



Exercice 1 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

L'or : exploitation et conséquences sanitaires

Sur 10 points

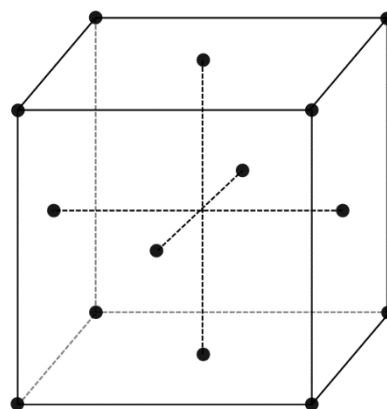
L'objectif de cet exercice est d'étudier la structure cristalline de l'or puis de comprendre en quoi l'exploitation de l'or peut favoriser le développement de troubles neurologiques dans les populations humaines.

Partie 1. La structure du cristal d'or

Document 1. Représentations de la maille cristalline de l'or

L'or cristallise en réseau cubique à faces centrées. Les atomes d'or sont assimilés à des sphères rigides, tangentes entre elles, de rayon $r = 144,2 \text{ pm}$ ($1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$). Les points de tangence sont situés sur la diagonale d'une face du cube.

Ci-dessous, les points représentent la position des centres des atomes d'or dans la maille : chaque atome au sommet du cube appartient à huit mailles et ceux au centre de chaque face appartiennent à deux mailles.



réseau



Document 2. Les effets du méthyl-mercure sur les êtres-vivants

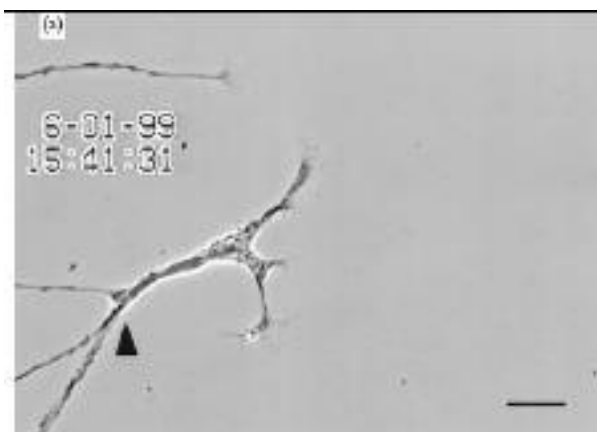
Le cyanure et le mercure, utilisés sans précaution pour l'extraction de l'or, contaminent les sols et les nappes phréatiques à jamais. Même après la fermeture des mines, les gravats traités au cyanure génèrent pendant des décennies des acides sulfuriques toxiques.

Le mercure peut se transformer dans l'environnement en méthyl-mercure. Ce méthyl-mercure tend à s'accumuler dans les eaux et dans les espèces aquatiques. [...]

Le méthyl-mercure a la capacité de provoquer une réaction chimique dégradant les phospholipides de la membrane plasmique. Le méthyl-mercure peut pénétrer dans la cellule à travers ces membranes et peut se fixer sur certains organites notamment les mitochondries, et sur des protéines cytoplasmiques, dont le fonctionnement est alors altéré. Les cellules nerveuses sont particulièrement touchées.

D'après Segall H.J., Wood J.M.(1974). Reaction of methyl mercury with plasmalogens suggests a mechanism for neurotoxicity of metal-alkyls. Nature, 248 : 456-8

Document 3. Suivi microscopique de la croissance de cellules nerveuses dans différentes conditions (sans et avec exposition au méthyl-mercure)



La même cellule nerveuse est suivie, dans différentes conditions environnementales.

a – Avant exposition au méthyl-mercure.



Exercice 2 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

Approche historique de l'âge de la Terre

Sur 10 points

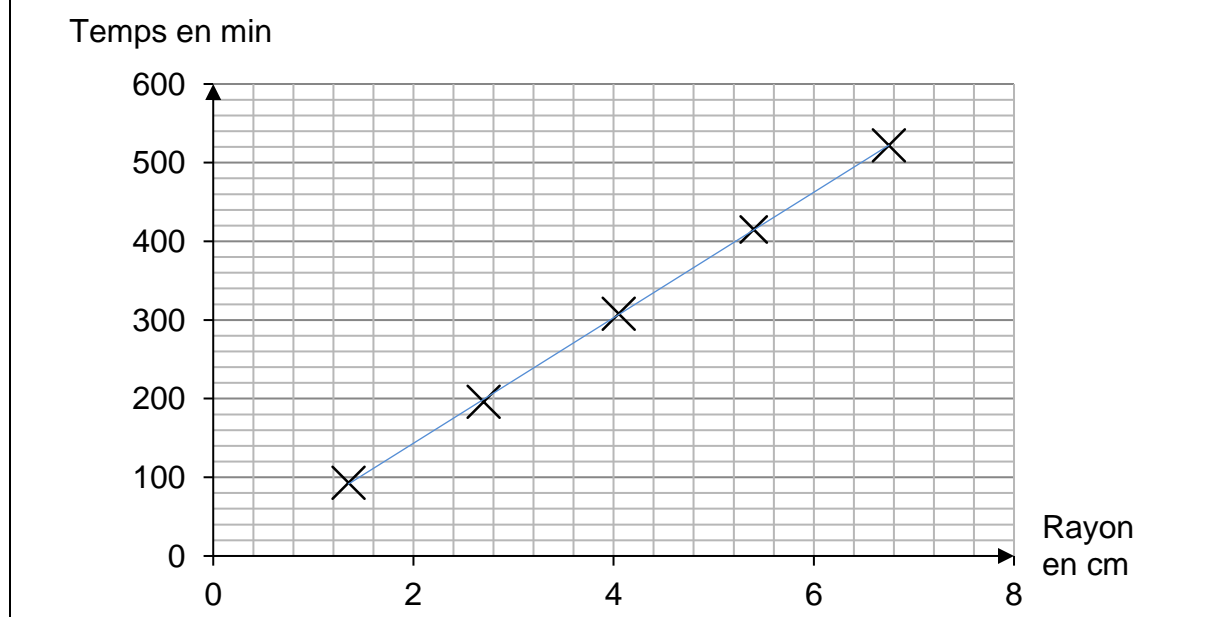
Depuis l'Antiquité, la question de l'âge de la Terre a soulevé de nombreuses controverses. On se propose d'étudier différentes méthodes ayant permis d'estimer l'âge de la Terre au cours de l'histoire des sciences.

Partie A. Les précurseurs : Buffon et Kelvin

- La démarche de Buffon

Georges Louis Leclerc, comte de Buffon, est le premier à réaliser une expérience pour déterminer l'âge de la Terre. Partant de l'hypothèse que la Terre a d'abord été une sphère de matière en fusion qui a refroidi, il chauffe au rouge 10 boulets de fer forgés de tailles différentes et inférieures à 5 pouces (1 pouce = 2,54 cm). Buffon mesure la durée de leur refroidissement et extrapole ensuite ses résultats au globe terrestre, dont le diamètre connu à l'époque est proche de 13 000 km. Pendant plusieurs années et avec des métaux différents, il effectuera plus de 60 expériences, chacune répétée trois fois.

Document 1. Temps de refroidissement des boulets de canon selon leur rayon



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

Buffon écrit :

« Maintenant, si l'on voulait chercher [...] combien il faudrait de temps à un globe gros comme la Terre pour se refroidir, on trouverait, d'après les expériences précédentes, [...] quatre-vingt-seize-mille six cent soixante-dix ans et cent trente-deux jours pour la refroidir à la température actuelle » (extrait de *L'Histoire Naturelle, générale et particulière*, Buffon, 1774).

• La démarche de Kelvin

Presque un siècle plus tard, le Britannique Lord Kelvin utilise la théorie de la conduction de la chaleur établie par Fourier et modélisée par « l'équation de la chaleur ». En considérant que l'intérieur de la Terre est homogène et rigide, il estime l'âge de la Terre entre 20 et 400 millions d'années en utilisant l'équation de transfert de chaleur.

Lord Kelvin écrit :

« Le fait que la température de la Terre augmente avec la profondeur sous la surface implique une perte continue de chaleur de l'intérieur par conduction vers l'extérieur, à travers ou dans la croûte supérieure. Puisque la croûte supérieure ne devient pas plus chaude d'année en année, il doit donc y avoir une perte de chaleur séculaire de la Terre entière... Mais il est certain que la Terre devient de plus en plus froide d'âge en âge... » (d'après *On the Secular Cooling of the Earth*, Lord Kelvin, 1862).

En s'appuyant sur le document 1, les informations précédentes et sur les connaissances personnelles, répondre aux questions suivantes.

- 1- Expliciter la démarche mise en œuvre par Buffon, ses points forts et ses limites.
- 2- Expliciter la démarche mise en œuvre par Lord Kelvin, ses points forts et ses limites.
- 3- Commenter les âges de la Terre proposés par Buffon et Kelvin. On attend une comparaison des valeurs, de leur précision et de leur ordre de grandeur.



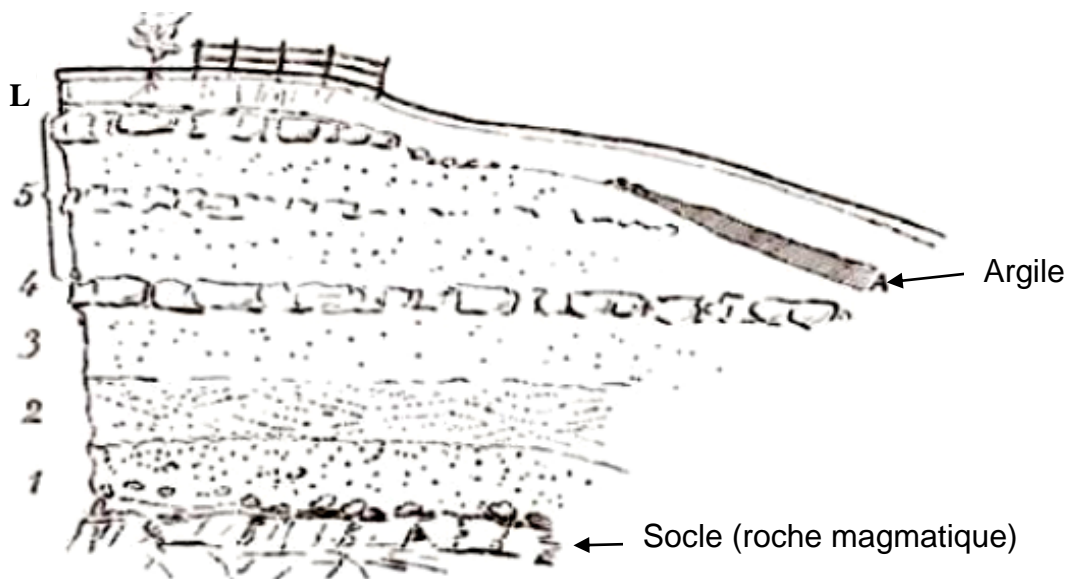
Partie B. Les positions des géologues et de Charles Darwin

Au XIX^e siècle, des géologues à l'instar de Charles Lyell, affirment que l'explication du passé de la Terre réside dans l'étude des phénomènes géologiques actuels. Ils utilisent la vitesse de sédimentation pour évaluer l'âge de la Terre.

En considérant que les sédiments se déposent à un rythme compris entre 1 mm et 1 cm par an, ils estiment l'âge de la Terre à environ 3 milliards d'années.

Quant à Charles Darwin, il s'oppose à Kelvin dans son ouvrage « De l'origine des espèces » paru en 1859. Selon lui, la théorie de l'évolution permet d'expliquer la diversité du vivant, mais elle nécessite des temps très longs, de l'ordre du milliard d'années.

Document 2. Coupe géologique d'un affleurement géologique à Wöllstein (Allemagne)



L Terre végétale limoneuse	0,60	3 Sable blanc	1,20
A Argile grise, fendillée	0,20	2 Sable jaune à stratification oblique, débris fossilifères, <i>Ostrea callifera</i>	1,00
5 Sable gris et jaune avec blocs de grès arrondis	3,50	1 Sable graveleux, grossier	1,50
4 Grès jaune, dur, tabulaire	0,40		

L'épaisseur de chaque couche est en mètres.

D'après Gustave-F. Dollfus, *Bulletin de la société géologique de France*, 1911

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

4- En considérant que la vitesse de sédimentation est de 0,1 mm par an et que les sédiments formant ces différentes strates (couches 1 à 5) se sont déposés de manière uniforme, estimer la durée de formation de l'ensemble des strates de Wöllstein surmontant le socle.

5- Comparer cet âge à celui estimé par Darwin. Proposer une hypothèse pour laquelle cette estimation de l'âge de la Terre à partir de cette coupe géologique est très différente.



Exercice 3 – Niveau première

Thème « Son et musique, porteurs d'information »

La numérisation et le stockage d'un son

Sur 10 points

Cet exercice s'intéresse à différents aspects de la numérisation d'un son et du stockage du fichier obtenu.

Partie A. Échantillonnage et quantification

1- Une plateforme de service de musique en ligne propose de la musique avec une qualité « 16-Bit/44.1 kHz ». Expliquer ce que cela signifie.

2- Pour chacune des questions suivantes, recopier sur la copie la réponse qui convient :

2-a- Pour échantillonner à 20 000 Hz un signal audio analogique, quelle est la durée de l'intervalle de temps entre deux mesures de la tension du signal audio ?

$5 \times 10^{-5} \text{ s}$ $5 \times 10^{-4} \text{ s}$ $5 \times 10^{-3} \text{ s}$ $2 \times 10^{-4} \text{ s}$

2-b- Lorsqu'on quantifie un échantillon sur 24 bits, combien de niveaux de tension différents a-t-on la possibilité de coder ?

$2 \times 24 = 48$; $24^2 = 576$; $2^{24} = 16\,777\,216$; 24

2-c- Dans cette question, on s'appuie sur le document 1 fourni en annexe. Parmi les choix ci-dessous, quelle est la fréquence d'échantillonnage choisie pour le signal audio représenté ?

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

3- Cette question s'appuie également sur le document 1 fourni en annexe. On procède à la quantification, par codage sur 3 bits, des valeurs de la tension obtenues après l'échantillonnage du signal audio. Après quantification, la tension (exprimée en volt), peut prendre pour valeurs les 8 nombres entiers relatifs compris entre -4 et $+3$, la valeur quantifiée d'une tension étant l'entier le plus proche de cette tension.

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

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

Partie B. Taille de fichier

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 (en secondes) et du nombre k de voies d'enregistrement (une en mono, deux en stéréo) selon la relation :

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

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

4- Vérifier que l'espace de stockage nécessaire pour enregistrer une seconde de musique avec cette qualité est de 1,152 Mo.

5- Un espace de stockage de 200 Mo est-il suffisant pour enregistrer un fichier contenant un morceau de musique de cinq minutes dans cette qualité ?

6- Le dispositif d'encodage et de compression FLAC (Free Lossless Audio Codec) permet de compresser le fichier obtenu à la question précédente avec un taux de compression de 45 %. Avec 200 Mo de stockage, dispose-t-on de suffisamment d'espace pour enregistrer ce fichier compressé ?

On rappelle que le taux de compression est le quotient de la taille du fichier compressé par la taille du fichier initial.

