Corrigé – Bac 2026 – Physique-chimie – Métropole, jour 1

Étude d'un lave-linge, L'odeur de jasmin, Coloration de la laine

Corrigé détaillé rédigé par Ben, professeur particulier – benprofparticulier.fr

Exercice 1 – Étude d'un lave-linge *(11 pts)*

1. Remplissage de la cuve

Q1. La moitié de la cuve correspond au volume $V_{1/2} = \dfrac{V_c}{2} = \dfrac{a^3}{2}$. Le débit volumique est le volume écoulé par unité de temps : $D_v = \dfrac{V_{1/2}}{\Delta t_1}$, d'où :

$$\Delta t_1 = \frac{a^3}{2\,D_v}$$

Application numérique, avec $a = 0{,}600$ m et $D_v = 12 \times 10^{-3}$ m³·min^{-1} : $\Delta t_1 = \dfrac{(0{,}600)^3}{2 \times 12 \times 10^{-3}} = \dfrac{0{,}216}{0{,}024}$, soit $\Delta t_1 = 9{,}0$ **min**.

Q2. Lors du remplissage, de l'eau entre dans la chambre de compression : le volume occupé par l'air enfermé diminue. La quantité de matière d'air n et sa température T restant constantes, la loi des gaz parfaits $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ impose que le produit $P \cdot V$ reste constant (loi de Boyle-Mariotte). **Le volume d'air diminuant, sa pression augmente.**

Q3. L'eau qui monte d'une hauteur h dans la chambre cylindrique de rayon r occupe le volume $\pi \cdot r^2 \cdot h$, pris sur le volume initial de l'air :

$$V_2 = V_0 - \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Q4. L'air est un gaz parfait de quantité de matière et de température constantes : $P_0 \cdot V_0 = P_2 \cdot V_2$, d'où :

$$P_2 = \frac{P_0 \cdot V_0}{V_0 - \pi \cdot r^2 \cdot h}$$

La surpression vaut alors :

$$\Delta P = P_2 - P_0 = P_0 \left(\frac{V_0}{V_0 - \pi r^2 h} - 1 \right) = P_0 \times \frac{V_0 - (V_0 - \pi r^2 h)}{V_0 - \pi r^2 h} = P_0 \times \frac{\pi \cdot r^2 \cdot h}{V_0 - \pi \cdot r^2 \cdot h}$$

On retrouve bien l'expression demandée.

Q5. Conversions : $r = 3{,}0 \times 10^{-2}$ m, $h = 5{,}0 \times 10^{-3}$ m, $V_0 = 0{,}50$ L $= 5{,}0 \times 10^{-4}$ m³.

$\pi r^2 h = \pi \times (3{,}0 \times 10^{-2})^2 \times 5{,}0 \times 10^{-3} = 1{,}41 \times 10^{-5}$ m³.

$\Delta P = 1{,}01 \times 10^5 \times \dfrac{1{,}41 \times 10^{-5}}{5{,}0 \times 10^{-4} - 1{,}41 \times 10^{-5}} = 1{,}01 \times 10^5 \times \dfrac{1{,}41 \times 10^{-5}}{4{,}86 \times 10^{-4}}$, soit $\Delta P \approx 2{,}9 \times 10^3$ **Pa**.

Cette surpression est environ $\dfrac{2{,}9 \times 10^3}{150} \approx 20$ fois plus grande que celle d'un cycle normal. La surpression étant liée à la hauteur d'eau dans la cuve, cela signifie qu'en cycle normal la cuve est beaucoup moins remplie que lors du test (où elle l'est à moitié) : un lave-linge fonctionne avec peu d'eau, ce qui limite la consommation d'eau et d'énergie.

Q6. On oriente l'axe (Oz) vers le haut. L'eau, de la cuve à la chambre de compression, forme un même fluide incompressible au repos. Le point A est à la surface libre de l'eau dans la cuve, à l'altitude $z_A = \dfrac{a}{2}$, où $P_A = P_0$; le point B est à la surface de l'eau dans la chambre, à l'altitude $z_B = h$, où $P_B = P_2$ (pression de l'air comprimé). La loi fondamentale de la statique des fluides donne $P_A + \rho_{eau}\, g\, z_A = P_B + \rho_{eau}\, g\, z_B$, donc :

$$\Delta P = P_2 - P_0 = \rho_{eau} \cdot g \cdot (z_A - z_B) = \rho_{eau} \cdot g \cdot \left(\frac{a}{2} - h\right)$$

$\Delta P = 1{,}0 \times 10^{3} \times 9{,}81 \times (0{,}300 - 0{,}0050) = 1{,}0 \times 10^{3} \times 9{,}81 \times 0{,}295$, soit $\Delta P \approx 2{,}9 \times 10^{3}$ **Pa**.

On retrouve la valeur de la question Q5 (2,89 kPa contre 2,94 kPa, soit un écart inférieur à 2 %) : les deux modèles sont cohérents.

Q7. En fonctionnement normal, h est négligeable devant la hauteur d'eau H dans la cuve ; la relation de Q6 devient $\Delta P = \rho_{eau} \cdot g \cdot H$, d'où :

$$H = \frac{\Delta P}{\rho_{eau} \cdot g} = \frac{150}{1{,}0 \times 10^{3} \times 9{,}81} = 1{,}53 \times 10^{-2}\ \text{m},$$ soit environ 1,5 cm.

La cuve étant un cube de côté a, le volume d'eau est $V = a^2 \cdot H = (0{,}600)^2 \times 1{,}53 \times 10^{-2} = 5{,}5 \times 10^{-3}\ \text{m}^3$, soit $V \approx 5{,}5$ **L**. Cette valeur est cohérente avec le volume $V_{eau} = 5{,}7$ L utilisé dans la partie 3.

2. Durée de temporisation

Q8. L'interrupteur est en position 1 : le générateur, le conducteur ohmique et le condensateur sont en série. La loi des mailles donne $E = u_R + u_C$. Avec la loi d'Ohm $u_R = R \cdot i$ et, en convention récepteur, $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} = C \cdot \dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$, on obtient $u_R = R \cdot C \cdot \dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$, d'où :

$$u_C(t) + R \cdot C \cdot \frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}(t) = E$$

Q9. Avec $u_C(t) = A\left(1 - \mathrm{e}^{-t/\tau}\right)$, on a $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = \dfrac{A}{\tau}\,\mathrm{e}^{-t/\tau}$. En remplaçant dans l'équation différentielle avec $\tau = R \cdot C$:

$A - A\,\mathrm{e}^{-t/\tau} + RC \times \dfrac{A}{RC}\,\mathrm{e}^{-t/\tau} = E$, soit $A = E$.

Autre justification : en régime permanent ($t \to +\infty$), le condensateur est chargé, $\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = 0$ et $u_C = E$, or $u_C \to A$. Ainsi $A = E = 4{,}5$ **V** (la condition initiale $u_C(0) = 0$, condensateur déchargé, est bien vérifiée).

Q10. D'après la loi des mailles, $u_R(t) = E - u_C(t) = E - E\left(1 - \mathrm{e}^{-t/\tau}\right)$, d'où $u_R(t) = E \cdot \mathrm{e}^{-t/\tau}$.

Q11. À t_{seuil} : $u_R(t_{seuil}) = \dfrac{E}{3}$, soit $E \cdot \mathrm{e}^{-t_{seuil}/\tau} = \dfrac{E}{3}$, donc $\mathrm{e}^{-t_{seuil}/\tau} = \dfrac{1}{3}$. En prenant le logarithme népérien : $-\dfrac{t_{seuil}}{\tau} = \ln\dfrac{1}{3} = -\ln 3$, d'où $t_{seuil} = \tau \cdot \ln 3$.

Q12. $\Delta t_2 = t_{seuil} = R \cdot C \cdot \ln 3$, donc la résistance idéale serait $R = \dfrac{\Delta t_2}{C \cdot \ln 3} = \dfrac{30}{4{,}70 \times 10^{-3} \times \ln 3} = 5{,}8 \times 10^{3}$ Ω.

Vérification avec les trois résistances disponibles :

- $R_1 = 470\ \Omega$: $\Delta t_2 = 470 \times 4{,}70 \times 10^{-3} \times \ln 3 = 2{,}4$ s, beaucoup trop court ;
- $R_2 = 5{,}0\ \text{k}\Omega$: $\Delta t_2 = 5{,}0 \times 10^{3} \times 4{,}70 \times 10^{-3} \times \ln 3 = 26$ s, voisin de 30 s ;
- $R_3 = 100\ \text{k}\Omega$: $\Delta t_2 = 1{,}00 \times 10^{5} \times 4{,}70 \times 10^{-3} \times \ln 3 = 5{,}2 \times 10^{2}$ s (près de 9 min), beaucoup trop long.

Il faut utiliser $R_2 = 5{,}0\ \mathbf{k\Omega}$.

Q13. Par lecture graphique (figure 3), à $t = 0$: $u_R(0) \approx 4{,}5\ \mathbf{V}$.

En position 2, le générateur est hors circuit : le conducteur ohmique et le condensateur forment une maille à eux seuls. La loi des mailles donne, en valeur absolue, $u_R = u_C$ à chaque instant. Juste avant le basculement, le condensateur est complètement chargé : $u_C = E = 4{,}5$ V. La tension aux bornes d'un condensateur étant continue, $u_C(0) = E$, donc $u_R(0) = E = 4{,}5$ V (positive avec l'orientation choisie pour la mesure). La valeur lue est bien en accord avec la loi des mailles.

Q14. Lors de la décharge, $u_R(t) = u_R(0) \cdot \mathrm{e}^{-t/\tau}$. À $t = \tau$: $u_R(\tau) = u_R(0) \times \mathrm{e}^{-1} = 0{,}37 \times 4{,}5 \approx 1{,}7$ V. On lit sur la figure 3 l'abscisse du point de la courbe d'ordonnée 1,7 V (entre 20 s, où $u_R \approx 1{,}9$ V, et 25 s, où $u_R \approx 1{,}6$ V) : $\tau_{exp} \approx 24\ \mathbf{s}$. (Méthode équivalente : la tangente à la courbe en $t = 0$ coupe l'axe des temps en $t = \tau$.)

Valeur théorique : $\tau = R_2 \cdot C = 5{,}0 \times 10^{3} \times 4{,}70 \times 10^{-3} = 23{,}5$ s. L'écart relatif $\dfrac{|24 - 23{,}5|}{23{,}5} \approx 2\,\%$ est faible : la valeur expérimentale est en bon accord avec la valeur attendue ; le petit écart s'explique par la précision de la lecture graphique et par la tolérance des composants (valeurs réelles de R et C).

3. Chauffage de l'eau

Q15. Les trois modes de transfert thermique sont la **conduction**, la **convection** et le **rayonnement**. Le thermoplongeur, au contact de l'eau, lui transfère de l'énergie par conduction et par convection (mouvements de l'eau) ; aux températures modérées mises en jeu, **le rayonnement peut être négligé**.

Q16. Masse d'eau : $m = \rho_{eau} \cdot V_{eau} = 1{,}0 \times 10^{3} \times 5{,}7 \times 10^{-3} = 5{,}7$ kg.

L'eau ne change pas d'état ; sa variation d'énergie interne est égale au transfert thermique reçu (cuve isolée) : $Q = m \cdot c_{eau} \cdot (\theta_f - \theta_0) = 5{,}7 \times 4{,}18 \times 10^{3} \times (30 - 20) = 2{,}38 \times 10^{5}$ J, soit $Q \approx 0{,}24\ \mathbf{MJ}$.

Q17. Le flux thermique étant constant, $Q = \Phi \cdot \Delta t_3$ avec $\Phi = P_{él} = 2 \times 10^{3}$ W :

$$\Delta t_3 = \frac{Q}{\Phi} = \frac{2{,}38 \times 10^{5}}{2 \times 10^{3}} = 1{,}2 \times 10^{2}\ \text{s, soit } \Delta t_3 \approx 2{,}0\ \mathbf{min}.$$

Q18. De $\Phi = h_c \cdot S \cdot (\theta_{thermo} - \theta_{eau})$, on tire $\theta_{thermo} = \theta_{eau} + \dfrac{\Phi}{h_c \cdot S}$, avec $\theta_{eau} = \theta_f = 30\ ^\circ$C.

- Sans brassage : $\theta_{thermo} = 30 + \dfrac{2 \times 10^{3}}{1{,}0 \times 10^{3} \times 0{,}020} = 30 + 100$, soit $\theta_{thermo} \approx 130\ ^\circ\mathbf{C}$.
- Avec brassage : $\theta_{thermo} = 30 + \dfrac{2 \times 10^{3}}{4{,}0 \times 10^{3} \times 0{,}020} = 30 + 25$, soit $\theta_{thermo} \approx 55\ ^\circ\mathbf{C}$.

Q19. Sur la figure 4, la droite « sans tartre » atteint 30 °C pour $t \approx 120\ \mathbf{s}$ (2,0 min), ce qui confirme le résultat de Q17. Sur la figure 5, à $t = 120$ s, la courbe « sans tartre » donne $\theta_{thermo} \approx 57\ ^\circ\mathbf{C}$.

Cette valeur est très proche des 55 °C calculés à la question Q18 avec brassage (écart d'environ 4 %), et très loin des 130 °C sans brassage : c'est cohérent, puisque la simulation suppose un brassage efficace de l'eau. Le petit écart vient de la valeur « typique » de h_c utilisée dans le modèle simple.

> 💡 **Astuce.** Sur la figure 4, la deuxième graduation de l'axe des temps est notée « 20 », mais les grandes divisions sont régulières : elle correspond en fait à 50 s (0, 50, 100, 150, 200 s). Vérifie toujours l'échelle d'un axe avant de lire une valeur.

Q20. Sur la figure 4, l'eau atteint 30 °C à $t \approx 120$ s sans tartre et à $t' \approx 136$ s avec 2 mm de tartre. La puissance électrique étant constante, l'énergie consommée est $W = P_{él} \cdot \Delta t$: elle est proportionnelle à la durée de chauffage. L'augmentation relative de la consommation vaut donc :

$\dfrac{W' - W}{W} = \dfrac{t' - t}{t} = \dfrac{136 - 120}{120} \approx 0{,}13$, soit **une hausse de l'ordre de 15 %** (13 % avec ces lectures ; une petite graduation valant 10 s, l'écart avec les 15 % annoncés tient à l'incertitude de lecture). Le tartre, mauvais conducteur thermique, freine le transfert vers l'eau : il faut chauffer plus longtemps, d'où la recommandation de détartrer.

Exercice 2 – L'odeur de jasmin *(4 pts)*

Q1. Formule semi-développée : $CH_3–C(=O)–O–CH_2–C_6H_5$ (le groupe CH_2 est lié au cycle benzénique). On entoure l'atome de carbone lié à la fois à un atome d'oxygène par une double liaison et à un autre atome d'oxygène lui-même lié au CH_2 : c'est le **groupe caractéristique ester** –C(=O)–O–. L'éthanoate de benzyle appartient à la **famille des esters**.

Q2. L'étape C est une **trempe** : en versant le contenu du tube dans de l'eau distillée glacée, on dilue fortement le mélange et on le refroidit brutalement, ce qui ralentit la réaction au point de la stopper pratiquement. La composition du mélange est ainsi « figée » à la date t, ce qui permet de doser la quantité d'acide éthanoïque réellement présente à cette date.

Q3. D'après l'équation de la réaction, une mole d'acide éthanoïque consommée produit une mole d'éthanoate de benzyle. Avec l'avancement $x(t)$ et l'absence d'ester à l'état initial :

- $n_{ac}(t) = n_{0,ac} - x(t)$;
- $n_{EB}(t) = x(t)$.

En éliminant $x(t)$: $n_{ac}(t) = n_{0,ac} - n_{EB}(t)$.

Q4. Chaque tube contient $V = 2{,}0$ mL de mélange, dont 25 % en volume d'acide éthanoïque : $V_{ac} = 0{,}25 \times 2{,}0 = 0{,}50$ mL.

Masse : $m_{ac} = \rho_{ac} \cdot V_{ac} = 1{,}05 \times 0{,}50 = 0{,}525$ g. Quantité de matière : $n_{0,ac} = \dfrac{m_{ac}}{M_{ac}} = \dfrac{0{,}525}{60{,}1} = 8{,}7 \times 10^{-3}$ mol.

On retrouve bien $n_{0,ac} = 0{,}0087$ **mol**, valeur de la ligne 7.

Q5. D'après la relation de Q3, $n_{EB} = n_{0,ac} - n_{ac}$; la ligne 18 s'écrit :

n_EB[i] = n_0ac - n_ac[i]

Q6. Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle l'avancement atteint la moitié de sa valeur finale : $x(t_{1/2}) = \dfrac{x_f}{2}$.

Méthode : la courbe tend vers un palier $n_{EB,f} = x_f \approx 5{,}8 \times 10^{-3}$ mol (valeur à 60 min ; c'est bien $0{,}67 \times 8{,}7 \times 10^{-3}$, en accord avec le rendement de 67 %). On trace la droite horizontale d'ordonnée $\dfrac{x_f}{2} \approx 2{,}9 \times 10^{-3}$ mol ; elle coupe la courbe (tracée en partant de l'origine, à travers les points expérimentaux) en un point dont on lit l'abscisse : $t_{1/2} \approx 2{,}5$ **min** (entre 2 et 3 min selon le tracé : le premier point, à 2,0 min, vaut déjà 2,6 mmol).

> ⚠ **Piège.** On prend la moitié de l'avancement **final** (5,8 mmol, lu sur le palier), pas la moitié de l'avancement maximal (8,7 mmol) : la transformation est limitée, elle ne va pas jusqu'à l'épuisement du réactif limitant.

Q7. La vitesse volumique d'apparition de l'éthanoate de benzyle s'écrit :

$$v_{EB} = \frac{1}{V} \cdot \frac{\mathrm{d}n_{EB}}{\mathrm{d}t}$$

Q8. On trace la tangente à la courbe $n_{EB}(t)$ à l'origine ($t = 0$, $n_{EB} = 0$). Elle passe approximativement par le point (3,0 min ; $5{,}0 \times 10^{-3}$ mol). Son coefficient directeur vaut :

$$\left(\frac{\mathrm{d}n_{EB}}{\mathrm{d}t}\right)_{t=0} \approx \frac{5{,}0 \times 10^{-3} - 0}{3{,}0 - 0} = 1{,}7 \times 10^{-3}\ \text{mol·min}^{-1}.$$

Avec $V = 2{,}0 \times 10^{-3}$ L : $v_{EB}(0) = \dfrac{1{,}7 \times 10^{-3}}{2{,}0 \times 10^{-3}}$, soit $v_{EB}(0) \approx 0{,}8$ **mol·L^{-1}·min^{-1}** (la valeur dépend du tracé de la tangente ; un résultat compris entre 0,6 et 1 mol·L^{-1}·min^{-1} est cohérent).

Q9. La vitesse volumique passe d'environ 0,8 mol·L^{-1}·min^{-1} à $t = 0$ à $6{,}7 \times 10^{-3}$ mol·L^{-1}·min^{-1} à $t = 20$ min : elle diminue au cours du temps. La température (bain thermostaté) et la quantité de catalyseur restent constantes ; le facteur cinétique responsable est la **concentration des réactifs** (acide éthanoïque et alcool benzylique), qui diminue au fur et à mesure qu'ils sont consommés.

Q10. La transformation est limitée (équilibre chimique) ; pour améliorer le rendement, il faut déplacer l'équilibre dans le sens direct. On peut **éliminer l'eau au fur et à mesure de sa formation** (montage de Dean-Stark, ou ajout d'un desséchant), ou éliminer l'ester formé par distillation. On peut aussi augmenter encore l'excès d'alcool benzylique. En revanche, élever la température ou ajouter du catalyseur accélère la réaction sans modifier le rendement.

Exercice 3 – Coloration de la laine *(5 pts)*

1. Synthèse d'un « colorant acide »

Q1. Un intermédiaire réactionnel est une espèce chimique **formée au cours d'une étape du mécanisme puis consommée lors d'une étape ultérieure** ; il n'apparaît donc pas dans l'équation de la réaction modélisant la transformation globale.

Q2. On souligne :

- l'ion H_2O^+–N=O (acide nitreux protoné), formé à l'étape 2 et consommé à l'étape 3 ;
- l'ion nitrosonium $N{\equiv}O^+$, formé à l'étape 3 et consommé dans la suite du mécanisme (il réagit ensuite avec l'acide sulfanilique) : il n'apparaît pas dans l'équation de la réaction de synthèse.

L'acide nitreux HNO_2, lui, figure comme réactif dans l'équation de la synthèse (il est introduit en excès) : ce n'est pas un intermédiaire de la synthèse.

> ⚠ **Piège.** HNO_2 est produit à l'étape 1 puis consommé à l'étape 2, ce qui pousse à le souligner. Mais il est écrit comme réactif dans l'équation globale de la synthèse : regarde toujours l'équation bilan avant de désigner un intermédiaire.

Q3. À l'étape 1 :

- **site donneur** de doublet d'électrons : l'atome d'oxygène portant la charge négative de l'ion nitrite ; il possède des doublets non liants (site riche en électrons) ;
- **site accepteur** : l'ion H^+, qui possède une lacune électronique (représentée par le rectangle vide) et une charge positive (site pauvre en électrons).

Le doublet non liant de l'oxygène forme la nouvelle liaison O–H.

Q4. Flèches courbes à dessiner sur l'annexe A2 (chaque flèche part d'un doublet d'électrons et pointe vers l'endroit où il va) :

- **Étape 1** : une flèche partant d'un doublet non liant de l'oxygène chargé négativement (O^-) et pointant vers H^+.
- **Étape 2** : une flèche partant d'un doublet non liant de l'oxygène du groupe OH de l'acide nitreux et pointant vers H^+.
- **Étape 3** : deux flèches. Une flèche partant du doublet de la liaison N–O (entre l'azote et l'oxygène chargé $+$) et pointant vers cet oxygène : la liaison se rompt et la molécule d'eau H_2O se détache. Une flèche partant d'un doublet non liant de l'oxygène de N=O et pointant vers la liaison N–O : il se forme la triple liaison de $N{\equiv}O^+$ (l'oxygène, qui a mis en commun un doublet, porte alors la charge $+$).

Q5. Quantités de matière initiales :

- acide sulfanilique : $n_1 = \dfrac{0{,}87}{173{,}2} = 5{,}02 \times 10^{-3}$ mol ;
- β-naphtol : $n_2 = \dfrac{0{,}72}{144{,}2} = 4{,}99 \times 10^{-3}$ mol.

D'après l'équation, les deux réactifs réagissent mole à mole (l'acide nitreux est en excès). Comme $n_2 < n_1$, **le β-naphtol est le réactif limitant** : $x_{max} = 4{,}99 \times 10^{-3}$ mol, et il se forme au maximum $n_{max} = x_{max}$ mol de colorant.

$m_{max} = x_{max} \cdot M(\text{colorant}) = 4{,}99 \times 10^{-3} \times 328{,}3$, soit $m_{max} \approx 1{,}64$ **g**.

> ⚠ **Piège.** Les deux quantités de matière sont très proches (5,02 et 4,99 mmol) : garde trois chiffres significatifs dans les calculs intermédiaires, sinon tu ne peux pas trancher sur le réactif limitant.

Q6. Rendement : $\eta = \dfrac{m}{m_{max}} = \dfrac{1{,}53}{1{,}64} = 0{,}93$, soit $\eta \approx 93\,\%$.

Q7. Le spectre montre une forte absorption entre environ 450 et 540 nm, avec un maximum vers 485 nm, et aucune absorption au-delà de 570 nm. Le colorant absorbe donc principalement le **bleu** (450-500 nm sur le cercle chromatique). La couleur perçue est la couleur complémentaire de la couleur absorbée, diamétralement opposée sur le cercle chromatique : **le colorant est orange**.

2. Étude du bain de teinture

Q8. Réaction support du titrage : $CH_3COOH(aq) + HO^-(aq) \rightarrow CH_3COO^-(aq) + H_2O(\ell)$.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques : $C_{dil} \cdot V_A = C_B \cdot V_{E1}$, où C_{dil} est la concentration du vinaigre dilué, d'où $C_{dil} = \dfrac{C_B \cdot V_{E1}}{V_A} = \dfrac{0{,}10 \times 13{,}50}{10{,}0} = 0{,}1350$ mol·L^{-1}.

Le vinaigre ayant été dilué dix fois : $C_1 = 10 \times C_{dil} = \dfrac{10\,C_B \cdot V_{E1}}{V_A}$, soit $C_1 = 1{,}350$ **mol·L^{-1}**, valeur du tableau.

Q9. $C_{moy} = 1{,}3621$ **mol·L^{-1} et** $\sigma = 0{,}009$ **mol·L^{-1}**.

Justification : la moyenne est forcément comprise entre la plus petite (1,350) et la plus grande (1,375) des valeurs, ce qui exclut 1,9155 ; 1,3750 est la valeur maximale, pas la moyenne. Le calcul donne $C_{moy} = \dfrac{16{,}345}{12} = 1{,}3621$ mol·L^{-1}. Les valeurs s'écartent de la moyenne d'au plus 0,013 mol·L^{-1} : l'écart-type est de l'ordre de 0,01 mol·L^{-1}, les valeurs 0,237 et 1,370 sont absurdes.

Q10. $u(C_{moy}) = \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}} = \dfrac{0{,}009}{\sqrt{12}} = 2{,}6 \times 10^{-3}$ mol·L^{-1}, arrondie par excès à un chiffre significatif : $u(C_{moy}) = 0{,}003$ **mol·L^{-1}**.

Le dernier chiffre significatif du résultat est au rang de l'incertitude (millième) : $C = 1{,}362$ **mol·L^{-1} avec** $u(C) = 0{,}003$ **mol·L^{-1}**.

Q11. $\dfrac{|C - C_0|}{u(C)} = \dfrac{|1{,}362 - 1{,}360|}{0{,}003} \approx 0{,}7.$

Ce quotient est inférieur à 2 : **la concentration mesurée est en accord avec la valeur de l'étiquette** ($C_0 = 1{,}360$ mol·L^{-1}, vinaigre à 8 °).

Conseils pour le jour J

L'exercice 1 rapporte plus de la moitié des points (11 sur 20) et il est très guidé : de nombreuses questions donnent le résultat à démontrer (Q4, Q8, Q10, Q11, Q16, Q20). Même si tu bloques sur une démonstration, utilise le résultat donné pour la suite : Q5 se calcule avec la formule de Q4, Q12 avec celle de Q11, Q17 avec les 0,24 MJ de Q16. Ne perds jamais ces points-là.

Les conversions sont le principal piège du sujet : centimètres et millimètres en mètres, litres en m³ (0,50 L = $5{,}0 \times 10^{-4}$ m³), millifarads en farads, kilowatts en watts, secondes en minutes quand on te demande un résultat en minutes. Écris chaque conversion sur ta copie avant l'application numérique et soigne les chiffres significatifs.

Les lectures graphiques (constante de temps, temps de demi-réaction, tangente à l'origine, durées de chauffage) doivent apparaître sur l'annexe ou être décrites sur la copie : trace les droites, indique les points lus et explique ta méthode. Pense enfin à rendre les annexes A1 et A2 avec ta copie, même incomplètes : les flèches du mécanisme et la tangente y sont notées.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).