

Mesure et incertitudes au lycée (Voie générale et technologique)

Philosophie générale

- Insister sur la variabilité de la mesure : Comment la visualiser? Comment l'estimer?
- Mettre en place une progressivité des apprentissages en lien avec la spiralisation des enseignements.
- Mettre en œuvre une « Simplicité » : vocabulaire, outils, démarche. Limiter l'utilisation des boîtes noires.
- Donner du sens dans un contexte disciplinaire authentique et développer l'analyse critique des élèves.(« VALIDER »).

Sensibilisation par un exemple

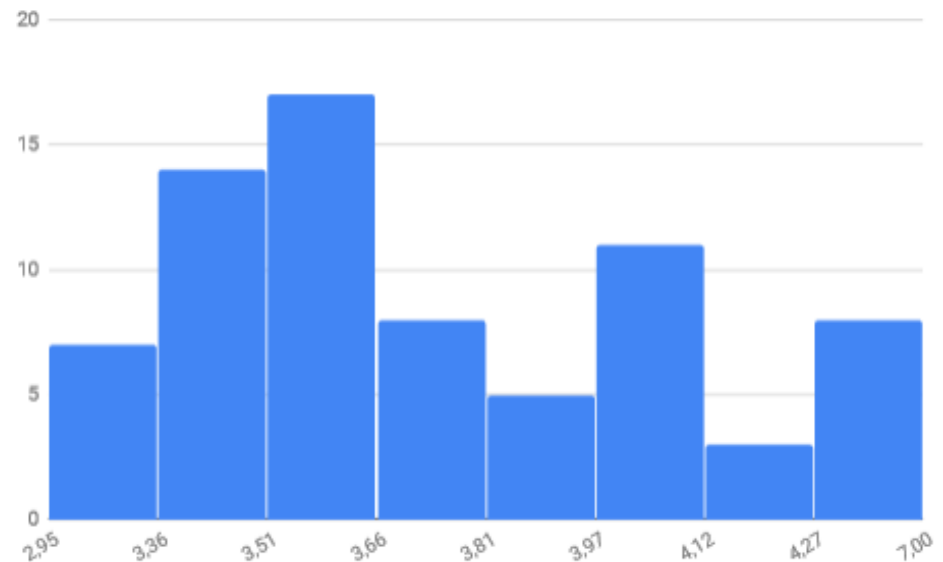
- Mesurer la durée de chute d'un plongeur à l'aide d'un chronomètre : [Vidéo](#).
- Les mesures de tous les expérimentateurs sont récupérées sur un tableur collaboratif .
(exemple : <https://accueil.framacalc.org/> ou [exemples réels](#))



Résultats obtenus

Avec 73 mesures, traitement par un tableur:

Nb de valeurs	73
Moyenne	3,785294521
Ecart-type	0,542306877
incertitude type	0,06347221902



Le PROGRAMME - seconde

Les points du programmes abordés dans cet exemple:

Notions et contenus	Capacités exigibles
Variabilité de la mesure d'une grandeur physique	Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique: histogramme, moyenne et écart-type.
Incertitude-type	Discuter de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole. Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes. Capacité numérique: représenter l'histogramme associé à une série de mesures à l'aide d'un tableur. Expliquer qualitativement la signification d'une incertitude-type et l'évaluer par une approche statistique.
Écriture du résultat. Valeur de référence	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.

Écriture du résultat. Incertitude associée à l'expérience collective

Meilleur estimateur: la moyenne $\bar{\tau} = 3,78 \text{ s}$

Incertitude-type: $u(\bar{\tau}) = 0,06 \left(\frac{s_{exp}}{\sqrt{n}} \right)$

L'incertitude-type (avec un seul CS) permet de choisir le nombre de CS pour la moyenne

Dans les conditions de l'expérience collective, avec un échantillon de 73 mesures, la durée de chute mesurée est de 3,78 s avec une incertitude-type de 0,06 s

“L'incertitude-type fournit alors une estimation de l'étendue des valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à la grandeur physique.” Extrait du programme.

Écriture du résultat. Valeur de référence.

Notions et contenus	Capacités exigibles
Écriture du résultat. Valeur de référence	Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.

Valeur de référence: 3,58 s (par pointage ou méthode plus précise)

Conclusion sur la compatibilité ou non-compatibilité des mesures avec la valeur de référence:

Il y a compatibilité si la valeur moyenne des mesures diffère de la valeur de référence de l'ordre de l'incertitude type. Ici, écart de l'ordre de $3u(\bar{x})$ donc l'estimation de la mesure est compatible avec la valeur de référence.

Ne plus utiliser l'écart relatif.



« Lorsque cela est pertinent, la valeur mesurée sera comparée avec une valeur de référence afin de conclure qualitativement à la compatibilité ou à la non-compatibilité entre ces deux valeurs » extrait du programme de seconde

Le statut de la mesure unique

Notions et contenus	Capacités exigibles
Écriture du résultat. Valeur de référence	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure. Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.

-Exemple: le lendemain, un élève, obtient une mesure de 3,49 s, dans les mêmes conditions d'expériences.

Comment écrire le résultat avec un nombre de chiffres significatifs adapté de sa mesure ?

Écart-type $s(\tau) = 0,5$ s (utilisation de la distribution précédente)

- Dans le cas d'une mesure unique pour laquelle on connaît l'écart-type (étude statistique préalablement effectuée), on s'appuie sur **l'écart-type** associé à cette mesure.
- Dans les conditions de l'expérience, avec **une mesure unique**, la durée de chute du ballon mesurée est de $\tau = 3,5$ s avec une incertitude-type de 0,5 s.

Discuter de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole.

Exemple: étude de la verrerie

Notions et contenus	Capacités exigibles
Incertitude-type	Discuter de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole. Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes.

Exemple de contextualisation : Deux étudiants (Nolan et Marie) doivent préparer du sérum physiologique en dissolvant 1 g de chlorure de sodium dans 100 ml d'eau purifiée soit 100g d'eau purifiée.

Nolan pense qu'il serait préférable d'utiliser une éprouvette graduée pour mesurer les 100 mL d'eau avec précision.

Marie explique à Nolan que la fiole jaugée est plus précise pour mesurer les 100 mL d'eau.

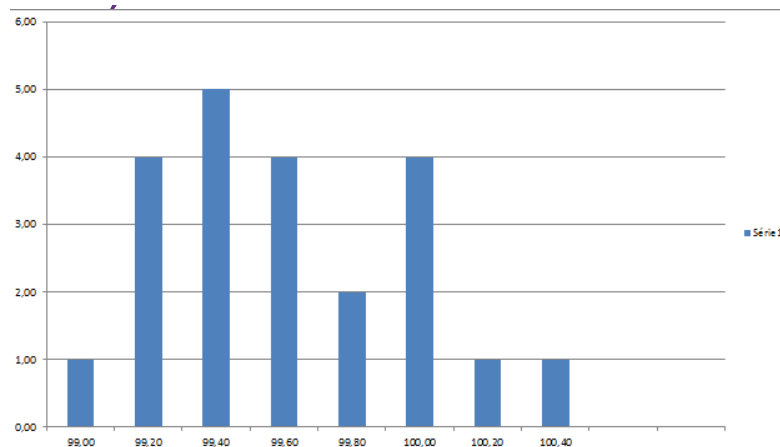
Qui a raison ?

Les résultats

- pesée de la masse de « 100 mL d'eau » dans de la verrerie différente. Une activité qui permet de travailler la compétence valider.

Valider

- Faire preuve d'esprit critique, procéder à des tests de vraisemblance.
- Identifier des sources d'erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence.
- Confronter un modèle à des résultats expérimentaux.
- Proposer d'éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle.



Détermination du volume à l'aide du bécher

Moyenne (mL)	98,38
Écart-type (mL)	1,75777
Incertitude-type (mL)	0,37476

Détermination du volume à l'aide de l'éprouvette graduée



Moyenne (mL)	99,415
Écart-type (mL)	0,61853
Incertitude-type (mL)	0,13187

Détermination du volume à l'aide d'une fiole jaugée

Moyenne (mL)	99,900
Écart-type (mL)	0,35490
Incertitude-type (mL)	0,07566

EN 1^{ÈRE} et TERMINALE, REPÈRES DE PROGRESSIVITÉ

En complément du programme de la classe de seconde, celui de la classe de première introduit l'évaluation de type B d'une incertitude-type, par exemple dans le cas d'une mesure unique effectuée avec un instrument de mesure dont les caractéristiques sont données.

Exemple, en 1^{ère} approximation, au lycée:



$u(V_{\text{pipette}}) = 0,02 \text{ mL}$



$u(m) = 0,01 \text{ g}$ ou utiliser les indications de la notice

EN 1^{ÈRE} et TERMINALE, REPÈRES DE PROGRESSIVITÉ

Lorsqu'elle est pertinente, la comparaison d'un résultat avec une valeur de référence est conduite de manière qualitative ; un critère quantitatif est introduit dans le programme de spécialité physique-chimie de la classe de terminale. De même, les incertitudes composées sont abordées en classe de terminale .

(Typiquement inférieur à 2 ou 3 pour valider).

$$\frac{|m_{mes} - m_{ref}|}{u(m)}$$

L' ÉCART RELATIF NE DOIT PLUS ETRE UTILISÉ COMME OUTIL DE VALIDATION.

Les grands axes de réflexion

- Progressivité
- Variabilité
- Simplicité
- Sens
- Exploiter la plus-value du numérique

Genially résumé: cliquer sur l'image



Mesures et incertitude

Comment déterminer une incertitude type pour une grandeur m ?



La grandeur m peut être déterminée n fois:
TYPE A



La grandeur m est mesurée une fois:
TYPE B

Le meilleur estimateur de m est la moyenne des mesures obtenues.

L'incertitude type est déterminable (Type B)

L'incertitude type est à estimer

Simuler par une méthode aléatoire.

Calculer par composition des incertitudes.

$$m = \frac{m_{max} + m_{min}}{2}$$

Incertitude associée au meilleur estimateur:

$$u(m) = \frac{s_{exp}}{\sqrt{n}}$$

L'incertitude type donne le nombre de chiffres significatifs.
La compatibilité avec une valeur de référence est validée si m s'écarte de l'ordre de u(m).

$$u(m) = \frac{m_{max} - m_{min}}{2}$$



Ressources

- Les ressources du GRIESP
(Physique / Chimie / Numérique)

<https://eduscol.education.fr/cid129214/recherche-et-innovation-en-physique-chimie.html>

- Formations prévues en 2020-2021