

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 :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

## ÉVALUATION

**CLASSE :** Première

**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

#### La Bétadine® (10 points)

La Bétadine® 10% est un antiseptique proposé sous forme de solution, utilisé en application locale pour le traitement des plaies et des brûlures superficielles. Ses propriétés antiseptiques sont dues à son principe actif : le diiode de formule  $I_2$ . C'est aussi le diiode qui lui donne sa couleur jaune-orange.

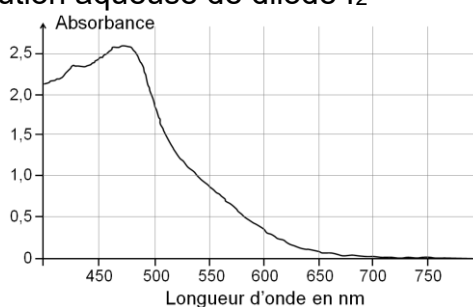
Les molécules de diiode présentes dans la Bétadine® 10% sont liées à un polymère, la polyvidone et forment avec lui une espèce appelée polyvidone iodée.

Sur le flacon de Bétadine® 10% est indiqué : « polyvidone iodée : 10 g pour 100 mL ».

L'objectif de cet exercice est de vérifier cette indication et d'un des modes d'action bactéricide de la Bétadine® 10%.

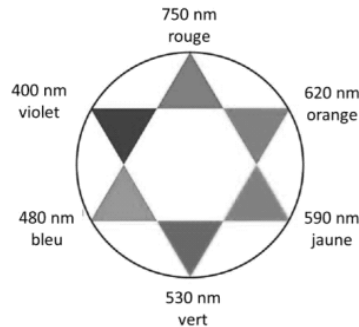
#### Données

- Masse molaire atomique de l'iode :  $M(I) = 126,9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Masse molaire de la « polyvidone iodée » :  $M = 2362,8 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de diiode  $I_2$





## Cercle chromatique



### 1. Dosage du diiode contenu dans la Bétadine® par spectrophotométrie

Un volume de 250,0 mL de solution dite « mère »  $S_0$  est préparé par dissolution de diiode dans l'eau, pour obtenir une concentration en quantité de matière de diiode  $C_0 = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

1.1. Déterminer la masse de diiode solide qu'il faut dissoudre pour obtenir 250,0 mL de solution « mère » à la concentration souhaitée ?

La préparation de la gamme de solutions permettant d'obtenir le graphe d'étalonnage, se fait par dilution à partir de la solution aqueuse de diiode  $S_0$  de concentration  $C_0 = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Nom de la solution	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$
Concentration (en $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	0,10	0,20	0,40	0,50	0,60	0,80	1,0

1.2. À partir de la liste des matériels et produits proposée ci-après, indiquer la verrerie nécessaire et le protocole pour préparer la solution  $S_3$ . Justifier ce choix par un calcul.

- Pipettes jaugées de 5,0 ; 10,0 ; 15,0 ; 20,0 et 25,0 mL.
- Fioles jaugées de 50,0 ; 100,0 et 250,0 mL.
- Trois béchers.
- Solution « mère » de diiode  $S_0$
- Eau distillée.

1.3. Choix de la longueur d'onde de travail

1.3.1. Dissous en solution aqueuse, le diiode donne à la solution une coloration jaune-orange. Expliquer cette coloration.

1.3.2. À quelle longueur d'onde faut-il régler le spectrophotomètre pour réaliser les mesures d'absorbance des solutions étalon ? Justifier.

1.4. Utilisation de la loi de Beer-Lambert

La loi de Beer-Lambert énonce que pour une longueur d'onde donnée, l'absorbance  $A$  d'une solution est proportionnelle à sa concentration  $C$ , si celle-ci n'est pas trop élevée. À partir des mesures d'absorbance des différentes solutions étalon préparées, on obtient la courbe d'étalonnage suivante :

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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


Prénom(s) :

N° candidat :

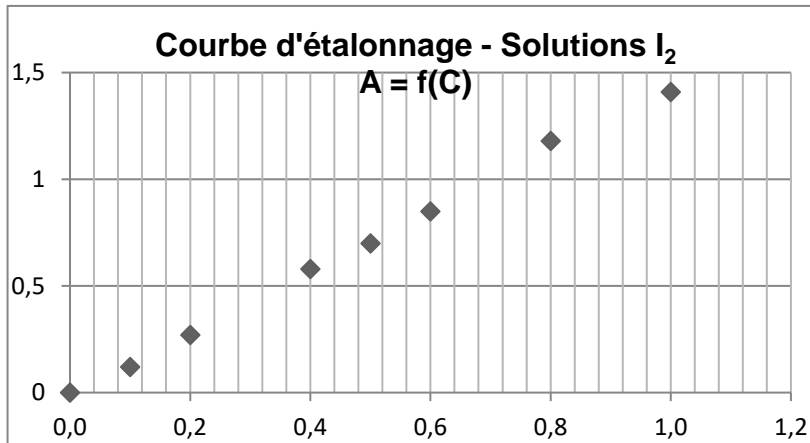
N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



1.1



**1.4.1.** Montrer qu'il n'est pas possible, à partir de cette courbe, de déterminer la concentration de la solution commerciale pour confirmer l'indication fournie par le fabricant. Justifier.

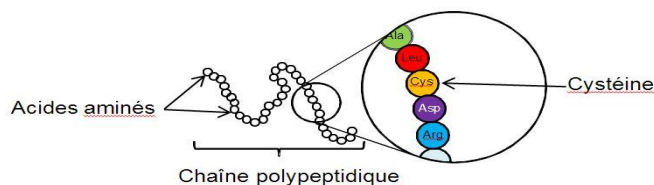
La solution commerciale de Bétadine® doit donc être diluée. La solution proposée est de la diluer 200 fois. Le spectrophotomètre indique une absorbance A de la solution diluée.

**1.4.2.** Prévoir la valeur de l'absorbance A, qui confirmerait l'indication portée sur le flacon de Bétadine® 10%. Justifier.

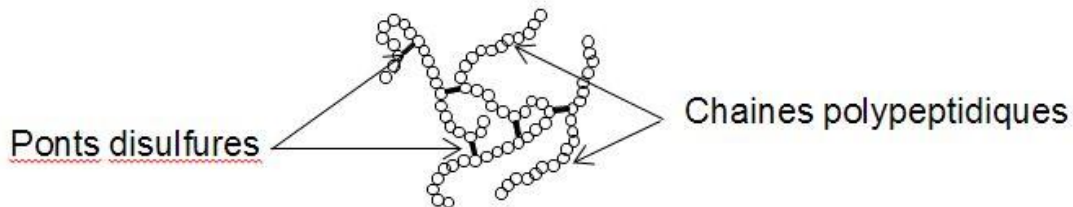
## 2. Action bactéricide de la Bétadine®

Une bactérie est un être unicellulaire dont la taille varie de 1 à 10 µm. Elle contient 70% d'eau. Rapporté à son poids sec, une bactérie est constituée à 55% de protéines [...]. Les protéines sont des macromolécules biologiques présentes dans toutes les cellules vivantes. Elles sont constituées d'enchaînements d'acides aminés liés entre eux par des liaisons peptidiques. Parmi les acides aminés présents dans ces enchaînements, certains sont susceptibles de réagir avec le diiode libéré progressivement par la polyvidone iodée. L'un d'entre eux est la cystéine, notée Cys sur l'illustration ci-dessous.

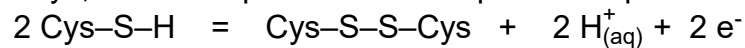
Les symboles Ala, Leu, Asp... sont relatifs à d'autres acides aminés, qui ne sont pas étudiés dans cet exercice.



La réaction entre le diiode et la cystéine entraîne la formation de liaisons chimiques appelées « ponts disulfures » entre deux parties différentes d'une même protéine ou entre deux protéines différentes. Les protéines forment alors des agrégats qui entraînent la mort de la bactérie.



La cystéine forme un couple oxydant-réducteur avec la cystine. En notant la cystéine Cys-S-H et la cystine Cys-S-S-Cys, la demi-équation électronique du couple s'écrit :



- 2.1. Nommer l'oxydant du couple oxydant-réducteur formé par la cystéine et la cystine ? Justifier.
- 2.2. Écrire la demi-équation électronique du couple diiode/ion iodure noté  $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^{-}_{(\text{aq})}$ .
- 2.3. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant la transformation chimique entre le diiode  $\text{I}_2$  et la cystéine notée Cys-S-H.
- 2.4. L'action bactéricide de la Bétadine® présentée ici, est-elle la conséquence d'une oxydation ou d'une réduction des protéines ? Justifier.

## 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° 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](http://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 ;
- environ 4,7 W/kg : amateur de très bon 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 :  /  /



1.1

- 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](http://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 :

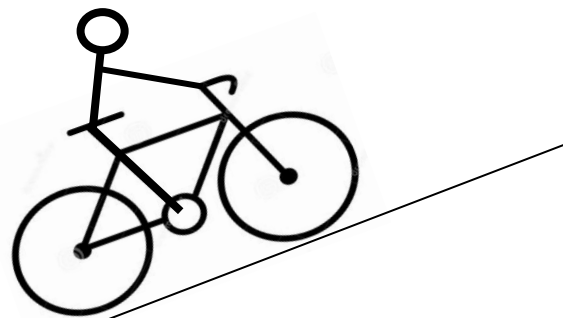
- on néglige les frottements avec l'air et le contact sol-roue avant ;
- on considère que la valeur de la vitesse de Froome reste constante sur cette portion rectiligne d'inclinaison constante ;
- on néglige la contribution de la rotation des roues à l'énergie cinétique totale.

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 ».

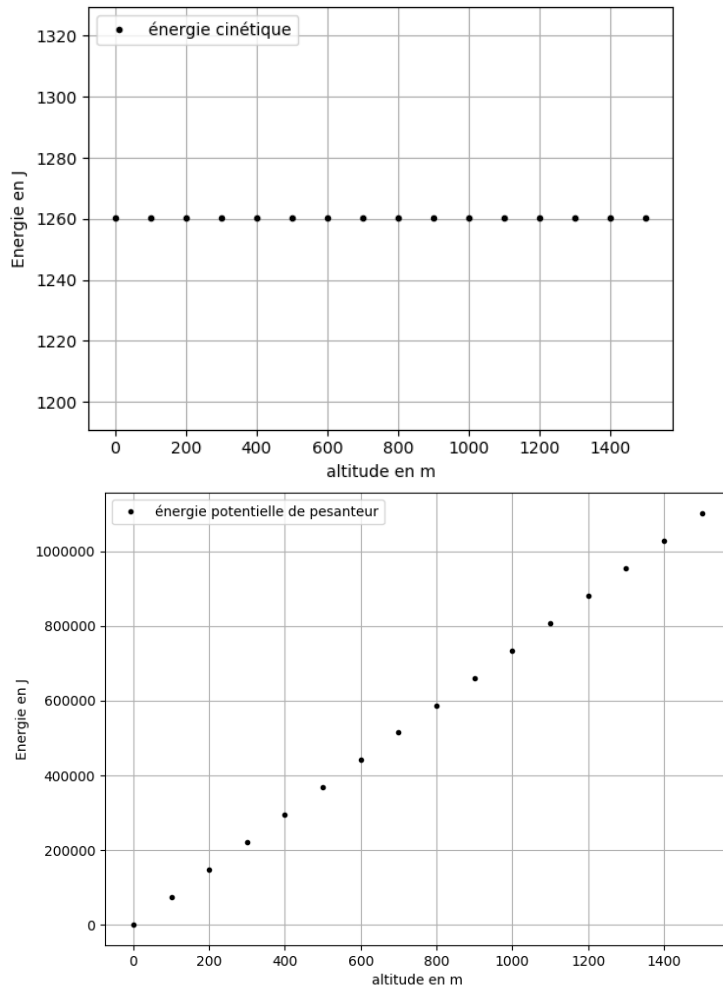


### 2. Étude énergétique du système {Vélo + cycliste} et simulation numérique

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 :



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.

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

**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  $\alpha$  que la piste fait avec la ligne horizontale.

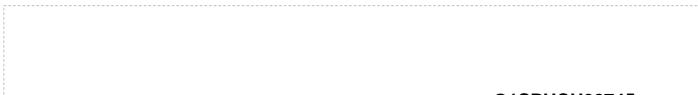
On admet qu'en l'absence de glissement des roues du vélo sur la route, la réaction  $\vec{R}$  du sol sur les roues ne travaille pas :  $W_{AB}(\vec{R}) = 0$ . On prend en compte la puissance musculaire fournie au système par Christopher Froome par l'intermédiaire du pédalage :  $P_{\text{musculaire}}$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

**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 :