





## EXERCICE 1 LES PEINTURES ET LES GRAVURES DE LA GROTTTE CHAUVET

La grotte Chauvet, découverte en décembre 1994, s'ouvre au pied d'une falaise bordant les gorges de l'Ardèche. Elle contient de nombreuses peintures et gravures mais ne semble pas avoir servi d'habitat car les outils de silex et les restes de faune apportés par les humains sont rares.

Document 1. Photographies de deux œuvres de la grotte Chauvet (source Wikipedia)

1-a- Peintures de chevaux, aurochs et rhinocéros



1-b- Gravure du hibou moyen-duc



On cherche à associer la peinture de chevaux, aurochs et rhinocéros (document 1a) à l'une des phases d'occupation de la grotte. Pour cela, on utilise une méthode de datation basée sur la désintégration des noyaux radioactifs.

1- L'évolution du nombre de noyaux radioactifs d'une composition donnée au cours du temps suit une loi de décroissance représentée dans le document réponse à rendre avec la copie.

Rappeler la définition de la demi-vie  $t_{1/2}$  associée à cette désintégration radioactive. Sur le document réponse, faire apparaître la construction graphique permettant de repérer la valeur de la demi-vie du noyau.

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

2- La grotte a connu deux phases d'occupation, l'une à l'Aurignacien (entre 37000 et 33500 années avant aujourd'hui), l'autre au Gravettien (31000 à 28000 années avant aujourd'hui).

Il existe de nombreux noyaux radioactifs mais leur demi-vie est différente (quelques exemples sont donnés dans le document 2).

Document 2 : différents noyaux radioactifs et leur demi-vie

Noyaux radioactifs	Demi-vie (années)
Uranium 238	$4,4688 \times 10^9$
Uranium 235	$7,03 \times 10^8$
Potassium 40	$1,248 \times 10^9$
Carbone 14	$5,568 \times 10^3$
Iode 131	$2 \times 10^{-2}$

Déterminer le noyau radioactif dont la demi-vie est la mieux adaptée pour dater l'occupation de la grotte. Justifier.

3- Le charbon de bois est obtenu à partir du bois, qui est un matériau d'origine végétale. La peinture des chevaux (document 1-a) a été réalisée sur les parois de la grotte avec du charbon de bois.

On rappelle que le carbone radioactif ( $^{14}\text{C}$ ) est présent naturellement dans le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) atmosphérique.

Préciser le phénomène qui permet aux végétaux de fixer le carbone atmosphérique au sein de leur matière organique.

4 - Après la mort du végétal ou son prélèvement par l'être humain, le végétal n'échange plus de carbone avec l'atmosphère.

4-a Compléter le document réponse représentant la désintégration de  $^{14}\text{C}$  au sein du charbon de bois.

4-b Indiquer si, en principe, la datation pourrait être réalisée avec un échantillon comprenant initialement *un seul* noyau de  $^{14}\text{C}$ , en admettant que l'on dispose d'appareils susceptibles de détecter la présence d'un seul noyau de  $^{14}\text{C}$ .



**5-a-** Sachant qu'il ne reste que 2,34 % du  $^{14}\text{C}$  initial dans le charbon de la peinture, donner un encadrement en nombre entiers de demi-vies de la date de la mort du bois qui a servi – sous forme de charbon de bois - à réaliser la peinture.

**5-b** On utilise la figure 1 du document réponse dans laquelle on prend comme origine des âges l'instant correspondant à 5 demi-vies du  $^{14}\text{C}$ , pour lequel  $N_0$  représente 3,13 % du nombre initial de noyaux de  $^{14}\text{C}$  présents dans le charbon de la peinture. Déterminer graphiquement en années la durée nécessaire pour que le pourcentage de  $^{14}\text{C}$  restant dans le charbon de bois passe de 3,13 % à 2,34 %.

**5-c** Indiquer si cette peinture a été faite lors de l'occupation à l'Aurignacien ou au Gravettien. Justifier.

**6 -** Au sein de cette grotte, on trouve également des gravures réalisées dans le calcaire (exemple de la gravure du hibou moyen-duc – document 1b). La méthode précédente ne peut pas être utilisée pour la dater. Proposer une explication.

## **EXERCICE 2**

### **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. [...]

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

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	

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.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :  
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

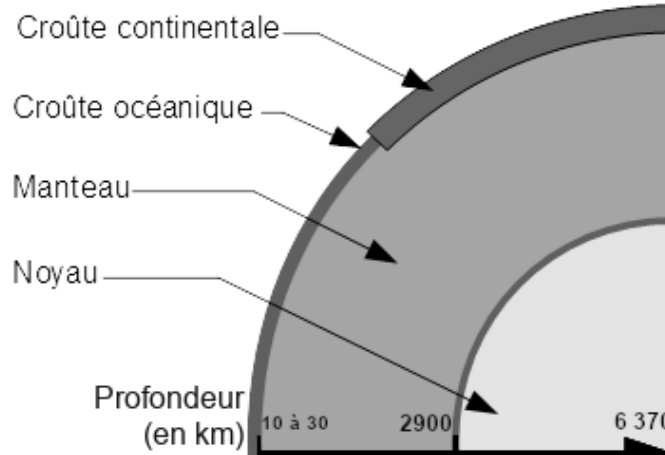


Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

1.1

### 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 %)

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

Légende :

Si : silicium

Al : aluminium

Fe : fer

Mg : magnésium

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 :



Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

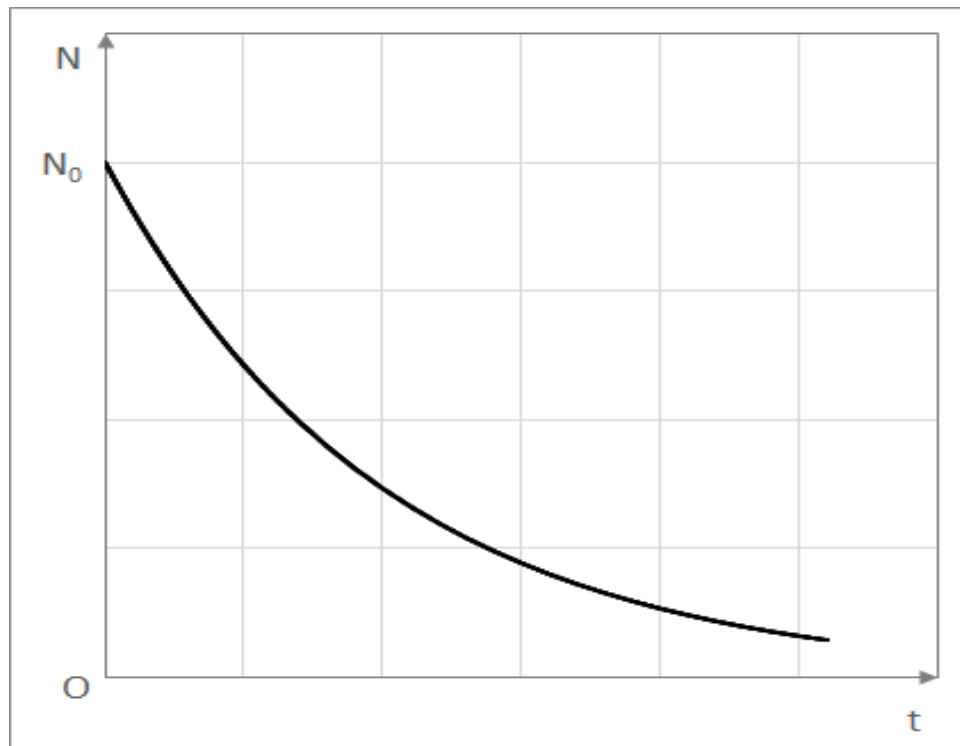
1.1

## ANNEXE A RENDRE AVEC LA COPIE

### EXERCICE 1 : LES PEINTURES ET LES GRAVURES DE LA GROTTE CHAUVET

#### Questions 1 et 5-b

Figure 1 : Évolution du nombre de noyaux radioactifs en fonction du temps.



Question 4. Évolution du nombre de noyaux de  $^{14}\text{C}$  dans le charbon de bois au cours du temps.

Age	0 ans	5570 ans	11140 ans
Pourcentage de $^{14}\text{C}$ par rapport au $^{14}\text{C}$ initial			



Dans la première ligne du tableau chaque point représente un très grand nombre de noyaux de  $^{14}\text{C}$ .

Compléter la première ligne de ce tableau avec les nombres de points appropriés.

Compléter la deuxième ligne en indiquant les pourcentages de  $^{14}\text{C}$  restant par rapport à la valeur initiale au moment de la mort.

## EXERCICE 2 : DÉTERMINATION DE L'ÂGE DE LA TERRE PAR BUFFON

### Question 3

Représenter les points correspondant au temps de « refroidissement au point de la température actuelle » (en minute) en fonction du diamètre du boulet (en pouce).

