

Détermination de l'âge de la Terre par Buffon

Enseignement scientifique première

Durée 1h – 10 points – Thème « La Terre, un astre singulier »

Cet exercice propose d'étudier une méthode historique de détermination de l'âge de la Terre (proposée par Buffon au 18^e 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 pouces)	1	1,5	2	3	4	5
Temps de « refroidissement au point de la température actuelle » (en minutes)	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
----------------	----------------	----------------	----------------

$$8 \text{ heures } 42 \text{ minutes} = 8 \times 60 + 42$$

$$8 \text{ heures } 42 \text{ minutes} = 522 \text{ minutes}$$

La valeur manquante dans le document 2 (case grisée) pour le boulet de 5 pouces est la valeur C : 522.

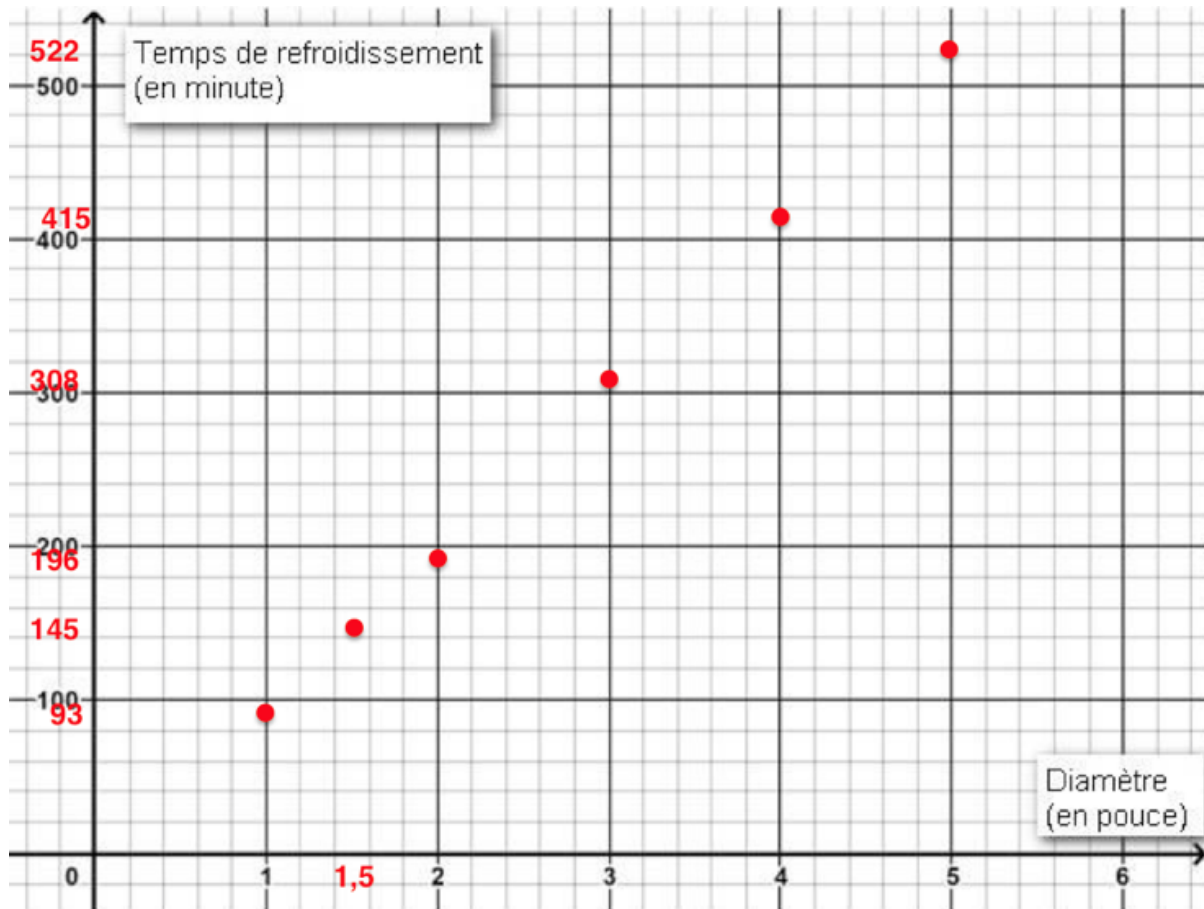
2. Le pouce est une ancienne unité de longueur, valant environ 2,7 cm. Convertir en centimètre le diamètre du plus grand boulet.

1 pouce	2,7 cm
5 pouces	5 pouces

$$\text{diamètre du plus grand boulet} = (5 \times 2,7) / 1$$

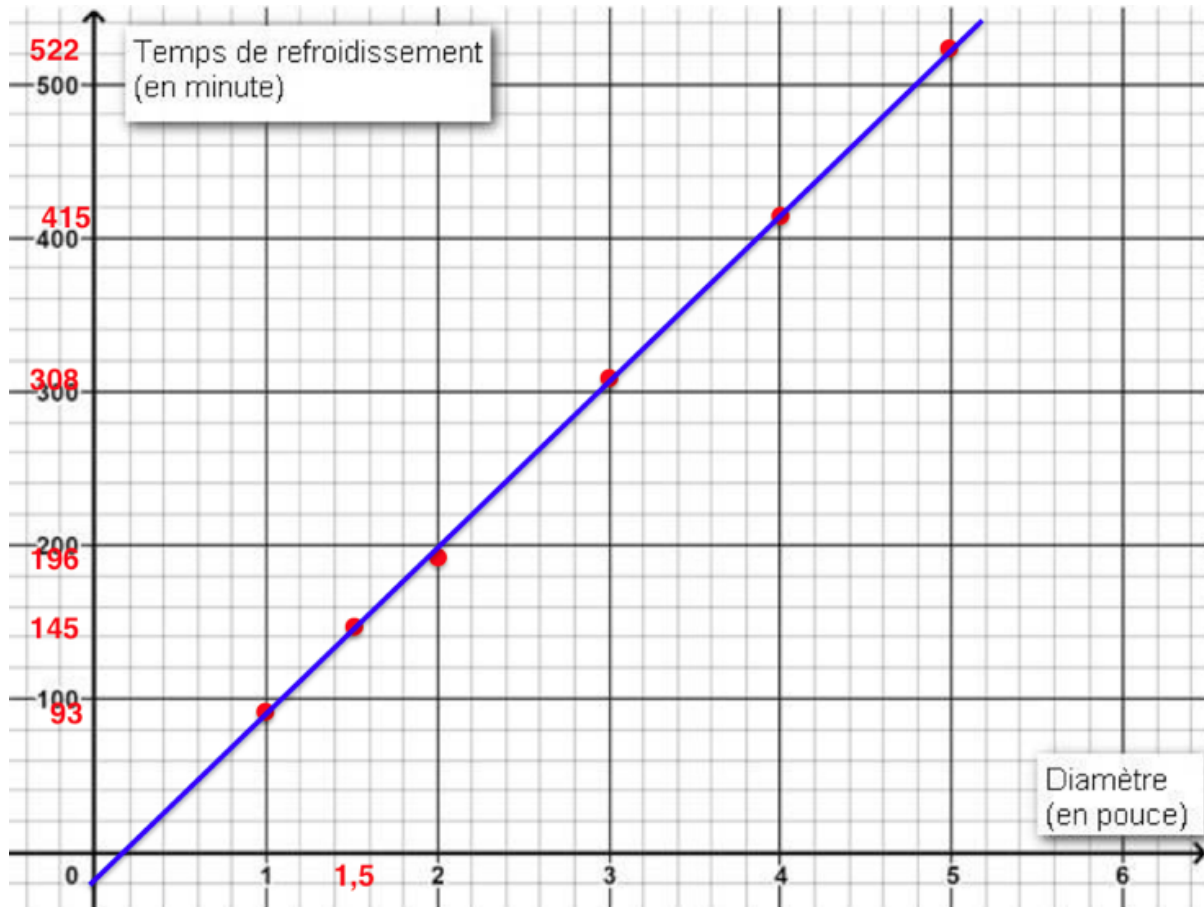
$$\text{diamètre du plus grand boulet} = 13,5 \text{ cm}$$

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



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 »



La représentation est une droite ne passant pas par l'origine. Ainsi Le temps de refroidissement n'est pas proportionnel au diamètre, c'est L'accroissement du temps de refroidissement est proportionnel à l'accroissement du 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 pouces) et $f(d)$ la durée de refroidissement (en minutes).

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 années).

Calculons le diamètre de la Terre en pouces pour utiliser la fonction :

1 pouce	$2,7 \text{ cm} = 2,7 \times 10^{-2} \text{ m}$
diamètre de la Terre	$12\,742 \text{ km} = 12\,742 \times 10^3 \text{ m}$

$$\text{diamètre de la Terre} = (12\,742 \times 10^3 \times 1) / (2,7 \times 10^{-2})$$

$$\text{diamètre de la Terre} = 4,72 \times 10^8 \text{ pouces}$$

$$f(d) = 108d - 16$$

$$f(4,72 \times 10^8) = 108 \times 4,72 \times 10^8 - 16$$

$$f(4,72 \times 10^8) = 5,1 \times 10^{10} \text{ minutes}$$

$$f(4,72 \times 10^8) = (5,1 \times 10^{10}) / (60 \times 24 \times 365,25)$$

$$f(4,72 \times 10^8) = 96\,965 \text{ années}$$

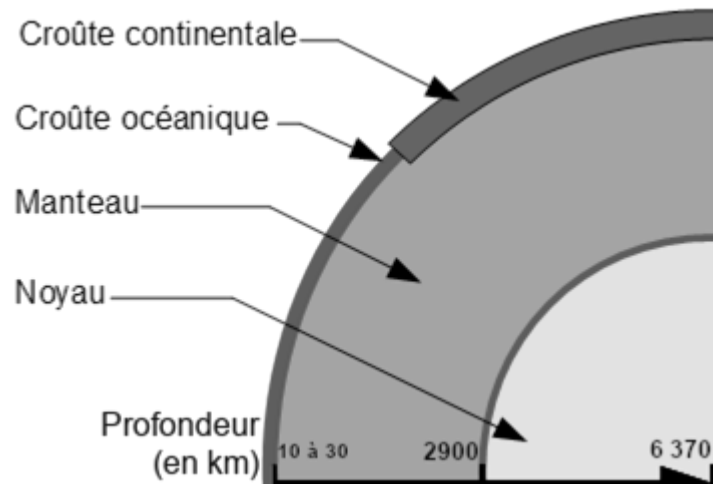
À l'aide de ce modèle, l'âge de la Terre est estimé à 96 965 années.

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

Le modèle de Buffon utilise des boulets de fer. Le noyau de la terre est certes constitué à 98% de fer mais la terre n'est pas une constituée que de fer mais une boule formée de plusieurs couches de nature différente.

C'est pourquoi le modèle de Buffon utilisant des boulets de fer n'est pas adapté pour déterminer l'âge de la Terre.

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

Actuellement l'âge de la Terre est estimé à 4,5 milliards d'années.

La mesure des éléments radioactifs et radiogéniques contenus dans les météorites permet de dater avec précision l'âge de la Terre. Cette méthode de datation s'appuie sur la loi de désintégration des éléments pères en éléments fils au cours du temps.

Document réponse à rendre avec la copie

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 minutes) en fonction du diamètre du boulet (en pouces).

