*** Bac Blanc – Physique Chimie – Terminale – Mai 2026 – Corrigé ***

Partie 1 – Mouvement du grand ascenseur

EXO.01-11 pts

Q1. Justification qualitative de la montée de l'ascenseur

D'après la figure 1, la pression diminue au cours du temps (elle passe d'environ 101 300 Pa à environ 99 000 Pa).

Or, d'après la loi de la statique des fluides, la pression atmosphérique diminue quand l'altitude augmente.

La diminution de pression observée indique donc que l'ascenseur monte au cours de l'expérience. **1 p**

Q2. Équation d'état du gaz parfait

L'équation d'état d'un gaz parfait s'écrit :

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

- P : pression du gaz (en Pa)
- V : volume du gaz (en m^3) **1 p**
- n : quantité de matière (en mol)
- R = 8,314 $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$: constante des gaz parfaits
- T : température absolue (en K)

Q3. Calcul de la masse volumique de l'air

Pour une masse m d'air de masse molaire M, on a n = m/M, d'où : P·V = (m/M)·R·T

La masse volumique ρ = m/V s'exprime donc :

$$\rho = (P \cdot M) / (R \cdot T)$$

Application numérique :

- P_1 = 101 302 Pa (pression lue sur la figure 1 au départ, t = 0 s)
- M = 28,98 × 10^{-3} $kg \cdot mol^{-1}$
- R = 8,314 $J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$
- T = 25,0 + 273,15 = 298,15 K

$$\rho = (101\,302 \times 28{,}98 \times 10^{-3}) / (8{,}314 \times 298{,}15) \approx 1{,}184\ kg \cdot m^{-3}$$

➤ *On retrouve bien ρ_{air} = 1,184 $kg \cdot m^{-3}$.* ✓ **0,5 p**

Q4. Démonstration de la formule $h = (P_1 - P_2) / (\rho \cdot g)$

D'après la loi fondamentale de la statique des fluides entre le pied de la tour (point A, altitude z_A = 0) et le sommet atteint par l'ascenseur (point B, altitude z_B = h) :

$$P_B - P_A = \rho \cdot g \cdot (z_A - z_B)$$

Soit, avec $P_A = P_1$, $P_B = P_2$, $z_A = 0$ et $z_B = h$:

$$P_2 - P_1 = \rho \cdot g \cdot (0 - h) = -\rho \cdot g \cdot h$$

➤ $h = (P_1 - P_2) / (\rho \cdot g)$ ✓ **1 p**

Q5. Calcul de h

D'après la figure 1, on lit :

- P_1 ≈ 101 302 Pa (pression initiale, au rez-de-chaussée)
- P_2 ≈ 99 028 Pa (pression finale, au 56ᵉ étage)

$$h = (101\,302 - 99\,028) / (1{,}184 \times 9{,}81)$$

$$h = 2\,274 / 11{,}615 \approx 196 \text{ m}$$ **0,5 p**

➤ *Commentaire : La tour mesure 210 m pour 59 étages. Le 56e étage correspond à environ 56/59 × 210 ≈ 199 m. Le résultat obtenu (~196 m) est cohérent avec la hauteur attendue, la légère différence s'explique par les incertitudes de lecture de la pression sur le graphe et par l'hypothèse de masse volumique constante.*

L'écart relatif ε=(199-196)/199 = 1,5% < 5% ➤ Le résultat 196 m est cohérent avec la valeur de référence.

Q6. Complétion de la ligne 19 du script Python

L'accélération est la dérivée de la vitesse par rapport au temps. Par différences finies :

a[i] = (v[i+1] - v[i]) / (t[i+1] - t[i])

Ligne 19 complétée :

```
acalcul=(v[i+1]-v[i])/(t[i+1]-t[i])
```

0,5 p

Q7. Nombre de valeurs de l'accélération

La liste t contient 86 valeurs (indices 0 à 85).

Le calcul de z effectue 85 itérations (range(len(t)-1) = range(85)) → la liste z contient 85 valeurs.

Le calcul de v effectue 84 itérations (range(len(z)-1) = range(84)) → la liste v contient 84 valeurs.

Le calcul de a effectue 83 itérations (range(len(v)-1) = range(83)) → la liste a contient 83 valeurs. **0,5 p**

➤ *Le programme calcule donc 83 valeurs de l'accélération.*

Q8. Description du mouvement selon les 4 phases (figure 2)

Phase ① (0 à ~25 s) : La vitesse est nulle ou quasi-nulle. L'ascenseur est à l'arrêt (**mouvement nul**).

Phase ② (~25 s à ~40 s) : La vitesse augmente de 0 à ~4,5 m·s^{-1}. L'ascenseur est en **mouvement rectiligne accéléré** (accélération positive vers le haut). **0,5 p**

Phase ③ (~40 s à ~65 s) : La vitesse est approximativement constante (~4,5 m·s^{-1}). L'ascenseur est en **mouvement rectiligne uniforme**.

Phase ④ (~65 s à ~80 s) : La vitesse diminue de ~4,5 m·s^{-1} à 0. L'ascenseur est en **mouvement rectiligne décéléré** (accélération négative, frein).

Q9. Cohérence avec la courbe d'accélération (figure 3)

Phase ① : L'accélération est nulle (oscillations autour de 0). Cohérent avec v = 0 (arrêt).

Phase ② : L'accélération est positive (pic autour de +0,6 m·s^{-2}). Cohérent avec une vitesse croissante (accélération > 0).

Phase ③ : L'accélération est nulle (faibles oscillations autour de 0). Cohérent avec une vitesse constante (mouvement uniforme). **0,5 p**

Phase ④ : L'accélération est négative (creux autour de -0,6 m·s^{-2}). Cohérent avec une vitesse décroissante (freinage).

Q10. Association schéma ↔ phase

Les schémas montrent les forces $\vec{P}$ (poids, vers le bas) et $\vec{F}$ (autres forces verticales, vers le haut).

Phase ① (arrêt) → Schéma B : F = P (forces égales, ascenseur en équilibre, a = 0).

Phase ② (accélération vers le haut) → Schéma A : F > P (la résultante est vers le haut, a > 0 selon Oz).

Phase ③ (vitesse constante) → Schéma B : F = P (forces égales, mouvement uniforme, a = 0). **0,5 p**

Phase ④ (décélération) → Schéma C : F < P (la résultante est vers le bas, a < 0 selon Oz).

➤ *Schéma A : $\vec{F} > \vec{P}$ → phase ②. Schéma B : $\vec{F} = \vec{P}$ → phases ① et ③. Schéma C : $\vec{F} < \vec{P}$ → phase ④.*

Q11. Valeur maximale de F

On applique la 2e loi de Newton selon l'axe Oz (orienté vers le haut) :

$$F - P = m \cdot a \quad \text{donc} \quad F = m \cdot (g + a)$$

La valeur maximale de F correspond à l'accélération maximale $a_{max} \approx +0,6\ m \cdot s^{-2}$ (phase ②, figure 3).

Estimation de la masse totale :

- Masse de l'ascenseur vide : $m_{cabin} = 2\,000$ kg
- 21 personnes × 80 kg (masse moyenne standard) = 1 680 kg **0,5 p**
- Masse totale : m = 2 000 + 1 680 = 3 680 kg

$$F_{max} = 3\,680 \times (9,81 + 0,6) \approx 3\,680 \times 10,41 \approx 38\,300\ N \approx 38\ kN$$

➤ *Remarque : la masse de 80 kg par personne est une hypothèse raisonnable (valeur standard). Le résultat dépend de cette hypothèse.*

Partie 2 – Installation de panneaux solaires

Q12. Puissance électrique maximale d'un panneau

La puissance électrique maximale est donnée par :

$$P_{élec} = U_{Pmax} \times I_{Pmax} = 38,4 \times 9,38 \approx 360\ W$$ **0,5 p**

➤ *La puissance électrique maximale est bien proche de 360 W. ✓*

Q13. Rendement du panneau

Surface d'un panneau : $S_{panneau} = 1,980 \times 1,002 \approx 1,984\ m^2$

Puissance rayonnante reçue pour $I = 1,0\ kW \cdot m^{-2}$:

$$P_{ray} = I \times S = 1\,000 \times 1,984 \approx 1\,984\ W$$

$$r = P_{élec} / P_{ray} = 360 / 1\,984 \approx 0,181 \approx 18\ \%$$ **0,5 p**

➤ *Le rendement du panneau est bien r ≈ 18 %. ✓*

Q14. Énergie électrique annuelle fournie par l'installation

Énergie rayonnante annuelle à Paris : $E_{ray} = 1\,300\ kW \cdot h \cdot m^{-2}$

Surface de la terrasse : $S = 1\,700\ m^2$

Énergie électrique annuelle produite :

$$E_{élec} = r \times E_{ray} \times S = 0,18 \times 1\,300 \times 1\,700$$ **0,5 p**

$$E_{élec} \approx 397\,800\ kW \cdot h \approx 398\ MW \cdot h \approx 0,398\ GW \cdot h$$

Commentaire :

La tour consomme 35,75 GW·h·an^{-1}. L'installation solaire en terrasse ne produirait que ~0,40 GW·h, soit environ 1,1 % de la consommation totale. L'apport des panneaux en toiture est donc très limité et ne peut pas suffire à couvrir les besoins énergétiques de la tour.

Partie 3 – Rénovation énergétique de la tour Montparnasse

Q15. Les trois modes de transfert thermique

Les trois modes de transfert thermique sont :

- La conduction (transfert dans un solide ou un fluide au repos par contact)
- La convection (transfert par déplacement d'un fluide, naturelle ou forcée) **0,5 p**
- Le rayonnement (transfert par ondes électromagnétiques, sans matière)

Q16. Résistance thermique de conduction du simple vitrage

Données : e = 4 mm = 4 × 10^{-3} m ; λ_{verre} = 1,0 W·m^{-1}·K^{-1} ; S = 1,00 m^2

$$R_c = e / (S \times \lambda) = (4 \times 10^{-3}) / (1{,}00 \times 1{,}0) = 4 \times 10^{-3}\ K{\cdot}W^{-1}$$

➤ *$R_c = 4{,}0 \times 10^{-3}\ K{\cdot}W^{-1}$* **0,5 p**

Q17. Résistance thermique globale R_g

On a : $U_g = 1 / (R_g \times S)$ ➤ $R_g = 1 / (U_g \times S)$

Avec U_g = 5,75 W·m^{-2}·K^{-1} et S = 1,00 m^2 :

$$R_g = 1 / (5{,}75 \times 1{,}00) \approx 0{,}174\ K{\cdot}W^{-1}$$ **0,5 p**

Commentaire :

R_g = 0,174 K·W^{-1} est très largement supérieur à R_c = 4 × 10^{-3} K·W^{-1}. Cela montre que la résistance thermique du verre seul est négligeable devant la résistance thermique globale de la fenêtre. Les transferts par convection et rayonnement (aux interfaces verre/air) dominent la résistance totale.

Q18. Flux thermique à travers 1,00 m^2 de simple vitrage

Le flux thermique Φ est donné par la loi :

$$\Phi = \Delta T / R_g = (T_{intérieur} - T_{extérieur}) / R_g$$

$$\Phi = (20{,}0 - 11{,}3) / 0{,}174 = 8{,}7 / 0{,}174 \approx 50\ W$$ **0,5 p**

➤ *Le flux thermique perdu à travers 1,00 m^2 de simple vitrage est $\Phi \approx 50$ W.*

Q19. Énergie économisée par an en remplaçant le simple vitrage par du double vitrage

Pour le double vitrage : $U_{g,double}$ = 1,15 W·m^{-2}·K^{-1}

Résistance thermique globale du double vitrage (pour S = 1,00 m^2) :

$$R_{g,double} = 1 / (U_{g,double} \times S) = 1 / (1{,}15 \times 1) \approx 0{,}870\ K{\cdot}W^{-1}$$

Flux thermique à travers 1,00 m^2 de double vitrage pour ΔT = 8,7 K :

$$\Phi_{double} = \Delta T / R_{g,double} = 8{,}7 / 0{,}870 \approx 10\ W$$

Économie de flux par m² :

$$\Delta\Phi = \Phi_{simple} - \Phi_{double} = 50 - 10 = 40 \text{ W par m}^2$$

Surface vitrée totale : S_{totale} = 40 000 m²

$$\Delta\Phi_{total} = 40 \times 40\,000 = 1\,600\,000 \text{ W} = 1{,}6 \text{ MW}$$

Durée de la période froide : 279 jours

$$\text{Durée} = 279 \times 24 = 6\,696 \text{ h}$$

0,5 p

$$\Delta E = \Delta\Phi_{total} \times \text{Durée} = 1{,}6 \times 10^{6} \times 6\,696 \approx 1{,}07 \times 10^{10} \text{ Wh} \approx 10{,}7 \text{ GW·h}$$

Commentaire :

L'économie réalisée serait d'environ 10,7 GW·h par an, soit près de 30 % de la consommation totale de la tour (35,75 GW·h). Le remplacement du simple vitrage par du double vitrage est donc une mesure très efficace pour améliorer le bilan énergétique de la tour Montparnasse.

EXERCICE 2 ***05 pts***

L'érythrosine, colorant alimentaire

Partie A – Concentration en érythrosine dans la solution contenue dans la boite de cerise

1.

On choisi la longueur d'onde au pic de l'absorbance :

$\lambda_m = 525 \text{ nm}$

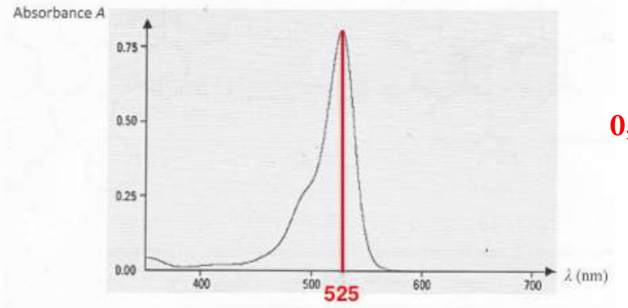


Figure 1 - Spectre d'absorption d'une solution aqueuse d'érythrosine

0,5 p

2.

Loi de Beer-Lambert :

$A = \epsilon \times l \times c$

0,5 p

$$c = \frac{A}{\epsilon \times l}$$

Ainsi la mesure de l'absorbance de la solution étudiée permet de déterminer la concentration en érythrosine à partir de la loi de Beer-Lambert.

3.

$$c = \frac{A}{\epsilon \times l}$$

$$[E] = \frac{A_{solution}}{\epsilon \times l}$$

$$[E] = \frac{0,44}{8,2 \times 10^4 \times 1,0}$$

$$[E] = 5,4 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$$

0,5 p

4.

DJA : 0,1 mg/kg

Une personne de 50kg peut consommer $50 \times 0,1 \times 10^{-3} = 5,0 \times 10^{-3}\text{g}$

Calculons la masse contenue dans la solution :

$m = n \times M$

Or $n = [E] \times V$

D'ou

$m = [E] \times V \times M$

$m = 5,4 \times 10^{-6} \times 500 \times 10^{-3} \times 878,86$

$m = 2,4 \times 10^{-3}\text{g}$

0,5 p

La masse contenue dans la solution est inférieure à la masse maximale qu'une personne de 50kg peut consommer. Ainsi, une personne de 50kg peut consommer la totalité de la solution contenue dans la conserve de cerises sans risque pour sa santé.

Partie B – Cinétique de la décoloration de l'érythrosine par l'eau de Javel

5.

$$C = \frac{n_{ClO^-}}{V_{Solution}}$$

Or

$$n_{ClO^-} = \frac{m_{ClO^-}}{M_{ClO^-}}$$

Ainsi :

$$C = \frac{n_{ClO^-}}{V_{Solution}} = \frac{m_{ClO^-}}{M_{ClO^-} \times V_{Solution}}$$

Or le pourcentage est défini par :

$$w = \frac{m_{ClO^-}}{m_{solution}}$$

1 p

D'ou

$$m_{ClO^-} = w \times m_{solution}$$

Ainsi :

$$C = \frac{m_{ClO^-}}{M_{ClO^-} \times V_{Solution}} = \frac{w \times m_{solution}}{M_{ClO^-} \times V_{Solution}}$$

Or

$$\rho_{solution} = \frac{m_{solution}}{V_{Solution}}$$

Ainsi :

$$C = \frac{w \times m_{solution}}{M_{ClO^-} \times V_{Solution}} = \frac{w \times \rho_{solution}}{M_{ClO^-}}$$

$$C = \frac{\frac{4,8}{100} \times 1095}{35,5 + 16,0}$$

$$C = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$$

Lors d'une dilution la quantité de matière se conserve :

$$n_1 = n_0$$

$$c_1 \times V_j = c \times V_0$$

$$c_1 = \frac{c \times V_0}{V_j}$$

$$c_1 = \frac{1,0 \times 30 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}}$$

$$c_1 = 3,0 \times 10^{-1} \text{mol.L}^{-1}$$

6.

$n_{Hi} = c_1 \times V_1$
$n_{Hi} = 3{,}0 \times 10^{-1} \times 5 \times 10^{-3}$
$n_{Hi} = 1{,}5 \times 10^{-3}$ mol

$n_{Ei} = [E] \times V_E$ **0,5 p**
$n_{Ei} = 5{,}4 \times 10^{-6} \times 5 \times 10^{-3}$
$n_{Ei} = 2{,}7 \times 10^{-8}$ mol

$E(aq) + ClO^-(aq) \rightarrow P(aq)$
$\frac{n_{Ei}}{1} < \frac{n_{Hi}}{1}$

Ainsi, les ions hypochlorite sont en excès.

7.

$v = -\frac{d[E]}{dt}$ **0,25 p**

8.

Dans le cas d'une loi de vitesse d'ordre 1, la relation existant entre la vitesse volumique de disparition v de l'érythrosine, la concentration [E] et une constante positive k est : **0,25 p**
$v = k \times c$

9.

$t_{1/2}$ est la durée nécessaire pour que l'avancement atteigne la moitié de sa valeur finale :
$x(t_{1/2}) = x_f/2$.
on a donc :

$[E]_{(t=t_{1/2})} = \frac{[E]_0}{2}$

Or

$[E]_{(t=t_{1/2})} = [E]_0 \times e^{-k \times t_{1/2}}$

Donc **0,25 p**

$[E]_0 \times e^{-k \times t_{1/2}} = \frac{[E]_0}{2}$

$e^{-k \times t_{1/2}} = \frac{1}{2}$

$\ln(e^{-k \times t_{1/2}}) = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$

$-k \times t_{1/2} = -\ln(2)$

$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$

10.

D'après l'énoncé : dans le cas ou la loi de vitesse est d'ordre 1, les solutions de cette équation différentielle sont de la forme :

$[E](t) = [E]_0 \times e^{-k \times t}$

Or Loi de Beer-Lambert (question2):

$A = \epsilon \times l \times c$

$A = \epsilon \times l \times [E]$

$[E] = \frac{A}{\epsilon \times l}$ **0,25 p**

On a donc :

$\frac{A}{\epsilon \times l} = [E]_0 \times e^{-k \times t}$

$A = \epsilon \times l \times [E]_0 \times e^{-k \times t}$

Ainsi, l'évolution de l'absorbance en fonction du temps est une exponentielle.

11.

L'équation de la courbe de modélisation donnée par le tableau est :

$A = 0{,}215 \times e^{-0{,}0036 \times t}$

Or

$A = \epsilon \times l \times [E]_0 \times e^{-k \times t}$

Par identification

$k = 0{,}0036\ s^{-1}$ **0,5 p**

D'après la question 9 :

$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$

$t_{1/2} = \frac{\ln(2)}{0{,}0036}$

$t_{1/2} = 193\ s$

$t_{1/2} = 3\ min\ 13\ s$

L'action de l'eau de Javel sur l'érythrosine est lente.

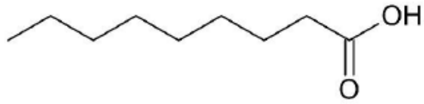
EXERCICE 3. Etude d'un herbicide (4 points)

Un herbicide, ou désherbant, est une substance destinée à tuer les végétaux.

Pendant longtemps, le principe actif utilisé était le glyphosate, mais cette substance toxique, irritante et écotoxique a été classée cancérigène, et est donc remplacée par une autre molécule : l'acide pélargonique.

Le but de cet exercice est de vérifier l'indication de la concentration en masse d'acide pélargonique figurant sur les flacons en vente dans les commerces spécialisés : 43,06 $g \cdot L^{-1}$.

Données diverses :

- l'acide pélargonique est le nom usuel de l'acide nonanoïque ;
- formule topologique de l'acide pélargonique : 

- masse molaire de l'acide nonanoïque : M = 158 $g \cdot mol^{-1}$;
- masse volumique de la solution d'herbicide : $\rho = 1{,}00 \times 10^3\ g \cdot L^{-1}$

Préfixes de la nomenclature en chimie organique

Nombre d'atomes de carbone	5	6	7	8	9	10	11
Préfixe	Pent	Hex	Hept	Oct	Non	Dec	Undec

Matériels et produits mis à disposition :

- agitateur magnétique avec un barreau aimanté ;
- pH-mètre et conductimètre étalonnés ;
- béchers de volumes divers, éprouvettes (50 mL ; 100 mL et 250 mL), erlenmeyers de volumes divers, burette graduée, fioles jaugées (50,0 mL ; 100,0 mL et 200,0 mL), pipettes jaugées (2,0 mL ; 5,0 mL ; 10,0 mL et 20,0 mL) ;
- solution d'hydroxyde de sodium (Na^+(aq) + HO^-(aq)) de concentration en soluté apporté $C = 1{,}00 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$;
- herbicide commercial ;
- eau distillée.

Comparaison d'une mesure avec une valeur de référence

Le résultat d'une mesure est considéré en accord avec une valeur de référence si la valeur du quotient z est inférieure ou égale à 2.

avec :

$$z = \frac{|x - x_{ref}|}{u(x)}$$

- x : la valeur mesurée ;
- x_{ref}: la valeur de référence ;
- $u(x)$: l'incertitude-type associée à la mesure de x.

Pour cette expérience, on considère que la concentration en masse d'acide pélargonique est déterminée avec une incertitude-type $u(c_m) = 1{,}2\ g \cdot L^{-1}$.

Zone de virage de quelques indicateurs colorés

Indicateur coloré	**Zone de virage (pH)**	**Forme acide**	**Forme basique**
Hélianthine	3,2 – 4,4	Rouge	Jaune
Bleu de bromothymol (BBT)	6,0 – 7,6	Jaune	Bleu
Indicateur TA	8,2 – 9,8	Incolore	Rose

Q1. Justifier le nom « acide nonanoïque » en nomenclature officielle de l'acide pélargonique.

La formule topologique de l'acide nonaoïque montre qu'il contient 9 atomes de carbone et l'on reconnaît le groupe carboxyle COOH caractéristique de la famille des acides carboxyliques. **0,5 p**

La solution commerciale d'herbicide est trop concentrée pour pouvoir être titrée directement.
Q2. Proposer un protocole permettant de diluer la solution d'un facteur 10 en utilisant le matériel mis à disposition.

Dilution d'un facteur 10 avec $F = \frac{C_{mère}}{C_{fille}} = \frac{V_{fille}}{V_{mère}}$

Il faut $V_{fille} = 10 \cdot V_{mère}$.

Ou autre méthode :

Solution mère : $C_{mère} = 43{,}06\ g \cdot L^{-1}$, $V_{mère} = ?$

Solution fille : $C_{fille} = C_{mère}/10$, V_{fille}

Au cours d'une dilution la quantité de matière de soluté se conserve $n_{mère} = n_{fille}$

$$C_{mère} \cdot V_{mère} = C_{fille} . V_{fille}$$

$$C_{mère} \cdot V_{mère} = \frac{C_{mère}}{10} . V_{fille}$$

Ainsi $V_{mère} = \frac{V_{fille}}{10}$. **0,5 p**

Dans un bécher, on verse de la solution mère d'herbicide.
À l'aide d'une pipette jaugée, on prélève $V_{mère}$ = 20,0 mL que l'on verse dans une fiole jaugée de volume 200,0 mL.
On ajoute de l'eau distillée jusqu'au tiers de la fiole. On agite.
On poursuit l'ajout d'eau jusqu'au trait de jauge. On bouche, on agite.
On dispose de V_{fille} = 200,0 mL d'herbicide dilué d'un facteur 10.
Remarque : avec de plus grands volumes, les incertitudes relatives sont plus faibles.

La solution diluée ainsi obtenue est notée « solution S ».
On réalise un dosage par titrage acido-basique de l'acide pélargonique contenu dans cette solution par une solution d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq) + HO^-(aq)$).
Protocole expérimental :
- **remplir convenablement la burette avec la solution titrante d'hydroxyde de sodium de concentration $C = 1{,}00 \times 10^{-2}\ mol \cdot L^{-1}$;**
- **prélever un volume V_S = 5,0 mL de solution S et le verser dans un bécher ;**
- **placer l'électrode du pH-mètre et ajouter un peu d'eau pour l'immerger ;**
- **ajouter lentement la solution titrante dans le bécher en notant régulièrement les valeurs du pH.**

L'équation de la réaction support du titrage est :

$$C_8H_{17}COOH(aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_8H_{17}COO^-(aq) + H_2O(\ell)$$

La courbe obtenue est donnée en ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.

Q3. Définir l'équivalence d'un titrage.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. Ils sont alors totalement consommés. Il se produit un changement de réactif limitant. **0,5 p**

Q4. Déterminer la valeur du volume V_E d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence. Faire apparaitre la démarche sur le document-réponse de L'ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE.

À l'aide de la méthode des tangentes (voir https://acver.fr/tangentes), on détermine V_E = 14,4 mL.
Ou plus simplement, on utilise la dérivée. Pour $V = V_E$, il se produit un saut de *pH*, l'augmentation de pH est très forte, la dérivée $\frac{dpH}{dV}$ est maximale. **0,5 p**

Q5. Exploiter les résultats pour déterminer la concentration C_{ap} en quantité d'acide pélargonique dans la solution commerciale d'herbicide.

On va exprimer la concentration en quantité C_{apS} dans la solution diluée S.
À l'équivalence, on n_{ap} initiale = n_{HO^-} versée

$$C_{apS} \cdot V_S = C \cdot V_E$$

$$C_{apS} = \frac{C \cdot V_E}{V_S}$$

La solution commerciale est 10 fois plus concentrée $C_{ap} = 10 \cdot C_{apS}$

$$C_{ap} = \frac{10 \cdot C \cdot V_E}{V_S}$$

0,5 p

$$C_{ap} = \frac{10 \times 1{,}00 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1} \times 14{,}4\ mL}{5{,}0\ mL} = 2{,}88 \times 10^{-1}\ mol \cdot L^{-1}$$

En ne conservant que deux chiffres significatifs $C_{ap} = 2{,}9 \times 10^{-1}\ mol \cdot L^{-1}$.

Q6. Vérifier si le résultat de ce titrage est cohérent avec l'indication du fabriquant.

Le fabricant indique une concentration en masse $C_m = 43{,}06\ g \cdot L^{-1}$.
Expérimentalement, on a trouvé $C_{m,exp} = C_{ap} \cdot M$

$$C_{m,exp} = 2{,}88 \times 10^{-1}\ mol.L^{-1} \times 158\ g \cdot mol^{-1} = 45{,}5\ g \cdot L^{-1}.$$

En ne conservant que deux chiffres significatifs $C_{m,exp} = 46\ g \cdot L^{-1}$.
On calcule le z-score pour comparer ces deux valeurs :

$$z = \frac{|x - x_{ref}|}{u(x)}, \text{ soit } z = \frac{|C_{m,exp} - C_m|}{u(C_m)}$$ **0,5 p**

$$z = \frac{|45{,}5 - 43{,}06|}{1{,}2} = 2{,}0$$

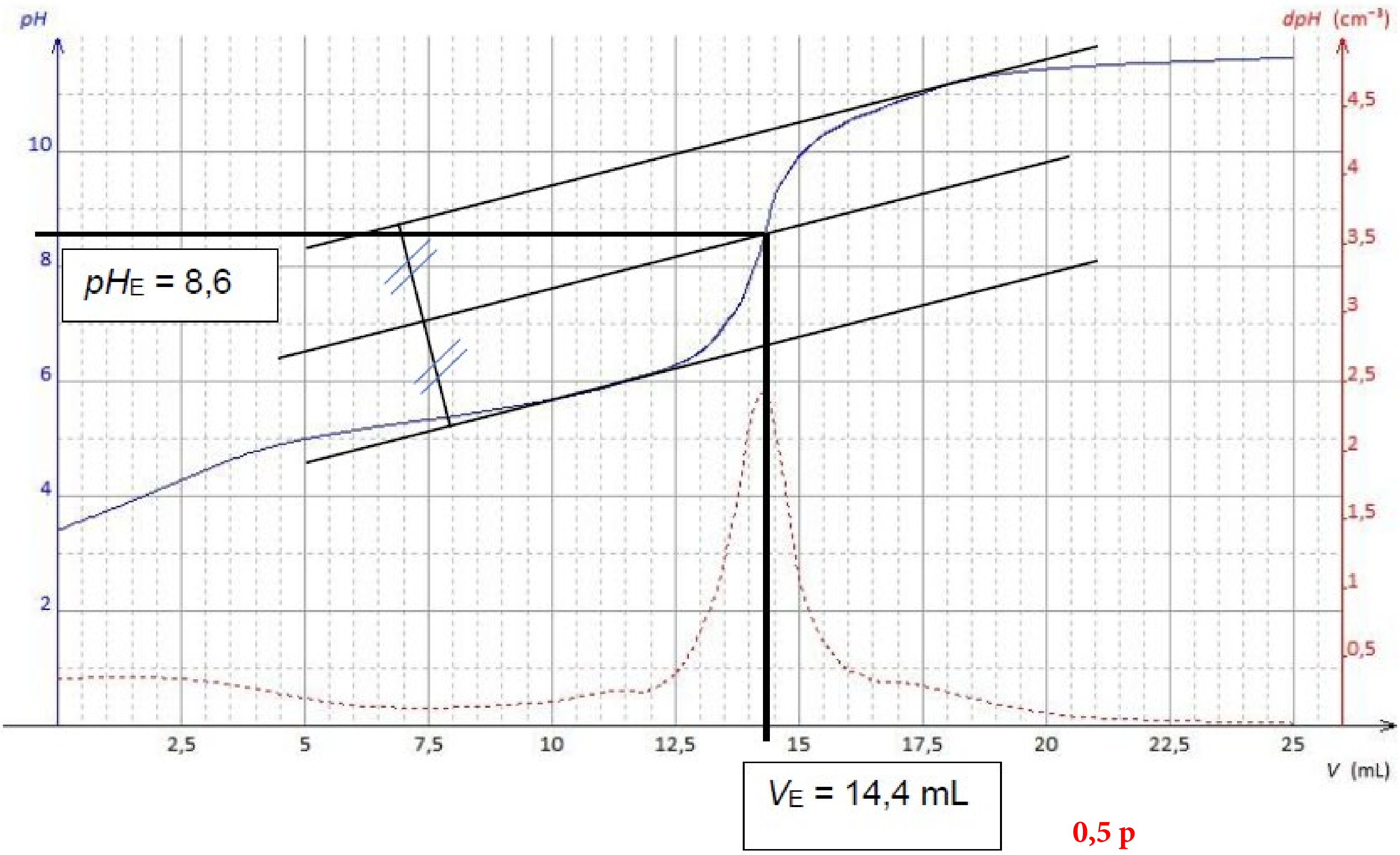
Le z-score est égal à 2, la valeur expérimentale s'écarte de la valeur théorique de deux fois l'incertitude-type. Cela demeure acceptable et permet de valider l'indication du fabricant.
Il est fréquent de faire une légère erreur de mesure sur la lecture du volume équivalent.

Titrage colorimétrique
Il est également possible de réaliser un titrage colorimétrique de la solution S à l'aide d'un indicateur coloré.
Q7. Choisir l'indicateur coloré adapté à ce titrage. Justifier.

À l'aide de la courbe du titrage, on lit le *pH* à l'équivalence $pH_E = 8{,}6$. (Voir page suivante)
La zone de virage de l'indicateur coloré doit comprendre ce *pH* à l'équivalence. **0,5 p**
On choisit l'indicateur TA.

Q8. Préciser le changement de couleur observé à l'équivalence du titrage.

L'indicateur TA passera d'incolore à rose lors de l'équivalence.



0,5 p