



## 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  $2,0 \times 10^{30}$  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  $3,9 \times 10^{26}$  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 :



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





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

### Partie 3. Des pommes de terre sur Mars

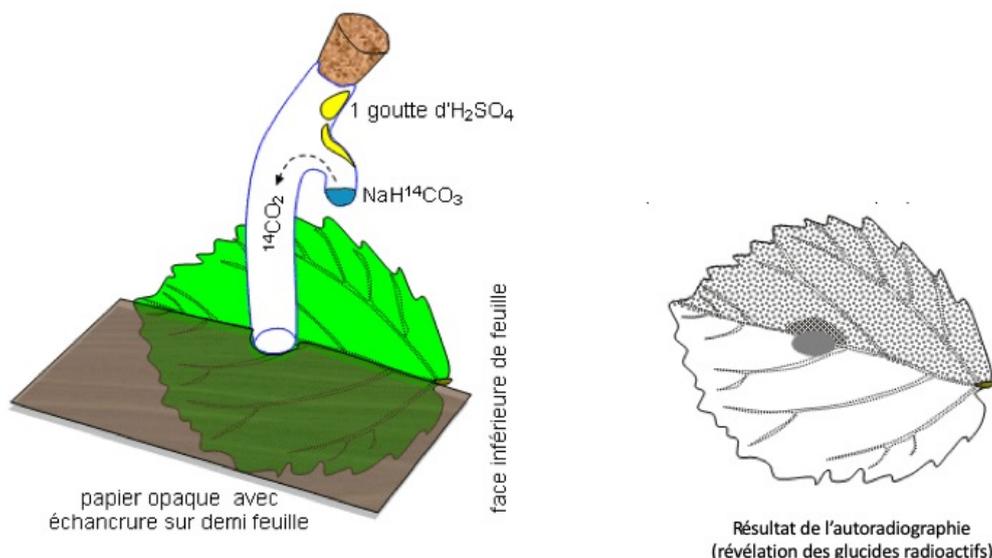
Le dôme de la base martienne permet de recréer l'atmosphère terrestre. Grâce à un ingénieux système permettant de fournir l'eau nécessaire à la croissance des végétaux et à un éclairage adapté alimenté en électricité par les panneaux solaires, Mark Watney, botaniste de formation, décide de réaliser une 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 $\text{CO}_2$ par une feuille

(D'après : [http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/IMG/gif/co2\\_feuill\\_maz.gif](http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/IMG/gif/co2_feuill_maz.gif))

Une feuille est mise au contact en son centre avec du  $\text{CO}_2$  marqué au  $^{14}\text{C}$  radioactif durant 5 minutes. Le  $\text{CO}_2$  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).



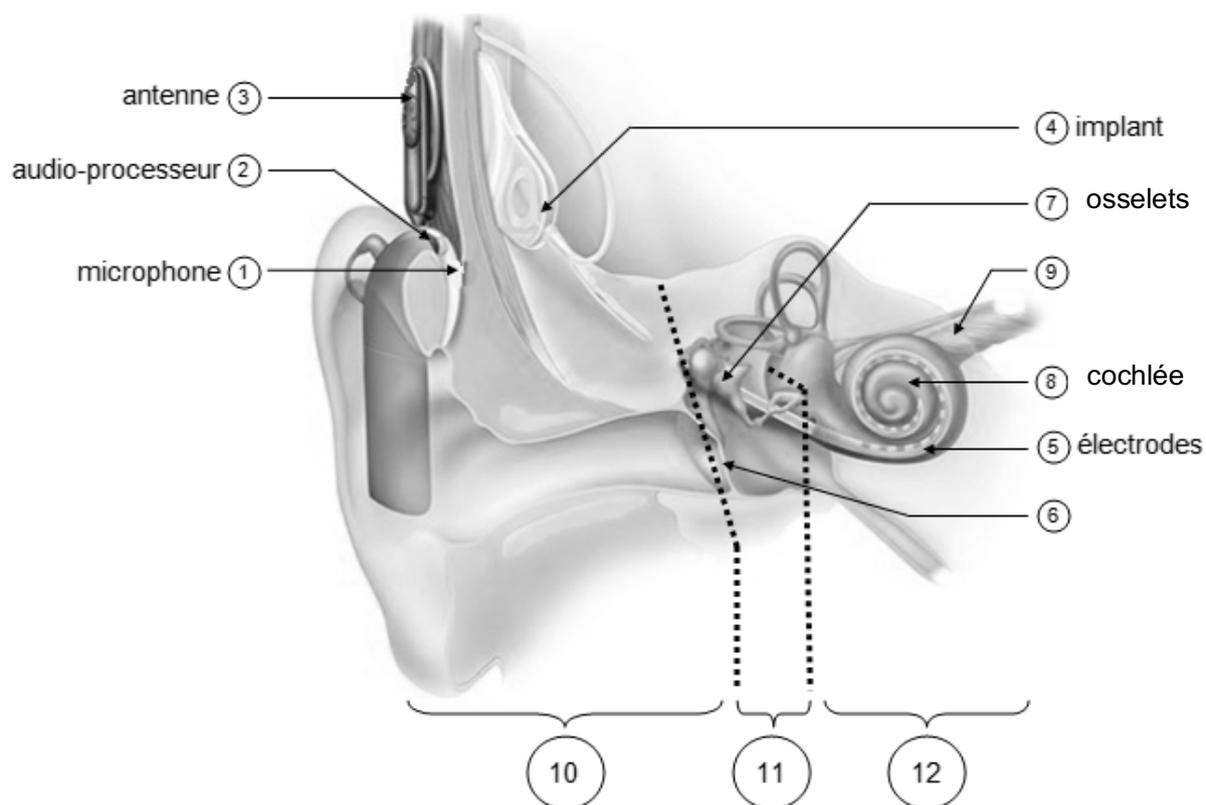


## EXERCICE 2

### 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.

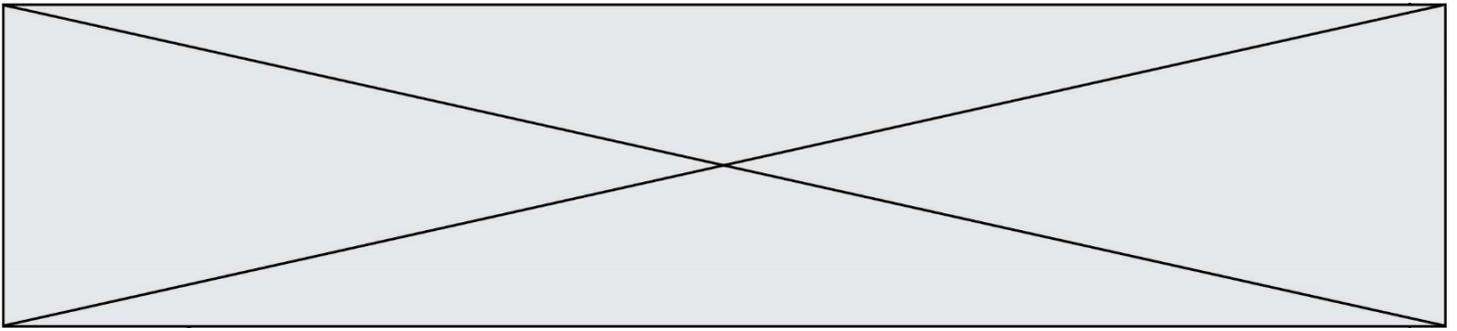
#### Document 1. Fonctionnement d'un implant cochléaire



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.





**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) ;  $\Delta t$ = 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.