



Exercice 1 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

L'or : exploitation et conséquences sanitaires

Sur 10 points

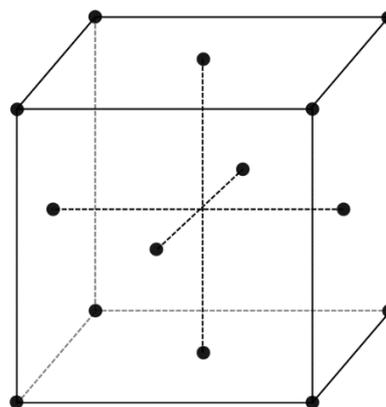
L'objectif de cet exercice est d'étudier la structure cristalline de l'or puis de comprendre en quoi l'exploitation de l'or peut favoriser le développement de troubles neurologiques dans les populations humaines.

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 « Son et musique, porteurs d'information »

Le son : de l'analogique au numérique

Sur 10 points

L'industrie de la musique a connu au cours des dernières décennies de nombreuses évolutions (disque vinyle, CD, MP3, plateformes de musique en ligne). Ces évolutions sont dues au développement de la numérisation du son qui permet un stockage, une transmission et un accès plus aisés.

L'objectif de l'exercice est de comprendre l'influence de certains paramètres sur la qualité du son numérisé.

Les documents mentionnés dans l'exercice sont placés en fin d'énoncé de cet exercice.

1- À partir de l'exploitation des graphiques du document 1, recopier la ou les bonnes réponses pour chaque situation ci-dessous.

- La fréquence d'échantillonnage est plus élevée dans le cas du graphique (a) que dans le cas du graphique (b).
- Le son numérisé est plus fidèle au signal analogique dans la situation correspondant au graphique (b) que dans celle correspondant au graphique (a).
- Le fichier numérique correspondant à la situation du graphique (c) a une plus petite taille que le cas du graphique (d).
- Le son numérisé est plus fidèle au signal analogique dans la situation correspondant au graphique (c) que dans celle correspondant au graphique (d).

2- À partir de vos connaissances, indiquer la condition que doit vérifier la fréquence d'échantillonnage si on veut numériser fidèlement un son analogique sinusoïdal de fréquence f .

3- Justifier à partir des informations du document 2 que le choix de la fréquence d'échantillonnage permet une numérisation fidèle des sons sur un CD audio.

3- Justifier à partir des informations du document 2 que le choix de la fréquence d'échantillonnage permet une numérisation fidèle des sons sur un CD audio.



4- À partir de vos connaissances, donner l'intervalle des fréquences des sons audibles par les humains. Indiquer, en justifiant, si tous les sons correspondant à ces fréquences sont transmis lors d'une audioconférence numérisée.

5- Un morceau de musique de 4 minutes 27 secondes est enregistré en stéréo sur un CD audio. Justifier par un calcul que la taille du fichier enregistré est de 47 Mo.

6- Le format MP3 est un format de compression audio avec perte d'informations. Si on admet que le taux de compression du format CD au format MP3 à 128 kbits/s est égal à 9%, calculer la taille du fichier MP3 à 128 kbits/s correspondant à l'enregistrement précédent.

7- Comparer, en termes d'avantages et d'inconvénients, les formats CD audio et MP3.

Document 1. Discrétisation du signal analogique d'un même son

Pour numériser un son, on procède à la discrétisation du signal analogique sonore (échantillonnage et quantification), comme l'illustrent les graphiques ci-après.

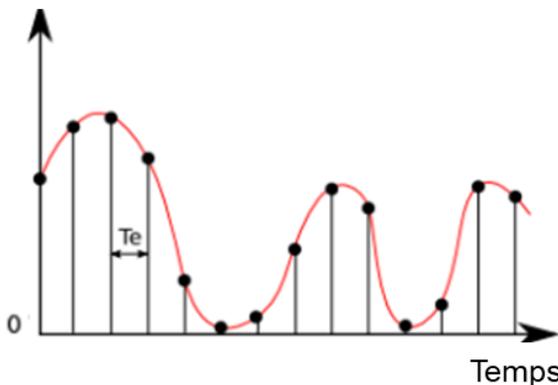
Les échelles de tension et de temps sont les mêmes pour tous les graphiques.

On note T_e , la période d'échantillonnage.

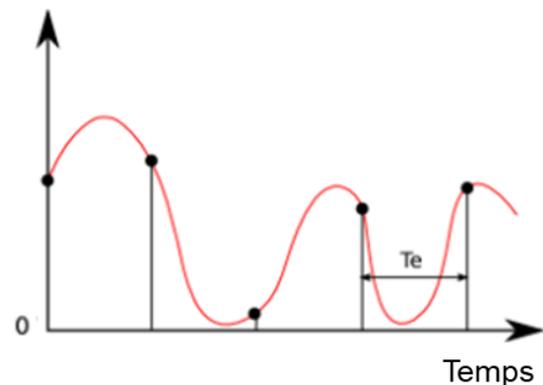
Influence de l'échantillonnage

Tension (V)

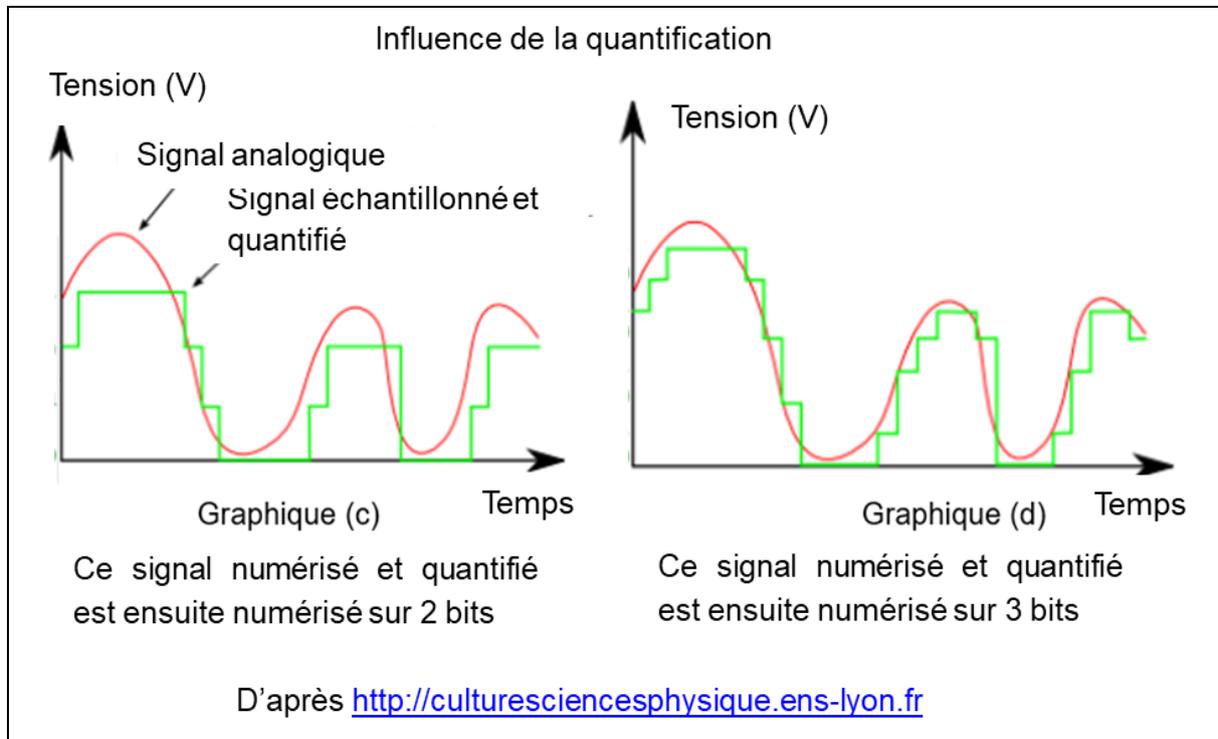
Tension (V)



Graphique (a)



Graphique (b)



Document 2. Caractéristiques de numérisation de signaux audio suivant l'application

| | Plage des fréquences transmises | Fréquence d'échantillonnage | Nombre de bits pour la quantification | Applications |
|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| <i>Qualité téléphonie</i> | 300-3400 Hz | 8 kHz | 8 | Téléphonie |
| <i>Qualité bande élargie</i> | 50-7000 Hz | 16 kHz | 8 | Audioconférence |
| <i>Haute qualité</i> | 50-15000 Hz | 32 kHz | 14 | Radiodiffusion |
| <i>Qualité « Hi-Fi »</i> | 20-20000 Hz | 44,1 kHz | 16 | CD audio |

D'après *Des données à l'information* de Florent Chavand (ISTE éditions)



Exercice 3 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

Détermination de l'âge de la Terre par Buffon

Sur 10 points

Cet exercice propose d'étudier une méthode historique de détermination de l'âge de la Terre (proposée par Buffon au 18^e siècle) et de la mettre en perspective avec une méthode actuelle.

Partie 1. Expérience de Buffon et détermination de l'âge de la Terre

Document 1. Description du protocole expérimental mis en œuvre par Buffon

« J'ai fait faire dix boulets de fer forgé et battu :

Le premier d'un demi-pouce de diamètre. Le second d'un pouce. Le troisième d'un pouce et demi. Le quatrième de deux pouces. Le cinquième de deux pouces et demi. Le sixième de trois pouces. Le septième de trois pouces et demi. Le huitième de quatre pouces. Le neuvième de quatre pouces et demi. Le dixième de cinq pouces.

Ce fer venait de la forge de Chameçon près de Châtillon-sur-Seine, et comme tous les boulets ont été faits du fer de cette même forge, leurs poids se sont trouvés à très-peu près proportionnels aux volumes. [...]

J'ai cherché à saisir deux instants dans le refroidissement, le premier où les boulets cessaient de brûler, c'est-à-dire le moment où on pouvait les toucher et les tenir avec la main, pendant une seconde, sans se brûler ; le second temps de ce refroidissement était celui où les boulets se sont trouvés refroidis jusqu'au point de la température actuelle, c'est-à-dire, à 10 degrés au-dessus de la congélation. »

Extrait : Premier tome, rédigé par Buffon (1774)

Document 2. Tableau présentant un extrait des mesures réalisées par Buffon

| Diamètre (en pouces) | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|----|-----|-----|-----|-----|---|
| Temps de « refroidissement au point de la température actuelle » (en minutes) | 93 | 145 | 196 | 308 | 415 | |

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

1- « Le boulet de 5 pouces a été chauffé à blanc en 34 minutes. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 52 min. Refroidi au point de la température actuelle en 8 heures 42 minutes ».

Indiquer laquelle des quatre valeurs proposées ci-dessous correspond à la valeur manquante dans le document 2 (case grisée) pour le boulet de 5 pouces.

| | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Valeur A : 842 | Valeur B : 352 | Valeur C : 522 | Valeur D : 232 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|

2- Le pouce est une ancienne unité de longueur, valant environ 2,7 cm. Convertir en centimètre le diamètre du plus grand boulet.

3- Sur l'annexe, représenter les points correspondant au temps de « refroidissement au point de la température actuelle » (en minutes) en fonction du diamètre du boulet (en pouces).

4- Indiquer laquelle des trois affirmations suivantes permet d'exprimer la relation entre le diamètre du boulet en fer forgé et son temps de « refroidissement au point de la température actuelle » au vu de l'expérience de Buffon.

- Affirmation A : « Le temps de refroidissement est proportionnel au diamètre ».
- Affirmation B : « La vitesse de refroidissement est proportionnelle au diamètre ».
- Affirmation C : « L'accroissement du temps de refroidissement est proportionnel à l'accroissement du diamètre ».

5- L'utilisation d'un tableur permet d'ajuster le nuage des points construits à la question 3 par la fonction f définie par $f(d) = 108d - 16$ pour des valeurs de d supérieures ou égales à 1 et où d correspond au diamètre (en pouces) et $f(d)$ la durée de refroidissement (en minutes).

À l'aide de ce modèle et sachant que le diamètre de la Terre est de 12 742 km, calculer l'âge de la Terre (en années).

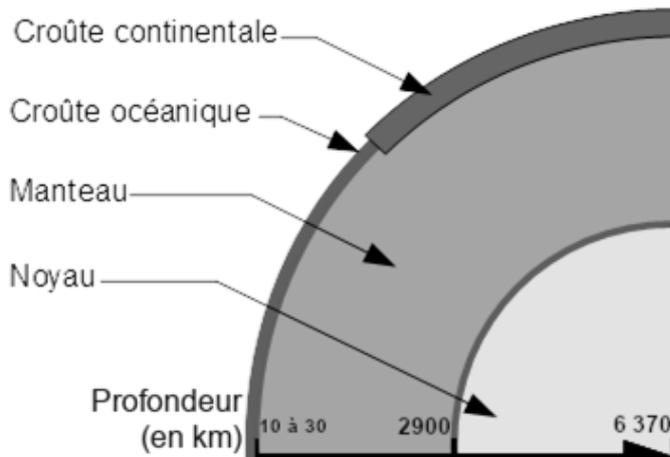
Partie 2. Mise en perspective avec les connaissances actuelles

Nous cherchons à porter un regard critique sur l'utilisation de boulets en fer pour déterminer l'âge de la Terre.

6- En utilisant le document 3 suivant, expliquer en quoi le modèle de Buffon utilisant des boulets de fer n'est pas adapté pour déterminer l'âge de la Terre.



Document 3. Composition simplifiée des principales enveloppes terrestres



| Composition chimique des différentes enveloppes terrestres | |
|--|--|
| Croûte (continentale et océanique) | Oxydes de : Si (50 à 70 %) Al (13 à 16 %) Fe (5 %) ... |
| Manteau | Oxydes de : Si (45 %) Mg (37 %) Fe (8 %) ... |
| Noyau | Alliage fer-nickel (teneur en fer environ 98 %) |

Légende : Si : silicium, Al : aluminium, Fe : fer, Mg : magnésium.

Source : d'après <http://avg85.fr/category/mediatheque/galerie-de-photos/cartes-et-coupages-geologiques>

7- Indiquer l'âge de la Terre estimé actuellement. Nommer la méthode utilisée pour déterminer cet âge et décrire son principe.

