





## Exercice 1 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

### Les minerais d'argent et leur exploitation

Sur 10 points

L'argent est connu depuis des millénaires et son utilisation pour des applications industrielles s'est fortement développée au XX<sup>ème</sup> siècle.

L'argent est l'élément chimique de numéro atomique  $Z = 47$  et de symbole Ag. À l'état métallique, il est blanc, très brillant, malléable ainsi que très ductile (c'est-à-dire qu'il peut être étiré sans se rompre).

#### Données :

Nombre d'entités par mole :  $N = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

Rayon moyen d'un atome d'argent :  $r = 1,45 \text{ \AA}$ . L'angström (Å) est une unité de longueur utilisée en cristallographie valant  $10^{-10} \text{ m}$ .

#### Document 1. Maille élémentaire du cristal d'argent

À l'état microscopique, l'argent métallique solide est organisé selon un réseau cubique à faces centrées.

Figure 1a : représentation en perspective cavalière

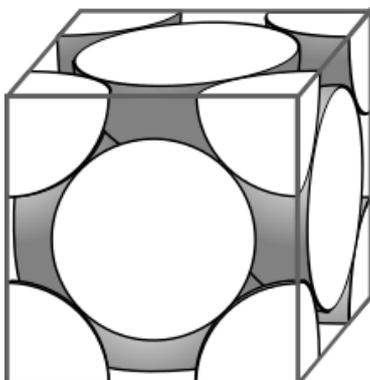
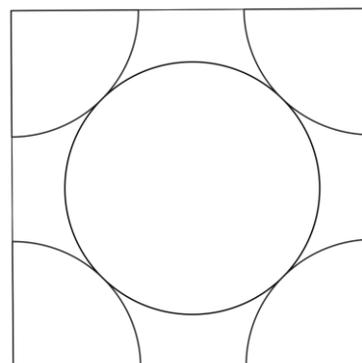


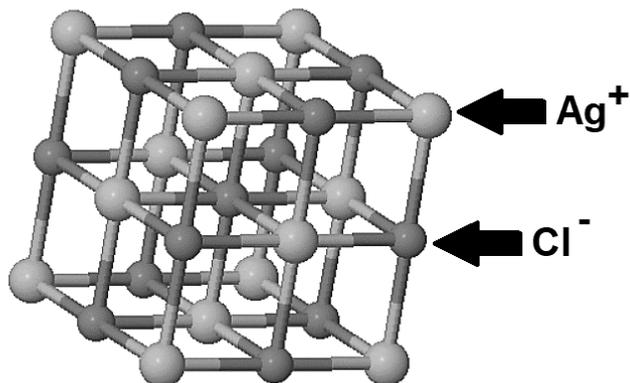
Figure 1b : vue de l'une des faces du cube



## Document 2. Les minerais d'argent

L'argent est rarement présent dans le sous-sol à l'état natif (pépite ou filon). Cependant dans les minerais, on le trouve souvent associé à d'autres éléments chimiques : par exemple, dans la chlorargyrite de formule  $\text{AgCl}$ , il est associé à l'élément chlore Cl ; dans l'acanthite de formule  $\text{Ag}_2\text{S}$ , il est associé à l'élément soufre S.

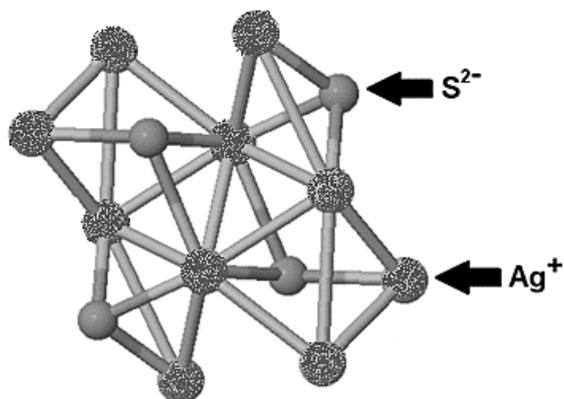
Figure 2a : maille élémentaire de la chlorargyrite



$\text{Ag}^+$  : ion argent

$\text{Cl}^-$  : ion chlorure

Figure 2b : maille élémentaire de l'acanthite



$\text{Ag}^+$  : ion argent

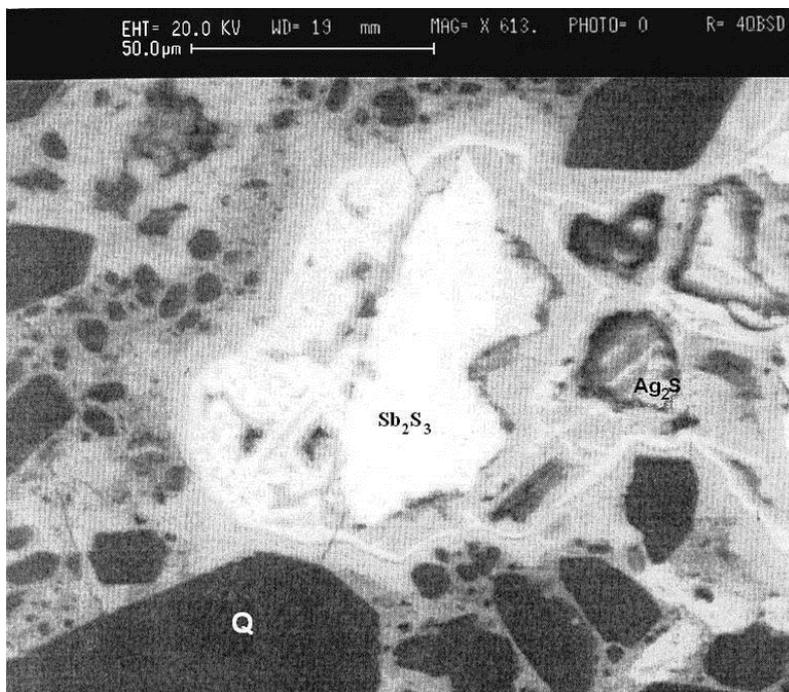
$\text{S}^{2-}$  : ion sulfure



### Document 3. Analyse d'un échantillon du gisement minier d'Ain-Kerma

Le gisement minier d'Ain-Kerma est situé en Algérie à 15 km au Nord-Ouest de la ville de Constantine. Il a été activement exploité de 1913 à 1951 pour son minerai contenant 40 % d'antimoine de symbole chimique Sb.

Figure 3 : Échantillon de minerai observé au microscope électronique



Stibine ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ )  
Quartz (Q)  
Acanthite ( $\text{Ag}_2\text{S}$ )

D'après [https://www.researchgate.net/publication/279533102\\_Testing\\_of\\_Silver\\_Sulphide\\_in\\_Antimony\\_Mineralization\\_Hydrothermal\\_Karst\\_Formations\\_Ain-Kerma](https://www.researchgate.net/publication/279533102_Testing_of_Silver_Sulphide_in_Antimony_Mineralization_Hydrothermal_Karst_Formations_Ain-Kerma)

- 1- En utilisant la figure 1a, montrer en explicitant la démarche que le nombre d'atomes contenus dans une maille élémentaire du cristal d'argent est égal à 4.
- 2- En utilisant la figure 1b et en notant  $a$  le paramètre de maille du cristal d'argent (égal à la longueur de l'arête du cube), démontrer que  $\sqrt{2}a = 4r$ . En déduire que  $a = 4,10 \text{ \AA}$ .
- 3- Calculer la compacité du cristal d'argent et en déduire que 26 % de la maille élémentaire est vide. On rappelle que la compacité d'un cristal est égale au rapport du volume des atomes contenus dans une maille élémentaire par le volume de cette maille.

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** :  /  /



RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

**4-** La masse volumique de l'argent sous forme cristalline vaut approximativement  $10,5 \times 10^3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Calculer la masse d'un atome d'argent après avoir déterminé le volume d'une maille du cristal.

**5-** La chlorargyrite et l'acanthite sont des cristaux. Préciser le sens du mot cristal et donner un exemple d'un autre mode d'organisation de la matière solide à l'échelle microscopique.

**6-** Expliquer pourquoi le minerai d'Ain-Kerma peut être qualifié de roche et pourquoi cette roche peut être qualifiée d'argentifère.



## Exercice 2 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

### Approche historique de l'âge de la Terre

Sur 10 points

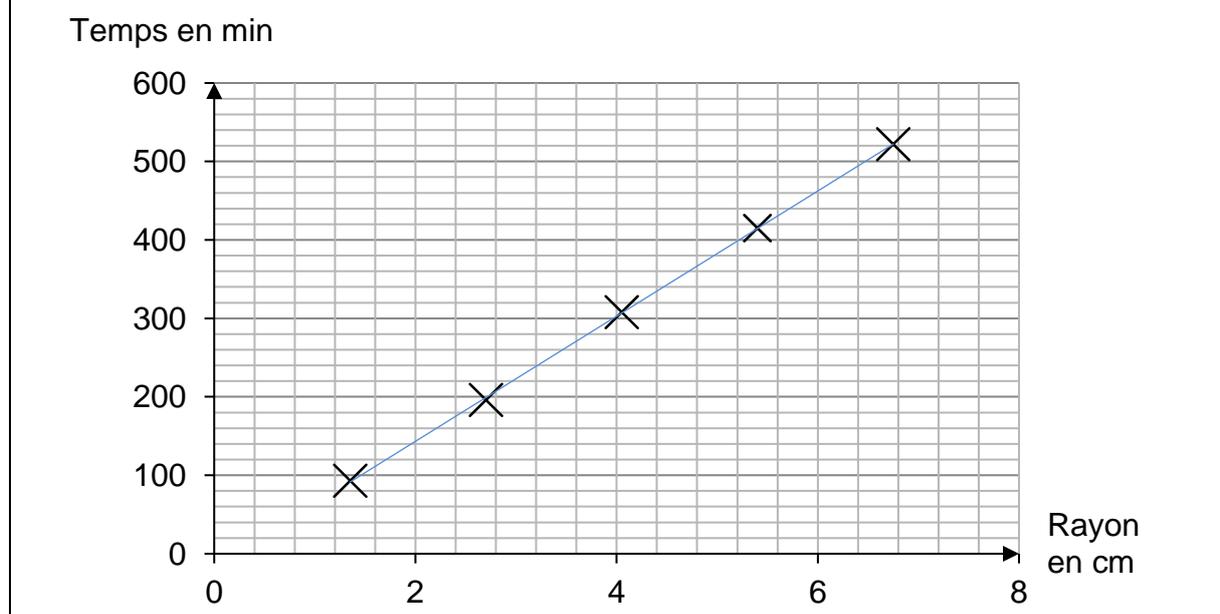
Depuis l'Antiquité, la question de l'âge de la Terre a soulevé de nombreuses controverses. On se propose d'étudier différentes méthodes ayant permis d'estimer l'âge de la Terre au cours de l'histoire des sciences.

#### 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 forgé 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) :

(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

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.



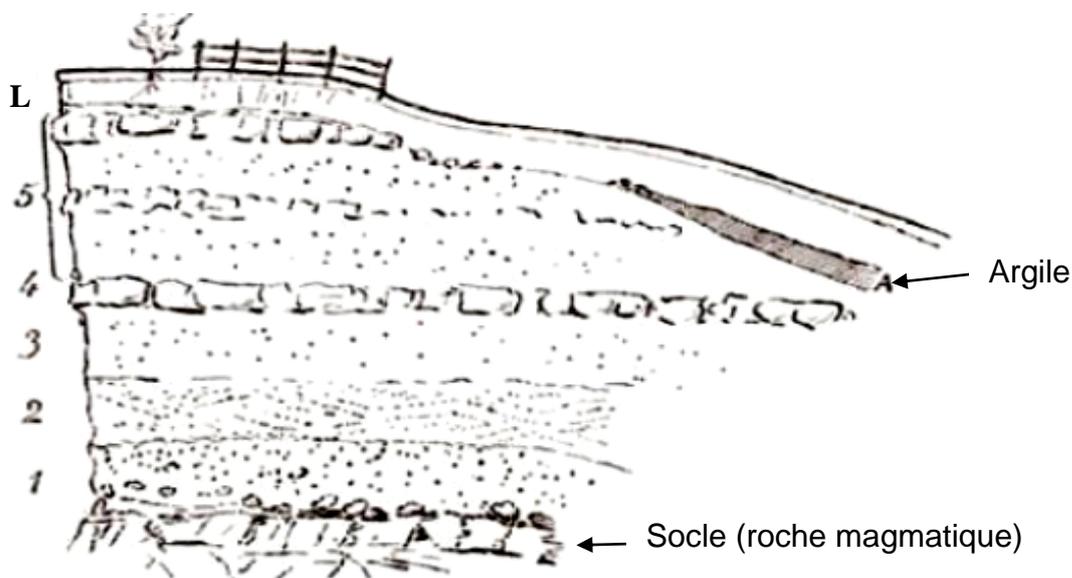
## Partie B. Les positions des géologues et de Charles Darwin

Au XIX<sup>e</sup> 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)



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

### L'oreille et l'audition

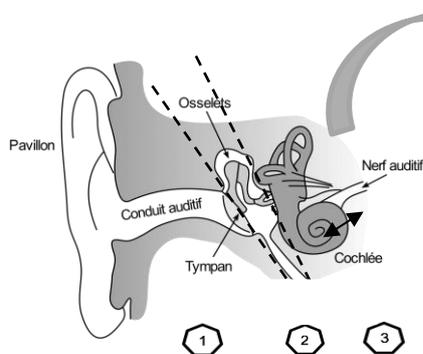
Sur 10 points

L'audition joue un rôle primordial dans les interactions sociales. L'oreille est l'organe sensoriel de l'audition, dont on étudiera tout d'abord le fonctionnement avant d'envisager la prévention d'un traumatisme acoustique.

#### Partie 1. L'oreille et son fonctionnement

##### Document 1. L'oreille humaine

Figure 1. Schéma de l'anatomie de l'oreille humaine.

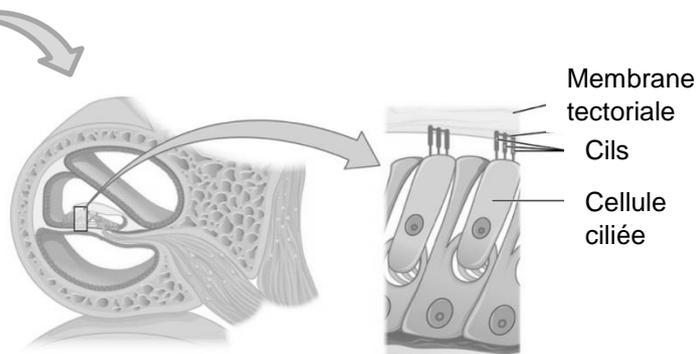


- 1 Oreille externe
- 2 Oreille moyenne
- 3 Oreille interne

Source :

<https://fr.wikibooks.org/wiki/Neurosciences/L%27audition>

Figure 2. Schéma d'une coupe transversale de la cochlée humaine (à gauche) et zoom sur les cellules ciliées (à droite).



Source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Organe\\_de\\_Corti](https://fr.wikipedia.org/wiki/Organe_de_Corti)

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

1.1

1- Compléter la phrase suivante par l'une des propositions parmi les quatre proposées ci-dessous.

Les vibrations sonores perçues par les cils des cellules ciliées sont :

- a- acheminées au cerveau sous la forme d'ondes sonores.
- b- transformées en messages nerveux, qui sont acheminés au cerveau.
- c- acheminées au cerveau sous une forme moléculaire.
- d- directement analysées au niveau de l'oreille interne, ce qui permet l'audition.

2- À l'aide de vos connaissances et du document 1, expliquer par un texte et/ou un schéma, comment les différentes parties de l'oreille permettent une réception et une transmission des vibrations sonores puis du message sensoriel auditif.

## Partie 2. La prévention d'un traumatisme acoustique

Pour prévenir le risque lié aux sur-stimulations sonores, il existe des protections auditives de nature différente selon leur type d'utilisation.

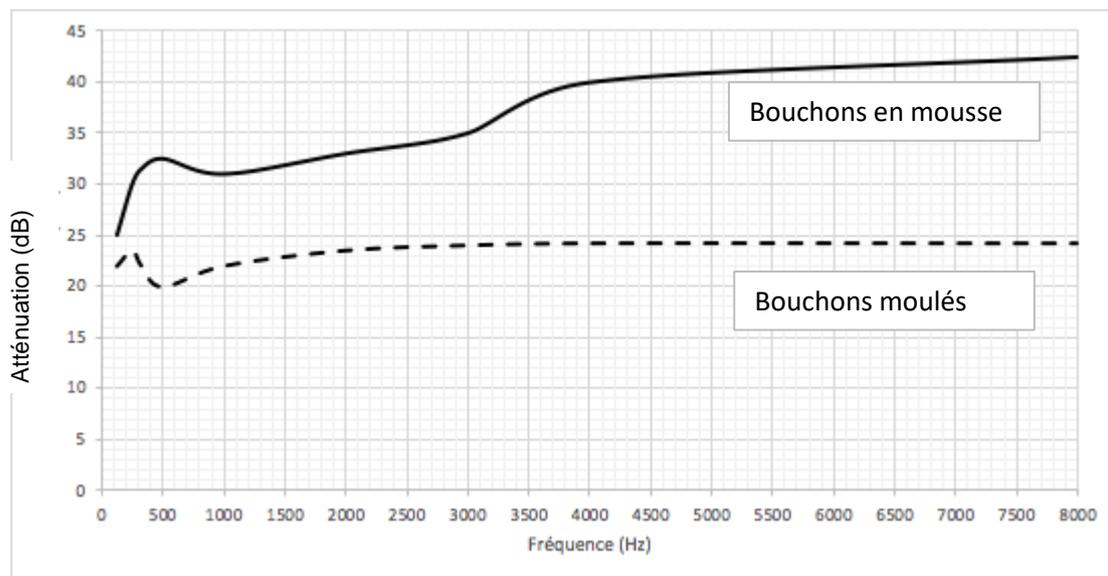
On peut distinguer, par exemple, deux catégories de bouchons d'oreilles qui permettent de s'isoler du bruit :

- les bouchons en mousse, généralement jetables ;
- les bouchons moulés en silicone, fabriqués sur mesure et nécessitant la prise d'empreinte du conduit auditif. Ils sont lavables à l'eau et se conservent plusieurs années.

L'atténuation des sons par un bouchon est égale à la diminution du niveau d'intensité sonore perçu par l'oreille en présence du bouchon. Un fabricant fournit les courbes d'atténuation en fonction de la fréquence du son pour les deux types de bouchons (document 2).



Document 2. Courbes d'atténuation du son correspondant aux deux types de bouchons.



Source : Auteur

**3-** Un musicien qui pratique régulièrement un instrument tel que la batterie ou la guitare électrique a besoin d'une atténuation du niveau sonore. Cependant, cette atténuation ne doit pas dépasser 25 dB afin qu'il entende suffisamment.

**3-a-** À l'aide du document 2, indiquer pour chaque bouchon si cette condition est respectée. Justifier.

**3-b-** En utilisant le document 2, indiquer si un bouchon en mousse atténue davantage les sons aigus ou les sons graves. Justifier.

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

4- Afin de comparer la qualité acoustique des deux types de bouchons, on a enregistré le son émis par une guitare, ainsi que les sons obtenus après passage à travers les deux types de bouchons. Le document 3 présente les résultats obtenus.

Document 3. Spectres du son émis par une guitare et des sons restitués après passage à travers les deux types de bouchons (Source : Auteur)

L'amplitude relative est le rapport entre une amplitude et une amplitude de référence, ici celle de la fréquence fondamentale.

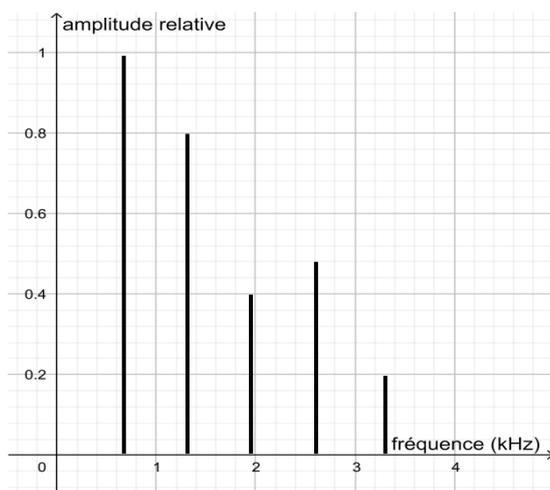


Figure 1. Spectre correspondant au mi<sub>4</sub> joué par la guitare

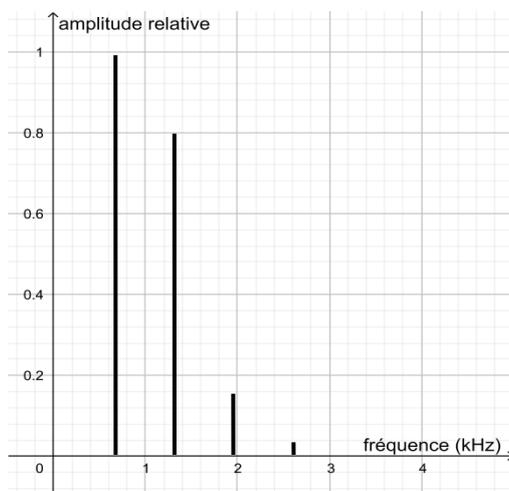
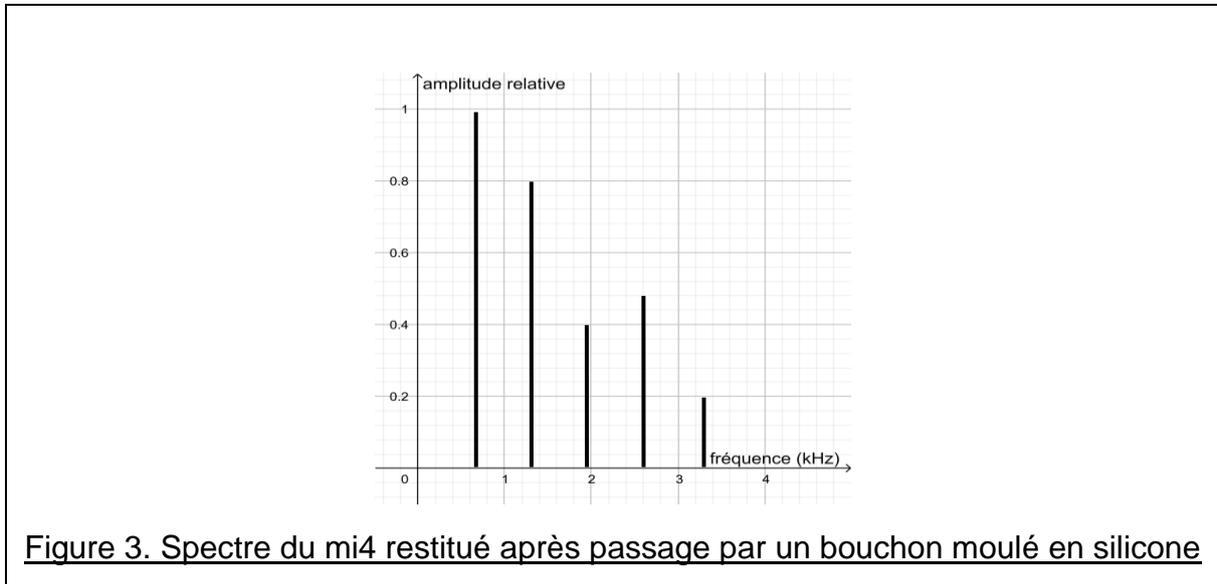
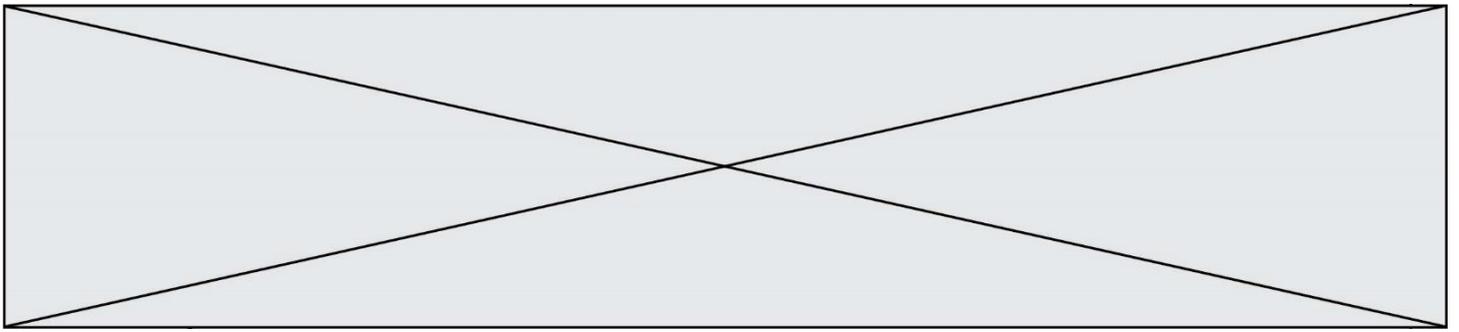


Figure 2. Spectre du mi<sub>4</sub> restitué après passage par un bouchon en mousse



**4-a-** À partir de la figure 1 du document 3, indiquer, en justifiant, si le son émis par la guitare est un son pur ou un son composé.

**4-b-** À partir du document 3, indiquer en justifiant le raisonnement, lequel des deux types de bouchon, en mousse ou en silicone, modifie le moins le timbre du son perçu.

Une exposition prolongée à un niveau d'intensité sonore de 85 dB est nocive pour l'oreille humaine.

**5-** Durant un concert de rock, un guitariste est soumis en moyenne à un niveau d'intensité sonore de 100 dB. Il désire préserver son audition tout en préservant une bonne qualité sonore.

À partir de l'étude des documents 2 et 3, indiquer quel type de bouchon choisir et argumenter ce choix.