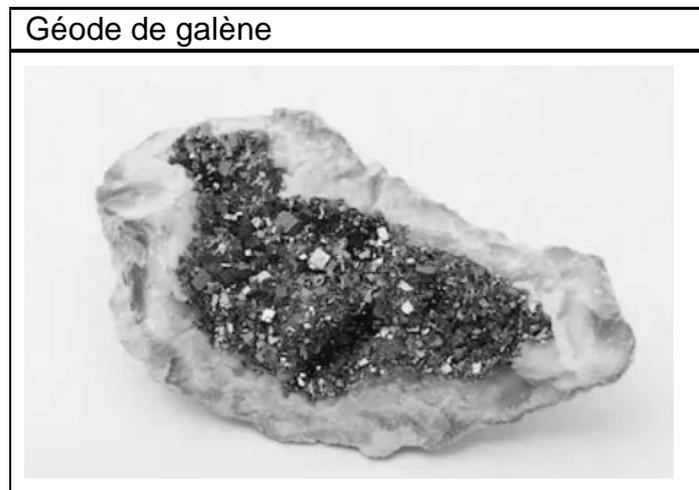


## EXERCICE 1

### GÉODE DE GALÈNE

Le plomb est présent à l'état naturel sous diverses formes dans la croûte terrestre. On le trouve principalement dans la galène, qui en contient 86,6 % en masse. Cet élément a permis de donner une estimation précise de l'âge de la Terre.



#### Partie 1 : la galène

- 1- La galène est un solide minéral composé en majorité de sulfure de plomb qui possède une structure cristalline de type chlorure de sodium constituée des ions plomb  $Pb^{2+}$  et des ions sulfure  $S^{2-}$ .

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

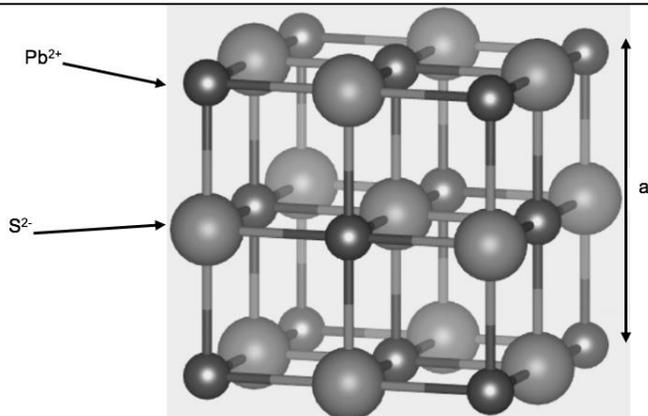


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document 1 : Une maille de la structure cristalline de sulfure de plomb.



1-a- Déterminer le type de réseau cristallin formé par les ions plomb  $\text{Pb}^{2+}$ .

1-b- Préciser les différentes positions occupées par les ions sulfure  $\text{S}^{2-}$  dans la maille.

2-a- Justifier qu'il y a quatre ions plomb  $\text{Pb}^{2+}$  et quatre ions sulfure  $\text{S}^{2-}$  dans la maille.

2-b- Choisir la formule chimique du sulfure de plomb parmi les quatre proposées ci-dessous et la recopier sur la copie.

A :  $\text{Pb}_2\text{S}$

B :  $\text{PbS}_2$

C :  $\text{PbS}$

D :  $\text{PbS}_4$

3- La forme géométrique de la maille et la nature des ions qui la constituent sont à l'origine des propriétés macroscopiques du cristal, notamment de sa masse volumique.

En utilisant les données ci-dessous, calculer la masse et le volume d'une maille.

En déduire la masse volumique du sulfure de plomb.

Données :

Masse d'un ion plomb  $\text{Pb}^{2+}$  :  $m_{\text{Pb}^{2+}} = 3,44 \times 10^{-22}$  g.

Masse d'un ion sulfure  $\text{S}^{2-}$  :  $m_{\text{S}^{2-}} = 5,33 \times 10^{-23}$  g.

Longueur d'une arête de la maille :  $a = 5,94 \times 10^{-8}$  cm.

4- Outre ses utilisations industrielles, la galène peut servir d'objet de décoration. Elle est alors vendue sous forme de géode (cavité rocheuse tapissée de cristaux).

Un vendeur de géodes de galène veut estimer la qualité de son stock de géodes.

Pour cela, il effectue le prélèvement d'un lot de cinquante géodes dans son stock et détermine la masse volumique de chacune d'elle. Par souci de simplification, il se limite à étudier ce seul critère.



Il obtient les résultats suivants :

Masse volumique (en g.cm <sup>-3</sup> )	7,30	7,35	7,40	7,45	7,50	7,55	7,60
Effectif	1	1	9	10	11	13	5

Pour être conforme, un lot de géodes doit contenir au moins 95% de géodes dont la masse volumique est comprise entre 7,40 g.cm<sup>-3</sup> et 7,60 g.cm<sup>-3</sup>.

Le lot précédent est-il conforme ? Justifier la réponse.

## Partie 2 : détermination de l'âge de la Terre

Dès le XVI<sup>e</sup> siècle, les scientifiques ont cherché à déterminer l'âge de roches. C'est la découverte de la radioactivité à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle qui leur a permis de dater avec une plus grande fiabilité de nombreux échantillons de roches prélevés dans la croûte terrestre.

### Principe de la datation uranium-plomb

On fait l'hypothèse suivante : on considère qu'il n'y a pas de plomb 206 dans la roche au moment de sa formation, mais qu'elle contient des noyaux d'uranium 238 radioactifs.

On sait qu'un noyau d'uranium 238 radioactif se transforme en un noyau plomb 206 stable à la suite d'une série de désintégrations successives.

L'équation globale est :  ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + 6 {}_{-1}^0e + 8 {}_2^4\text{He}$

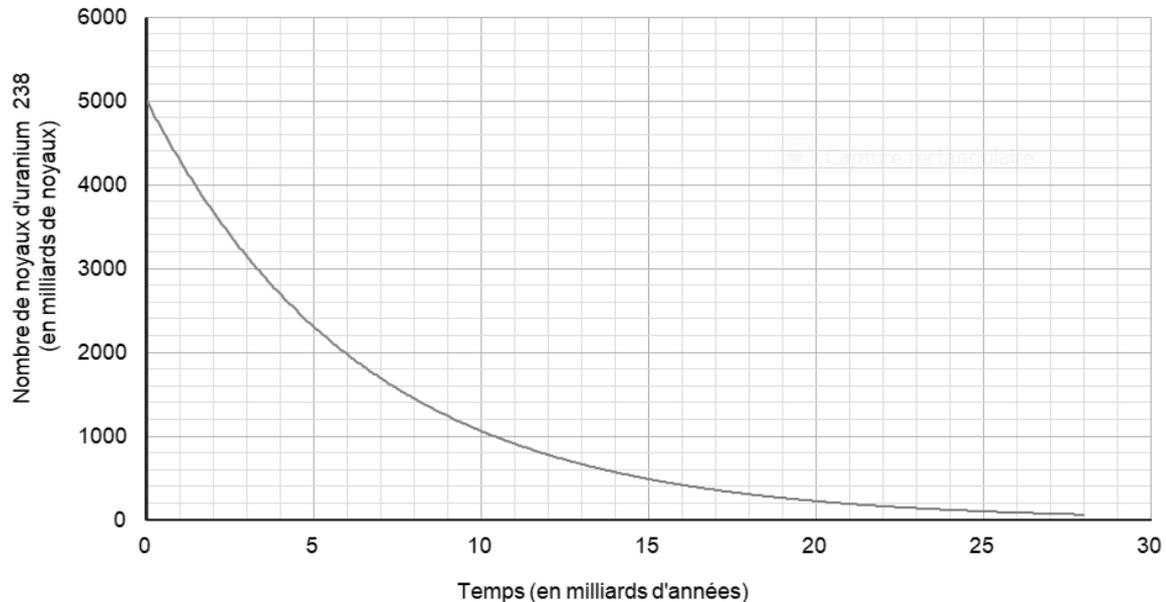
En mesurant la quantité de plomb 206 dans un échantillon de roche ancienne, on peut déterminer l'âge de l'échantillon de roche à partir de la courbe de décroissance radioactive du nombre de noyaux d'uranium 238.

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.)



Ainsi, si on considère qu'un échantillon de roche contenant à la fois du plomb 206 et de l'uranium 238 a le même âge que la Terre, il est possible d'utiliser la datation uranium-plomb pour donner une estimation de l'âge de la Terre.

**5-** Donner la composition d'un noyau de plomb 206.

**6-** On note  $N_U(t)$  et  $N_{Pb}(t)$  les nombres de noyaux d'uranium 238 et de plomb 206 présents dans l'échantillon à la date  $t$  à laquelle la mesure est réalisée et  $N_U(0)$  le nombre de noyaux d'uranium 238 que contenait la roche au moment de sa formation.

**6-a-** Justifier la relation :  $N_U(0) = N_U(t) + N_{Pb}(t)$ .

**6-b-** Déterminer graphiquement  $N_U(0)$ .

**6-c-** Le nombre de noyaux de plomb 206 mesuré dans la roche à la date  $t$  est égal à  $N_{Pb}(t) = 2,5 \cdot 10^{12}$  noyaux.

Calculer le nombre  $N_U(t)$  de noyaux d'uranium présents à la date  $t$ .

**7-** En déduire une estimation de l'âge de la Terre. Expliquer la démarche employée.



## EXERCICE 2

### LE SON : DE L'ANALOGIQUE AU NUMERIQUE

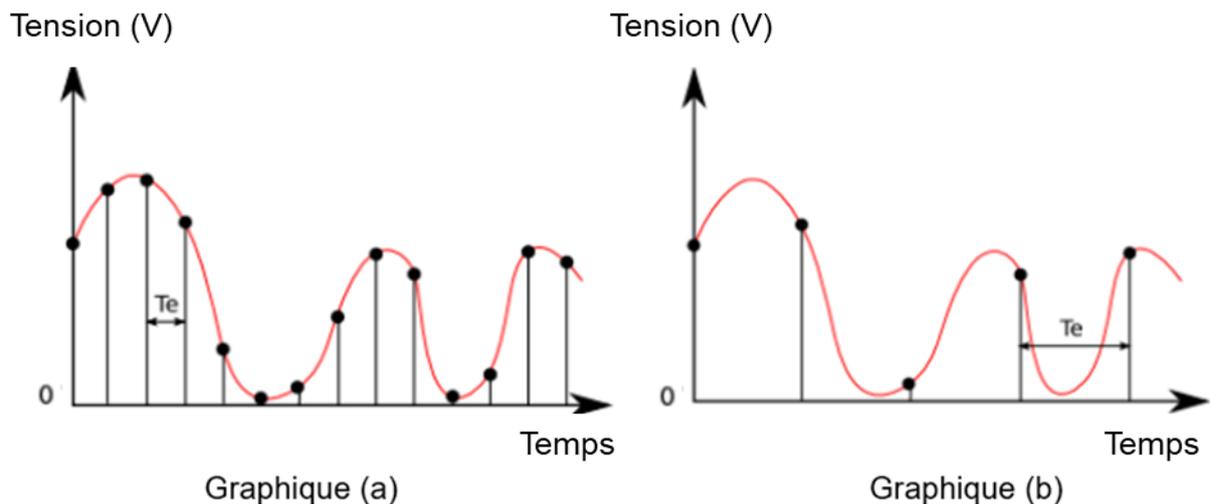
L'industrie de la musique a connu au cours des dernières décennies de nombreuses évolutions (disque vinyle, CD, MP3, plateformes de musique en ligne). Ces évolutions sont dues au développement de la numérisation du son qui permet un stockage, une transmission et un accès plus aisés.

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

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

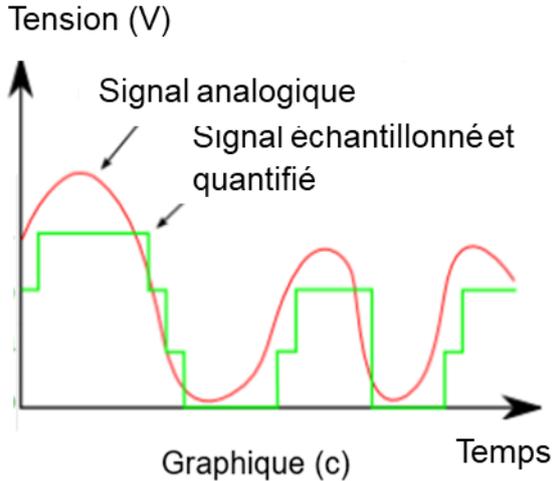
Pour numériser un son, on procède à la discrétisation du signal analogique sonore (échantillonnage et quantification), comme l'illustrent les graphiques ci-après. Les échelles de tension et de temps sont les mêmes pour tous les graphiques. On note  $T_e$ , la période d'échantillonnage.

#### Influence de l'échantillonnage

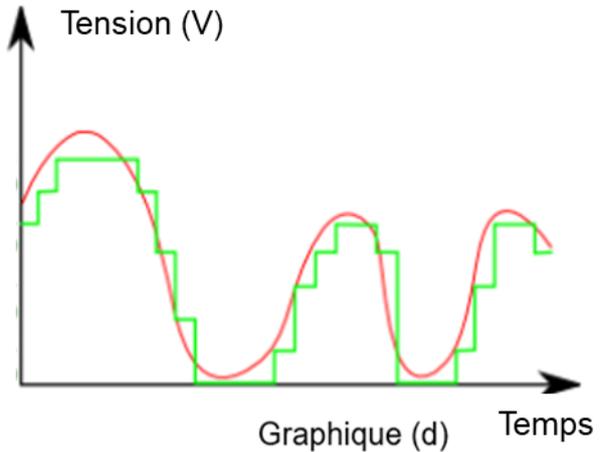




### Influence de la quantification



Ce signal numérisé et quantifié est ensuite numérisé sur 2 bits



Ce signal numérisé et quantifié est ensuite numérisé sur 3 bits

D'après <http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr>

### 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
Qualité téléphonie	300-3400 Hz	8 kHz	8	Téléphonie
Qualité bande élargie	50-7000 Hz	16 kHz	8	Audioconférence
Haute qualité	50-15000 Hz	32 kHz	14	Radiodiffusion
Qualité « Hi-Fi »	20-20000 Hz	44,1 kHz	16	CD audio

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



### Document 3. Taille d'un fichier numérique et taux de compression

La taille  $T$  d'un fichier audio numérique (en bit) peut être calculée à partir de la fréquence d'échantillonnage  $f_e$  (en Hertz), du nombre  $n$  de bits utilisés pour la quantification, de la durée  $\Delta t$  (en secondes) de l'enregistrement et du nombre  $k$  de voies ou canaux utilisés (1 en mono, 2 en stéréo...), à l'aide de la formule suivante :

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

Le taux de compression est ici défini comme le rapport de la taille du fichier compressé sur la taille du fichier original.

- 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.
- 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. On rappelle que le taux de compression est défini comme le rapport de la taille du fichier compressé sur la taille du fichier initial.