

Exercice 1 – Niveau première

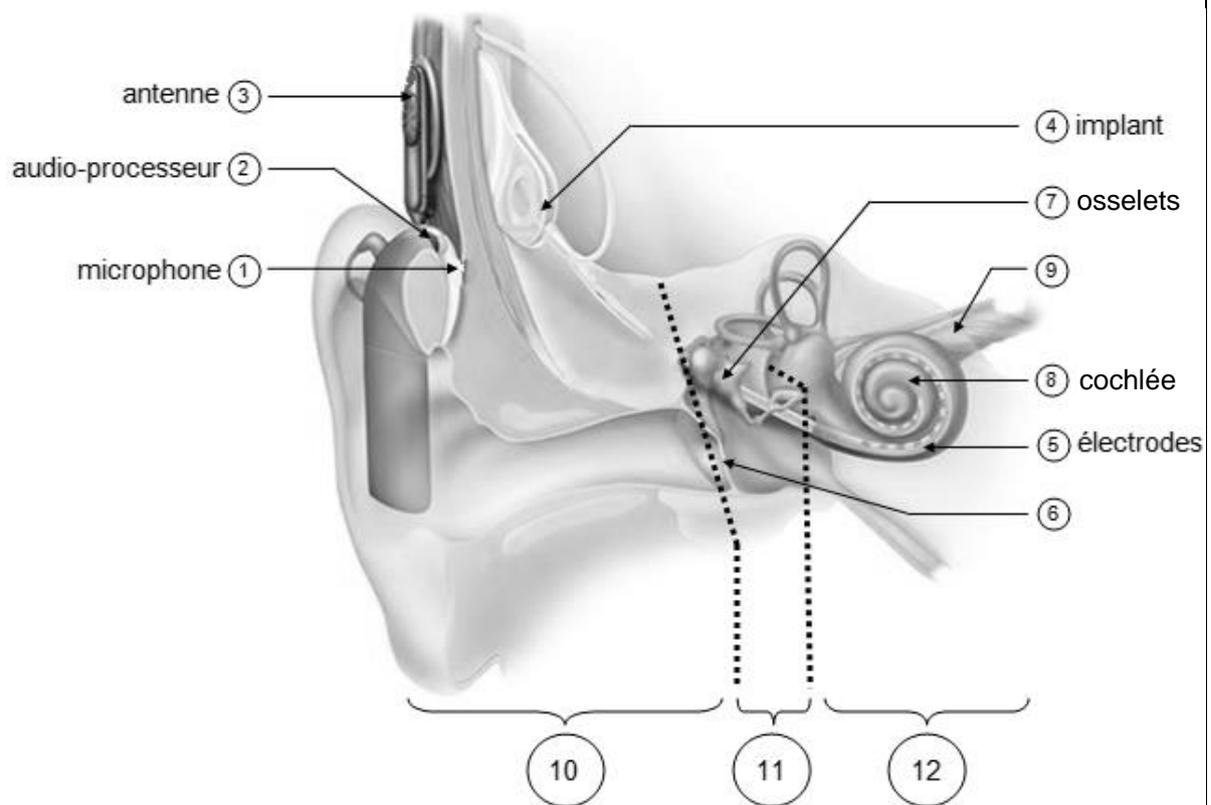
Thème « Son et musique, porteurs d'information »

Implant cochléaire

Sur 10 points

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>

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

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.

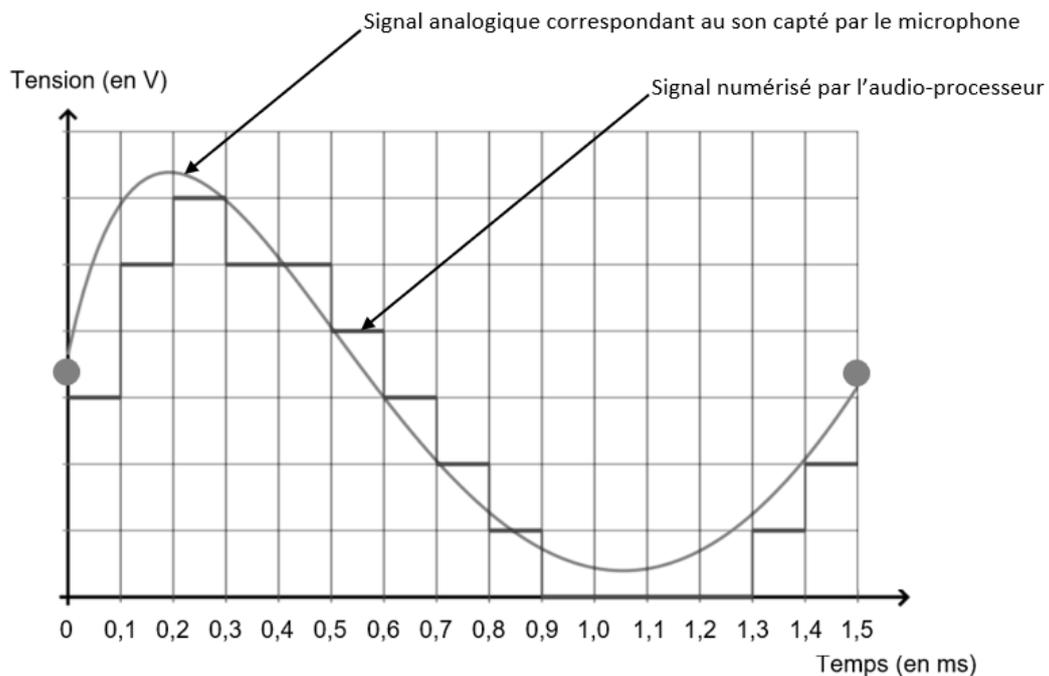
3- Le microphone d'un implant cochléaire capte un son périodique en provenance de l'extérieur. Un motif élémentaire de période T de ce son est représenté sur le document 2 de la page suivante.

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

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.



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

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 la fréquence d'échantillonnage (en hertz), n la quantification (en bits) et Δt la durée (en secondes).

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.

Modèle CCYC : ©DNE																				
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>																				
Prénom(s) :																				
N° candidat :											N° d'inscription :									
 <small>Liberté • Égalité • Fraternité</small> <small>RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small>	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>																			
	Né(e) le :			/			/													

1.1

Exercice 2 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

L'or, un élément chimique précieux

Sur 10 points

L'or, élément de numéro atomique $Z=79$, a de tout temps été un métal fort prisé notamment pour son caractère ductile et inoxydable. C'est une valeur refuge en économie et un métal précieux tant en orfèvrerie qu'en médecine ou dans l'industrie.

Partie 1 : Estimation de quelques masses d'or

Le World Gold Council, union des principales compagnies mondiales de l'industrie aurifère, estime que si tout l'or extrait depuis le début de l'humanité – bijoux, lingots et masque de Toutankhamon inclus – était fondu en un seul bloc, il formerait un cube de 21 mètres de côté. Bien plus petit que l'Arc de triomphe de l'Étoile à Paris !

En 2016, 13% de l'extraction d'or au niveau mondial a été réalisée en Chine, ce qui représente 455 tonnes.

1- Sachant que la masse volumique de l'or est $19,3 \text{ g.cm}^{-3}$, calculer la masse totale de l'or extrait depuis le début de l'humanité. On exprimera le résultat en tonnes.

2- Calculer la masse de l'or extrait dans le monde en 2016.

Partie 2 : Peut-on transformer du plomb en or ?

La transmutation¹ de métaux non précieux en or était, dès le Moyen-Âge, l'objectif principal des alchimistes. Aucun n'a jamais atteint cet objectif.

Le développement de la science moderne a cependant permis de montrer qu'il est effectivement possible de réaliser cette transmutation, mais avec des méthodes bien différentes de ce que les alchimistes avaient pu proposer.

Voici un extrait du tableau établi par Dmitri Mendeleïev (1834 – 1907) donnant la classification périodique des éléments :

¹ Transmutation : changement d'une substance en une autre.



78 195,078 Pt Platine	79 196,9665 Au Or	80 200,59 Hg Mercure	81 204,3833 Tl Thallium	82 207,2 Pb Plomb
---	---------------------------------------	--	---	---------------------------------------

3- Préciser le nombre de protons que l'on doit arracher à un noyau de mercure pour obtenir un noyau d'or. Préciser si ce type de transformation est une transformation chimique, physique ou nucléaire.

4- En utilisant le tableau de Mendeleiev, indiquer pourquoi il semble *a priori* plus facile de transformer du mercure en or que du plomb en or.

Document 1 : Peut-on obtenir de l'or à partir d'un autre métal ?

Pour casser un noyau de plomb, on sait aujourd'hui qu'il faut fournir beaucoup d'énergie, de l'ordre de celle mise en jeu dans les réacteurs nucléaires et les accélérateurs de particules.

Du coup, réaliser la transformation coûte vraiment très cher et le prix de revient de l'or obtenu est infiniment plus élevé que celui du marché. L'obtention d'un gramme d'or se chiffrerait en effet en centaines de millions d'euros. L'opération perd donc tout son intérêt et personne n'a tenté de la réaliser.

Pourtant il arrive que de l'or soit créé en quantité infime dans les réacteurs nucléaires ou les accélérateurs de particules comme une conséquence collatérale de leur fonctionnement normal. [...]

Il existe, dans le Tennessee aux États Unis, un complexe du département de l'énergie américain, le laboratoire d'Oak Ridge, qui possède l'une des plus puissantes sources de neutrons dans le monde. Le principe de cet instrument est de bombarder une cible de mercure avec des neutrons afin d'extraire des protons de très haute énergie. Au cours des collisions entre les protons et les noyaux de mercure, il se passe beaucoup de choses : certains protons sont capturés par des noyaux, certains noyaux se cassent en émettant des protons et des neutrons, ... au final, un ou deux atomes de mercure sont transformés en atome d'or. Mais la quantité est bien trop infime pour être exploitable.

Inspiré de la vidéo KESAKO <https://www.youtube.com/watch?v=MHipsgUGUP8>

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

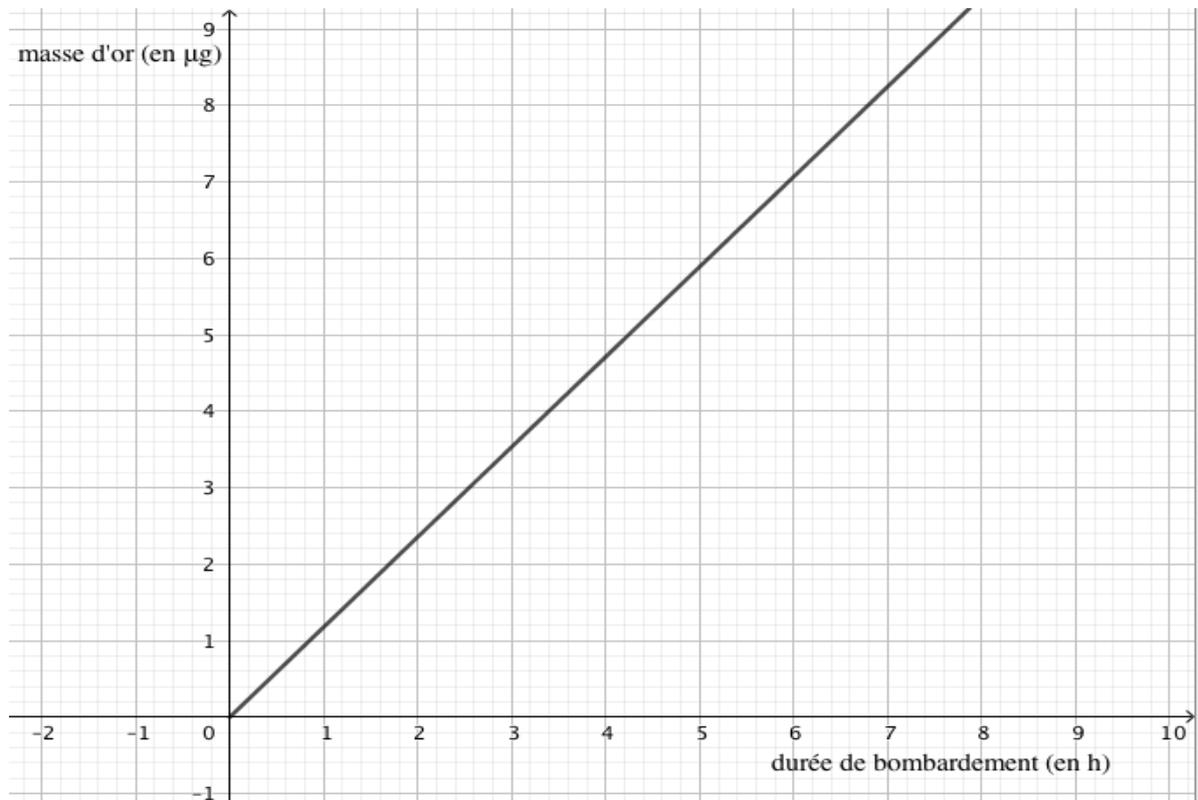


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 2 : Représentation graphique de la fonction donnant la masse d'or obtenue par bombardement de neutrons d'un échantillon de mercure en fonction de la durée du bombardement



Document 3 : Cours de l'or

Sur les marchés, l'or est coté à la bourse. La cotation se fait en² USD/once (une once correspond à environ 31 g d'or). Au 31 mai 2019, le cours était 1 305,80 USD/once, soit 1 166,05 EUR/once.

² USD : United States Dollar.



5-a- À partir du document 2, identifier l'affirmation exacte parmi les 4 affirmations suivantes. Recopier l'affirmation exacte sur la copie et justifier la réponse.

- (a) La masse d'or obtenue à partir du mercure par bombardement de neutrons est une fonction décroissante de la durée du bombardement.
- (b) La masse d'or obtenue à partir du mercure par bombardement de neutrons est proportionnelle à la durée du bombardement.
- (c) La masse d'or obtenue à partir du mercure par bombardement de neutrons est proportionnelle au carré de la durée du bombardement.
- (d) La masse d'or obtenue à partir du mercure par bombardement de neutrons ne dépend pas de la durée du bombardement.

5-b- Avec la précision permise par le graphique, déterminer la durée du bombardement permettant d'obtenir $6 \mu\text{g}$ d'or, puis la masse d'or obtenu à l'issue de 3 heures de bombardement.

5-c- Montrer qu'en une année, on peut ainsi produire environ 10 mg d'or.

6- Estimer le prix (en euro) d'un gramme d'or acheté sur le marché.

7- Justifier l'affirmation du document 1 « *L'opération perd donc tout son intérêt* ».

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

Exercice 3 – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

Seul sur Mars

Sur 10 points



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.

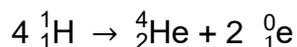
Source : <http://www.allocine.fr/film/fichefilm-221524/dvd-blu-ray/?cproduct=443240>

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 noyaux d'hydrogène peuvent réagir pour former un noyau d'hélium et deux positons selon l'équation de la réaction nucléaire simplifiée, dans laquelle 0_1e représente un positon (particule de charge opposée à celle de l'électron) :



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.



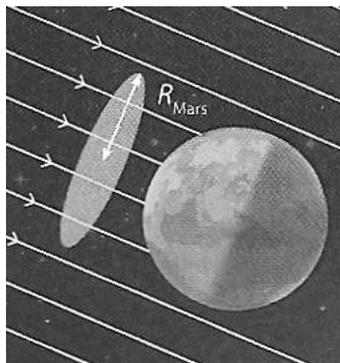
Partie 2. Puissance solaire reçue par Mars

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.

2- Sachant que la planète Mars est située à la distance $d_{M-S} = 2,3 \times 10^8$ km du Soleil, et à partir des données de la partie 1, calculer en $W \cdot m^{-2}$ la puissance par unité de surface traversant la sphère dont le centre est le Soleil et dont le rayon est d_{M-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. Éd. Hatier, Enseignement scientifique (p. 101).

3- 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.

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

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

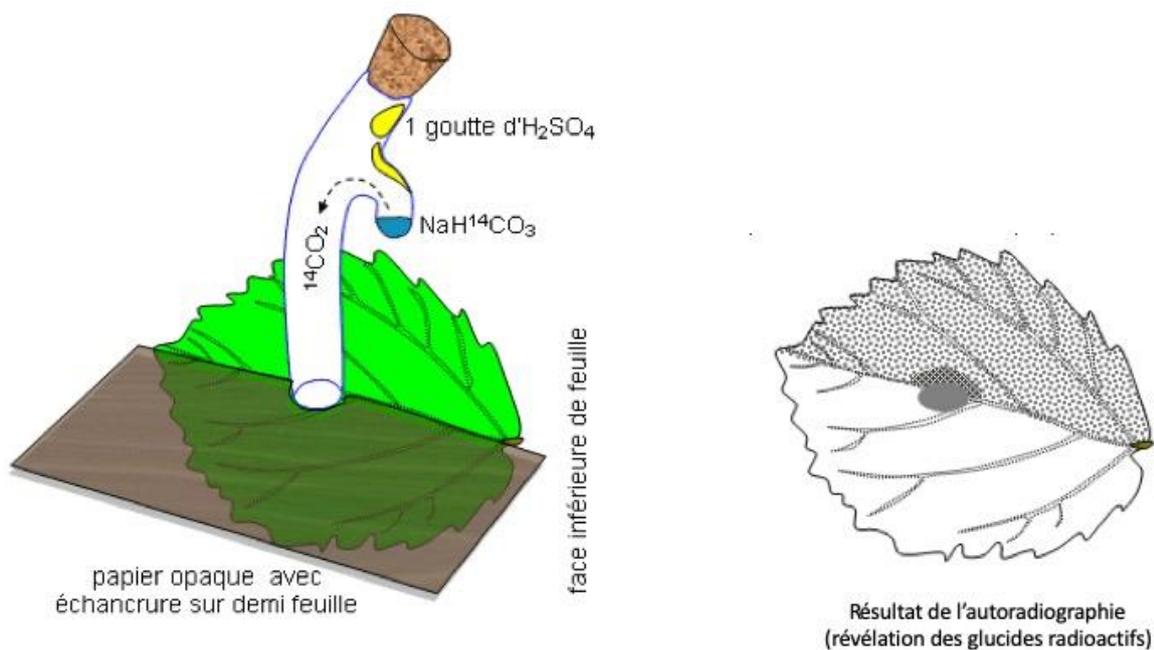
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 3. Fixation du CO₂ par une feuille

Une feuille est mise au contact en son centre avec du CO₂ marqué au ¹⁴C radioactif durant 5 minutes. Le CO₂ 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).



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



5- Au 79^{ème} 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 : $S = 126 \text{ m}^2$
- Rendement* de la pomme de terre : $r = 3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$
- Apport énergétique des pommes de terre : $A = 3400 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$
- Dépense énergétique moyenne par sol martien de Mark Watney : $D = 11000 \text{ kJ}$

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