





## Exercice 1 – Niveau première

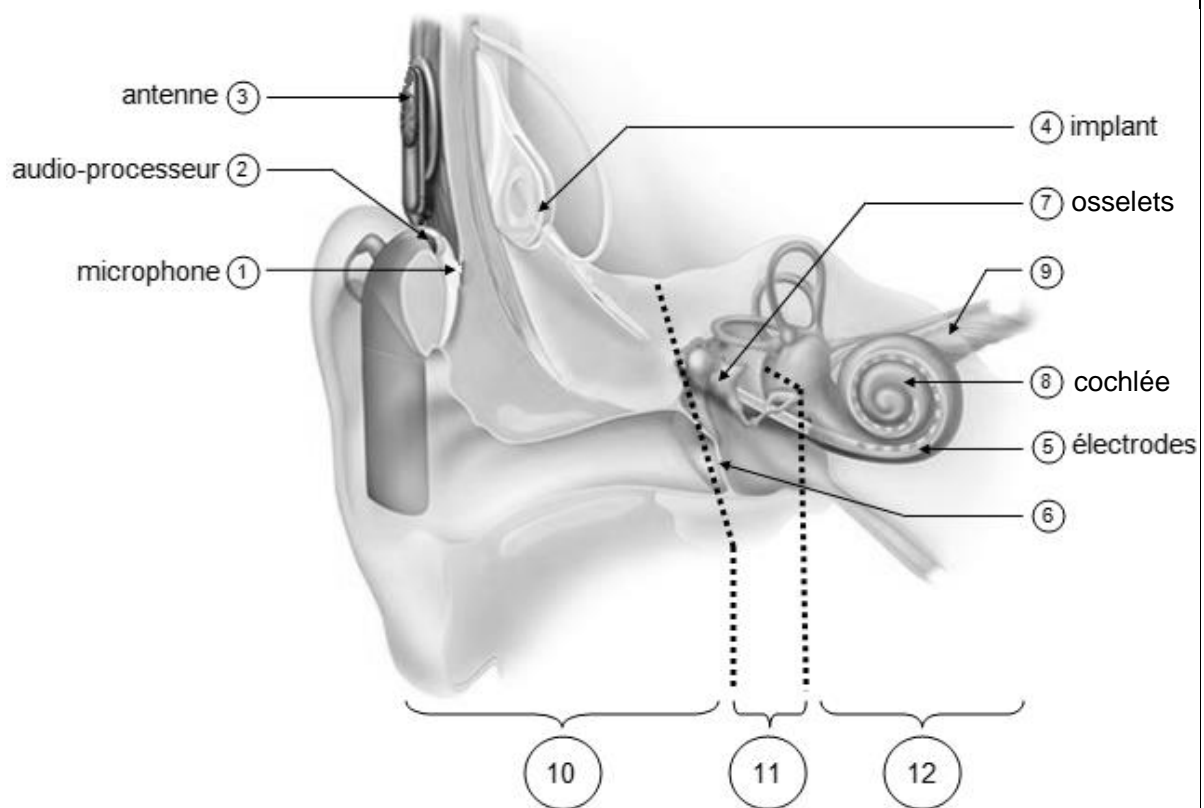
Thème « Son et musique, porteurs d'information »

### Implant cochléaire

Sur 10 points

L'implant cochléaire est un dispositif auditif destiné aux personnes atteintes d'une surdité sévère ou profonde. Il transforme les sons en signaux électriques envoyés directement au nerf auditif grâce à des électrodes posées chirurgicalement.

Document 1. Fonctionnement d'un implant cochléaire

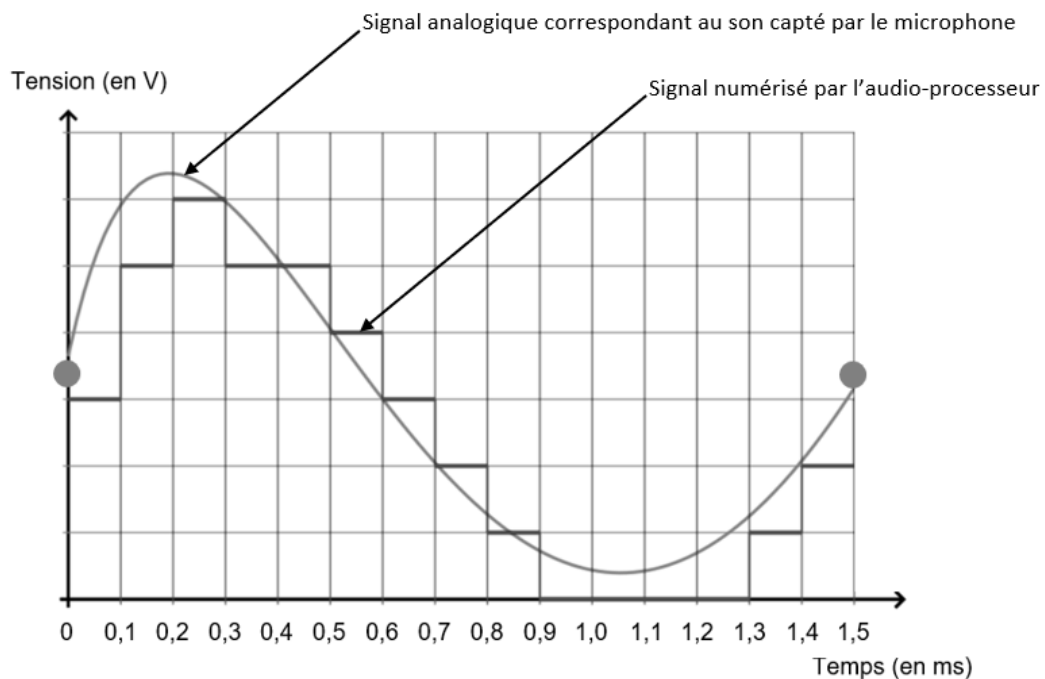


Modifié d'après : <https://idataresearch.com/cascination-and-med-el-collaborate-on-state-of-the-art-cochlear-implantation-method>





## Document 2. Son capté par le microphone et numérisation par l'audio-processeur



Source : [http://www.ostralo.net/3\\_animations/js/CAN/index\\_v2nmoins1.htm](http://www.ostralo.net/3_animations/js/CAN/index_v2nmoins1.htm)

**5-a-** Sachant qu'une quantification sur  $n$  bits permet  $2^n$  paliers numériques, indiquer, en le justifiant, pourquoi ici  $n=3$ .

**5-b-** La taille  $L$  en octet d'un fichier audio est donnée par la formule :

$$L = f_e \times \frac{n}{8} \times \Delta t$$

avec  $f_e$  la fréquence d'échantillonnage (en hertz),  $n$  la quantification (en bits) et  $\Delta t$  la durée (en secondes).

Pendant une journée, l'audio-processeur numérise en moyenne 10 heures de sons différents. Calculer la taille  $L$  d'un fichier audio équivalent à une journée de fonctionnement de l'implant cochléaire.





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.

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

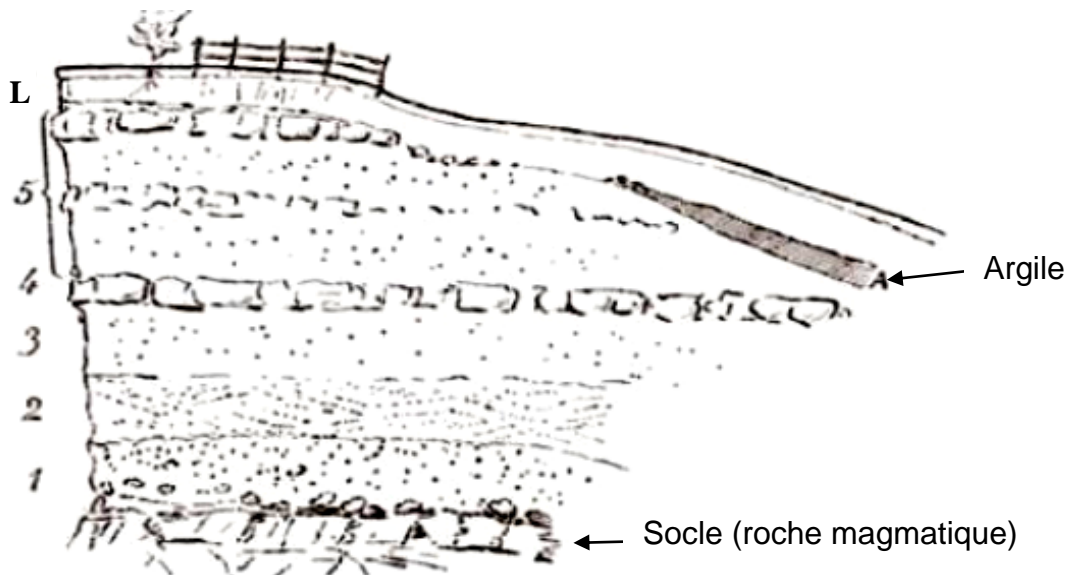
## Partie B. Les positions des géologues et de Charles Darwin

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.

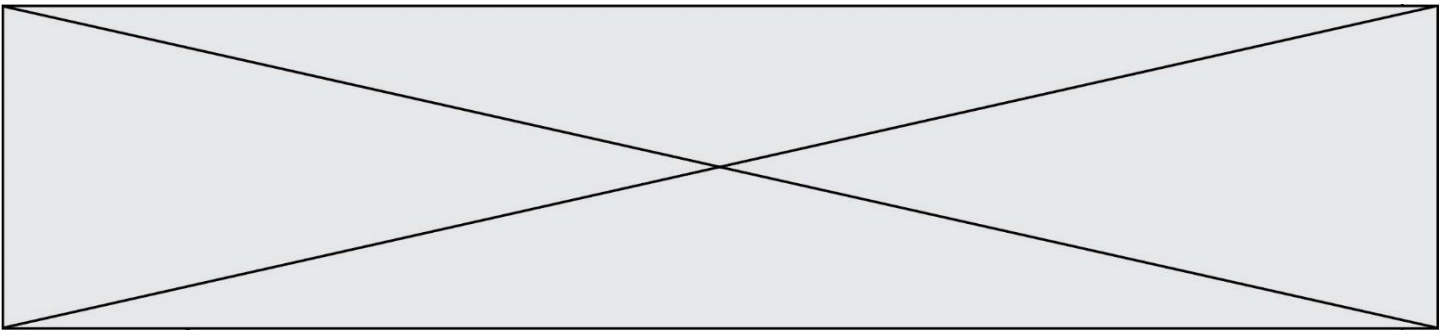
### Document 2. Coupe géologique d'un affleurement géologique à Wöllstein (Allemagne)



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



**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.



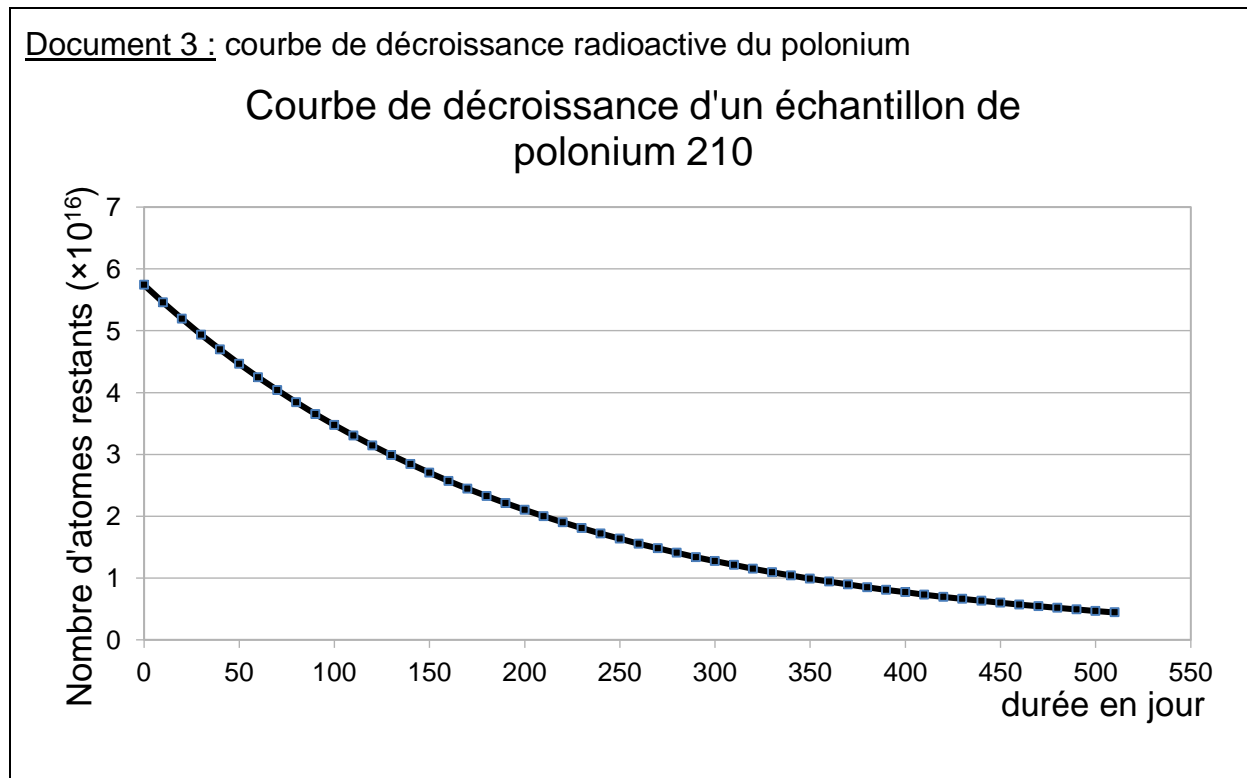




### Partie 1 : la radioactivité du polonium

L'objectif est ici de vérifier qu'en partant avec 20  $\mu\text{g}$  de polonium-210, il restera suffisamment de polonium radioactif à l'issue du voyage.

#### Document 3 : courbe de décroissance radioactive du polonium



**1-** Déterminer en  $\mu\text{g}$  la masse initiale de Polonium présente dans l'échantillon utilisé pour réaliser le graphique du document 3.

**2-** Jules Servadac écrit dans son roman : « Le polonium perd la moitié de sa radioactivité tous les 138 jours ».

**2-a-** Définir scientifiquement la grandeur physique sur laquelle il appuie cette affirmation, en donnant son nom.

**2-b-** La faire figurer sur le graphique du document réponse à rendre avec la copie en laissant apparents les traits de construction.

**3-** Justifier par la méthode de votre choix que, pour l'échantillon considéré, la quantité de polonium restant après le voyage sera suffisante pour accomplir la mission.

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 2 : la structure du polonium

L'objectif est ici de vérifier que les 10  $\mu\text{g}$  de polonium dont Tiago a besoin pour empoisonner l'agent infiltré sont bien invisibles à l'œil nu.

**4-** À partir de vos connaissances et des informations apportées par le document 3, répondre aux questions suivantes :

**4-a-** Représenter la structure cubique simple du polonium en perspective cavalière.

**4-b-** Dénombrer, en indiquant les calculs effectués, les atomes par maille.

**5-** Montrer que la masse volumique du polonium est de  $9,20 \times 10^6 \text{ g.m}^{-3}$ .

**6-** Comparaison avec la taille d'un grain de poivre.

**6-a-** Calculer le volume occupé par la masse de polonium utilisée par Tiago (10  $\mu\text{g}$ ).

**6-b-** Sachant qu'un grain de poivre broyé occupe un volume d'environ  $10^{-10} \text{ m}^3$  et est difficilement visible à l'œil nu, justifier que l'échantillon est invisible.

