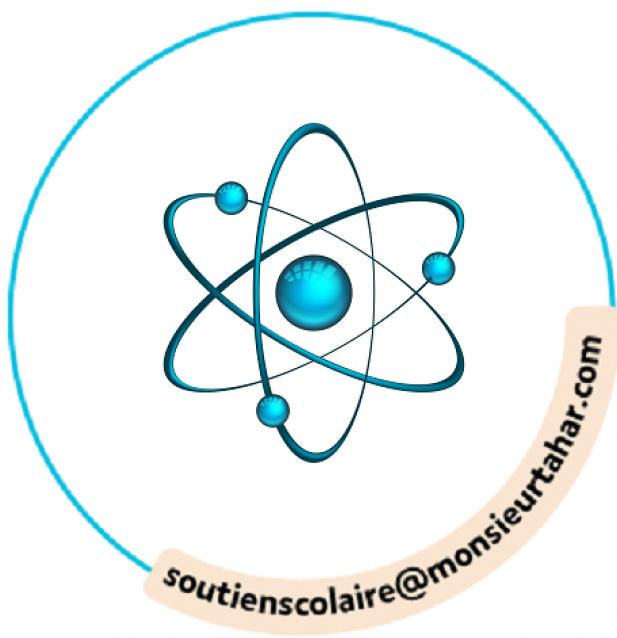


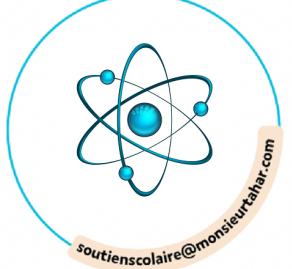
ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

CORRECTION



PHYSIQUE

CHAPITRE 1



Tester ses connaissances

1 QCM

1. b)
2. (la dangerosité de la radioactivité dépend de la nature du rayonnement, du niveau et de la durée de l'exposition) b)
3. c) et d)
4. a)

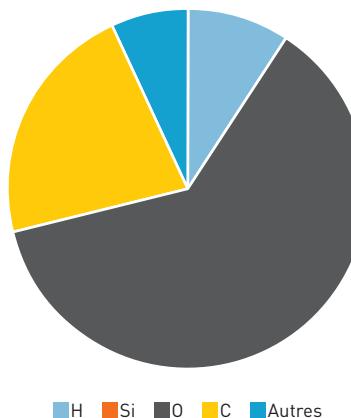
2 Fusion ou fission ?

- a. Il s'agit d'une réaction de fission, car on obtient des noyaux plus légers (numéro atomique plus faible) à partir d'un noyau plus lourd sous l'effet d'un neutron incident.
- b. Il s'agit d'une réaction de fusion, car on forme un noyau plus lourd (numéro atomique plus grand) à partir de deux noyaux plus légers.
- c. Il s'agit d'une réaction de fusion, car on forme un noyau plus lourd (numéro atomique plus grand) à partir de deux noyaux plus légers.
- d. Il s'agit d'une désintégration radioactive.
- e. Il s'agit d'une réaction de fusion, car on forme un noyau plus lourd (numéro atomique plus grand) à partir de deux noyaux plus légers.
- f. Il s'agit d'une désintégration radioactive : le noyau père émet une particule alpha : un noyau d'hélium.

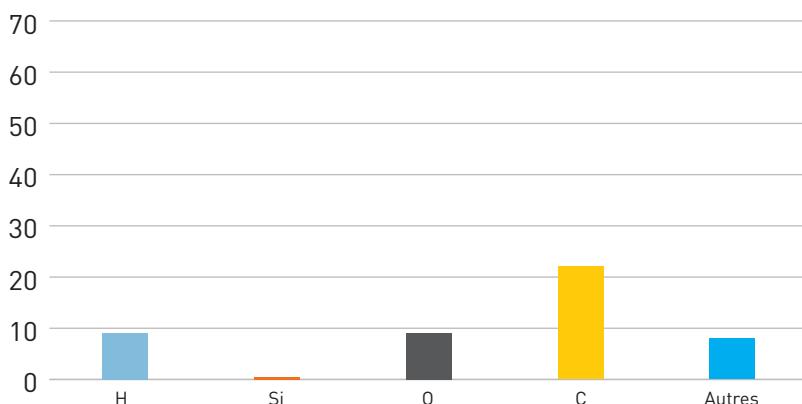
Remarque : Le noyau d'hélium est appelé particule alpha. En toute rigueur, on peut quand même considérer qu'il s'agit d'une fission : elle n'est pas provoquée, mais spontanée.

3 Les principaux atomes sur Terre

Abondance des atomes de la matière A :

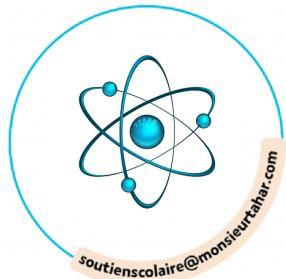
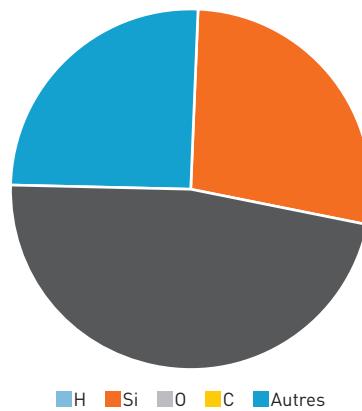


Ou alors :

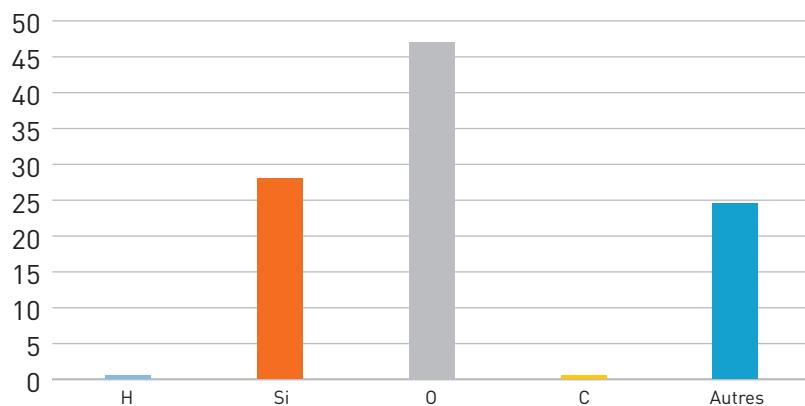


Cette composition chimique, où carbone, oxygène et hydrogène sont prépondérants, correspond à celle d'un être vivant.

Abondance des atomes de la matière B :



Ou alors

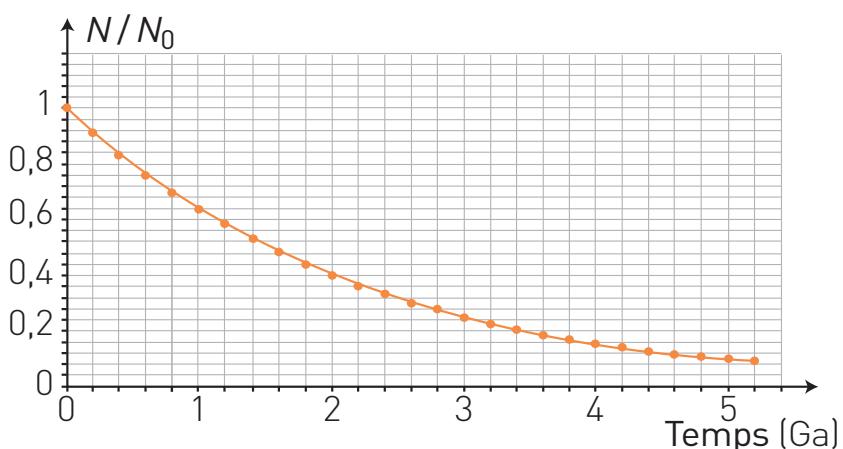


Cette composition chimique correspond à de la matière minérale, comme la croûte terrestre.

4 Comprendre une courbe de décroissance radioactive

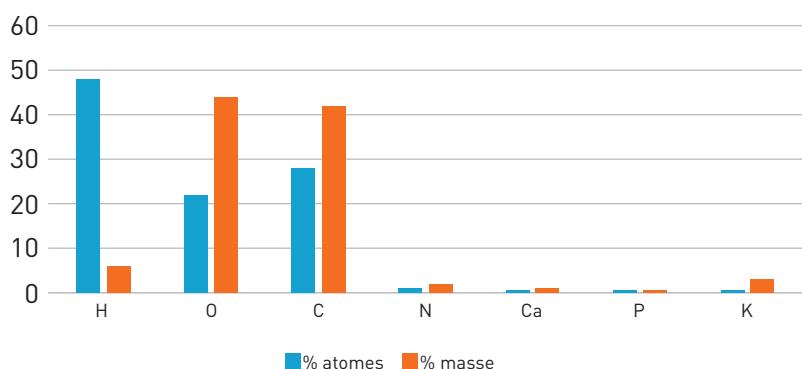
1. L'axe vertical représente le rapport N/N_0 : nombre de noyaux de potassium ^{40}K présents à l'instant t sur le nombre initialement présent. C'est donc la proportion d'atomes radioactifs restants. L'axe des abscisses représente le temps écoulé en milliards d'années.

2. On repère la valeur $N/N_0 = 0,5$ et on cherche l'abscisse correspondante : temps = 1,4 Ga.



5 Les éléments dans les végétaux

1. Abondance en nombre et en masse de différents éléments dans les végétaux :



2. Les différences observées sont liées aux différences de masses atomiques : les atomes les plus légers, comme l'hydrogène, représentent un pourcentage en masse faible, même s'ils sont plus nombreux.

Exercices

6 Un usage médical de la radioactivité

1. L'oxygène $^{15}_8\text{O}$ a une demi-vie de 2 min.

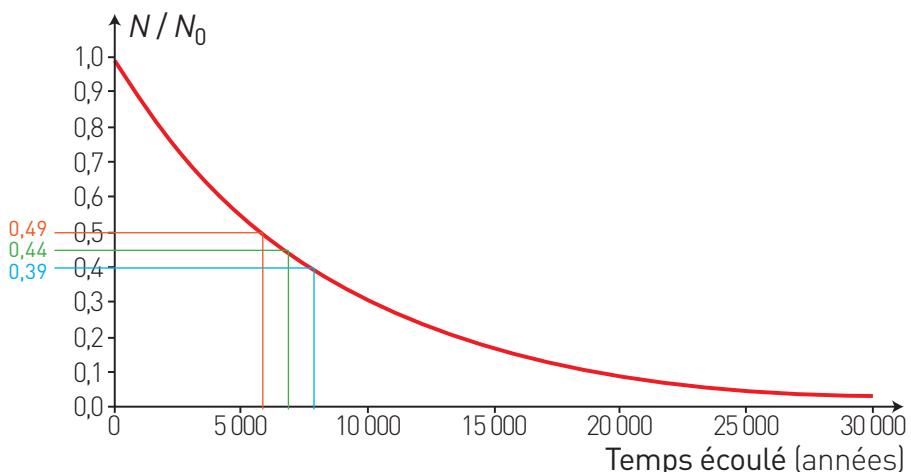
Au bout de 2 min, il reste donc la moitié des noyaux radioactifs soit : $N = 6,41 \cdot 10^9 / 2 = 3,205 \cdot 10^9$.

2. On cherche le temps t tel que $N(t) = N_0 / 1\,000$.

On peut remarquer que $N(nT) = N_0 / 2^n$ or $2^9 = 512$ et $2^{10} = 1\,024$, donc au bout de 10 demi-vies, soit 20 minutes, on aura diminué d'un facteur légèrement supérieur à 1 000 la quantité de noyaux radioactifs initialement présents.

7 La radioactivité, un outil du géologue

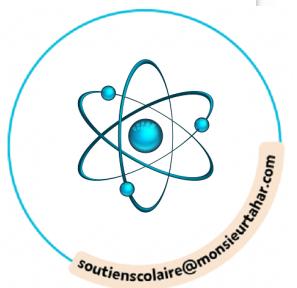
Sur l'axe vertical, on repère les valeurs N/N_0 du tableau et on relève graphiquement les abscisses correspondantes, comme illustré ci-dessous.



Approximativement on obtient :

Lieu du gisement	N/N_0	Temps	Temps calculé
Montcyneire	0,49	5 900	5 898
Montchal	0,44	7 000	6 823
Lassolas	0,39	7 800	7 785

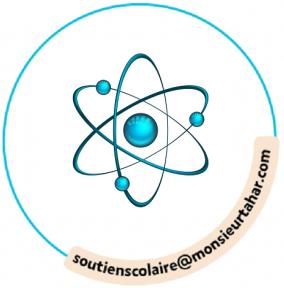
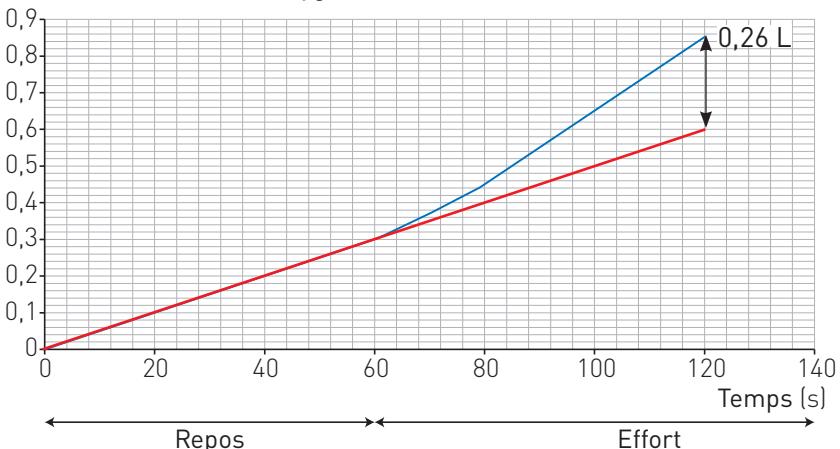
Remarque : Par le calcul, $\ln(N/N_0) = -\ln(2) \cdot \text{temps} / 5\,730$ (hors programme).



8 La disparition de la radioactivité des déchets nucléaires

1.

Volume cumulé de dioxygène consommé (L)



Méthode 1 : on fait l'hypothèse que la propriété de la demi-vie est applicable à des masses de noyaux radioactifs (et non à des nombres d'atomes).

Dans ce cas, on sait qu'à chaque demi-vie, la masse diminue de moitié (la masse est donnée en g). On note avec deux chiffres significatifs :

	Début	T	$2T$	$3T$	$4T$	$5T$	$6T$	$7T$	$8T$	$9T$	$10T$
^{137}Cs	1310	655	327,5	163,75	81,87	40,94	20,47	10,23	5,12	2,56	1,28
^{128}I	170	85	42,5	21,25	10,62	5,31	2,66	1,33	0,66	0,33	0,17

• Au bout de 4 demi-vies, il y a 81,87 g de ^{137}Cs et 10,62 g de ^{128}I .

• Au bout de 10 demi-vies, il y a 1,28 g de ^{137}Cs et 0,17 g de ^{128}I .

Pour le césium, 4 demi-vies représentent $4 \times 30 = 120$ ans et 10 demi-vies 300 ans.

Pour l'iode, 4 demi-vies représentent 62,8 millions d'années et 10 demi-vies 157 millions d'années.

Méthode 2 : en passant par le nombre d'atomes.

On donne ici des masses de radio-isotopes, il faut donc d'abord convertir les masses en nombre d'atomes pour utiliser la propriété liée à la demi-vie.

La relation entre quantité d'atomes N , masse m et masse molaire atomique A est : $N = N_A \cdot m / A$ où N_A est le nombre d'Avogadro $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; A est en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et m en g.

Le nombre initial d'atomes de césium radioactif est donc, pour 1,3 kg :

$$N_0^{\text{Cs}} = 6,022 \cdot 10^{23} \times 1,3 \cdot 10^3 / 137 = 5,714 \cdot 10^{24}.$$

De même pour 170 g d'iode : $N_0^{\text{I}} = 6,022 \cdot 10^{23} \times 170 / 119 = 8,60 \cdot 10^{23}$.

• Au bout de 4 demi-vies ($4T$) : $N(4T) = N_0 / 2^4 = N_0 / 16$.

Donc pour le césium : $N^{\text{Cs}}(4T) = 3,57 \cdot 10^{23}$ et pour l'iode : $N^{\text{I}}(4T) = 5,375 \cdot 10^{22}$.

• Au bout de 10 demi-vies ($10T$) : $N(10T) = N_0 / 2^{10} = N_0 / 1024$.

Donc pour le césium : $N^{\text{Cs}}(10T) = 5,58 \cdot 10^{21}$ et pour l'iode : $N^{\text{I}}(10T) = 8,40 \cdot 10^{20}$.

Pour le césium, 4 demi-vies représentent $4 \times 30 = 120$ ans et 10 demi-vies 300 ans.

Pour l'iode : 4 demi-vies représentent 62,8 millions d'années et 10 demi-vies 157 millions d'années.

2. Il est évident que l'iode est donc un déchet dont la radioactivité ne disparaîtra pas à l'échelle humaine.

9 Datation des roches lunaires : mission Apollo XI

1. On part du noyau père ^{40}K pour obtenir le noyau fils ^{40}Ar de même masse atomique. Il n'y a pas formation de noyaux plus légers. On a un phénomène de désintégration radioactive avec émission d'une particule β^+ (positon). (Notion vue en seconde)

2. À l'instant initial, il n'y avait que du potassium 40, donc $N_{\text{K}}(0) = N_{\text{K}}(t) + N_{\text{Ar}}(t) = 25,01 \cdot 10^{16}$.
On en déduit le rapport $N_{\text{K}}(t) / N_{\text{K}}(0) = 4,41 \cdot 10^{16} / 25,01 \cdot 10^{16} = 0,176$.

3. Par lecture graphique : pour l'ordonnée 0,18 on repère l'abscisse 3,8 Ga (la lecture n'est pas très précise).

On peut remarquer que l'on ne retrouve pas l'âge de 4,5 milliards d'années indiqué dans la littérature scientifique, identique à celle de la Terre.

D'après l'article référencé dans le flash code : <http://adsbit.harvard.edu//full/1970LAstr..84..337B/0000339.000.html>, on donne une datation de ces roches prélevées par la mission Apollon XI à $3,6 \cdot 10^9$ ans.

L'interprétation est que l'origine de ces roches serait due à l'impact d'astéroïdes.

Complément :

Calcul de la quantité d'atomes de potassium 40 à partir de la masse.

On a $N = m/M \times N_A$ où m est la masse en g, M la masse molaire en $g \cdot mol^{-1}$ (ici 40 pour le 40 K), et $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} mol^{-1}$ le nombre d'Avogadro.

Pour l'argon, il faut utiliser le volume molaire V_m que l'on prend égal à $24 L \cdot mol^{-1}$ (à 20 °C).

On a $N = v / V_m$ où $v = 82 \cdot 10^{-4} cm^3 = 82 \cdot 10^{-4} mL = 82 \cdot 10^{-7} L$.

10 Déetecter une tumeur à l'aide d'un traceur radioactif

À chaque demi-vie T , la quantité de phosphore 32 est divisée par 2. Par analogie avec les exercices 6 et 8, on cherche le nombre n de demi-vies tel que $N_p(t) \leq 4,625 \cdot 10^8$, quantité pour laquelle les préparations sont considérées comme inactives.

$$N_p(0) / 4,625 \cdot 10^8 = 5,92 \cdot 10^{10} / 4,625 \cdot 10^8 = 128$$

Or $2^7 = 128$, donc c'est au bout de 7 demi-vies, à savoir 99,4 jours qu'une préparation peut être jetée.

11 L'usage du fluor 18 en cancérologie

Au bout de 6 demi-vies, la dose est diminuée d'un facteur $2^6 = 64$, et au bout de 7 demi-vies, elle est diminuée d'un facteur $2^7 = 128$.

Il pourra donc quitter le centre d'examen au bout d'environ $7 \times 110 = 770$ minutes ou encore 12 h 50 min. L'injection ayant lieu à 9 h il pourra sortir un peu avant 22 h.

