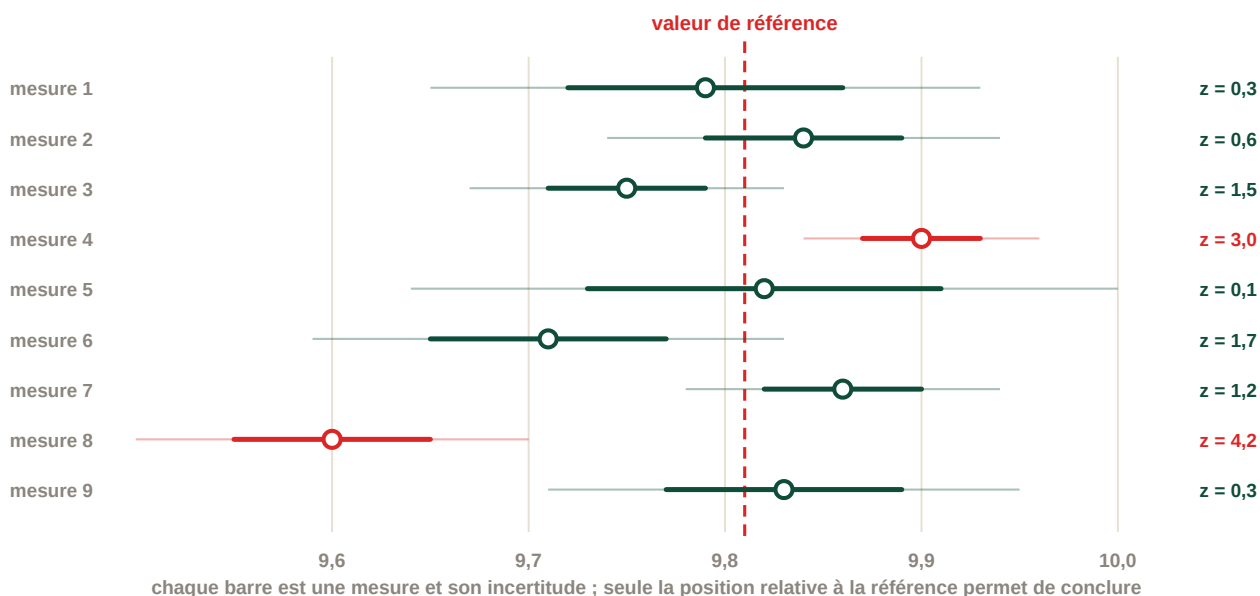




Mesure et incertitudes

dispersion, incertitude-type, composition & valeur de référence

Huit exercices progressifs, entièrement corrigés, pour maîtriser la seule partie du programme qui peut tomber dans **n'importe quel** exercice de l'épreuve : évaluer une incertitude-type, la composer, écrire le résultat et conclure sur un écart à une valeur de référence. Aucun contenu de terminale n'est supposé connu : ce cahier se fait dès la rentrée.

**8**EXERCICES
CORRIGÉS**12**CARTES
FORMULES**3**NIVEAUX
PROGRESSIFS**100 %**DU PROGRAMME
OFFICIEL

Programme d'enseignement de spécialité physique-chimie, classe terminale de la voie générale · Partie « Mesure et incertitudes » · Les onze capacités exigibles sont couvertes, y compris les **deux** capacités numériques (histogramme et simulation d'un processus aléatoire).



POUR COMMENCER

Comment travailler ce cahier	3
Le programme, capacité par capacité	3
Mémo de cours · 12 cartes formules	5
Quiz de positionnement · 16 questions	12
Corrigé du quiz & par où commencer	13

NIVEAU ★ · DÉCOUVERTE

01 Ce qu'une mesure ne dit pas	VRAI/FAUX · QCM	14
02 Vingt fois la même durée	TYPE A	15
03 Six instruments, six notices	TYPE B · À TROUS	16

NIVEAU ★★ · MAÎTRISE

04 Le cylindre d'aluminium	COMPOSITION	17
05 Histogramme & Monte-Carlo	PYTHON	18
06 Un titrage et son incertitude	A + B	19

NIVEAU ★★★ · TYPE BAC

07 Mesurer g avec un pendule	EXPOSANTS	20
08 Deux binômes, deux célérités	CONFRONTATION	21

CORRIGÉS DÉTAILLÉS

Exercices 01 à 03	23
Exercices 04 à 06	26
Exercices 07 et 08	29

POUR FINIR

Fiche synthèse — tout le chapitre en 1 page	32
---	----

TROIS NIVEAUX, UNE PROGRESSION

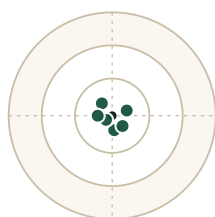
★ **DÉCOUVERTE** Une notion à la fois, énoncés guidés, formats variés (vrai/faux, QCM, texte à trous). Objectif : installer les réflexes et le vocabulaire exact.

★★ **MAÎTRISE** Une grandeur calculée à partir de plusieurs mesures : composition des incertitudes, lecture de scripts Python, comparaison à une valeur de référence.

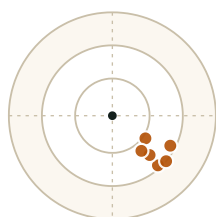
★★★ **TYPE BAC** Deux sujets complets centrés sur le **calcul d'incertitudes composées** et l'analyse critique du résultat : exactement ce que demande l'épreuve.

UN CHAPITRE À PART

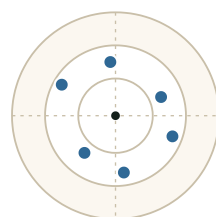
« Mesure et incertitudes » n'est pas un chapitre comme les autres : c'est une partie **transversale**, réactivée dans tous les autres. Elle ne fait presque jamais l'objet d'un exercice entier au baccalauréat, mais elle apparaît, en deux ou trois questions, dans une grande partie des sujets. Ces questions-là sont les plus rentables du sujet : elles ne demandent aucune connaissance de cours, seulement une méthode.



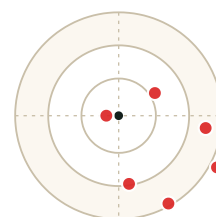
juste et fidèle



fidèle, mais pas juste



juste, mais pas fidèle



ni juste ni fidèle

11. Pour chacune des quatre cibles, indiquer si le protocole est **juste** et s'il est **fidèle**. Justifier en une phrase par cible.
12. Parmi ces quatre situations, laquelle est la **plus dangereuse** pour l'expérimentateur qui ne disposerait pas de la valeur de référence ? Expliquer.
13. Un cinquième binôme mesure dix fois la même longueur à la **règle graduée au millimètre**, lue à la demi-graduation près, et trouve **dix fois** 15,2 cm. Que dire de la dispersion ? L'incertitude est-elle nulle pour autant ? La calculer.
14. Citer **deux** causes d'erreur aléatoire et **deux** causes d'erreur systématique lors d'un chronométrage à la main.
15. **Définir** une incertitude-type en une phrase, en précisant son unité et son signe : cette question tombe telle quelle.

02 Vingt fois la même durée

Exploiter une série de mesures · évaluation de type A · écriture du résultat



20 min

L'exercice de référence du chapitre : une série, une moyenne, un écart-type, une incertitude de type A. Fais-le **calculatrice en main** – maîtriser le mode statistique de ta machine compte autant que la méthode. Ses résultats sont réutilisés à l'exercice 07.

DONNÉES

Un groupe mesure au chronomètre la durée t de **dix** oscillations complètes d'un pendule simple, et répète l'opération vingt fois dans des conditions identiques. Le chronomètre affiche au centième de seconde. Durées obtenues, en secondes :

14,07 14,09 14,21 14,48 14,31 14,24 14,14 14,18 14,30 14,28 14,37 14,26 14,12
14,22 14,16 14,40 14,19 14,23 14,33 14,01

1. Calculer la moyenne $\bar{t}$. Pourquoi la retient-on plutôt que l'une des vingt mesures ?
2. Compléter le tableau des effectifs ci-dessous, en répartissant les vingt mesures dans cinq classes de 0,10 s.

CLASSE (s)	[14,00 ; 14,10 [	[14,10 ; 14,20 [	[14,20 ; 14,30 [	[14,30 ; 14,40 [	[14,40 ; 14,50 [
Effectif					

3. Décrire en une phrase la forme de l'histogramme obtenu. Que traduit-elle sur la nature des erreurs qui affectent cette mesure ?
4. Relever l'**étendue** de la série. Pourquoi ne la retient-on pas comme incertitude ?
5. Donner l'écart-type expérimental s , lu sur la calculatrice. Quelle touche, et pourquoi pas l'autre ?
6. En déduire l'incertitude-type $u(\bar{t})$ associée à la moyenne. De quel type d'évaluation s'agit-il ?
7. Le chronomètre affiche au centième de seconde. Évaluer l'incertitude-type de **type B** due à cette résolution, la composer avec la précédente (**F5**), conclure.
8. Écrire le résultat de la mesure de t avec un nombre adapté de chiffres significatifs.



Ces corrigés sont écrits comme une copie de bac : phrases complètes, justifications, résultats encadrés avec leur unité. **Compare ta rédaction à la leur, pas seulement tes résultats** — c'est là que se gagnent les points que tout le monde laisse.

01 Ce qu'une mesure ne dit pas



A · Vrai ou faux

- 1 **Faux.** Aucune mesure ne donne la valeur vraie : celle-ci existe mais reste **inconnue**. Une mesure donne une valeur mesurée, dont on estime seulement de combien elle peut s'écarter — c'est l'incertitude.
- 2 **Vrai.** $u(x)$ est une estimation d'un écart sur x : elle a nécessairement l'unité de x . Une longueur donne une incertitude en mètres, jamais en % — sauf si l'on parle explicitement d'incertitude **relative**.
- 3 **Faux.** Une erreur systématique décale toutes les mesures du **même côté** : la moyenne est décalée exactement comme les mesures individuelles. Répéter ne réduit que la part **aléatoire** de l'écart.
- 4 **Faux.** Fidélité et justesse sont deux qualités **indépendantes**. Un instrument fidèle donne des résultats resserrés ; s'il est mal réglé, ils sont resserrés *autour d'une valeur fautive*.
- 5 **Faux.** Une incertitude-type est une **estimation d'étendue** : elle est toujours positive. C'est l'**écart** $m_{\text{mes}} - m_{\text{réf}}$ qui peut être négatif, et c'est pourquoi la carte **F11** en prend la valeur absolue.
- 6 **Vrai.** La moyenne et l'écart-type sont deux informations indépendantes. C'est exactement la situation de la question 02 du quiz : même centre, dispersions très différentes.

B · QCM

- 7 **b** — s mesure l'**étalement** des valeurs autour de leur moyenne, donc la **fidélité** du protocole. Il ne dit rien de la justesse : une série très resserrée peut être entièrement décalée.
- 8 **b** — le chronomètre commet la même erreur, disons $u(t)$, quelle que soit la durée mesurée. Or $T = t/10$, donc $u(T) = u(t)/10$: l'incertitude sur la période est bien divisée par **10**. C'est là tout l'intérêt de chronométrer plusieurs oscillations, et cela n'a rien à voir avec le $\sqrt{n}$ de la carte **F3**, qui concerne la répétition de la mesure.
- 9 **b** — l'écart est **constant et de même signe** à chaque pesée : c'est la définition d'une erreur systématique. La dispersion des mesures, elle, est inchangée.
- 10 **a** — $u(\ell) = 0,2 \text{ cm}$ signifie que le chiffre des dixièmes de centimètre est déjà incertain. Annoncer 12,3456 revient à afficher quatre décimales que l'incertitude dément. L'écriture correcte est $\ell = 12,3 \pm 0,2 \text{ cm}$.

C · Quatre séances de travaux pratiques

- 11 **Cible 1 : juste et fidèle.** Les tirs sont resserrés (peu d'erreurs aléatoires) et centrés sur la référence (pas d'erreur systématique).
Cible 2 : fidèle mais pas juste. Resserrés, donc fidèles, mais tous décalés dans la même direction : il y a une erreur systématique.
Cible 3 : juste mais pas fidèle. Dispersés, donc peu fidèles, mais répartis autour de la référence : la moyenne, elle, tomberait juste.
Cible 4 : ni juste ni fidèle. Dispersés *et* décalés : les deux familles d'erreurs sont présentes.
- 12 La **cible 2**. Sans valeur de référence, l'expérimentateur ne dispose que de la dispersion de ses propres mesures : il la trouve excellente et en conclut que sa mesure est excellente. Or elle est fautive, et rien dans ses données ne le lui dira. Une erreur systématique ne se détecte **jamais** en regardant la dispersion : il faut une référence, un second protocole, ou un changement d'instrument.
- 13 La dispersion observée est **nulle** : l'écart-type de la série vaut zéro, donc l'incertitude de **type A** aussi. Mais l'incertitude n'est pas nulle pour autant : la règle ne permet de lire qu'à la demi-graduation près, ce qui impose une incertitude de **type B**.

