

## Corrigé – Physique-Chimie 2026 Amérique du Nord Jour 2

Le sujet évalue surtout : transferts thermiques, calorimétrie, électrolyse, oxydoréduction, acide-base, titrage et exploitation graphique. Ces compétences correspondent bien aux attendus du programme : exploiter une courbe, utiliser des unités adaptées, construire une démarche scientifique et appliquer un modèle à une situation expérimentale.

### Exercice 1 — Carrelage, parquet et sensation de froid

#### Q1. Unité de l'effusivité

On donne :

$$E = \sqrt{\lambda \times cv}$$

Avec :

$$\lambda \text{ en } \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$cv \text{ en } \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$$

Donc :

$$\lambda \times cv = \text{J}^2 \cdot \text{K}^{-2} \cdot \text{m}^{-4} \cdot \text{s}^{-1}$$

En prenant la racine carrée :

$$E = \text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1/2}$$

Donc l'unité de l'effusivité est bien :

$$\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1/2}$$

#### Q2. Sens du transfert thermique

Le morceau de carrelage est à :

$$39,7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

L'eau est à :

$$25,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Le transfert thermique se fait spontanément du corps chaud vers le corps froid.

Donc :

carrelage  $\rightarrow$  eau

#### Q3. Premier principe de la thermodynamique

Le premier principe s'écrit :

$$\Delta U = W + Q$$

avec :

$\Delta U$  : variation d'énergie interne en J

$W$  : travail reçu par le système en J

$Q$  : transfert thermique reçu par le système en J

Dans le calorimètre, on néglige :

$$W = 0$$

$$Q_{\text{extérieur}} = 0$$

Pour le système {eau + carrelage} :

$$\Delta U_{\text{eau}} + \Delta U_{\text{carrelage}} = 0$$

Donc :

$$\Delta U_{\text{eau}} = - \Delta U_{\text{carrelage}}$$

L'eau gagne de l'énergie, le carrelage en perd.

#### Q4. Variation d'énergie interne de l'eau

Données :

$$m_{\text{eau}} = 720 \text{ g} = 0,720 \text{ kg}$$

$$c_{\text{eau}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\theta_{\text{i eau}} = 25,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\theta_{\text{f}} = 25,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Variation de température :

$$\Delta T = 25,9 - 25,4 = 0,5 \text{ K}$$

Calcul :

$$\Delta U_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times \Delta T$$

$$\Delta U_{\text{eau}} = 0,720 \times 4,18 \times 10^3 \times 0,5$$

$$\Delta U_{\text{eau}} = 1,50 \times 10^3 \text{ J}$$

Donc :

$$\Delta U_{\text{eau}} = 1,50 \times 10^3 \text{ J}$$

## Q5. Capacité thermique du morceau de carrelage

Le carrelage perd l'énergie gagnée par l'eau :

$$\Delta U_{\text{carrelage}} = -1,50 \times 10^3 \text{ J}$$

Variation de température du carrelage :

$$\Delta T_{\text{carrelage}} = 25,9 - 39,7 = -13,8 \text{ K}$$

Or :

$$\Delta U_{\text{carrelage}} = C_{\text{carrelage}} \times \Delta T_{\text{carrelage}}$$

Donc :

$$C_{\text{carrelage}} = \Delta U_{\text{carrelage}} / \Delta T_{\text{carrelage}}$$

$$C_{\text{carrelage}} = (-1,50 \times 10^3) / (-13,8)$$

$$C_{\text{carrelage}} \approx 109 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

Donc :

$$C_{\text{carrelage}} = 109 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

## Q6. Capacité thermique volumique du carrelage

Données :

$$C_{\text{carrelage}} = 109 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$V = 5,50 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$c_v = C / V$$

$$c_v = 109 / (5,50 \times 10^{-5})$$

$$c_v \approx 1,98 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$$

Donc :

$$c_v \text{ carrelage} \approx 2,0 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$$

## Q7. Effusivité du carrelage

Données :

$$\lambda_{\text{carrelage}} = 1,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c_v = 1,98 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$E = \sqrt{\lambda \times c_v}$$

$$E = \sqrt{1,3 \times 1,98 \times 10^6}$$

$$E = \sqrt{2,57 \times 10^6}$$

$$E \approx 1,60 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1/2}$$

On retrouve bien :

$$E_{\text{carrelage}} = 1,60 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1/2}$$

## Q8. Cohérence avec le texte

On donne :

$$E_{\text{carrelage}} = 1,60 \times 10^3$$

$$E_{\text{bois}} = 0,476 \times 10^3$$

Donc :

$$E_{\text{carrelage}} > E_{\text{bois}}$$

Le carrelage a une effusivité plus élevée : il absorbe plus rapidement l'énergie thermique du pied. Il donne donc une sensation de froid plus importante.

Le bois a une effusivité plus faible : il se réchauffe plus vite en surface et prélève moins rapidement l'énergie thermique du pied.

C'est exactement ce qui est décrit dans le texte d'introduction.

## 2. Température de contact

### Q9. Température mesurée en kelvin

On donne :

$$\theta_{\text{mesure.SB}} = 28,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Conversion :

$$T = \theta + 273$$

$$T = 28,3 + 273$$

$$T = 301,3 \text{ K}$$

Donc :

$$T_{\text{mesure.SB}} = 301,3 \text{ K}$$

### Q10. Température de contact silicone-bois

Données :

$$E_{\text{silicone}} = 0,756 \times 10^3$$

$$E_{\text{bois}} = 0,476 \times 10^3$$

$$\theta_{\text{i silicone}} = 34,1 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow T_{\text{silicone}} = 307,1 \text{ K}$$

$$\theta_{\text{i bois}} = 19,6 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow T_{\text{bois}} = 292,6 \text{ K}$$

Formule :

$$T_{\text{calcul.SB}} = (E_{\text{silicone}} \times T_{\text{silicone}} + E_{\text{bois}} \times T_{\text{bois}}) / (E_{\text{silicone}} + E_{\text{bois}})$$

Calcul :

$$T_{\text{calcul.SB}} =$$

$$(0,756 \times 10^3 \times 307,1 + 0,476 \times 10^3 \times 292,6)$$

$$/ (0,756 \times 10^3 + 0,476 \times 10^3)$$

$$T_{\text{calcul.SB}} \approx 301,5 \text{ K}$$

Soit :

$$\theta_{\text{calcul.SB}} \approx 28,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### Q11. Comparaison mesure / calcul

Pour silicone-bois :

$$T_{\text{mesure.SB}} = 301,3 \text{ K}$$

$$T_{\text{calcul.SB}} \approx 301,5 \text{ K}$$

Écart :

$$0,2 \text{ K}$$

Pour silicone-carrelage :

$$T_{\text{mesure.SC}} = 297,2 \text{ K}$$

$$T_{\text{calcul.SC}} = 297,4 \text{ K}$$

Écart :

$$0,2 \text{ K}$$

L'incertitude type de mesure est de :

$$0,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Donc les résultats expérimentaux sont compatibles avec les valeurs calculées.

Conclusion :

Le modèle utilisant les effusivités rend correctement compte des températures de contact.

### Q12. Pourquoi le carrelage semble plus froid ?

Le pied est simulé par la poche de silicone chaude.

Le carrelage a une effusivité plus grande que le bois. Il absorbe donc plus rapidement l'énergie thermique du pied. La température de contact silicone-carrelage est plus faible que la température de contact silicone-bois.

Donc :

le pied perd plus rapidement de l'énergie thermique au contact du carrelage

C'est pourquoi le carrelage semble plus froid, même s'il est à la même température que le parquet.

## 3. Transfert conducto-convectif

### Q13. Transfert thermique supplémentaire

Avec les solides, le transfert se fait surtout par conduction.

Dans le thermostat eau liquide/glace, il y a un fluide liquide en mouvement.

Il apparaît donc un transfert thermique supplémentaire :

la convection

On parle alors de transfert :

conducto-convectif

### Q14. Expression du transfert thermique Q

Le flux thermique est une énergie transférée par unité de temps.

Donc, pendant une durée très petite  $\Delta t$  :

$$Q = \varphi \times \Delta t$$

avec :

Q en J

$\varphi$  en  $W = J \cdot s^{-1}$

$\Delta t$  en s

### Q15. Démonstration de l'équation différentielle

On applique le premier principe au silicone.

Pas de travail :

$$W = 0$$

Donc :

$$dU = \delta Q$$

Pour le silicone :

$$dU = C_{\text{silicone}} \times d\theta$$

Le flux thermique est :

$$\varphi = \text{heau-silicone} \times S \times (\theta_T - \theta)$$

Pendant  $dt$  :

$$\delta Q = \varphi dt$$

Donc :

$$C_{\text{silicone}} \times d\theta = \text{heau-silicone} \times S \times (\theta_T - \theta) dt$$

On divise par  $dt$  :

$$C_{\text{silicone}} \times d\theta/dt = \text{heau-silicone} \times S \times (\theta_T - \theta)$$

Donc :

$$d\theta/dt = (\text{heau-silicone} \times S / C_{\text{silicone}}) (\theta_T - \theta)$$

On développe :

$$d\theta/dt = (\text{heau-silicone} \times S / C_{\text{silicone}}) \theta_T - (\text{heau-silicone} \times S / C_{\text{silicone}}) \theta$$

On pose :

$$\tau = C_{\text{silicone}} / (\text{heau-silicone} \times S)$$

Donc :

$$1/\tau = \text{heau-silicone} \times S / C_{\text{silicone}}$$

On obtient :

$$d\theta/dt + (1/\tau)\theta = (1/\tau)\theta_T$$

Ce qui est bien l'équation demandée.

### Q16. Comparaison des deux courbes de l'annexe

Sur l'annexe, la courbe mesurée et la courbe modélisée ont la même allure : elles décroissent rapidement au début, puis se rapprochent progressivement de 0 °C. La modélisation exponentielle correspond bien aux points expérimentaux.

On observe donc un refroidissement rapide au début, puis de plus en plus lent lorsque la température du silicone se rapproche de celle du thermostat.

Conclusion :

Le modèle exponentiel décrit correctement le refroidissement de la poche en silicone.

## Q17. Temps caractéristique $\tau$

L'annexe donne le modèle :

$$\theta(t) = 11,6 \times \exp(-t / 1,04 \times 10^3) + 16,3 \times 10^{-3}$$

On reconnaît la forme :

$$\theta(t) = (\theta(0) - \theta_T) e^{-(t/\tau)} + \theta_T$$

Donc :

$$\tau = 1,04 \times 10^3 \text{ s}$$

Par construction graphique, on peut aussi déterminer  $\tau$  comme le temps au bout duquel l'écart à la température finale est divisé par e.

Réponse :

$$\tau \approx 1,0 \times 10^3 \text{ s}$$

Soit environ :

17 min

## Q18. Calcul de heau-silicone

On utilise :

$$\tau = C_{\text{silicone}} / (\text{heau-silicone} \times S)$$

Donc :

$$\text{heau-silicone} = C_{\text{silicone}} / (\tau \times S)$$

Données :

$$C_{\text{silicone}} = 179 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\tau = 1,04 \times 10^3 \text{ s}$$

$$S = 0,0172 \text{ m}^2$$

Calcul :

$$\text{heau-silicone} = 179 / (1,04 \times 10^3 \times 0,0172)$$

$$\text{heau-silicone} \approx 10,0 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

Donc :

$$\text{heau-silicone} \approx 10,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

## Q19. Comparaison avec l'air

On donne :

$$\text{hair-silicone} = 3,51 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\text{heau-silicone} \approx 10,0 \text{ J} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

Donc :

$$\text{heau-silicone} > \text{hair-silicone}$$

Le transfert thermique est plus intense dans l'eau que dans l'air.

Conclusion :

le pied se refroidit plus vite dans l'eau que dans l'air.

## Exercice 2 — HOPE, l'espoir du dihydrogène vert

### Q1. Énergie moyenne produite par jour

L'éolienne produit en décembre :

$$E = 922 \text{ MW} \cdot \text{h}$$

Décembre compte :

31 jours

Donc :

$$E_{\text{jour}} = 922 / 31$$

$$E_{\text{jour}} \approx 29,7 \text{ MW} \cdot \text{h}$$

Réponse :

l'éolienne produit environ 30 MW·h par jour.

## Q2. Sens du courant et des électrons

Dans un circuit extérieur :

le courant électrique conventionnel circule du pôle + vers le pôle -

Les électrons circulent en sens inverse :

du pôle - vers le pôle +

Sur l'annexe :

- le courant sort du pôle + du générateur ;
- les électrons sortent du pôle - du générateur.

## Q3. Demi-équations électroniques

Les couples sont :

H<sup>+</sup> / H<sub>2</sub>

O<sub>2</sub> / H<sub>2</sub>O

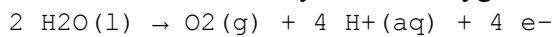
### Réduction à la cathode

À la cathode, les ions H<sup>+</sup> gagnent des électrons :



### Oxydation à l'anode

À l'anode, l'eau est oxydée en dioxygène :



Sur le schéma :

cathode : formation de H<sub>2</sub>

anode : formation de O<sub>2</sub>

## Q4. Équation globale de l'électrolyse

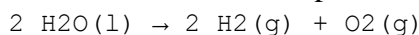
On multiplie la réduction par 2 :



Oxydation :



On additionne et on simplifie :



## Q5. Quantité de matière d'électrons échangés

Données :

$$I = 7,25 \text{ mA} = 7,25 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\Delta t = 6 \text{ min } 47 \text{ s} = 407 \text{ s}$$

$$F = 96\,500 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Charge transférée :

$$Q = I \times \Delta t$$

$$Q = 7,25 \times 10^{-3} \times 407$$

$$Q \approx 2,95 \text{ C}$$

Quantité de matière d'électrons :

$$n(\text{e}^-) = Q / F$$

$$n(\text{e}^-) = 2,95 / 96\,500$$

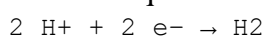
$$n(\text{e}^-) \approx 3,06 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

Donc :

$$n(\text{e}^-) \approx 3,06 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

## Q6. Masse de dihydrogène produite

La demi-équation est :



Donc :

2 mol d'électrons donnent 1 mol de H<sub>2</sub>

Ainsi :

$$n(\text{H}_2) = n(\text{e}^-) / 2$$
$$n(\text{H}_2) = 3,06 \times 10^{-5} / 2$$
$$n(\text{H}_2) = 1,53 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

Masse molaire :

$$M(\text{H}_2) = 2,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Masse produite :

$$m(\text{H}_2) = n \times M$$

$$m(\text{H}_2) = 1,53 \times 10^{-5} \times 2,0$$

$$m(\text{H}_2) = 3,06 \times 10^{-5} \text{ g}$$

On retrouve bien :

$$m(\text{H}_2) = 3,06 \times 10^{-5} \text{ g}$$

## Q7. Énergie nécessaire pour obtenir 400 kg de H<sub>2</sub>

Énergie consommée dans l'expérience de laboratoire :

$$E = U \times I \times \Delta t$$

Données :

$$U = 4,74 \text{ V}$$

$$I = 7,25 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\Delta t = 407 \text{ s}$$

Calcul :

$$E = 4,74 \times 7,25 \times 10^{-3} \times 407$$

$$E \approx 14,0 \text{ J}$$

Cette énergie permet de produire :

$$3,06 \times 10^{-5} \text{ g} = 3,06 \times 10^{-8} \text{ kg}$$

Pour produire :

$$400 \text{ kg}$$

Facteur de proportionnalité :

$$400 / 3,06 \times 10^{-8} \approx 1,31 \times 10^{10}$$

Énergie nécessaire :

$$E_{400} = 14,0 \times 1,31 \times 10^{10}$$

$$E_{400} \approx 1,83 \times 10^{11} \text{ J}$$

Conversion en W·h :

$$1 \text{ W} \cdot \text{h} = 3600 \text{ J}$$

$$E_{400} = 1,83 \times 10^{11} / 3600$$

$$E_{400} \approx 5,08 \times 10^7 \text{ W} \cdot \text{h}$$

Donc :

$$E_{400} \approx 50,8 \text{ MW} \cdot \text{h}$$

## Q8. Cohérence avec Q1

L'éolienne produit en moyenne :

$$29,7 \text{ MW} \cdot \text{h} \text{ par jour}$$

L'énergie nécessaire estimée pour produire 400 kg de H<sub>2</sub> est :

$$50,8 \text{ MW} \cdot \text{h}$$

Donc :

$$50,8 \text{ MW} \cdot \text{h} > 29,7 \text{ MW} \cdot \text{h}$$

Conclusion :

l'énergie moyenne quotidienne produite par l'éolienne ne semble pas suffisante pour produire 400 kg de dihydrogène par jour dans les conditions du laboratoire.

Commentaire important : le résultat repose sur une extrapolation à partir d'une petite électrolyse de laboratoire. Un électrolyseur industriel peut avoir un rendement différent, mais avec les données du sujet, la production annoncée paraît trop élevée pour cette seule énergie quotidienne moyenne.

## Exercice 3 — La lessive de cendre

### Q1. Définition d'une base selon Brønsted

Une base selon Brønsted est une espèce chimique capable de capter un proton H<sup>+</sup>.

Donc :

une base capte H<sup>+</sup>

## Q2. Concentration en ions carbonate

On dissout :

$m = 3,0 \text{ g}$  de  $\text{K}_2\text{CO}_3$

Masse molaire :

$M(\text{K}_2\text{CO}_3) = 138,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Quantité de matière :

$n(\text{K}_2\text{CO}_3) = m / M$

$n = 3,0 / 138,0$

$n \approx 2,17 \times 10^{-2} \text{ mol}$

Volume :

$V = 100,0 \text{ mL} = 0,1000 \text{ L}$

Concentration :

$C = n / V$

$C = 2,17 \times 10^{-2} / 0,1000$

$C \approx 0,217 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Dissociation :

$\text{K}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{K}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

Il y a 1 ion carbonate par formule de carbonate de potassium.

Donc :

$[\text{CO}_3^{2-}] = 0,217 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

## Q3. Réaction entre $\text{CO}_3^{2-}$ et l'eau

L'ion carbonate est une base : il capte un proton de l'eau.

$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$

## Q4. Concentration en ions hydroxyde

On donne :

$\text{pH} = 11,8$

Donc :

$\text{pOH} = 14,0 - \text{pH}$

$\text{pOH} = 14,0 - 11,8$

$\text{pOH} = 2,2$

Alors :

$[\text{HO}^-] = 10^{(-\text{pOH})}$

$[\text{HO}^-] = 10^{(-2,2)}$

$[\text{HO}^-] \approx 6,3 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

## Q5. Comparaison des concentrations

On a :

$[\text{HO}^-] \approx 6,3 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$[\text{CO}_3^{2-}]$  apportée  $\approx 0,217 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

Rapport :

$6,3 \times 10^{-3} / 0,217 \approx 0,029$

Donc seule une faible partie des ions carbonate réagit avec l'eau.

Conclusion :

L'ion carbonate est une base faible.

On peut donc assimiler la lessive de cendre à une solution contenant principalement des ions carbonate.

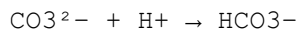
## 2. Titrage des espèces basiques

### Q6. Demi-équations acide-base et réaction support

Couple :

$\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$

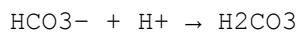
Demi-équation :



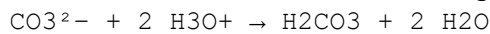
Couple :



Demi-équation :



Comme l'acide titrant est  $\text{H}_3\text{O}^+$ , on peut écrire globalement :



Cela signifie qu'un ion carbonate capte deux protons.

## Q7. Concentration en ions carbonate de S0

Données :

$$V_1 = 10,0 \text{ mL de S1}$$

$$c_A = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$V_{\text{eq}} = 17,0 \text{ mL}$$

Quantité de matière d'ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  versée à l'équivalence :

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = c_A \times V_{\text{eq}}$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 5,00 \times 10^{-3} \times 17,0 \times 10^{-3}$$

$$n(\text{H}_3\text{O}^+) = 8,50 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

Or :

1 mol de  $\text{CO}_3^{2-}$  réagit avec 2 mol de  $\text{H}_3\text{O}^+$

Donc :

$$n(\text{CO}_3^{2-}) = n(\text{H}_3\text{O}^+) / 2$$

$$n(\text{CO}_3^{2-}) = 8,50 \times 10^{-5} / 2$$

$$n(\text{CO}_3^{2-}) = 4,25 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

Cette quantité est contenue dans :

$$V_1 = 10,0 \text{ mL} = 10,0 \times 10^{-3} \text{ L}$$

Donc la concentration de S1 vaut :

$$C_1 = n / V_1$$

$$C_1 = 4,25 \times 10^{-5} / 10,0 \times 10^{-3}$$

$$C_1 = 4,25 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

S1 est obtenue par dilution par 10 de S0 :

$$C_0 = 10 \times C_1$$

$$C_0 = 4,25 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Donc :

$$[\text{CO}_3^{2-}] \text{ dans S0} = 4,25 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

## Q8. Volume de lessive de cendre à utiliser

Pour une eau dure, le tableau indique qu'il faut introduire entre :

$$6,0 \times 10^{-3} \text{ mol et } 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

d'espèces basiques.

La lessive de cendre S0 contient :

$$C_0 = 4,25 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

On utilise :

$$n = C \times V$$

Donc :

$$V = n / C$$

Volume minimal :

$$V_{\text{min}} = 6,0 \times 10^{-3} / 4,25 \times 10^{-2}$$

$$V_{\text{min}} \approx 0,141 \text{ L}$$

Volume maximal :

$$V_{\text{max}} = 1,0 \times 10^{-2} / 4,25 \times 10^{-2}$$

$$V_{\text{max}} \approx 0,235 \text{ L}$$

Donc :

$V_{\min} \approx 140 \text{ mL}$

$V_{\max} \approx 235 \text{ mL}$

Réponse :

Il faudrait utiliser entre environ 140 mL et 235 mL de lessive de cendre.

Commentaire : ce volume est supérieur à celui d'une lessive commerciale, qui est indiqué entre 50 mL et 150 mL. La lessive de cendre est donc utilisable, mais il faut en employer une quantité plutôt importante pour une eau dure.

## Bilan

Une excellente copie devait :

- maîtriser les unités de l'effusivité ;
- appliquer correctement le premier principe de la thermodynamique ;
- exploiter une expérience de calorimétrie ;
- comprendre la notion de température de contact ;
- interpréter une courbe de refroidissement exponentiel ;
- utiliser correctement l'électrolyse et la loi de Faraday ;
- distinguer courant électrique et électrons ;
- écrire les demi-équations d'oxydoréduction ;
- calculer une énergie et comparer à une production éolienne ;
- définir une base de Brønsted ;
- exploiter le pH pour obtenir  $[\text{HO}^-]$  ;
- utiliser la stœchiométrie d'un titrage acido-basique ;
- conclure avec des unités et un commentaire physique ou chimique.