

# BACCALAURÉAT SUJET

Bac PCM



MÉTROPOLE  
2026

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2026

## SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

### Physique-Chimie et Mathématiques

ÉPREUVE DU MARDI 16 JUIN 2026

Durée de l'épreuve : **3 heures**

*L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.*

*L'usage de la calculatrice sans mémoire « type collègue » est autorisé.*

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

|                       |              |
|-----------------------|--------------|
| PHYSIQUE-CHIMIE ..... | 14/20 points |
| MATHÉMATIQUES .....   | 6/20 points  |

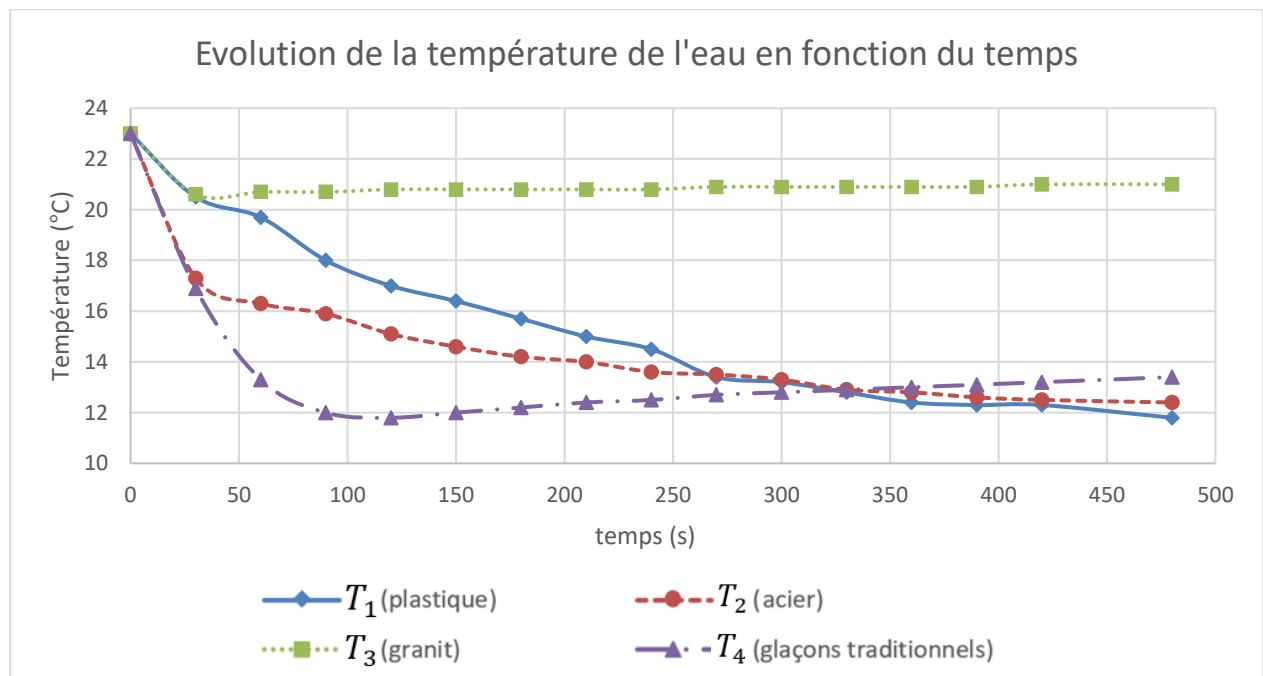
## EXERCICE 1 (4,5 points)

(Physique-chimie et mathématiques)

### Refroidir une boisson

Une élève de terminale STI2D a acheté des glaçons ayant des aspects très variés : matière plastique, acier inoxydable, pierre de granit.

Elle s'interroge sur leur efficacité en comparaison des glaçons traditionnels constitués d'eau sous forme de glace. Elle réalise l'expérience suivante : après avoir versé 200 g d'eau dans quatre verres munis chacun d'un thermomètre, elle ajoute dans chacun un glaçon de volume identique, tout juste sorti du congélateur. Elle suit ensuite l'évolution de la température de l'eau de chaque verre en fonction du temps.



Le thermomètre indique une température initiale de l'eau égale à 23,0 °C.

Extrait de la notice du thermomètre :

#### Spécifications

|                      |                                                      |
|----------------------|------------------------------------------------------|
| Gamme                | -50,0 à 150,0 °C                                     |
| Résolution           | 0,1° C (-50,0 à 150,0 °C)                            |
| Précision            | ±0,2 °C (de -30,0 à 120,0 °C)<br>±0,3 °C (en-dehors) |
| Sonde                | Acier inoxydable, 1 mètre de câble                   |
| Environnement        | -30 à 50 °C                                          |
| Piles / Durée de vie | 3 x 1,5 V AAA alcalines / Environ 2 ans              |
| Auto-extinction      | 8 minutes (par défaut), 60 minutes ou OFF            |
| Dimensions           | 107 x 59 x 17 mm                                     |
| Poids                | 130 g                                                |

1. En comparant les courbes d'évolution de la température de l'eau, indiquer quel glaçon vous conseilleriez à l'élève pour refroidir rapidement sa boisson sans la diluer. Justifier.
2. En utilisant la notice du thermomètre, déterminer l'incertitude-type  $u(T)$  associée à la mesure de la température sachant que l'incertitude-type  $u(T)$  est donnée par la relation :  $u(T) = \frac{\text{précision}}{\sqrt{3}}$ .
3. Écrire la valeur de la température initiale avec l'incertitude-type associée et l'unité correspondante.

On s'intéresse à  $T_1$  la température de la boisson (en °C) refroidie avec les glaçons d'aspect plastique.

La température  $T_1$  est modélisée par la fonction définie pour tout  $t \in [0 ; +\infty[$  par  $T_1(t) = 11,5e^{-0,006t} + 11,5$ .

On admet que  $T_1$  est dérivable sur  $[0 ; +\infty[$  et on note  $T_1'$  sa dérivée.

On considère l'équation différentielle suivante :

$$(E) : y' + 0,006y = 0,069.$$

4. Montrer que  $T_1$  est la solution de (E) vérifiant la condition  $T_1(0) = 23$ .
5. Déterminer la valeur de  $\lim_{t \rightarrow +\infty} T_1(t)$ .
6. En supposant que la température extérieure reste constante et égale à 23,0°C, estimer la valeur de la température de la boisson au bout de 3 h. Indiquer si le modèle mathématique précédent peut être appliqué dans ce cas.

On considère un glaçon traditionnel de masse  $m_{\text{glaçon}}$  égale à 34,0 g et sorti du congélateur à  $T_i = -18,0^\circ\text{C}$ . Son évolution est modélisée de la façon suivante : il va se réchauffer dans l'eau jusqu'à  $T_s = 0,0^\circ\text{C}$ , changer d'état puis se réchauffer sous forme liquide jusqu'à la température  $T_f = 11,8^\circ\text{C}$ .

#### Données :

- capacité thermique massique de la glace :  $c_{\text{glace}} = 2,06 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$  ;
  - énergie massique de fusion de la glace :  $L_f(\text{glace}) = 333 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$  ;
  - capacité thermique massique de l'eau liquide :  $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ .
7. Calculer l'énergie thermique  $Q_1$  reçue par le glaçon traditionnel lorsqu'il passe de la température  $T_i$  à la température  $T_s$  sans changement d'état.
  8. Calculer l'énergie thermique  $Q_2$  reçue par le glaçon traditionnel lors de son changement d'état.

9. Calculer l'énergie thermique  $Q_3$  reçue par le glaçon traditionnel liquéfié lorsqu'il passe de la température  $T_s$  à la température  $T_f$  à l'état liquide.
10. En comparant  $Q_1$ ,  $Q_2$  et  $Q_3$ , indiquer quelle étape est la plus utile au refroidissement de l'eau.

## EXERCICE 2 (5,5 points)

(Physique-chimie)

### Étude d'une Tiny House

Une Tiny House ou mini maison est une structure habitable compacte, souvent mobile, qui offre tout le confort nécessaire dans un espace réduit. Conçues pour optimiser chaque centimètre carré, ces maisons offrent une alternative durable et économique aux habitations traditionnelles.

D'après <https://www.trouver-un-logement-neuf.com/>

Image d'après <https://www.istockphoto.com/fr/vectoriel/vue-en-coupe-dune-petite-maison-gm641392816-116069815>



La plupart de ces maisons sont construites sur une surface inférieure ou égale à 20 m<sup>2</sup>, la largeur et la longueur maximales mesurant respectivement 2,5 mètres et 8,0 mètres, pour pouvoir circuler sur les routes.

#### A. Étude de l'isolation d'une Tiny House.



<https://www.tiny-home.be/>

1. Citer et décrire succinctement les trois modes de transfert thermique.

La paroi des murs de la Tiny House est composée de différents matériaux. Pour l'isolation on prendra en compte uniquement le bardage intérieur et extérieur, l'isolant et la lame d'air.

| Matériau          | Épaisseur | Conductivité thermique<br>(W·m <sup>-1</sup> ·°C <sup>-1</sup> ) |
|-------------------|-----------|------------------------------------------------------------------|
| Bardage extérieur | 19 mm     | 0,090                                                            |
| Lame d'air        | 25 mm     | 0,024                                                            |
| Isolant           | 100 mm    | 0,038                                                            |
| Bardage intérieur | 10 mm     | 0,14                                                             |

On suppose que les échanges thermiques se font uniquement par conduction à travers les différentes couches.

- Dans le cas d'une paroi de 1,0 m<sup>2</sup> composée d'un seul matériau, rappeler la relation entre la résistance thermique  $R$ , l'épaisseur  $e$  et la conductivité thermique  $\lambda$  du matériau. Préciser les unités.
- Calculer la résistance thermique de chaque couche de la paroi de 1,0 m<sup>2</sup>.
- Montrer que la résistance thermique totale de la paroi de 1,0 m<sup>2</sup> est :

$$R_{paroi} = 3,9 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}.$$

On indique que le flux thermique exprimé par unité de surface de paroi est donné par :

$$\varphi = \frac{T_{chaud} - T_{froid}}{R_{paroi}}$$

avec  $\varphi$  en W·m<sup>-2</sup>,  $T_{chaud}$  la température intérieure de la maison en °C et  $T_{froid}$  la température extérieure en °C.

- Si la température intérieure est de 20,0°C et la température extérieure de 0,0 °C, calculer le flux thermique surfacique  $\varphi$  traversant la paroi.

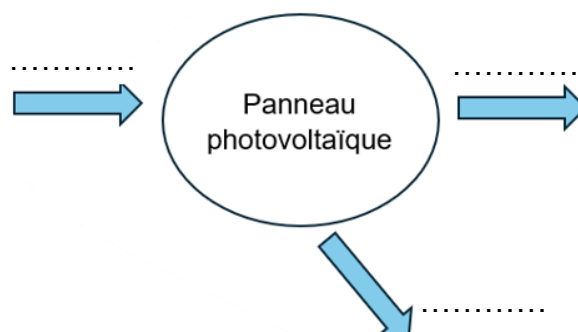
La Tiny House mesure 6,6 m de longueur sur 2,5 m de largeur et 4,0 m de hauteur.

- En supposant que les parois ne contiennent ni porte ni fenêtre, déterminer le flux thermique total  $\Phi$  traversant les murs de la Tiny House.
- Proposer une amélioration de la paroi pour limiter les déperditions.

## B. Autonomie électrique de la Tiny House

Le propriétaire de la Tiny House souhaite être autonome en électricité. Pour cela il l'équipe de panneaux photovoltaïques associés à une batterie.

- Recopier et compléter sur la copie la chaîne énergétique d'un panneau photovoltaïque :



Pour dimensionner correctement l'installation, il est nécessaire d'estimer la consommation moyenne des habitants de la Tiny House.

Voici leur utilisation électrique journalière :

| Appareil              | Nombre d'appareils | Durée d'utilisation de chaque appareil pour une journée | Puissance de l'appareil |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|
| Ampoules LED          | 5                  | 4 h                                                     | 5 W                     |
| Télévision            | 1                  | 4 h                                                     | 100 W                   |
| Chargeur de téléphone | 3                  | 45 minutes                                              | 40 W                    |
| Ordinateur portable   | 1                  | 4 h                                                     | 75 W                    |
| Enceinte connectée    | 1                  | 3 h                                                     | 50 W                    |
| Réfrigérateur A++     | 1                  | 24 h                                                    | 16 W                    |

Une entreprise propose des kits solaires composés de panneaux solaires associés à une batterie :

|       | Référence du kit                                    | Puissance électrique produite par le panneau solaire (W) | Energie disponible dans la batterie (kWh) | Prix (€) |
|-------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------|
| KIT 1 | Kit Bluetti - AC180P + panneau pliable 350W Bluetti | 350                                                      | 1,44                                      | 1 548,00 |
| KIT 2 | Kit Sharp 420W - Bluetti AC200MAX                   | 420                                                      | 2,05                                      | 1037,99  |
| KIT 3 | Kit solaire nomade 700W Bluetti - AC200MAX          | 700                                                      | 2,05                                      | 2336,99  |
| KIT 4 | Kit Sharp 840W - Bluetti AC200MAX                   | 840                                                      | 1,14                                      | 1136,99  |

*D'après le site <https://www.myshop-solaire.com/>*

Le propriétaire de la Tiny House souhaite que le kit photovoltaïque permette l'utilisation de tous les appareils simultanément et que la batterie puisse assurer le fonctionnement de tous les appareils pendant 24h.

9. En justifiant votre choix, déterminer le kit qui semble le plus approprié à l'autonomie électrique de la Tiny House.

### EXERCICE 3 (4 points)

(Mathématiques)

Dans cet exercice, les questions 1, 2 et 3 sont indépendantes les unes des autres.

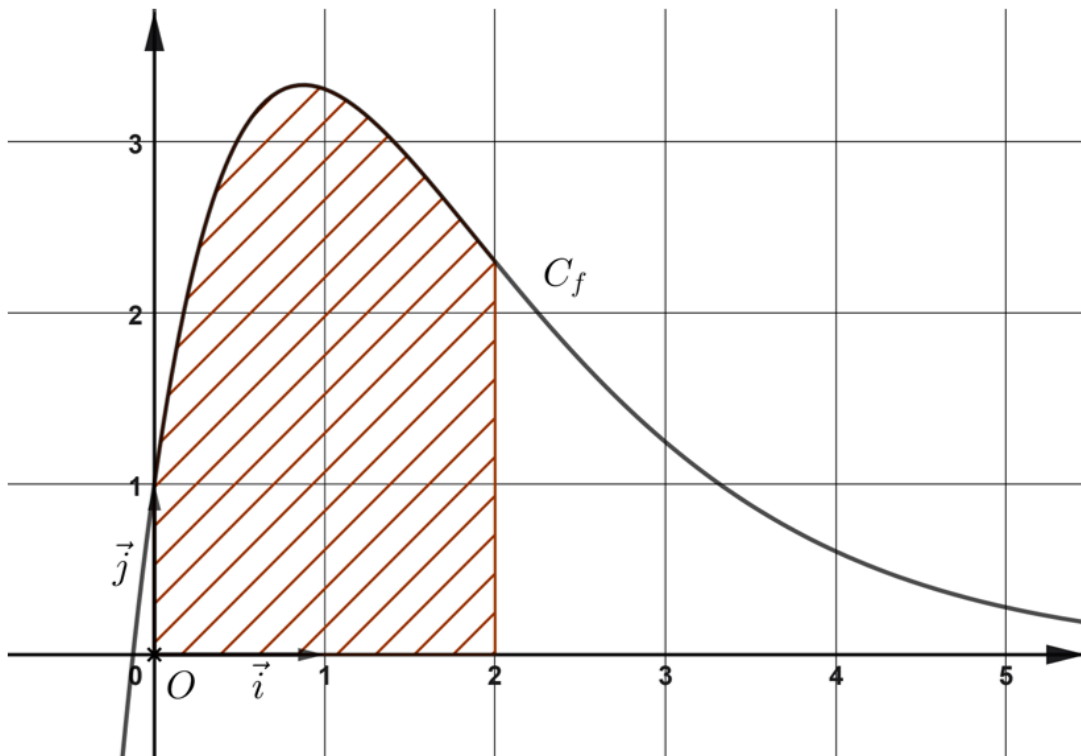
#### Question 1

On considère la fonction  $f$  définie sur  $\mathbb{R}$  par :

$$f(x) = (8x + 1)e^{-x}.$$

On admet que  $f(x) \geq 0$  pour tout  $x$  appartenant à  $[0 ; 2]$ .

Dans le repère orthonormé  $(O ; \vec{i}, \vec{j})$  ci-dessous,  $C_f$  désigne la courbe représentative de  $f$ .



On considère la fonction  $F$  définie sur  $\mathbb{R}$  par :

$$F(x) = -(8x + 9)e^{-x}.$$

On admet que  $F$  est une primitive de  $f$  sur  $\mathbb{R}$ .

On note  $A$  l'aire du domaine hachuré sur la figure ci-dessus, en unité d'aire.

1. Écrire  $A$  sous forme d'une intégrale.
2. Calculer  $A$ , en détaillant les étapes. On donnera la valeur exacte du résultat, puis une valeur approchée à  $10^{-2}$  près.

## Question 2

On considère la fonction  $g$  définie sur  $]0 ; +\infty[$  par :

$$g(x) = 2x + 1 + 4\ln(x).$$

On admet que  $g$  est dérivable sur  $]0 ; +\infty[$  et on note  $g'$  sa dérivée.

1. Montrer que  $g'(x) = \frac{2x+4}{x}$ , pour tout  $x$  appartenant à  $]0 ; +\infty[$ .
2. Déterminer le sens de variation de la fonction  $g$  sur  $]0 ; +\infty[$ .

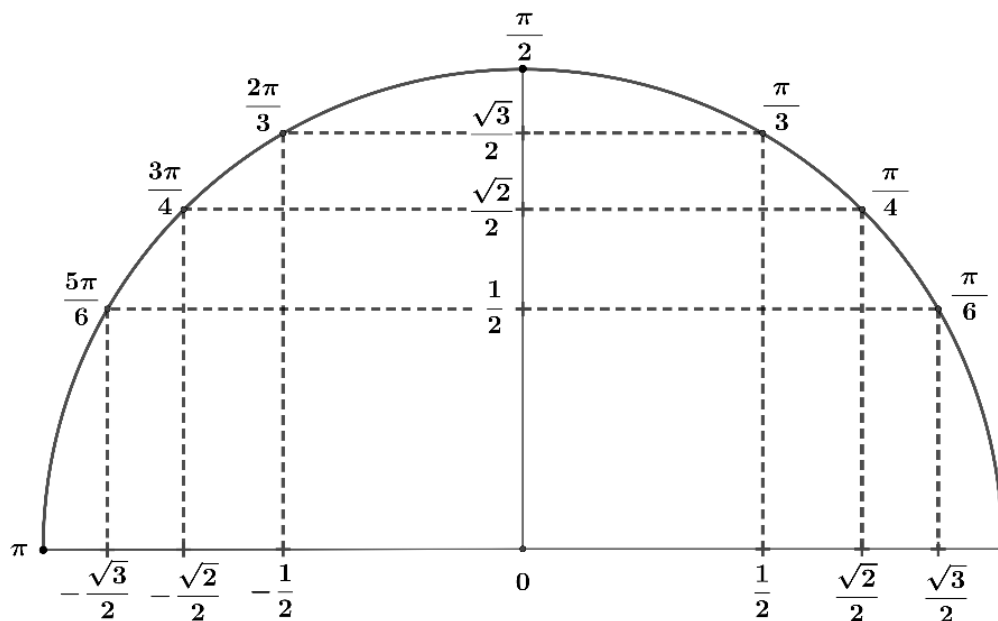
## Question 3

On note  $i$  le nombre complexe de module 1 et d'argument  $\frac{\pi}{2}$ .

On considère le nombre complexe  $z = -2\sqrt{3} + 2i$ .

Écrire le nombre complexe  $z$  sous forme exponentielle en détaillant les étapes de calcul.

*On pourra s'aider du demi-cercle trigonométrique ci-dessous pour répondre à cette question.*



## EXERCICE 4 (6 points)

(Physique-chimie)

### Rouler avec une pile à combustible

Une voiture équipée d'une pile à combustible et d'une batterie combine ces deux sources d'énergie de la façon suivante :

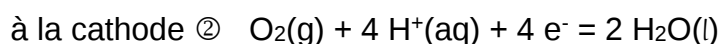
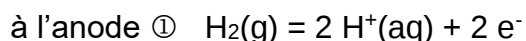
- la pile à combustible convertit l'énergie chimique du dihydrogène en électricité grâce à une transformation chimique impliquant le dioxygène de l'air. Cette transformation produit de l'eau. Cette pile alimente le moteur électrique qui fait rouler la voiture.
- la batterie stocke de l'énergie électrique récupérée lors du freinage. Elle offre un surplus de puissance lors des accélérations ou quand la pile ne suffit pas.

Sur une bouteille de dihydrogène, on peut voir ces 2 pictogrammes :



1. Donner la signification de ces pictogrammes.

Dans une pile à combustible, les demi-équations des réactions qui modélisent les transformations chimiques ayant lieu aux électrodes s'écrivent respectivement à l'anode ① et à la cathode ② :



2. En analysant les demi-équations, indiquer en justifiant :

- si le dihydrogène est un oxydant ou un réducteur ;
- si le dioxygène est un oxydant ou un réducteur.

3. Indiquer quelle demi-équation correspond à une oxydation et quelle demi-équation correspond à une réduction.

4. Établir l'équation globale de la réaction modélisant la transformation chimique qui a lieu dans la pile à combustible lorsqu'elle est en fonctionnement.

Un lycéen dispose dans son établissement d'une voiture miniature télécommandée à pile à combustible, qui fonctionne sur le même principe que les véhicules de taille classique. Une petite cartouche de dihydrogène sert de réservoir de combustible. Au cours d'un test, il effectue des mesures de puissances sur un banc d'essais.



5. Indiquer ce que représente la valeur affichée dans la cellule C1886.
6. Extraire du tableau la valeur de l'énergie fournie par la pile pendant la durée totale de fonctionnement  $\Delta t$  qui est environ égale à 17,7 s.
7. En déduire la puissance moyenne mise en jeu dans la pile. Comparer au résultat de la question 5.
8. Déterminer la quantité d'électricité  $Q$  en coulomb (C) fournie par la pile à combustible pendant la durée  $\Delta t$ . On considère que l'intensité débitée  $I$  est constante et vaut 2,70 A.

On rappelle que la quantité d'électricité  $Q$  et la quantité de matière d'électrons échangés  $n(e^-)$  pendant le fonctionnement d'une pile, sont liées par la relation :

$$Q = n(e^-) \times F$$

où la constante de Faraday  $F$  vaut  $96\,485\text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$ ,  $Q$  est exprimée en coulomb (C) et  $n(e^-)$  est exprimée en mole (mol).

9. En déduire  $n(e^-)$  la quantité de matière d'électrons échangés pendant la durée de fonctionnement de la pile.
10. En utilisant les demi-équations électroniques, montrer que la quantité de matière de dihydrogène utilisé  $n(H_2)$  est environ égale à  $2,5 \times 10^{-4}\text{ mol}$ .

L'élève pèse la cartouche de dihydrogène avant et après son test.



Avant le test



Après le test

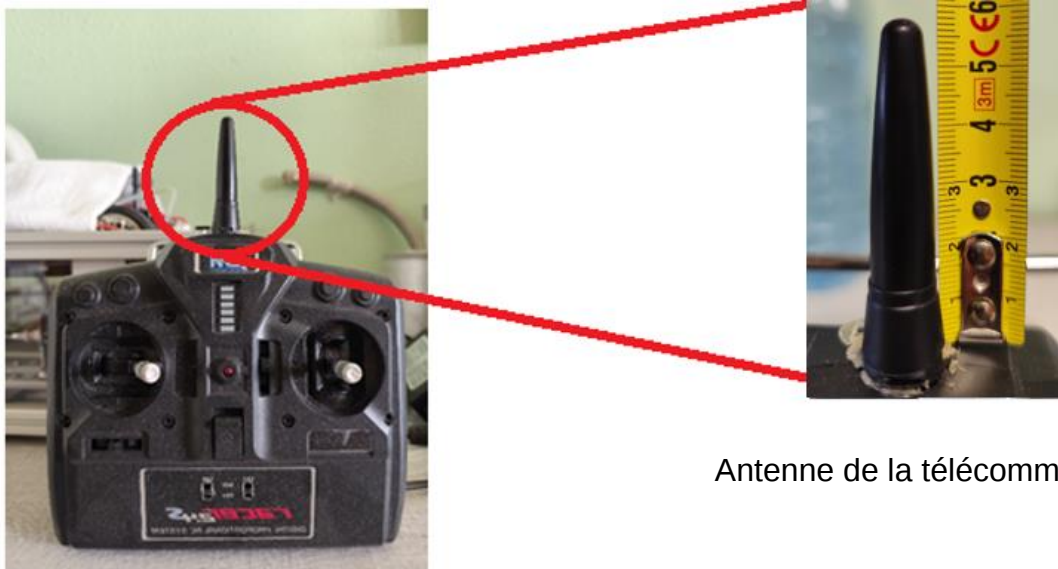
**Donnée :** masse molaire atomique de l'hydrogène :  $M(H) = 1,0\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

11. Expliquer, en justifiant par un calcul, pourquoi la masse affichée sur la balance est toujours la même quand on pèse la cartouche de dihydrogène avant et après l'expérience.

La télécommande et la voiture communiquent par ondes radio de fréquence  $f$  proche de  $2,60 \times 10^9$  Hz.

**Donnée :**  $c = 3,00 \times 10^8$  m·s<sup>-1</sup>

12. Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  de ces ondes radio.



Antenne de la télécommande

Télécommande de la voiture

La longueur  $L$  (en m) de l'antenne dépend de la longueur d'onde  $\lambda$  (en m) de l'onde transmise ou reçue. On utilise en général des sous-multiples de la longueur d'onde.

| Type d'antenne           |                         |                                                                                           |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Antenne pleine onde      | $L = \lambda$           | La longueur de l'antenne est égale à la longueur d'onde de l'onde radio.                  |
| Antenne demi-onde        | $L = \frac{\lambda}{2}$ | La longueur de l'antenne est 2 fois plus petite que la longueur d'onde de l'onde radio.   |
| Antenne quart d'onde     | $L = \frac{\lambda}{4}$ | La longueur de l'antenne est 4 fois plus petite que la longueur d'onde de l'onde radio.   |
| Antenne $n$ -ième d'onde | $L = \frac{\lambda}{n}$ | La longueur de l'antenne est $n$ fois plus petite que la longueur d'onde de l'onde radio. |

13. Indiquer, en justifiant, le type d'antenne utilisée pour la télécommande.