

1^{ère}

Thème 3 : La Terre, un astre singulier

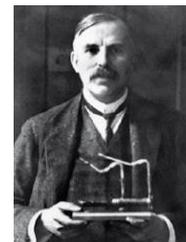
Ens. Scient.

Déterminer l'âge de la Terre avec la radioactivité

 **Chap.9**

Historique

- En 1904, le physicien et chimiste néo-zélandais-britannique Ernest Rutherford (1871-1937) propose de dater les roches grâce à la radioactivité et met au point la méthode « à l'hélium ».
- Il utilise cette méthode sur différentes roches terrestres pour calculer l'âge de la Terre. Il obtient d'abord 40 millions d'années, puis date sur d'autres roches 140 millions d'années et enfin 500 millions d'années en 1906.
- En 1953, le géochimiste américain Clair Patterson (1922-1995) utilise la méthode de datation « plomb-plomb » sur des météorites pour dater l'âge de la Terre. Le résultat qu'il obtient est considéré aujourd'hui comme la première estimation correcte de l'âge de la Terre.



Document 1. : Principes de la datation de la méthode « plomb-plomb »

- Le ²⁰⁴Pb, ²⁰⁶Pb et ²⁰⁷Pb sont des isotopes stables du plomb. La comparaison de leur abondance permet de dater les roches par la méthode « plomb-plomb ».
- A l'aide d'un spectromètre de masse, on mesure les rapports en quantité $N(^{207}\text{Pb})/N(^{204}\text{Pb})$ et de $N(^{206}\text{Pb})/N(^{204}\text{Pb})$, donnant ainsi son nom à la méthode « plomb-plomb ».
- Les résultats des mesures sont placés dans un graphique du rapport $y = \frac{N(^{207}\text{Pb})}{N(^{204}\text{Pb})}$ en fonction du rapport $x = \frac{N(^{206}\text{Pb})}{N(^{204}\text{Pb})}$. Les roches qui ont le même âge s'alignent sur une droite appelée droite isochrone.
- Le coefficient directeur de cette droite augmente avec le temps. Le calcul du coefficient directeur de cette droite permet d'obtenir un âge.

Document 2. : Coefficient directeur de l'isochrone et temps

➤ 1 Ga = 10⁹ ans = 1 milliard d'années

Coefficient directeur	Temps (Ga)
0,057	0,5
0,072	1,0
0,094	1,5
0,123	2,0

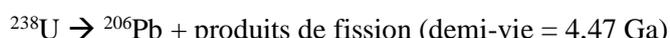
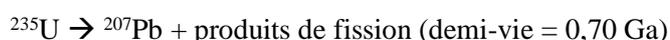
Coefficient directeur	Temps (Ga)
0,164	2,5
0,223	3,0
0,306	3,5
0,425	4,0

Coefficient directeur	Temps (Ga)
0,597	4,5
0,845	5,0
1,207	5,5
1,734	6,0

Coefficient directeur	Temps (Ga)
2,507	6,5
3,642	7,0
5,315	7,5
7,785	8,0

Document 3. : Chaîne de désintégration de l'uranium

- Les isotopes 235 et 238 de l'uranium sont radioactifs. Ils se désintègrent spontanément pour former de nouveaux éléments, eux aussi radioactifs, qui se désintègrent à leur tour jusqu'à former des isotopes stables du plomb. Le bilan de ces désintégrations peut se résumer de la façon suivante:



Document 4 : Calcul d'un coefficient directeur

- Le coefficient directeur a d'une droite est $a = \frac{\text{variation des ordonnées}}{\text{variation des abscisses}} = \frac{y_A - y_B}{x_A - x_B}$ avec A et B deux points de la droite tracée assez éloignés l'un de l'autre.

I. Questions sur les documents

1) Rappeler la définition des isotopes.

.....
.....
.....

2) Rappeler la définition de la demi-vie.

.....
.....
.....

3) Comment évolue le nombre de noyaux d'uranium 235 ou 238 au cours du temps ? Justifier votre réponse.

.....
.....
.....

4) Comment évolue le nombre de noyaux de plomb 207 ou 206 au cours du temps ? Justifier votre réponse.

.....
.....
.....

5) Comment évolue le nombre de noyaux de plomb 204 au cours du temps ? Ne pas justifier.

.....
.....
.....

6) Le nombre de noyaux de plomb 207 augmente plus vite que celui de plomb 206. Comment expliquer ceci ? (Doc 3)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

7) Justifier que pour des roches plus âgées, le coefficient directeur de la droite isochrone soit plus élevé en supposant que la droite $y = f(x)$ est linéaire .

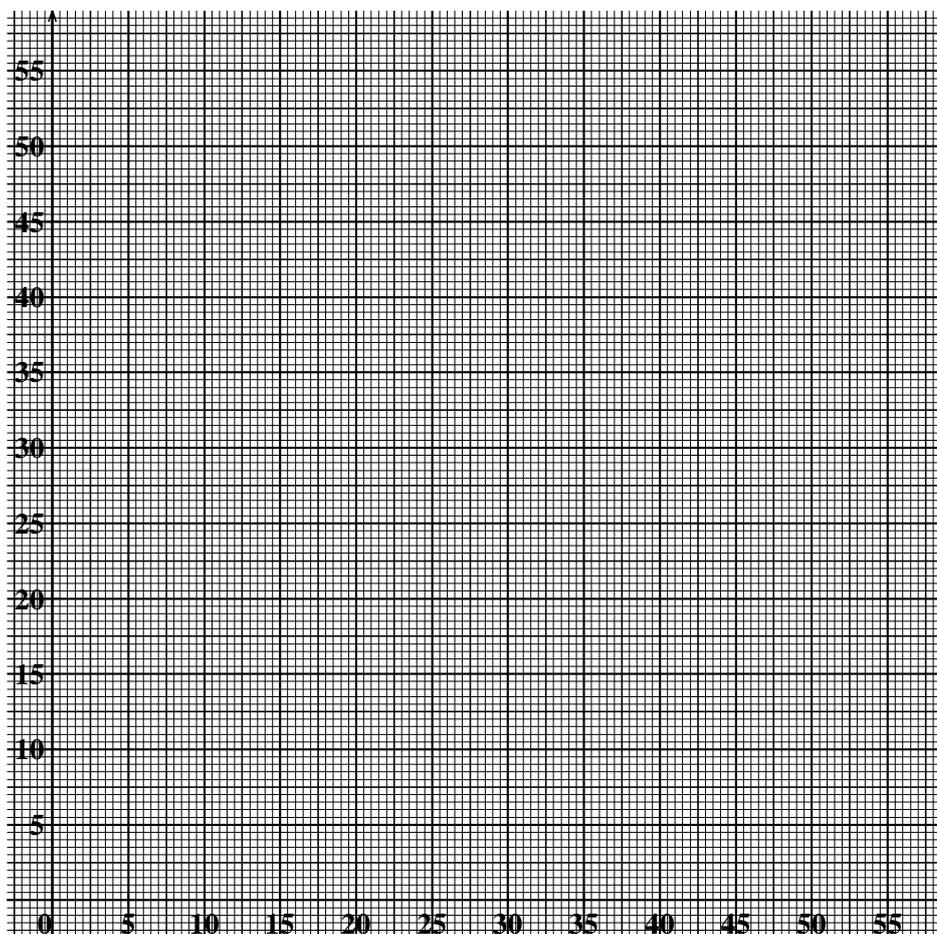
.....
.....
.....
.....
.....

II. Quel est l'âge de la Terre ?

- Voici les résultats des mesures réalisées par Patterson

	Météorite de Nuevo Laredo	Météorite de Canyon Diabole	Météorite de Henbury	Météorite de Forest City	Météorite de Modoc	Sédiments marins
$x = \frac{N(^{206}\text{Pb})}{N(^{204}\text{Pb})}$	50,3	9,5	9,6	19,3	19,5	19,0
$y = \frac{N(^{207}\text{Pb})}{N(^{204}\text{Pb})}$	34,9	10,3	10,4	16,0	16,2	15,8

- 1) Placer les points de mesure sur le graphe $y = f(x)$ ci-dessous et tracer une droite affine qui passe au plus près des points.



- 2) Déterminer le coefficient directeur de cette droite et en déduire l'âge de la Terre en années.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 3) La méthode de Rutherford est-elle cohérente avec celle de Patterson ?

.....

.....

.....