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.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.1

ÉVALUATION COMMUNE

CLASSE : Première

EC : ☐ EC1 ☒ EC2 ☐ EC3

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2h

Niveaux visés (LV) : LVA LVB

Axes de programme :

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒Oui ☐ Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐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.

☐ Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

☐ Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 8

EXERCICE 1
SEUL SUR MARS

En 2035, lors d'une expédition de la mission *Ares III* sur Mars, l'astronaute Mark Watney est laissé pour mort par ses coéquipiers, une tempête les ayant obligés à décoller de la planète en urgence.

Le lendemain, Mark Watney, qui n'est que blessé, se réveille et découvre qu'il est seul sur Mars.

Pour survivre, il décide de cultiver des pommes de terre sous le dôme de la base, en utilisant le sol martien fertilisé avec les excréments de l'équipage, de l'eau et l'énergie solaire.

Source : http://www.allocine.fr/film/fichefilm-221524/dvd-blu-ray/?cproduct=443240

Partie 1. Puissance rayonnée par le Soleil

Le Soleil, d'une masse totale de $2{,}0\times10^{30}$ kg, est l'étoile du système solaire. Il est composé majoritairement d'atomes d'hydrogène H et d'atomes d'hélium He. Autour de lui gravitent la Terre et d'autres planètes comme Mars. La puissance rayonnée par le Soleil est voisine de $3{,}9\times10^{26}$ W.

Document 1. Réaction nucléaire de synthèse de l'hélium à partir de l'hydrogène dans le Soleil

Sous l'effet de la température suffisamment élevée existant au cœur du Soleil, quatre atomes d'hydrogène peuvent réagir pour former un atome d'hélium et deux électrons selon l'équation de la réaction nucléaire simplifiée, dans laquelle ${}^{0}_{-1}e$ représente un électron :

$$4\ {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + 2\ {}^{0}_{-1}e$$

Cette réaction s'accompagne d'une perte de masse et donc d'un dégagement d'énergie.

1- Indiquer en le justifiant, si la formation de l'hélium dans le Soleil est une réaction de fusion ou de fission nucléaire.

2- À l'aide de la relation d'Einstein précisant l'équivalence masse-énergie, calculer en kilogramme la masse solaire perdue par seconde.

Donnée : vitesse de la lumière $c = 3{,}0\times10^{8}$ m·s^{-1}

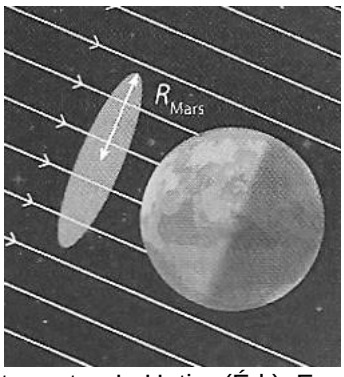
Partie 2. Puissance solaire reçue par Mars

La base martienne de la mission *Ares III* est alimentée en énergie par des panneaux solaires qui captent le rayonnement solaire arrivant sur le sol martien. On souhaite connaître la puissance reçue par ces panneaux solaires.

3- Sachant que la planète Mars est située à la distance $d_{M\text{-}S} = 2{,}3\times10^{8}$ km du Soleil, et à partir des données de la partie 1, calculer en W·m^{-2} la puissance par unité de surface traversant la sphère dont le centre est le Soleil et dont le rayon est $d_{M\text{-}S}$. Cette puissance par unité de surface appelée constante solaire de Mars et notée C_{Mars} .

Donnée : aire S d'une sphère de rayon d : $S = 4\times\pi\times d^2$

Document 2. Schéma d'un disque recevant une puissance solaire égale à celle reçue par Mars



La puissance solaire reçue par Mars traverse un disque fictif de rayon R_{Mars} et se répartit ensuite sur toute la surface de la sphère martienne de rayon R_{Mars}. Celle-ci est en rotation sur elle-même.

On peut considérer que le disque fictif est situé à la même distance du Soleil que Mars.

Source : Daujean, C. D., & Guilleray, F. G. (2019). Le bilan radiatif terrestre. In Hatier (Éd.), Enseignement scientifique (p. 101). Paris, France: Hatier.

4- La puissance solaire moyenne reçue sur Mars par unité de surface est proche de $C_{Mars}/4$; sa valeur est voisine de 150 $W \cdot m^{-2}$. Expliquer qualitativement pourquoi cette puissance moyenne par unité de surface est plus petite que C_{Mars}.

Partie 3. Des pommes de terre sur Mars

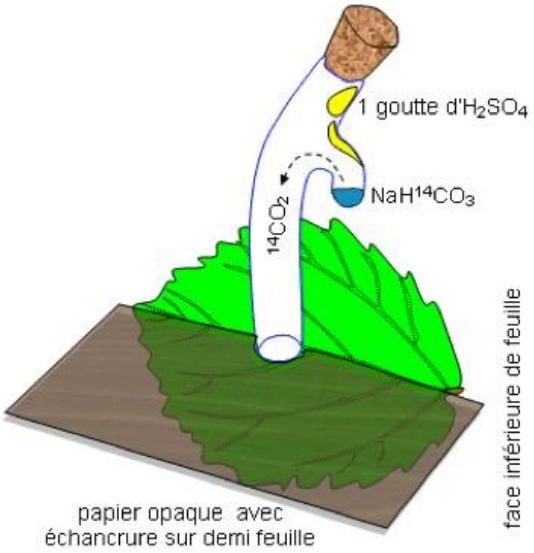
Le dôme de la base martienne permet de recréer l'atmosphère terrestre. Grâce à un ingénieux système permettant de fournir l'eau nécessaire à la croissance des végétaux et à un éclairage adapté alimenté en électricité par les panneaux solaires, Mark Watney, botaniste de formation, décide de réaliser une culture végétale qui lui fournira de la nourriture nécessaire à sa survie.

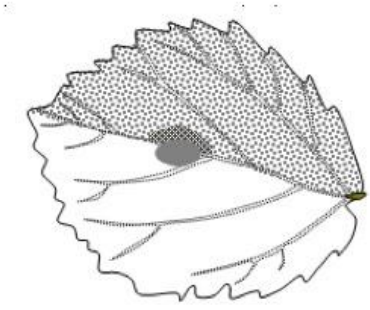
5- À partir de l'exploitation des résultats expérimentaux du document 3, identifier un facteur essentiel à la production de glucides par la plante.

Document 3. Fixation du CO_2 par une feuille

(D'après : http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/IMG/gif/co2_feuill_maz.gif)

Une feuille est mise au contact en son centre avec du CO_2 marqué au ^{14}C radioactif durant 5 minutes. Le CO_2 marqué peut diffuser dans la feuille à partir de la zone centrale. Seule la moitié de la feuille est exposée à la lumière. La technique d'autoradiographie permet de localiser des sucres radioactifs qui impressionnent fortement une plaque photographique mise au contact de la feuille (zone sombre sur le document).





Résultat de l'autoradiographie
(révélation des glucides radioactifs)

6- Au 79ème jour, Mark Watney récolte les tubercules de pomme de terre, qui ont stocké de l'énergie sous forme chimique.

Calculer le nombre de jours d'autonomie dont dispose Mark Watney grâce à sa récolte de pommes de terre avant qu'une nouvelle mission ne vienne le récupérer sur Mars.

Expliciter la démarche.

Données :

- surface du champ de pommes de terre : $S = 126$ m²

- rendement* de la pomme de terre : $r = 3$ kg·m^{-2}

* En agriculture, on appelle rendement la masse végétale récoltée par unité de surface et par saison.

- apport énergétique des pommes de terre : $A = 3400$ kJ·kg^{-1}

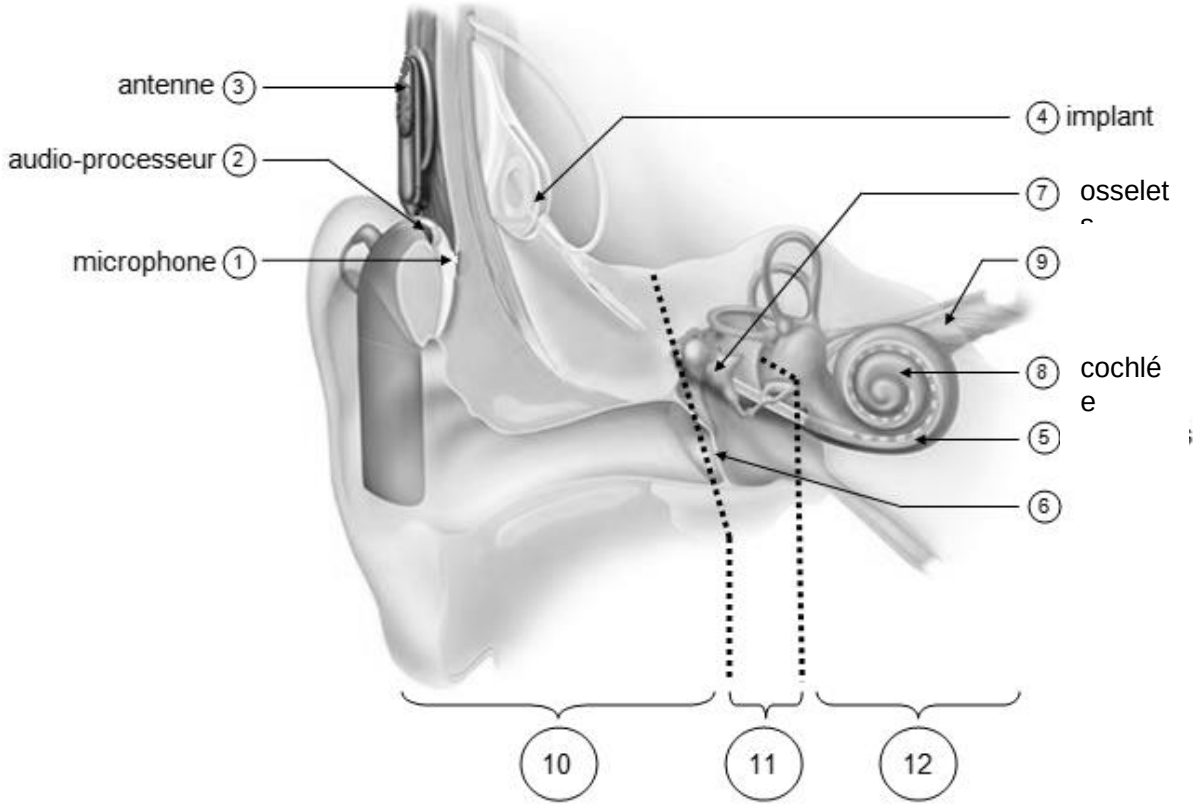
- dépense énergétique moyenne par sol martien de Mark Watney : $D = 11000$ kJ

EXERCICE 2

IMPLANT COCHLÉAIRE

L'implant cochléaire est un dispositif auditif destiné aux personnes atteintes d'une surdité sévère ou profonde. Il transforme les sons en signaux électriques envoyés directement au nerf auditif grâce à des électrodes posées chirurgicalement.

Document 1. Fonctionnement d'un implant cochléaire



Modifié d'après : https://idataresearch.com/cascination-and-med-el-collaborate-on-state-of-the-art-cochlear-implantation-method/

Le microphone ① capte les sons en provenance de l'extérieur. L'audio-processeur ② numérise les sons. L'antenne ③ transmet les signaux numériques à l'implant situé sous la peau. L'implant ④ envoie des signaux électriques dans les électrodes ⑤ situées dans la cochlée (comprenant les cellules sensorielles ciliées) ⑧. Les fibres du nerf auditif captent les signaux électriques et les transmettent au cerveau.

1- Indiquer les légendes des structures numérotées 6, 9, 10, 11 et 12.

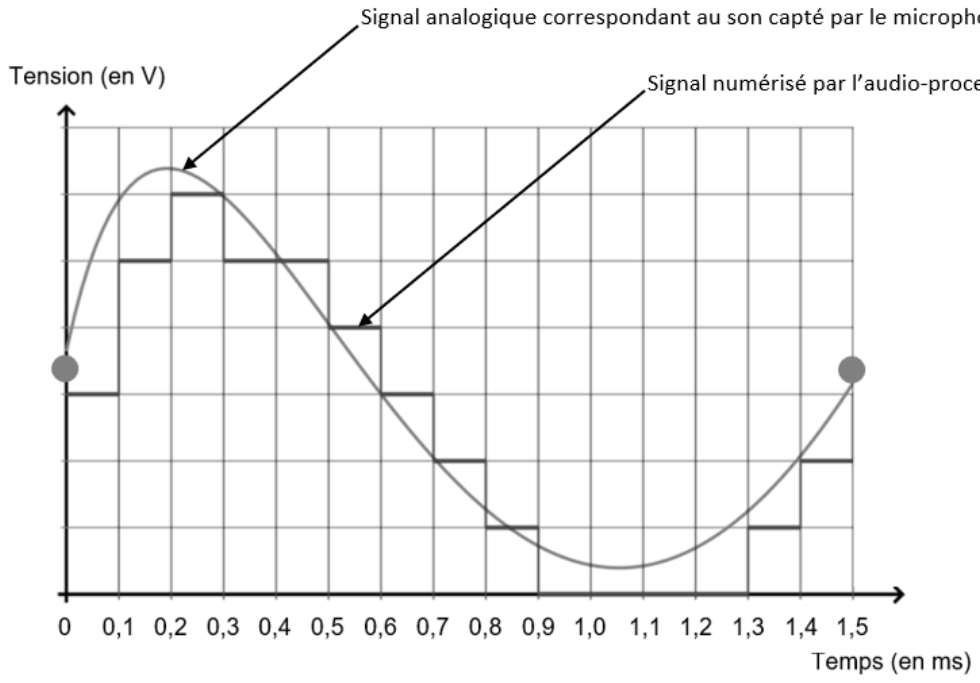
2- Certaines personnes subissent une surdité consécutive à un dommage des cellules ciliées de l'oreille interne. Elles peuvent alors être appareillées avec un implant cochléaire.

Expliquer le rôle des cellules ciliées de l'oreille interne dans le cas d'une audition normale et comment l'implant cochléaire permet de corriger la surdité.

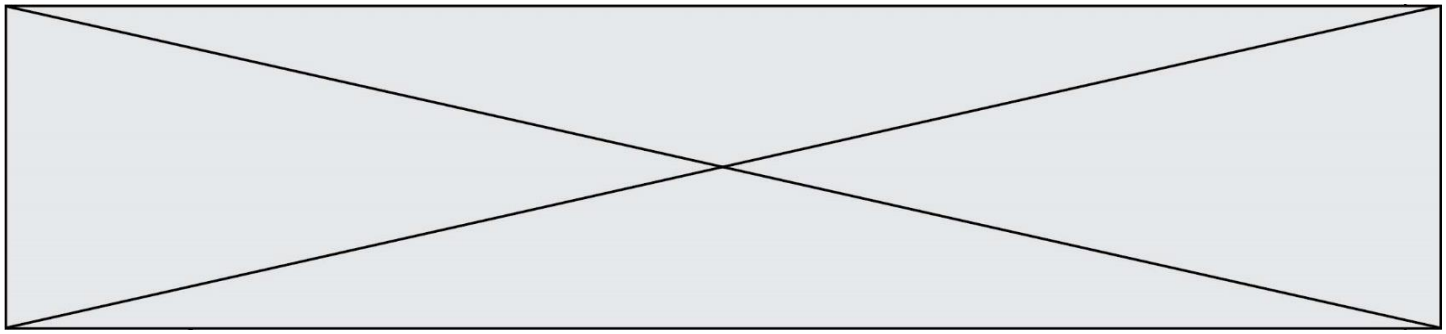
3- Le microphone d'un implant cochléaire capte un son périodique en provenance de l'extérieur. Un motif élémentaire de période *T* de ce son est représenté sur le document 2.

Déterminer la valeur de la fréquence *f* du son capté par le microphone.

Document 2. Son capté par le microphone et numérisation par l'audio-processeur



Source : http://www.ostralo.net/3_animations/js/CAN/index_v2nmoins1.htm



4- Déterminer graphiquement la valeur de la période d'échantillonnage T_e utilisée pour cette numérisation puis justifier que la valeur de la fréquence d'échantillonnage f_e est égale à 10 000 Hz.

5-a- Sachant qu'une quantification sur n bits permet 2^n paliers numériques, indiquer, en le justifiant, pourquoi ici $n=3$.

5-b- La taille L en octet d'un fichier audio est donnée par la formule :

$$L = f_e \times \frac{n}{8} \times \Delta t$$

avec : f_e = fréquence d'échantillonnage (en Hertz) ; n= quantification (en bit) ; Δt= durée (en seconde).

Pendant une journée, l'audio-processeur numérise en moyenne 10 heures de sons différents. Calculer la taille L d'un fichier audio équivalent à une journée de fonctionnement de l'implant cochléaire.