

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

ÉVALUATION COMMUNE

CLASSE : Première

EC : EC1 EC2 EC3

VOIE : Générale Technologique Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Nombre total de pages : 9

PARTIE A

Recyclage d'une solution de bouillie bordelaise (10 points)



La bouillie bordelaise peut être utilisée par les jardiniers pour traiter le potager ou les arbres fruitiers contre certaines maladies. Dans le commerce, elle est vendue sous la forme d'une poudre à dissoudre dans de l'eau.

Cette poudre est constituée de sulfate de cuivre hydraté $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ et d'hydroxyde de calcium $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$.

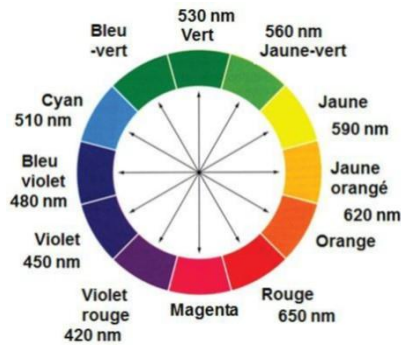
On obtient, par dissolution de cette poudre dans l'eau, une solution contenant des ions cuivre Cu^{2+} à pulvériser sur les végétaux.

Comme tout produit de traitement, cette solution doit être utilisée en respectant des concentrations précises. En effet au-delà d'un certain seuil, le cuivre est toxique pour l'Homme et l'environnement.

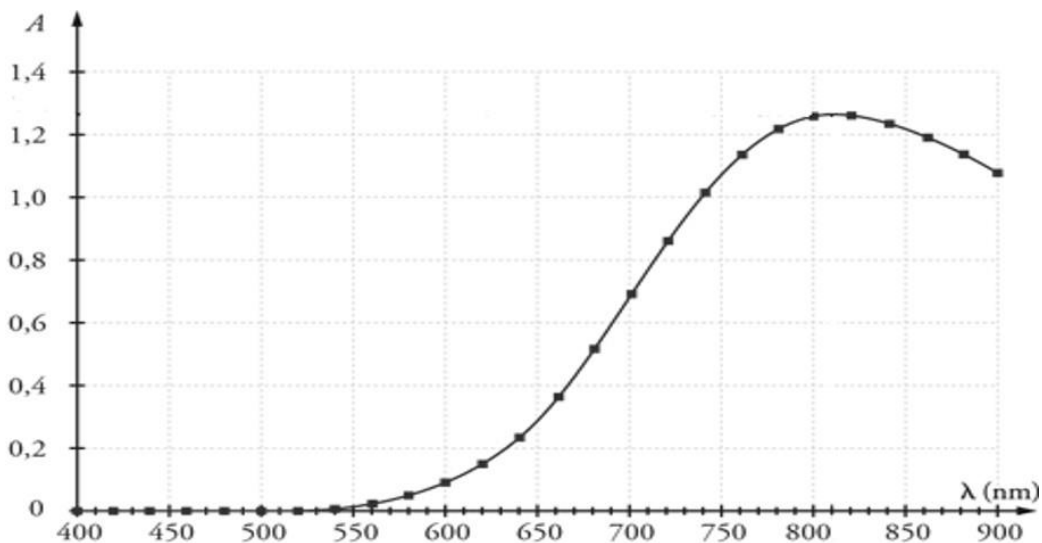
Le but de l'exercice est de déterminer si la solution de bouillie bordelaise notée S, fabriquée en trop grande quantité par un jardinier amateur, peut être jetée à l'évier ou doit être traitée ou recyclée

Données :

- Concentration en masse limite d'ions Cu^{2+} pour les rejets dans les eaux usées : $C_m = 0,5$ mg par litre d'eau déversée
- Masse molaire atomique du cuivre : $M(\text{Cu}) = 63,5$ g·mol⁻¹
- Masse molaire de l'hydroxyde de sodium : $M(\text{NaOH}) = 40,0$ g·mol⁻¹
- Cercle chromatique :



- Spectre d'absorbance d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre ($\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) :



- L'espèce ionique $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ est responsable de la couleur de la solution aqueuse.

1. Déterminer la couleur de l'espèce ionique $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ en solution aqueuse. Justifier.

On souhaite déterminer la concentration en quantité de matière d'ions cuivre $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ de la solution de bouillie bordelaise S, par un dosage spectrophotométrique. On réalise pour cela une gamme étalon et des mesures d'absorbance à la longueur d'onde 810 nm.

2. Expliquer en quelques lignes le principe de cette méthode de dosage.

On dispose d'une solution mère de sulfate de cuivre S_0 de concentration en quantité de matière d'ions cuivre $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ égale à $C_0 = 0,040 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. À partir de cette solution S_0 on prépare différentes solutions S_i . Le volume de chaque solution fille obtenue est égal à $V_f = 10,0 \text{ mL}$.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

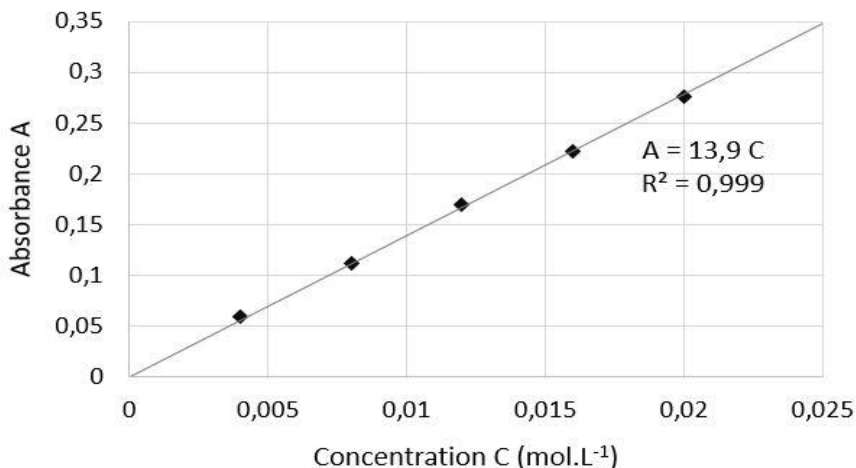
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

3. Recopier et compléter le tableau ci-dessous en explicitant le calcul pour la solution S₂.

Solution fille S _i	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
Concentration en quantité de matière C _i (mol.L ⁻¹)	0,020	0,016	0,012	0,008	0,004
Volume V ₀ de solution S ₀ à prélever (mL)					

On mesure l'absorbance A des différentes solutions préparées et on trace le graphique suivant :



4. Après avoir rappelé l'expression de la loi de Beer-Lambert en indiquant le nom des grandeurs et les unités associées, déterminer si les résultats expérimentaux obtenus sont en accord avec cette loi.

Afin de déterminer la concentration de la bouillie bordelaise préparée par le jardinier, on dilue 20 fois la solution S avant de l'analyser avec le spectrophotomètre. On mesure une absorbance A' = 0,120 pour la solution diluée S'.

5. Détailler le protocole expérimental de préparation des 100 mL de la solution S'. La verrerie mise à disposition est :

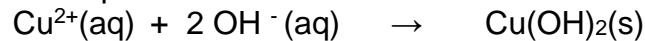
- fiole jaugée : 100 mL et 200 mL
- éprouvettes graduées : 10 mL, 50 mL et 100 mL
- pipettes jaugées : 5 mL, 10 mL, 50 mL et 100 mL
- pissette d'eau distillée
- béchers : 50 mL et 100 mL
- pipette en plastique souple

6. Déterminer si le jardinier peut rejeter son excédent de solution S à l'évier ou s'il doit le faire recycler.

La toxicité de la bouillie bordelaise est liée à la présence des ions cuivre Cu²⁺. Un traitement pour éliminer ces ions consiste à ajouter des pastilles d'hydroxyde de sodium NaOH(s). La



transformation est modélisée par la réaction des ions cuivre Cu^{2+} présents dans la bouillie bordelaise et des ions hydroxyde OH^- apportés par les pastilles d'hydroxyde de sodium) pour former un précipité d'hydroxyde de cuivre $\text{Cu}(\text{OH})_2(\text{s})$ qui est récupéré par filtration puis traité. L'équation de la réaction chimique est la suivante :



On souhaite traiter 500 mL d'une solution dont la concentration en quantité de matière d'ions Cu^{2+} est égale à $C_T = 0,22 \text{ mol.L}^{-1}$.

7. Déterminer la masse m d'hydroxyde de sodium $\text{NaOH}(\text{s})$ à ajouter à cette solution pour éliminer totalement les ions cuivre sans pour autant que les ions hydroxyde ne soient en excès.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

PARTIE B

Performances d'un cycliste (10 points)

Les performances des champions du cyclisme sur route, mises en avant tous les ans à l'occasion du Tour de France par exemple, ont de quoi impressionner. Leurs performances permettent de parcourir des centaines de kilomètres à vélo en atteignant des vitesses moyennes de l'ordre de 40 km/h.

Les performances d'un cycliste professionnel

[...] La vitesse moyenne du dernier vainqueur, Christopher Froome, sur la longueur des 21 étapes du Tour de France 2016, s'élève à 39,571 km/h. C'est beaucoup moins que Lance Armstrong (41,654 km/h) en 2005, mais à peine moins que Marco Pantani (39,983 km/h) en 1998. [...] Dans cet ordre d'idée, le même Froome, en 2015, a grimpé la longue (20 km) et difficile ($4,3^\circ$) d'inclinaison moyenne par rapport à l'horizontale) montée du Mont Ventoux en un temps exceptionnel de 57 minutes et 30 secondes, pour une vitesse moyenne de 20,869 km/h.

D'après www.lci.fr/cyclisme/video-tour-de-france-2017

Puissance de pédalage d'un cycliste

Un moyen de comparer les coureurs est le rapport puissance/masse. [...]. Lorsqu'on cherche à progresser, on optimise le rapport puissance/masse. Voici quelques exemples de ce rapport puissance/masse (en W/kg) en fonction du niveau : sur une heure :

- environ 5,7 W/kg : professionnel de très haut niveau ;

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

- environ 4,7 W/kg : amateur de très bon niveau ;
- environ 3,5 W/kg : amateur moyen ;
- environ 2,5 W/kg : cycliste occasionnel.

D'après www.velochannel.com/cest-quoi-la-puissance-en-cyclisme-32808

Données :

- intensité de la pesanteur $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$;
- masse de Christopher Froome : $m_1 = 68 \text{ kg}$ (d'après Wikipédia) ;
- masse de son vélo : $m_2 = 7,0 \text{ kg}$;
- dénivelé vertical parcouru lors de la montée du Mont Ventoux : $H = 1,5 \text{ km}$.

1. Étude mécanique du système S : {Vélo + cycliste}

On commence par s'intéresser à une portion de route rectiligne d'inclinaison constante : dans la réalité, on peut estimer que la route est une succession de portions de route de ce type. De plus, pour passer de la réalité de la course à un modèle physique simple, on choisit les hypothèses simplificatrices suivantes :

- on néglige les frottements avec l'air et le contact sol-roue avant ;
- on considère que la valeur de la vitesse de Froome reste constante sur cette portion rectiligne d'inclinaison constante ;
- on néglige la contribution de la rotation des roues à l'énergie cinétique totale.

1.1. Définir le référentiel adapté à l'étude du mouvement du système S.

1.2. Représenter les forces extérieures agissant sur ce système.

1.3. Compte tenu de la nature du mouvement de l'ensemble {Vélo + cycliste}, que peut-on en déduire sur la résultante des forces ? Écrire la relation correspondante entre vecteurs.

1.4. En projetant sur un axe défini par la piste, en déduire que c'est la réaction tangentielle du sol sur la roue arrière qui « empêche le système de ralentir ».

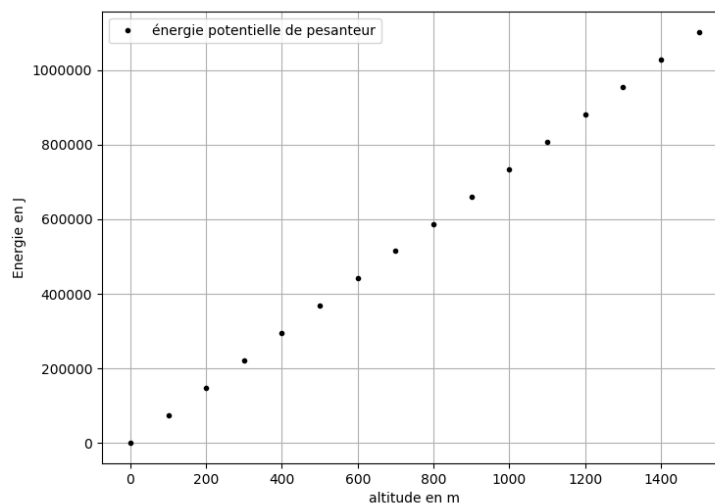
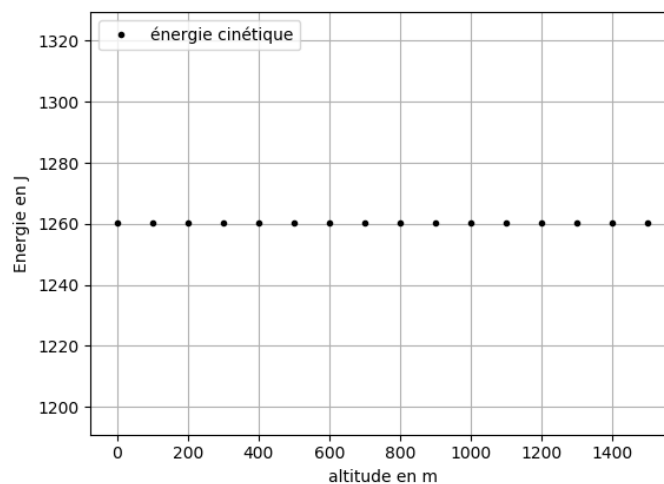




2. Étude énergétique du système {Vélo + cycliste} et simulation numérique

L'objectif est d'estimer avec nos hypothèses simplificatrices la valeur de la vitesse du cycliste. Une simulation écrite en langage Python pour analyser l'évolution des énergies est présentée dans **l'annexe à rendre avec la copie**.

Voici les résultats obtenus :



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



1.1

Le code du programme est incomplet.

2.1. Répondre aux questions écrites sur l'**annexe à rendre avec la copie** en respectant les contraintes suivantes :

- l'origine des altitudes correspond au point A : point de départ de la course ;
- la piste est rectiligne et d'inclinaison constante jusqu'au point d'arrivée B de la course ;
- l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est aussi le point A ;
- on veut construire un graphique composé d'un point tous les 100 mètres.

*Rappel : +, -, *, /, ** désignent respectivement l'addition, la soustraction, la multiplication, la division et l'exponentiation des nombres (flottants ici).*

2.2. Le programme en Python permet d'obtenir les deux graphiques ci-dessus. Justifier l'évolution observée de l'énergie cinétique.

2.3. Donner l'expression de la variation d'énergie potentielle de pesanteur sur cette portion de piste en fonction notamment de la longueur AB de la piste et de son inclinaison caractérisée par l'angle α que la piste fait avec la ligne horizontale.

On admet qu'en l'absence de glissement des roues du vélo sur la route, la réaction \vec{R} du sol sur les roues ne travaille pas : $W_{AB}(\vec{R}) = 0$. On prend en compte la puissance musculaire fournie au système par Christopher Froome par l'intermédiaire du pédalage : $P_{\text{musculaire}}$.

2.4. Faire un bilan d'énergie mécanique pour le système et en déduire la relation suivante :

$$P_{\text{musculaire}} \cdot \Delta t = (m_1 + m_2) \cdot g \cdot AB \cdot \sin(\alpha).$$

2.5. Estimer la vitesse moyenne de Christopher Froome dans le cadre de ce modèle, en utilisant la relation établie à la question **2.4.** et en utilisant les documents fournis en introduction.

2.6. Comparer à la valeur de la vitesse moyenne de Froome donnée par l'énoncé en proposant une critique du modèle adopté.



Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



1.1

Annexe à rendre avec la copie

Partie 2, question 2.1.

```

8 #----Importation du module graphique-----
9 import matplotlib.pyplot as plt
10
11 #----Initialisation des constantes-----
12 m=?      #compléter par la valeur de la masse du système S
13 g=9.8    #intensité du champ de pesanteur en N/kg
14 v=?      #compléter par la valeur de la vitesse moyenne de Froome en m/s
15
16 #----Création des listes de valeurs des énergies et de l'altitude z
17 altitudes=[]
18 Ec=[]
19 Epp=[]
20
21 #----Construction des listes de valeurs des énergies et de l'altitudes
22 for z in range(0,1501,100):      #à justifier
23     altitudes.append(z)
24     Ec.append(?)                 #Compléter par l'expression L'énergie cinétique
25     Epp.append(?)               #Compléter par l'expression L'énergie potentielle
26
27 #----Tracés des courbes des énergies
28 plt.figure(1)
29 plt.plot(altitudes,Epp,'k.',label='énergie potentielle de pesanteur')
30 plt.legend(loc='lower right')
31 plt.grid()
32 plt.xlabel('altitude en m')
33 plt.ylabel('Energie en J')
34 plt.figure(2)
35 plt.plot(altitudes,Ec,'k.',label='énergie cinétique')
36 plt.legend(loc='lower right')
37 plt.grid()
38 plt.xlabel('altitude en m')
39 plt.ylabel('Energie en J')
40 plt.show()

```

Numéro de la ligne du code python	le symbole « ? » est remplacé par :
12	
14	
24	
25	

Ligne 22 : Pourquoi écrit-on : range (0,1501,100) ?

Réponse :