

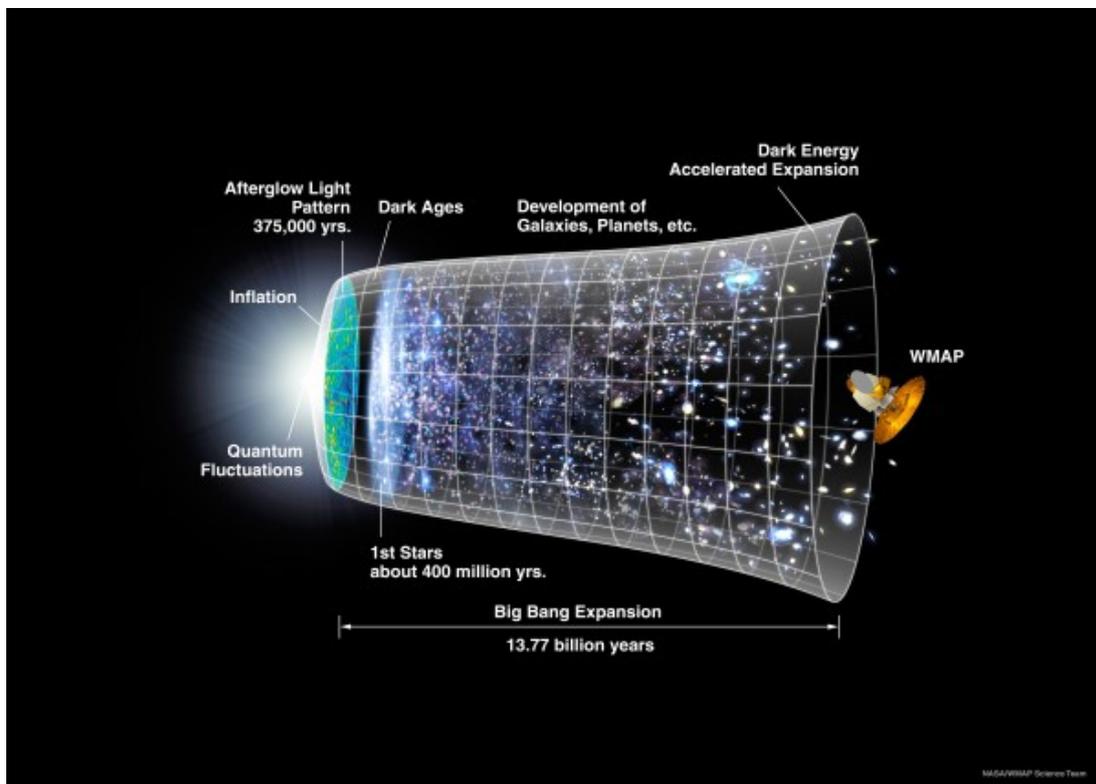
# PREMIERE PARTIE : LA MATIÈRE

## Séquence 1 : Les éléments chimiques

### 1. Repères

Quelle est l'origine de l'Univers ? Voilà une question que beaucoup de scientifiques se posent. Pour certains l'Univers n'a ni début ni fin. Il a toujours existé et existera toujours. C'est une notion qui est bien difficile à concevoir. Pour d'autres il y a eu un début, ce qui implique qu'il y aura certainement une fin...

C'est en 1927 que Georges Lemaître développe la théorie du Big Bang : l'univers aurait été créé par dans une gigantesque explosion matérialisant un temps  $t_0$  de l'Univers. Il va aller se dilater progressivement, comme une tache d'huile. De nos jours l'Univers est toujours en expansion Cette expansion de l'Univers a été prouvée en 1929 par l'astronome américain Edwin Hubble. Les scientifiques essaient maintenant de remonter aux origines de l'Univers, au moment du Big Bang. La lumière se déplace à la vitesse de 300 000 km/s et les étoiles sont très éloignées. Donc il est possible que certaines étoiles soient déjà mortes au moment où leur lumière nous parvient. Il est donc possible actuellement de remonter à quelques heures après la naissance de l'Univers. Cela semble bien confirmer la théorie de Georges Lemaître.

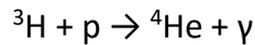


Et la fin de l'Univers? Les scientifiques appellent cela le Big Crunch. Le moment où l'Univers cessera son expansion pour se replier totalement sur lui-même. Et on avance l'hypothèse d'un éternel recommencement : Big Bang, Expansion, Big Crunch, second Big Bang, seconde Expansion, etc...

## 2. Naissance de l'Univers

D'où proviennent les atomes, briques élémentaires de la matière telle que nous la connaissons? Comment sont-ils synthétisés dans l'Univers et à quel moment ? La réponse à ces questions est la nucléosynthèse.

On appelle nucléosynthèse la formation de noyaux plus lourds à partir de noyaux plus légers. Par exemple :



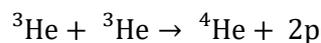
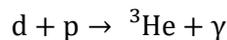
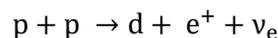
Soit un tritium plus un proton donne un hélium plus un photon gamma.

La nucléosynthèse peut être subdivisée en 4 types :

- La nucléosynthèse primordiale qui a eu lieu durant les premières minutes du Big Bang;
- La nucléosynthèse stellaire qui se déroule pendant la vie d'une étoile;
- La nucléosynthèse stellaire explosive qui se déroule lors de l'explosion des étoiles massives (ce que l'on appelle des supernovæ);
- La nucléosynthèse interstellaire responsable de la création d'éléments légers par actions des rayonnements cosmiques.

## 3. Réactions nucléaires dans les étoiles

Les étoiles et en particulier notre Soleil sont la source de réactions de fusion nucléaire. C'est-à-dire la synthèse de noyaux lourds à partir de noyaux légers. En particulier la synthèse de l'hélium à partir de proton. Comme cela est décrit dans les réactions suivantes :



Soit deux protons réagissent pour former un noyau de deutérium et un neutrino électronique; ensuite le noyau de deutérium réagit avec un proton pour donner un noyau d'hélium 3 et un rayonnement gamma; enfin deux noyaux d'hélium 3 donnent un noyau d'hélium 4 et deux protons.

La fusion nucléaire est donc un phénomène qui se produit naturellement au cœur des étoiles. A chaque instant notre Soleil produit des quantités importantes d'hélium en dégageant de l'énergie. Cette énergie des étoiles est ce qui les fait briller.

Vous pouvez suivre le lien suivant pour avoir une vidéo de la fusion nucléaire au sein des étoiles :

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=1&v=1aKLyPoDjVE](https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=1aKLyPoDjVE).

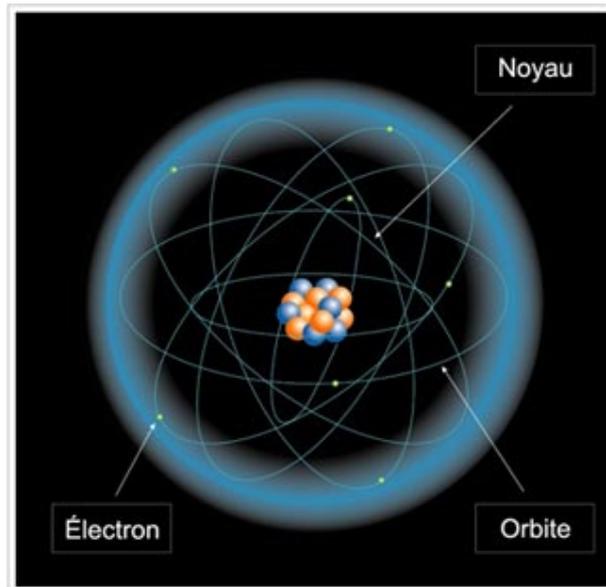
## 4. La radioactivité et la dégradation radioactive

### 4.1. Le noyau atomique

La matière, toute la matière, vivante ou inerte, est constituée de petites unités appelées **atomes**.

Ceux-ci sont constitués d'un **noyau**, chargé **positivement** autour duquel "gravitent" des particules élémentaires chargées **négativement**, les **électrons**.

La représentation habituelle de l'atome est telle que celle qui est présentée sur la figure ci-dessous:



Bien que pratique cette représentation est éloignée de la réalité, à commencer par les proportions.

En effet le diamètre d'un atome est d'environ 0,1 nm soit  $10^{-10}$  m et celui d'un noyau est d'environ 1 fm soit  $10^{-15}$  m. Le noyau est donc 100 000 fois plus petit que l'atome. Par comparaison si le soleil était un noyau atomique, les limites de l'atome correspondant seraient situées à 70 milliards de km.

Il en découle que la **matière est essentiellement constitué de vide...**

De fait le noyau est très dense car en plus d'être petit il concentre 99,9% de la masse de l'atome. Ainsi la masse volumique d'un noyau est d'environ 230 000 tonnes par  $\text{cm}^3$ !

La **représentation du noyau atomique est donnée par la notation  ${}^A_ZX$** .

X étant l'élément chimique considéré, A le nombre de masse, c'est-à-dire le nombre de nucléons (protons + neutrons) et Z le numéro atomique (on parle aussi de nombre de charge) qui correspond au nombre de protons

Le nombre de neutrons N est donc donné par  $N=A-Z$ . Si des éléments chimiques possèdent le même nombre de protons Z mais différent par leur nombre de masse A, ce sont des isotopes, c'est-à-dire qu'ils ont un nombre différent de neutrons N.

Par exemple, l'hydrogène (A=1), le deutérium (A=2) et le tritium (A=3) sont tous les trois des isotopes de l'hydrogène et ont tous un seul proton.

Si dans la classification périodique des éléments chimiques on compte actuellement 118 éléments chimiques, il existe plus de 1000 noyaux différents.

#### 4.2. Radioactivité naturelle et artificielle

Les **principales interactions** qui ont lieu au sein d'un noyau atomiques sont:

- les **interactions électromagnétiques** (répulsives entre les protons);
- les **interactions fortes** (attractives entre les nucléons).

La cohésion d'un noyau résulte **d'un équilibre entre ces interactions**. Lorsque cette cohésion n'est plus assurée, le noyau devient instable: les noyaux de certains isotopes sont ainsi instables.

Lorsque un noyau (dit noyau père) est instable, il se transforme spontanément en un noyau d'un autre élément chimique (appelé noyau fils) en **expulsant une particule**. Cette réaction est appelée **désintégration radioactive**.

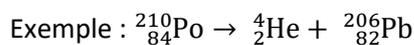
La **radioactivité** est dite **naturelle** lorsque les noyaux instables existent dans la nature. Elle est dite **artificielle**, lorsque qu'ils sont créés en laboratoire.

La radioactivité naturelle a été mise en évidence en 1896 par Becquerel et expliquée ensuite par Pierre et Marie Curie.

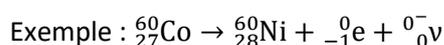
La radioactivité artificielle a été mise en évidence par Irène et Frédéric Joliot-Curie en 1934.

#### 4.3. Les différents types de désintégration:

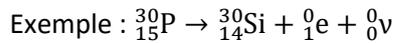
**Radioactivité  $\alpha$  (naturelle)** : Elle concerne les noyaux instables par **excès de nucléons**. Ils se désintègrent en émettant un noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$ , appelé **particule  $\alpha$** . Ces particules sont arrêtées par une feuille de papier.



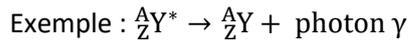
**Radioactivité  $\beta^-$  (naturelle)** : La **radioactivité  $\beta^-$**  concerne les noyaux instables par **excès de neutrons**. Ils se désintègrent en émettant un électron  ${}^0_{-1}e$  appelé **particule  $\beta^-$**  et un **neutrino  ${}^0_0\nu$** . Ces particules sont arrêtées par une feuille d'aluminium. Les neutrinos et les antineutrinos sont des particules élémentaires qui n'ont pas de charge électrique et une masse très faible. Ils interagissent par interaction faible. Ils ont été découverts par Pauli en 1930 pour compenser la perte d'énergie cinétique des électrons. Lors d'une désintégration  $\beta^-$  **un neutron se transforme en proton**. Cette transformation est possible pour les **interactions faibles**, capables de transformer les nucléons.



**Radioactivité  $\beta^+$  (artificielle)** : Elle concerne les noyaux instables par **excès de protons**. Ils se désintègrent en émettant un positron  ${}^0_1e$  appelé **particule  $\beta^+$  et un neutrino  ${}^0_0\nu$** . Ces particules sont arrêtées par une feuille d'aluminium. Lors d'une désintégration  $\beta^+$ , **un proton se transforme en neutron**. Cette transformation est possible pour les **interactions faibles**, capables de transformer les nucléons.



**La désexcitation  $\gamma$**  : A la suite d'une désintégration, le noyau fils est souvent dans un **état excité**. Il libère alors l'excédent énergétique en émettant un **rayonnement électromagnétique** de fréquence très élevée (donc correspondant à une grande énergie), appelé **rayonnement  $\gamma$** . Ce rayonnement est arrêté par une grande épaisseur de béton.



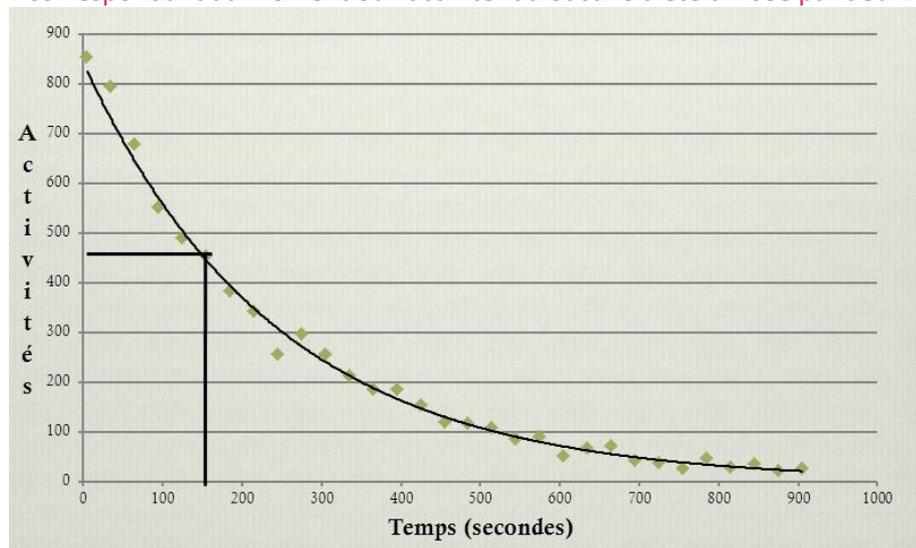
#### 4.4. Durée de vie et décroissance radioactive

L'**activité  $A$**  d'un échantillon radioactif est le **nombre de désintégrations** qu'il produit par **seconde**. Son unité est le **Becquerel (Bq)** : 1 Bq correspond à une désintégration par seconde. Elle est mesurée grâce à un **compteur Geiger-Müller**. **L'activité diminue au cours du temps**.

Activités de quelques objets du quotidien (pour un poids de 1 kg):

Objet	Activité (Bq)
Lait	80
Eau minérale	1 à 2
Poisson	100 à 400
Homme	110 à 140
Engrais	5000
Pommes de terre	100 à 150
Granit	8000
Eau de mer	10

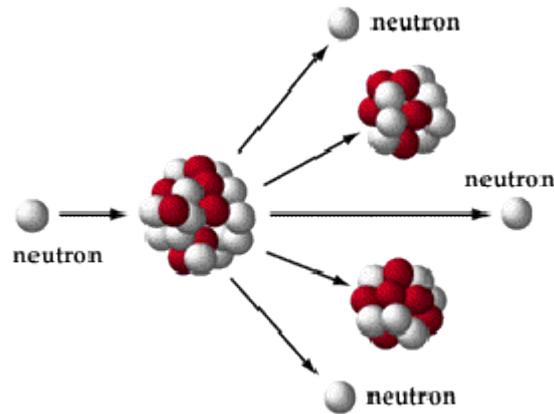
L'activité diminue au cours du temps. On définit ainsi un temps  $t_{1/2}$  appelé **temps de demi-vie**, correspondant au moment où l'activité radioactive a été divisée par deux.



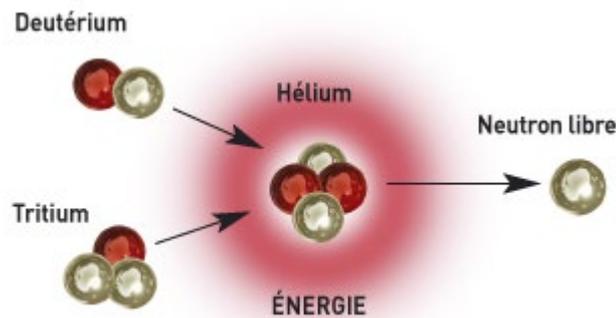
#### 4.5. Les réactions nucléaires

Une réaction nucléaire est provoquée lorsque l'on bombarde un noyau cible par un noyau projectile, pour donner naissance à de nouveaux noyaux.

**La fission nucléaire** : Un noyau père lourd éclate et se sépare en deux noyaux fils plus légers sous l'impact d'un neutron. Les noyaux fils sont souvent radioactifs et un rayonnement  $\gamma$  est émis. De l'énergie est ainsi libérée. Ce phénomène physique est celui qui a lieu dans les réacteurs des centrales nucléaires.



**La fusion nucléaire** : Deux noyaux légers s'associent pour former un noyau plus lourd. Des particules et un rayonnement  $\gamma$  sont émis. Il y a donc aussi libération d'énergie. Pour que la fusion puisse avoir lieu, il faut des températures très élevées pour vaincre la répulsion entre les noyaux. Ces réactions se produisent spontanément dans le soleil et les étoiles. On travaille depuis plus de 30 ans sur la fusion du deutérium et du tritium (projet ITER).

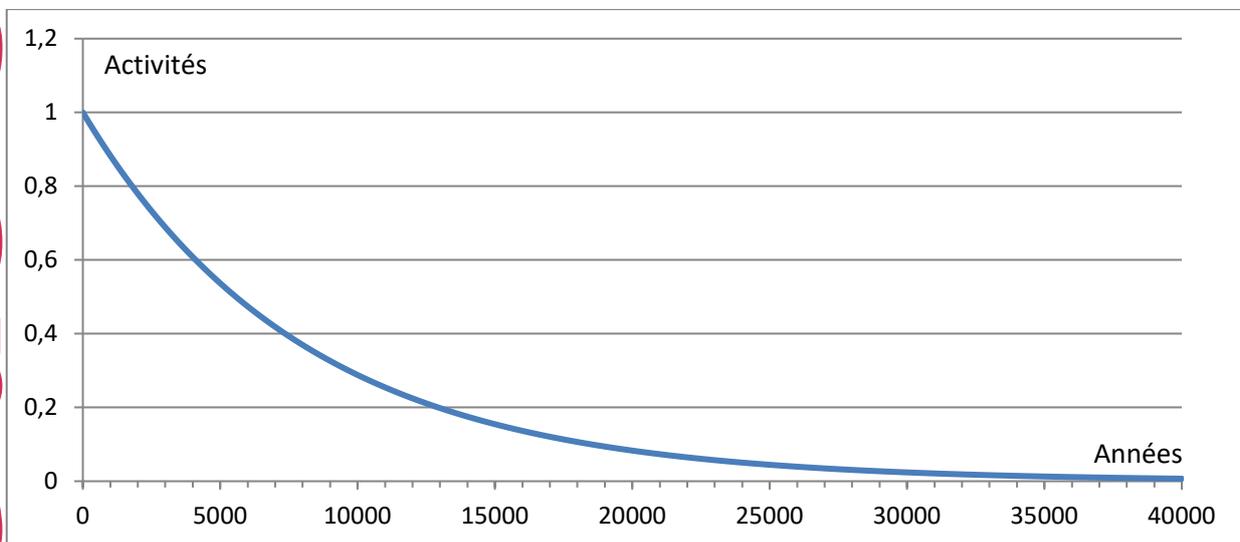


## 5. Exercices d'application

### 5.1. Exercice n°1.1 :

Le carbone 14 est radioactif,  $\beta^-$ . Sa période radioactive est  $T = 5570$  ans.

1. Définir la période radioactive.
2. Donner la composition du noyau de carbone 14, en vous servant d'un tableau périodique.
3. La quantité de carbone 14 dans une espèce vivante reste constante durant toute sa vie de par les échanges entre cette espèce vivante et le monde extérieur. A la mort de l'espèce, et donc en absence d'échange, la quantité de carbone 14 diminue du fait de sa désintégration. L'analyse d'un morceau de bois montre qu'il ne contient plus que 10% de son carbone 14 initial. En utilisant le graphique ci-dessous, déterminez l'âge du morceau de bois.



### 5.2. Exercice n°1.2 :

Lors d'un accident nucléaire, des nucléides radioactifs tels que l'iode 131 peuvent se répandre dans l'atmosphère.

1. Donner la composition de ce nucléide en utilisant le tableau périodique.
2. L'iode 131 est un émetteur  $\beta^-$ . Définir ce type d'émission radioactive.
3. L'iode 131 a une période radioactive de 8 jours. Définir la période radioactive.
4. En vous basant sur la relation entre la masse d'un nucléide et le nombre de noyaux de nucléide et sachant qu'à l'instant  $t=0$ , la masse d'iode 131 est  $m_0 = 1$  g, déterminer la masse  $m$  d'iode 131 présente au bout de 8 jours.
5. Quel danger représente l'iode 131 pour la population lors d'un tel accident ? Comment lutte-t-on contre ce danger ?

**5.3. Exercice n°1.3 :**

Un noyau de radium  $^{226}_{88}\text{Ra}$  se désintègre spontanément en émettant un noyau d'hélium  $^4_2\text{He}$ .

1. De quel type de radioactivité s'agit-il ?
2. Que représentent les nombres 88 et 226 pour le noyau de radium ?
3. La désintégration du radium 226 forme un nouveau nucléide le radon 222 dont la période radioactive  $T$  est de 3,8 jours. On définit  $n_0$  le nombre de noyaux de radon à l'instant  $T=0$ . A l'instant  $t=T$  le nombre de noyaux  $n_1 = n_0/2$ . A l'instant  $t=2T$  le nombre de noyau est  $n_2 = n_0/4$  et pour  $t=3T$ ,  $n_3 = n_0/8$ . En déduire le nombre de noyaux  $n_n$  pour l'instant  $t=nT$ . Donner alors l'allure de la courbe de décroissance radioactive.

**5.4. Exercice n°1.4 :**

Il est possible d'étudier le flux sanguin dans le corps en injectant un isotope radioactif du sodium, le sodium 24,  $^{24}_{11}\text{Na}$ , sous forme d'une solution aqueuse de chlorure de sodium.

1. Donner la composition d'un noyau de sodium 24.
2. Lors de la désintégration du sodium 24, il se forme un noyau de magnésium 24,  $^{24}_{12}\text{Mg}$ , et une autre particule.

Ecrire l'équation de désintégration d'un noyau de sodium 24.

Identifier la particule émise et préciser le type de radioactivité présentée par le sodium 24.

3. Le sang humain ne contient pas de sodium 24. A l'instant  $t=0$ , on injecte à un patient une solution de chlorure de sodium contenant  $n_0 = 8,0 \times 10^{20}$  noyaux de sodium 24. La période radioactive du sodium 24 est  $T = 15$  H.

Déterminer le nombre de noyaux restant dans le sang du patient aux instants  $t_1 = T$  et  $t_2 = 2T$ .

**5.5. Exercice n°1.5 :**

Le cobalt  $^{60}_{27}\text{Co}$ , contenu dans les bombes au cobalt utilisées en médecine est obtenu par le bombardement du cobalt 59 par des neutrons. Le cobalt 60 est radioactif  $\beta^-$ . Le noyau fils du cobalt 60 est un des isotopes de l'élément nickel Ni.

1. Ecrire l'équation de la transformation du cobalt 59 en cobalt 60.
2. Quelle est la particule émise lors de la désintégration du cobalt 60.
3. Ecrire l'équation traduisant la désintégration du cobalt 60, en la justifiant.

**5.6. Exercice n°1.6 :**

Le polonium 210 a été l'un des premiers isotopes radioactifs mis en évidence par Pierre et Marie Curie. Lors de sa désintégration il se transforme en plomb et en un noyau d'hélium 4.

1. Quelles sont les représentations symboliques  ${}^A_ZY$  du polonium 210 et de l'hélium 4 ? On pourra s'aider de la classification périodique des éléments.
2. Ecrire l'équation de la réaction.

**5.7. Exercice n°1.7 :**

Le plomb 185  ${}^{185}_{82}Pb$  est radioactif. Il se désintègre en formant du mercure 181 et un noyau d'hélium.

1. Quel est le numéro atomique du mercure dont le symbole est Hg ? On s'aidera de la classification périodique des éléments.
2. Quelle est la représentation symbolique  ${}^A_ZY$  du mercure 181?
3. Ecrire l'équation de la réaction nucléaire.

**5.8. Exercice n°1.8 :**

Ecrire l'équation de la réaction de fusion entre deux noyaux d'hélium 3 qui donne un noyau d'hélium 4 et deux noyaux d'hydrogène 1.

On pourra s'aider de la classification périodique des éléments.

## Je vérifie mes connaissances sur la séquence 1

Extrait de cours

1. Définir la nucléosynthèse.
2. Quelle est le type (la nature) des réactions nucléaires au cœur du soleil?
3. Quel noyau léger est formé lors des réactions nucléaires solaires.
4. Comment évolue l'activité radioactive d'un radionucléide au cours du temps?
5. Quelle est l'unité de mesure de la radioactivité ?
6. Comment appelle-t-on le temps pour lequel la radioactivité est divisée par 2?
7. Définir une réaction nucléaire.
8. Définir la fission nucléaire.
9. Définir la fusion nucléaire.
10. Quand dit-on que la radioactivité est naturelle ?

## DEVOIR A RENDRE N°1

**Exercice n°1 :**

(4 points)

1. Peut-on prédire, sur un intervalle de temps donné, la désintégration d'un noyau radioactif ?
2. Peut-on prédire, sur un intervalle de temps donné, le nombre de noyaux se désintégrant dans un échantillon ?
3. La désintégration d'un noyau est-elle spontanée?
4. La désintégration d'un noyau est-elle instantanée ?

**Exercice n°2 :**

(4 points)

1. L'élément carbone est défini par  $Z=6$ . L'atome de carbone présent majoritairement sur terre est défini par  $A=12$ .
  - 1.1. Comment nomme-t-on les nombres  $A$  et  $Z$  ?
  - 1.2. Donner la composition de l'atome de carbone majoritairement présent sur terre.
  - 1.3. Ecrire le symbole du noyau de carbone 12.

## 2. Carbone 14:

(1,5 points)

- 2.1. Donner la composition d'un noyau de carbone 14.
- 2.2. Qu'est-ce qui différencie les noyaux de carbone 12 et de carbone 14 ?
- 2.3. Comment peut-on qualifier ces deux noyaux ?

## 3. Désintégration du carbone 14 :

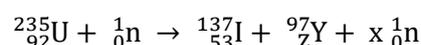
(1 point)

- 3.1. Ecrire l'équation de désintégration du carbone 14 sachant que le noyau fils est un noyau d'azote 14,  ${}^{14}_7\text{N}$ .
- 3.2. De quel type de radioactivité s'agit-il?

**Exercice n°3 :**

(6 points)

1. Quand dit-on que deux noyaux sont des isotopes ?
2. Qu'appelle-t-on réaction nucléaire de fission ?
3. L'équation d'une des réactions possibles de fission d'un noyau d'uranium 235 est :



3.1. Déterminer les valeurs de Z et de x.

3.2. Cette réaction de fission peut donner une réaction en chaîne. Pourquoi?

**Exercice n°4 :**

(6 points)

**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 filières conventionnelles	Stockage de surface (Centre Industriel de Regroupement, d'Entreposage et de Stockage – CIRES)	
	Faible activité FA (< 10 <sup>5</sup> Bq/g)		Stockage de surface (centre de stockage de l'Aube)	Stockage de faible profondeur (à l'étude)
	Moyenne activité MA (< 10 <sup>6</sup> Bq/g)			
	Haute activité HA (> 10 <sup>6</sup> Bq/g)		Stockage réversible profond (à l'étude)	

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

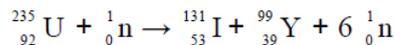
D'après <http://www.andra.fr>

Extrait de cours

**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**.

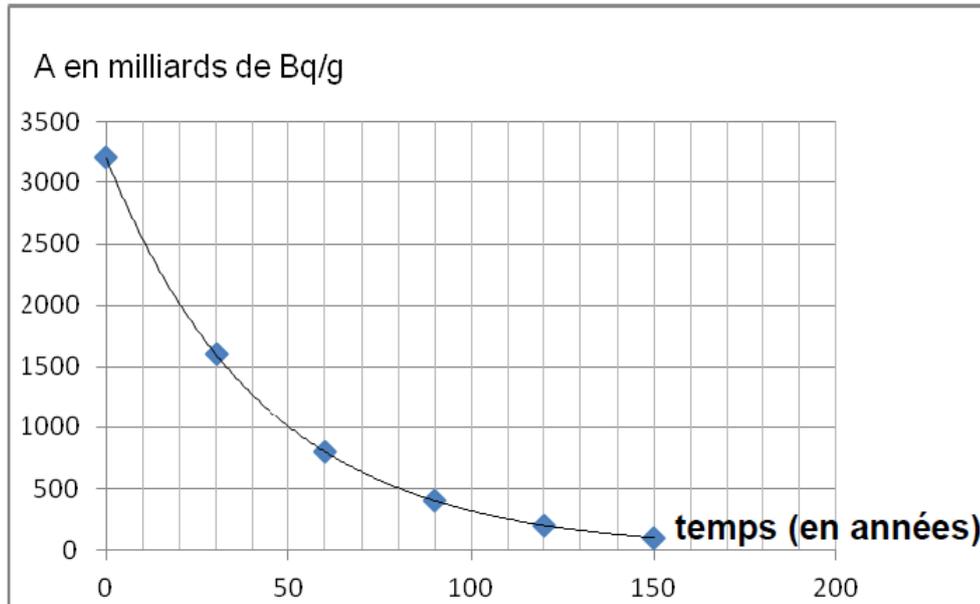
On appelle période radioactive le temps au bout duquel la moitié de la quantité d'un même radionucléide aura naturellement disparu par désintégration ; l'activité est donc divisée par deux au bout d'une période radioactive.

**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.

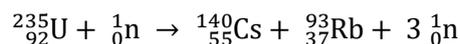


1.

1.1. En France, la classification des déchets radioactifs repose sur deux paramètres. En utilisant le document 1, identifier ces deux paramètres.

1.2. En utilisant les documents, expliquez comment, en France, on gère les déchets radioactifs tels que l'uranium 235.

2. Dans une centrale nucléaire, sous le choc d'un neutron, un noyau d'uranium 235 peut se casser en un noyau de césium 140 et un noyau de rubidium 93. Il se forme aussi 3 neutrons selon la réaction :



De quel type de réaction s'agit-il?

3. On s'intéresse maintenant au césium 137 qui est un des produits formés lors de cette réaction nucléaire.

3.1. Déterminez graphiquement la période radioactive du césium 137.

3.2. Dans le cas du césium 137, déterminez l'activité massique restante à l'échelle d'une vie humaine. En déduire le problème environnement posé.

4. L'iode 131 est aussi un produit de réaction de l'uranium 235 (document 2.)

4.1. Qu'est-ce qui différencie l'iode 127 non radioactif de l'iode 131 radioactif?

4.2. Connaissant le numéro atomique de l'uranium et celui de l'yttrium, expliquez comment on peut trouver le numéro atomique de l'iode à partir de l'équation du document 2.

## Correction des exercices d'application

### 1. Séquence 1

#### Exercice n°1.1 :

1. la période radioactive est la durée T au bout de laquelle la moitié d'une quantité donnée de radionucléide s'est désintégrée.
2. Le carbone 14,  $^{14}_6\text{C}$ , contient 6 protons (Z) et 8 neutrons (A-Z).
3. En reportant sur le graphique les 10% sur l'axe vertical, on détermine à l'intersection avec la courbe de décroissance radioactive que l'âge du morceau de bois est de 18500 ans.

#### Exercice n°1.2 :

1. L'iode 131,  $^{131}_{53}\text{I}$ , contient 53 protons et  $131-53=78$  neutrons.
2. Au cours de cette désintégration radioactive, il y a émission d'un électron,  $\beta^-$ , et éventuellement émission d'un rayonnement ( $\gamma$  ou X) lors de la désexcitation du noyau fils.
3. La période radioactive est la durée T au bout de laquelle la moitié d'une quantité donnée de radionucléide s'est désintégrée.
4. On sait que la période radioactive de l'iode 131 est de 8 jours. Donc par définition de la période radioactive, au bout de 8 jours la moitié de l'iode 131 s'est désintégrée. Il ne reste donc plus que 50% des noyaux d'iode 131. Comme le nombre de noyaux est directement proportionnel à la masse, au bout de 8 jours il reste 0,5 g d'iode 131.
5. Il y a un risque de contamination car l'iode est fixé par la thyroïde. On se prémunit de ce danger en donnant à la population des pastilles d'iode, afin de saturer la thyroïde pour qu'elle ne puisse pas fixer l'iode radioactif.

#### 5.3. Exercice n°1.3 :

1. Il s'agit de radioactivité  $\alpha$ .
2. 88 est le nombre de charges du radium, il correspond au nombre de protons contenus dans le noyau. 226 est le nombre de masse, il correspond au nombre total de nucléons du noyau de radium.
3. La désintégration du radium 226 forme un nouveau nucléide le radon 222 dont la période radioactive T est de 3,8 jours. On définit  $n_0$  le nombre de noyaux de radon à l'instant  $T=0$ . A l'instant  $t=T$  le nombre de noyaux  $n_1 = n_0/2$ . A l'instant  $t=2T$  le nombre de noyau est  $n_2 = n_0/4$  et pour  $t=3T$ ,  $n_3 = n_0/8$ . En déduire le nombre de noyaux  $n_n$  pour l'instant  $t=nT$ . Donner alors l'allure de la courbe de décroissance radioactive.

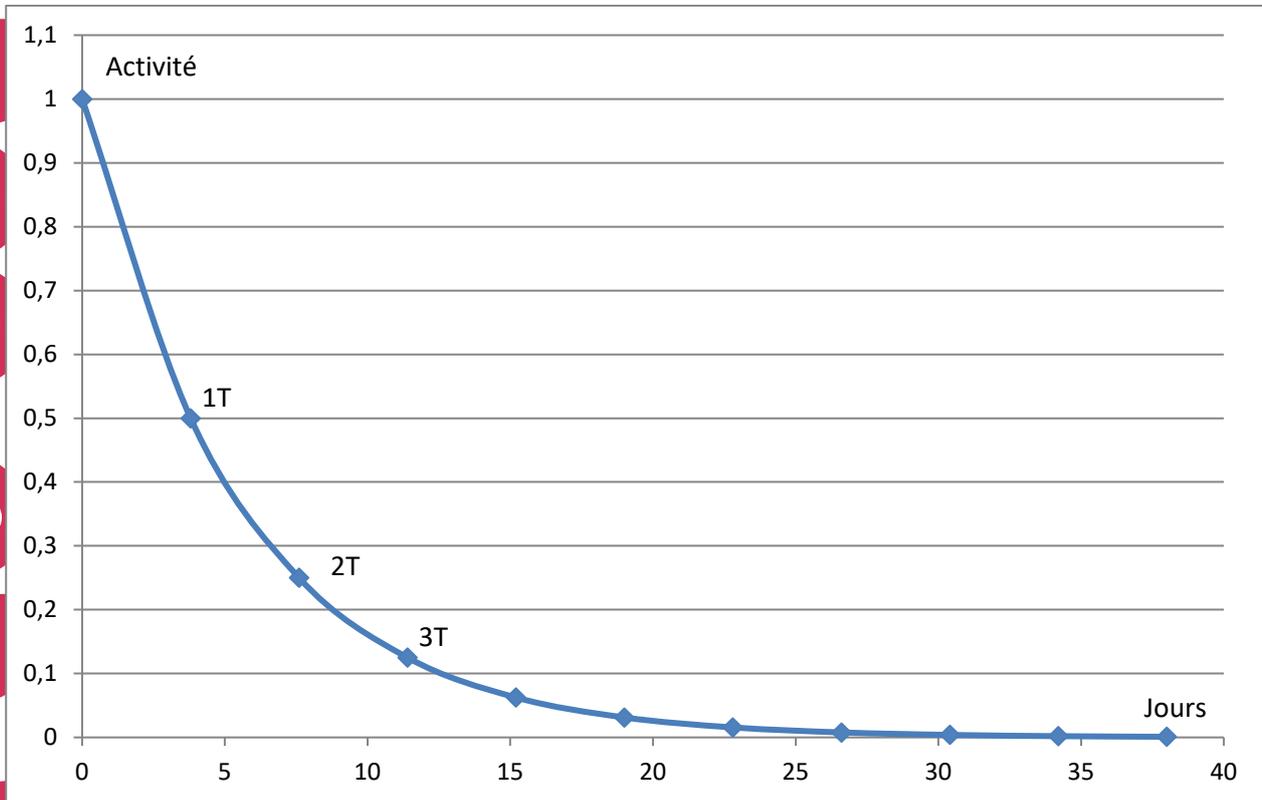
Pour  $t = T$ , on a  $n_1 = n_0/2 = n_0/(2)^1$ .

Pour  $t = 2T$   $n_2 = n_0/4 = n_0/(2)^2$ .

Pour  $t = 3T$   $n_3 = n_0/8 = n_0/(2)^3$ .

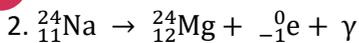
Donc pour  $t = n T$  on en déduit  $n_n = n_0/(2)^n$ .

Courbe de décroissance radioactive :



#### Exercice n°1.4 :

1. Le sodium  $^{24}_{11}\text{Na}$  contient 11 protons et 13 neutrons.

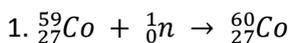


$\text{}^0_{-1}\text{e}$  est un électron. Il s'agit donc d'une radioactivité  $\beta^-$ .

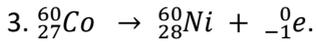
3. A l'instant  $t_1 = T$ , le nombre de noyaux est divisé par 2 (définition de la période radioactive), on a donc  $n_1 = 4,0 \times 10^{20}$ .

A l'instant  $t_2 = 2T$ , le nombre de noyaux est  $n_2 = n_0/(2)^2 = n_2 = n_0/2^2 = n_0/4 = 2,0 \times 10^{20}$ .

#### Exercice n°1.5 :



2. Le cobalt 60 est radioactif  $\beta^-$ , il se désintègre en émettant un électron



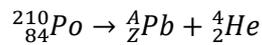
### Exercice n°1.6 :

1. D'après la classification périodique des éléments:

Polonium 210 :  ${}^{210}_{84}\text{Po}$

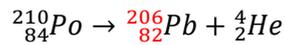
Hélium 4 :  ${}^4_2\text{He}$

2.



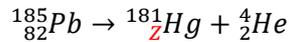
$$210 = A + 4 \text{ et } 84 = Z + 2$$

Donc A = 206 et Z = 82



### Exercice n°1.7 :

1. La formule du noyau d'hélium est  ${}^4_2\text{He}$ , donc on a :

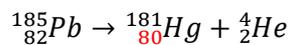


2. Au cours d'une réaction nucléaire il y a conservation de charge :  $82 = Z + 2$

Donc Z=80

La représentation du mercure est donc :  ${}^{181}_{80}\text{Hg}$

3. Et l'équation nucléaire correspond à une désintégration  $\alpha$  :



### Exercice n°1.8 :

Equation de la réaction :



## 2. Séquence 2

## Je vérifie mes connaissances - Corrections

### 1. Séquence 1

1. On appelle nucléosynthèse la formation de noyaux plus lourds à partir de noyaux plus légers.
2. Ce sont des réactions de réactions de fusion nucléaire.
3. Il y a formation de noyaux d'Hélium (He).
4. L'activité radioactive diminue au cours du temps à cause de la désintégration des noyaux.
5. L'unité de mesure de la radioactivité est le becquerel (Bq).
6. Il s'agit du temps de demi-vie.
7. Une réaction nucléaire est provoquée lorsque l'on bombarde un noyau cible par un noyau projectile, pour donner naissance à de nouveaux noyaux.
8. Il y a fission nucléaire lorsqu'un noyau père lourd éclate et se sépare en deux noyaux fils plus légers sous l'impact d'un neutron. Les noyaux fils sont souvent radioactifs et un rayonnement  $\gamma$  est émis. De l'énergie est ainsi libérée
9. La fusion nucléaire est l'association des deux noyaux légers pour former un noyau plus lourd.
10. La radioactivité est dite naturelle lorsque les noyaux instables existent dans la nature.

### 2. Séquence 2