

Exercice 1 – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

Le sang des glaciers

Sur 10 points

L'expression « Le sang des glaciers » désigne le rosissement des glaciers par une espèce d'algues des neiges. Nous nous intéresserons dans une première partie à l'énergie solaire reçue par la Terre et au phénomène de l'albédo, puis dans une seconde partie nous chercherons à comprendre en quoi ce type d'algues peut contribuer au réchauffement climatique.

Partie A – Comprendre l'albédo

Document 1 – Modélisation permettant le calcul de la puissance rayonnée

À une distance donnée du Soleil, la totalité de la puissance émise par le Soleil se trouve uniformément répartie sur une sphère de rayon égal à cette distance.

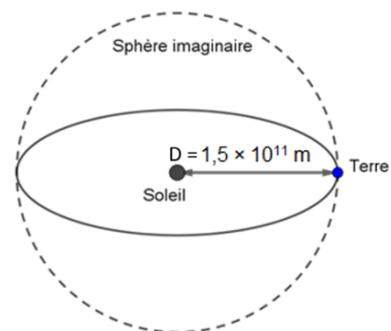
La puissance surfacique P_S reçue par chaque point de la sphère imaginaire est donc donnée par la formule suivante :

$$P_S = \frac{P_T}{S}, \text{ exprimée en } W \cdot m^{-2}$$

Avec P_T la puissance totale du soleil qui vaut $3,87 \times 10^{26} W$ et S la surface de la sphère imaginaire.

Sur le schéma ci-contre, la Terre et le Soleil ne sont pas représentés à l'échelle.

On rappelle que l'aire d'une sphère de rayon R est $S_{sphère} = 4\pi R^2$ et que l'aire d'un disque de rayon R est $S_{disque} = \pi R^2$.



- 1- Montrer par le calcul, à l'aide du document 1, que la puissance solaire P_S reçue par mètre carré à la distance D du Soleil est environ de $1\,370 W \cdot m^{-2}$.



La puissance surfacique précédente correspond à celle qui est interceptée par un disque de rayon R . Pour un bilan sur Terre, cette puissance se répartit à la surface d'une sphère de même rayon R .

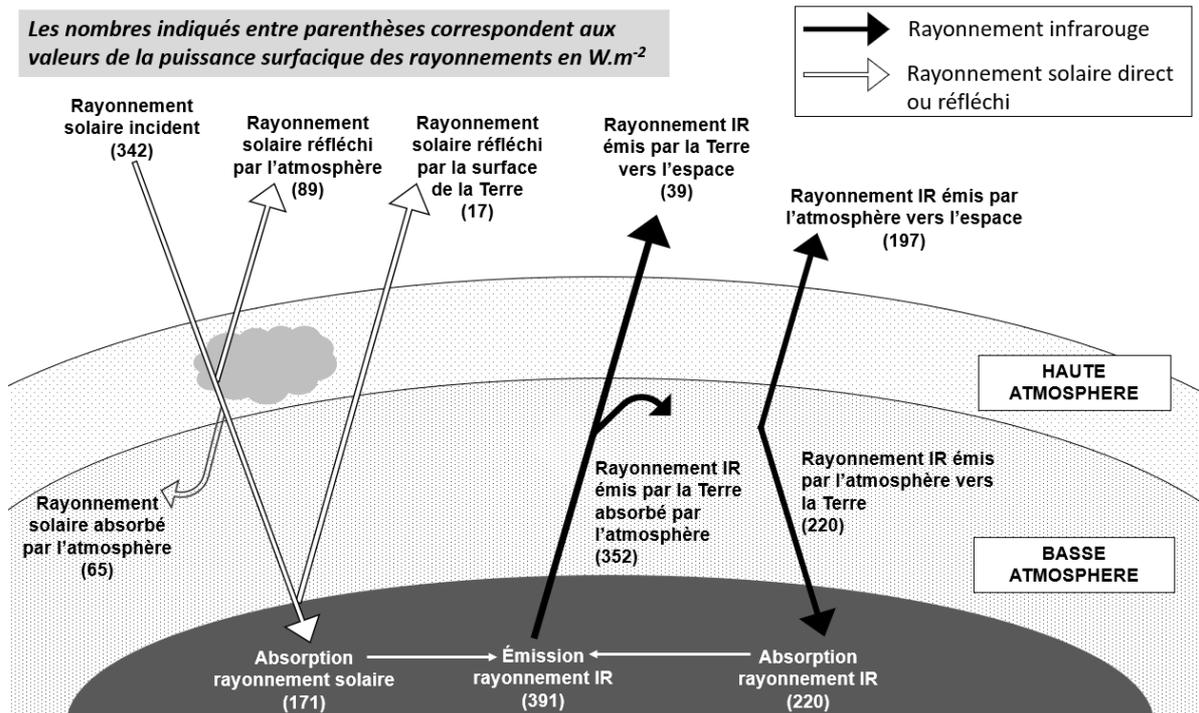
2- En vous aidant du document 1, montrer que la puissance solaire moyenne reçue par unité de surface sur Terre vaut $342 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Document 2 – Bilan radiatif

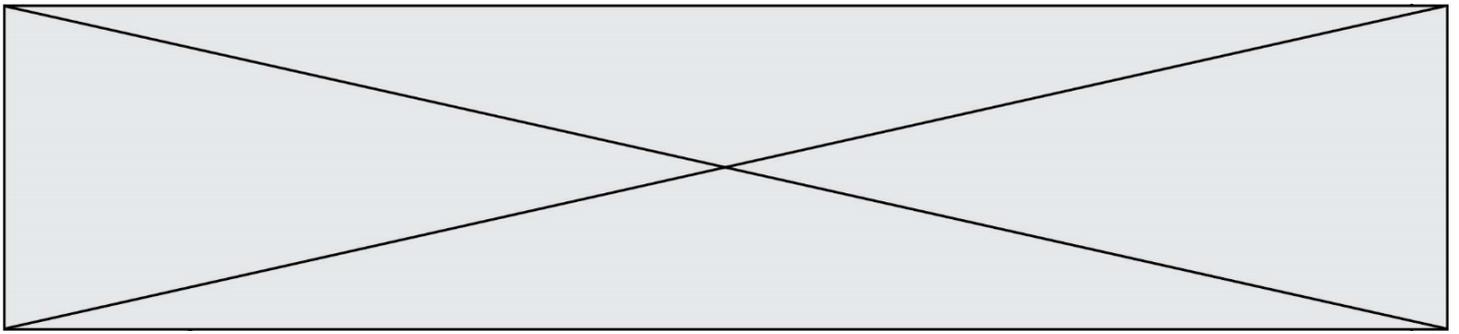
La puissance solaire qui est reçue par la Terre peut être réfléchi, absorbée, réémise.

Le schéma ci-dessous présente les flux énergétiques émis, diffusés et réfléchis par les différentes parties de l'atmosphère et de la surface terrestre.

Les nombres indiqués entre parenthèses correspondent aux valeurs de la puissance surfacique des rayonnements en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$



Source : d'après l'auteur



Document 3 – Albédo

L'albédo A d'une surface permet d'évaluer l'effet de réflexion de la lumière incidente par une surface. C'est le rapport entre la puissance de rayonnement réfléchi par une surface (P réfléchi) et la puissance de rayonnement incident sur cette même surface (P incidente).

L'albédo A est une valeur sans unité, comprise entre 0 et 1.

$$A = \frac{P_{\text{réfléchi}} (W \cdot m^{-2})}{P_{\text{incidente}} (W \cdot m^{-2})}$$

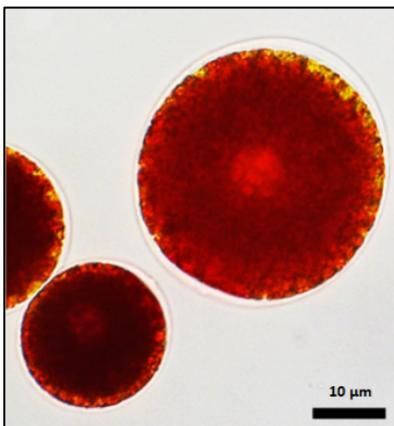


Moins le rayonnement incident est réfléchi, plus la surface chauffe.

Source : <https://planet-terre.ens-lyon.fr>

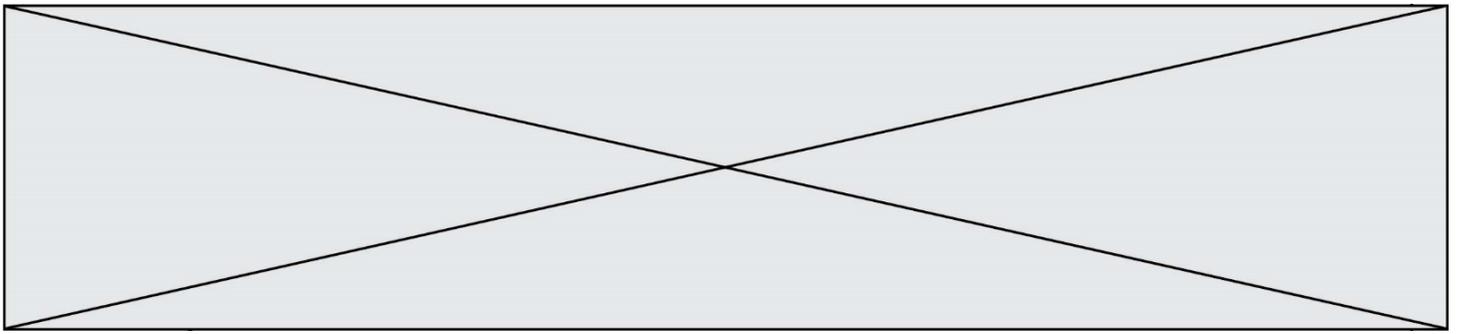
- 3- À l'aide des documents 2 et 3, montrer que l'albédo terrestre moyen qui correspond à l'albédo de l'ensemble {atmosphère + surface de la Terre} vaut environ 0,3.
- 4- En vous appuyant sur le document 3 et sur vos connaissances, citer deux phénomènes qui peuvent contribuer à déséquilibrer le bilan radiatif et entraîner un réchauffement climatique. Justifier votre réponse.

Partie B – Origine et conséquences de la couleur rose des glaciers



Les algues des neiges sont des algues unicellulaires capables de vivre à une température d'environ 0 °C. La plus courante d'entre elles est la *Chlamydomonas nivalis* (observée au microscope optique sur la photographie ci-contre). C'est une algue verte qui en plus de la chlorophylle, contient un pigment rouge de type caroténoïde à l'origine de la coloration rose-clair des glaciers. Cet organisme, d'une teinte rose-clair, remonte à la surface, en été, pour pouvoir accéder à l'eau liquide et se multiplie activement.

Source : d'après <https://www.semanticscholar.org/>



Exercice 2 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

Autour de l'uranium

Sur 10 points

Des techniques de datation sur des objets géologiques ont permis de construire un modèle de l'évolution de la composition de l'atmosphère depuis la formation de la Terre. En étudiant quelques données sur l'uranium, on cherche à vérifier la validité d'une partie de ce modèle.

Document 1 – Fabriqué dans les étoiles

Il n'existe aucun noyau stable dont le numéro atomique serait supérieur à celui du bismuth (numéro atomique : 83). Pourtant, on trouve sur Terre des éléments plus lourds encore : le thorium et l'uranium. Ils sont radioactifs et ils ont été formés, au sein des étoiles, il y a plusieurs milliards d'années. [...]

Dans une supernova, c'est-à-dire une étoile super massive qui s'effondre sur elle-même en quelques millisecondes, la densité de matière extrême permet à un noyau de capturer plusieurs neutrons en une seule fois. Le noyau subit ensuite plusieurs transformations radioactives successives qui génèrent des éléments beaucoup plus lourds, dont l'uranium. Puis, dans un rebond explosif, la supernova explose et expulse ces noyaux dans le milieu interstellaire. Ils peuvent ensuite se rassembler autour d'une nouvelle étoile et s'agréger pour se retrouver dans les planètes comme notre Terre.

Source : <https://www.cea.fr/comprendre/Pages/radioactivite/essentiel-sur-uranium.aspx>

- 1- À l'aide du document 1 et de vos connaissances, déterminer le type de transformation nucléaire auquel appartient la formation de l'uranium au cœur des étoiles. Justifier votre réponse.
- 2- En utilisant le document 2 page suivante, définir le terme « isotope » puis donner la composition du noyau d'uranium le plus représenté à l'état naturel.

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 2 – L'élément uranium

Le numéro atomique de l'élément uranium est $Z = 92$.

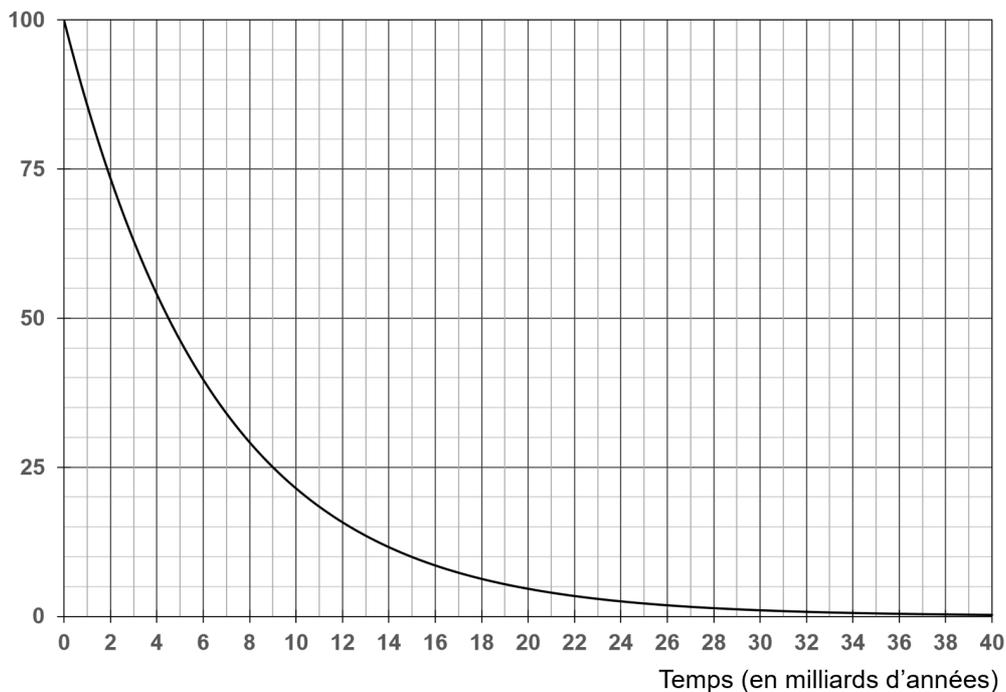
L'uranium naturel se compose de trois isotopes radioactifs : l'uranium 238 de symbole ^{238}U , l'uranium 235 de symbole ^{235}U et l'uranium 234 de symbole ^{234}U . Les proportions de ces trois isotopes sur Terre sont données dans le tableau ci-contre.

Isotopes	Proportions des isotopes sur Terre
Uranium ^{238}U	99,27 %
Uranium ^{235}U	0,72 %
Uranium ^{234}U	0,01 %

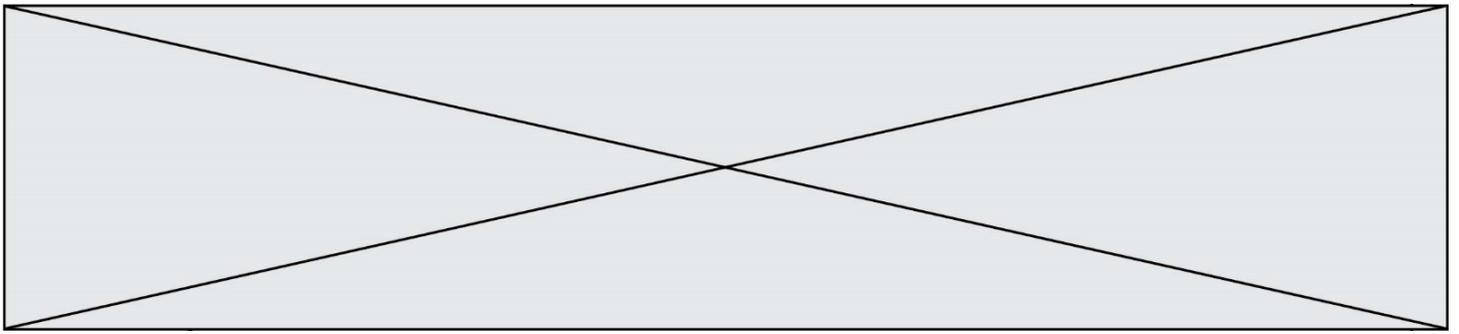
Source : d'après l'auteur

Document 3 – Évolution du pourcentage de noyaux d'uranium 238 radioactifs dans un échantillon au cours du temps

Pourcentage de noyaux de ^{238}U radioactifs dans un échantillon



Source : d'après l'auteur



- 3- Définir le terme « demi-vie » d'un noyau radioactif.
- 4- Déterminer graphiquement la valeur de la demi-vie de l'uranium 238 à l'aide du document 3.
- 5- Proposer une hypothèse expliquant pourquoi nous trouvons encore aujourd'hui de l'uranium 238 sur Terre.

Document 4 – L'uraninite, une archive géologique

L'uraninite (photographie ci-contre), de formule UO_2 est insoluble dans l'eau. L'uranium dans cette roche est sous une forme réduite.

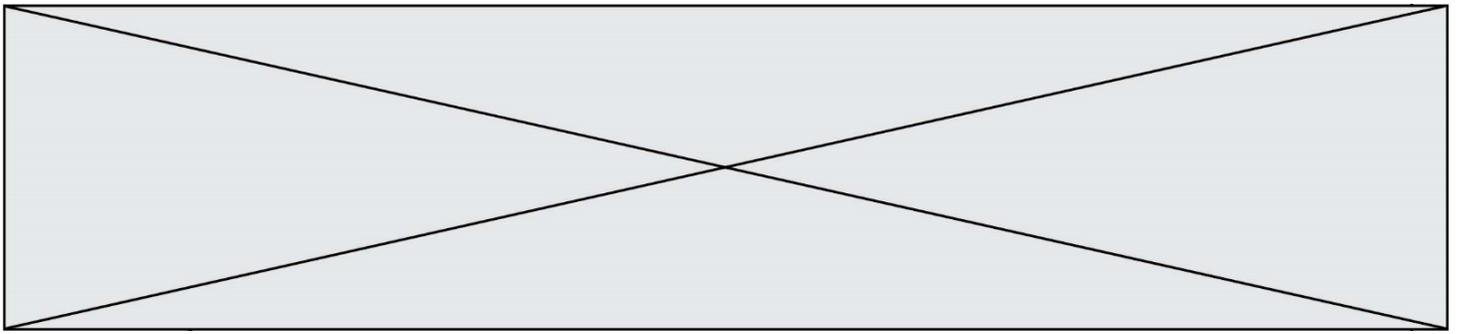
Quand l'uranium est sous forme oxydée UO_3 , il est soluble dans l'eau.

La présence d'uraninite dans un milieu indique donc l'absence de dioxygène dans le milieu en question.



Source de l'image : <https://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/objets/Images/uraninite/uraninite-fig01.jpg>

- 6- À partir du document 4, préciser une des conditions pour former l'uraninite que l'on retrouve actuellement.
- 7- Sachant que l'on ne trouve plus de gisements d'uranium sédimentaire, formés d'uraninite (UO_2), âgés de moins de 2 milliards d'années, préciser l'information apportée par la datation des gisements.



Exercice 3 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

Histoire de l'âge de la Terre

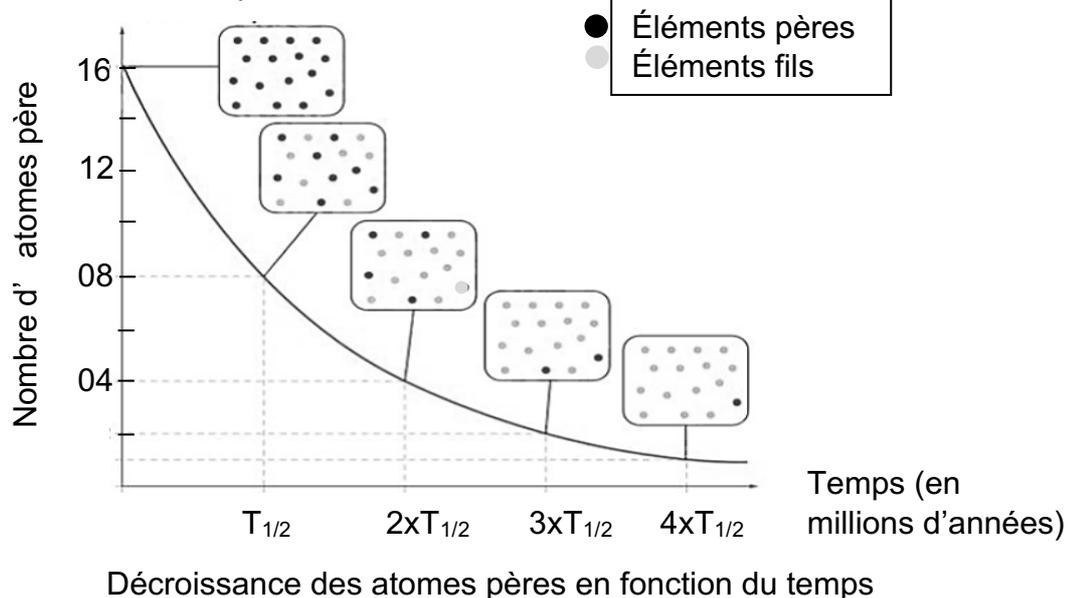
Sur 10 points

On se propose de comprendre de quelle manière on peut connaître l'âge de la Terre.

Partie 1 – La radioactivité des roches, un outil de datation

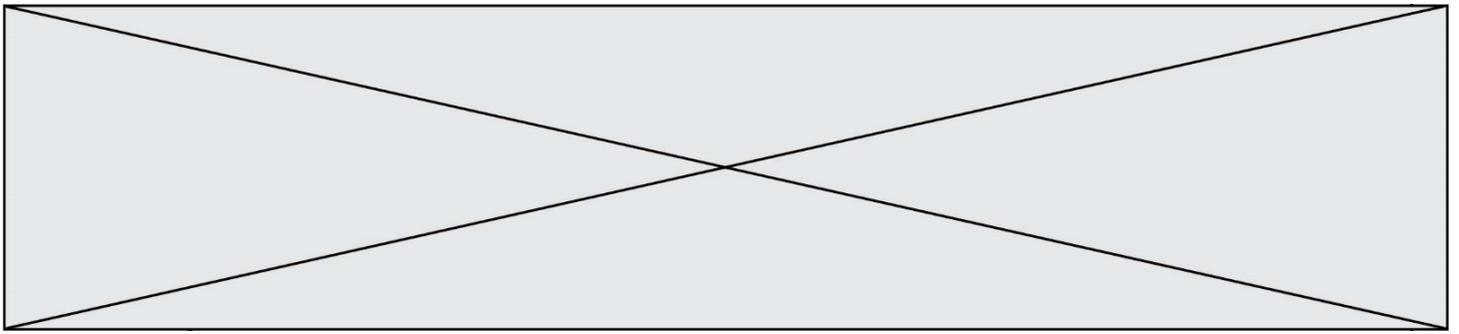
Document 1 – Principe de la datation absolue

Pour dater de manière absolue les roches, on utilise le principe de décroissance radioactive : au cours du temps, des éléments père radioactifs se désintègrent en éléments fils, comme représenté ci-dessous



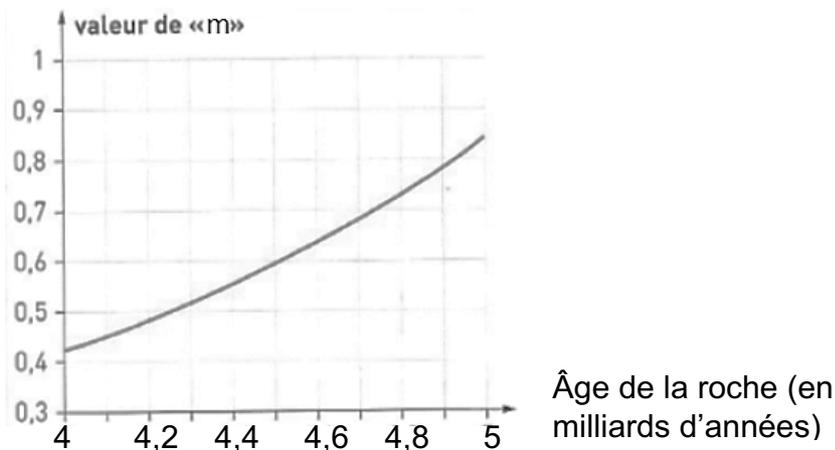
Source : d'après le Livre scolaire

- 1- Le temps de demi-vie (ou période radioactive $T_{1/2}$) correspond à la durée écoulée lorsqu'une certaine quantité d'éléments père est désintégrée. À partir du graphique du document 1, dire quelle est la proportion d'éléments père désintégrée à $T_{1/2}$.
- 2- Calculer le pourcentage d'éléments père encore présents à $t = 4xT_{1/2}$. Vous détaillerez votre calcul.



2b – Graphique représentant un géochronomètre

En utilisant le géochronomètre ci-dessous, il est possible de déterminer graphiquement l'âge d'une roche ou d'un ensemble de roches de même âge grâce à la valeur du coefficient directeur « m » de la droite isochrone.



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

- 1- À partir du document 2, déterminer l'âge des météorites en appliquant la méthode de Patterson. Faire apparaître tous les calculs et les étapes du raisonnement.

Document 3 – Zircon de Jack Hills en Australie, daté à 4.4 Milliards d'années

La plupart des roches terrestres anciennes ont disparu à cause de l'érosion et de la tectonique des plaques. Quelques-uns des minéraux qu'elles contiennent, appelés zircons, présentent une résistance importante. Les zircons sont les plus anciens minéraux retrouvés sur Terre.

Source : FuturaSciences

- 2- Comparer l'âge du zircon de Jack Hills avec l'âge de la Terre établi grâce à la méthode de Patterson, puis expliquer en quoi il est plus fiable de dater la formation de la Terre à l'aide de mesures réalisées sur des météorites plutôt qu'en utilisant des roches terrestres.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

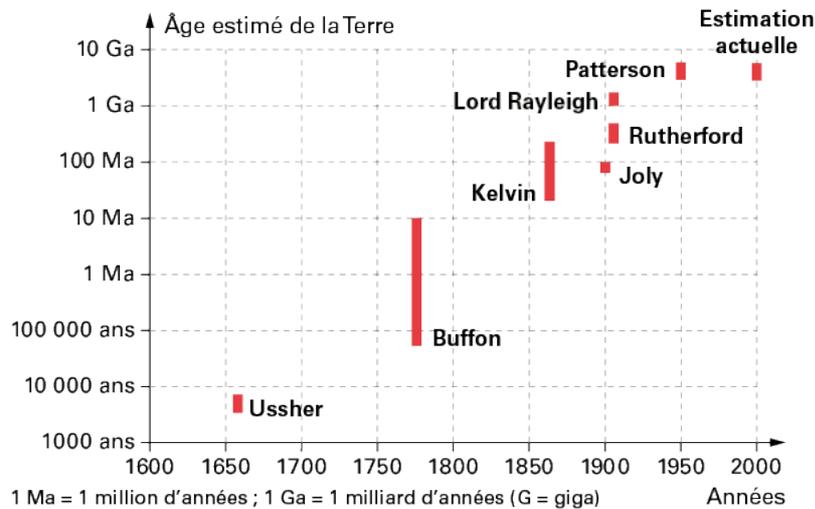
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Partie 3 – Histoire de l'âge de la Terre

Document 4 – âge estimé de la Terre en fonction des années

Le graphique ci-dessous représente les âges donnés à la Terre par quelques auteurs au cours de notre Histoire.



Source : Le livre scolaire

- 3- En utilisant les données du document 4 et vos connaissances, commentez brièvement la proposition suivante : « les théories scientifiques ne sont que des théories, elles peuvent toujours changer ». Préciser en particulier comment la communauté scientifique procède pour valider une théorie.