





## EXERCICE 1 DÉTERMINATION DE L'ÂGE DE LA TERRE PAR BUFFON

Cet exercice propose d'étudier une méthode historique de détermination de l'âge de la Terre (proposée par Buffon au 18<sup>e</sup> siècle) et de la mettre en perspective avec une méthode actuelle.

### Partie 1. Expérience de Buffon et détermination de l'âge de la Terre

#### Document 1. Description du protocole expérimental mis en œuvre par Buffon

« J'ai fait faire dix boulets de fer forgé et battu :

Le premier d'un demi-pouce de diamètre. Le second d'un pouce. Le troisième d'un pouce et demi. Le quatrième de deux pouces. Le cinquième de deux pouces et demi. Le sixième de trois pouces. Le septième de trois pouces et demi. Le huitième de quatre pouces. Le neuvième de quatre pouces et demi. Le dixième de cinq pouces.

Ce fer venait de la forge de Chameçon près de Châtillon-sur-Seine, et comme tous les boulets ont été faits du fer de cette même forge, leurs poids se sont trouvés à très-peu près proportionnels aux volumes. [...]

J'ai cherché à saisir deux instants dans le refroidissement, le premier où les boulets cessaient de brûler, c'est-à-dire le moment où on pouvait les toucher et les tenir avec la main, pendant une seconde, sans se brûler ; le second temps de ce refroidissement était celui où les boulets se sont trouvés refroidis jusqu'au point de la température actuelle, c'est-à-dire, à 10 degrés au-dessus de la congélation. »

Extrait : Premier tome, rédigé par Buffon (1774)

#### Document 2. Tableau présentant un extrait des mesures réalisées par Buffon

Diamètre (en pouce)	1	1,5	2	3	4	5
Temps de « refroidissement au point de la température actuelle » (en minute)	93	145	196	308	415	

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

1- « Le boulet de 5 pouces a été chauffé à blanc en 34 minutes. Il s'est refroidi au point de le tenir dans la main en 3 heures 52 min. Refroidi au point de la température actuelle en 8 heures 42 minutes. »

Indiquer laquelle des quatre valeurs proposées ci-dessous correspond à la valeur manquante dans le document 2 (case grisée) pour le boulet de 5 pouces.

Valeur A : 842	Valeur B : 352	Valeur C : 522	Valeur D : 232
----------------	----------------	----------------	----------------

2- Le pouce est une ancienne unité de longueur, valant environ 2,7 cm. Convertir en centimètre le diamètre du plus grand boulet.

3- Sur l'annexe, représenter les points correspondant au temps de « refroidissement au point de la température actuelle » (en minute) en fonction du diamètre du boulet (en pouce).

4- Indiquer laquelle des trois affirmations suivantes permet d'exprimer la relation entre le diamètre du boulet en fer forgé et son temps de « refroidissement au point de la température actuelle » au vu de l'expérience de Buffon.

- Affirmation A : « Le temps de refroidissement est proportionnel au diamètre. »
- Affirmation B : « La vitesse de refroidissement est proportionnelle au diamètre. »
- Affirmation C : « L'accroissement du temps de refroidissement est proportionnel à l'accroissement du diamètre. »

5- L'utilisation d'un tableur permet d'ajuster le nuage des points construits à la question 3 par la fonction  $f$  définie par  $f(d) = 108d - 16$  pour des valeurs de  $d$  supérieures ou égales à 1 et où  $d$  correspond au diamètre (en pouce) et  $f(d)$  la durée de refroidissement (en minute).

À l'aide de ce modèle et sachant que le diamètre de la Terre est de 12 742 km, calculer l'âge de la Terre (en année).

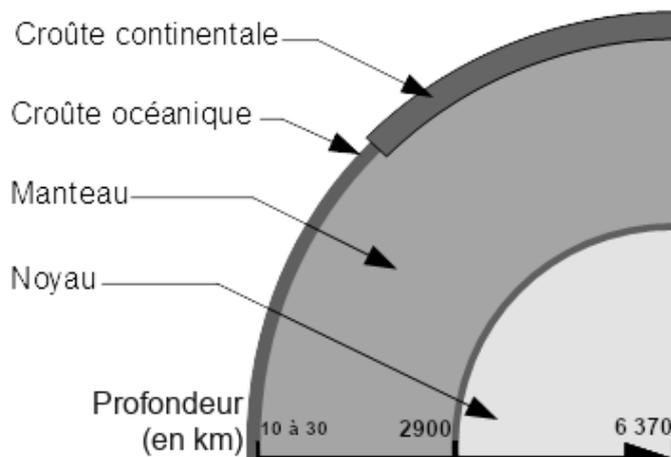


## Partie 2. Mise en perspective avec les connaissances actuelles

Nous cherchons à porter un regard critique sur l'utilisation de boulets en fer pour déterminer l'âge de la Terre.

6- En utilisant le document 3, expliquer en quoi le modèle de Buffon utilisant des boulets de fer n'est pas adapté pour déterminer l'âge de la Terre.

### Document 3. Composition simplifiée des principales enveloppes terrestres



Composition chimique des différentes enveloppes terrestres	
Croûte (continentale et océanique)	Oxydes de : Si (50 à 70 %) Al (13 à 16 %) Fe (5 %) ...
Manteau	Oxydes de : Si (45 %) Mg (37 %) Fe (8 %) ...
Noyau	Alliage fer-nickel (teneur en fer environ 98 %)

Légende :

Si : silicium

Al : aluminium

Fe : fer

Mg : magnésium

D'après : <http://avg85.fr/category/mediatheque/galerie-de-photos/cartes-et-coupes-geologiques/>

7- Indiquer l'âge de la Terre estimé actuellement. Nommer la méthode utilisée pour déterminer cet âge et décrire son principe.

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

## EXERCICE 2 DE LA RADIUMTHÉRAPIE À LA CURIETHÉRAPIE

En décembre 1898, Marie et Pierre Curie découvrent un nouvel élément chimique qu'ils appellent « radium ». Pierre Curie et Henri Becquerel publient en 1901 un article relatant les effets physiologiques du rayonnement du radium.

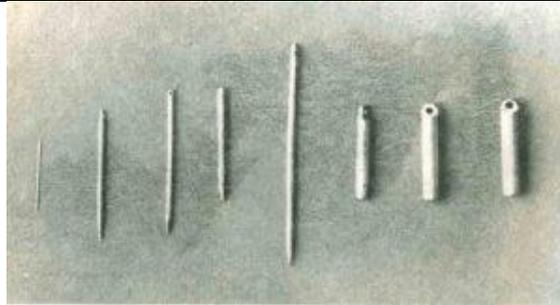
Dans les années 1910, Marie Curie, qui dirige alors l'Institut du Radium développe, avec le Dr. Regaud qui dirige l'Institut Pasteur, la « curiethérapie ». C'est une méthode qui consistait à irradier localement une tumeur cancéreuse en introduisant de fines aiguilles contenant du radium.

L'objectif de l'exercice est de comprendre le principe d'une radiothérapie, la curiethérapie.

### Document 1. Les débuts de la curiethérapie

Les médecins avaient très vite compris que les rayonnements ionisants tuaient plus facilement les cellules cancéreuses que les cellules saines, bien qu'ils n'aient pas su pourquoi. Mais il y eut un long chemin à parcourir avant qu'ils ne parviennent à optimiser les doses de ces rayonnements tout en minimisant les risques pour les patients et les opérateurs. À l'âge héroïque, il n'était pas possible de calculer la dose de rayonnement émise et les médecins recouraient le plus souvent à une irradiation massive aux rayons X d'une grande partie du corps pour détruire la tumeur d'un seul coup. Cela entraînait fréquemment la nécrose des tissus sains environnants sans garantir l'absence de récurrence de la tumeur. Pour les tumeurs traitées par radioactivité, on employait des sels de radium, d'abord contenus dans des tubes en verre puis dans des aiguilles en platine, placés contre les tumeurs (ou à l'intérieur) ce qui limitait leur usage aux cancers accessibles de l'extérieur et de petite taille (cancers du sein, de la peau, du col de l'utérus).

D'après [www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com) : Dossier - Radioactivité : les pionniers



*Aiguilles contenant les sels de radium, utilisées en curiethérapie dans les années 1910 (<http://www.jeanboudou.fr/blog/la-grande-decouverte-des-curie/>)*

Le radium est un élément radioactif. On estime aujourd'hui sa demi-vie à 1622 ans.

1. À partir de vos connaissances, expliquer ce qu'est un élément radioactif.
2. Donner la définition de la demi-vie d'un élément radioactif.
3. À partir de l'exploitation du document 1, indiquer la bonne réponse sur votre copie :

La curiethérapie a été utilisée dès le début du XX<sup>ème</sup> siècle pour soigner des cancers, car :

- 3a. Les rayonnements produits empêchent les récurrences de la tumeur.
- 3b. Les rayonnements produits détruisent les cellules des tumeurs.
- 3c. Les rayonnements produits pouvaient être facilement dosés et localisés avec précision sur la tumeur.
- 3d. Les rayonnements produits provoquent uniquement une nécrose des cellules cancéreuses.

#### Document 2. La méthode actuelle de curiethérapie de la prostate

La curiethérapie de la prostate consiste à installer directement dans l'organe des implants radioactifs constitués d'une source radioactive enrobée dans une capsule de titane. Un radioélément utilisé est l'iode-125. De 40 à 130 implants sont installés dans la prostate, le nombre étant déterminé par le volume de la prostate à traiter. Ces implants restent à demeure.





pénétrants et donc arrêtés presque totalement par le corps lui-même.

Les contacts avec les autres personnes sont autorisés. Quelques précautions sont cependant nécessaires pendant les 6 mois qui suivent l'implantation. En pratique, vous devez notamment éviter les contacts directs et prolongés avec les jeunes enfants (par exemple, les prendre sur vos genoux) et les femmes enceintes. »

D'après <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Cancer-de-la-prostate/Curietherapie/Quel-deroulement>

4. À partir de l'exploitation des documents 2 et 3 et de vos connaissances :

4a- Réaliser sur le document en annexe la courbe de décroissance radioactive de l'iode-125 représentant le pourcentage de l'activité restante en fonction du temps.

4b- Déterminer le temps de demi-vie de l'iode-125.

4c- L'activité des implants utilisés en curiethérapie est considérée comme faible lorsque l'activité restante est inférieure à 15 % de l'activité initiale. Déterminer au bout de combien de temps les implants auront une activité faible.

4d- Justifier la durée des précautions à prendre par le patient concernant son entourage.

5. À l'aide de l'ensemble des documents, donner un intérêt d'utiliser l'iode-125 plutôt que le radium pour la curiethérapie. Une réponse argumentée est attendue.





**ANNEXE EXERCICE 2  
DE LA RADIUMTHÉRAPIE À LA CURIETHÉRAPIE**

Question 4a

