





## Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

### L'émission de gaz à effet de serre en France

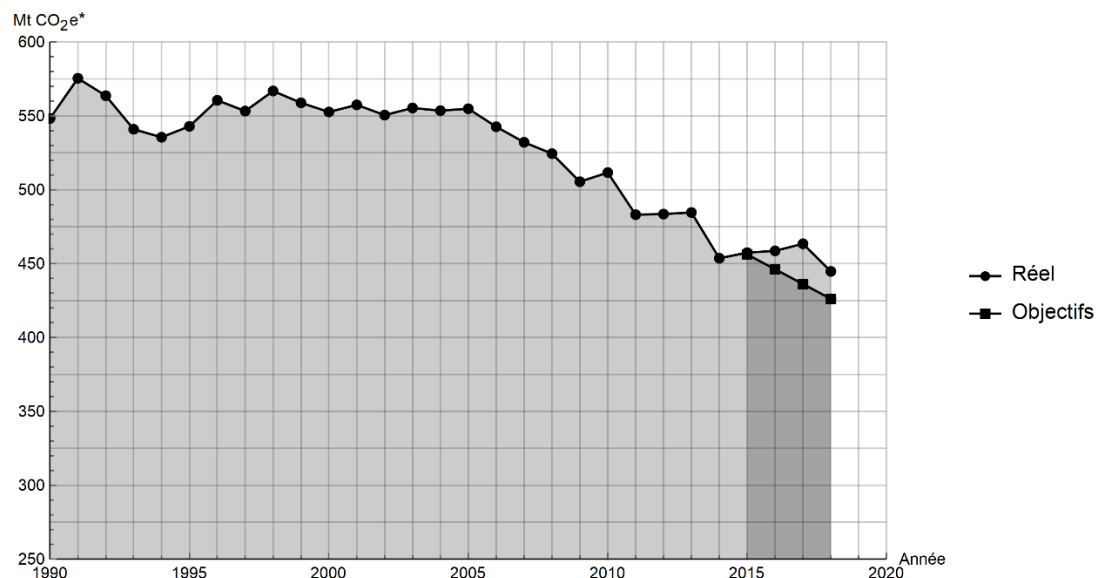
Sur 10 points

Lancé en 2016, l'observatoire climat-énergie dresse le bilan des efforts réalisés par la France pour organiser la transition énergétique.

L'objectif de cet exercice est d'étudier les émissions des gaz à effet de serre en France, plus particulièrement dans le domaine des transports.

#### Document 1 : émissions de gaz à effet de serre en France

Les émissions nationales de gaz à effet de serre (représentées ici par la masse équivalente de CO<sub>2</sub> en millions de tonnes émise chaque année) ont baissé de 4,2 % entre 2017 et 2018 après trois années de hausse consécutives. Cette réduction est en partie liée à un hiver plus doux qui a nécessité une utilisation moins importante de chauffage.



\* Mt CO<sub>2</sub> e : masse équivalente de dioxyde de carbone émise par les activités humaines en millions de tonnes

D'après <https://www.observatoire-climat-energie.fr>





- 3-** Vérifier que la masse de cétane consommée pour la production d'une énergie  $E = 1 \text{ MJ}$  est égale à  $m_{\text{cétane}} = 0,024 \text{ kg}$ .
- 4-** En déduire la quantité de matière de cétane (en mole) consommée lors d'une combustion qui dégage  $1 \text{ MJ}$ .
- 5-** En utilisant la valeur  $n_{\text{cétane}} = 0,11 \text{ mol}$ , calculer la masse  $m_{\text{CO}_2}$  de dioxyde de carbone formée.
- 6-** Décrire une des solutions actuellement envisagées pour réduire la masse de dioxyde de carbone émise par les véhicules automobiles et indiquer les limites de cette solution.

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

## Exercice 2 (au choix) – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

### Mesure du méridien terrestre

Sur 10 points

Eratosthène de Cyrène est un astronome, géographe, philosophe et mathématicien grec du III<sup>e</sup> siècle av. J.-C. (né à Cyrène, v. -276 et mort à Alexandrie, Egypte, v. -194). Eratosthène fut nommé à la tête de la bibliothèque d'Alexandrie vers -245 à la demande de Ptolémée III, pharaon d'Égypte, et fut précepteur de son fils Ptolémée IV.

Il est célèbre pour avoir établi la première méthode connue de mesure de la circonférence de la Terre.

#### Document 1 : données

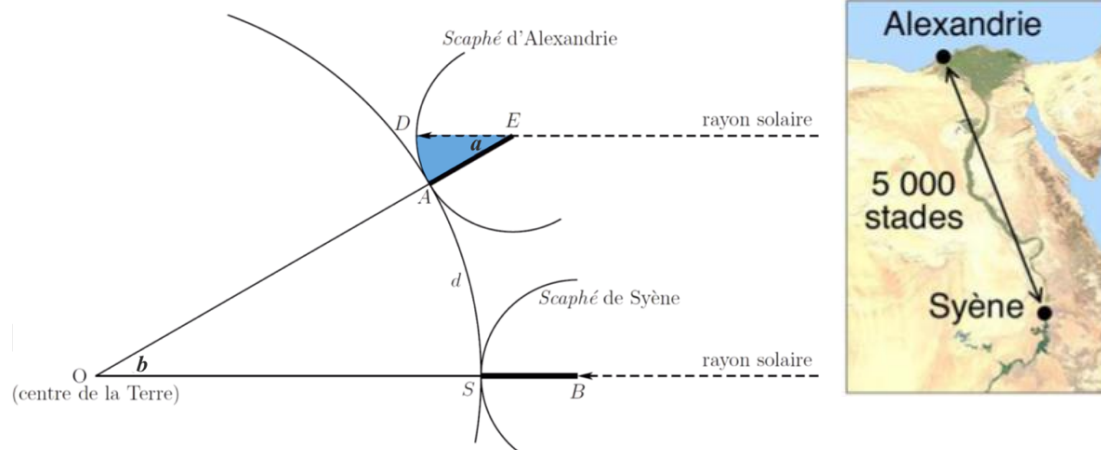
- Le 21 juin, à midi, à Syène (Assouan), on voit le fond des puits.
- Le 21 juin, à midi, à Alexandrie, on mesure la longueur de l'ombre d'un *gnomon*\* de 1 mètre. Celle-ci vaut 0,126 mètre.
- La distance entre Alexandrie et Syène est estimée à 5000 stades.
- Un stade est une unité de longueur correspondant à la longueur du stade d'Olympie, soit environ 157,5 mètres.
- Alexandrie et Syène sont supposées être sur un même méridien.

Le soleil étant lointain, on suppose que les rayons qu'il émet sont parallèles.

(\*un *gnomon* est un instrument astronomique qui visualise par son ombre les déplacements du Soleil. Sa forme la plus simple est un bâton planté verticalement dans le sol.)



**Document 2 : Calcul de la circonférence de la Terre par la méthode dite d'Ératosthène**



1- Proposer un schéma représentant le gnomon, son ombre et les rayons du soleil avec les longueurs données dans le document 1 (*il n'est pas demandé que le schéma soit à l'échelle*).

2- Calculer la tangente de l'angle  $a$  formé par le gnomon et le rayon de soleil, et démontrer que cet angle mesure environ  $7,2^\circ$ . On rappelle que, dans un triangle rectangle, la tangente d'un angle est égale au rapport du côté opposé sur le côté adjacent.

3- À l'aide d'un scaphé (instrument de mesure ancien, sorte de cadran solaire), Ératosthène a trouvé que l'angle  $a$  correspondait à un cinquantième de tour. Comparer avec le résultat de la question précédente.

4- Préciser la distance qui mesure 5000 stades sur la représentation de la Terre du document 2.

5- Justifier que les angles  $a$  et  $b$  du document 2 ont la même mesure.

En déduire la circonférence de la Terre d'abord en stade, puis en kilomètre.

6- Grâce à des mesures par satellites, on estime aujourd'hui la circonférence de la Terre à 40 075 km. Proposer au moins une source d'erreur possible pour la valeur estimée par Eratosthène.

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

### Exercice 3 (au choix) – 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.

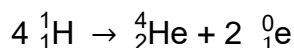
Source : <http://www.allocine.fr/film/fichefilm-221524/dvd-blu-ray/?cproduct=443240>

#### 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.



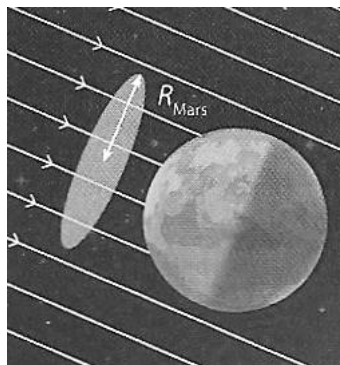
## **Partie 2. Puissance solaire reçue par Mars**

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 :



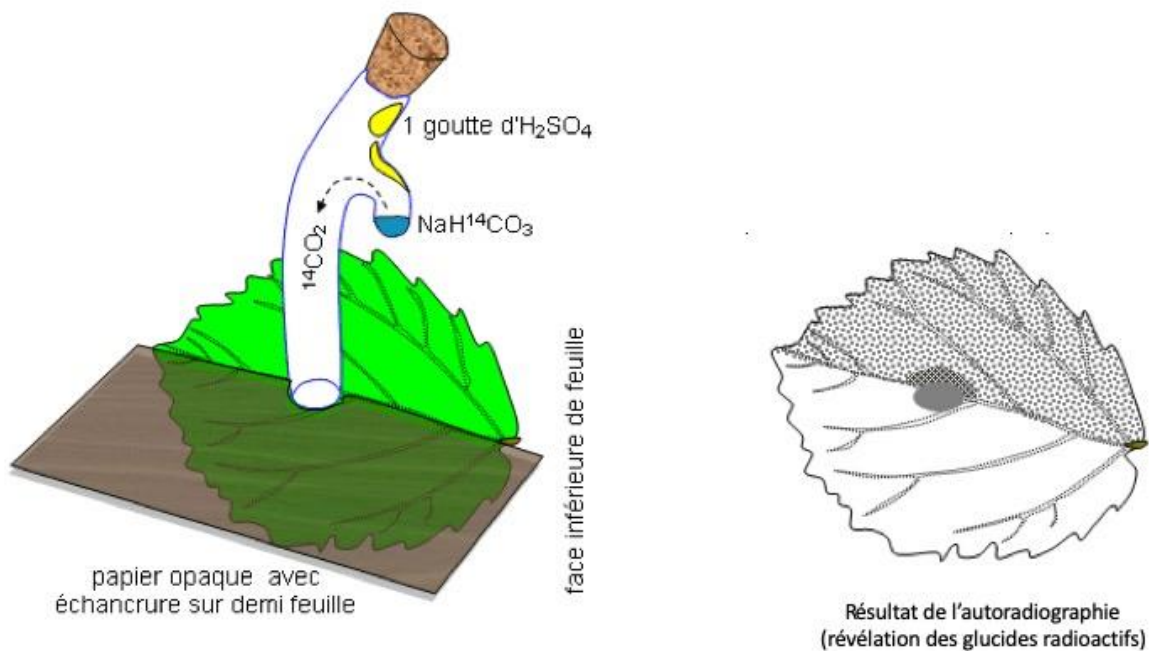
Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### Document 3. Fixation du CO<sub>2</sub> par une feuille

Une feuille est mise au contact en son centre avec du CO<sub>2</sub> marqué au <sup>14</sup>C radioactif durant 5 minutes. Le CO<sub>2</sub> 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](http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/IMG/gif/co2_feuill_maz.gif)



**5-** Au 79<sup>ème</sup> 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.