

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

## ÉVALUATION

**CLASSE :** Première

**VOIE :**  Générale  Technologique  Toutes voies (LV)

**ENSEIGNEMENT :** Enseignement scientifique

**DURÉE DE L'ÉPREUVE :** 2h

Niveaux visés (LV) : LVA LVB

Axes de programme :

**CALCULATRICE AUTORISÉE :**  Oui  Non

**DICTIONNAIRE AUTORISÉ :**  Oui  Non

Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

Ce sujet intègre des éléments en couleur. S'il est choisi par l'équipe pédagogique, il est nécessaire que chaque élève dispose d'une impression en couleur.

Ce sujet contient des pièces jointes de type audio ou vidéo qu'il faudra télécharger et jouer le jour de l'épreuve.

**Nombre total de pages :** 12

**Le candidat traite seulement deux exercices, de son choix,**  
**parmi les trois qui sont proposés dans ce sujet.**

**Il indique son choix en début de copie.**



## Exercice 1 – Niveau première

Thème « Une longue histoire de la matière »

### L'or : exploitation et conséquences sanitaires

Sur 10 points

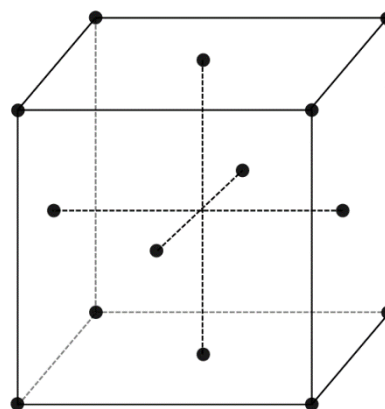
L'objectif de cet exercice est d'étudier la structure cristalline de l'or puis de comprendre en quoi l'exploitation de l'or peut favoriser le développement de troubles neurologiques dans les populations humaines.

#### Partie 1. La structure du cristal d'or

Document 1. Représentations de la maille cristalline de l'or

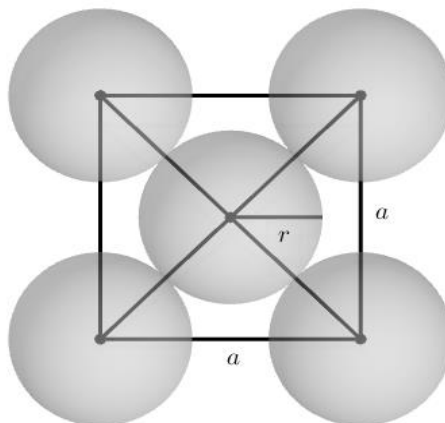
L'or cristallise en réseau cubique à faces centrées. Les atomes d'or sont assimilés à des sphères rigides, tangentes entre elles, de rayon  $r = 144,2 \text{ pm}$  ( $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$ ). Les points de tangence sont situés sur la diagonale d'une face du cube.

Ci-dessous, les points représentent la position des centres des atomes d'or dans la maille : chaque atome au sommet du cube appartient à huit mailles et ceux au centre de chaque face appartiennent à deux mailles.



réseau

On donne la représentation plane de la face d'une maille sur la figure suivante ;  $a$  est la longueur de l'arête de la maille et  $r$  est le rayon d'un atome.



1- On note  $a$  la longueur de l'arête du cube représentant une maille. Démontrer par le calcul que  $a = 407,9$  pm. En déduire le volume  $V_m$  d'une maille cubique en  $\text{pm}^3$ .

2- On rappelle que le volume  $V$  d'une sphère de rayon  $r$  est  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ . Calculer, en  $\text{pm}^3$ , le volume  $V_0$  d'un atome d'or.

3- On définit la compacité  $C$  d'un cristal par la relation :

$$C = \frac{\text{Volume occupé par les atomes d'une maille}}{\text{Volume de la maille}}$$

Calculer la compacité du cristal d'or.

## Partie 2. Conséquences sanitaires de l'exploitation d'or

L'extraction de l'or nécessite d'utiliser de grandes quantités de cyanure et de mercure. Chez les adultes, les effets d'une exposition importante au mercure se remarquent par des symptômes affectant le système nerveux : des tremblements et des pertes de capacités sensorielles, avec notamment la perte de coordination entre les cellules musculaires et nerveuses, des troubles de la mémoire, et des déficiences intellectuelles. Le mercure est considéré par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme l'un des dix produits chimiques ou groupes de produits chimiques extrêmement préoccupants pour la santé publique.



### Document 2. Les effets du méthyl-mercure sur les êtres-vivants

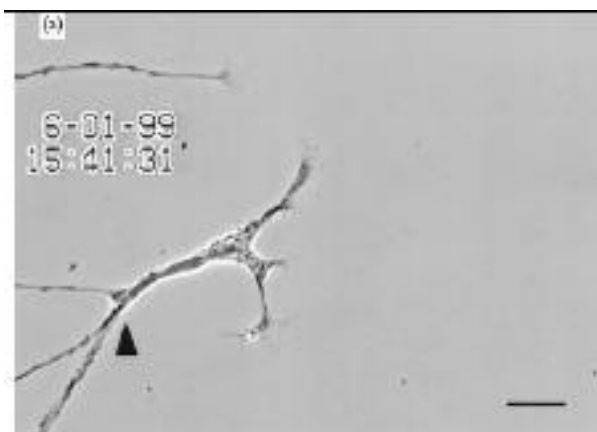
Le cyanure et le mercure, utilisés sans précaution pour l'extraction de l'or, contaminent les sols et les nappes phréatiques à jamais. Même après la fermeture des mines, les gravats traités au cyanure génèrent pendant des décennies des acides sulfuriques toxiques.

Le mercure peut se transformer dans l'environnement en méthyl-mercure. Ce méthyl-mercure tend à s'accumuler dans les eaux et dans les espèces aquatiques. [...]

Le méthyl-mercure a la capacité de provoquer une réaction chimique dégradant les phospholipides de la membrane plasmique. Le méthyl-mercure peut pénétrer dans la cellule à travers ces membranes et peut se fixer sur certains organites notamment les mitochondries, et sur des protéines cytoplasmiques, dont le fonctionnement est alors altéré. Les cellules nerveuses sont particulièrement touchées.

D'après Segall H.J., Wood J.M.(1974). Reaction of methyl mercury with plasmalogens suggests a mechanism for neurotoxicity of metal-alkyls. Nature, 248 : 456-8

### Document 3. Suivi microscopique de la croissance de cellules nerveuses dans différentes conditions (sans et avec exposition au méthyl-mercure)



La même cellule nerveuse est suivie, dans différentes conditions environnementales.

**a** – Avant exposition au méthyl-mercure.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

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

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

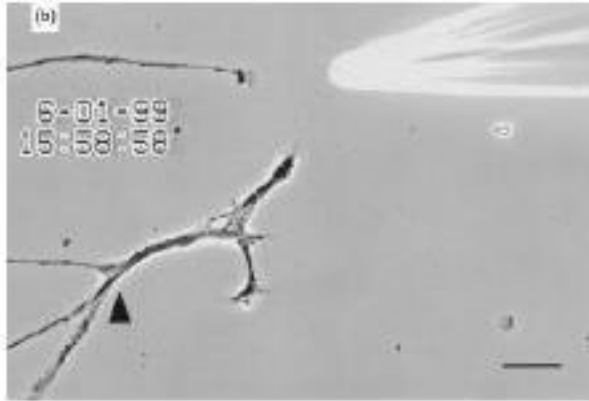


Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1



**b** – Après une exposition de 10 minutes au méthyl-mercure.



**c** – Après une exposition de 40 minutes au méthyl-mercure.

La barre d'échelle visible en bas à droite des photographies mesure 30  $\mu\text{m}$ .

La flèche noire permet de comparer un même point sur chaque image.

D'après Retrograde degeneration of neurite [...] in vitro exposure to mercury, Christopher C. W., Leong et al. – NeuroReport – Décembre 2000

**4-** À partir de l'exploitation des documents et de vos connaissances, expliquer l'origine cellulaire des symptômes présentés par les individus fortement exposés au mercure.

Une réponse argumentée structurée est attendue. Elle ne doit pas excéder une page.



## Exercice 2 – Niveau première

Thème « La Terre, un astre singulier »

### Histoire d'eau : deux méthodes historiques permettant d'estimer l'âge de la Terre

Sur 10 points

Deux approches ont permis d'estimer l'âge de la Terre au cours du XIX<sup>e</sup> siècle. La première utilise la mesure de la salinité de l'eau des océans tandis que la seconde se base sur l'étude des phénomènes de sédimentation et d'érosion.

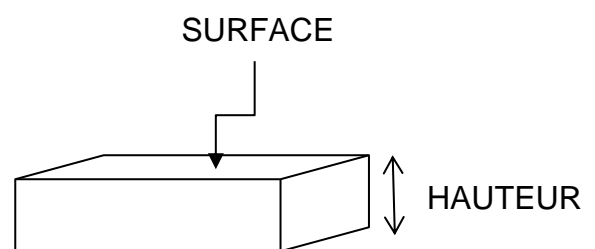
#### Partie 1. Estimation de l'âge de la Terre à l'aide de la salinité des eaux de mer

À la toute fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le physicien irlandais John Joly proposa une méthode d'estimation de l'âge de la Terre basée sur le taux de sel dans les océans : la salinité.

Les eaux de pluie ruissellent à la surface de la Terre et se chargent en sel contenu dans les roches de la croûte terrestre pour ensuite alimenter les rivières qui, à leur tour, se déversent dans les océans. La quantité de sel dissous dans les océans résulterait donc du déversement du sel contenu dans les rivières.

La première question porte sur le calcul de la masse de sel contenue dans les océans.

**1-a** Calculer, en km<sup>3</sup>, le volume total des océans modélisés sous la forme d'un parallélépipède rectangle (cf. schéma ci-contre).



Données utilisées par John Joly :

- Superficie totale des océans :  $360 \times 10^6$  km<sup>2</sup>
- Profondeur moyenne des océans : 3,797 km
- Masse volumique moyenne des océans :  $1,03 \times 10^9$  tonnes par km<sup>3</sup>
- L'eau des océans contient environ 1,07 % en masse de sel dissous
- Déversement des rivières dans les océans :  $2,72 \times 10^4$  km<sup>3</sup> par an
- Concentration moyenne du sel dissous dans les rivières : 5 250 tonnes par km<sup>3</sup>

**1-b** Calculer la masse totale des océans en tonnes.

**1-c** En déduire que la masse de sel contenue dans les océans est de  $1,5 \times 10^{16}$  tonnes environ. On fera apparaître le calcul.


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

- 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.

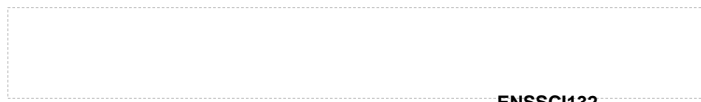
**Partie 2. Érosion et sédimentation**

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







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 dénudation<sup>1</sup> 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 atmosphériques<sup>2</sup> 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 conglomérats<sup>3</sup> 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.



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

**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.



### Exercice 3 – Niveau première

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

#### Le rayonnement solaire reçu sur Terre

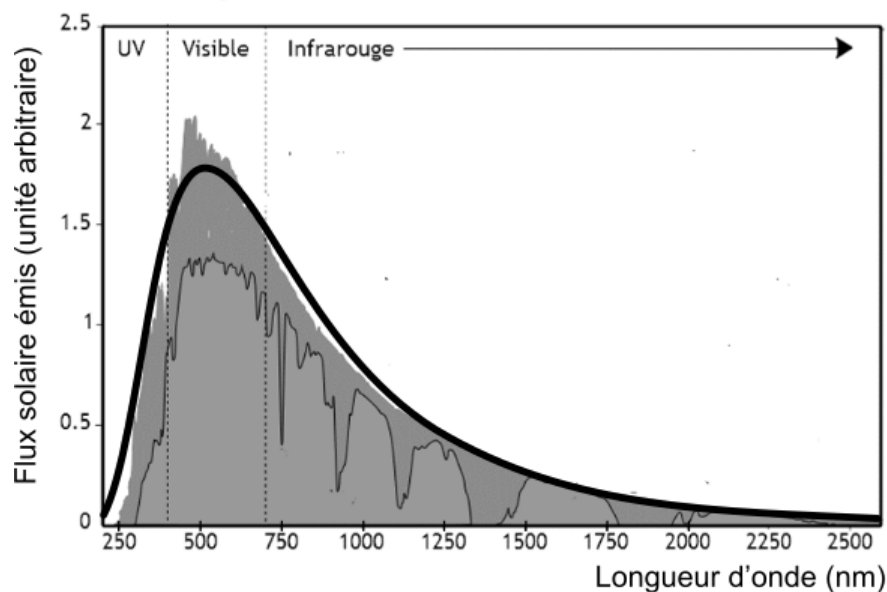
Sur 10 points

L'exercice s'intéresse aux caractéristiques du rayonnement solaire reçu sur Terre.

Donnée : la vitesse de propagation de la lumière dans le vide vaut  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

#### PARTIE A. TEMPÉRATURE DE LA SURFACE DU SOLEIL

Document 1. Spectre du rayonnement émis par le Soleil.



Le spectre de corps noir modélisant au mieux le spectre d'émission solaire est indiqué sur la courbe en trait épais.

Source : AbulÉdu-fr

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

1- Selon la loi de Wien, la longueur d'onde d'émission maximale d'un corps noir est inversement proportionnelle à la température absolue de la surface d'une étoile selon la formule :

$$\lambda_{\max} = \frac{k}{T}$$

où  $\lambda_{\max}$  représente la longueur d'onde du maximum d'émission (exprimée en mètres),  $k$  est une constante de valeur  $2,89 \times 10^{-3} \text{ m}\cdot\text{K}$  et  $T$  représente la température absolue (exprimée en kelvins).

À l'aide de ces informations et du document 1, déterminer la température de surface du Soleil.

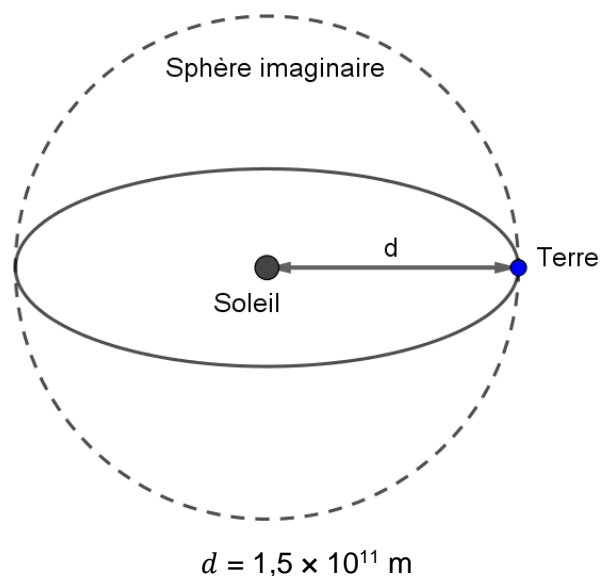
## PARTIE B. ÉNERGIE SOLAIRE REÇUE PAR LA TERRE

### Document 2. 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.

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  $d$  est  $S = 4\pi d^2$  et que l'aire d'un disque de rayon  $R$  est  $S_{\text{disque}} = \pi R^2$ .



2- Le rayonnement solaire met en moyenne 500 s à nous parvenir depuis le Soleil.

Montrer que la distance moyenne Soleil-Terre est  $d = 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$ .



**3-** La constante solaire exprime la puissance émise par le Soleil que recevrait un mètre carré de la surface terrestre exposé directement aux rayons du Soleil si l'atmosphère terrestre n'existait pas, la surface étant perpendiculaire aux rayons solaires. Elle varie au cours de l'année. Sa moyenne annuelle est de  $1\,370\text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ .

En s'appuyant sur le document 2 et la valeur de la constante solaire, calculer la puissance totale rayonnée par le Soleil.

**4-** La Terre intercepte le rayonnement solaire sur une surface correspondant à un disque de rayon  $R = 6\,400\text{ km}$ .

Calculer l'aire de cette surface, exprimée en  $\text{m}^2$ .

**5-** Montrer par le calcul que la puissance solaire reçue par la Terre (en dehors de l'atmosphère) d'après ce modèle est voisine de  $1,77 \times 10^{17}\text{ W}$ .

**6-** Expliquer pourquoi la puissance solaire reçue par unité de surface terrestre n'est pas uniforme à la surface de la Terre. Il est recommandé de s'appuyer sur un schéma.