

Objectifs :

I. Histoire de la radioactivité.

A la suite de la découverte des rayons X en 1845, les scientifiques multiplient les expériences et découvrent des phénomènes nouveaux :

En février 1896, le physicien Henri Becquerel découvre par hasard un nouveau rayonnement. En sortant de l'obscurité d'un tiroir un échantillon de sel d'uranium stocké sur des plaques photographiques, il constate que ces dernières sont impressionnées et donc que ce sel émet un rayonnement pénétrant, même en absence d'excitation lumineuse. Il montre que cette faculté d'émettre des rayons est une propriété intrinsèque de l'élément uranium.



En 1898, Marie Curie, choisit comme sujet de thèse de doctorat l'étude de ce nouveau rayonnement. Elle examine systématiquement un grand nombre de composés chimiques et de minéraux, et découvre que les minerais d'uranium telle que la pechblende émettent plus de rayonnements que l'uranium lui-même.

Elle déduit de ce phénomène que ces substances contiennent, en très petite quantité un élément beaucoup plus actif que l'uranium lui-même. Pierre Curie, son mari, joint ses efforts à ceux de Marie, et après avoir manipulé des tonnes de minerai, ils parviennent à isoler deux nouveaux éléments, le polonium, puis le radium. A cette occasion, Marie Curie invente le mot "radioactivité". Pour la découverte de la radioactivité naturelle, Henri Becquerel et les Curie reçoivent le prix Nobel de physique en 1903.

En 1934, Irène, fille aînée du couple Curie, et son mari Frédéric Joliot, découvrent la radioactivité artificielle en provoquant une transformation nucléaire qui produit de nouveaux noyaux radioactifs. Une feuille d'aluminium bombardée avec des noyaux d'hélium donne des noyaux de phosphore radioactif, un isotope du phosphore stable, jamais observé dans la nature. Ils le démontrent en isolant chimiquement le phosphore produit avant qu'il ne se désintègre en silicium par radioactivité.



Questions :

1. Donner une définition de la radioactivité.
2. Comment la radioactivité a-t-elle été mise en évidence ?
3. Quels sont les deux types de radioactivités ?
4. Quelle est la différence entre ces deux radioactivités ?

II. Composition du noyau:

« Lorsque j'entrai au laboratoire dirigé par Joliot au Collège de France, la connaissance que j'avais de la structure de la matière ne devait guère dépasser celle acquise par un lycéen de 1993 abonné à de bonnes revues de vulgarisation. Je les résume rapidement : la matière est composée d'atomes, eux-mêmes constitués de noyaux entourés d'un cortège d'électrons. Les noyaux portent une charge électrique positive qui est de même valeur et de signe opposé à la charge des électrons qui gravitent autour du noyau. La masse d'un atome est concentrée dans le noyau. (...)

Le noyau de l'hydrogène, ou proton, porte une charge électrique positive. Celui-ci a un compagnon, le neutron, qui est neutre électriquement et a sensiblement la même masse. Tous deux s'associent de façon très compacte pour constituer les noyaux qui sont au cœur des atomes peuplant notre univers. Ils s'entourent d'un cortège d'électrons dont la charge compense exactement celle des protons. En effet, la matière est neutre, sinon elle exploserait en raison de la répulsion qu'exercent l'une sur l'autre des charges de même signe, positif ou négatif. Il faut avoir en tête l'échelle des dimensions. Le diamètre d'un atome est voisin d'un centième de milliardième de centimètre. Celui d'un noyau est cent mille fois plus petit. On voit donc que presque toute la masse d'un atome est concentrée en un noyau central et que, loin sur la périphérie, se trouve un cortège qui est fait de particules de charge électrique négative, les électrons. C'est ce cortège seul qui gouverne le contact des atomes entre eux et donc tous les phénomènes perceptibles de notre vie quotidienne, tandis que les noyaux, tapis au cœur des atomes, en constituent la masse. »

Georges CHARPAK, Extrait de *La vie à fil tendu*

Symbole d'un noyau :

Par convention internationale, il a été décidé que les noyaux seront représentés de la façon suivante :

Nombre de nucléons

(ou « nombre de masse »)

Numéro atomique

(= nombre de proton)



Symbole de l'élément

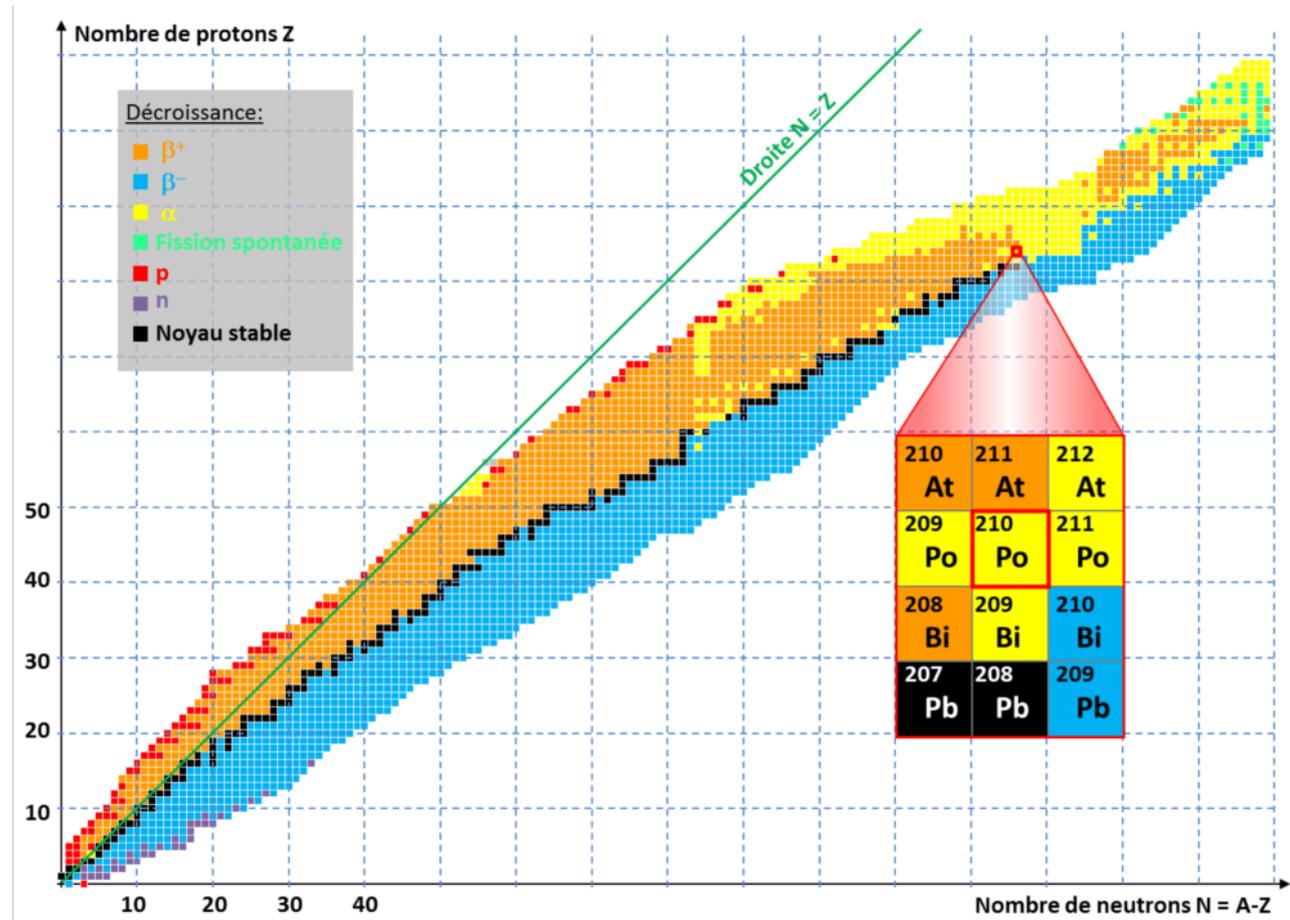
Le noyau stable du phosphore contient 15 protons et 16 neutrons. Le noyau instable du phosphore contient 15 neutrons et 15 protons.

On donne les notations symboliques de l'hélium, du silicium et de l'aluminium : ${}^4_2\text{He}$; ${}^{30}_{14}\text{Si}$; ${}^{27}_{13}\text{Al}$

1. Pourquoi les deux atomes de phosphore appartiennent forcément au même élément ?
2. Comment nomme-t-on ces deux éléments ?
3. Proposer la notation symbolique de chaque éléments.
4. Comment nomme-t-on ces deux éléments ?
5. Compléter les réactions observées par les Joliot-Curie

III. Stabilité et instabilité des noyaux.

L'ensemble des noyaux connus est classé dans le diagramme de Ségré.



Nous allons étudier la stabilité et l'instabilité des noyaux :

1. Des stables et des instables, quels sont les noyaux les plus abondants ?
2. Identifier le noyau stable le plus lourd. Donner sa notation symbolique.
3. Repérer les noyaux : ${}^{20}_{10}\text{Ne}$; ${}^{60}_{30}\text{Zn}$; ${}^{55}_{20}\text{Ca}$; ${}^{210}_{84}\text{Po}$ et indiquer s'ils sont stables ou instables.
4. Qu'appelle-t-on la "Vallée de la Stabilité" ?
5. Quel est le point commun aux noyaux de même ordonnée ? Donner un exemple. Par quel terme sont-ils définis ?
6. Quelles sont les interactions qui existent entre les nucléons d'un noyau ?
7. Donner une interprétation de la stabilité ou de l'instabilité des noyaux étudiés précédemment.

Lorsque les noyaux instables se désintègrent, trois cas sont observés :

La radioactivité α :

les noyaux se désintègrent en émettant un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$, appelé particule α .

La radioactivité β^- :

les noyaux se désintègrent en émettant un électron ${}_{-1}^0e$ appelé particule β^- , accompagnée d'un antineutrino ${}^0_0\bar{\nu}_e$.

La radioactivité β^+ :

les noyaux se désintègrent en émettant un positon 0_1e appelé particule β^+ , accompagnée d'un neutrino ${}^0_0\nu_e$.

1. Ecrire la réaction de désintégration du noyau ${}^{211}_{84}\text{Po}$
2. Ecrire la réaction de désintégration du noyau ${}^{211}_{85}\text{At}$ et de celles qui s'en suivront spontanément.
3. Ecrire la réaction de désintégration du noyau ${}^{210}_{83}\text{Bi}$ et de celles qui s'en suivront spontanément.

IV. Mesure de la radioactivité.

Le becquerel (Bq) est l'unité de mesure de l'activité d'une source radioactive. Il représente le nombre de noyaux qui se désintègrent par seconde : **1 Bq correspond à une désintégration par seconde.**

Par exemple, l'activité d'un être humain est d'environ 120 Bq par kg ; celle du granite est d'environ 1000 Bq par kg.

1. Il y a plusieurs milliards d'années, les atomes ont été formés au cœur des étoiles. Certains synthétisés aujourd'hui dans des accélérateurs de particules, n'existent plus à l'état naturel. Expliquer pourquoi.
2. En purifiant une tonne de minerai pechblende, contenant 881 kg d'uranium 238, Pierre et Marie Curie ont isolé en 1902, 1 dg de radium. Il contient aussi 0,1 mg de polonium 210. Calculer les activités dues à l'uranium, au radium puis au polonium au sein de la tonne de pechblende. En déduire son activité totale.
3. A combien de désintégrations nucléaires s'expose potentiellement un chercheur travaillant pendant 100 heures à purifier ce minerai ?
4. Un corps humain contient environ 20 mg de potassium 40. Déterminer l'activité moyenne d'un corps humain.

Variation du nombre d'atomes radioactifs.

