

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

## ÉPREUVES COMMUNES DE CONTRÔLE CONTINU

**CLASSE** : Première

**E3C** :  E3C1  E3C2  E3C3

**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

#### Exposition au soleil et protection (10 points)

Le Soleil est la principale source du rayonnement électromagnétique reçu par la Terre. Une partie de ce rayonnement est constituée de radiations ultraviolettes (UV). Une exposition prolongée aux rayons ultraviolets peut provoquer des dommages au niveau des yeux ou de la peau, tels que brûlures, vieillissement prématuré ou cancers. Il est donc nécessaire de prendre certaines précautions pour s'en protéger.

#### 1. Les différents types de rayons ultraviolets

Il existe trois catégories de rayonnements ultraviolets, classés par domaines de longueur d'onde selon leurs effets biologiques et leur pouvoir de pénétration dans la peau :

- les UV-A :  $320 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$  ;
- les UV-B :  $280 \text{ nm} < \lambda < 320 \text{ nm}$  ;
- les UV-C :  $100 \text{ nm} < \lambda < 280 \text{ nm}$  ;

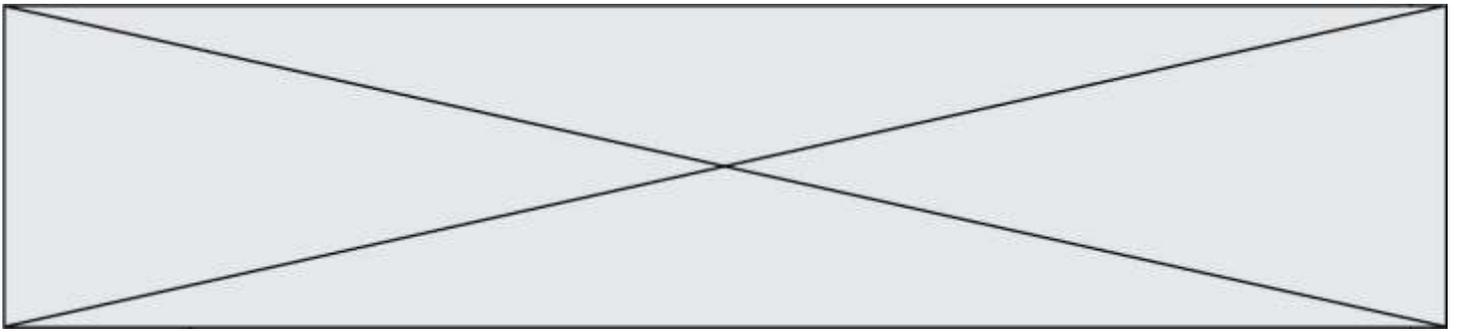
Plus l'énergie d'un rayonnement UV est élevée, plus celui-ci sera dangereux pour la peau.

#### Données :

- constante de Planck :  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$  ;
- la valeur de la célérité de la lumière  $c$  dans le vide est supposée connue du candidat ;
- $1 \text{ eV} = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

**1.1.** Calculer, en eV, la valeur de l'énergie  $E$  d'un photon de longueur d'onde  $\lambda = 280 \text{ nm}$  dans le vide.

**1.2.** Classer, en justifiant, les différents types d'UV par nocivité croissante.



## 2. L'ozone, l'écran solaire de la Terre

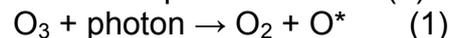
Avant d'atteindre la surface de la Terre, le rayonnement solaire subit des phénomènes d'absorption et de diffusion dans les couches de l'atmosphère, notamment en raison de la présence de dioxygène et d'ozone ( $O_3$ ).

L'ozone est particulièrement présent dans la stratosphère, couche située entre dix et cinquante kilomètres d'altitude.

La couche d'ozone atmosphérique absorbe totalement les rayonnements ultraviolets de fréquence comprise entre  $11 \times 10^{14}$  Hz et  $30 \times 10^{14}$  Hz.

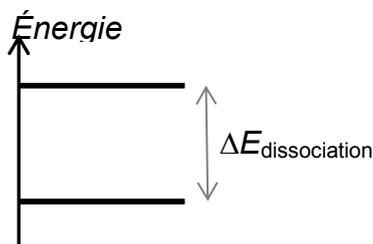
**2.1.** Déterminer quelle catégorie d'ultraviolets ne parvient pas jusqu'à la surface terrestre.

Lorsque le rayonnement UV traverse la stratosphère, certains photons incidents possèdent une énergie suffisante pour être absorbés par l'ozone. La transformation (dissociation) qui en résulte est modélisée par la réaction (1) :



La notation  $O^*$  signifie que l'atome d'oxygène formé est dans un état excité.

**2.2.** Le diagramme énergétique simplifié ci-dessous présente les niveaux d'énergie mis en jeu avant et après dissociation de l'ozone modélisée par la réaction (1).



**2.2.1.** Recopier ce diagramme sur la copie et représenter par une flèche la transition correspondant au phénomène d'absorption des photons incidents par l'ozone.

**2.2.2.** L'énergie de dissociation de l'ozone  $\Delta E_{\text{dissociation}}$  est égale à 4,97 eV. Montrer que cette valeur est en accord avec la réponse donnée à la question 2.1.

## 3. Le Soleil... sans coup de soleil

Pour limiter les effets des rayonnements UV sur la peau, il est recommandé par les dermatologues de porter des vêtements et accessoires protecteurs, et d'utiliser une crème solaire. Il existe deux grandes catégories de protection solaire offerte par les cosmétiques selon la nature des filtres et leur mode d'action ; tous doivent être expressément autorisés par la réglementation :

- les filtres organiques qui agissent par absorption des rayonnements UV ;
- les filtres minéraux, à savoir le dioxyde de titane ( $TiO_2$ ) et l'oxyde de zinc ( $ZnO$ ), qui agissent par réflexion des rayons UV : ceux-ci ne pénètrent pas dans l'épiderme.

Ces différents filtres, chimiques ou minéraux [...] peuvent être combinés entre eux par les fabricants [...].

D'après <https://www.economie.gouv.fr/dgccrf/Publications/Vie-pratique/Fiches-pratiques/Protection-solaire>

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.)

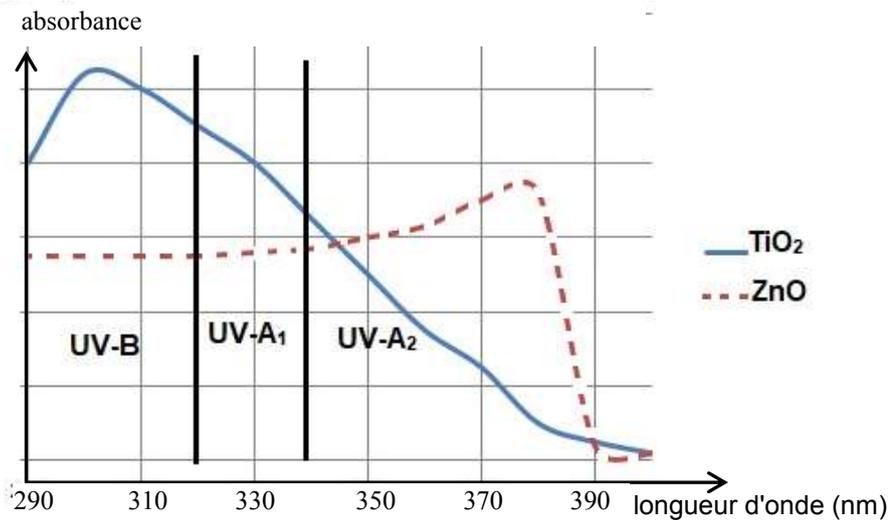
Né(e) le :  /  /

Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

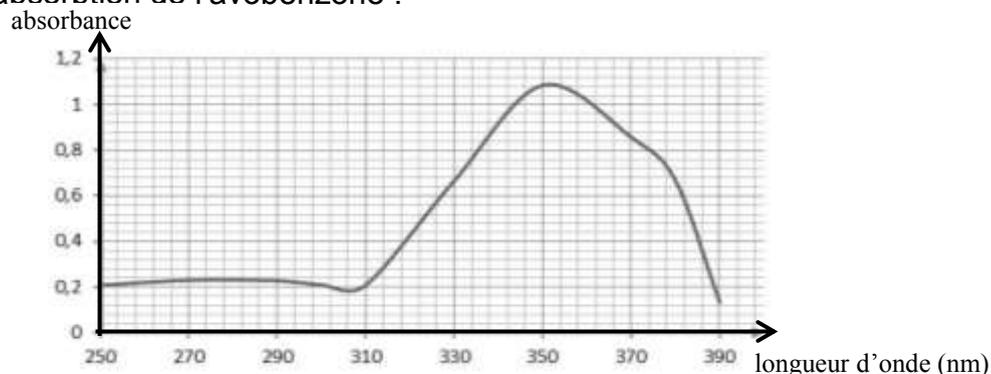
### Données :

- Spectre d'absorption de deux filtres minéraux,  $\text{TiO}_2$  et  $\text{ZnO}$  :



D'après <http://www.chimix.com/an19/bts/chim180.html>

- L'avobenzone est un filtre organique dont la masse molaire  $M$  est égale à  $310,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .
- Spectre d'absorption de l'avobenzone :



### 3.1. Expliquer l'intérêt pour un fabricant de crème solaire de combiner un filtre organique tel que l'avobenzone avec un filtre minéral tel que $\text{TiO}_2$ .

Une crème solaire, dont le seul principe actif est l'avobenzone, est étudiée au laboratoire afin de vérifier son efficacité dans le temps.

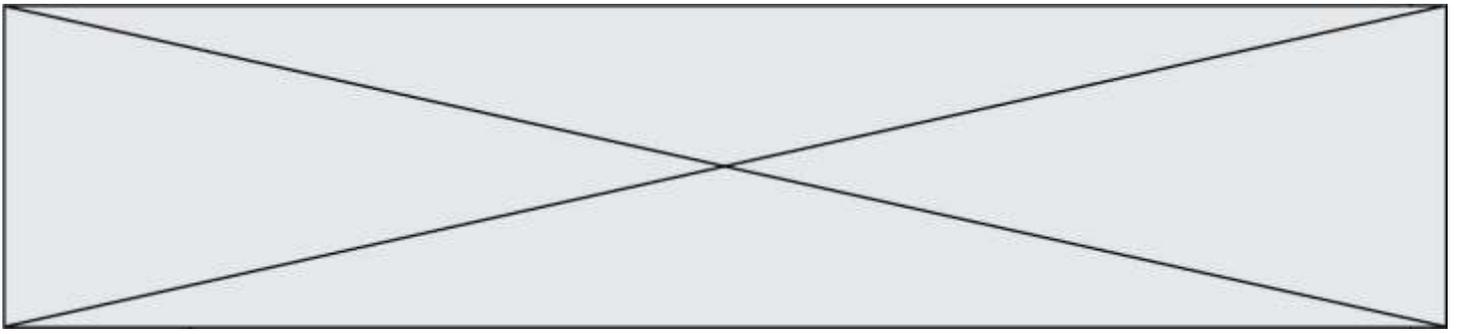
Sa formulation est à 3 %, ce qui signifie que le pourcentage en masse de principe actif est de 3,0 g d'avobenzone pour 100 g de crème.

On considère que la crème solaire reste efficace et peut être conservée tant que le pourcentage en masse du principe actif est supérieur à 2,5 %.

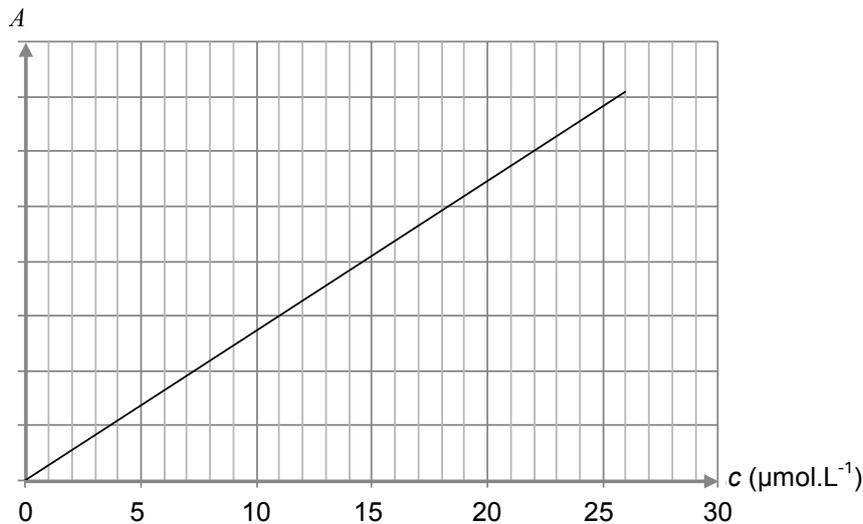
La période de conservation maximale après ouverture d'un produit cosmétique est indiquée par un symbole représentant un pot ouvert sur lequel la durée est précisée : 6 M pour 6 mois, 12 M pour 12 mois, 24 M pour 24 mois, etc.



Exemple de logo figurant sur un produit



Pour vérifier l'efficacité dans le temps de la crème solaire, on réalise la mesure de l'absorbance  $A$ , pour un rayonnement de longueur d'onde égale à 360 nm, de différentes solutions de concentration en quantité de matière  $c$  connue d'avobenzone dans du méthanol. Les résultats obtenus permettent le tracé de la courbe ci-après.



Tous les trois mois, on prépare une solution en introduisant 200 mg de crème solaire issue du même tube dans du méthanol pour obtenir un litre de solution dont on mesure l'absorbance.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau suivant :

Nombre de mois écoulés depuis l'ouverture du tube	0	3	6	9	12	15
Absorbance	0,52	0,52	0,51	0,43	0,35	0,25

On considère que l'absorption des UV par des espèces chimiques autres que l'avobenzone est négligeable.

**3.2.** Justifier le choix de la longueur d'onde de travail.

**3.3.** Formulation de la crème solaire.

**3.3.1.** Déterminer la concentration en quantité de matière  $c_0$  de la solution réalisée à l'ouverture du tube de crème solaire.

**3.3.2.** La formulation de la crème solaire est-elle bien celle attendue ?

**3.4.** Évolution de la formulation de la crème solaire au cours du temps.

**3.4.1.** Indiquer, en justifiant, comment évolue la concentration en avobenzone au cours du temps.

**3.4.2.** La mention « 12 M » peut-elle être inscrite sur le logo figurant sur le tube de crème solaire ?

*Le candidat est évalué sur ses capacités à concevoir et à mettre en œuvre une démarche de résolution, ainsi que sur la qualité de sa rédaction.*

*Toutes les prises d'initiative et toutes les tentatives de résolution, même partielles, seront valorisées.*

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

## PARTIE B

### Vélo à assistance électrique (10 points)

Afin d'alimenter le moteur de l'assistance d'un vélo électrique, un spécialiste propose plusieurs batteries lithium-ion. Elles délivrent toutes une tension nominale de 36 V. En revanche leurs capacités varient de 8,7 A.h à 17,4 A.h en fonction du modèle choisi.

Cette partie aborde trois thèmes :

- le fonctionnement d'une batterie lithium-ion ;
- le bilan énergétique pour une batterie de 14,5 A.h ;
- la transformation du glucose dans le muscle.

#### Données :

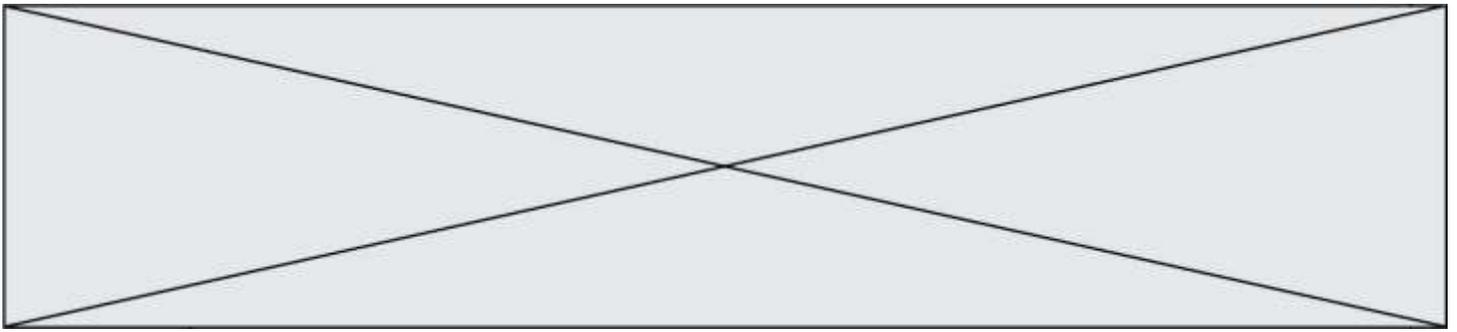
- Caractéristique de quelques batteries lithium-ion de tension nominale 36 V :

Batteries 36 V LIFT-MTB						
Capacités	Prix TTC (en euros)	Masse	Dimensions	Type de cellules	Autonomie estimée (dénivelé positif D+ en m)	Temps de charge estimé avec un chargeur de 2,0 A
8,7 A.h	399	1,6 kg	6×20×8 cm	PANASSONIC haute capacité de décharge	870	4 h 24 min
14,5 A.h	549	2,5 kg	10×20×8 cm	PANASSONIC haute capacité de décharge	1450	7 h 12 min
17,4 A.h	649	2,9 kg	12×20×8 cm	PANASSONIC haute capacité de décharge	1740	9 h 12 min

<https://www.lift-mtb.com/shop/batteries-et-chargeurs/>

- Table de données pour la spectroscopie IR :

Liaison	nombres d'onde (cm <sup>-1</sup> )	Intensité
C = O aldéhyde et cétone	1650 – 1730	Forte
C = O acide carboxylique	1680 – 1710	Forte
C <sub>tri</sub> – H	2800 -3100	Plusieurs bandes
O – H <sub>lié</sub>	3200 – 3400	Bande large
O – H <sub>libre</sub>	3580 – 3650	Bande fine
O–H acide carboxylique	2500 – 3200	Bande large



- Masse du système "cycliste + vélo" : 90 kg ;
- 1 cal = 4,18 J ;
- Volume molaire dans les conditions de l'expérience ( $T = 20^\circ\text{C}$  et  $P = 101\,325\text{ Pa}$ ):  $V_m = 24,0\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;
- Masse molaire du glucose :  $M = 180,0\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  ;
- Intensité du champ de pesanteur :  $g = 9,8\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

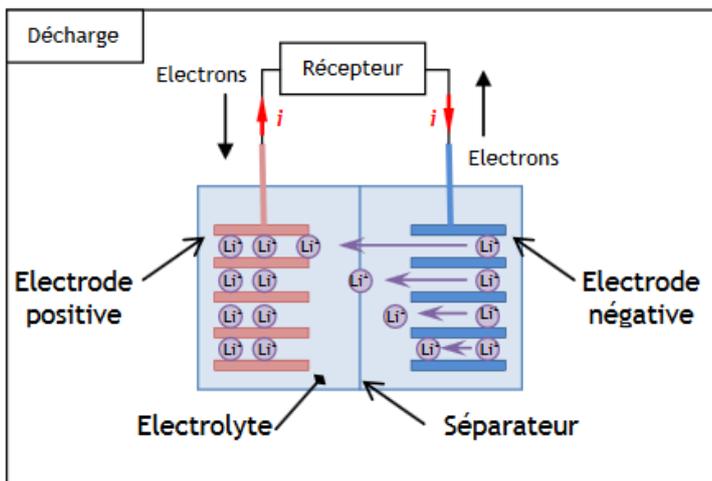
### I. Fonctionnement d'une batterie lithium-ion.

Le courant électrique à l'extérieur de la batterie lithium-ion est engendré par la circulation d'électrons entre les deux électrodes de la batterie :

- une électrode négative qui est le siège de la réaction électrochimique suivante :  
 $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$
- une électrode positive qui est le siège de la réaction électrochimique suivante:  
 $\text{CoO}_2 + \text{Li}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{LiCoO}_2$

Li symbolise l'élément lithium et Co l'élément cobalt.

Lors du fonctionnement de la batterie, les ions  $\text{Li}^+$  traversent le séparateur suivant le sens des flèches représenté dans le schéma ci-dessous.



<https://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/6107/6107-annexe-principe-de-fonctionnement-et-constituants-dune-batterie-ens.pdf> -  
ENS Cachan

1. Quel est le couple oxydant-réducteur mis en jeu à l'électrode négative ?
2. La réaction électrochimique à cette électrode est-elle une oxydation ou une réduction ? Justifier.

### II. Bilan énergétique pour une batterie de 14,5 A.h.

3. Déterminer la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur emmagasinée par le système "vélo électrique + cycliste" lorsque le cycliste effectue le dénivelé ascensionnel positif maximal correspondant à l'autonomie de la batterie.
4. D'après les données constructeur, ce type de batterie délivre au maximum une énergie maximale  $E_{max} = 1,88 \cdot 10^6\text{ J}$ .

4.1. En théorie,  $E_{max}$  permet-elle d'effectuer le dénivelé ascensionnel indiqué?

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 :  /  /

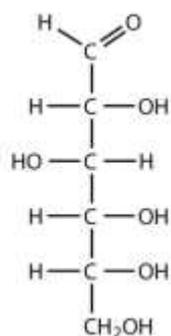
 Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

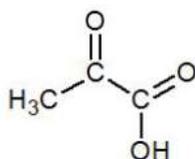
- 4.2. Dans les conditions réelles, un cycliste en forme moyenne doit fournir en pédalant 50% de l'énergie nécessaire à l'ascension. Pourquoi faut-il apporter une énergie supérieure à l'énergie potentielle de pesanteur pour réaliser l'ascension ?
5. Compléter la chaîne énergétique **en annexe à rendre avec la copie** à l'aide des mots suivants : transfert thermique ; transfert mécanique ; transfert électrique ; énergie chimique ; énergie mécanique ; énergie thermique.

### III. Transformation du glucose dans le muscle : comment le muscle du cycliste produit-il de l'énergie ?

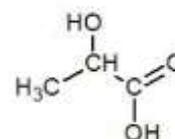
Au cours de l'effort sportif, le glucose est dégradé par l'organisme en acide pyruvique. Selon les conditions d'oxygénation du cycliste, l'acide pyruvique sera dégradé à son tour soit en dioxyde de carbone et en eau (en milieu aérobie), soit en acide lactique (en milieu anaérobie).



Glucose

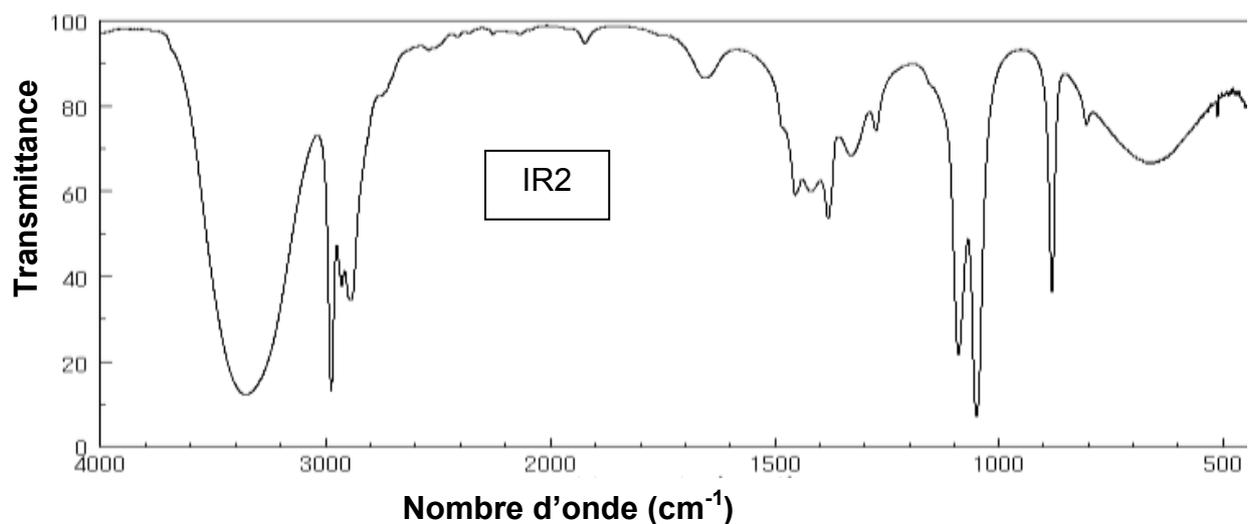
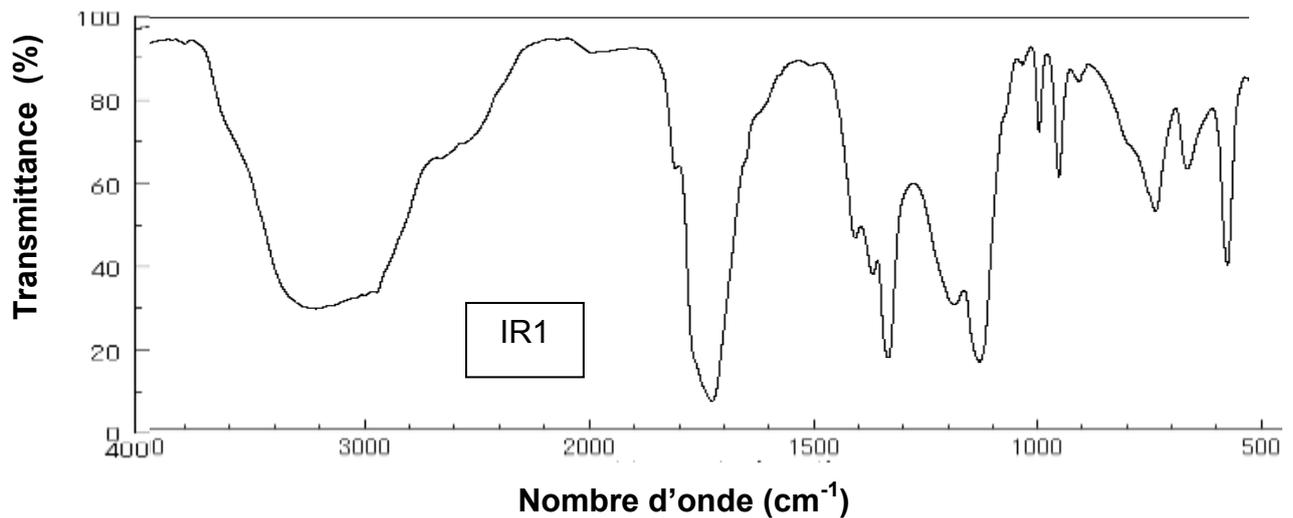
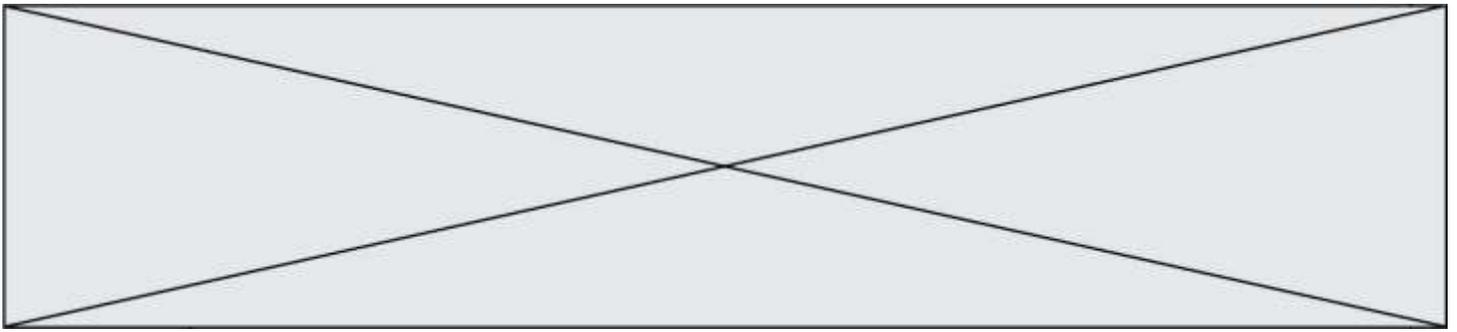


Acide pyruvique

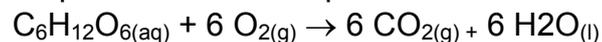


Acide lactique

6. Quel est le nom des familles de fonctions correspondant aux deux groupes caractéristiques de l'acide pyruvique ?
7. Parmi les spectres IR (IR1 et IR2) proposés ci-dessous, choisir, en justifiant, celui correspondant à l'acide pyruvique.



En milieu aérobie (présence de dioxygène), la transformation chimique du glucose dans un muscle peut être modélisée par la réaction d'équation :



L'énergie libérée par cette réaction est de 673 kcal pour une mole de glucose consommée par le muscle.

8. Calculer la valeur de la quantité de matière de glucose consommée par les muscles du cycliste afin de libérer une énergie  $E_{\text{musc}} = 640 \text{ kJ}$  pour effectuer l'ascension maximale.
9. On suppose que la transformation chimique est totale. Compléter le tableau d'avancement **en annexe à rendre avec la copie** et calculer les valeurs de la masse de glucose et du volume de dioxygène consommés pour effectuer l'ascension.

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.)

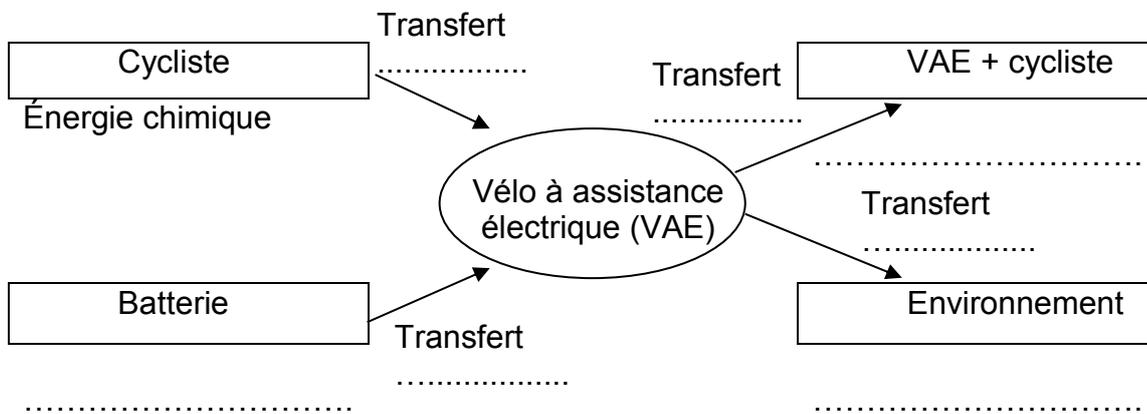
Né(e) le :  /  /

 Liberté - Égalité - Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

**Annexe à rendre avec la copie**

**Question 5 :** Compléter la chaîne énergétique avec les mots suivants : transfert thermique ; transfert mécanique ; transfert électrique ; énergie chimique ; énergie mécanique ; énergie thermique.



**Question 9 :** Compléter le tableau d'avancement et calculer les valeurs de la masse de glucose et du volume de dioxygène consommés pour effectuer l'ascension.

	$C_6H_{12}O_{6(aq)}$	$+ 6 O_{2(g)}$	$\rightarrow 6 CO_{2(g)}$	$+ 6 H_2O_{(l)}$
État initial (mol)	0,228	excès	0	solvant
État final (mol)	.....	excès	.....	solvant