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.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : / /

1.1

ÉVALUATION

CLASSE : Première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique
sans enseignement de mathématiques spécifique

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

Niveaux visés (LV) : ø

Axes de programme : ø

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 : 15

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 « La Terre, un astre singulier »

Mesure de la circonférence de la Terre

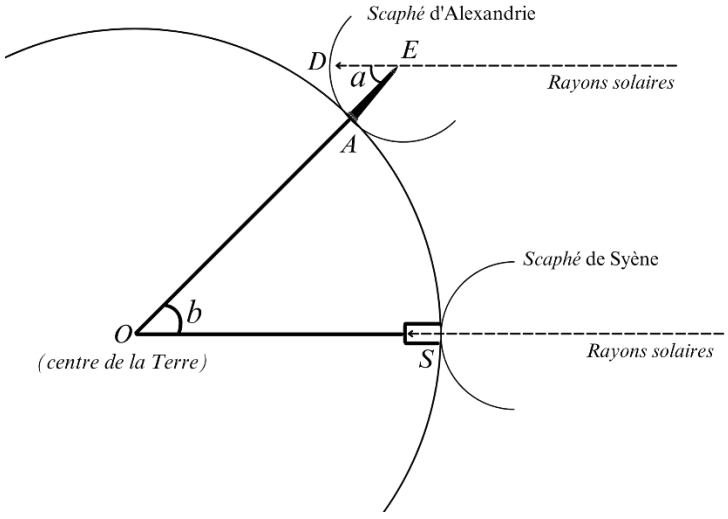
Sur 10 points

Ératosthène de Cyrène est un astronome, géographe, philosophe et mathématicien grec du III^{e} siècle av. J.-C. (né à Cyrène vers 276 av. J.-C. et mort à Alexandrie, en Égypte, vers 194 av. J.-C.). Il est connu pour avoir établi une méthode qui permet d'estimer la mesure de la circonférence de la Terre.

Il avait observé, qu'à midi, lors du solstice d'été, un puits situé à Syène (actuelle Assouan en Égypte) ne projetait aucune ombre, tandis qu'à Alexandrie, plus au nord, au même moment, un obélisque projetait une ombre mesurable.

Les deux villes, situées très proches d'un même méridien, sont à une distance l'une de l'autre estimée à 5 000 stades. (Un stade est une ancienne unité de longueur correspondant à la longueur du stade d'Olympie, soit environ 157,5 mètres).

Document 1 – Modélisation de la démarche expérimentale d'Ératosthène



Le scaphé était un ancien instrument de mesure d'angle, de forme circulaire.

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.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

Partie 1 – Mesure de la circonférence de la Terre par la méthode d'Ératosthène

À l'aide d'un scaphé, Ératosthène a mesuré que l'angle a correspondait à un cinquantième de tour du scaphé.

1- Montrer que l'angle a mesure environ 7,2°.

2- Convertir la distance entre Alexandrie et Syène en kilomètres.

3- Justifier que les angles a et b du document 1 ont la même mesure.

4- En déduire la circonférence de la Terre en kilomètres.

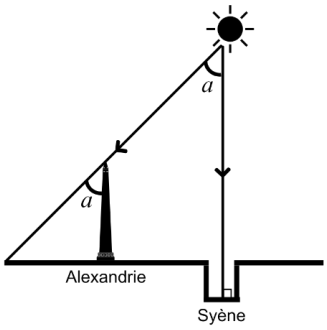
Grâce à des mesures par satellite, on estime aujourd'hui la circonférence de la Terre à 40 075 km.

5- Proposer une source d'erreur possible pour la valeur estimée par Ératosthène.

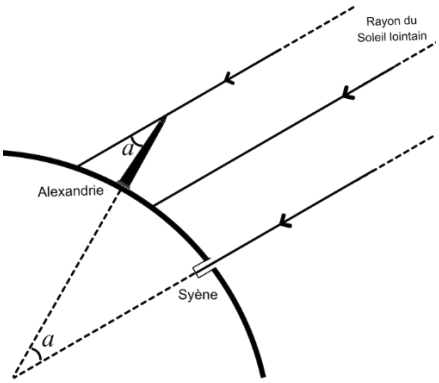
Partie 2 – Construction d'un savoir scientifique

Quelques siècles avant Ératosthène, Anaxagore de Clazomènes (né à Clazomènes, en Turquie, vers 500 av. J.-C. et mort à Lampsaque, en Turquie également, en 428 av. J.-C.) avait effectué les mêmes mesures pour en déduire la distance entre la Terre et le Soleil, qu'il avait alors estimée à environ 6 500 km.

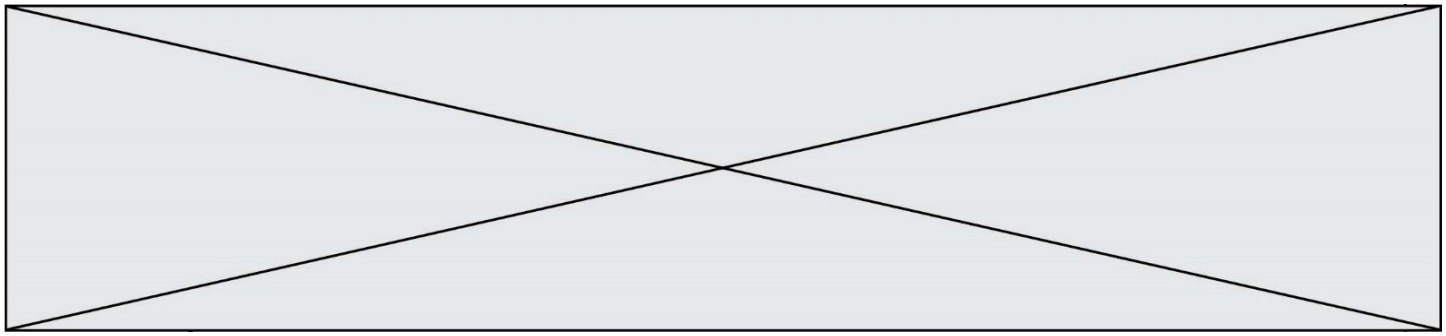
Document 2 – Présentation des méthodes d'Anaxagore et d'Ératosthène au solstice d'été à midi



Modélisation de la méthode d'Anaxagore



Modélisation de la méthode d'Ératosthène



6- Comparer les deux modélisations (observations, hypothèses, mesures réalisées, mesure obtenue) présentées dans le document 2.

La pratique de la démarche scientifique concourt à la mise en cohérence de faits, à l'identification de paramètres pertinents, à l'élaboration de concepts et à la construction de modèles et de théories.

7- Expliquer en quoi la méthode d'Ératosthène, pour établir la mesure de la circonférence de la Terre, est un exemple de démarche scientifique.

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.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

Exercice 2 – *Niveau première*

Thème « Une longue histoire de la matière »

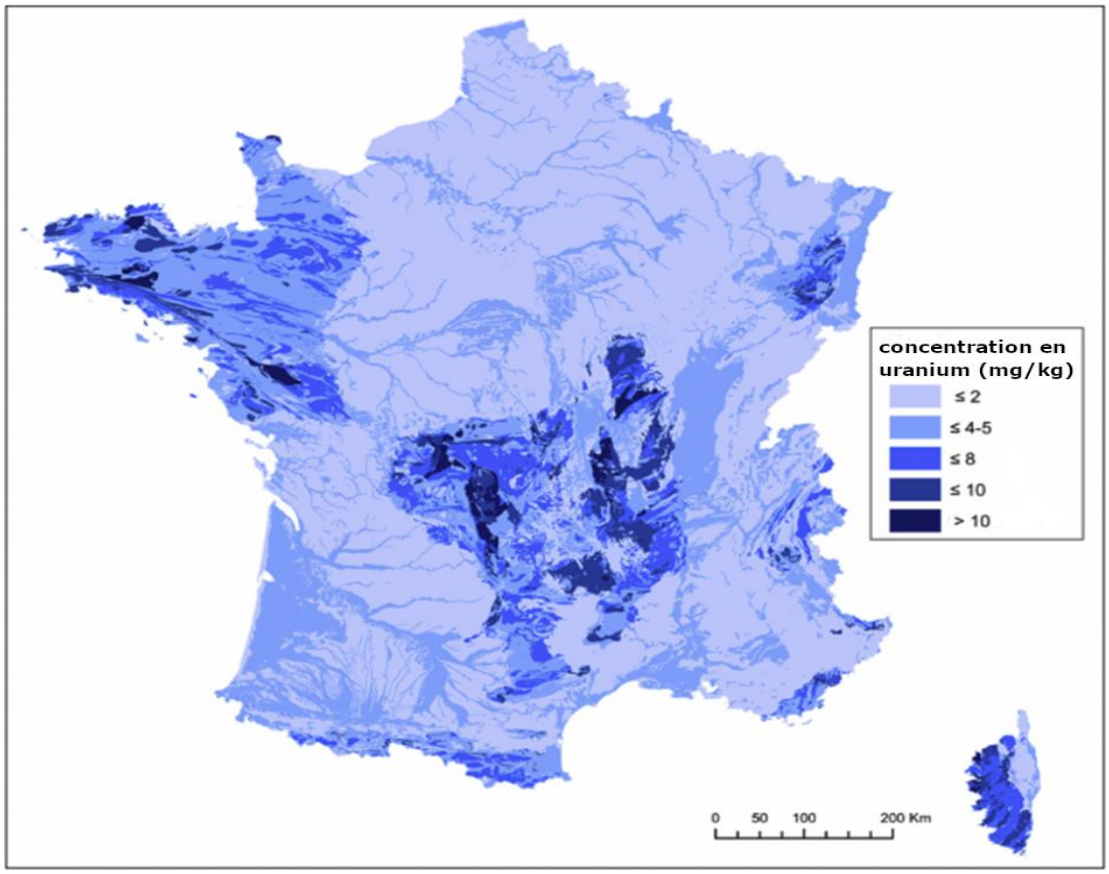
Les dangers du radon

Sur 10 points

Le radon (Rn) est un gaz inodore qui a été reconnu cancérigène pulmonaire certain pour l'Homme depuis 1987 par l'Organisation Mondiale pour la Santé.

Partie A – L'origine géologique du radon

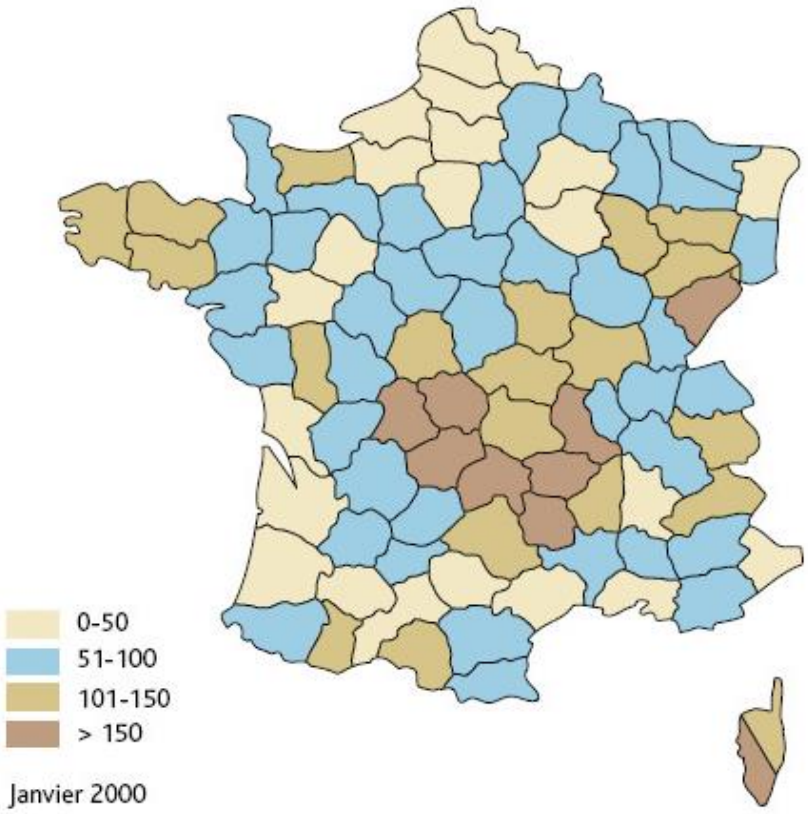
Document 1 – Carte de la distribution des teneurs en uranium en mg/kg de roche



Le sous-sol de la France métropolitaine est constitué de roches très diverses.

Source : d'après CNRS

Document 2 – Concentration en radon dans l'air des habitations en moyenne par département (données exprimées en becquerels par mètre cube (Bq/m^3)



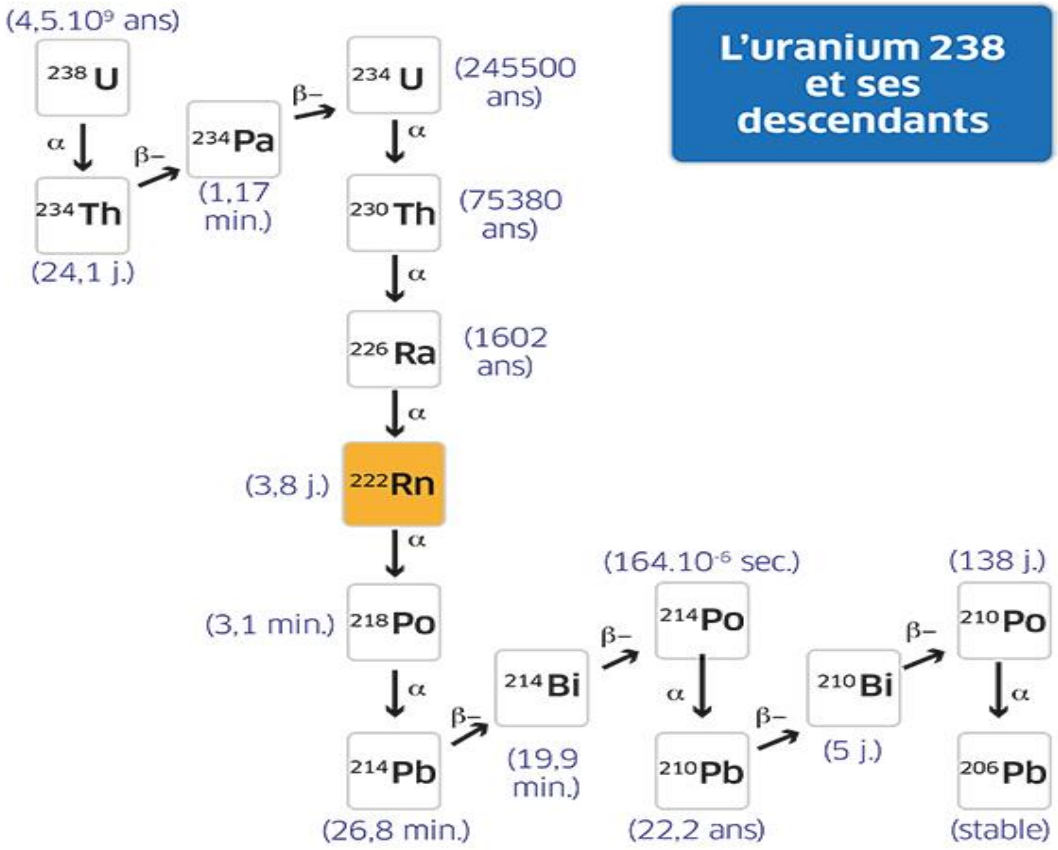
La carte ci-dessus, qui présente les résultats des campagnes de mesure du radon dans les logements entre 1982 et 2000, a été réalisée par l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN).

Source : https://www.irsn.fr/savoir-comprendre/environnement/radionucleides-dorigine-naturelle

1- Comparer la teneur en uranium du sous-sol rocheux et la concentration moyenne en radon dans l'air des habitations à l'aide des documents 1 et 2.

Document 3 – Famille radioactive de l'Uranium

Le radon peut se former par des désintégrations successives comme l'illustre le diagramme ci-dessous.



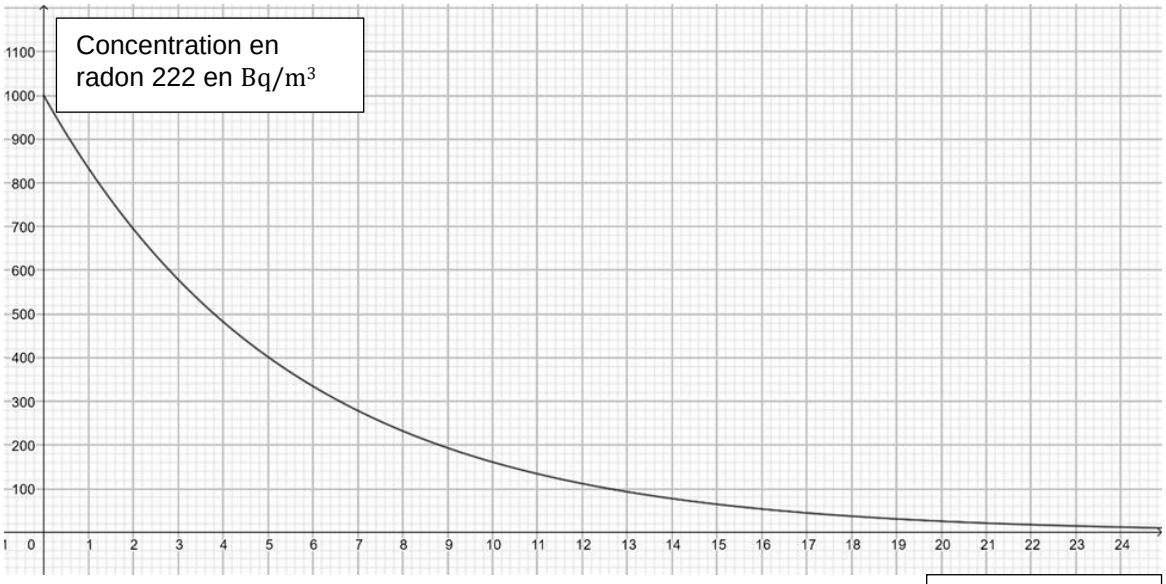
Donnée : α , β^- : type de désintégration. Entre parenthèses, figure la demi-vie de chaque radionucléide.

Source : d'après https://www.inrs.fr/risques/radon/rappels-sur-le-radon-pour-mieux-s-en-premunir.html.

2- En vous aidant du document 3, expliquer la relation entre la teneur en uranium dans les roches du sous-sol et la concentration moyenne en radon dans l'air.

Partie B – Le radon dans l'habitat

Document 4 – Évolution, en fonction du temps, de la concentration en radon 222 dans un échantillon isolé d'air



On considère un échantillon avec une concentration de $1\ 000\ \mathrm{Bq/m^3}$ (en becquerel par mètre cube) à l'instant initial $\mathrm{t=0}$.

Le graphique ci-dessus représente la concentration en $\mathrm{Bq/m^3}$ de cet échantillon en fonction du nombre de jours écoulés.

3- Donner la définition de la demi-vie d'un noyau radioactif.

4- Déterminer la demi-vie du radon 222 à l'aide du document 4 en justifiant la réponse.

5- La valeur moyenne annuelle maximale préconisée en France pour la concentration en radon 222 est de $300\ \mathrm{Bq/m^3}$. Au bout de combien de temps la concentration de l'échantillon du document 4 devient-elle inférieure à cette valeur ?

Document 5 – L'origine du radon dans les habitations

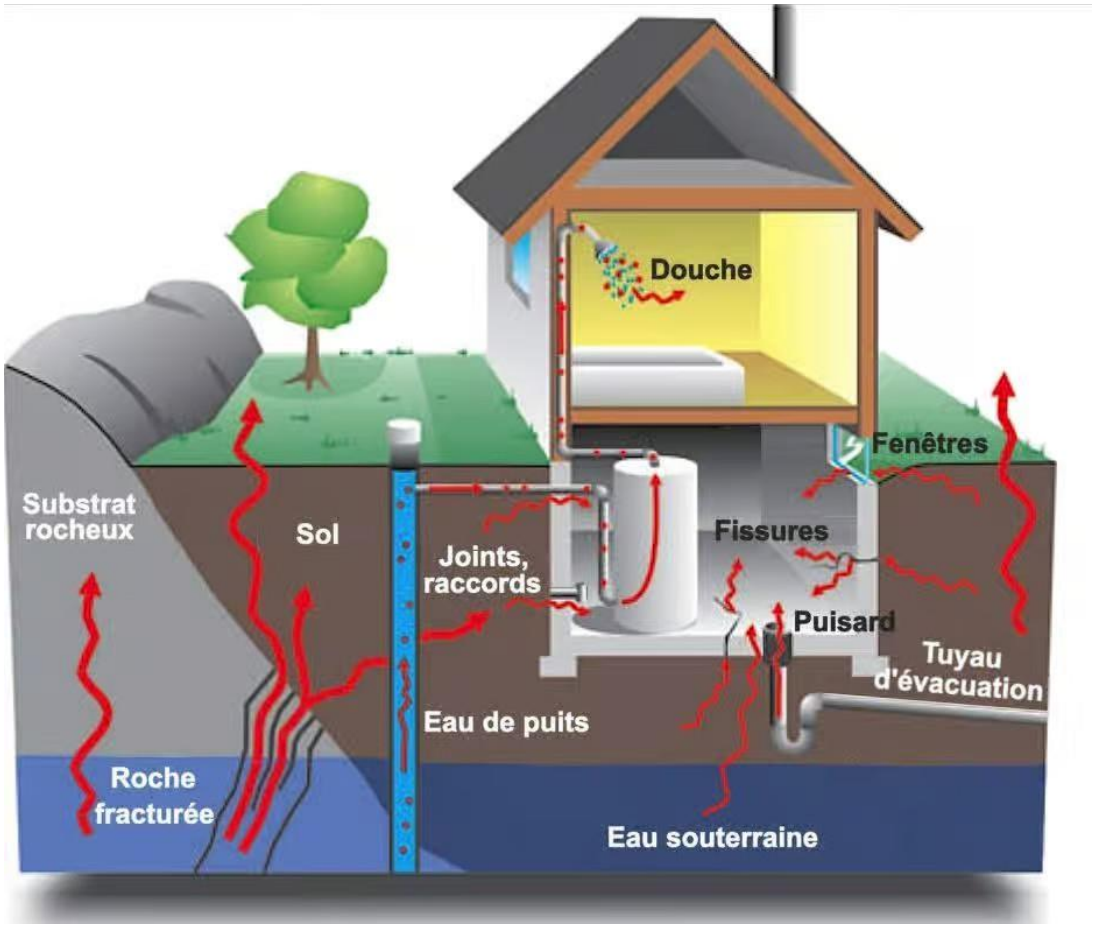
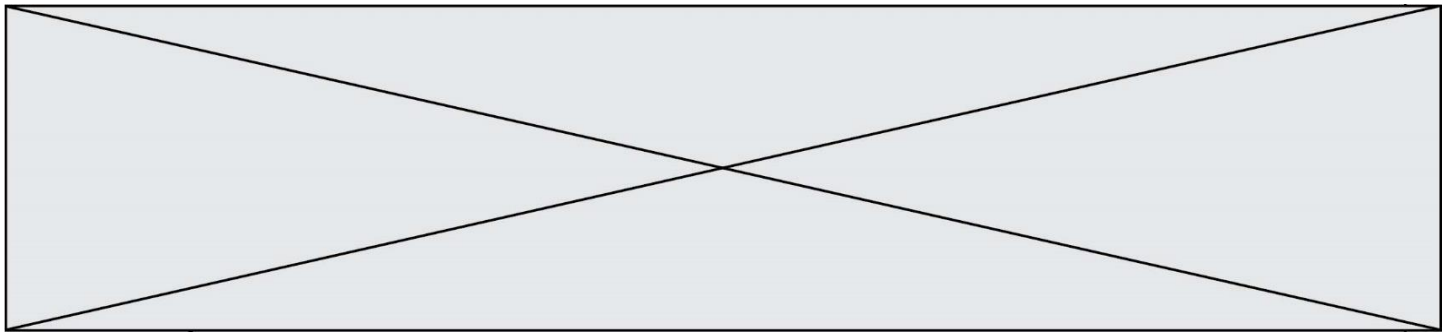


Figure 2 – Schéma présentant la pénétration du radon dans les habitations

La pénétration du radon dans les bâtiments résulte de paramètres environnementaux (concentration dans le sol, perméabilité et humidité du sol, présence de fissures ou de fractures dans la roche sous-jacente) mais aussi des caractéristiques propres au bâtiment (procédé de construction, type de soubassement, système de ventilation, …) ainsi que les conditions climatiques et des habitudes de vie.

Source : https://www.futura-sciences.com/maison/dossiers/maison-radioactivite-maison-1907/page/4/



6- On considère une maison dont la concentration en radon 222 est de $1\,000\ \mathrm{Bq/m^3}$. Dans la réalité, sans mesure préventive, la concentration reste constante dans la maison. Proposer une explication.

7- Dans les maisons à risque, l'IRSN préconise d'améliorer le renouvellement de l'air intérieur et de renforcer l'étanchéité entre le sol et le bâtiment afin de réduire le taux de radon dans l'air intérieur. À partir des données du document 5, justifier l'une des deux préconisations.

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.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

Exercice 3 – *Niveau première*

Thème « Le Soleil, notre source d'énergie »

Températures de surface de quelques objets du système solaire

Sur 10 points

Le système solaire est formé d'une étoile, le Soleil, autour de laquelle des planètes, des satellites, des astéroïdes sont en orbite. La distance entre ces objets et l'étoile a une influence sur leur température de surface mais il semble que cela ne soit pas le seul facteur entrant en jeu…

Document de référence : caractéristiques de quelques objets du système solaire

Planètes internes / Caractéristiques	Mercure	Vénus	Terre	Mars
Distance au Soleil (10^6 km)	57,91	108,21	149,6	227,94
Puissance solaire reçue par unité de surface ($W \cdot m^{-2}$)	2290	656	342	148
Importance qualitative de l'effet de serre atmosphérique	Pas d'effet de serre atmosphérique	Effet de serre atmosphérique très marqué	Effet de serre atmosphérique modéré	Effet de serre atmosphérique faible
Albédo du système « planète-atmosphère »**	0,07	0,7	0,3	0,15
Satellites	Aucun	Aucun	La Lune : pas d'atmosphère Albédo : 0,07	Phobos : pas d'atmosphère Albédo : 0,07

** L'albédo mesure le pouvoir réfléchissant d'une surface. C'est la proportion d'énergie lumineuse réfléchie. Sa valeur est comprise entre 0 et 1. Plus une surface est réfléchissante, plus son albédo est élevé. Par exemple, l'albédo de la neige fraîche est de 0,87, ce qui signifie que 87 % de l'énergie lumineuse est réfléchie par ce type de neige. L'albédo d'un système planète-atmosphère est la proportion de l'énergie solaire qui est réfléchie par la planète et son atmosphère vers l'espace. Les éléments qui contribuent le plus à l'albédo du système Terre-atmosphère sont les nuages, les surfaces de neige et de glace et les aérosols.

Source : d'après Géosciences La dynamique du système Terre de Christian Robert et Romain Bousquet, https://www.actu-environnement.com et https://www.futura-sciences.com

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.

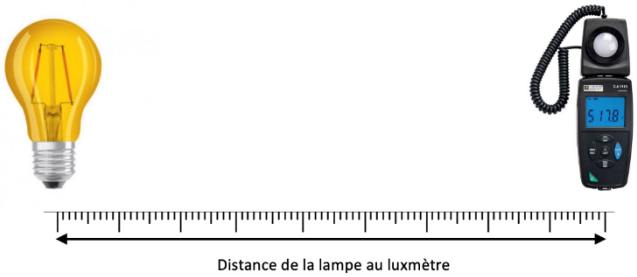


Tableau des mesures réalisées :

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).

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.

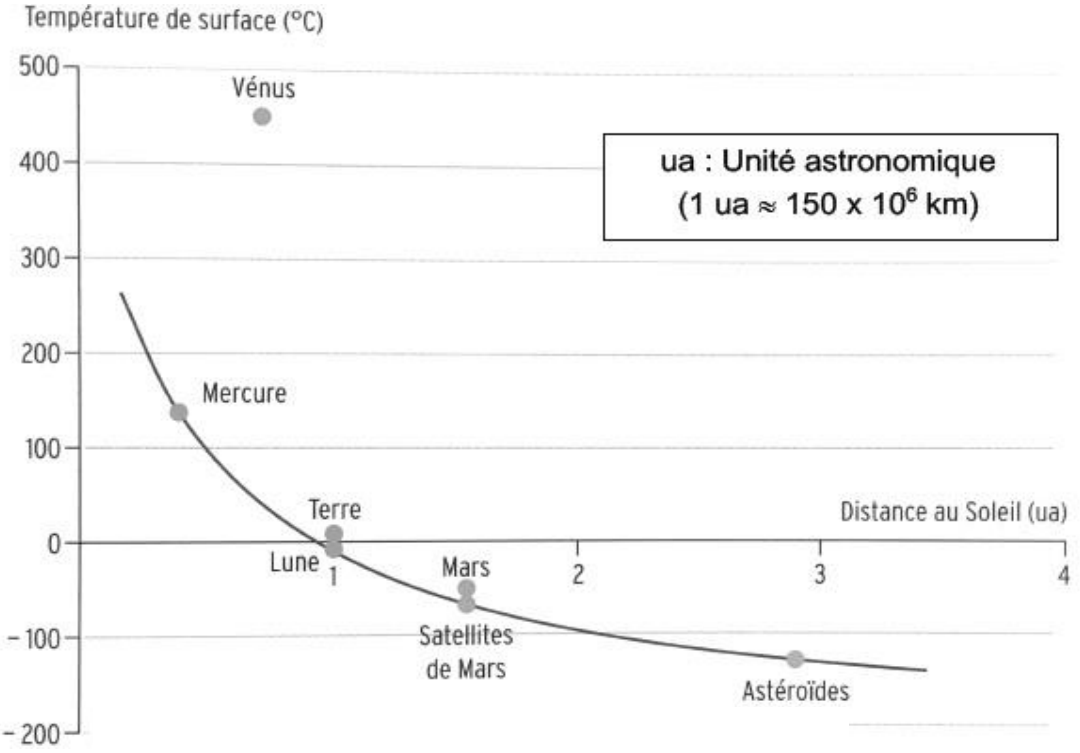
Partie 2 – Confrontation du modèle mathématique à la réalité

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 2de 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 :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

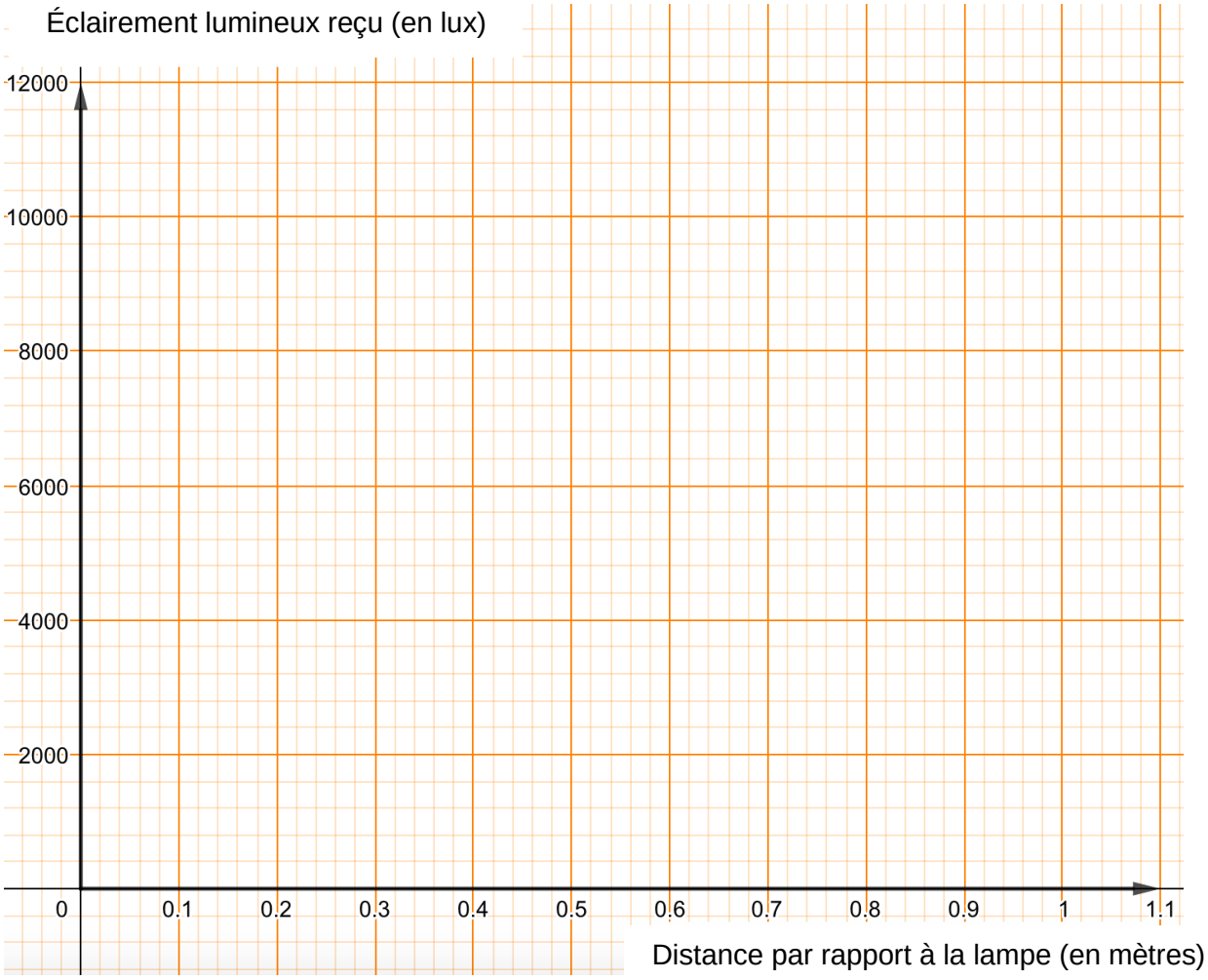
Né(e) le : / /

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	…