



Exercice 1 (obligatoire) – Niveau terminale

Thème « Science, climat et société »

Photosynthèse et transition écologique

Sur 10 points

Les panneaux solaires photovoltaïques convertissent directement l'énergie radiative du soleil en électricité. Il en existe différents types. Dans le cadre de la transition énergétique actuelle, les chercheurs continuent à explorer différentes pistes d'évolution des techniques afin de les rendre plus efficaces et/ou plus respectueuses de l'environnement.



Document 1 : Les panneaux voltaïques monocristallins

Un panneau photovoltaïque est constitué de divers matériaux dont l'extraction n'est pas neutre du point de vue environnemental et social. La production de panneaux solaires, fortement encouragée par les subventions d'État, a explosé ces dernières années.

La très grande majorité des panneaux solaires est constituée de silicium cristallin, élément que l'on extrait du sable ou du quartz. Ces panneaux monocristallins sont ceux qui présentent les taux de rentabilité les plus élevés. Leur fabrication étant complexe, ils coûtent cher.

En Chine, des scandales de rejets massifs dans l'atmosphère de poudre de silicium (matière première de la cellule photovoltaïque, disponible en abondance), et de pollution causée par les opérations de raffinage du silicium ont été dénoncés et documentés au cours des dix dernières années.

Aujourd'hui, au terme de leur durée de vie optimale (estimée à environ 25 ans), les panneaux photovoltaïques, qu'ils aient été construits en Chine ou en Europe, sont recyclables entre 95 et 99 % pour la plupart des constructeurs.

Source : d'après les sites Greenpeace.fr et engie.fr



1- À partir des éléments donnés dans les documents 1 et 2, présenter les avantages et les limites des panneaux photovoltaïques biologiques et des panneaux photovoltaïques monocristallins.

2- En vous basant sur les données chiffrées mentionnées dans les documents 2 et 3 :

a- Montrer que la surface de panneaux monocristallins nécessaire pour couvrir les besoins d'une maison basse consommation de 100 m² est environ 47 m².

b- Calculer la surface de panneaux monocristallins qui serait nécessaire pour couvrir les besoins de la ville de Paris.

c- Réaliser ensuite, pour une maison de 100 m² et pour la ville de Paris, les mêmes calculs dans le cadre d'une installation photovoltaïque biologique.

3- En vous appuyant sur l'ensemble de vos résultats, montrer que, malgré leurs avantages, les panneaux solaires biologiques ne seraient pas une alternative pertinente à explorer par les chercheurs au regard des éléments donnés dans les documents.



2- Calculer la masse de sel apportée chaque année par les rivières à l'océan.

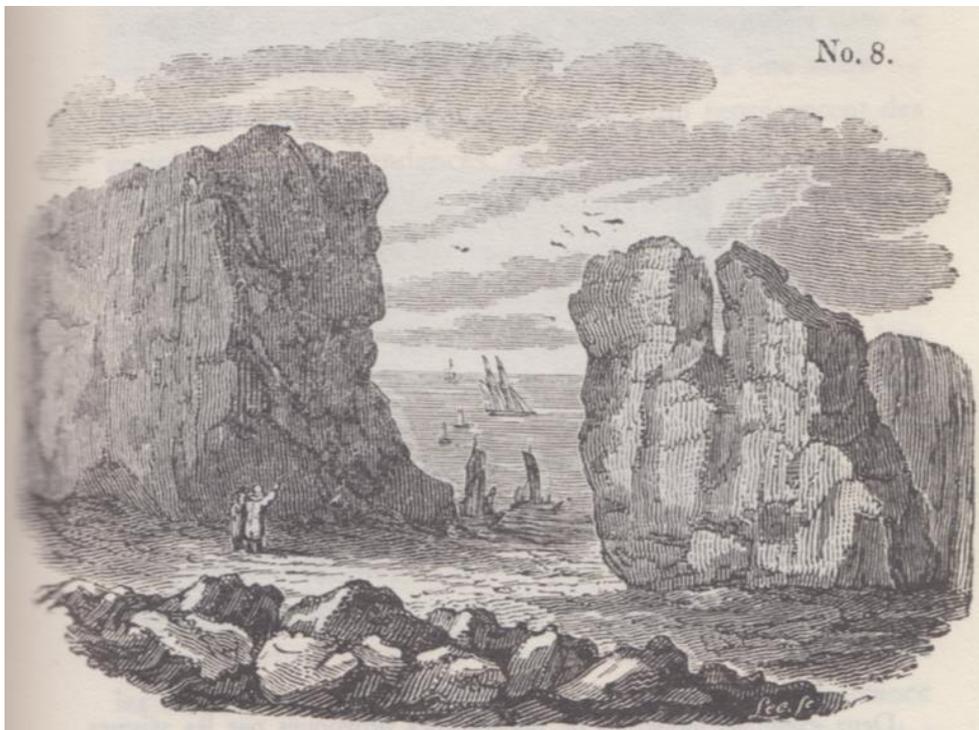
3- En déduire, comme l'a fait John Joly, que l'âge de la Terre calculé par cette méthode est d'environ 100 millions d'années.

4- En réalité, une partie du sel dissous subit une sédimentation dans certaines régions littorales et peut également être échangé avec du calcium lors de l'altération sous-marine du basalte. Commenter la validité de la méthode de calcul proposée par John Joly.

Partie 2. Érosion et sédimentation

Document 1 : un exemple de destruction due à l'érosion

Le "Grind of the Navir" correspond à une ouverture faite par la mer dans une falaise des îles Shetland. Cette ouverture est élargie d'hiver en hiver par la houle qui s'y engouffre.



Extrait de la sixième édition de *Principles of geology* (1833) par Charles Lyell

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

Document 2 : l'argument des temps de sédimentation et d'érosion par Charles Darwin

« Ainsi que Lyell l'a très justement fait remarquer, l'étendue et l'épaisseur de nos couches de sédiments sont le résultat et donnent la mesure de la dénudation¹ que la croûte terrestre a éprouvée ailleurs. Il faut donc examiner par soi-même ces énormes entassements de couches superposées, étudier les petits ruisseaux charriant de la boue, contempler les vagues rongant les antiques falaises, pour se faire quelque notion de la durée des périodes écoulées [...]. Il faut surtout errer le long des côtes formées de roches modérément dures, et constater les progrès de leur désagrégation. [...] Rien ne peut mieux nous faire concevoir ce qu'est l'immense durée du temps, selon les idées que nous nous faisons du temps, que la vue des résultats si considérables produits par des agents atmosphériques² qui nous paraissent avoir si peu de puissance et agir si lentement. Après s'être ainsi convaincu de la lenteur avec laquelle les agents atmosphériques et l'action des vagues sur les côtes rongent la surface terrestre, il faut ensuite, pour apprécier la durée des temps passés, considérer, d'une part, le volume immense des rochers qui ont été enlevés sur des étendues considérables, et, de l'autre, examiner l'épaisseur de nos formations sédimentaires. [...]

J'ai vu, dans les Cordillères [une chaîne de montagnes], une masse de conglomérats³ dont j'ai estimé l'épaisseur à environ 10 000 pieds [3 km] ; et, bien que les conglomérats aient dû probablement s'accumuler plus vite que des couches de sédiments plus fins, ils ne sont cependant composés que de cailloux roulés et arrondis qui, portant chacun l'empreinte du temps, prouvent avec quelle lenteur des masses aussi considérables ont dû s'entasser. [...] M. Croll démontre, relativement à la dénudation produite par les agents atmosphériques, en calculant le rapport de la quantité connue de matériaux sédimentaires que charrient annuellement certaines rivières, relativement à l'étendue des surfaces drainées, qu'il faudrait six millions d'années pour désagréger et pour enlever au niveau moyen de l'aire totale qu'on considère une épaisseur de 1 000 pieds [305 mètres] de roches. Un tel résultat peut paraître étonnant, et le serait encore si, d'après quelques considérations qui peuvent faire supposer qu'il est exagéré, on le réduisait à la moitié ou au quart. Bien peu de personnes, d'ailleurs, se rendent un compte exact de ce que signifie réellement un million ».

Extrait "Du laps de temps écoulé, déduit de l'appréciation de la rapidité des dépôts et de l'étendue des dénudations", *L'origine des espèces*, Charles Darwin, p. 393-398 (1859).

- 1 - La dénudation correspond à l'effacement des reliefs par érosion.
- 2 - Les agents atmosphériques désignent les agents responsables de l'érosion comme la pluie, le gel, le vent.
- 3 - Un conglomérat est une roche issue de la dégradation mécanique d'autres roches et composée de sédiments liés par un ciment naturel.



5- Expliquer la démarche utilisée par C. Darwin permettant d'estimer un âge minimal pour la Terre. La réponse ne doit pas excéder une demi-page.

6- Commenter les résultats obtenus par ces deux méthodes au regard de l'âge de la Terre estimé aujourd'hui.

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 : / /

 Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1

Exercice 3 (au choix) – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

Géode de galène

Sur 10 points

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

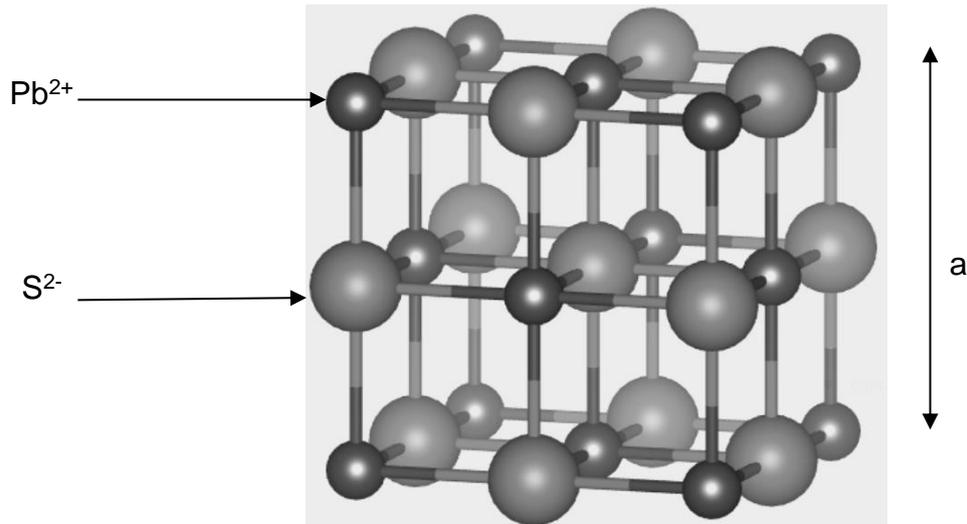
1- La galène est un solide minéral composé en majorité de sulfure de plomb qui possède une structure cristalline de type chlorure de sodium constituée des ions plomb Pb^{2+} et des ions sulfure S^{2-} (voir document 1 page suivante).

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

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



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



2-a- Justifier qu'il y a quatre ions plomb Pb^{2+} et quatre ions sulfure 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 : Pb_2S

B : PbS_2

C : PbS

D : 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 Pb^{2+} : $m_{\text{Pb}^{2+}} = 3,44 \times 10^{-22}$ g.

Masse d'un ion sulfure 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.

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- 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 ⁻³)	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⁻³ et 7,60 g.cm⁻³.

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

Partie 2 : détermination de l'âge de la Terre

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

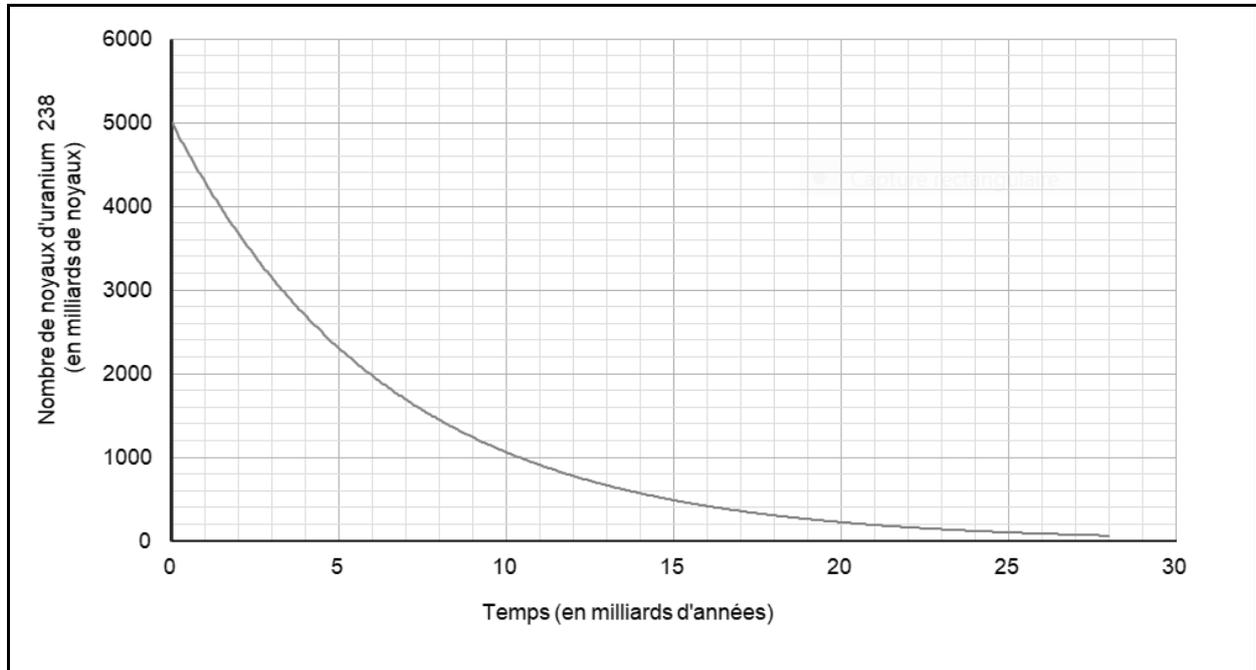
Document 2 : principe de la datation uranium-plomb

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

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.



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.