SECONDE

PACK CHAPITRE · PHYSIQUE-CHIMIE

Mesure et incertitudes

Série de mesures, histogramme, moyenne et écart-type, incertitude-type, chiffres significatifs, comparaison à une valeur de référence : **toutes les capacités exigibles de la rubrique, capacité numérique comprise.**

1 Quatre parties, une vraie progression

Cours essentiel, méthodes pas à pas, QCM de tête, exercices corrigés. On part de la question « pourquoi deux mesures ne donnent-elles pas le même nombre ? », on termine sur des sujets complets type contrôle.

2 « Les erreurs qui coûtent des points »

Dans chaque partie, les erreurs classiques du chapitre, en ✗ / ✓, avec le réflexe qui les évite. Et le barème d'une question type, décrypté sur un exemple.

3 Rien que le programme officiel

Les sept capacités exigibles de la rubrique, et pas une de plus. **Chaque exercice travaille une capacité identifiée : tu sais pourquoi tu le fais.**

4 L'essentiel pour réviser

Le formulaire des seize cartes sur une page, et les pages qui donnent le plan de réponse de chaque type de question. À photographier, à relire dans le bus.

4	16	16	10
parties progressives	exercices corrigés pas à pas	cartes repères	méthodes pas à pas

Conforme au programme de **physique-chimie de seconde générale et technologique** - annexe de l'arrêté du 17 janvier 2019, B.O. spécial n° 1 du 22 janvier 2019, rubrique « **Mesure et incertitudes** », qui ouvre le programme et s'applique à tous ses thèmes : notions de **variabilité de la mesure d'une grandeur physique**, d'**incertitude-type**, d'**écriture du résultat** et de **valeur de référence**. Un test de positionnement en page 3 t'indique par où commencer.

« Un résultat de mesure, c'est une valeur et une largeur. »

Génies des Sciences
Méthodes & entraînement · Lycée
www.geniesdessciences.com

3 Par quelle partie commencer ?

CORRIGÉ FERMÉ

Seize questions qui balaient les quatre parties. Réponds **sur une feuille**, sans regarder les réponses. Ce test ne te note pas : il te dit seulement **par où commencer si tu ne peux pas tout reprendre**. Si une question te fait hésiter, **ne coche rien** : une question laissée vide compte comme non sue.

01 Deux élèves mesurent la même longueur avec le même instrument :

a le même nombre — b deux nombres différents — c l'un d'eux a triché

02 Une série de mesures indépendantes, c'est :

a une mesure recopiée plusieurs fois — b des mesures qui reprennent le protocole depuis le début — c des mesures de grandeurs différentes

03 Dans un histogramme, la hauteur d'une barre donne :

a une valeur mesurée — b le nombre de mesures de la classe — c la moyenne de la classe

04 L'étendue d'une série est :

a la plus grande valeur moins la plus petite — b le nombre de mesures — c la moyenne des valeurs

05 La valeur retenue au bout d'une série de mesures est :

a la première mesure — b la moyenne de la série — c la plus grande mesure

06 L'écart-type d'une série renseigne sur :

a la dispersion des mesures — b la valeur moyenne — c le nombre de mesures

07 Deux séries ont la même moyenne ; celle dont l'écart-type est le plus grand est :

a la plus dispersée — b la moins dispersée — c la plus longue

08 L'écart-type se lit à la calculatrice ou au tableur.

VRAI — FAUX

09 L'incertitude-type u indique :

a l'erreur exacte commise — b l'étendue des valeurs raisonnablement attribuables — c la valeur vraie

10 Par approche statistique, l'incertitude-type sur la moyenne vaut :

a s — b $\frac{s}{\sqrt{n}}$ — c $s \times n$

11 Une incertitude-type s'écrit avec :

a un seul chiffre significatif — b trois chiffres significatifs — c tous les chiffres de la calculatrice

12 Moyenne $24{,}3712$ g, incertitude-type $0{,}05$ g : on écrit

a $24{,}37\ \text{g} \pm 0{,}05\ \text{g}$ — b $24{,}4\ \text{g} \pm 0{,}05\ \text{g}$ — c $24{,}3712\ \text{g} \pm 0{,}05\ \text{g}$

13 Comparer un résultat à une valeur de référence, c'est :

a calculer un pourcentage d'écart — b dire s'il est compatible ou non — c calculer un score

14 Le résultat est compatible avec la référence quand :

a l'écart à la référence est plus petit que u — b la référence est plus grande — c la moyenne est ronde

15 À dispersion inchangée, quatre fois plus de mesures divisent l'incertitude-type sur la moyenne par :

a 4 — b 2 — c 1, elle ne change pas

16 Passer à un instrument de plus petite graduation :

a ne change rien à la dispersion — b peut réduire la dispersion — c augmente la dispersion

QUESTIONS	PARTIE	SI TU RATES L'UNE D'ELLES…
1 à 4	1	la variabilité, l'histogramme et l'étendue
5 à 8	2	la moyenne et l'écart-type, les deux nombres qui résument une série
9 à 12	3	l'incertitude-type et l'écriture du résultat
13 à 16	4	la comparaison à une référence, l'instrument et le protocole

Comment lire ton résultat

Les réponses sont en tête des corrigés, page 29 : ne les consulte qu'une fois tes seize réponses écrites.

14 à 16 : enchaîne les quatre parties dans l'ordre. **9 à 13 :** commence par les parties où une réponse est fausse ou manque, puis reprends les autres.

8 ou moins : fais les quatre parties dans l'ordre, sans en sauter une seule : le pack est construit pour ce parcours complet.

F3 L'HISTOGRAMME D'UNE SÉRIE — PAR CŒUR

Un histogramme porte les valeurs mesurées en abscisse, rangées en classes de même largeur, et l'effectif de chaque classe en ordonnée

Les barres se touchent, parce que les classes se suivent sans trou. La somme des effectifs redonne le nombre total de mesures : ici $2 + 5 + 7 + 4 + 2 = 20$, ce qui sert de contrôle. Une allure fréquente est celle d'une **cloche** : beaucoup de valeurs au centre, peu sur les bords. Elle indique que les petites causes de variation jouent au hasard, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

Le conseil du prof

Le choix de la largeur des classes se réfléchit. Des classes trop larges donnent deux ou trois barres, et la forme disparaît ; des classes trop étroites donnent une barre par mesure, et la forme disparaît aussi. La règle du pack est donc la même partout : **je divise l'étendue par 5, puis j'arrondis à la valeur ronde la plus proche**, c'est-à-dire 1, 2 ou 5 suivi de zéros. Sur une série de la taille de celle du cours, elle donne cinq ou six classes.

4 Dire si une série est dispersée

COURS

Évaluer **qualitativement** la dispersion, c'est répondre à la question : les valeurs sont-elles serrées les unes contre les autres, ou étalées ? Deux indices suffisent en seconde : la **largeur de l'histogramme** vue à l'œil, et l'**étendue**, qui la chiffre.

F4 L'ÉTENDUE D'UNE SÉRIE — PAR CŒUR

$$\text{étendue} = m_{\max} - m_{\min}$$

$m_{\max}$ est la plus grande valeur de la série, $m_{\min}$ la plus petite ; l'étendue s'exprime dans la même unité que les mesures. Pour la série du cours : $8{,}46\ \text{g} - 8{,}03\ \text{g} = 0{,}43\ \text{g}$. L'étendue est simple à calculer, mais elle ne repose que sur **deux** valeurs de la série : une seule mesure très écartée la fait bondir. La partie 2 donne un second indicateur, qui utilise toutes les mesures.

5 Les méthodes, pas à pas

MÉTHODE

1 Construire l'histogramme d'une série

1. **Je repère la plus petite et la plus grande valeur.**
   Leur différence est l'étendue de la série.
2. **Je choisis une largeur de classe ronde.**
   Je divise l'étendue par 5, puis j'arrondis à la valeur ronde la plus proche - 1, 2 ou 5 suivi de zéros. Je pars ensuite d'une borne ronde située sous la plus petite valeur.
3. **Je compte les effectifs, classe par classe.**
   Je contrôle en additionnant : la somme doit redonner le nombre de mesures.
4. **Je trace les barres jointives.**
   Valeurs en abscisse, effectifs en ordonnée, une graduation par borne de classe.

L'EXEMPLE RÉDIGÉ

Douze mesures de la longueur d'une vis, en millimètres : 24,2 · 24,6 · 24,9 · 25,1 · 25,2 · 25,4 · 25,5 · 25,7 · 25,8 · 26,1 · 26,3 · 26,8.

Étendue : $26{,}8\ \text{mm} - 24{,}2\ \text{mm} = 2{,}6\ \text{mm}$. Divisée par 5 : $0{,}52\ \text{mm}$, dont la valeur ronde la plus proche est $0{,}5\ \text{mm}$; on part de $24{,}0\ \text{mm}$.

Effectifs des six classes, de $24{,}0\ \text{mm}$ à $27{,}0\ \text{mm}$: **1 · 2 · 3 · 3 · 2 · 1**. Contrôle : $1 + 2 + 3 + 3 + 2 + 1 = 12$, c'est bien le nombre de mesures.

2 Prendre des classes de largeurs différentes

✗ une classe de $0{,}10$ g puis une classe de $0{,}30$ g · ✓ les classes ont la **même largeur**. Sinon, la classe la plus large rassemble mécaniquement plus de mesures, et sa barre paraît importante sans que la série y soit pour quelque chose.

Le réflexe : une seule largeur, écrite au brouillon avant de compter, et des bornes obtenues en l'ajoutant à chaque fois.

3 Voir une faute là où il y a de la variabilité

✗ « mon voisin trouve $8{,}31$ g et moi $8{,}18$ g, l'un de nous s'est trompé » · ✓ deux mesures indépendantes diffèrent en général, et cet écart de $0{,}13$ g reste dans l'étendue de la série. C'est précisément ce que la série sert à mesurer.

Le réflexe : compare une valeur à l'étendue de la série, pas à la valeur du voisin.

7 Le QCM express

DE TÊTE, SANS CALCULATRICE

1. Donner deux causes possibles de variabilité d'une pesée.
2. Qu'est-ce qu'une mesure indépendante ?
3. Que porte l'axe horizontal d'un histogramme ?
4. Que porte l'axe vertical ?
5. Les classes doivent-elles avoir la même largeur ?
6. Comment se calcule l'étendue d'une série ?
7. Série allant de 12,1 cm à 12,9 cm : son étendue ?
8. Deux séries de même centre, l'une étalée sur 0,2 g, l'autre sur 2 g : la plus dispersée ?

Cache cette ligne pendant que tu réponds. **Réponses :** 1. le réglage de la balance, le geste de l'opérateur, les mouvements d'air - 2. une mesure obtenue en reprenant le protocole depuis le début - 3. les valeurs mesurées, rangées en classes - 4. l'effectif de chaque classe - 5. oui, sinon les hauteurs ne se comparent plus - 6. la plus grande valeur moins la plus petite - 7. $0{,}8$ cm - 8. celle qui s'étale sur 2 g

8 Exercices

DU PLUS SIMPLE AU PLUS COSTAUD

Exercice 1 — Six mesures, six nombres

★☆☆

Six élèves mesurent l'épaisseur du même livre avec des règles graduées au millimètre. Série A, en millimètres : 32 · 33 · 32 · 34 · 33 · 32. Une autre classe mesure l'épaisseur d'un second livre et obtient la série B, en millimètres : 30 · 35 · 33 · 31 · 36 · 32.

1. Expliquer pourquoi les six valeurs de la série A ne sont pas identiques, alors que le livre mesuré est le même.
2. Indiquer ce qu'un élève doit refaire entre deux mesures pour que celles-ci soient indépendantes.
3. Calculer l'étendue de la série A, puis celle de la série B.
4. Dire laquelle des deux séries est la plus dispersée, et justifier.

Les corrigés détaillés

La rédaction modèle est à gauche, les remarques du correcteur à droite. Compare **ta rédaction**, pas seulement tes résultats : le correcteur note le raisonnement qu'il peut suivre, pas seulement la valeur finale.

Les réponses du test de positionnement (page 3)

1. b - **2.** b - **3.** b - **4.** a - **5.** b - **6.** a - **7.** a - **8.** Vrai - **9.** b - **10.** b - **11.** a - **12.** a - **13.** b - **14.** a - **15.** b - **16.** b

Comment lire un corrigé

Chaque réponse est écrite comme sur une copie : la relation ou la définition utilisée, puis l'application numérique avec l'unité après chaque valeur, puis une phrase qui répond à la question posée. **Ce n'est pas du remplissage** : le correcteur note ce qu'il peut suivre, et un résultat posé seul ne se suit pas.

Quand ta réponse diffère de la mienne, cherche d'abord **où** les deux chemins se séparent. C'est ce point précis qu'il faut retravailler, pas l'exercice entier. Avant de comparer, relis ta copie avec la check-list de la page 42.

Les valeurs intermédiaires sont imprimées avec un chiffre significatif de plus que le résultat final : refaire chaque calcul avec les seuls nombres imprimés redonne le même résultat. Les écarts-types sont ceux que donnent la calculatrice et le tableur, avec le dénominateur $n-1$.

Exercice 1 — Six mesures, six nombres ★

1. Le livre est le même, mais l'opération de mesure change à chaque fois : la règle n'est pas posée exactement au même endroit, la graduation n'est pas lue sous le même angle, les pages ne sont pas serrées de la même façon.

Ces petites causes, qu'aucun élève ne maîtrise une par une, font varier le dernier chiffre lu : c'est la variabilité de la mesure **(F1)**.

2. **Il faut reprendre le protocole depuis le début : écarter la règle, la replacer contre la tranche du livre, puis relire la graduation.**

Relire deux fois le même placement ne donne qu'une seule mesure **(F2)**.

3. Série A : $34\ \text{mm} - 32\ \text{mm} =$ **2 mm.** Série B : $36\ \text{mm} - 30\ \text{mm} =$ **6 mm** **(F4)**.

4. L'étendue de B vaut trois fois celle de A : **la série B est la plus dispersée.** Ses valeurs s'étalent sur une largeur trois fois plus grande, alors que les deux séries portent sur la même grandeur et sont exprimées dans la même unité.

Le mot « indépendantes »

Il ne veut pas dire « faites par des personnes différentes ». Il veut dire que chaque mesure recommence le protocole : un même élève peut produire une série de mesures indépendantes à lui tout seul.

Comparer deux étendues

Une comparaison d'étendues n'a de sens que si les deux séries portent sur la même grandeur et la même unité. Deux étendues de $2\ \text{mm}$ et de $6\ \text{mm}$ se comparent ; une étendue en millimètres et une étendue en grammes, non.