

TRAINING!

2021-2022

**ENSEIGNEMENT
SCIENTIFIQUE**

**PREMIÈRE
GÉNÉRALE**



EXERCICE 1 Mesure du méridien terrestre

Eratosthène de Cyrène est un astronome, géographe, philosophe et mathématicien grec du III^e 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'Egypte, 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

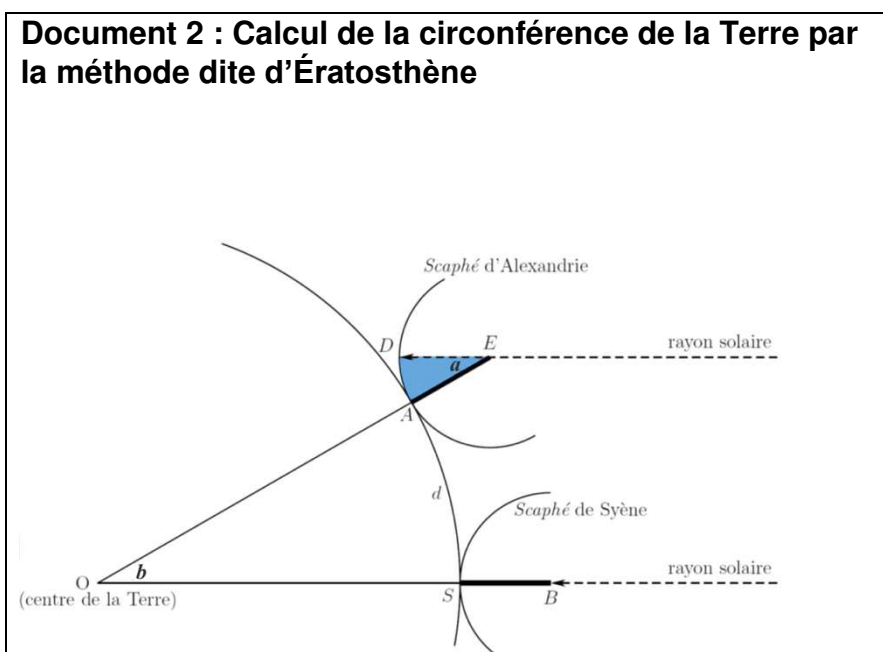
- Le 21 juin, à midi, à Syène (Assouan), on voit le fond des puits.
- Le 21 juin, à midi, à Alexandrie, on mesure la longueur de l'ombre d'un *gnomon** de 1 mètre. Celle-ci vaut 0,126 mètre.

(*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.)

- 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.

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



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 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small>	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>																			
Né(e) le :			/			/														

1.1

- 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 Ératosthène.

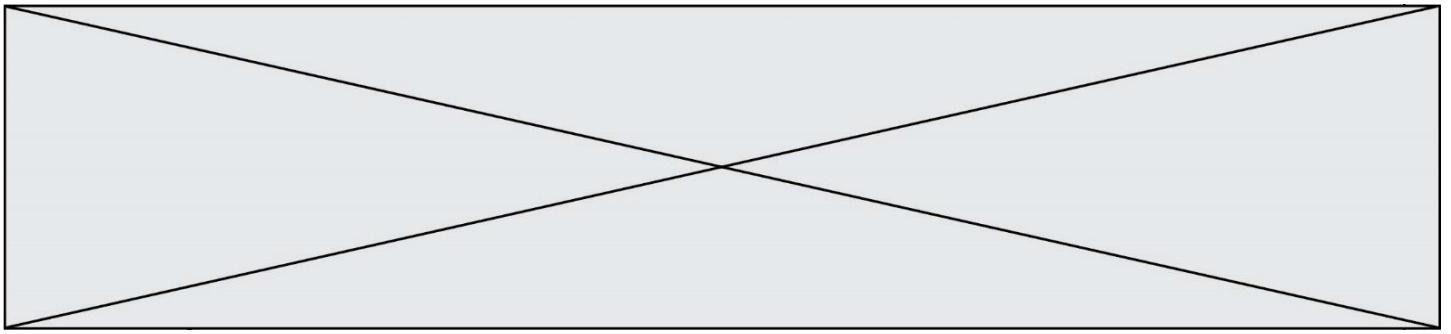
EXERCICE 2

LA DATATION AU ^{14}C ET LA PROTECTION DES ELEPHANTS

L'Union européenne a interdit le commerce de l'ivoire depuis 1989, à l'exception de celui des antiquités acquises avant 1947.

Selon un rapport remis à la Commission européenne en juillet 2018, l'ivoire vendu en Europe proviendrait pourtant essentiellement de défenses d'éléphants abattus récemment. Ce rapport s'appuie sur des résultats obtenus par datation au carbone ^{14}C de l'ivoire saisi par les autorités.

Les trafiquants contournent la loi en faisant passer l'ivoire récent pour de l'ivoire ancien.



Document 1 : Principe de la datation au ^{14}C

« Le carbone 14 (^{14}C) est un isotope radioactif du carbone. Sa demi-vie est de 5 730 ans. Se formant dans la haute atmosphère de la Terre, il existe 1 atome de carbone 14 pour 1 000 milliards de carbone 12 (isotope non radioactif). Comme tout isotope du carbone, le carbone 14 se combine avec l'oxygène de notre atmosphère pour former du CO_2 (dioxyde de carbone). Ce CO_2 est assimilé par les organismes vivants tout au long de leur vie : respiration, alimentation... Lorsque les organismes meurent, ils n'assimilent plus le CO_2 . La quantité de carbone 14 présente dans les organismes diminue alors au cours du temps de façon exponentielle, tandis que celle de carbone 12 reste constante.

La datation repose sur la comparaison du rapport entre les quantités de carbone 12 et de carbone 14 contenues dans un échantillon avec celui d'un échantillon standard de référence. On déduit de cette comparaison « l'âge carbone 14 » de l'échantillon qu'on cherche à dater. Cet « âge carbone 14 » est ensuite traduit en âge réel (ou « âge calendaire »), en le comparant à une courbe-étalon, réalisée par les chercheurs à force de nombreuses mesures complémentaires. On peut ainsi en déduire l'âge de l'objet étudié et remonter jusqu'à 50 000 ans environ (au-delà, la technique n'est pas assez précise). »

Source : CEA

Partie A

1- Parmi les propositions suivantes, quelle est celle qui correspond à la désintégration du carbone 14 ? Il est rappelé que la notation ${}_{-1}^0e$ désigne conventionnellement un électron.

- a) ${}^{18}_8\text{O} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^4_2\text{He}$
- b) ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}_{-1}^0e$
- c) ${}^6_2\text{He} + {}^8_4\text{Be} \rightarrow {}^{14}_6\text{C}$

2- Le document 1 indique que la demi-vie du carbone 14 est de 5730 ans. Expliquer le terme « demi-vie ».

3- On considère un échantillon d'ivoire d'éléphant contenant à un instant donné 16 milliards de noyaux de carbone 14. Calculer le nombre de noyaux de carbone 14 restants au bout de :

3-a- 5 730 ans.

3-b- 11 460 ans.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :


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

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

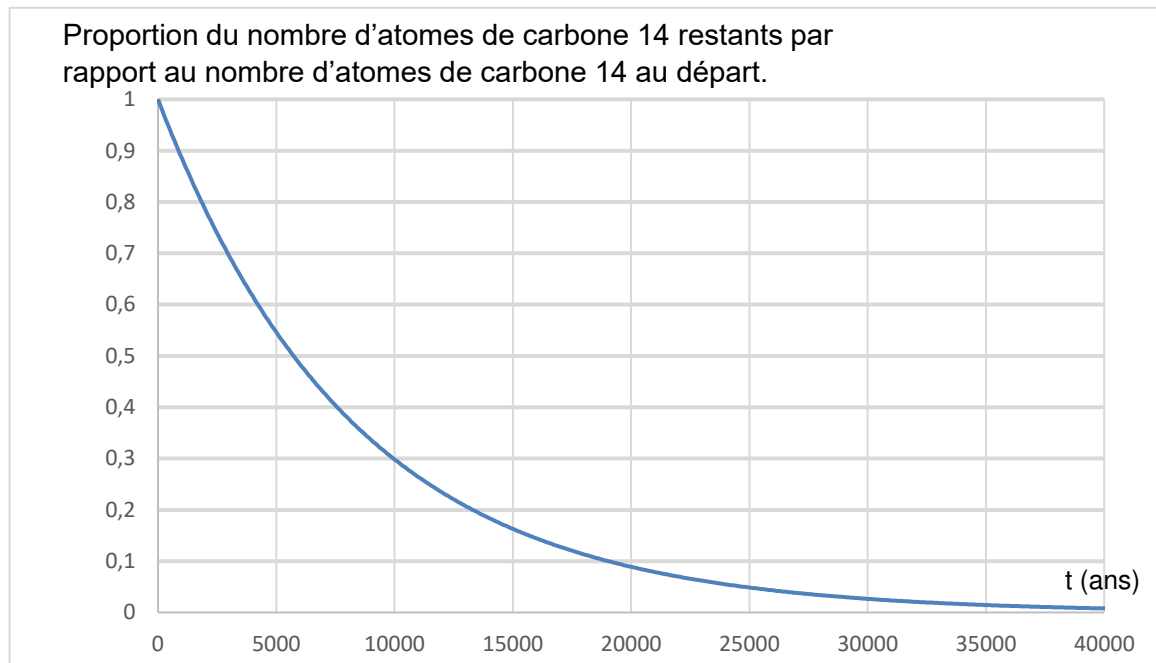
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le : / /



1.1

Document 2 : Courbe de décroissance du carbone 14 sur 40 000 ans.



4- Repérer sur le graphique du document 2 la valeur de la demi-vie du carbone 14. On fera figurer les traits de construction sur la courbe reproduite dans l'annexe à rendre avec la copie.

5- Estimer la proportion du nombre de noyaux de carbone 14 restants après 25 000 ans.

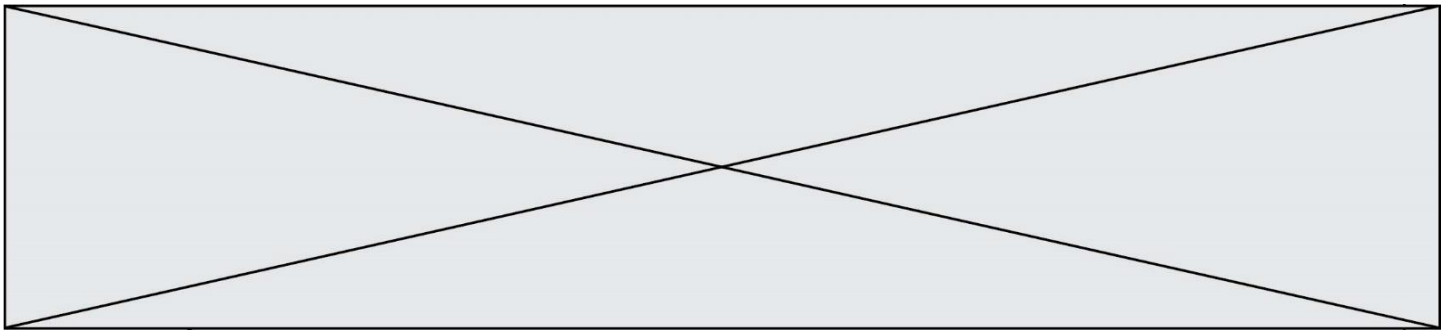
Partie B

On s'intéresse désormais à la datation au carbone 14 d'échantillons d'ivoire plus récents. Sur une période de 100 ans, on peut approcher la portion de courbe du document 2 par un segment de droite représenté dans le document 3 ci-dessous.

6- En 2019, l'analyse d'un échantillon d'ivoire d'éléphant a permis d'estimer à 0,994 la proportion d'atomes de carbone 14 restants par rapport au nombre initial d'atomes de carbone 14.

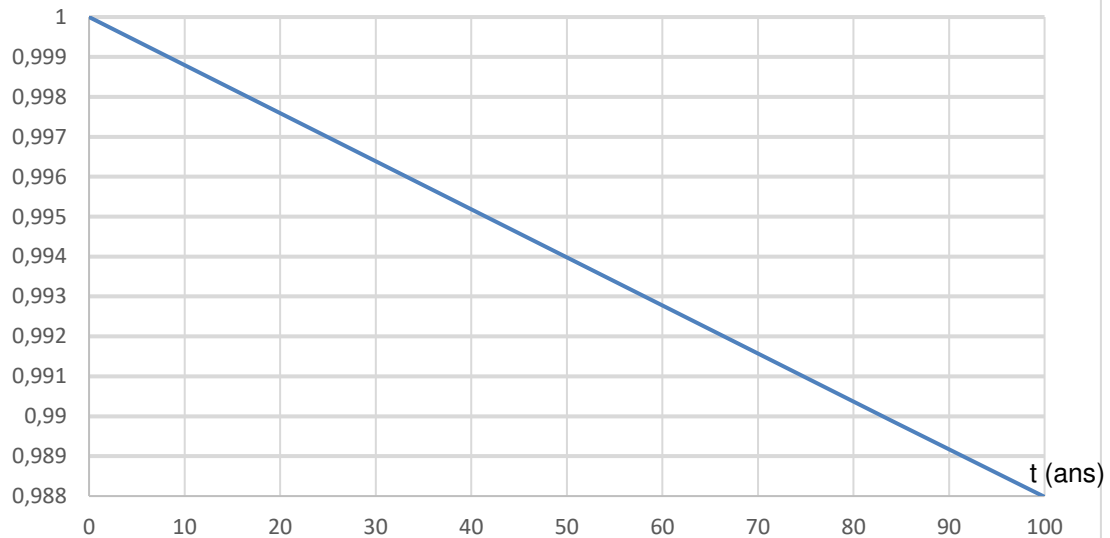
6-a- En utilisant le document 3, dater la mort de l'éléphant.

6-b- Cet ivoire provient-il d'un éléphant abattu illégalement ? Justifier la réponse.



Document 3 : décroissance radioactive du carbone 14 sur 100 ans.

Proportion du nombre d'atomes de carbone 14 restants par rapport au nombre d'atomes de carbone 14 au départ.



7- L'objectif des trois sous-questions suivantes est d'étudier la validité du modèle affine présenté dans le document 3 pour un nombre d'années supérieur à 100.

7-a- On note f la fonction affine ayant pour représentation graphique la droite du document 3. Parmi les expressions suivantes, dans lesquelles t est exprimé en années choisir celle de f :

- a) $f(t) = -1,2 \times 10^{-4} t + 1$
- b) $f(t) = 1,2 \times 10^{-4} t + 1$
- c) $f(t) = -8,3 \times 10^2 t + 1$

7-b- Calculer $f(5730)$.

7-c- Expliquer pourquoi on peut en déduire que ce modèle n'est pas pertinent pour des durées comparables à une demi-vie.

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

ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE
EXERCICE 2 : LA DATATION AU ¹⁴C ET LA PROTECTION DES ELEPHANTS

Question 4

Document 2 : courbe de décroissance du carbone 14 sur 40 000 ans.

Proportion du nombre d'atomes de carbone 14 restants par rapport au nombre d'atomes de carbone 14 au départ.

