# Corrigé complet — Bac 2026 Antilles Jour 2

Physique-chimie, enseignement de spécialité **20 points** **3 h 30**


| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ex 1 | **Sécurité incendie**<br>Niveau d'intensité sonore et atténuation · Loi de Newton et premier principe · Équation différentielle du premier ordre · Relation de Bernoulli · Mouvement dans un champ de pesanteur uniforme | 11 pts | 1 h 56 | 15 questions | p. 2 |
| Ex 2 | **Le paracétamol**<br>Groupes caractéristiques · Titrage conductimétrique · Incertitude-type · Loi de vitesse d'ordre 1 · Vitesse volumique de disparition | 5 pts | 53 min | 9 questions | p. 9 |
| Ex 3 | **Traitement de l'eau d'une piscine**<br>Mécanisme réactionnel et flèches courbes · Acide de Brönsted · Constante d'acidité et pH · Concentration en masse · Électrolyse · Quantité d'électricité | 4 pts | 42 min | 8 questions | p. 15 |


**Comment s'en servir.** Fais d'abord le sujet en temps limité, puis corrige-toi exercice par exercice. À gauche de chaque question, sur les carreaux : ce qu'il faut écrire sur ta copie. À droite : les pièges, ce qu'il faut comprendre et les méthodes.

# Sécurité incendie

Bac 2026 Antilles Jour 2 · Exercice 1 **11 points** **Durée conseillée 1 h 56**

**Q1** Déterminer la fréquence $f_2$ du son n° 2 et préciser si elle est associée à un son plus grave ou plus aigu que le son n° 1.

**Données utiles** $f_1 = 544$ Hz ; figure 1

Sur la figure 1, on mesure la durée de 3 périodes pour gagner en précision : le signal passe par zéro en décroissant à $t = 1{,}2402$ s puis, trois périodes plus tard, à $t = 1{,}2471$ s.

$3\,T_2 = 1{,}2471 - 1{,}2402 = 6{,}9 \times 10^{-3}$ s, donc $T_2 = 2{,}3 \times 10^{-3}$ s.

$$f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{2{,}3 \times 10^{-3}} = 4{,}3 \times 10^{2} \text{ Hz}$$

$f_2 < f_1$ : plus la fréquence est faible, plus le son est grave.

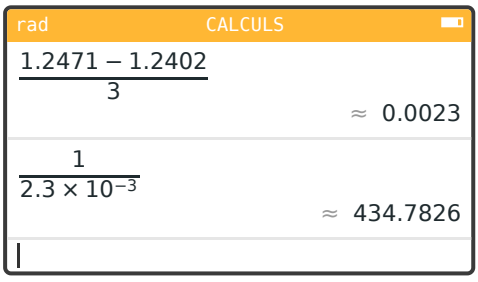
$f_2 \approx 4{,}3 \times 10^{2}$ Hz : le son n° 2 est **plus grave** que le son n° 1.

**PIÈGE**
Lire l'axe en secondes sans voir que l'écart entre deux graduations est de 1 ms : la période vaut 2,3 ms, pas 2,3 s.

**COMPRENDRE**
La lecture graphique donne $T_2$ avec deux chiffres significatifs : $f_2$ en garde deux. Toute valeur comprise entre 430 et 440 Hz est cohérente avec la figure.

**MÉTHODE**
Mesurer plusieurs périodes entre deux points identiques du signal (ici deux passages par zéro en descendant), puis diviser : l'erreur de lecture est répartie sur toutes les périodes.

**À LA CALCULATRICE**




**Q2** Déterminer la valeur de l'atténuation par absorption $A$ du niveau d'intensité sonore entre les points M et N, en décibels.

**Données utiles** $L_M = 92$ dB ; $L_N = 67$ dB ; M et N à la même distance $d = 5{,}0$ m de la sirène

M et N sont à la même distance de la sirène : l'atténuation due à la distance (atténuation géométrique) est la même pour les deux points. L'écart entre les deux niveaux est donc dû uniquement à l'absorption par la cloison qui sépare la sirène du point N.

$A = L_M - L_N = 92 - 67$

$A = 25$ dB

**COMPRENDRE**
Une atténuation est une différence de niveaux, en décibels. On ne divise pas les niveaux et on ne repasse pas par les intensités sonores.

**Q3** Calculer le niveau d'intensité sonore $L$, mesuré à 2,0 m, du son émis par la sirène à installer, puis déterminer sa classe.

**Données utiles** $L'_M = 104$ dB à $d_1 = 5{,}0$ m ; $d_2 = 2{,}0$ m ; $L_2 = L_1 - 20\log\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$ ; tableau de la figure 4

Aucune cloison ne sépare la sirène du point M : seule la distance intervient. On applique la relation donnée avec $L_1 = L'_M = 104$ dB à $d_1 = 5{,}0$ m et $L_2 = L$ à $d_2 = 2{,}0$ m.

$$L = L'_M - 20\log\left(\frac{d_2}{d_1}\right) = 104 - 20\log\left(\frac{2{,}0}{5{,}0}\right) = 112 \text{ dB}$$

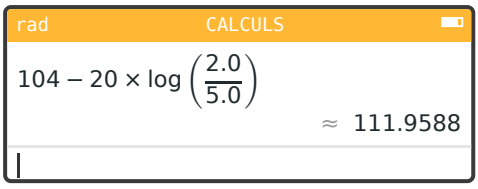
D'après la figure 4, ce niveau est compris entre 105 dB et 115 dB.

$L = 112$ dB : la nouvelle sirène est de **classe C**.

**PIÈGE**
Inverser $d_1$ et $d_2$ donne 96 dB. Contrôle : en se rapprochant de la source, le niveau doit augmenter, donc $L > 104$ dB.

**COMPRENDRE**
On part du point M et non du point N : la relation ne décrit que l'effet de la distance, elle ne tient pas compte de l'absorption par une cloison.

À LA CALCULATRICE




**Q4** Indiquer dans quel sens s'effectue le transfert thermique entre l'ampoule du sprinkler et l'air extérieur dans l'expérience réalisée au laboratoire. Justifier.

**Données utiles** $\theta_0 = 22\,^\circ\text{C}$ ; $\theta_{\text{ext}} = 54\,^\circ\text{C}$ ; figure 6

Un transfert thermique s'effectue spontanément du corps le plus chaud vers le corps le plus froid.

Ici $\theta_{\text{ext}} = 54\,^\circ\text{C} > \theta_0 = 22\,^\circ\text{C}$, et la température de l'ampoule reste inférieure à $\theta_{\text{ext}}$ pendant toute l'expérience (figure 6).

Le transfert thermique s'effectue **de l'air extérieur vers l'ampoule** : l'ampoule reçoit de l'énergie et sa température augmente.

**COMPRENDRE**
La figure 6 le confirme : $\theta(t)$ augmente et tend vers $\theta_{\text{ext}}$. Plus l'écart de température se réduit, plus le transfert est lent.

**Q5** En appliquant le premier principe de la thermodynamique à l'ampoule pendant une durée $\Delta t$, montrer que $\dfrac{\Delta\theta}{\Delta t} = \dfrac{\epsilon\, S\, \sqrt{v}}{C}\,(\theta_{\text{ext}} - \theta(t))$.

**Données utiles** $\phi = \epsilon\, S\, \sqrt{v}\,(\theta_{\text{ext}} - \theta(t))$ ; $\Delta U = C\,\Delta\theta$

Système {ampoule}, au repos, incompressible.

Premier principe : $\Delta U = W + Q$. L'ampoule n'échange pas de travail ( $W = 0$) et le seul transfert thermique est celui échangé avec l'air extérieur, donc $\Delta U = Q$.

Pendant la durée $\Delta t$, l'ampoule reçoit de l'air l'énergie $Q = \phi\,\Delta t$, avec $\phi = \epsilon\, S\, \sqrt{v}\,(\theta_{\text{ext}} - \theta(t))$.

Comme $\Delta U = C\,\Delta\theta$ :

$$C\,\Delta\theta = \epsilon\, S\, \sqrt{v}\,(\theta_{\text{ext}} - \theta(t))\,\Delta t$$

En divisant par $C\,\Delta t$ :

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{\epsilon\, S\, \sqrt{v}}{C}\,(\theta_{\text{ext}} - \theta(t))$$

**PIÈGE**
Le signe du flux. Tel qu'il est écrit, $\phi$ est positif quand $\theta_{\text{ext}} > \theta$ : c'est l'énergie reçue par l'ampoule, il n'y a pas de signe « $-$ » à ajouter.

**MÉTHODE**
Bilan thermique : 1) définir le système ; 2) premier principe avec $W = 0$ ; 3) $Q = \phi\,\Delta t$ ; 4) $\Delta U = C\,\Delta\theta$ ; 5) isoler $\Delta\theta/\Delta t$.

**Q6** Résoudre l'équation différentielle pour établir que $\theta(t) = \theta_{\text{ext}} + (\theta_0 - \theta_{\text{ext}})\,\text{e}^{-t/\tau}$.

**Données utiles** $\dfrac{\text{d}\theta(t)}{\text{d}t} = -\dfrac{1}{\tau}\,\theta(t) + \dfrac{\theta_{\text{ext}}}{\tau}$ ; $\theta(0) = \theta_0$

L'équation est de la forme $y' = a\,y + b$ avec $a = -\dfrac{1}{\tau}$ et $b = \dfrac{\theta_{\text{ext}}}{\tau}$. Ses solutions sont $y(t) = K\,\text{e}^{at} - \dfrac{b}{a}$, où $K$ est une constante.

Ici $-\dfrac{b}{a} = \theta_{\text{ext}}$, donc :

$$\theta(t) = K\,\text{e}^{-t/\tau} + \theta_{\text{ext}}$$

Condition initiale : $\theta(0) = \theta_0$, soit $K + \theta_{\text{ext}} = \theta_0$, d'où $K = \theta_0 - \theta_{\text{ext}}$.

$$\theta(t) = \theta_{\text{ext}} + (\theta_0 - \theta_{\text{ext}})\,\text{e}^{-t/\tau}$$

**PIÈGE**
Déterminer $K$ avant d'avoir ajouté la solution constante $\theta_{\text{ext}}$ : on trouverait $K = \theta_0$, ce qui est faux.

**MÉTHODE**
Vérification rapide : à $t = 0$ l'expression donne $\theta_0$ ; quand $t$ devient très grand l'exponentielle tend vers 0 et $\theta$ tend vers $\theta_{\text{ext}}$, ce que montre la figure 6.

**Q7** À la date $t = \tau$, calculer la valeur $\theta(\tau)$ de la température de l'ampoule.

**Données utiles** $\theta_0 = 22\ °\text{C}$ ; $\theta_{\text{ext}} = 54\ °\text{C}$

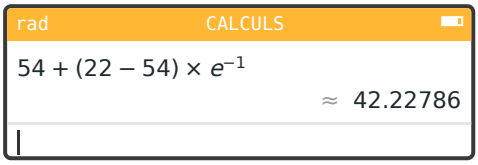
$$\theta(\tau) = \theta_{\text{ext}} + (\theta_0 - \theta_{\text{ext}})\,\text{e}^{-\tau/\tau} = \theta_{\text{ext}} + (\theta_0 - \theta_{\text{ext}})\,\text{e}^{-1}$$

$$\theta(\tau) = 54 + (22 - 54) \times \text{e}^{-1} = 42\ °\text{C}$$

$$\boxed{\theta(\tau) = 42\ °\text{C}}$$

**COMPRENDRE**
À $t = \tau$, l'ampoule a parcouru 63 % de l'écart initial : $22 + 0{,}63 \times 32 \approx 42\ °\text{C}$.

**À LA CALCULATRICE**



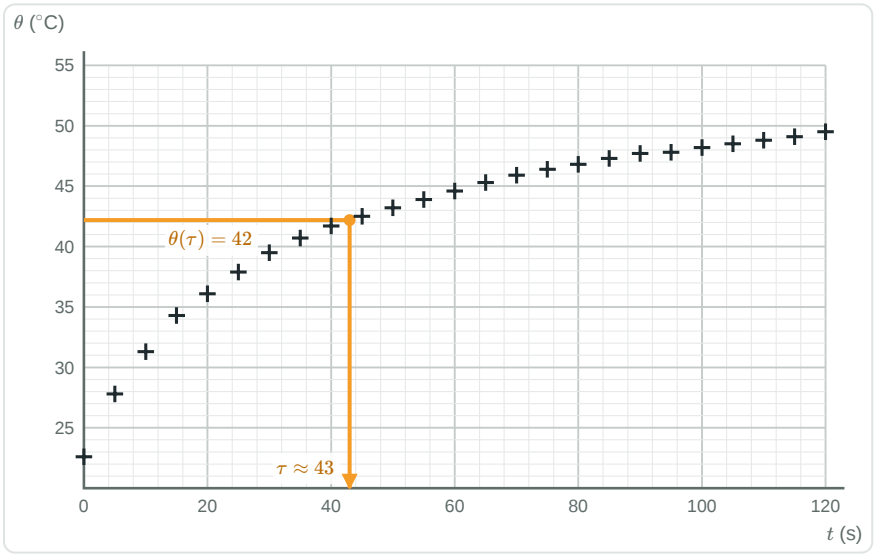

**Q8** En déduire, à partir d'une lecture graphique sur la courbe de la figure 6, la valeur du temps caractéristique $\tau$.

**Données utiles** $\theta(\tau) = 42\ °\text{C}$ (Q7) ; figure 6

Sur la figure 6, on trace l'horizontale d'ordonnée $\theta = 42\ °\text{C}$ jusqu'à la courbe, puis on lit l'abscisse du point d'intersection : il se situe entre les mesures faites à 40 s et à 45 s.

$$\boxed{\tau \approx 43\ \text{s}}$$

**COMPRENDRE**
Les mesures sont espacées de 5 s et la courbe est peu pentue à cet endroit : une lecture entre 40 s et 45 s est acceptable.




**Q8** · Figure 6 du sujet (début de la courbe), avec la lecture de $\tau$

**Q9** Calculer la valeur de l'indice de temps de réponse $R_{\text{TI}}$ du sprinkler étudié.

**Données utiles** $\tau = \dfrac{R_{\text{TI}}}{\sqrt{v}}$ ; $\tau = 43$ s (Q8) ; $v = 5{,}0\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

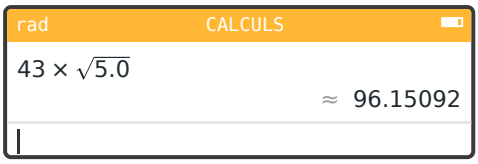
$\tau = \dfrac{R_{\text{TI}}}{\sqrt{v}}$ donc $R_{\text{TI}} = \tau\sqrt{v}$.

$$R_{\text{TI}} = 43 \times \sqrt{5{,}0} = 96\ \text{m}^{1/2} \cdot \text{s}^{1/2}$$

$$\boxed{R_{\text{TI}} \approx 96\ \text{m}^{1/2} \cdot \text{s}^{1/2}}$$

**COMPRENDRE**
Valeur proche de celle annoncée ensuite par le sujet (90) : la lecture de $\tau$ est cohérente.

À LA CALCULATRICE




**Q10** Déterminer l'expression de la durée $t_{\text{rupt}}$ nécessaire pour que le sprinkler se déclenche à partir de l'arrivée des fumées, en fonction de $\theta_{\text{rupt}}$, $\theta_0$, $\theta_{\text{ext}}$ et $\tau$. Calculer sa valeur.

**Données utiles** $\theta_0 = 15\ °\text{C}$ ; $\theta_{\text{ext}} = 200\ °\text{C}$ ; $\theta_{\text{rupt}} = 68\ °\text{C}$ ; $R_{\text{TI}} = 90\ \text{m}^{1/2}\cdot\text{s}^{1/2}$ ; $v_{\text{fumée}} = 3{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Dans l'entrepôt, l'ampoule est initialement à $\theta_0 = 15\ °\text{C}$ et les fumées jouent le rôle de l'air extérieur : $\theta_{\text{ext}} = 200\ °\text{C}$.

**Expression.** Le sprinkler se déclenche à la date $t_{\text{rupt}}$ telle que $\theta(t_{\text{rupt}}) = \theta_{\text{rupt}}$ :

$$\theta_{\text{rupt}} = \theta_{\text{ext}} + (\theta_0 - \theta_{\text{ext}})\,\text{e}^{-t_{\text{rupt}}/\tau} \quad \text{donc} \quad \text{e}^{-t_{\text{rupt}}/\tau} = \frac{\theta_{\text{rupt}} - \theta_{\text{ext}}}{\theta_0 - \theta_{\text{ext}}}$$

En prenant le logarithme népérien : $-\dfrac{t_{\text{rupt}}}{\tau} = \ln\left(\dfrac{\theta_{\text{rupt}} - \theta_{\text{ext}}}{\theta_0 - \theta_{\text{ext}}}\right)$, soit

$$t_{\text{rupt}} = \tau\,\ln\left(\frac{\theta_0 - \theta_{\text{ext}}}{\theta_{\text{rupt}} - \theta_{\text{ext}}}\right)$$

**Temps caractéristique dans les fumées.** $\tau$ dépend de la vitesse de l'écoulement : il faut le recalculer.

$$\tau = \frac{R_{\text{TI}}}{\sqrt{v_{\text{fumée}}}} = \frac{90}{\sqrt{3{,}0}} = 52\ \text{s}$$

**Application numérique.**

$$t_{\text{rupt}} = 52 \times \ln\left(\frac{15 - 200}{68 - 200}\right) = 18\ \text{s}$$

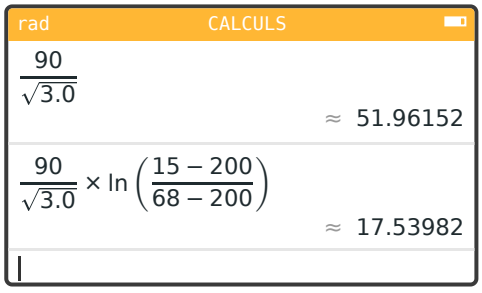
$$\boxed{t_{\text{rupt}} = \tau\,\ln\left(\frac{\theta_0 - \theta_{\text{ext}}}{\theta_{\text{rupt}} - \theta_{\text{ext}}}\right) \approx 18\ \text{s}}$$

**PIÈGE**
Reprendre le $\tau$ du laboratoire (43 s), ou les températures 22 °C et 54 °C. Ici tout change : $\theta_0 = 15\ °\text{C}$, $\theta_{\text{ext}} = 200\ °\text{C}$, $v = 3{,}0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

**COMPRENDRE**
Les deux différences sont négatives, leur quotient est positif et supérieur à 1 : le logarithme est positif, la durée aussi. Un résultat négatif signale une fraction inversée.

**MÉTHODE**
Pour isoler $t$ dans une exponentielle : isoler d'abord $\text{e}^{-t/\tau}$, puis appliquer $\ln$. Le signe « $-$ » disparaît en inversant la fraction : $-\ln(a/b) = \ln(b/a)$.

À LA CALCULATRICE




**Q11** En utilisant l'expression du débit volumique, montrer que la vitesse de l'eau dans le tuyau au point A est $v_{\text{A}} = 5{,}2\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ lorsque le débit volumique de la lance est maximal.

**Données utiles** $D_{\text{V}} = 500\ \text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ ; $S_{\text{A}} = 1{,}6\times10^{-3}\ \text{m}^2$ ; $D_{\text{V}} = S\,v$

Conversion du débit : $D_{\text{V}} = 500\ \text{L}\cdot\text{min}^{-1} = \dfrac{500\times10^{-3}}{60} = 8{,}33\times10^{-3}\ \text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$.

$D_{\text{V}} = S_{\text{A}}\,v_{\text{A}}$ donc $v_{\text{A}} = \dfrac{D_{\text{V}}}{S_{\text{A}}}$.

$$v_{\text{A}} = \frac{8{,}33\times10^{-3}}{1{,}6\times10^{-3}} = 5{,}2\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

$\boxed{v_{\text{A}} = 5{,}2\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}$ : c'est la valeur attendue.

**PIÈGE**
La double conversion : $1\ \text{L} = 10^{-3}\ \text{m}^3$ et $1\ \text{min} = 60\ \text{s}$. Oublier l'une des deux donne une vitesse 1000 fois ou 60 fois trop grande.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\dfrac{500 \times 10^{-3}}{60}$ ≈ 0.008333333

$\dfrac{\frac{500 \times 10^{-3}}{60}}{1.6 \times 10^{-3}}$ ≈ 5.208333

**Q12** En utilisant la relation de Bernoulli et les pressions de la figure 8, montrer que la vitesse de l'eau à la sortie de la lance au point B est $v_B = 38\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

**Données utiles** $P_A = 8{,}0$ bar ; $P_B = 1{,}0$ bar ; $1\ \text{bar} = 10^5$ Pa ; $v_A = 5{,}2\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Q11) ; $\rho_{eau} = 1\,000\ \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Sur la figure 8, A et B sont à la même altitude : $z_A = z_B$, les termes $\rho\, g\, z$ se simplifient.

$$\frac{1}{2}\rho v_A^2 + P_A = \frac{1}{2}\rho v_B^2 + P_B$$

donc $v_B^2 = v_A^2 + \dfrac{2(P_A - P_B)}{\rho}$, soit $v_B = \sqrt{v_A^2 + \dfrac{2(P_A - P_B)}{\rho}}$.

Avec $P_A = 8{,}0 \times 10^5$ Pa et $P_B = 1{,}0 \times 10^5$ Pa :

$$v_B = \sqrt{5{,}2^2 + \frac{2 \times (8{,}0 \times 10^5 - 1{,}0 \times 10^5)}{1\,000}} = 37{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$v_B = 37{,}8\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1} \approx 38\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ : c'est la valeur attendue.

**PIÈGE**
Laisser les pressions en bar : la relation de Bernoulli exige des pascals. Avec 8,0 et 1,0 on trouverait une vitesse presque égale à $v_A$.

**COMPRENDRE**
La pression chute de 7,0 bar entre A et B : cette énergie est convertie en énergie cinétique. La lance, plus étroite que le tuyau, accélère l'eau.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$\sqrt{5.2^2 + \dfrac{2 \times (8.0 \times 10^5 - 1.0 \times 10^5)}{1000}}$ ≈ 37.77618

**Q13** En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer les coordonnées $a_x(t)$ et $a_z(t)$ du vecteur accélération $\vec{a}$ du point M.

Système {goutte d'eau}, de masse $m$ constante ; référentiel terrestre supposé galiléen.

Bilan des forces : le poids $\vec{P} = m\,\vec{g}$ uniquement (frottements de l'air négligés).

Deuxième loi de Newton : $\sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}$, soit $m\,\vec{g} = m\,\vec{a}$, donc $\vec{a} = \vec{g}$.

Le vecteur $\vec{g}$ est vertical et dirigé vers le bas, alors que $\vec{k}$ est dirigé vers le haut : $\vec{g} = -g\,\vec{k}$.

$a_x(t) = 0$ et $a_z(t) = -g$

**PIÈGE**
Écrire $a_z = +g$ : l'axe (Oz) est orienté vers le haut, la coordonnée verticale de $\vec{g}$ est donc négative.

**Q14** Montrer que les équations horaires sont $x(t) = v_{\text{B}} \cos(\alpha)\, t$ et $z(t) = -\dfrac{1}{2}\, g\, t^2 + v_{\text{B}} \sin(\alpha)\, t + z_{\text{B}}$.

**Données utiles** $a_x = 0$ ; $a_z = -g$ (Q13) ; à $t = 0$, M est en B $(0\ ;\ z_{\text{B}})$ avec la vitesse $\vec{v}_{\text{B}}$ d'angle $\alpha$ avec l'horizontale

**Vitesse.** $\vec{a} = \dfrac{\mathrm{d}\vec{v}}{\mathrm{d}t}$ : on cherche les primitives de $a_x$ et $a_z$.

$v_x(t) = C_1$ et $v_z(t) = -g\, t + C_2$

À $t = 0$, $\vec{v}(0) = \vec{v}_{\text{B}}$ de coordonnées $v_{\text{B}} \cos(\alpha)$ et $v_{\text{B}} \sin(\alpha)$, donc $C_1 = v_{\text{B}} \cos(\alpha)$ et $C_2 = v_{\text{B}} \sin(\alpha)$.

$$v_x(t) = v_{\text{B}} \cos(\alpha) \qquad v_z(t) = -g\, t + v_{\text{B}} \sin(\alpha)$$

**Position.** $\vec{v} = \dfrac{\mathrm{d}\overrightarrow{OM}}{\mathrm{d}t}$ : on cherche les primitives de $v_x$ et $v_z$.

$x(t) = v_{\text{B}} \cos(\alpha)\, t + C_3$ et $z(t) = -\dfrac{1}{2}\, g\, t^2 + v_{\text{B}} \sin(\alpha)\, t + C_4$

À $t = 0$, M est en B : $x(0) = 0$ et $z(0) = z_{\text{B}}$, donc $C_3 = 0$ et $C_4 = z_{\text{B}}$.

$$\boxed{x(t) = v_{\text{B}} \cos(\alpha)\, t \text{ et } z(t) = -\frac{1}{2}\, g\, t^2 + v_{\text{B}} \sin(\alpha)\, t + z_{\text{B}}}$$

**PIÈGE**
Oublier $z_{\text{B}}$ : à $t = 0$ la goutte est en B, à 1,30 m du sol, et non à l'origine O du repère.

**MÉTHODE**
Deux intégrations successives, et après chacune une constante à déterminer avec les conditions initiales : la vitesse initiale d'abord, la position initiale ensuite.

**Q15** Déterminer la valeur de la portée maximale $x_{\max}$. Interpréter l'écart observé avec la valeur fournie dans la documentation de la figure 7.

**Données utiles** $z(x) = -6{,}72 \times 10^{-3}\,x^2 + 0{,}990\,x + 1{,}30$ ; portée annoncée : 40 m (figure 7)

Le jet touche le sol au point P, d'altitude nulle : $z(x_{\max}) = 0$.

$$-6{,}72 \times 10^{-3}\,x^2 + 0{,}990\,x + 1{,}30 = 0$$

Discriminant : $\Delta = 0{,}990^2 - 4 \times (-6{,}72 \times 10^{-3}) \times 1{,}30 = 1{,}015 > 0$.

Deux solutions : $x_1 = \dfrac{-0{,}990 + \sqrt{\Delta}}{2 \times (-6{,}72 \times 10^{-3})} = -1{,}30$ m et $x_2 = \dfrac{-0{,}990 - \sqrt{\Delta}}{2 \times (-6{,}72 \times 10^{-3})} = 149$ m.

Le point P est à droite de O : on retient la solution positive.

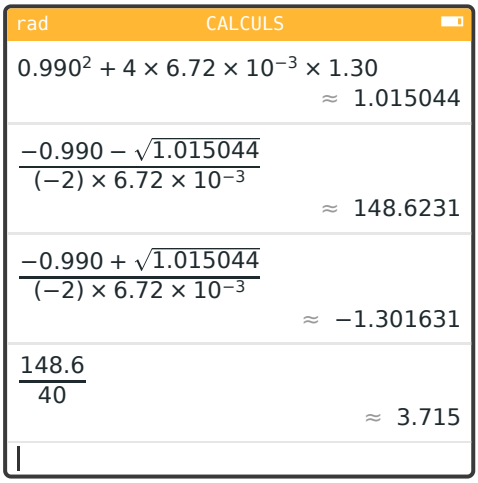
$$\boxed{x_{\max} = 149 \text{ m}}$$

**Interprétation.** La documentation annonce une portée maximale de 40 m : la valeur calculée est près de 4 fois plus grande. Le modèle de la chute libre n'est donc pas adapté : à $38\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, les frottements de l'air sur l'eau ne sont pas négligeables. Ils freinent fortement le jet, qui se disperse en gouttelettes, et réduisent la portée réelle.

**PIÈGE**
S'arrêter à la valeur numérique. La question a deux parties : il faut comparer à 40 m et nommer l'hypothèse en cause, les frottements de l'air négligés.

**COMPRENDRE**
La solution négative correspond au point où la parabole, prolongée en arrière de la lance, couperait le sol : elle n'a pas de sens physique ici.

**À LA CALCULATRICE**



# Le paracétamol

Bac 2026 Antilles Jour 2 · Exercice 2 **5 points** **Durée conseillée 53 min**

**Q1** Écrire la formule semi-développée du paracétamol, puis entourer et nommer les groupes caractéristiques présents dans cette molécule.

Dans la formule topologique, chaque sommet ou extrémité de trait sans symbole est un atome de carbone, complété par des atomes d'hydrogène pour former quatre liaisons. On retrouve bien la formule brute $C_8H_9NO_2$.

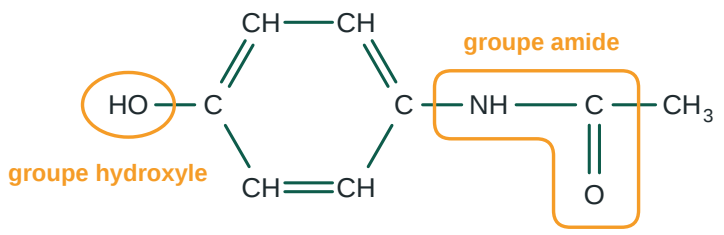
La formule semi-développée est tracée ci-dessous. La molécule porte deux groupes caractéristiques :

- le groupe $-OH$, lié au cycle ;
- le groupe $-NH-C=O$, entre le cycle et le groupe $CH_3$.

Deux groupes caractéristiques : le groupe **hydroxyle** $-OH$ et le groupe **amide** $-NH-CO^-$.

**PIÈGE**
Entourer séparément $C=O$ (« carbonyle ») et $N-H$ (« amine ») : un atome d'azote lié à un carbone portant $C=O$ forme un seul groupe, le groupe amide.

**MÉTHODE**
Vérifier la formule semi-développée en recomptant les atomes : 8 C, 9 H (4 sur le cycle, 3 dans $CH_3$, 1 sur N, 1 sur O), 1 N et 2 O.




**Q1** · Formule semi-développée du paracétamol, groupes caractéristiques entourés

**Q2** À l'aide des conductivités ioniques molaires et en négligeant la dilution, justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe avant et après l'équivalence.

**Données utiles** en $S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$ : $\lambda(Na^+) = 5{,}01 \times 10^{-3}$ ; $\lambda(OH^-) = 19{,}8 \times 10^{-3}$ ; $\lambda(C_8H_8NO_2^-) = 1{,}7 \times 10^{-3}$

La conductivité est due aux ions : $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$ (loi de Kohlrausch). Le paracétamol $C_8H_9NO_2$ est une molécule : il ne conduit pas.

**Avant l'équivalence**, les ions $OH^-$ versés sont le réactif limitant : ils sont consommés. Chaque ajout apporte des ions $Na^+$ (spectateurs) et forme autant d'ions $C_8H_8NO_2^-$. Les concentrations de ces deux ions augmentent, donc $\sigma$ augmente, avec une pente proportionnelle à $\lambda(Na^+) + \lambda(C_8H_8NO_2^-) = 6{,}7 \times 10^{-3}\ S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$.

**Après l'équivalence**, il n'y a plus de paracétamol : les ions $Na^+$ et $OH^-$ versés s'accumulent, tandis que $[C_8H_8NO_2^-]$ ne varie plus. $\sigma$ augmente avec une pente proportionnelle à $\lambda(Na^+) + \lambda(OH^-) = 24{,}8 \times 10^{-3}\ S \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$.

La pente est positive dans les deux cas, et nettement plus forte après l'équivalence, car $\lambda(OH^-)$ est bien plus grande que $\lambda(C_8H_8NO_2^-)$.

**PIÈGE**
Dire que la conductivité diminue avant l'équivalence « parce que des ions sont consommés » : ici l'espèce titrée est une molécule, aucun ion ne disparaît de la solution.

**MÉTHODE**
Pour chaque domaine, dresser la liste des ions dont la concentration varie (apportés, formés, consommés), sans oublier l'ion spectateur du réactif titrant, puis comparer les sommes des $\lambda$.

**Q3** En faisant figurer la construction graphique sur l'annexe 1, vérifier que la quantité de matière de paracétamol contenu dans le sachet vaut $n_p = 3{,}43 \times 10^{-3}$ mol.

**Données utiles** $C = 0{,}250\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; courbe de l'annexe 1

On trace la droite qui passe au plus près des premiers points (jusqu'à 10 mL environ) et celle qui passe au plus près des derniers points (à partir de 16 mL environ). L'équivalence est repérée par leur intersection :

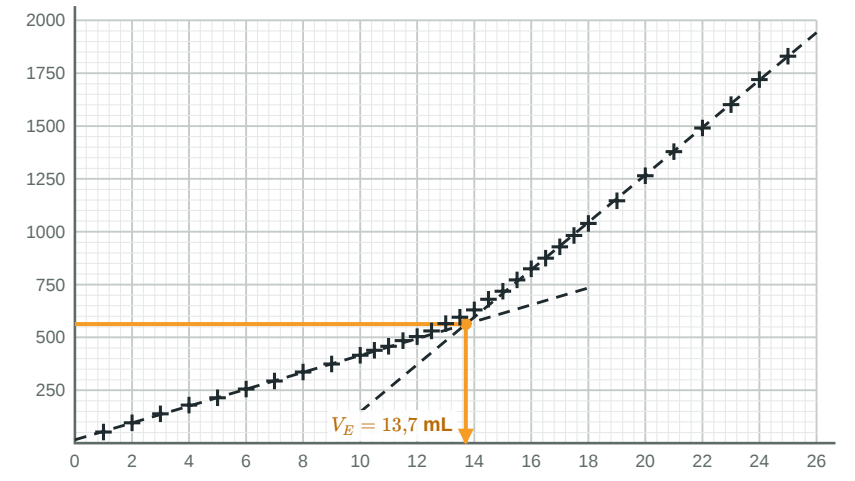
$V_E \approx 13{,}7\ \text{mL}$

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation du titrage (une mole de $\text{OH}^-$ pour une mole de paracétamol) :

$$n_p = n(\text{OH}^-)_{\text{versé}} = C \times V_E$$

$$n_p = 0{,}250 \times 13{,}7 \times 10^{-3} = 3{,}4 \times 10^{-3}\ \text{mol}$$

$n_p = C\,V_E \approx 3{,}4 \times 10^{-3}$ mol, en accord avec la valeur attendue $3{,}43 \times 10^{-3}$ mol.




**Q3** · Annexe 1 complétée : les deux droites se coupent à l'équivalence

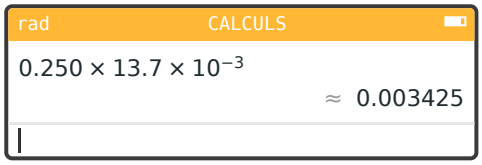
**PIÈGE**

Laisser $V_E$ en mL dans le calcul, ou lire l'équivalence sur la partie arrondie de la courbe : elle se lit à l'intersection des deux droites prolongées.

**COMPRENDRE**

La lecture de $V_E$ se fait à quelques dixièmes de millilitre près, d'où un résultat à deux chiffres sûrs. La valeur $3{,}43 \times 10^{-3}$ mol de l'énoncé correspond à $V_E = 13{,}72$ mL ; on la garde pour la suite.

**À LA CALCULATRICE**



**Q4** Déterminer la masse $m_{\text{mes}}$ de paracétamol contenue dans le sachet et son incertitude-type $u(m_{\text{mes}})$. Écrire le résultat en milligramme avec un nombre adapté de chiffres significatifs.

**Données utiles** $n_p = 3{,}43 \times 10^{-3}$ mol (Q3) ; $M = 151\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; $C = 0{,}250\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; $u(C) = 0{,}010\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; $V_E = 13{,}7$ mL (Q3) ; $u(V_E) = 0{,}29$ mL

Masse de paracétamol : $m_{\text{mes}} = n_p \times M$

$$m_{\text{mes}} = 3{,}43 \times 10^{-3} \times 151 = 0{,}518\ \text{g} = 518\ \text{mg}$$

Incertitude-type :

$$u(m_{\text{mes}}) = m_{\text{mes}} \sqrt{\left(\frac{u(C)}{C}\right)^2 + \left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2}$$

$$u(m_{\text{mes}}) = 518 \times \sqrt{\left(\frac{0{,}010}{0{,}250}\right)^2 + \left(\frac{0{,}29}{13{,}7}\right)^2} = 23{,}4\ \text{mg}$$

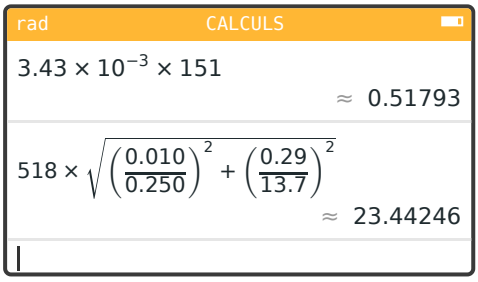
On garde deux chiffres significatifs pour l'incertitude, arrondie par excès : $u(m_{\text{mes}}) = 24$ mg. La masse est alors écrite à l'unité de milligramme, comme l'incertitude.

$m_{\text{mes}} = 518$ mg avec $u(m_{\text{mes}}) = 24$ mg

**PIÈGE**
Dans la racine, les deux rapports sont sans unité : $u(V_E)$ et $V_E$ doivent être dans la même unité (ici le mL). Le résultat est demandé en milligramme.

**COMPRENDRE**
Une incertitude-type s'écrit avec deux chiffres significatifs au plus, et la valeur mesurée s'arrête au même rang décimal. Les autres résultats ont autant de chiffres significatifs que la donnée la moins précise.

**À LA CALCULATRICE**




**Q5** Discuter de la compatibilité entre la masse de paracétamol mesurée $m_{\text{mes}}$ et la valeur de référence $m_{\text{ref}}$ indiquée sur la notice.

**Données utiles** $m_{\text{mes}} = 518$ mg et $u(m_{\text{mes}}) = 24$ mg (Q4) ; $m_{\text{ref}} = 500$ mg

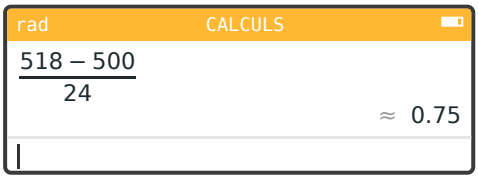
$$z = \frac{|m_{\text{mes}} - m_{\text{ref}}|}{u(m_{\text{mes}})} = \frac{|518 - 500|}{24} = 0{,}75$$

$z < 2$ : l'écart entre la valeur mesurée et la valeur de la notice est inférieur à une incertitude-type.

$z = 0{,}75 < 2$ : la masse mesurée est compatible avec la masse de 500 mg indiquée sur la notice.

**COMPRENDRE**
Un écart de 18 mg n'a pas de sens seul : c'est sa comparaison à l'incertitude-type qui permet de conclure. Avec $u = 23$ mg, on trouverait $z = 0{,}78$ et la même conclusion.

**À LA CALCULATRICE**



**Q6** Écrire l'expression de la vitesse volumique de disparition $v_P$ du paracétamol en fonction de sa concentration $[C_8H_9NO_2]$.

La vitesse volumique de disparition d'un réactif est l'opposé de la dérivée de sa concentration par rapport au temps :

$$v_P = -\frac{\mathrm{d}[C_8H_9NO_2]}{\mathrm{d}t}$$

**PIÈGE**
Oublier le signe « $-$ » : la concentration du paracétamol diminue, sa dérivée est négative, et une vitesse est toujours positive.

**Q7** Sachant que l'évolution de la concentration en paracétamol suit une loi de vitesse d'ordre 1, montrer que $\frac{\mathrm{d}[C_8H_9NO_2]}{\mathrm{d}t} = -k\,[C_8H_9NO_2]$.

Loi de vitesse d'ordre 1 : la vitesse volumique de disparition est proportionnelle à la concentration du réactif, $v_P = k\,[C_8H_9NO_2]$, où $k$ est la constante de vitesse.

D'après Q6, $v_P = -\frac{\mathrm{d}[C_8H_9NO_2]}{\mathrm{d}t}$. En égalant les deux expressions :

$$-\frac{\mathrm{d}[C_8H_9NO_2]}{\mathrm{d}t} = k\,[C_8H_9NO_2]$$

$$\frac{\mathrm{d}[C_8H_9NO_2]}{\mathrm{d}t} = -k\,[C_8H_9NO_2]$$

**MÉTHODE**
Toute démonstration d'ordre 1 tient en deux lignes : la définition de la vitesse (dérivée) et la loi de vitesse ($v = k\,C$), que l'on égale.

**Q8** En utilisant la courbe de la figure 1, montrer sans calcul que la vitesse de disparition du paracétamol diminue au cours du temps.

À une date $t$, la vitesse de disparition $v_P = -\frac{\mathrm{d}[C_8H_9NO_2]}{\mathrm{d}t}$ est l'opposé du coefficient directeur de la tangente à la courbe de la figure 1 à cette date.

La courbe descend de moins en moins vite : la tangente est très inclinée à $t = 0$ h, puis elle se rapproche de l'horizontale. Son coefficient directeur, négatif, a une valeur absolue de plus en plus petite.

La tangente à la courbe est de moins en moins inclinée : la vitesse de disparition du paracétamol diminue au cours du temps.

**COMPRENDRE**
C'est cohérent avec l'ordre 1 : la vitesse est proportionnelle à la concentration, qui est un facteur cinétique. Quand la concentration baisse, la vitesse baisse.

**Q9** Déterminer la durée nécessaire pour que la valeur limite $c_{\text{lim}}$ soit atteinte depuis la prise du médicament. Expliquer l'écart avec les recommandations indiquées sur la notice.

**Données utiles** $c_{\text{lim}} = 8\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ; $M = 151\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; $[\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2]_0 = 132\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; $k = 0{,}28\ \text{h}^{-1}$ ; pic atteint 30 min après la prise ; notice : au moins 6 h entre deux prises

**Concentration limite en quantité de matière** :

$$C_{\text{lim}} = \frac{c_{\text{lim}}}{M} = \frac{8 \times 10^{-3}}{151} = 5{,}30 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1} = 53{,}0\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

**Date $t_{\text{lim}}$ à laquelle cette concentration est atteinte** :

$[\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2]_0\, \text{e}^{-k\,t_{\text{lim}}} = C_{\text{lim}}$, donc

$$t_{\text{lim}} = \frac{1}{k} \ln\left(\frac{[\text{C}_8\text{H}_9\text{NO}_2]_0}{C_{\text{lim}}}\right) = \frac{1}{0{,}28} \times \ln\left(\frac{132}{53{,}0}\right) = 3{,}3\ \text{h}$$

Vérification sur la figure 1 : la courbe passe par $53\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ un peu après $t = 3$ h.

**Durée depuis la prise** : le pic ($t = 0$ h) est atteint 30 min, soit 0,5 h, après la prise.

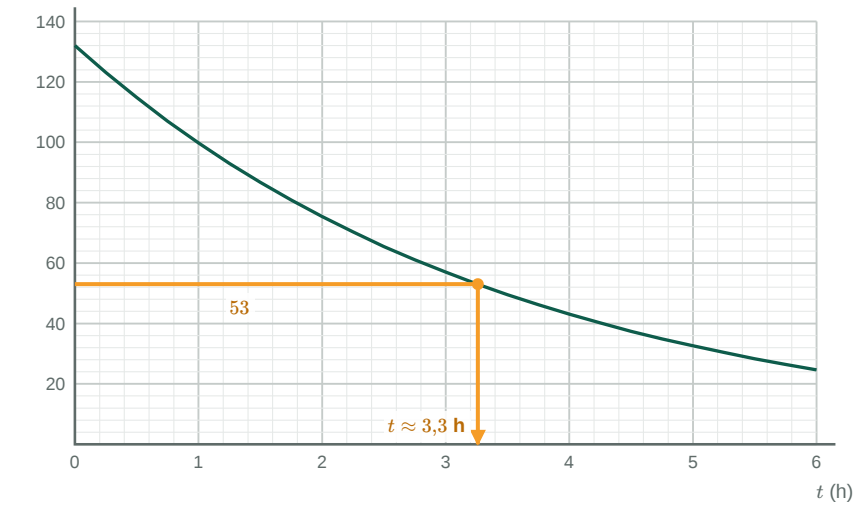
$\Delta t = 0{,}5 + 3{,}3 = 3{,}8\ \text{h}$

**Écart avec la notice** : l'effet antalgique s'atténue au bout de 3,8 h environ, alors que la notice impose au moins 6 h entre deux prises. Cet intervalle n'est pas fixé par la durée de l'effet mais par la sécurité : à $t = 6$ h, il reste encore environ $25\ \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ de paracétamol dans le sang (figure 1), près de 20 % du maximum. Une prise trop rapprochée s'ajouterait à ce reste, et le produit toxique issu de la transformation du paracétamol s'accumulerait dans l'organisme.

$\Delta t \approx 3{,}8$ h, soit environ 3 h 45 min, inférieure aux 6 h de la notice : l'intervalle recommandé laisse le temps d'éliminer le paracétamol et son produit toxique.

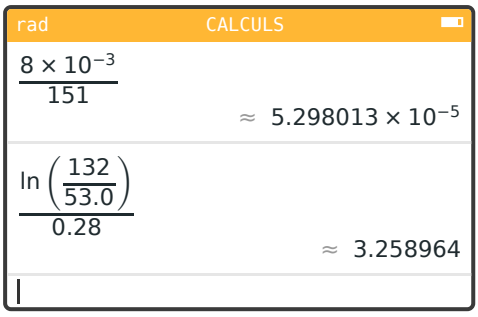
**PIÈGE**
Comparer directement $8\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ à la courbe graduée en $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$, ou oublier les 30 min entre la prise et le pic.

**MÉTHODE**
Pour isoler $t$ dans $C_0\, \text{e}^{-kt} = C$ : diviser par $C_0$, prendre le logarithme népérien, puis diviser par $-k$. Comme $k$ est en $\text{h}^{-1}$, $t$ sort en heures.




**Q9** · Figure 1 du sujet, avec la lecture de la date où la concentration atteint 53 µmol/L

À LA CALCULATRICE



# Traitement de l'eau d'une piscine

Bac 2026 Antilles Jour 2 · Exercice 3 **4 points** **Durée conseillée 42 min**

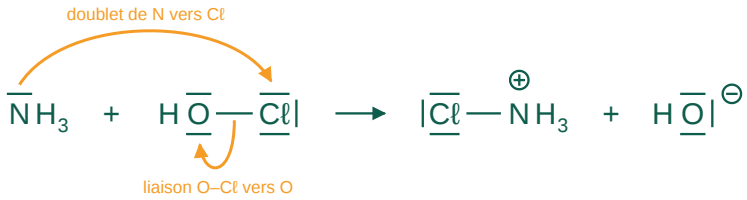
**Q1** Représenter les flèches courbes de l'acte élémentaire n° 1 sur l'annexe 2. Indiquer, en justifiant, s'il s'agit d'une substitution, d'une addition ou d'une élimination.

Flèches courbes (voir l'annexe complétée) :

- une flèche part du doublet non liant de l'atome d'azote de $NH_3$ (site donneur) et pointe vers l'atome de chlore de $HO-Cl$ (site accepteur) : la liaison $Cl-N$ se forme ;
- une flèche part de la liaison $O-Cl$ et pointe vers l'atome d'oxygène : cette liaison se rompt et son doublet devient un doublet non liant de l'ion $HO^-$.

Sur l'atome de chlore, le groupe $HO$ est remplacé par le groupe $NH_3$.

L'acte élémentaire n° 1 est une **substitution** : un groupe d'atomes en remplace un autre.




**Q1** · Annexe 2 complétée : flèches courbes de l'acte élémentaire n° 1

**PIÈGE**
Une flèche courbe part toujours d'un doublet d'électrons (non liant ou liaison), jamais d'un atome ni d'une charge, et pointe vers l'atome accepteur.

**COMPRENDRE**
L'oxygène est plus électronégatif que le chlore : dans $HO-Cl$, le chlore porte une charge partielle positive, c'est le site accepteur. L'oxygène garde le doublet de la liaison rompue.

**Q2** Établir l'équation de la réaction modélisée par le mécanisme réactionnel fourni.

On additionne membre à membre les deux actes élémentaires. Les intermédiaires réactionnels $ClNH_3^+$ et $HO^-$, formés par l'acte n° 1 et consommés par l'acte n° 2, se simplifient.

$$NH_3 + HClO \longrightarrow NH_2Cl + H_2O$$

**MÉTHODE**
Un intermédiaire réactionnel est produit par un acte puis consommé par un autre : il n'apparaît jamais dans l'équation de la réaction. Vérifier ensuite la conservation des éléments et des charges.

**Q3** Donner la définition d'un acide au sens de Brönsted.

Un acide au sens de Brönsted est une espèce chimique capable de céder un ion hydrogène $H^+$.

**COMPRENDRE**
Ici, $HClO$ cède un ion $H^+$ et devient sa base conjuguée $ClO^-$.

**Q4** Exprimer la constante d'acidité $K_A$ du couple acide hypochloreux / ion hypochlorite en fonction des concentrations à l'équilibre et de $c^\circ$.

Réaction de l'acide avec l'eau :

$$HClO\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons ClO^-\,(aq) + H_3O^+\,(aq)$$

$$K_A = \frac{[ClO^-]_{éq} \times [H_3O^+]_{éq}}{[HClO]_{éq} \times c^\circ}$$

**PIÈGE**
L'eau est le solvant : elle n'apparaît pas dans $K_A$. Ne pas inverser le quotient : les produits (base et $H_3O^+$) sont au numérateur.

**Q5** Calculer le rapport $\frac{[\mathrm{ClO^-}]_{éq}}{[\mathrm{HClO}]_{éq}}$ lorsque le pH de l'eau de piscine est égal à 7,4.

**Données utiles** $\mathrm{p}K_A = 7{,}5$ ; $\mathrm{pH} = 7{,}4$ ; $K_A$ (Q4)

D'après Q4 : $\frac{[\mathrm{ClO^-}]_{éq}}{[\mathrm{HClO}]_{éq}} = \frac{K_A \times c^\circ}{[\mathrm{H_3O^+}]_{éq}}$, avec $K_A = 10^{-\mathrm{p}K_A}$ et $[\mathrm{H_3O^+}]_{éq} = c^\circ \times 10^{-\mathrm{pH}}$.

$$\frac{[\mathrm{ClO^-}]_{éq}}{[\mathrm{HClO}]_{éq}} = 10^{\mathrm{pH}-\mathrm{p}K_A} = 10^{7{,}4-7{,}5} = 10^{-0{,}1}$$

$$\boxed{\frac{[\mathrm{ClO^-}]_{éq}}{[\mathrm{HClO}]_{éq}} = 0{,}79}$$

**À LA CALCULATRICE**

rad CALCULS

$10^{7.4-7.5}$

$\approx$ 0.7943282

**COMPRENDRE**
Le rapport est inférieur à 1 : comme $\mathrm{pH} < \mathrm{p}K_A$, l'acide $\mathrm{HClO}$ prédomine, de peu. Deux chiffres significatifs : c'est la valeur 0,79 que l'énoncé reprend ensuite.

**MÉTHODE**
La relation $\mathrm{pH} = \mathrm{p}K_A + \log\frac{[\text{base}]}{[\text{acide}]}$ donne le même résultat directement ; on la retrouve en prenant le logarithme de $K_A$.

**Q6** Montrer que, pour atteindre le seuil $c_{\text{m seuil}} = 2\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de « chlore libre », la concentration $[\mathrm{ClO^-}]_{éq}$ doit être égale à $1{,}7 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

**Données utiles** $M(\mathrm{HClO}) = 52{,}5\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; $M(\mathrm{ClO^-}) = 51{,}5\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ; $\frac{[\mathrm{ClO^-}]_{éq}}{[\mathrm{HClO}]_{éq}} = 0{,}79$ ; $c_{\text{m seuil}} = 2 \times 10^{-3}\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$

Le rapport donne $[\mathrm{HClO}]_{éq} = \frac{[\mathrm{ClO^-}]_{éq}}{0{,}79}$. On remplace dans la relation de l'énoncé :

$$c_{\text{m}} = [\mathrm{ClO^-}]_{éq} \times \left(\frac{M(\mathrm{HClO})}{0{,}79} + M(\mathrm{ClO^-})\right)$$

$$[\mathrm{ClO^-}]_{éq} = \frac{c_{\text{m seuil}}}{\frac{M(\mathrm{HClO})}{0{,}79} + M(\mathrm{ClO^-})} = \frac{2 \times 10^{-3}}{\frac{52{,}5}{0{,}79} + 51{,}5}$$

$\boxed{[\mathrm{ClO^-}]_{éq} = 1{,}7 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}}$ : c'est bien la valeur attendue.

**À LA CALCULATRICE**

rad CALCULS

$\frac{2 \times 10^{-3}}{\frac{52.5}{0.79} + 51.5}$

$\approx$ $1.695552 \times 10^{-5}$

**PIÈGE**
Convertir le seuil en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ : $2\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1} = 2 \times 10^{-3}\ \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$, car les masses molaires sont en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

**MÉTHODE**
Deux inconnues, deux relations (le rapport et $c_{\text{m}}$) : exprimer une concentration en fonction de l'autre, remplacer, puis isoler l'inconnue avant de passer aux valeurs.

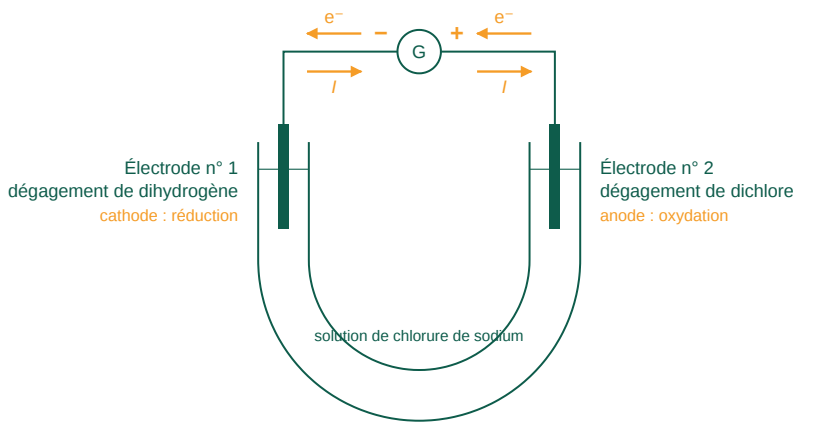
**Q7** Indiquer sur le schéma de l'annexe 3 le sens de circulation des électrons dans les fils, le sens du courant d'intensité $I$ et la polarité du générateur.

À l'électrode n° 1, $2\,H_2O\,(l) + 2\,e^- \longrightarrow H_2\,(g) + 2\,HO^-\,(aq)$ : des électrons sont consommés (réduction). Ils arrivent donc par le fil sur l'électrode n° 1.

À l'électrode n° 2, $2\,Cl^-\,(aq) \longrightarrow Cl_2\,(g) + 2\,e^-$ : des électrons sont libérés (oxydation). Ils quittent donc l'électrode n° 2 par le fil.

Dans les fils, les électrons circulent de l'électrode n° 2 vers l'électrode n° 1 en traversant le générateur. Le courant circule en sens inverse : il sort du générateur par sa borne $+$.

Borne $-$ du générateur reliée à l'électrode n° 1, borne $+$ reliée à l'électrode n° 2 ; le courant $I$ va de la borne $+$ vers l'électrode n° 2 et revient de l'électrode n° 1 vers la borne $-$.




**Q7** · Annexe 3 complétée : sens des électrons, sens du courant et polarité du générateur

**PIÈGE**
Ne pas raisonner comme pour une pile. Dans une électrolyse, le générateur impose le sens : l'électrode où a lieu la réduction (cathode) est reliée à la borne $-$.

**COMPRENDRE**
Le sens conventionnel du courant est opposé au sens de déplacement des électrons, porteurs de charge négative.

**Q8** Calculer la durée $\Delta t$ de l'électrolyse nécessaire pour que la concentration en ions hypochlorite dans l'eau de la piscine atteigne $1{,}7 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

**Données utiles** $[\text{ClO}^-] = 1{,}7 \times 10^{-5}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ (Q6) ; $V = 50\ \text{m}^3$ ; $I = 5{,}0\ \text{A}$ ; $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ \text{mol}^{-1}$ ; $e = 1{,}6 \times 10^{-19}\ \text{C}$

Quantité d'ions hypochlorite à former, avec $V = 50\ \text{m}^3 = 5{,}0 \times 10^4\ \text{L}$ :

$n(\text{ClO}^-) = [\text{ClO}^-] \times V = 1{,}7 \times 10^{-5} \times 5{,}0 \times 10^4 = 0{,}85\ \text{mol}$

D'après $\text{Cl}_2\,(\text{g}) + 2\,\text{HO}^-\,(\text{aq}) \longrightarrow \text{ClO}^-\,(\text{aq}) + \text{Cl}^-\,(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}\,(\text{l})$ : une mole de dichlore donne une mole d'ions hypochlorite, donc $n(\text{Cl}_2) = n(\text{ClO}^-)$.

D'après $2\,\text{Cl}^-\,(\text{aq}) \longrightarrow \text{Cl}_2\,(\text{g}) + 2\,\text{e}^-$ : la formation d'une mole de dichlore met en jeu deux moles d'électrons, donc $n(\text{e}^-) = 2\,n(\text{Cl}_2) = 2\,n(\text{ClO}^-) = 1{,}7\ \text{mol}$.

Or $Q = I \times \Delta t$ et $Q = n(\text{e}^-) \times N_A \times e$, donc :

$$\Delta t = \frac{2\,[\text{ClO}^-] \times V \times N_A \times e}{I} = \frac{2 \times 0{,}85 \times 6{,}02 \times 10^{23} \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{5{,}0}$$

$\Delta t = 3{,}3 \times 10^4\ \text{s}$, soit environ $9{,}1\ \text{h}$.

**PIÈGE**

Convertir le volume en litres ($1\ \text{m}^3 = 10^3\ \text{L}$) et ne pas oublier le facteur 2 : deux électrons échangés par molécule de dichlore, donc par ion hypochlorite formé.

**COMPRENDRE**

Deux chiffres significatifs, comme $I$, $e$ et la concentration. Ce calcul suit l'énoncé : il ne compte pas les ions $\text{ClO}^-$ qui se transforment ensuite en $\text{HClO}$ ; la durée réelle serait plus longue.

**MÉTHODE**

Électrolyse : 1) quantité de produit voulue ; 2) quantité d'électrons grâce aux équations ; 3) $Q = n(\text{e}^-) \times N_A \times e$ ; 4) $\Delta t = Q \div I$.

**À LA CALCULATRICE**

