

Les qualités d'une mesure :

La précision d'une mesure inclut plusieurs aspects et dépend de plusieurs paramètres (qualités du matériel utilisé, pertinence de la méthode mise en œuvre et ... compétences des expérimentateurs).

Le mot « mesure » a plusieurs significations en français : il signifie à la fois l'action et le résultat de l'action.

Les spécialistes de métrologie préfèrent employer un vocabulaire plus précis :

- Mesurage (*measurement en anglais*) pour l'action
- Mesure (*measure en anglais*) pour le résultat de l'action
- Mesurande (*measurand en anglais*) pour désigner la grandeur mesurée

On suppose donc ici que pour obtenir la mesure d'un mesurande, on effectue plusieurs mesurages si bien que l'on peut traiter l'ensemble des résultats de façon statistique.

Soit donc G , le mesurande (la grandeur à mesurer)

On réalise une expérience et on obtient un tableau de résultats correspondant à n mesurages :

Mesurage n°	1	2	...	i	$i+1$...	n
Résultats	G_1	G_2	...	G_i	G_{i+1}	...	G_n

Il a été vu qu'en Première et Terminale S (voir cours, et documents du cours, des TP)

Le meilleur estimateur de G est : **la moyenne** $G_e = \overline{G} = \frac{\sum G_i}{n}$

Le meilleur estimateur de l'incertitude sur G est évalué à partir de l'écart-type d'échantillon : $U(G) = k \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$

Supposons que l'on connaisse la valeur G_{vrai} : au lycée, cette valeur « vraie » correspond généralement à une valeur tabulée (qui est donc connue avec une bien plus grande précision que celle obtenue par un TP de lycée.)

Quand peut-on dire que le résultat expérimental obtenu est précis ?

La **précision** d'une mesure recouvre plusieurs aspects :

- 1) **la fidélité** : (*precision* en anglais*) cela traduit une faible dispersion des résultats. Cette dispersion s'estime à l'aide de l'écart-type (qui est une grandeur statistique)
- 2) **la justesse** : (*accuracy en anglais*) elle traduit à une bonne correspondance entre G_e et G_{vrai} .

On peut dire qu'une mesure est précise quand elle est à la fois fidèle et juste.

De façon générale, il est préférable d'apprécier ces qualités de façon relative (donc en %)

Ainsi

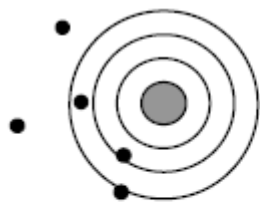
la fidélité	s'apprécie par <u>l'incertitude relative</u>	$\frac{U(G)}{G_e} \times 100$
la justesse	s'apprécie par <u>l'écart relatif</u>	$\frac{ G_e - G_{vrai} }{G_{vrai}} \times 100$

Un exemple. : Soit un TP consistant à mesurer g : l'accélération de la pesanteur terrestre qui donne le résultat :
 $g = (9,8 \pm 0,1) \text{ m.s}^{-2}$ sachant qu'à Paris la valeur de référence est $g_{vrai} = 9,80665 \text{ m.s}^{-2}$
 la méthode du TP est : fidèle à $0,1/9,81 \times 100 = 1\%$ près (**incertitude relative**)
 juste à $0,00665/9,81 \times 100 = 0,07\%$ près (**écart relatif**)

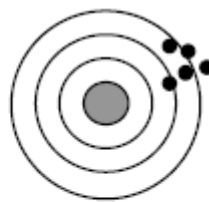
* attention au faux sens sur le mot « precision » entre le français et l'anglais. La fidélité inclut la répétabilité (le fait que plusieurs mesurages faits dans les mêmes conditions donnent des mesures peu dispersées) et la reproductibilité (le fait que plusieurs mesurages faits dans des conditions différentes donnent des mesures proches). L'estimation de la fidélité par l'écart-type (grandeur statistique) suppose que les mesurages ont été faits dans les mêmes conditions (même matériel et même méthode comme en TP de lycée par ex)

Quelques analogies pour traduire graphiquement fidélité , justesse et précision

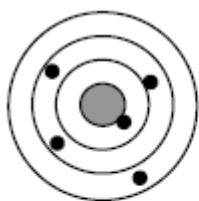
L'analogie de la cible :



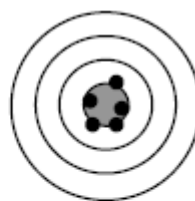
Ni juste ni fidèle ("imprécis")
(Erreurs aléatoire + systématique)



Pas juste mais fidèle
(Erreur systématique)



Juste mais pas fidèle
(Erreur aléatoire)



Juste et fidèle ("précis")
(Erreurs faibles)

= exacte !

La traduction par la courbe de Gauss (courbe « en cloche ») :

(X représente ici la valeur « vraie »)

<i>Mesure fidèle mais pas juste</i>	<i>Mesure juste mais peu fidèle</i>	<i>Mesure précise parce que juste et fidèle</i>
<i>Courbe de Gauss étroite</i> <i>Ecart-type faible</i> <i>Mais moyenne décalée par rapport à la valeur « vraie »</i>	<i>Courbe de Gauss large</i> <i>Ecart-type grand</i> <i>Mais moyenne centrée sur la valeur « vraie »</i>	<i>Courbe de Gauss étroite</i> <i>Ecart-type faible</i> <i>Et moyenne centrée sur la valeur « vraie »</i>

Remarques :

Quand on demande de comparer deux valeurs numériques g_1 et g_2 d'une même grandeur G (par ex obtenues par deux protocoles expérimentaux différents ou une valeur expérimentale et une valeur de « référence »), il faut

calculer **l'écart relatif** soit $\frac{|g_1 - g_2|}{g_i} \times 100$

Exemple : Expérimentalement, on mesure une résistance $R_{exp} = 102 \Omega$ à 5 % près alors que le constructeur indique $R = 100 \Omega$. L'incertitude relative de la mesure expérimentale est de 5% mais l'écart relatif entre valeur expérimentale et valeur de référence est de 2%.

Dire (ou écrire) : « les deux valeurs sont à peu près égales » sans avoir fait le calcul de l'écart relatif n'a évidemment aucune valeur scientifique !

Compléments anglais



« accurate » => juste



« precise » => fidèle

A representation of accuracy and precision as hits on a target. The target at left depicts good accuracy as the marks are close to the bullseye, but poor precision; while the target at right depicts good precision as the marks are grouped closely, but poor accuracy.