

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

EPREUVE BLANCHE – Mars 2025

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE

Physique-Chimie et Mathématiques

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 collège » est autorisé.

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

Ce sujet comporte 14 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

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

Le candidat sera attentif aux consignes contenues dans le sujet pour traiter les 4 exercices.

(1 copie pour les mathématiques séparée de la partie physique-chimie)

EXERCICE 1 (5 points)

(physique-chimie)

Un talkie-walkie est un émetteur-récepteur radio portatif, permettant la communication radiophonique de courte distance entre deux personnes disposant chacune d'un appareil.

Le talkie-walkie dispose de 8 canaux de communication autorisés dans tous les pays, activés par défaut. Chaque canal est associé à une onde électromagnétique, dite "porteuse". Les deux personnes doivent sélectionner le même canal pour pouvoir communiquer.

Canal	Fréquence (MHz)
1	446,00625
2	446,01875
3	446,03125
4	446,04375
5	446,05625
6	446,06875
7	446,08125
8	446,09375

**Fréquences des porteuses
des différents canaux**

1. Transmission d'un son musical

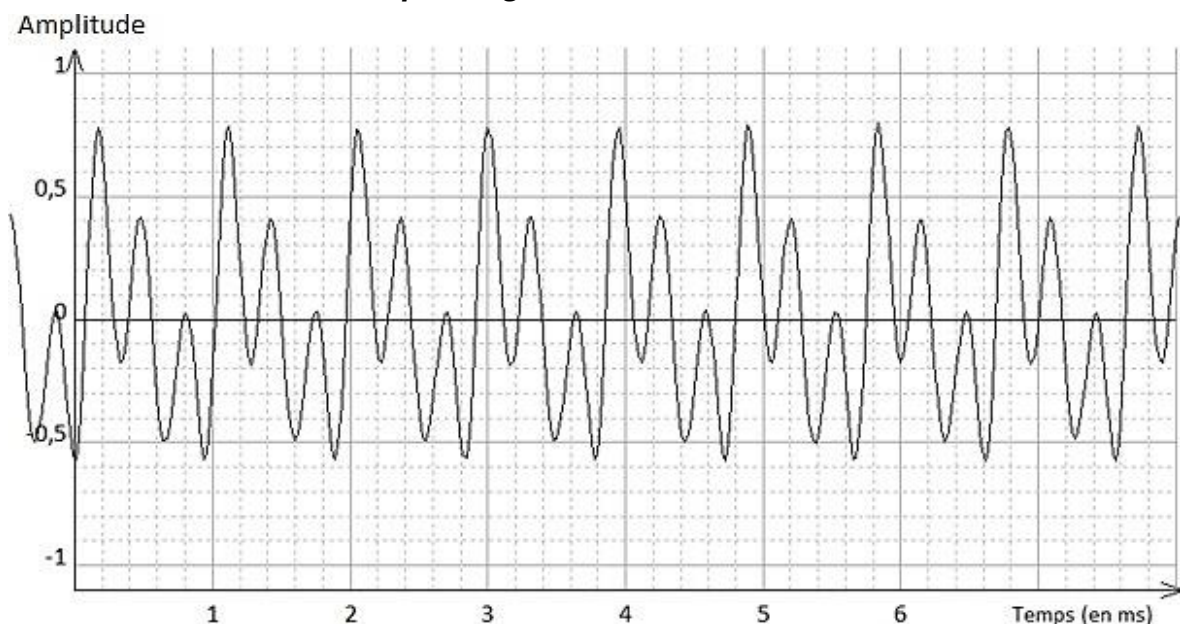
On souhaite savoir si une petite mélodie jouée avec un instrument de musique peut être transmise par un talkie-walkie sans être déformée.

On appelle « bande passante » d'un canal la largeur de l'intervalle des fréquences susceptibles d'être transmises par ce canal.

Pour que la mélodie soit transmise sans déformation, il est nécessaire que la bande passante du canal 3 soit suffisamment large pour transmettre toutes les fréquences contenues dans le spectre de la mélodie.

Pour cela, on enregistre la note la plus aiguë de l'instrument pour déterminer la fréquence maximale que pourrait contenir la mélodie.

**Portion du signal temporel enregistré pour la note
la plus aiguë de l'instrument.**



1.1. Indiquer, en justifiant, si le son enregistré est un son pur ou un son complexe.

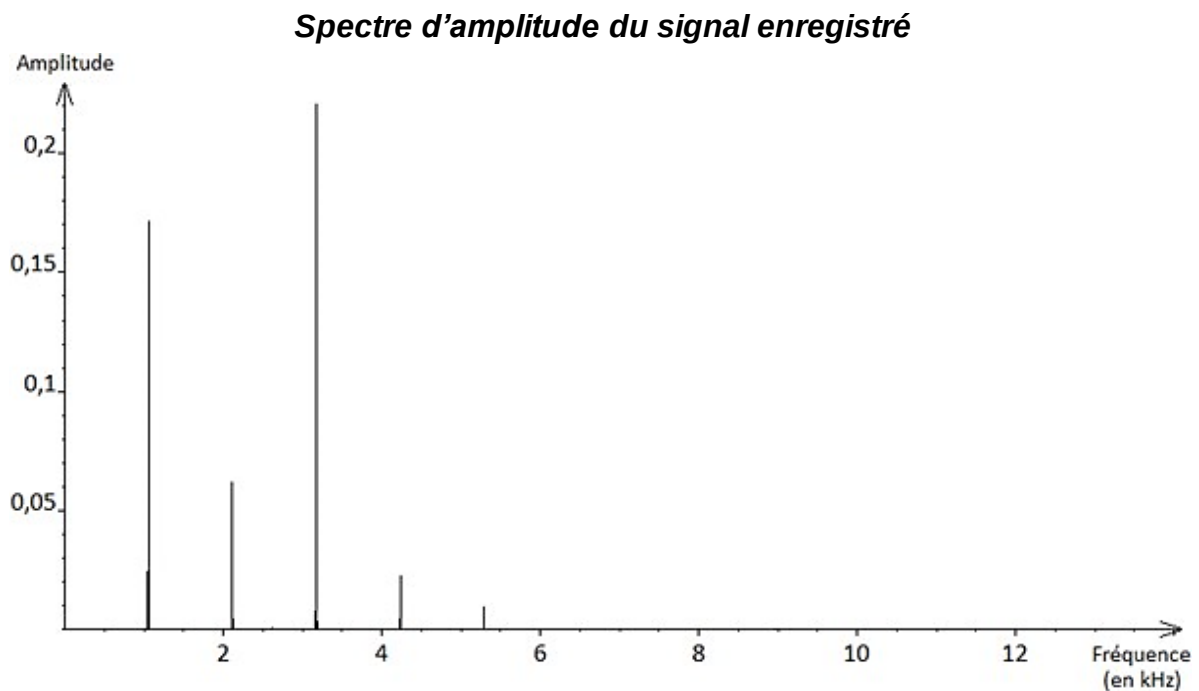
Chaque note de musique correspond à une fréquence précise.

Correspondance entre quelques notes de musique et leurs fréquences

Note de musique	fa ₄	sol ₄	la ₄	si ₄	do ₅	ré ₅	mi ₅	fa ₅
Fréquence (en Hz)	689,5	784,0	880,0	987,8	1046	1175	1319	1397

1.2. A l'aide de l'enregistrement, déterminer la note de musique qui est jouée.

On trace ci-dessous le spectre d'amplitude du signal enregistré, afin de pouvoir visualiser sa composition.



1.3. Expliquer en quoi ce spectre permet de retrouver les réponses aux questions 1.1. et 1.2.

1.4. À l'aide du spectre, déterminer la fréquence maximale des composantes du signal enregistré, notée f_{max} .

Pour pouvoir transmettre sans déformation un signal de fréquence donnée, la bande passante utilisée doit être au moins égale au double de cette fréquence. On précise que la bande passante de chaque canal correspond à l'écart de fréquence entre les porteuses de deux canaux successifs.

1.5. Déterminer si la bande passante du canal 3 du talkie-walkie est suffisante pour transmettre intégralement n'importe quelle mélodie jouée par l'instrument utilisé, sans déformer le signal.

2. Sonnerie du talkie-walkie

Chaque talkie-walkie est équipé d'une sonnerie dont on étudie désormais la puissance sonore.

Données :

- Intensité sonore : $I = I_0 \times 10^{\frac{L}{10}}$ avec L le niveau sonore (en dB).
- Intensité sonore de référence : $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.
- L'intensité sonore I , à une distance R (en m) d'une source de puissance sonore P (en W) est : $I = \frac{P}{4\pi R^2}$

On mesure le niveau sonore de la sonnerie du talkie-walkie n°1 seul, situé à 50 cm du sonomètre ; on trouve $L_1 = 87 \text{ dB}$.

- 2.1. Calculer la puissance sonore de la sonnerie du talkie-walkie dans ce cas.
- 2.2. Calculer le niveau sonore de la sonnerie à 5,0 m de distance du talkie-walkie en considérant que la puissance sonore est constante.

EXERCICE 2 (7 points)

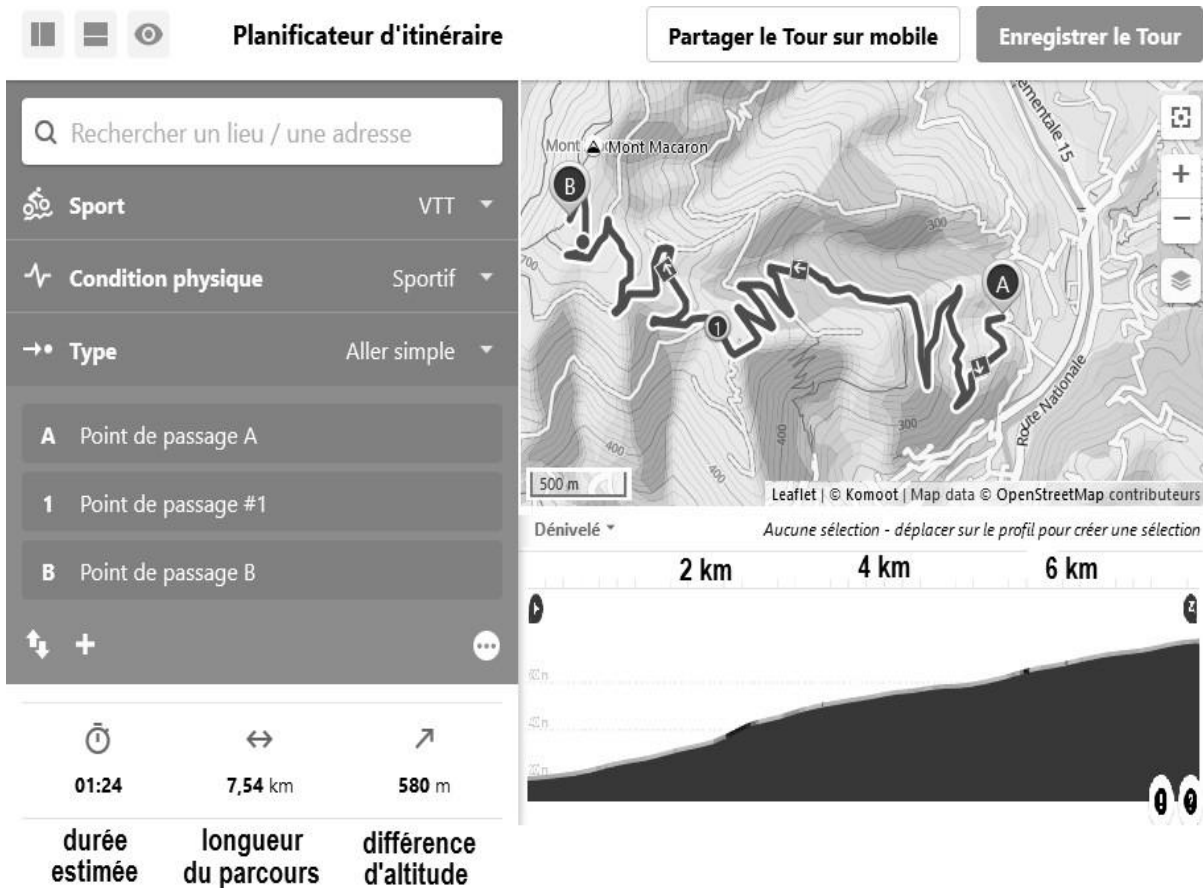
(physique-chimie)

PARTIE Physique : quelques caractéristiques d'un VTT à assistance électrique.

Un vététiste prépare une sortie au Mont Macaron, qui domine la ville de Nice. Il empruntera pour la montée un chemin en lacets assez régulier et de pente modérée, avant de redescendre par des sentiers plus techniques.

Pour la montée, il veut utiliser une assistance « standard » afin d'atteindre le sommet en 30 min, alors que le planificateur d'itinéraire envisage 1h24min sans assistance.

Doc.1 Trajet de la montée, tracé par un planificateur d'itinéraire.



d'après www.komoot.fr

Doc.2 Modes d'assistance du VTT

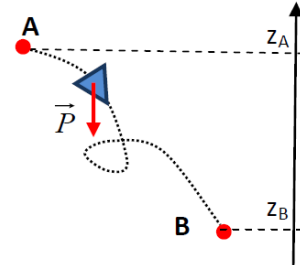
	Dénomination	% d'apport d'assistance électrique	Exemple pour un effort musculaire de 100 W, la puissance disponible sera :
Mode 0	Pas d'assistance	0 %	100 W
Mode 1	Piéton	40 %	140 W
Mode 2	Economique	80 %	180 W
Mode 3	Standard	160 %	260 W
Mode 4	Boost	320 %	420 W

D'après la notice électrique du VTT

Données :

- La masse du système {VTT + vététiste} est $m = 85 \text{ kg}$.
- On considèrera que les seules actions mécaniques s'opposant à la progression du système {VTT + vététiste} sont le poids et les frottements de l'air.
- La puissance des frottements de l'air a pour expression : $P_{\text{air}} = k \times v^3$ où le coefficient k dépend de la position qu'adopte le vététiste sur son VTT, et v est la vitesse du VTT en m.s^{-1} .
- La position du vététiste lors de la montée donne un coefficient $k = 0,25 \text{ W.s}^3.\text{m}^{-3}$.
- L'intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.
- Le travail du poids $W_{AB}(\vec{P})$ d'un système de masse m (en kg) se déplaçant d'un point A d'altitude z_A (en m) vers un point B d'altitude z_B (en m) s'écrit :

$$W_{AB}(\vec{P}) = -m \times g \times (z_B - z_A)$$



1. A l'aide des données du doc.1, calculer la vitesse moyenne v du vététiste lors de cette montée, s'il l'effectue en 30 min.
2. Calculer la valeur du travail du poids du système {VTT + vététiste}, lors de l'ascension et commenter le signe de cette grandeur.
3. En se basant sur la moyenne de ses précédentes sorties, le vététiste pense pouvoir fournir un effort musculaire de puissance 111 W, et compte utiliser le mode d'assistance « standard ».
 - 3.1. Calculer la valeur de la puissance disponible apportée par le vététiste et l'assistance électrique, notée $P_{\text{apportée}}$.
 - 3.2. Exprimer alors, en fonction de Δt , l'énergie apportée, notée $E_{\text{apportée}}$, par le vététiste et l'assistance électrique. Calculer $E_{\text{apportée}}$.
 - 3.3. Exprimer, en fonction de Δt , l'énergie dissipée par les frottements de l'air, notée E_{air} . Calculer E_{air} .
 - 3.4. À l'aide d'un bilan d'énergie, montrer qu'en 30 min, le vététiste parviendra à son but.

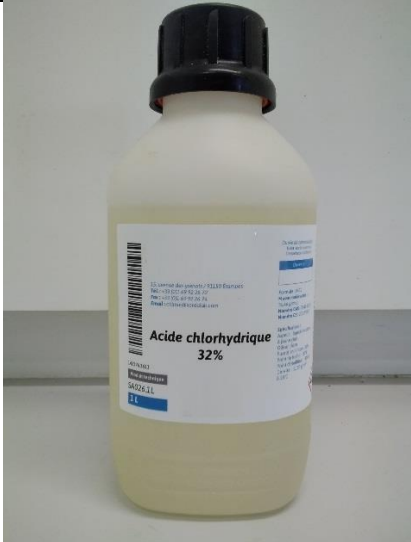
PARTIE Chimie : utilisation de produits ménagers

Les solutions d'acide chlorhydrique et les déboucheurs de canalisations sont des produits ménagers d'usage courant dans une habitation.

L'objectif de cet exercice est d'étudier quelques-unes de leurs propriétés.

1. Solution commerciale d'acide chlorhydrique

On s'intéresse à la dilution d'une solution commerciale d'acide chlorhydrique, dite « à 32 % », et à son action sur le tartre dont l'apparition peut être problématique dans les installations sanitaires d'une habitation.

Bouteille d'acide chlorhydrique commerciale	Pictogrammes de sécurité
	

1.1. Indiquer les précautions de sécurité à respecter lors de la manipulation de la solution commerciale.

1.2. Dans le cadre d'un usage domestique, on souhaite réaliser 100,0 mL d'une solution diluée d'un facteur 5 à partir de la solution commerciale d'acide chlorhydrique.

À partir de la liste de matériel disponible ci-dessous, décrire le protocole à suivre pour réaliser cette dilution.

Matériel disponible :

- Pipettes jaugées de 5,0 mL, 10,0 mL et 20,0 mL
- Fioles jaugées de 50,0 mL, 100,0 mL et 200,0 mL

La concentration molaire de l'acide chlorhydrique est liée à son pourcentage en masse en soluté HCl, qui est de 32 % pour la solution commerciale envisagée.

Dans l'article sur l'acide chlorhydrique de l'encyclopédie libre Wikipedia, on trouve le tableau suivant :

Pourcentage massique (%)	Concentration massique en soluté ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)
30	344,70
32	370,88
34	397,46
36	424,44

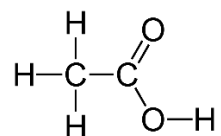
Source : wikipedia.org

- 1.3. Déterminer la concentration massique de la solution obtenue après dilution de la solution commerciale.

Le tartre est essentiellement composé de carbonate de calcium $\text{CaCO}_{3(s)}$. Pour le dissoudre, on utilise des produits détartrants contenant un acide qui dissout le tartre.

Le vinaigre blanc, tout comme l'acide chlorhydrique, est utilisé comme détartrant.

- 1.4. L'acide éthanoïque contenu dans le vinaigre a pour formule développée :



Ecrire la formule semi-développée de l'acide éthanoïque.

Entourer et nommer le groupe caractéristique.

2. Combiner des produits ménagers

Il existe des produits ménagers appelés déboucheurs.

Afin de déterminer s'il est pertinent d'utiliser conjointement différents produits ménagers, on réalise, en laboratoire, un mélange d'acide chlorhydrique et de déboucheur liquide, en prenant toutes les précautions de sécurité nécessaires. Une telle expérience doit être impérativement réalisée en laboratoire et jamais à la maison.



On réalise le protocole suivant :

- prélever 10 mL d'acide chlorhydrique à l'aide d'une éprouvette graduée ;
- prélever 10 mL de déboucheur liquide à l'aide d'une éprouvette graduée ;
- mesurer la température initiale (identique) de ces deux solutions : T_{initiale} ;
- sous la hotte, verser les deux solutions dans un même bécher et mesurer la température finale du mélange : T_{finale} .

On mesure les grandeurs suivantes : $T_{\text{initiale}} = 26,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $T_{\text{finale}} = 57,3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- 2.1. Préciser si la transformation chimique qui se produit lors du mélange de l'acide et du déboucheur est exothermique ou endothermique. Justifier.

Données :

- L'acide chlorhydrique est une solution aqueuse de chlorure d'hydrogène, totalement dissocié sous la forme d'ions $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ et $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$;
- Un déboucheur, quant à lui, contient des ions $\text{HO}^-_{(\text{aq})}$ et $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$;
- Couples acido-basiques : $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})} / \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ et $\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} / \text{HO}^-_{(\text{aq})}$.

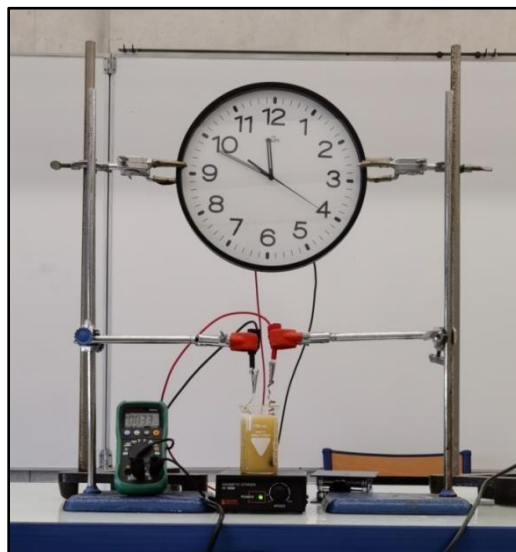
- 2.2. Établir l'équation de la réaction qui modélise la transformation acido-basique ayant lieu lors du mélange de l'acide chlorhydrique et du déboucheur. Préciser qui, dans les réactifs, joue le rôle de l'acide et le rôle de la base.

EXERCICE 3 (4 points) :

(physique-chimie et mathématiques)

Une horloge au jus d'orange

Pour mettre en évidence le principe de fonctionnement d'une pile, il est possible d'alimenter une horloge grâce à une pile rudimentaire constituée d'une électrode de cuivre et d'une électrode en magnésium plongeant dans du jus d'orange.



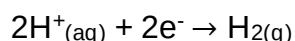
En réalisant l'expérience les valeurs suivantes sont relevées :

Durée de fonctionnement maximale	Environ 21 h	
Tension	1,52 V	
Intensité du courant électrique	0,3 mA	
pH du jus d'orange au début et à la fin de l'expérience	Début : 3,9	Fin : 6,5
Volume du jus d'orange	140 mL	

Le but de cet exercice est de modéliser le fonctionnement de cette pile à l'aide d'un modèle mathématique en cohérence avec les résultats expérimentaux mesurés.

Partie A : étude de la pile

Lorsque cette pile rudimentaire est en fonctionnement, l'électrode en cuivre est le siège d'une transformation chimique modélisée par la demi-équation électronique suivante :



L'électrode en magnésium est quant à elle le siège d'une transformation chimique modélisée par la demi-équation électronique : $\text{Mg}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Mg}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^-$

1. Schématiser cette pile alimentant l'horloge (modélisée par un conducteur ohmique) en indiquant le sens de circulation des électrons et en identifiant clairement les deux électrodes. Repérer sur le schéma l'anode et la cathode de cette pile. Justifier.
2. A partir des deux demi-équations électroniques, écrire l'équation de la réaction qui modélise le fonctionnement de la pile.

- Utiliser l'équation de la réaction précédente pour expliquer qualitativement l'évolution du pH du jus d'orange lorsque la pile débite.

On désire comparer la durée maximale de fonctionnement obtenue en utilisant la pile au jus d'orange et celle que l'on aurait avec une pile LR6 standard achetée en magasin.

- Une pile LR6 a une quantité d'électricité stockée moyenne de 2 800 mAh. En admettant que la pile LR6 débite un courant d'intensité identique à celle de la pile à jus d'orange, calculer la durée maximale de fonctionnement de l'horloge alimentée par la pile LR6. En déduire le nombre de piles au jus d'orange nécessaires pour remplacer une pile du commerce.

Partie B : étude mathématique

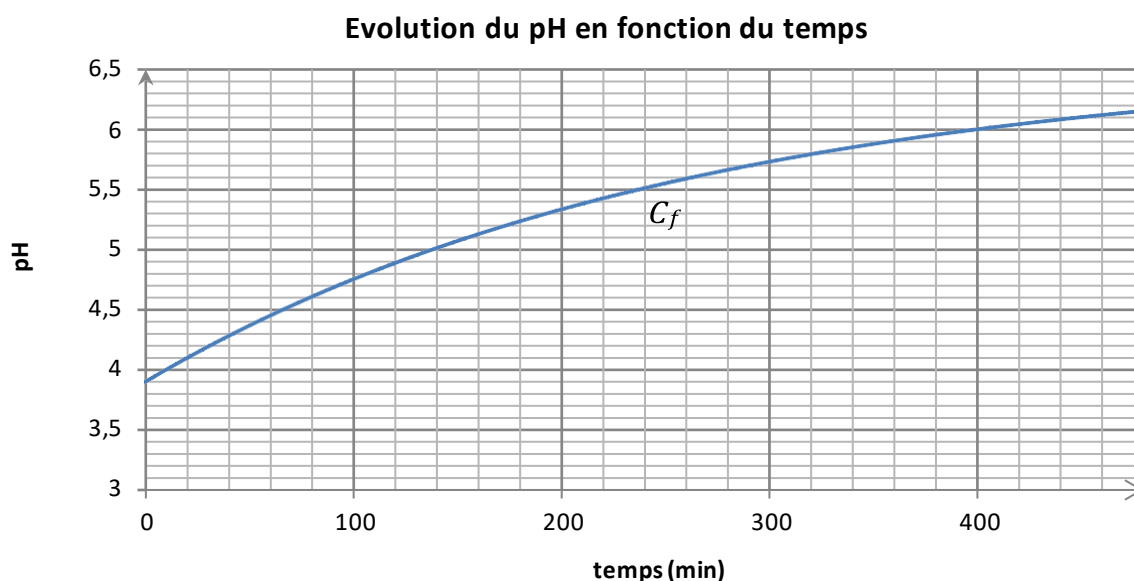
CHANGER DE COPIE A PARTIE D'ICI !

On note t le temps, exprimé en minute, écoulé depuis la mise en fonctionnement de la pile au jus d'orange.

A l'aide d'une étude expérimentale, la valeur du pH en fonction du temps peut être modélisée par la fonction f définie sur $[0 ; +\infty[$ par :

$$f(t) = 6,571 - 2,671 e^{-\frac{t}{261}}.$$

Une représentation graphique de f est donnée ci-dessous.



- Calculer $f(0)$. Interpréter ce résultat dans le contexte de l'expérience.
- Résoudre graphiquement l'équation $f(t) = 5$. Donner le résultat en heure et minute.
 - Résoudre algébriquement l'équation $f(t) = 5$. Donner le résultat arrondi à la minute. Comparer ce résultat à celui obtenu à la question 2.a.
- Calculer $\lim_{t \rightarrow +\infty} f(t)$. Le résultat est-il compatible avec les valeurs de l'expérience ?

EXERCICE 4 (4 points)

(mathématiques)

