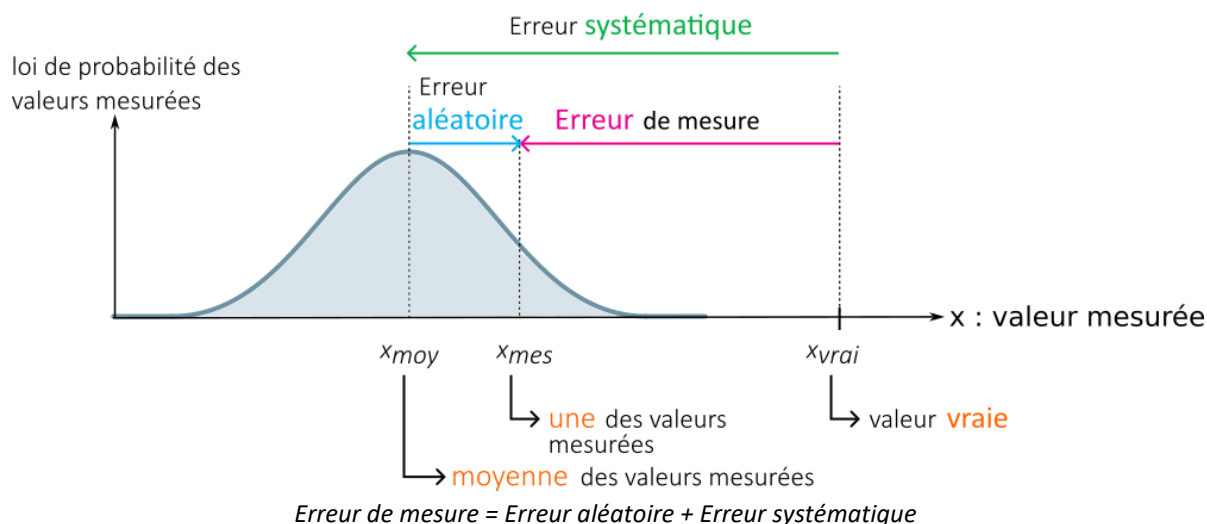
Remarque : La valeur de référence peut-être une constante (célérité de la lumière), une valeur tabulée (densité) ou une valeur dérivée d'un modèle (période d'un pendule relié à sa longueur et au champ de pesanteur). La valeur de référence peut être accompagnée d'une incertitude de mesure. Avec les élèves on veillera à proposer des situations pour lesquelles l'incertitude associée à la valeur de référence est négligeable devant l'incertitude de mesure.

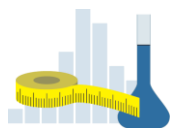
■ Erreur de mesure : différence entre la valeur mesurée d'une grandeur et la valeur vraie.

Remarque : Pour rappel La notion de valeur vraie est absente des programmes, c'est le concept de **valeur de référence** que les élèves doivent connaître.

■ Erreur aléatoire : composante de l'erreur de mesure qui, dans des mesurages répétés, varie de façon imprévisible.

■ Erreur systématique : composante de l'**erreur de mesure** qui, dans des mesurages répétés, demeure constante ou varie de façon prévisible.





Remarque 1 : une erreur de mesure est la somme d'une erreur systématique constante et d'une erreur aléatoire résultant d'une réalisation d'une variable aléatoire. Autrement dit la composante aléatoire de l'erreur change lorsque l'on répète les mesures. L'erreur aléatoire s'estime grâce à l'incertitude de mesure.

Remarque 2 : pour un instrument de mesure l'erreur systématique peut être constante ou varier mais de manière prévisible en augmentant ou diminuant avec la valeur mesurée.

- Justesse de mesure : critère qualitatif qui varie en sens inverse de l'erreur systématique. Un instrument est d'autant plus juste que l'erreur systématique est faible.
- Fidélité de mesure : critère qui qualifie la dispersion des valeurs mesurées. La fidélité peut s'exprimer numériquement par un écart-type.
- Incertitude de mesure : paramètre non négatif qui caractérise la dispersion des valeurs attribuées à un mesurande, à partir des informations utilisées
- Incertitude-type : incertitude de mesure exprimée sous la forme d'un écart-type
- Évaluation de type A de l'incertitude : évaluation de l'incertitude de mesure par une analyse statistique des valeurs mesurées obtenues dans des conditions définies de mesurage.
- Évaluation de type B de l'incertitude : évaluation de l'incertitude de mesure par d'autres moyens qu'une évaluation de type A de l'incertitude. Elle est en général exprimée par une relation donnée aux élèves, comme le montre l'exemple suivant :

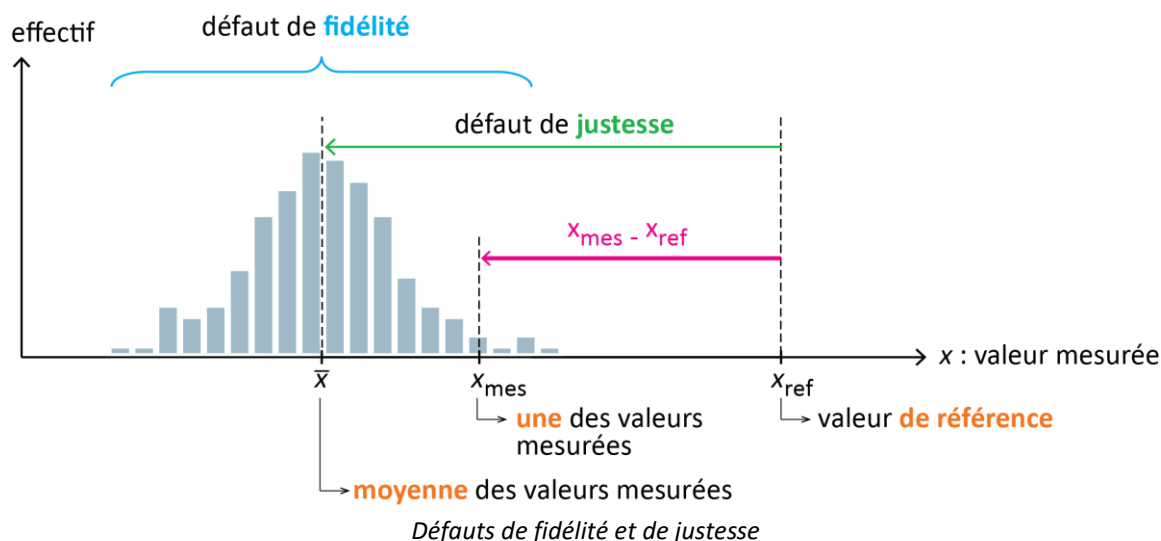
$$u(U) = \frac{1}{3} (0,03\% \times \text{valeurlue} + 4 \times \text{digit})$$

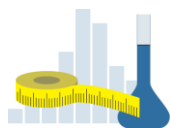
Remarque : ces deux types d'évaluation feront l'objet d'autres fiches.

- Résultat de mesure : il est exprimé par une valeur mesurée et une incertitude-type associée.

Que dire aux élèves ?

- Les notions de **valeur vraie** et d'**erreur de mesure** sont absentes des programmes. Paradoxalement on demande explicitement « d'identifier les principales **sources d'erreur** lors d'une mesure ». Les programmes invitent, dès la classe de seconde, à observer la variabilité de la mesure d'une grandeur physique en exploitant une série de mesures. Cette observation est le moyen d'aborder la notion d'erreur de mesure sans pour autant la définir.
- Il est proposé en classe de première de « comparer plusieurs méthodes de mesure d'une grandeur physique, en termes de **justesse** et **fidélité** ». Sans évoquer les notions d'erreurs aléatoire et systématique qui sont également absentes des programmes, il est possible d'associer la dispersion des mesures à la fidélité et la justesse à la différence entre les moyennes des valeurs mesurées et la valeur de référence.





Vocabulaire à retenir par les élèves

- Valeur d'une grandeur : ensemble d'un **nombre** et d'une **unité** associée.
- Valeur de référence : valeur d'une grandeur servant de base de **comparaison**.

- Dispersion des mesures : répartition des valeurs mesurées issues de mesures répétées
- Justesse (de mesure) : critère qualitatif associé à l'écart entre moyenne des valeurs mesurées (ou valeur mesurée dans le cas de non dispersion) et la valeur de référence. Par exemple, un instrument est d'autant plus juste que la différence entre la moyenne des valeurs mesurée et la valeur de référence est faible.
- Fidélité (de mesure) : critère qualitatif associé à la dispersion des valeurs mesurées. Par exemple, un instrument est d'autant plus fidèle que la dispersion des valeurs mesurées est faible.

- Incertitude de mesure : étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à la grandeur physique mesurée.
- Incertitude-type : incertitude de mesure exprimée sous la forme d'un écart-type
- Résultat de mesure : association d'une valeur mesurée (ou d'une valeur moyenne des valeurs mesurées) et d'une incertitude-type.