

Exercice 1 – 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

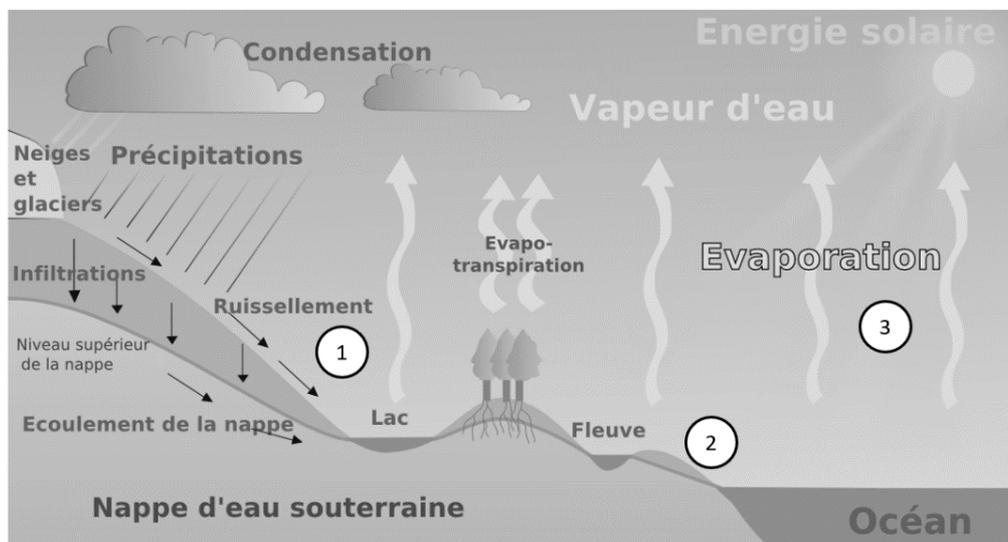
Deux approches ont permis d'estimer l'âge de la Terre au cours du XIXe siècle. La première utilise la mesure de la salinité de l'eau des océans tandis que la seconde se base sur l'étude des phénomènes de sédimentation et d'érosion.

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

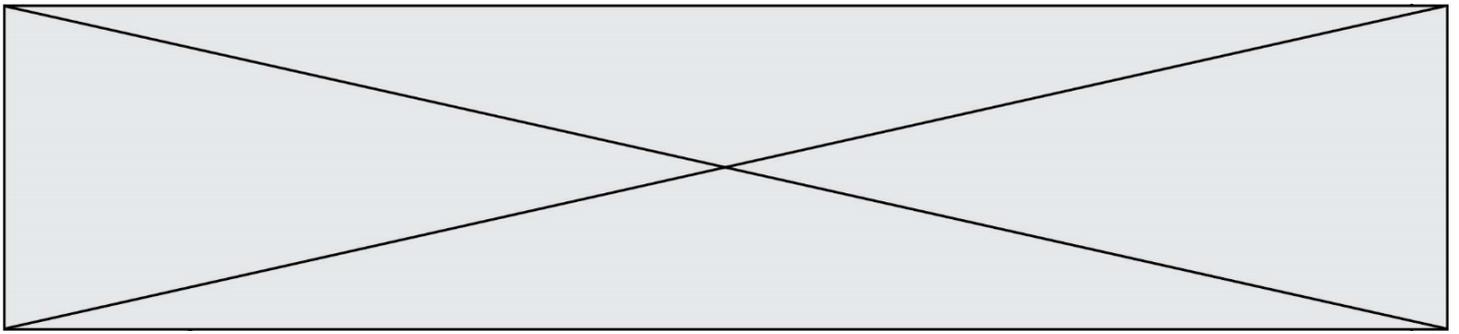
À la toute fin du XIXe siècle, le physicien irlandais John Joly proposa une méthode d'estimation de l'âge de la Terre basée sur le taux de sel dans les océans : la salinité.

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.

Document 1 – L'eau de ruissellement se charge en sels minéraux ①, les transporte vers l'océan ② d'où elle s'évapore ③



Source : d'après Wikipedia.fr (article « ruissellement »)



Document 3 – Un argument géologique avancé par Charles Darwin

« Je suis tenté de donner un autre exemple, celui, bien connu, de la dénudation¹ de Weald. Se tenir sur les Downs du Nord et regarder les Downs du Sud éloignés est une admirable leçon, car [...] on peut s'imaginer le grand dôme de rochers qui a dû recouvrir le Weald à une époque aussi proche que la dernière période du Crétacé.

La distance entre les Downs du Sud et du Nord est environ de 22 miles², et l'épaisseur des diverses formations est en moyenne de 1100 pieds³, selon le professeur Ramsay. [...] Si nous connaissions la vitesse à laquelle la mer érode en moyenne une ligne de falaises d'une hauteur donnée, nous pourrions mesurer le temps qui a été nécessaire pour dénuder le Weald. Cela, bien sûr, est impossible ; mais nous pouvons, pour faire une approximation grossière, supposer que la mer effrite des falaises de 500 pieds de hauteur à la vitesse d'un pouce par siècle. Cette estimation paraîtra au premier abord insuffisante mais elle correspond à l'érosion d'une falaise d'un mètre de haut sur toute une ligne côtière à peu près tous les 22 ans.

Je doute qu'aucune roche, même friable comme la craie, s'effriterait à une telle vitesse, sauf sur les côtes les plus exposées, bien que la dégradation d'une haute falaise soit accélérée par l'effritement des fragments qui tombent. D'autre part, je ne crois pas qu'il existe de ligne côtière longue de 10 ou 20 miles qui subisse une dégradation en même temps uniformément sur toute la longueur d'une côte escarpée. [...]

J'en conclus que, dans des circonstances normales, une dénudation d'un pouce par siècle sur toute la longueur d'une falaise de 500 pieds de haut serait une estimation suffisante.

À cette vitesse, d'après ces données, la dénudation du Weald a dû exiger 306 662 400 ans, disons 300 millions d'années. L'action de l'eau douce sur les pentes douces du Weald, lorsqu'elles ont été surélevées, n'a pu être bien grande, mais diminuerait cependant l'estimation ci-dessus. D'autre part, pendant des oscillations de niveau, et nous savons que cette surface y a été soumise, la surface a dû exister pendant des millions d'années sous forme de terre ferme, et échapper ainsi à l'action de la mer ; de même lorsqu'elle a été profondément immergée durant des périodes probablement tout aussi longues, elle aura de même échappé à l'action des vagues. De sorte que probablement il s'est écoulé une période bien supérieure à 300 millions d'années depuis la dernière période de l'ère secondaire. »

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. 339-341 (1859).

1 : La dénudation correspond à la dégradation des reliefs par érosion

2 : 1 mile = 1,6 kilomètre

3 : 1 pied = 30,5 cm

Modèle CCYC : ©DNE																				
Nom de famille (naissance) : <small>(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)</small>																				
Prénom(s) :																				
N° candidat :											N° d'inscription :									
 <small>Liberté • Égalité • Fraternité</small> <small>RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small>	<small>(Les numéros figurent sur la convocation.)</small>																			
	Né(e) le :			/			/													

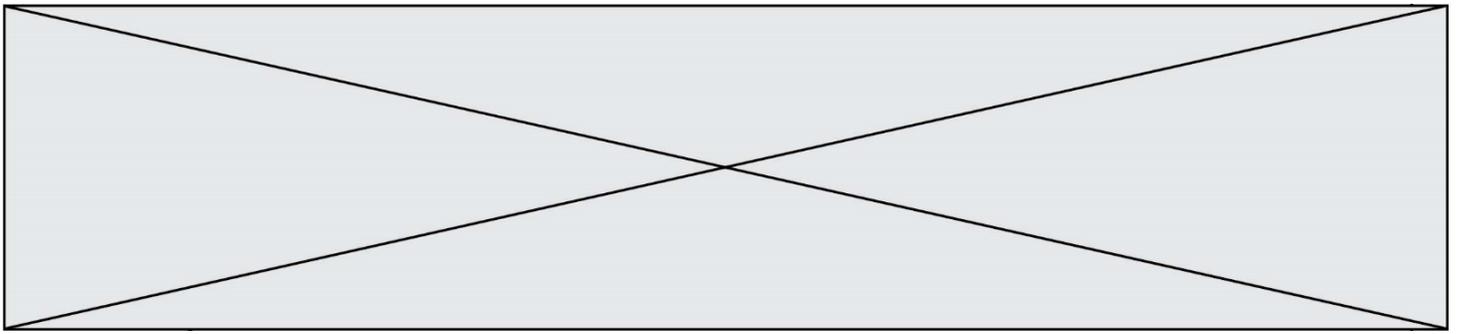
1.1

Les questions suivantes visent à expliquer la démarche utilisée par C. Darwin permettant d'estimer un âge minimal pour la Terre.

- 5- Nommer et expliquer le phénomène géologique qui permet à Darwin de donner un âge à la structure étudiée.
- 6- Relever, dans le document 3, l'âge de la Terre obtenu par Darwin et expliquer la méthode qu'il a utilisée pour déterminer cet âge.
- 7- Relever, dans le document 3, l'événement effectivement daté par Darwin et justifier que l'âge de la Terre est forcément supérieur à l'âge calculé.
- 8- Relever, dans le document 3, un argument rendant le calcul précédent incertain, en précisant s'il tend à augmenter ou diminuer l'âge calculé précédemment.

Partie 3 – Bilan

- 9- Commenter les résultats obtenus par les deux méthodes des parties 1 et 2 au regard de l'âge de la Terre estimé aujourd'hui.
- 10- En vous appuyant sur les documents et sur vos connaissances, expliquer en quoi les méthodes de détermination de l'âge de la Terre présentées ici relèvent des caractéristiques de l'activité scientifique suivantes :
 - 10-a- Les savoirs évoluent au cours du temps (par continuité et/ou rupture et controverses) ; un savoir scientifique est fiable et robuste mais jamais certain et absolu.
 - 10-b- Plusieurs démarches permettent l'élaboration du savoir ; dépendantes de l'évolution des techniques.



Exercice 2 – 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.

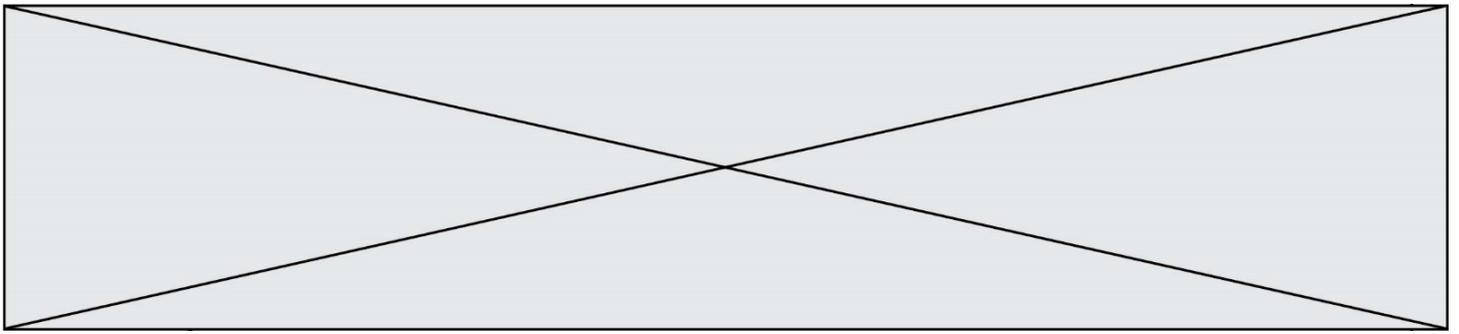
Partie 1 – La structure d'un minerai aurifère

La région d'Ontario au Canada présente de nombreuses mines et notamment des mines d'or, dont la mine Red Lake. C'est de cette mine qu'a été extrait le minerai ci-dessous. Ce minerai est un basalte tholéiitique métamorphisé, dans lequel sont inclus du quartz et de l'or.

D'après https://en.wikipedia.org/wiki/Red_Lake_Mine

Document 1 – Morceau de minerai extrait dans la mine Red Lake (6,6 cm pour son diamètre le plus large) et modélisation de sa composition

Sources : d'après Wikipedia.org, Libmol.org et <http://www.macromicrophoto.fr/petrography>



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.

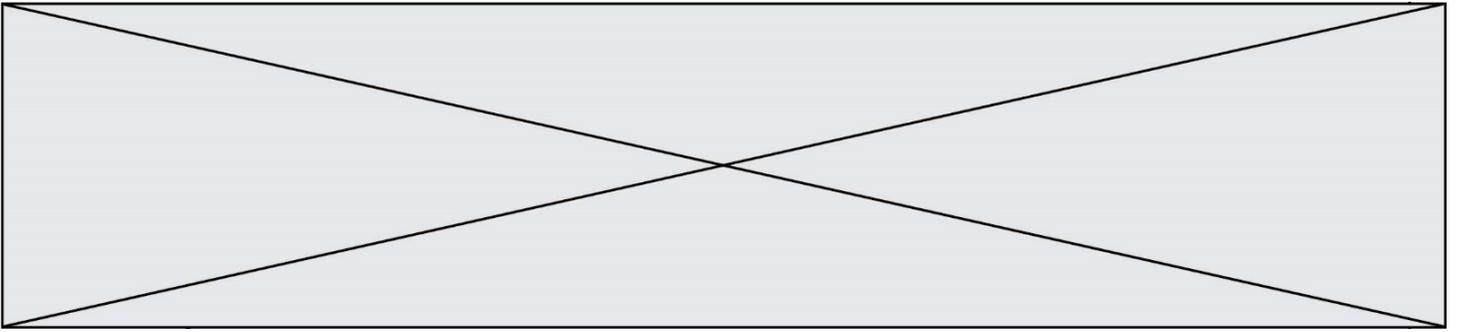
Document 3 – Les effets du méthylmercure sur les êtres vivants

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 méthylmercure. Ce méthylmercure tend à s'accumuler dans les eaux et dans les espèces aquatiques. [...]

Le méthylmercure a la capacité de provoquer une réaction chimique dégradant les [molécules de] phospholipides qui constituent la membrane plasmique. Le méthylmercure 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.

Source : 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

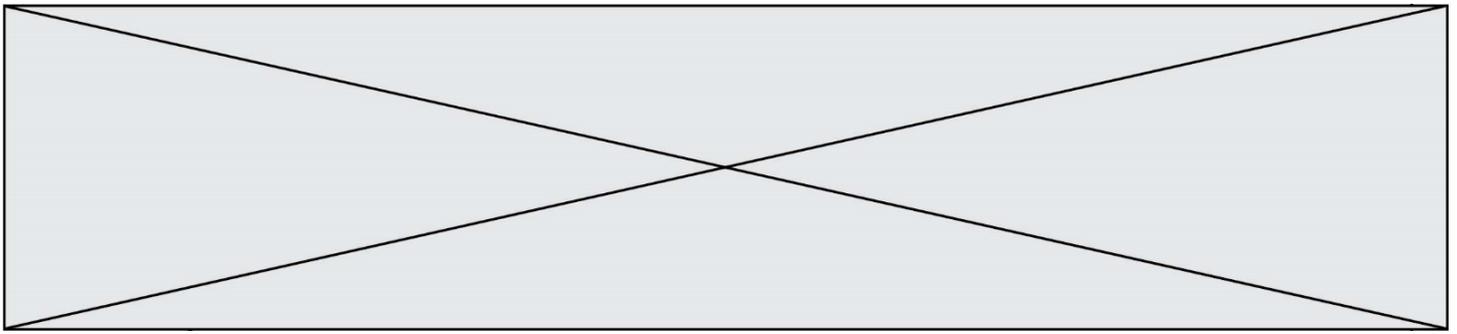


4- À partir de l'exploitation des documents et de vos connaissances :

4-a- Sur votre copie, indiquer dans la liste ci-dessous le ou les éléments des différentes échelles de l'organisme qui sont altérées par le méthylmercure. Justifier.

- a. atome
- b. molécule
- c. organite
- d. cellule
- e. organisme

4-b- Rappeler le rôle de la membrane plasmique dans le fonctionnement cellulaire normal, puis expliquer comment le méthylmercure le modifie et provoque les symptômes nerveux présentés par les individus fortement exposés au mercure. Une réponse argumentée structurée est attendue. Elle ne doit pas excéder une page.



Partie 1 – Des données expérimentales à un modèle mathématique possible

Document 1 – Montage expérimental permettant de mesurer la puissance lumineuse reçue par un récepteur en fonction de la distance à la source lumineuse

On dispose d'une lampe et d'un capteur, le luxmètre*, permettant de mesurer l'éclairement lumineux reçu.

L'expérimentateur réalise une série de mesures en éloignant progressivement le luxmètre de la lampe. On présente ces mesures dans le tableau ci-dessous.

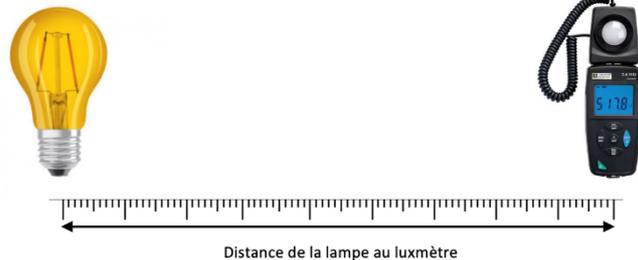


Tableau des mesures réalisées :

Distance par rapport à la lampe (en mètres)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1
Éclairement lumineux reçu (en lux**)	10 800	5 300	3 100	1 800	1 000	700	500	400

* Luxmètre : appareil de mesure de l'éclairement lumineux comportant une cellule photosensible.

** Lux : unité de mesure de l'éclairement lumineux (puissance lumineuse reçue par unité de surface).

Source : d'après <https://www.pierron.fr/news/fiches-tp-svt-2nd.html>

- 1- Le graphique de l'annexe 1 (à rendre avec la copie) permet de représenter les variations de l'éclairement lumineux reçu par le capteur en fonction de la distance à la source d'énergie. Reporter sur ce graphique les points expérimentaux obtenus dans le document 1.
- 2- À partir de l'allure du nuage de points obtenu à la question 1, un tableur permet de proposer une modélisation mathématique par une fonction. Cette fonction, notée f , est définie par

$$f(d) = \frac{432}{d^2}$$

où d représente la distance à la lampe (en mètres) et $f(d)$ l'éclairement lumineux reçu (en lux).

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-a- En utilisant cette modélisation mathématique, compléter le tableau de valeurs donné en annexe 2 à rendre avec la copie. On arrondira les résultats à l'unité.

2-b- Représenter la fonction f dans le repère donné en annexe 1.

2-c- Cette modélisation mathématique semble-t-elle pertinente pour caractériser la relation entre l'éclairement lumineux reçu par le capteur et la distance à la source lumineuse ? Justifier.

3- On admet que la loi illustrée expérimentalement dans le document 1 est générale : « La puissance lumineuse par unité de surface reçue par un objet est inversement proportionnelle au carré de la distance qui le sépare de la source lumineuse ».

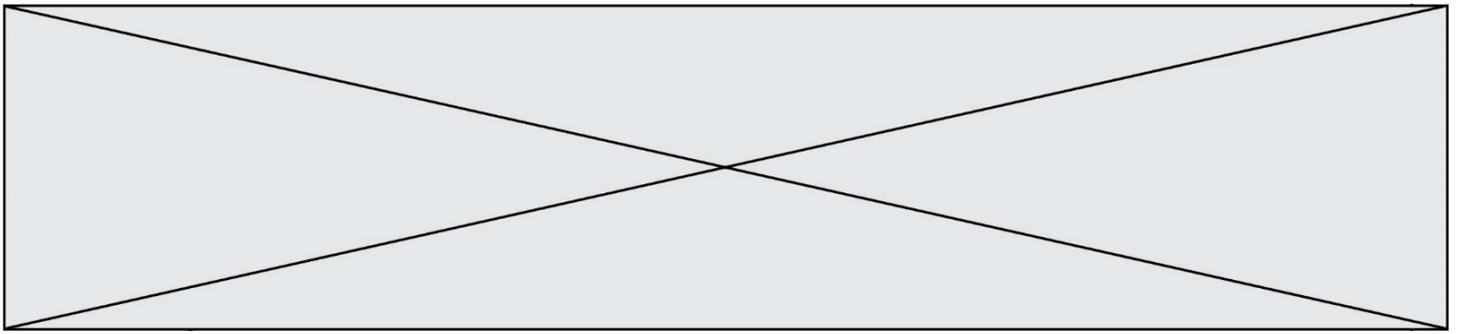
En s'appuyant sur le document de référence, choisir, parmi les affirmations suivantes, celle qui est correcte au regard de ce modèle. L'écrire sur la copie et justifier la réponse donnée.

La puissance lumineuse par unité de surface, provenant du Soleil et reçue sur Vénus est environ :

- a) deux fois plus grande que celle reçue sur Mercure ;
- b) quatre fois plus grande que celle reçue sur Terre ;
- c) deux fois plus petite que celle reçue sur Terre ;
- d) quatre fois plus petite que celle reçue sur Mercure.

Partie 2 – Confrontation du modèle mathématique à la réalité

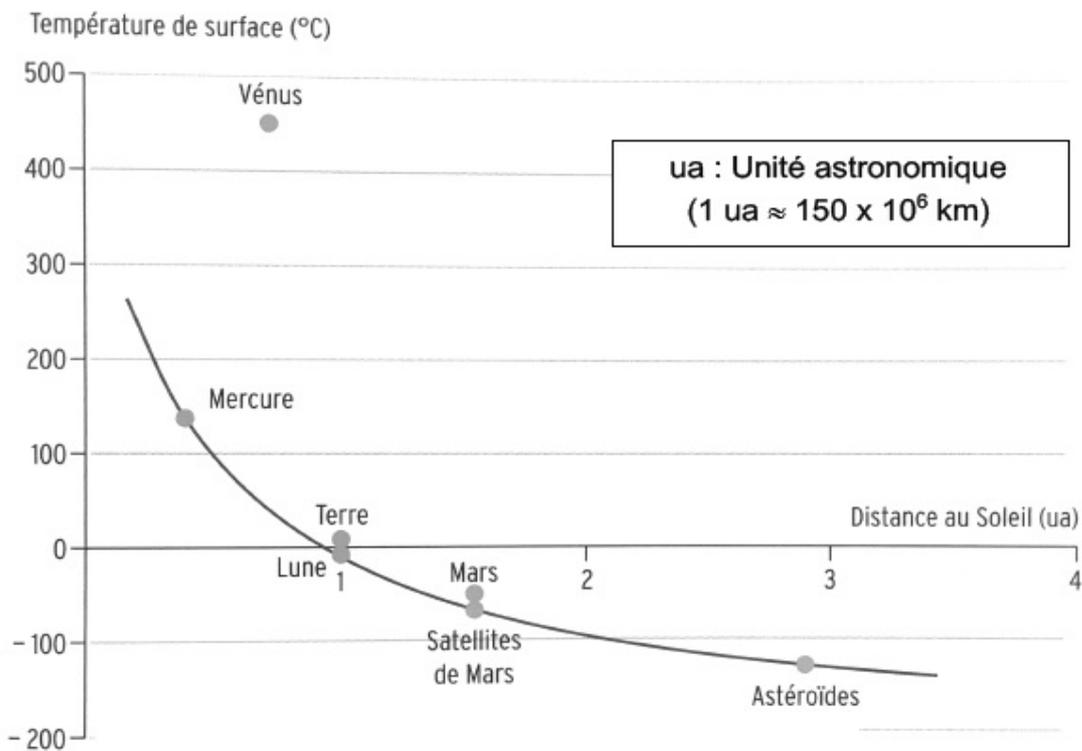
Dans cette partie, on admet que la puissance reçue par unité de surface par les objets du système solaire est inversement proportionnelle au carré de leur distance au soleil, d'une façon analogue à l'étude menée en partie 1. Moyennant certaines hypothèses, on peut en déduire une « loi de variation de la température moyenne des planètes en fonction de leur distance au soleil » (voir le document 2).



Document 2 – Températures de surface de quelques objets proches du Soleil

Le graphique ci-dessous précise :

- Les températures moyennes effectivement mesurées à la surface de différentes planètes en fonction de leur distance au soleil (points gris) ;
- L'évolution de la température moyenne d'un objet en fonction de la distance au soleil modélisée par la « loi de variation de la température moyenne des planètes en fonction de leur distance au soleil » (courbe continue).



Source : Collection in vivo, SVT 2^{de} 2004, Magnard

- 4- Quels sont les objets considérés dans le document 2 pour lesquels la loi modélisant l'évolution de la température des planètes en fonction de leur distance au Soleil est bien vérifiée ? Quelles propriétés ces objets ont-ils en commun ?
- 5- À partir de vos connaissances, expliquer qualitativement l'influence de l'albédo et de l'effet de serre sur la température terrestre moyenne.
- 6- Proposer une explication du fait que la température de Vénus est « anormalement » élevée par rapport aux autres objets considérés.

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 :

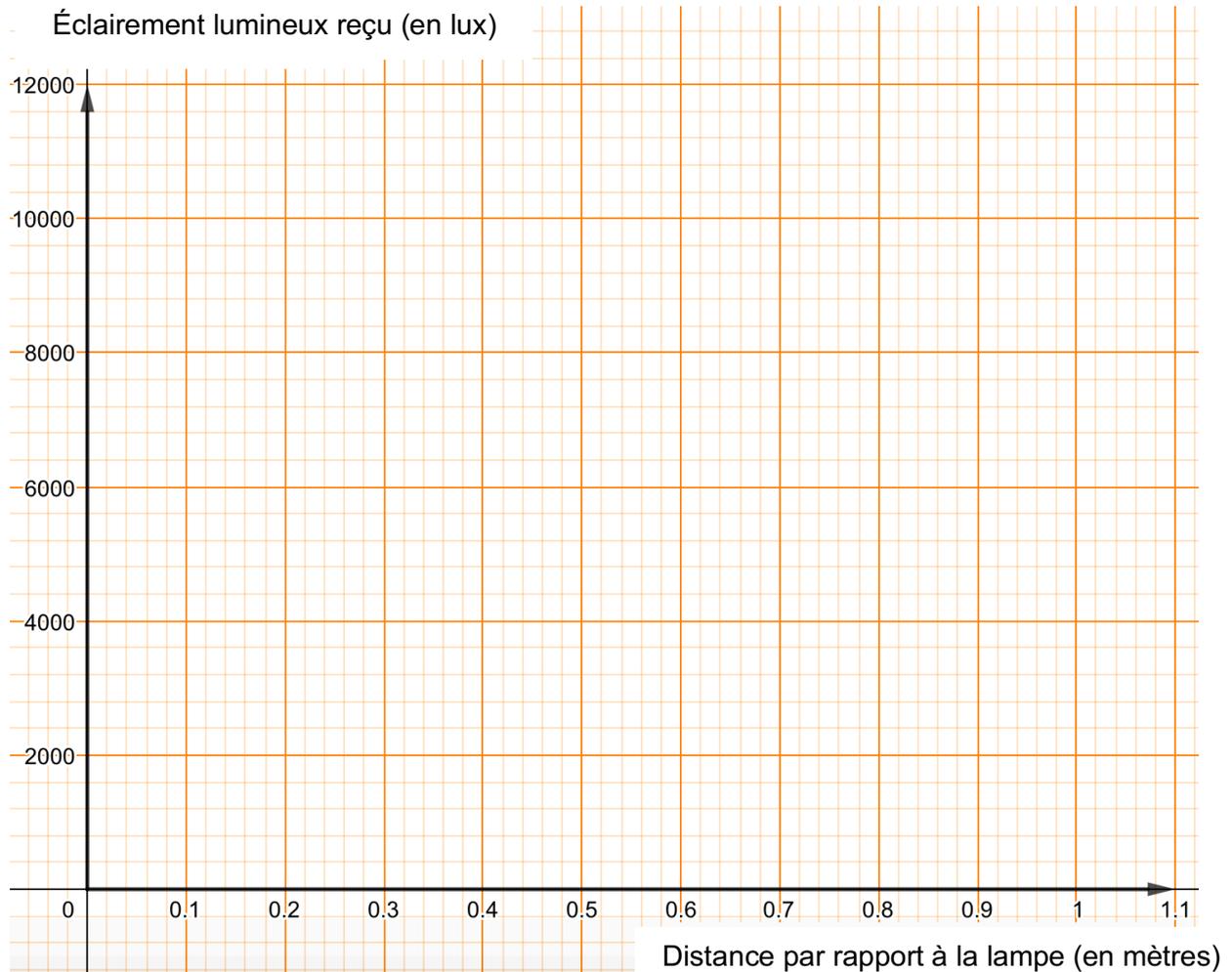
(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

Document réponse à rendre avec la copie

Exercice 3

Annexe 1 – Partie 1 – Questions 1- et 2-b-



Annexe 2 – Partie 1 – Question 2-a-

d (en m)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1
$f(d)$ (en lux)	10 800	4 800	...	1 728	...	675	...