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.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
sans enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ø

Axes de programme : ø

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒Oui ☐ Non

DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐Oui ☒ Non

☒ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

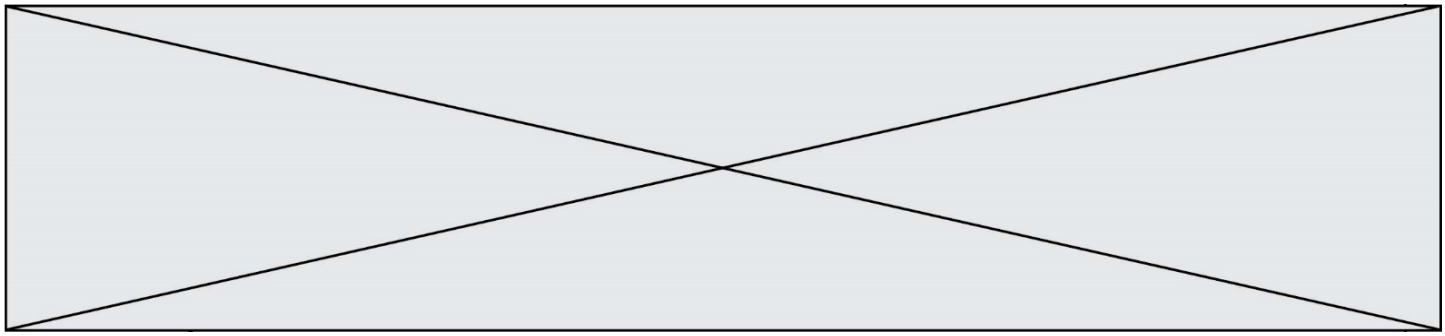
☐ Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

☐ Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

Nombre total de pages : 15

Le candidat traite seulement deux exercices, de son choix, parmi les trois qui sont proposés dans ce sujet.

Il indique son choix en début de copie.



Exercice 1 – *Niveau première*

Thème « Son, musique et audition »

Exposition au bruit

Sur 10 points

Le bruit fait partie de la vie. D'ailleurs, l'absence totale de bruit est unanimement reconnue comme très difficilement supportable pour l'Homme. Pourtant, certaines situations d'exposition au bruit, dans la vie de tous les jours ou au travail, peuvent être néfastes pour la santé. Aujourd'hui, en France, plus de trois millions de salariés sont exposés sur leur lieu de travail, de manière prolongée, à des niveaux de bruit potentiellement nocifs. En outre, le bruit est reconnu comme cause de maladies professionnelles depuis 1963.

L'exposition au bruit sur le lieu de travail est susceptible d'affecter la santé des travailleurs. La perte auditive (surdité) en est l'effet le plus connu, mais le risque accru d'accidents et l'exacerbation du stress comptent aussi parmi les conséquences possibles du bruit au travail.

Ministère du travail – « Bruit en milieu de travail »

Dans cet exercice, nous allons nous intéresser à l'exposition au bruit. Dans un premier temps, nous discuterons comme comprendre l'outil de diagnostic utilisé par les médecins pour évaluer les pertes d'audition, puis nous verrons comment nous en préserver en fonction des situations.

Partie 1 – Diagnostic d'une perte d'audition

Pour diagnostiquer la santé auditive d'un patient, un médecin peut réaliser un test d'audiométrie tonale. Ce test consiste à faire écouter au patient des sons de fréquence bien déterminée à des niveaux d'intensité croissants. Lorsque le patient entend le son, il le signifie. Le niveau d'intensité sonore le plus faible que perçoit un patient pour une fréquence f est son seuil d'audition. Nous le noterons $L_{\text{seuil}}(f)$.

En comparant le seuil d'audition du patient au seuil d'audition de référence (noté $L_{\text{ref}}(f)$) établi pour des personnes ayant une santé dans la norme, on définit la perte auditive $P(f)$ du patient :

$$P(f) = L_{\text{seuil}}(f) - L_{\text{ref}}(f)$$

Une valeur positive de la perte auditive correspond à un patient entendant moins bien que la normale. À l'inverse, une valeur négative de $P(f)$ indique que le patient entend mieux que la normale.

En mesurant la perte auditive du patient pour différentes fréquences du domaine audible ($20\ \text{Hz} - 20\ \text{kHz}$), on obtient un audiogramme tel que ceux représentés sur le document 1.

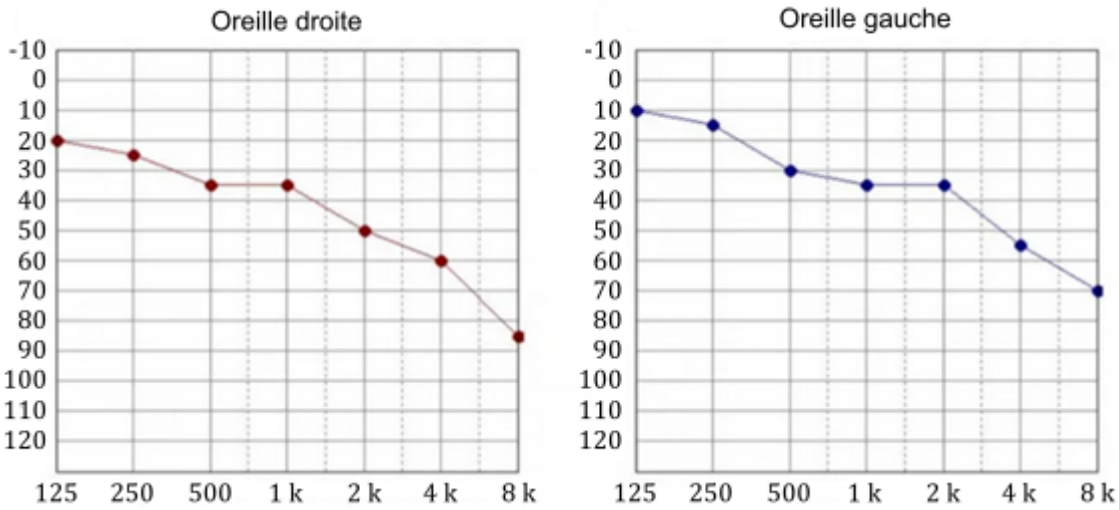
Sur ce diagramme, on porte :

- La fréquence en abscisse ;
- La perte auditive en ordonnée suivant un axe inversé (la perte augmente lorsque l'on descend).

1- Préciser les unités des grandeurs sur chacun de ces axes.

2- Justifier que l'audiogramme ne couvre pas tout le domaine des fréquences audibles.

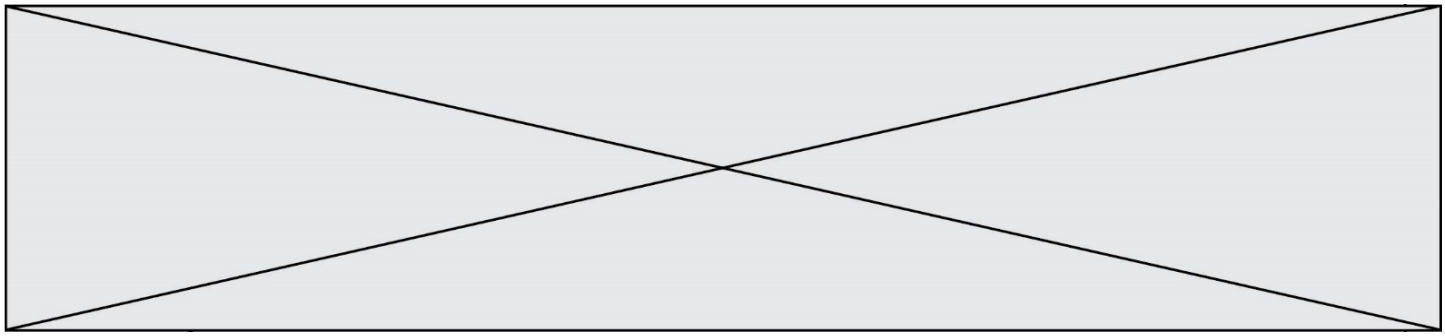
Document 1 – Audiogramme d'un patient (pour chaque oreille)



Le patient se plaint de demander de plus en plus souvent à ses interlocuteurs de répéter leurs propos.

On se donne quelques repères :

- La gamme de fréquence d'une voix plutôt grave va de $80\ \text{Hz}$ à $400\ \text{Hz}$ et celle d'une voix plutôt aigüe va de $300\ \text{Hz}$ à $1500\ \text{Hz}$.
- Une conversation normale entre adultes se situe à un niveau sonore de l'ordre de $60\ \text{dB}$.



- Une conversation chuchotée se situe à un niveau sonore de l'ordre de $40\ \mathrm{dB}$.
- Une conversation dans un environnement bruyant se situe à un niveau sonore de l'ordre de $80\ \mathrm{dB}$.

3- Rédiger un court texte argumenté expliquant pourquoi le patient rencontre des difficultés à comprendre une conversation normale.

Pour mieux caractériser la gêne que peut représenter la perte auditive de ce patient, nous allons considérer le cas de la perception de l'arrivée d'une moto dans la rue.

Lorsqu'une moto en marche se situe à une distance d'un mètre derrière le patient (distance $d_0 = 1\ \mathrm{m}$), elle émet un bruit dont le niveau d'intensité sonore au niveau des oreilles du patient est $L_0 = 90\ \mathrm{dB}$.

Lorsque la moto en marche se situe à une distance d derrière le patient, le bruit qu'elle émet atteint les oreilles du patient avec un niveau d'intensité sonore $L(d)$ dont la valeur est donnée par la formule :

$$d = d_0 \times 10^{\frac{L_0 - L(d)}{20}}$$

Cette relation peut également s'écrire de la façon suivante :

$$\frac{d}{d_0} = 10^{\frac{L_0 - L(d)}{20}}$$

Une moto émet des sons dans une gamme de fréquence autour de $4\ \mathrm{kHz}$.

On considère que dans un environnement urbain calme, une personne sans perte auditive commence à percevoir la moto lorsque le niveau d'intensité sonore L atteint $50\ \mathrm{dB}$, ce qui correspond à une distance de $100\ \mathrm{m}$ d'après la formule ci-dessus.

4- Déterminer la distance à partir de laquelle le patient commence à percevoir la présence de la moto.

5- Commenter cette valeur et en déduire un exemple de l'impact de cette perte auditive sur sa vie quotidienne.

Partie 2 – Se protéger du bruit

Pour se prémunir des problèmes de santé induit par le bruit, il est important d'utiliser des dispositifs de protection. Toutefois, ceux-ci doivent être adaptés au contexte.

Par exemple, dans un environnement de travail bruyant, il faut pouvoir se prémunir des bruits les plus agressifs pour l'oreille (situés principalement dans une bande de

fréquence autour de $4\,000$ Hz) tout en restant disponible pour des échanges conversationnels (bande de fréquence de 80 Hz à $1\,500$ Hz).

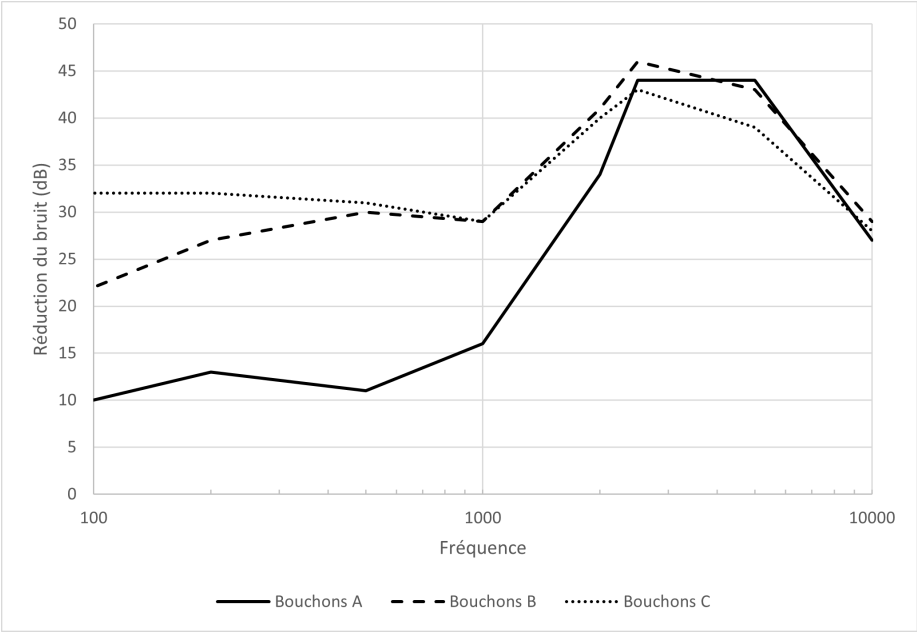
En revanche, pour bien dormir dans un environnement nocturne bruyant, il est préférable de réduire l'ensemble des bruits.

Le graphique du document 2 présente la réduction de bruit en fonction de la fréquence pour trois bouchons d'oreille en mousse réalisés dans des matériaux différents.

6- Rédiger un court paragraphe argumenté expliquant quel type de bouchons d'oreille (A, B ou C) est le plus adapté pour se prémunir du bruit dans chacun des deux contextes précédents :

- Un environnement de travail bruyant.
- Une nuit de sommeil dans un environnement nocturne bruyant.

Document 2 – Réduction du bruit par trois types de bouchons d'oreille



Source : D'après l'article « Les meilleurs bouchons d'oreilles pour mieux dormir » paru sur le site lemonde.fr

Exercice 2 – *Niveau première*

Thème « Une longue histoire de la matière »

L'or et son extraction

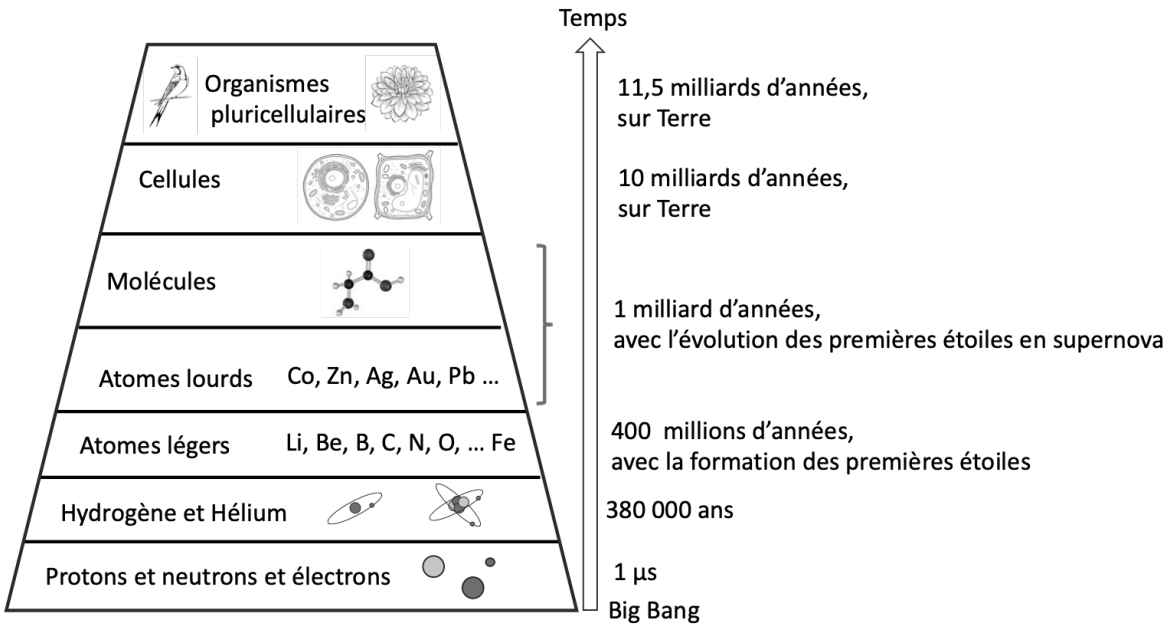
Sur 10 points

L'or est un métal qui fascine l'homme depuis toujours : après avoir servi pendant des siècles à l'apparat, facilement travaillé grâce à sa ductilité*, ses propriétés pour la conduction de l'électricité en font actuellement un matériau de choix dans l'électronique.

* Ductilité : capacité d'un matériau à se déformer sans se rompre.

Partie 1 – Origine de l'or

Document 1 – Pyramide de la complexité



Source : document de l'auteur

1- Estimer la date à laquelle les premiers atomes d'or (Au) se sont formés et l'évènement associé.

L'un des mécanismes de formation des noyaux d'or est une succession de réactions nucléaires à partir de noyaux de fer.

2- Associer à chacune des réactions suivantes l'un des termes parmi : fusion nucléaire, fission nucléaire, bilan de la formation des noyaux d'or.

a. $^{56}_{26}\mathrm{Fe} + 141\ ^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow\ ^{197}_{79}\mathrm{Au} + 53\ ^{0}_{-1}\mathrm{e}^{-}$

b. $^{28}_{14}\mathrm{Si} +\ ^{28}_{14}\mathrm{Si} \rightarrow\ ^{56}_{28}\mathrm{Ni}$

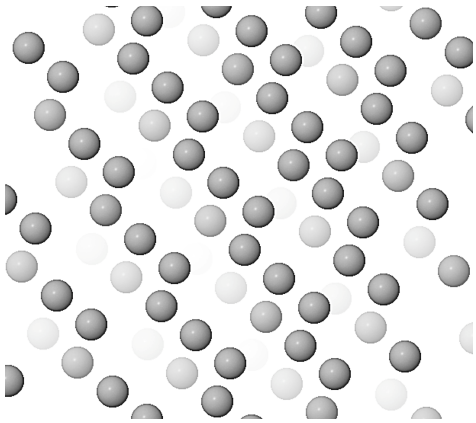
c. $^{175}_{79}\mathrm{Au} \rightarrow\ ^{171}_{77}\mathrm{Ir} +\ ^{4}_{2}\mathrm{He}$

La connaissance de la structure du noyau atomique de l'or ne suffit cependant pas pour expliquer les propriétés du matériau. Il faut alors étudier sa structure cristalline.

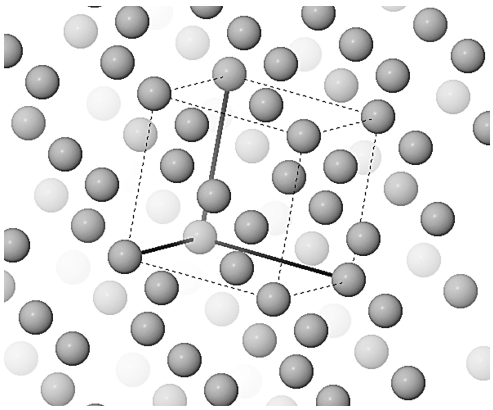
Partie 2 – Le cristal d'or

Document 2 – Représentations en trois dimensions de plusieurs mailles d'un cristal d'or

Chaque sphère ci-dessous représente un atome d'or (Z = 79). Une maille est mise en évidence sur la représentation 2.



Représentation 1

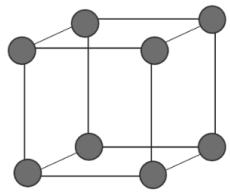
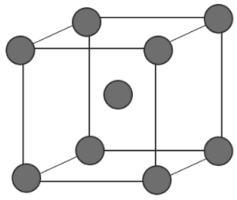
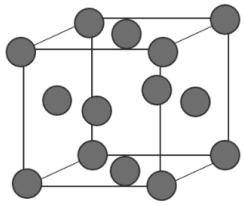


Représentation 2

Source : logiciel MinUSc

3- En vous appuyant sur vos connaissances, justifier que l'échantillon d'or soit qualifié de cristal.

Document 3 – Différents types de structures cristallines

Cubique simple	Cubique centré	Cubique à faces centrées
		

4- Déterminer le type de structure cristalline de l'échantillon considéré. Justifier votre réponse.

La découverte d'or est devenue synonyme de richesse facile et les épisodes de ruées vers l'or du 19e siècle en sont témoins. L'extraction minière de l'or se fait alors souvent au détriment de l'environnement et de la santé des populations vivant sur place.

Partie 3 – L'extraction de l'or et son impact sur l'environnement

La cyanuration est une technique d'extraction de l'or grâce à une solution de sels de cyanure (cyanure de potassium KCN, cyanure de sodium NaCN ou cyanure de calcium $Ca(CN)_2$) et de dioxygène dissout.

Document 4 – Un déversement accidentel de fluides cyanurés en 2000 en Australie

Le Département des Ressources Naturelles, des Mines et de l'Énergie du Queensland a fait état d'un accident dans une usine de traitement de l'or, lié à la défaillance d'une cuve d'extraction de l'or par cyanuration de 200 m^3.

Un débordement d'environ 50 m^3 d'une solution comptant 70 µg/L de cyanures libres s'est produit.

La CL50 ou « concentration létale à 50 % » désigne la concentration d'un produit chimique dans l'air ou dans l'eau qui cause la mort de 50 % des animaux, lors d'une durée d'exposition de 4 heures. Le tableau suivant présente la CL50 de plusieurs types de dérivés cyanurés pour les poissons et leur toxicité.

Catégorie	Dérivés cyanurés	Toxicité	CL50 en mg/L
Cyanures libres	CN^-	forte	≈ 0,1
	HCN	forte	de 0,05 à 0,18
	KCN(s), $Ca(CN)_2$(s)	forte	de 0,03 à 0,70
	$NaCN.2H_2O$(s)	forte	de 0,40 à 0,70

Sources : d'après Australian Government, 2010 et Note d'Analyse Association SystExt, Avril 2021

5- Comparer la concentration en cyanures du déversement australien avec les CL50 de référence pour déterminer la gravité de cet accident sur la faune aquatique.

Pour comprendre l'effet du cyanure sur les organismes aquatiques, on étudie sa toxicité sur la respiration cellulaire. On utilise pour cela la levure, organisme unicellulaire réalisant la respiration et facile à cultiver en milieu aquatique.

Document 5 – Dispositif expérimental pour étudier la respiration des levures

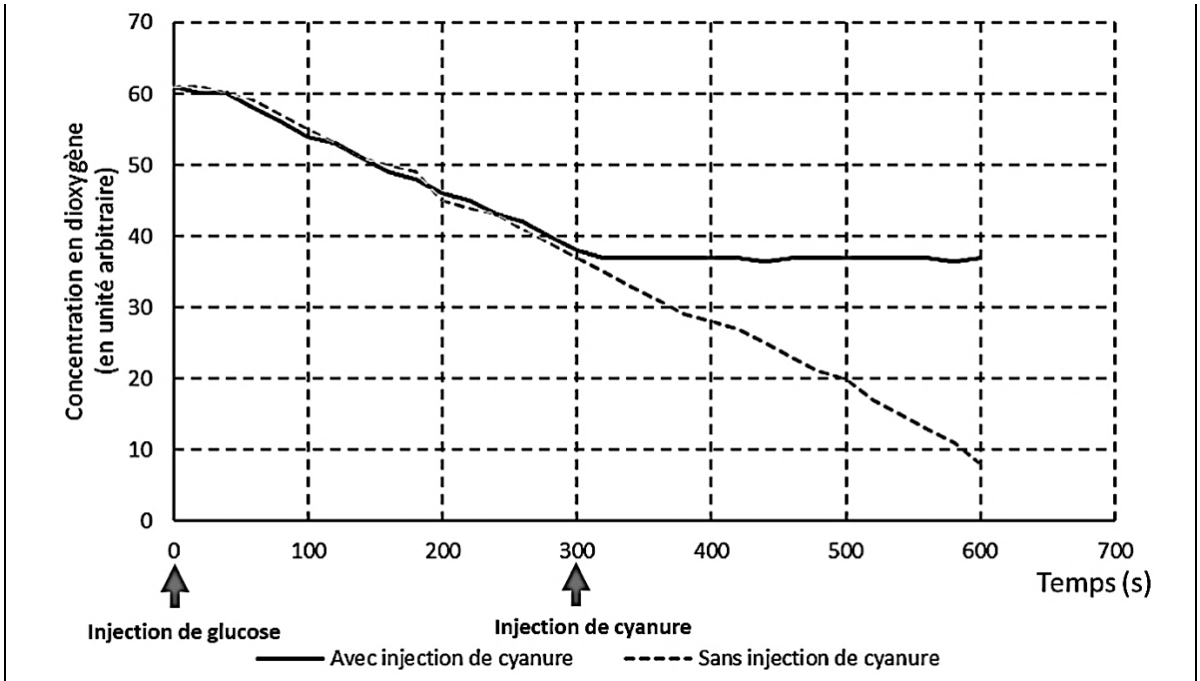
La respiration cellulaire permet aux levures de produire l'énergie dont elles ont besoin pour vivre, à partir du glucose et du dioxygène prélevé dans leur environnement.

L'équation de la respiration cellulaire est :

$$C_6H_{12}O_6\ (\text{glucose}) + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$$

Il est possible de mesurer au cours du temps les concentrations en dioxygène et en dioxyde de carbone dans un milieu de culture contenant des levures et de l'eau. L'injection d'une solution choisie par l'expérimentateur peut être réalisée dans le milieu de culture.

Le graphique suivant montre la concentration en dioxygène en fonction du temps dans une suspension de levures.



Source : document de l'auteur

6- Expliquer pourquoi le protocole ci-dessous ne permettrait pas de mettre en évidence l'effet du cyanure sur la respiration cellulaire des levures. Justifier votre réponse.

Protocole :
On réalise un enregistrement avec uniquement une injection de cyanure au bout de 300 secondes.

7- Exploiter les résultats du document 5 pour conclure sur la toxicité du cyanure sur les êtres vivants aquatiques.

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.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

Exercice 3 – *Niveau première*

Thème « La Terre, un astre singulier »

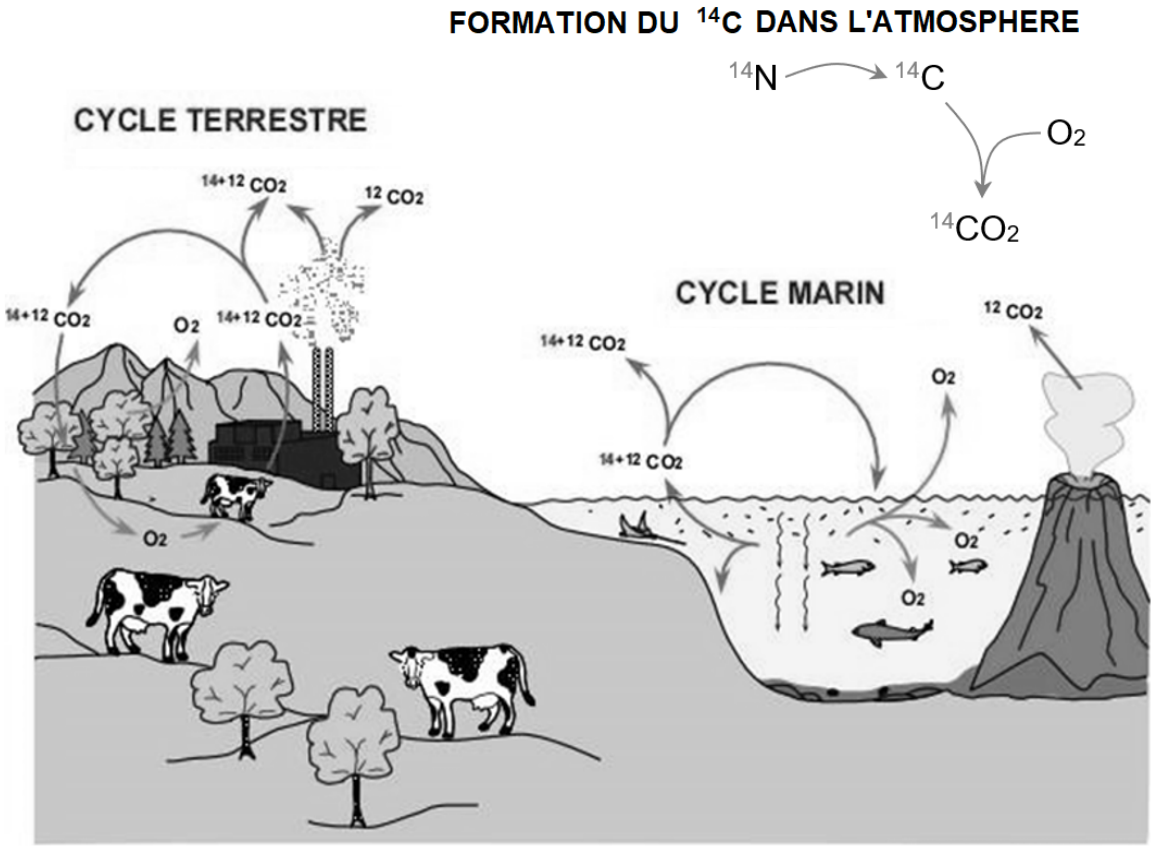
L'âge des dinosaures

Sur 10 points

L'ensemble des données scientifiques établit que les premiers dinosaures sont apparus au début du Trias il y a environ 250 millions d'années. Leur expansion débute il y a environ 232 millions d'années. La branche des dinosaures excluant les oiseaux s'éteint lors de la crise Crétacé-Paléogène, il y a 65 millions d'années.

Cet exercice propose de comparer des méthodes permettant de dater la période de vie des dinosaures.

Document 1 – Cycle actuel du carbone 12 et du carbone 14



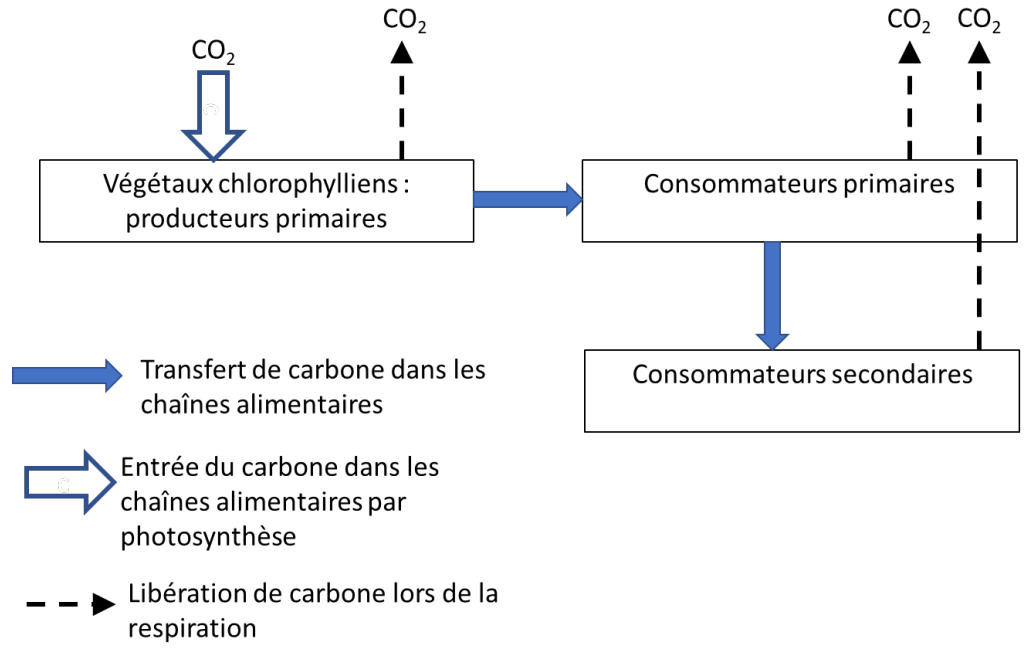
Source : d'après https://futura-sciences.com

Toute matière organique vivante (végétale ou animale) contient du ^{12}C et du ^{14}C. Dans les tissus organiques et le squelette, la proportion entre ces isotopes demeure la même tout au long de la vie de l'organisme, et est égale à leur proportion dans le CO_2 atmosphérique et dans l'environnement. Connaissant cette proportion entre ^{14}C et ^{12}C dans l'environnement, on peut calculer la durée qui s'est écoulée depuis la mort de l'organisme qui a fixé le carbone jusqu'à aujourd'hui. Par conséquent, l'âge que l'on obtient avec la méthode du ^{14}C, correspond à l'âge de la mort de l'organisme.

Source : d'après http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html

1- Rappeler les principales caractéristiques de la radioactivité.

Document 2 – Schéma simplifié des échanges de carbone dans un écosystème



Source : document de l'auteur

2- En vous appuyant sur les documents 1 et 2, expliquer pour quelle raison le carbone 14, bien que se désintégrant spontanément, reste à un taux quasi constant dans l'environnement.

3- Expliquer pourquoi un organisme vivant possède un taux constant de carbone 14 pendant toute sa vie.

4- Parmi les équations suivantes, identifier en justifiant celle qui correspond à la désintégration d'un noyau de carbone 14.

- ☐ $^{16}_{8}\mathrm{O} \rightarrow {}^{12}_{6}\mathrm{C} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$
- ☐ $^{14}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e}^{-}$
- ☐ $^{6}_{2}\mathrm{He} + {}^{8}_{4}\mathrm{Be} \rightarrow {}^{14}_{6}\mathrm{C}$

5- Sur la figure du document A en annexe **à rendre avec la copie**, vérifier que valeur de la demi-vie du carbone 14 est de 5 750 ans. Faire apparaître la construction graphique utilisée et l'expliciter.

6- Évaluer le nombre de noyaux de carbone 14 restant après 115 000 ans (soit 20 fois la demi-vie), si le nombre de noyaux initial dans l'échantillon est de l'ordre du million. Commenter.

Document 3 – Méthode de datation de la période de vie des dinosaures

Les dinosaures sont apparus il y a 250 millions d'années et se sont éteints il y a 65 millions d'années. Les traces de carbone 14 de cette époque ont complètement disparu.

La plupart des chercheurs estiment qu'au-delà de 30 000 ans, il y a trop peu de carbone 14 restant pour permettre une datation précise. Il faut donc utiliser d'autres isotopes, ayant une demi-vie beaucoup plus longue.

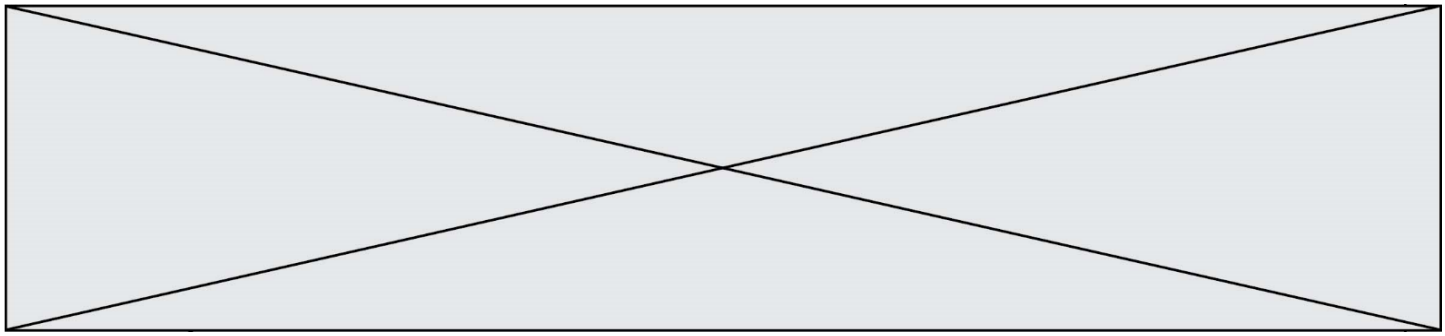
Dans le cas des dinosaures, on utilise les isotopes d'uranium 238, d'uranium 235 et de potassium 40 qui possèdent des demi-vies supérieures au milliard d'années.

Le problème est que les os et les fossiles ne contiennent pas ces isotopes contrairement aux roches et aux sédiments environnants.

L'idée est donc la suivante : on utilise la radiométrie sur les sédiments entourant les fossiles pour les dater à l'aide d'un radio-isotope approprié (comme le potassium 40 par exemple) ce qui permet ensuite de donner une fourchette sur l'âge du fossile emprisonné dans ces sédiments.

Source : d'après https://lasciencepourtous.cafe-sciences.org/articles/ladatationradiometriqueaucarbone-14/

7- À partir du document 3, expliquer comment les scientifiques ont réussi à dater la période de vie des dinosaures.



Document 4 – Le discours des créationnistes

Certains groupes créationnistes exposent une théorie dans laquelle ils datent, grâce au carbone 14, les os de dinosaures. Ils déclarent avoir utilisé 8 spécimens de dinosaures. Leurs résultats indiquent un âge allant de 22 000 à 39 000 ans. Ils expliquent avoir été très rigoureux, en éliminant notamment la contamination par le carbone moderne en tant que source du signal ^{14}C dans les os. Pour obtenir ces résultats, ils font l'hypothèse que le taux de carbone dans l'atmosphère, utilisé comme référence, serait bien plus faible que celui utilisé usuellement et défini par un consensus scientifique.

Source : document de l'auteur

8- Relever un élément critiquable dans le raisonnement des créationnistes.

Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* **:**
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : **N° d'inscription :**

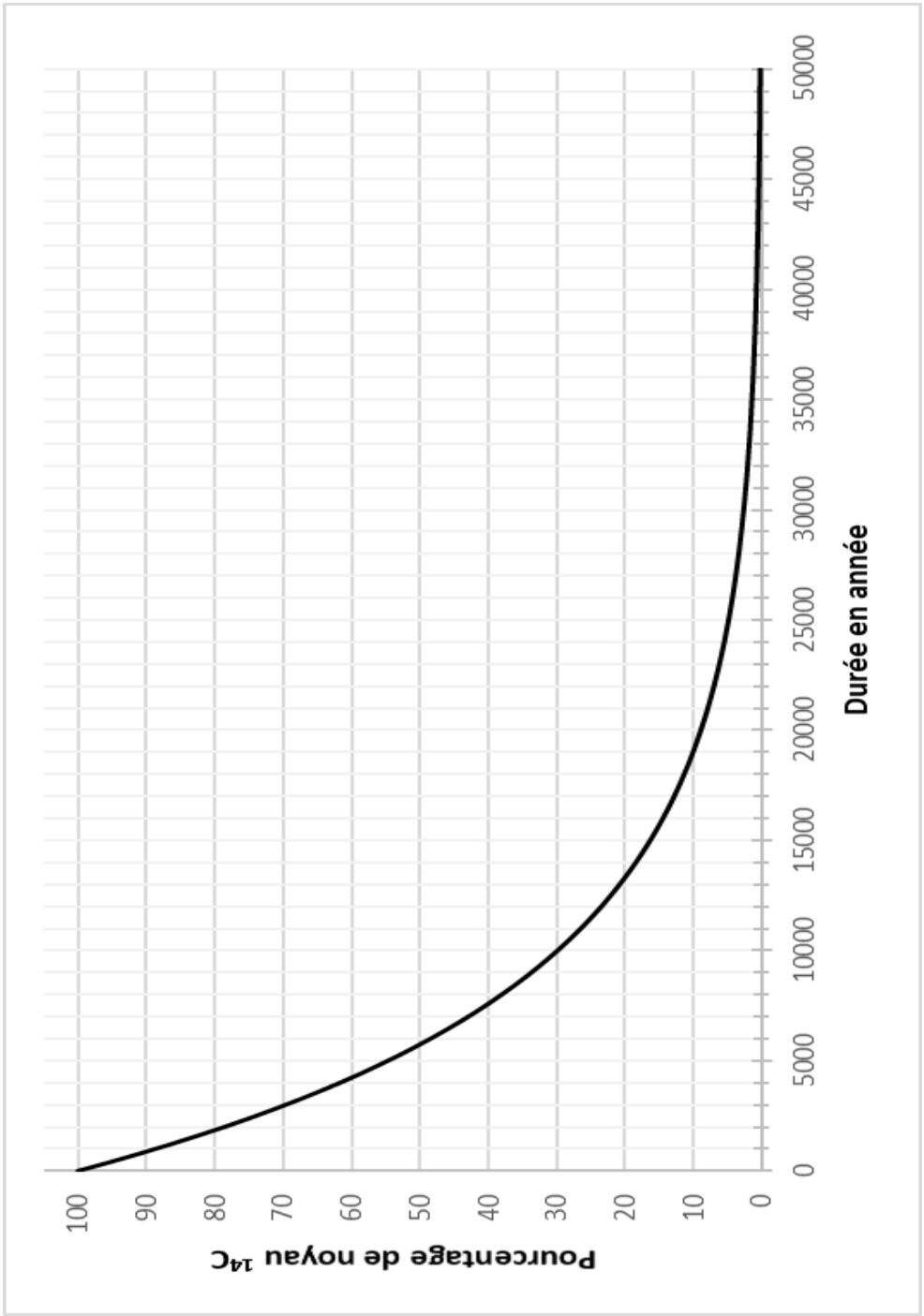
(Les numéros figurent sur la convocation.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.1

Document réponse à rendre avec la copie

Exercice 3 – Question 5

<u>Document A</u> : Courbe de décroissance radioactive du ^{14}C