

## 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 pourrait 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	$G_1$	$G_2$	...	$G_i$	$G_{i+1}$	...	$G_n$

**En Première et Terminale S (voir cours, et documents du cours, des TP)**

Le meilleur estimateur de  $G_e$  est la moyenne

$$G_e = \overline{G} = \frac{\sum G_i}{n}$$

Le meilleur estimateur de l'incertitude<sup>(1)</sup> sur  $G$  est l'écart-type d'échantillon  $\Delta G = \sigma_{n-1}$

Supposons que l'on connaisse la valeur  $G_{\text{vrai}}$  : 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*<sup>(2)</sup> 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  $G_{\text{vrai}}$ .

**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	<b>la fidélité</b>	s'apprécie par l'incertitude relative	$: \frac{\Delta G}{G_e} \times 100$
	<b>la justesse</b>	s'apprécie par l'écart relatif	$\frac{ G_e - G_{\text{vrai}} }{G_{\text{vrai}}} \times 100$

#### Un exemple.

Soit un TP consistant à mesurer  $g$  : l'accélération de la pesanteur terrestre qui donne le résultat :

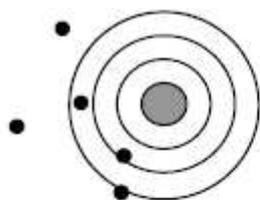
$g = (9,8 \pm 0,1) \text{ m.s}^{-2}$	sachant qu'à Paris la valeur de référence est	$g_{\text{vrai}} = 9,80665 \text{ m.s}^{-2}$
la méthode du TP est :	fidèle à $0,1/9,8 \times 100 = 1\%$ près	
	juste à $0,02/9,81 \times 100 = 0,2\%$ près	

<sup>(1)</sup> : une approche plus fine fait intervenir la notion d'intervalle de confiance et de fonction de Student (voir document donné en cours)

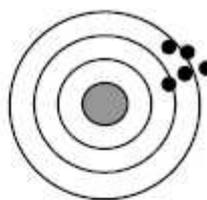
<sup>(2)</sup> : attention au faux sens sur le mot « precision » entre le français et l'anglais. La fidélité inclut la répétabilité (le fait que plusieurs mesurages faits dans les mêmes conditions donnent des mesures peu dispersées) et la reproductibilité (le fait que plusieurs mesurages faits dans des 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 en TP de lycée par ex)

## Quelques analogies pour traduire graphiquement fidélité, justesse et précision

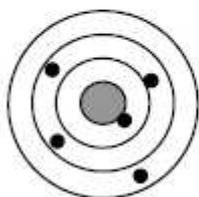
L'analogie de la cible :



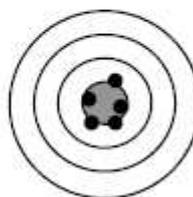
**Ni juste ni fidèle ("imprécis")**  
(Erreurs aléatoire + systématique)



**Pas juste mais fidèle**  
(Erreur systématique)



**Juste mais pas fidèle**  
(Erreur aléatoire)



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

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

(X représente ici la valeur « vraie »)

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