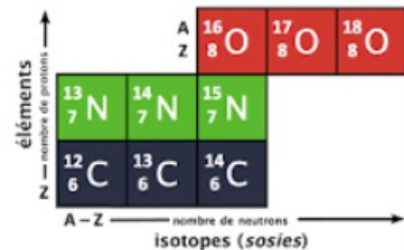


A savoir :

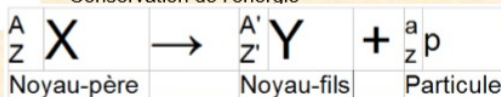
On appelle **isotopes** (d'un certain élément chimique) les nucléides partageant le même nombre de protons (caractéristique de cet élément), mais ayant un nombre de neutrons différent.



Les Lois de Soddy

Ce sont les lois qui régissent les réactions nucléaires. Toutes les réactions nucléaires vérifient les lois de conservation suivantes :

- Conservation de la charge électrique.
- Conservation du nombre total de nucléons.
- Conservation de la quantité de mouvement.
- Conservation de l'énergie



Les différentes radioactivités

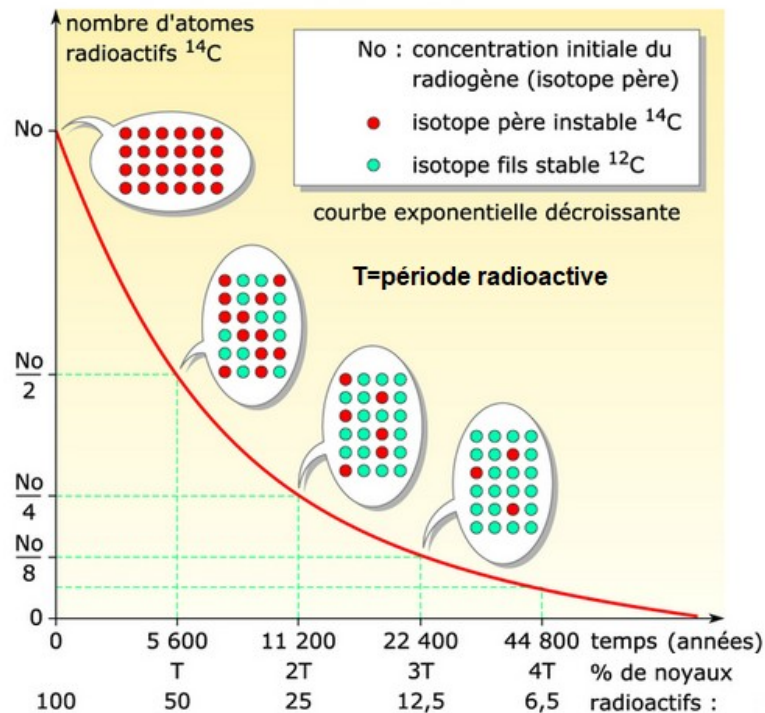
Radioactivité α : $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X \rightarrow \begin{matrix} 4 \\ 2 \end{matrix} \text{He} + \begin{matrix} Z-4 \\ Z-2 \end{matrix} Y$

Radioactivité β^- : $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X \rightarrow \begin{matrix} 0 \\ -1 \end{matrix} e + \begin{matrix} Z \\ Z+1 \end{matrix} Y$

Radioactivité β^+ : $\begin{matrix} A \\ Z \end{matrix} X \rightarrow \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix} e + \begin{matrix} Z \\ Z-1 \end{matrix} Y$

Radioactivité γ : on obtient un noyau fils dans un état excité, qui émet des rayons γ lors du retour à l'état fondamental.

Décroissance radioactive du ^{14}C



Document 1 : les applications de la radioactivité, quels déchets ?

Toute activité humaine produit des déchets. L'utilisation des propriétés de la radioactivité dans de nombreux secteurs engendre chaque année des déchets radioactifs. Ces déchets émettent de la radioactivité et présentent des risques pour l'homme et l'environnement.

Ces déchets proviennent pour l'essentiel des centrales nucléaires, des usines de traitement des combustibles usés ainsi que des autres installations nucléaires civiles et militaires qui se sont développées au cours des dernières décennies.

On compte également plus de 1000 petits producteurs qui contribuent aussi, à un degré moindre, à la production de déchets radioactifs : laboratoires de recherche, hôpitaux, industries...

Les déchets radioactifs sont variés. Leurs caractéristiques diffèrent d'un déchet à l'autre : nature physique et chimique, niveau et type de radioactivité, durée de vie (ou période radioactive) ...

En France, les déchets radioactifs sont classés en fonction de leur mode de gestion :

		PERIODE RADIOACTIVE		
		Vie très courte (période < 100 jours)	Vie courte (période ≤ 31 ans)	Vie longue (période > 31 ans)
ACTIVITE MASSIQUE*	Très faible activité TFA (< 100 Bq/g)	Gestion par décroissance radioactive sur le site de production puis évacuation dans les filiales conventionnelles	Stockage de surface (Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage – CIREs)	
	Faible activité FA (< 10 ⁵ Bq/g)		Stockage de surface (centre de stockage de l'Aube)	Stockage de faible profondeur (à l'étude)
	Moyenne activité MA (< 10 ⁶ Bq/g)			
	Haute activité HA (> 10 ⁶ Bq/g)		Stockage réversible profond (à l'étude)	

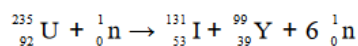
*L'activité massique est l'activité rapportée à 1 g d'échantillon.

D'après <http://www.andra.fr>

Document 2 : iode et radioactivité

Un accident nucléaire peut s'accompagner de la formation d'iode 131 (noté $^{131}_{53}\text{I}$), radioactif.

Il provient de la réaction de fission de l'uranium 235 (noté $^{235}_{92}\text{U}$) indiquée ci-dessous :



Cet iode radioactif pénètre dans le sang par les voies respiratoires, par la peau ou par l'absorption d'aliments contaminés. En effet, la glande thyroïde, un organe régulateur très important dans notre organisme, accumule indifféremment l'iode radioactif ou l'iode ordinaire (noté $^{127}_{53}\text{I}$) jusqu'à saturation. L'irradiation prolongée de cet organe augmente donc le risque de cancer et d'autres affections de la thyroïde. Ce sont les fœtus, les bébés, les jeunes enfants qui courent le plus grand risque.

Prendre des comprimés d'iode ordinaire en cas d'accident nucléaire permet d'empêcher le corps d'accumuler de l'iode radioactif. De la même façon qu'une éponge gorgée d'eau claire n'absorbe pas d'eau polluée, la glande thyroïde saturée d'iode ordinaire n'accumule pas d'iode radioactif. Les particules radioactives sont alors tout simplement éliminées par l'urine et les selles.

Document 3 : activité et période radioactive

L'activité massique, notée A , d'un échantillon de matière radioactive est définie par le nombre de désintégrations par seconde et par gramme ; elle se mesure en becquerel par gramme (Bq/g).

Certains éléments fortement radioactifs ont une activité massique de l'ordre de plusieurs milliards de milliards de becquerels par gramme. D'autres ont une faible activité massique, de l'ordre de quelques dizaines de becquerels par gramme. Les éléments radioactifs sont appelés **radionucléides**.

On appelle période radioactive le temps au bout duquel la moitié de la quantité d'un même radionucléide aura naturellement disparu par désintégration ; l'activité est donc divisée par deux au bout d'une période radioactive.

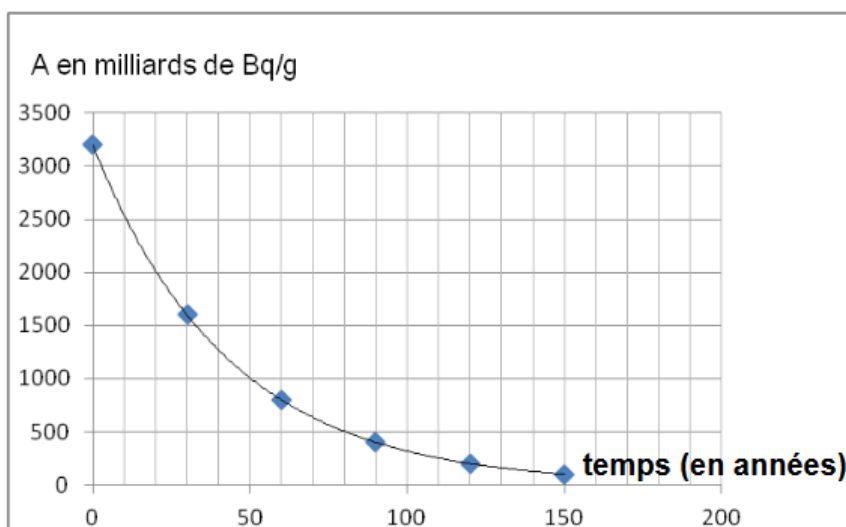
Données :

1. Activités massiques de quelques éléments présents dans les déchets d'une centrale nucléaire :

RADIOELEMENT	PERIODE	ACTIVITE MASSIQUE
Iode 131	8 jours	4,6 millions de milliards de Bq/g
Césium 137		3 200 milliards de Bq/g
Plutonium 239	24 000 ans	2,3 milliards de Bq/g
Uranium 235	704 millions d'années	8 000 Bq/g

D'après <http://www.andra.fr>

2. Évolution de l'activité massique A du césium 137 en fonction du temps.

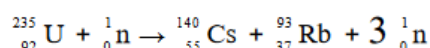


Question 1 :

- a- En France, la classification des déchets radioactifs repose sur deux paramètres. En utilisant le document 1, identifier ces deux paramètres.
- b- En utilisant les documents, expliquer comment, en France, on gère les déchets radioactifs tels que l'uranium 235.

Question 2 :

Dans une centrale nucléaire, sous le choc d'un neutron, un noyau d'uranium 235 (${}^{235}_{92}\text{U}$) peut se casser en un noyau de césium 140 (${}^{140}_{55}\text{Cs}$) et un noyau de rubidium 93 (${}^{93}_{37}\text{Rb}$). Il se forme aussi 3 neutrons selon la réaction :



Question 1)

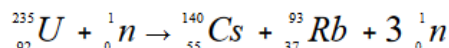
a) La classification des déchets s'opère sur 2 Critères :

- L'activité massique
- La période radioactive

b) L'uranium 235 est un matériau de faible activité et de très longue activité. Le stockage en surface est à l'heure actuelle pratiqué. On envisage sur le long terme à un stockage en profondeur.

Question 2 :

Dans une centrale nucléaire, sous le choc d'un neutron, un noyau d'uranium 235 (${}^{235}_{92}\text{U}$) peut se casser en un noyau de césium 140 noté ${}^{140}_{55}\text{Cs}$ et un noyau de rubidium 93 noté ${}^{93}_{37}\text{Rb}$ selon la réaction :



Cette réaction est :

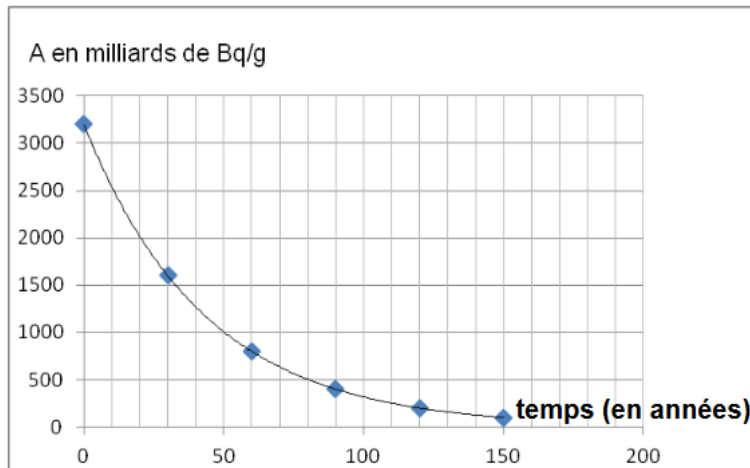
Cocher uniquement la réponse exacte :

- ☐ une réaction de combustion
- ☒ une réaction de fission
- ☐ un changement d'état
- ☐ une réaction de fusion

Question 3a :

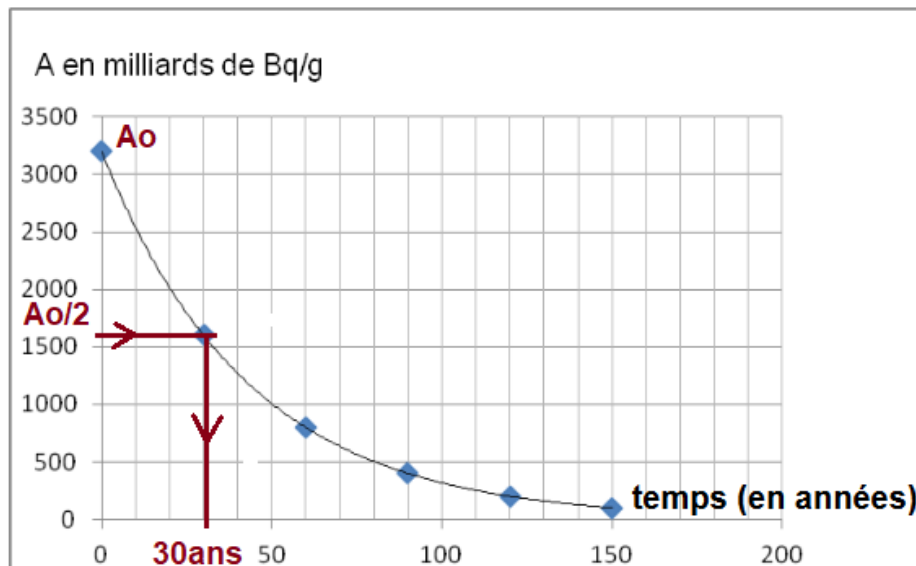
Sur le graphique ci-dessous, faire apparaître le tracé permettant de déterminer la période radioactive du césium 137. Noter sa valeur.

Graphique : évolution de l'activité massique A du césium 137 en fonction du temps



$T_{\text{Césium137}} = \dots\dots\dots$

2. Évolution de l'activité massique A du césium 137 en fonction du temps.



Question 3 :

On s'intéresse maintenant au césium 137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$) qui est aussi un des produits formés lors de la fission de l'uranium 235.

a- On veut déterminer la période radioactive du césium 137.

Répondre à la question 3a sur l'annexe 1, page 11/13, à rendre avec la copie.

- b- Dans le cas du césium 137, déterminer l'activité massique restante à l'échelle d'une vie humaine. En déduire le problème environnemental posé.

Si on considère que la durée d'une vie humaine est en moyenne de 80ans, l'activité restante est de 500milliards de Becquerel .

A l'échelle de la vie humaine, la radioactivité restante reste énorme. L'accident de Fukushima qui a rejeté du césium pose donc un problème majeur de santé publisc dans la zone où ces déchets se sont disséminés.

Question 4 :

Comme indiqué dans le document 2, l'iode radioactif 131 provient de la réaction de fission de l'uranium 235.

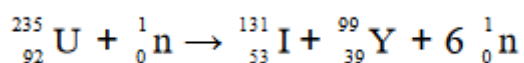
- a- Il existe à la fois l'iode 127 ($^{127}_{53}\text{I}$) non radioactif et l'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) radioactif.

Ces noyaux ont le même numéro atomique. Nommer de tels noyaux.

- b- Connaissant le numéro atomique de l'uranium et celui de l'yttrium, expliquer comment on peut retrouver le numéro atomique de l'iode à partir de l'équation du document 2.

a) Ce sont des isotopes (ils ont même nom, même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents).

b)



Les loi de Soddy énoncent la conservation du nombre nucléons et de la charge électrique :

Nucléons : $235+1 = 131+ 99+ 6 \times 1$

Charge $92+0 = 53 + 39 + 6 \times 0$