



Exercice 1 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

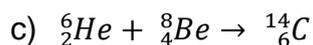
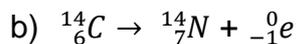
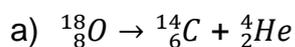
La datation au carbone 14 pour préserver la biodiversité

Sur 10 points

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.

1- Expliquer le principe d'une datation utilisant un isotope radioactif.

2- Parmi les propositions suivantes, indiquer sur votre copie celle qui correspond à la désintégration du carbone 14.



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

4- 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 :

4-a- 5 730 ans.

4-b- 11 460 ans.

4-c- 17190 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 :

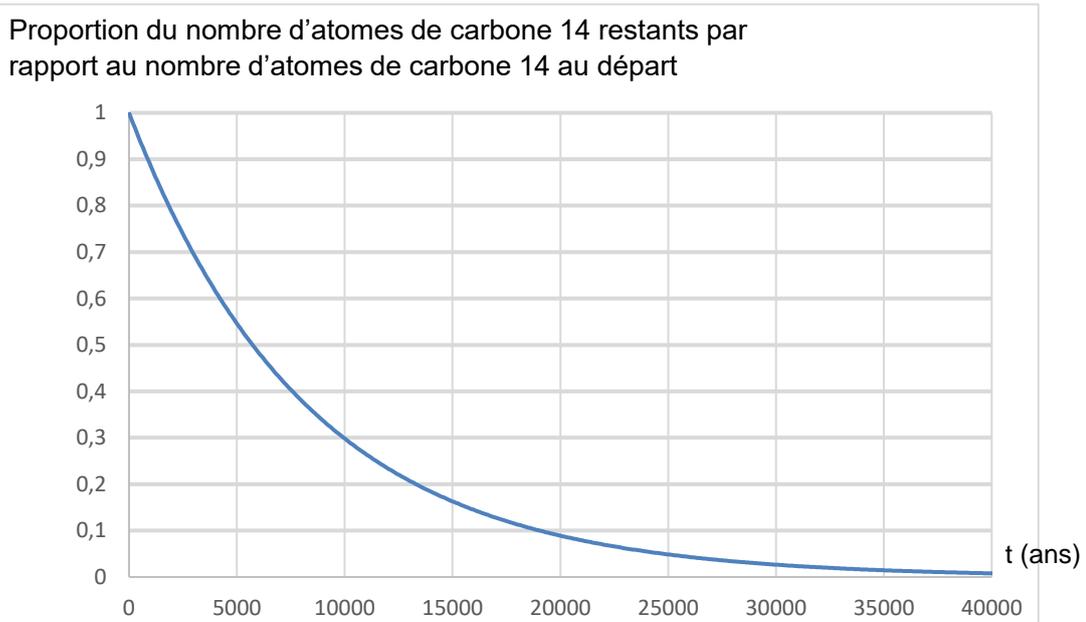


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

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



5- Estimer le nombre de noyaux de carbone 14 restants après 25 000 ans.

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 (page suivante).

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.

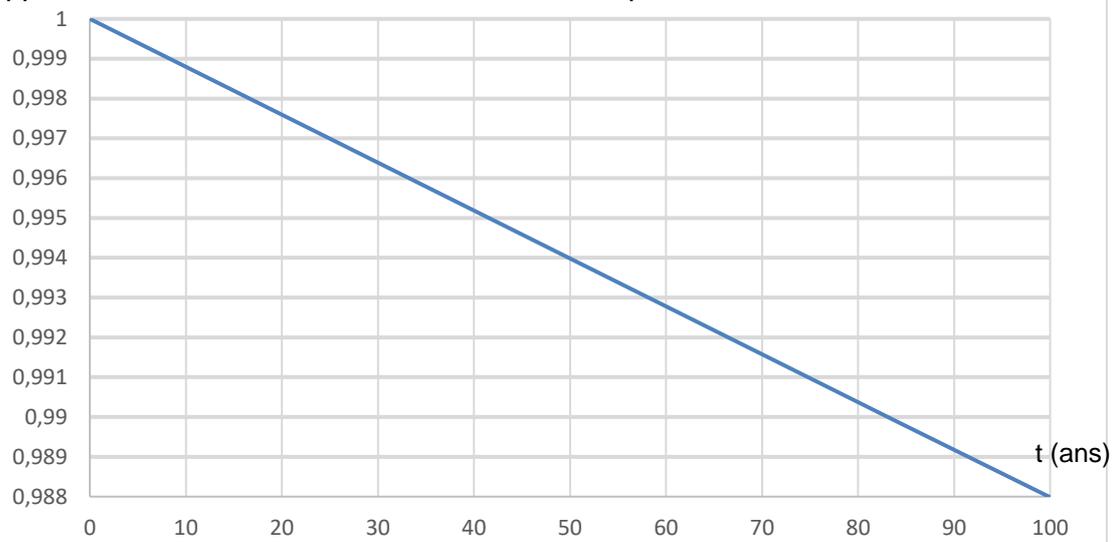
6-a- En utilisant le document 3, dater la mort de l'éléphant.

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



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

Exercice 2 – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

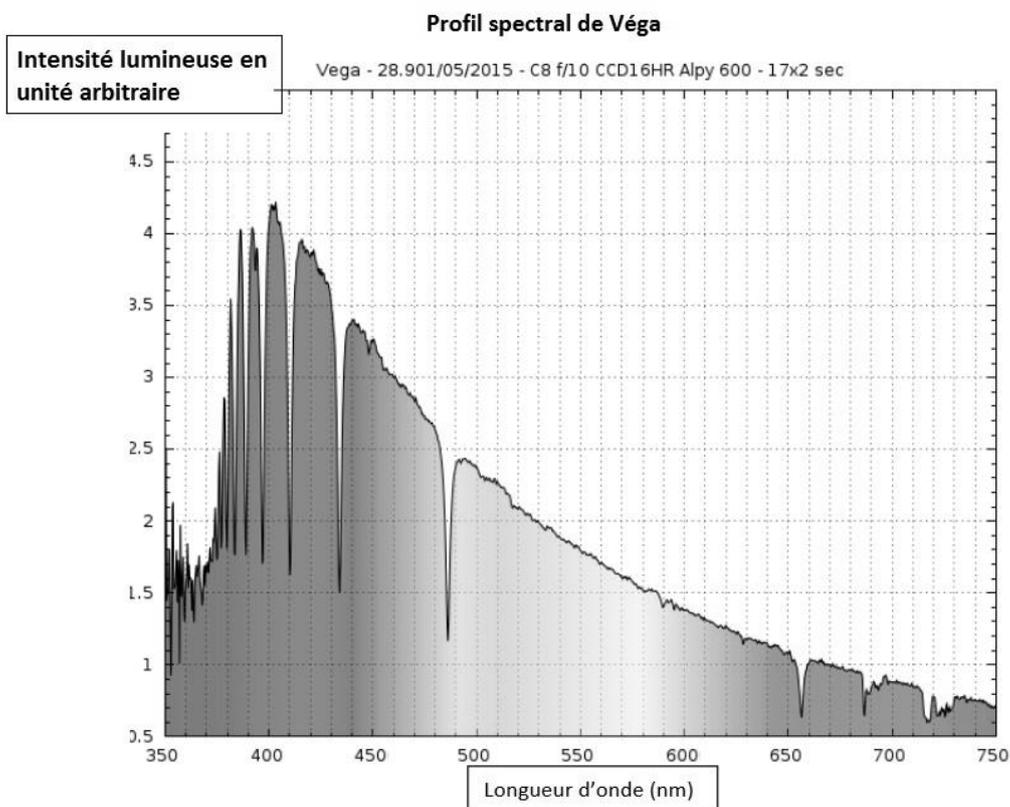
L'énergie rayonnée par les étoiles et utilisation biologique du rayonnement solaire

Sur 10 points

Les étoiles, comme notre Soleil ou Véga de la constellation de la Lyre, sont des sources d'énergie.

1- Nommer et décrire le mécanisme qui est à l'origine de l'énergie rayonnée par une étoile.

Document 1. Informations sur la lumière émise par Véga et sur l'influence de la température de surface



Source : ci2mrduthoit.weebly.com



Rappel sur la loi de Wien : la longueur d'onde correspondant à l'intensité lumineuse maximale λ_{\max} est donnée par

$$\lambda_{\max} = \frac{2,89 \cdot 10^{-3}}{T}$$

avec λ_{\max} en mètres et T en kelvins.

Relation entre température Θ en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) et température T en kelvins (K) : $\Theta = T - 273,15$.

La longueur d'onde correspondante à l'intensité lumineuse maximale pour le Soleil est $\lambda_{\max} = 500 \text{ nm}$.

À partir de vos connaissances et des informations apportées par les documents, répondre aux questions suivantes.

2- Indiquer si la température de surface de l'étoile Véga est supérieure ou inférieure à celle du Soleil. Justifier votre réponse.

3- Recopier sur votre copie la proposition la plus juste parmi les suivantes et justifier votre réponse.

La température de surface de l'étoile Véga vaut environ :

- 750 K
- 7500 K
- 7200 $^{\circ}\text{C}$
- 72000 $^{\circ}\text{C}$

4- L'énergie nécessaire à la production de biomasse par les animaux provient indirectement du Soleil. Justifier cette affirmation en s'appuyant sur des informations extraites des documents 2 et 3 suivants, ainsi que de vos connaissances.

La réponse ne doit pas excéder une page.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



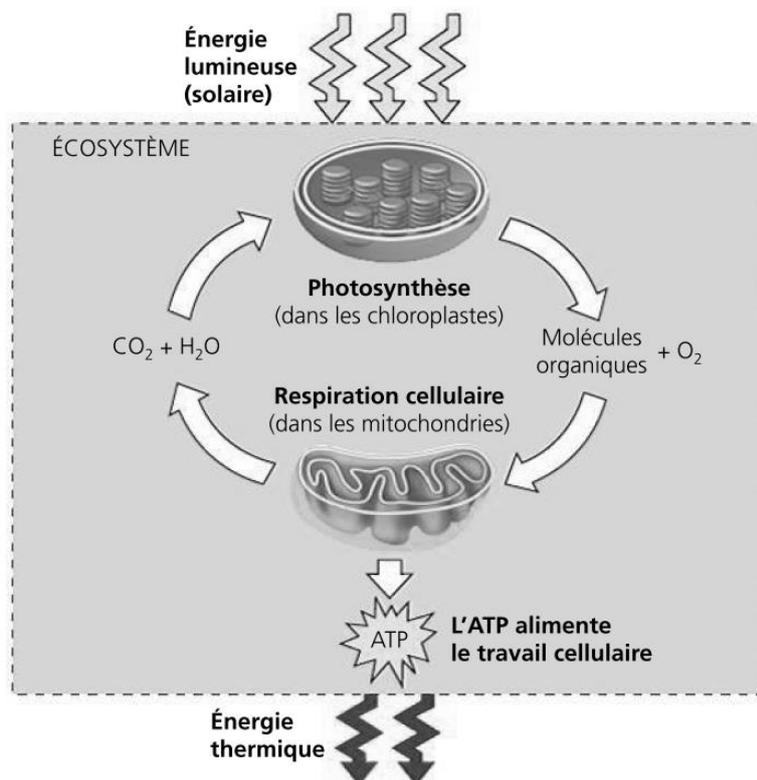
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 2. Photosynthèse, respiration et fonctionnement d'une plante



La photosynthèse est un métabolisme qui se déroule dans les cellules chlorophylliennes. La respiration cellulaire est un métabolisme se déroulant dans toutes les cellules et qui produit un type de molécule permettant des transferts d'énergie donc le fonctionnement cellulaire : l'ATP (adénosine tri-phosphate).

Source : d'après *Biologie*, Reece, Urry *et al* ; 4^{ème} édition

Document 3. Représentation schématique des flux d'énergie et de matière organique (biomasse) dans un écosystème

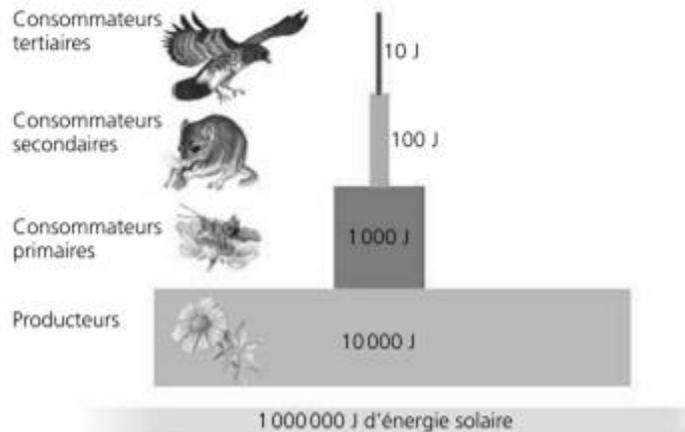


Figure 1 : une pyramide énergétique dans un écosystème terrestre

Les différents maillons d'un réseau trophique sont positionnés verticalement en fonction de leur place fonctionnelle (des producteurs primaires à la base aux consommateurs tertiaires en haut). Dans cet exemple d'écosystème, environ 10 % de l'énergie disponible à chaque niveau trophique sont convertis en nouvelle biomasse au niveau suivant, ce qui représente une efficacité trophique de 10 %.

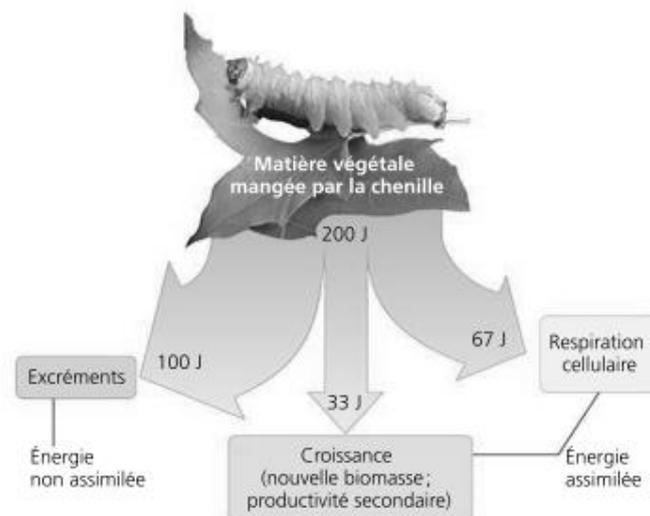


Figure 2 : la répartition de l'énergie dans un niveau de chaîne trophique

Moins de 17 % de la nourriture d'une chenille sert réellement à la production de biomasse (croissance).

D'après *Biologie*, Reece, Urry *et al* ; 4^{ème} édition.

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 – Niveau première

Thème « Son et musique, porteurs d'information »

Enregistrement de fichiers sonores

Sur 10 points

On s'interroge sur la pertinence d'utiliser un smartphone pour télécharger et stocker de la musique. Pour cela, on étudie le lien entre la qualité de la numérisation d'un signal audio et la taille des fichiers numériques correspondants.

Partie A : échantillonnage et quantification d'un signal audio

Le document 1 donné en annexe et à rendre avec la copie représente une portion de signal enregistré et l'échantillonnage effectué avant la conversion en signal numérique.

1- Préciser la fréquence d'échantillonnage, choisie parmi les valeurs proposées ci-dessous :

2 000 Hz ; 12 500 Hz ; 26 000 Hz ; 44 100 Hz

2- Après l'échantillonnage du signal audio, on procède à sa quantification. On admet que la tension quantifiée ne prend que des valeurs entières ; la valeur quantifiée d'une tension est l'entier le plus proche de cette tension.

Sur le document 1 en annexe, à rendre avec la copie, représenter la courbe des tensions après quantification.

3- Une plateforme de service de musique en ligne propose de la musique en qualité « 16-Bits / 44.1 kHz ».

Expliquer ce que représentent ces deux valeurs.

4- Combien de niveaux de quantification différents peut-on obtenir lorsque le codage s'effectue sur 16 bits ? Choisir la bonne réponse parmi les propositions suivantes :

16 $2 \times 16 = 32$ $16^2 = 256$ $2^{16} = 65\,536$



Partie B : taille d'un fichier en haute définition

Dans un studio d'enregistrement, on enregistre un morceau de musique en stéréo haute définition en choisissant un encodage sur 24 bits et une fréquence d'échantillonnage de 192 kHz.

5- La taille T (en bit) d'un fichier audio numérique s'exprime en fonction de la fréquence d'échantillonnage f_e (en Hertz), du nombre n de bits utilisés pour la quantification, de la durée Δt de l'enregistrement et du nombre k de voies d'enregistrement (une en mono, deux en stéréo) selon la relation :

$$T = f_e \times n \times \Delta t \times k$$

Vérifier que l'espace de stockage nécessaire pour enregistrer en stéréo haute définition une seconde de musique est de 1,152 Mo. On rappelle qu'un octet est égal à 8 bits.

6- Avec 200 Mo de stockage, dispose-t-on de suffisamment d'espace pour enregistrer cinq minutes de musique en stéréo haute définition ?

7- Le dispositif d'encodage et de compression FLAC (Free Lossless Audio Codec) permet, par compression sans perte, de réduire de 55 % la taille des fichiers. Son taux de compression, défini comme le rapport de la taille du fichier compressé sur la taille du fichier initial, est donc de 45%.

Avec 200 Mo de stockage, dispose-t-on de suffisamment d'espace pour enregistrer cinq minutes de musique en stéréo haute définition compressées par FLAC ?

