

La radioactivité naturelle

Introduction :

Les premières expériences scientifiques observant la radioactivité datent de la deuxième moitié du XIX^e siècle. Initialement le chimiste [Henri Becquerel](#) expérimentait la fluorescence des sels d'uranium et découvrit alors que l'uranium émet son propre rayonnement, qu'il baptisa « hyperphosphorescence ». Suite à ses premières observations, [Marie Curie](#) et son mari Pierre ont approfondi les recherches et en 1898, ils nommèrent ce phénomène naturel la « radioactivité ». Elle a permis de faire des avancées notables dans le domaine médical.

Dans ce cours, nous montrerons que certains noyaux dits instables sont sujets à des désintégrations radioactives. Ensuite, nous exposerons de façon détaillée les différents types de désintégration radioactives existantes. Enfin, ce cours introduira les applications possibles de la radioactivité dans la vie courante qui ne sont pas exemptes de risques dont il faut savoir se prémunir.

1 | Les noyaux radioactifs

Avant de parler de radioactivité, revenons sur la notion d'**isotope** en prenant comme exemple l'atome de carbone (C).

- Le carbone 12 noté ${}^1_6\text{C}$, possède 6 protons et 6 neutrons.
- Le carbone 13 noté ${}^{13}_6\text{C}$, possède 6 protons et 7 neutrons.
- Le carbone 14 noté ${}^{14}_6\text{C}$, possède 6 protons et 8 neutrons.

Ainsi nous observons que ces 3 mêmes éléments possèdent le **même nombre de protons**, mais un **nombre différent de neutrons**, il s'agit donc d'isotopes. Dont le carbone 12 l'isotope stable et le carbone 14 l'isotope instable.

On rappelle que $A = N + Z$ avec N le nombre de neutrons, Z le nombre de protons et A le nombre de nucléons, pour un noyau noté ${}^A_Z\text{X}$.

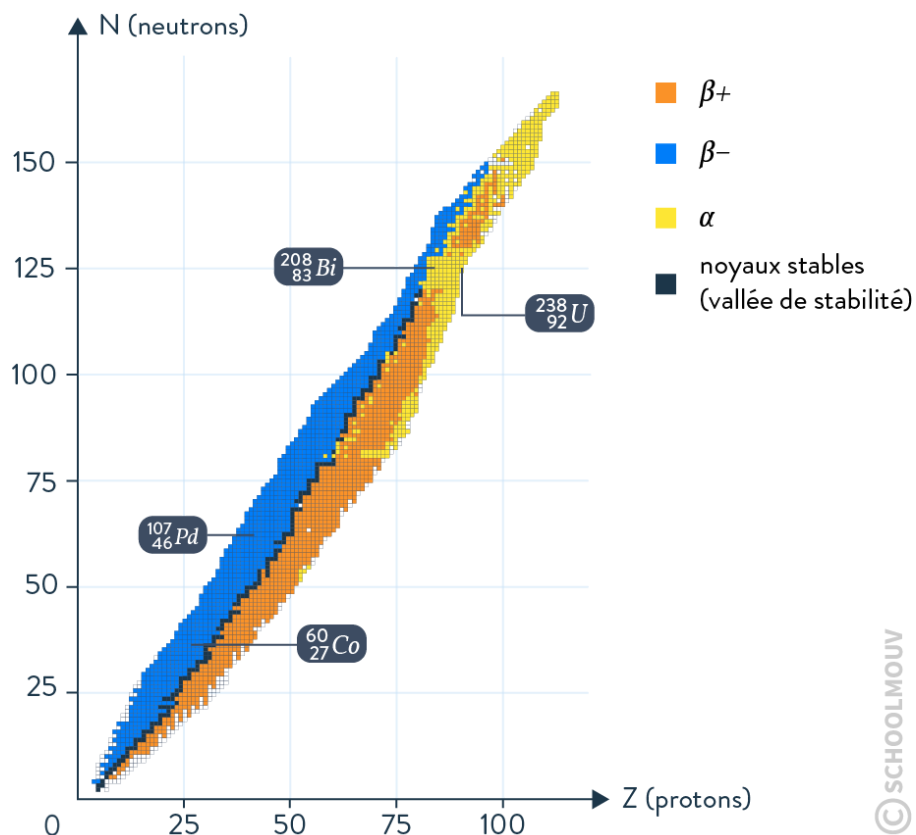
Radioactivité :

On parle de radioactivité lorsqu'un noyau instable subit une transformation spontanée conduisant à la formation d'un nouveau noyau. Ce phénomène s'accompagne d'émission de particules et de rayonnements.

Les réactions radioactives transforment donc un noyau instable ${}^A_Z\text{X}$ appelé « noyau père » en un noyau plus stable ${}^{A'}_{Z'}\text{X}$ appelé « noyau fils ».

→ On parle alors de la **désintégration radioactive** du noyau instable.

Ainsi, nous pouvons classer les atomes dans un diagramme appelé : **diagramme** (N, Z) . Ce diagramme montre la relation entre N le nombre de neutrons et Z le nombre de protons.



© SCHOOLMOUV

Sur ce diagramme, la courbe appelée **vallée de stabilité** est la courbe des noyaux stables, c'est-à-dire non radioactifs. Les noyaux se trouvant à l'extérieur de la vallée de stabilité sont instables et subissent, suivant les cas, un type particulier de désintégration que nous verrons dans la partie 2 de ce cours.

Les noyaux instables auront donc tendance à se transformer en un noyau fils se rapprochant au plus près de la vallée de stabilité, montrant le caractère **naturelle** et **spontanée** des réactions radioactives.

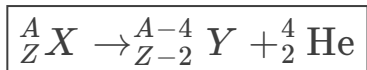
→ Tous les atomes radioactifs ne réagissent pas de la même manière. En effet, selon leur position par rapport à la vallée de stabilité leurs noyaux auront une réaction différente.

Les noyaux radioactifs se répartissent en 3 groupes selon le type de désintégration qu'ils subissent.

2 | Les types de radioactivité

a. Radioactivité α

Les noyaux situés au-delà de la vallée de stabilité ont un nombre de neutrons et de protons très élevés. Ils voudront se scinder en deux noyaux afin de diminuer leurs nombres de protons et de neutrons. Cette réaction nucléaire correspond à une radioactivité α qui se traduit par une équation du type :



L'atome ${}_2^4\text{He}$ étant la particule α .



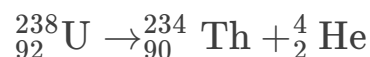
À retenir

Lors d'une radioactivité α , le noyau père instable se scinde en un noyau fils et un noyau d'hélium (${}_2^4\text{He}$) appelé particule α .



Exemple

L'uranium 238 se désintègre en thorium par radioactivité α , l'équation de sa désintégration est la suivante :



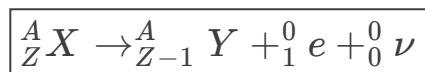
Avec ${}_2^4\text{He}$ la particule α .

b. Radioactivité β

1 Radioactivité β^+

Les noyaux situés en-dessous de la vallée de stabilité ont un nombre de neutrons identiques mais un nombre de protons plus élevé que ceux des noyaux stables. Ainsi, ces noyaux radioactifs voudront naturellement diminuer leur nombre de protons.

Cette réaction nucléaire correspond à une radioactivité β^+ qui se traduit par une équation du type :



Lors d'une radioactivité β^+ le noyau instable se désintègre pour former un noyau avec un nombre de proton inférieur et émet un **positon**, particule chargée positivement (0_1e).

De plus un **neutrino** (${}^0_0\nu$), particule de charge et de masse nulle, est émis pendant la désintégration β^+ .



Exemple

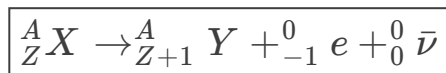
Le bismuth 208 se désintègre en plomb par radioactivité β^+ , l'équation de sa désintégration est la suivante :



2 Radioactivité β^-

Les noyaux situés au-dessus de la vallée de stabilité ont un nombre de neutrons identiques mais un nombre de protons moins élevé que celui des noyaux stables. Ainsi, ces noyaux radioactifs voudront naturellement augmenter leur nombre de protons.

Cette réaction nucléaire correspond à une radioactivité β^- qui se traduit par une équation du type :



À retenir

Lors d'une radioactivité β^- le noyau instable se désintègre pour former un noyau avec un nombre de proton supérieur et émet un **électron** (${}^0_{-1}e$), particule chargée négativement.

De plus un **antineutrino** (${}^0_0\bar{\nu}$), une particule de charge et de masse nulle, est émis pendant la désintégration β^- .



Exemple

Le palladium 107 se désintègre en argent par radioactivité β^- , l'équation de sa désintégration est la suivante :



c.

Radioactivité γ

Les trois types de radioactivité (α , β^+ et β^-) sont accompagnées par l'émission d'un **rayonnement** γ (gamma).

En effet, lors des désintégrations radioactives le noyau formé est généralement sous une forme excitée et naturellement il reviendra à son état stable en émettant une énergie sous la forme d'un rayonnement électromagnétique, représentée par un rayonnement γ .



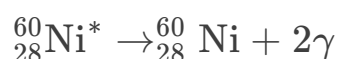
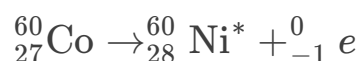
À retenir

Lors d'une radioactivité γ le noyau excité obtenu par une autre réaction de radioactivité se désexcite et libère un rayonnement γ .



Exemple

Lorsque le Cobalt 60 subit une désintégration radioactive β^- l'atome de nickel obtenu est excité (l'état excité est représenté par une étoile). Ce dernier revient à son état stable en émettant deux rayons γ . Voici l'équation de sa désintégration :



À retenir

L'équation de désintégration radioactive d'une réaction nucléaire obéit à des **lois de conservation**. Alors le nombre de charge (nombre de protons) et le nombre de masse (nombre de nucléons) doit être le même avant et après la flèche de l'équation.

3 | L'application de la radioactivité dans notre quotidien

a. Application de la radioactivité dans le domaine médical

La **médecine nucléaire** est l'une des disciplines qui traite la radioactivité dans le domaine médical. Elle permet de diagnostiquer certaines maladies et d'en traiter d'autres.

Pour un diagnostic en radiologie par exemple, les médecins administrent au patient certains noyaux instables **sélectifs** destinés à un organe ou à un métabolisme. Ces noyaux apparaissent d'une façon différente sur l'imagerie. Cela permet aux médecins de vérifier le bon fonctionnement de certains organes ou métabolismes et éventuellement de détecter certaines maladies. On peut par exemple s'assurer du bon fonctionnement de la thyroïde, des reins, du cerveau, du tube digestif voire même vérifier d'éventuelles fissures ou fractures des os.

Pour traiter certaines maladies, les médecins administrent au patient certains noyaux instables **spécifiques** pour traiter par exemple des tumeurs cancéreuses malignes ou bénignes ou encore certaines maladies de la thyroïde.

Mais il est important de prendre en compte l'état de santé du patient et de le protéger en conséquence contre certaines émissions de particules ou de rayonnements. Par exemple, une femme enceinte portera un tablier en plomb chez le dentiste ou lors d'une radiographie.

b. Aspect énergétique de la radioactivité

Toutes les réactions de radioactivité produisent de l'énergie. Cette énergie peut être très utile pour le nucléaire par exemple.

En effet, en France l'énergie nucléaire reste la première source d'électricité. Mais cette grande énergie doit être surveillée pour éviter d'en perdre le contrôle. L'emballement du cœur dans une centrale nucléaire peut avoir des conséquences catastrophiques.

D'autres part, les réactions de radioactivité s'accompagnent par l'émission de rayonnements et de particules, qu'on appelle **rayonnements ionisants**. Ces derniers sont, à fortes doses, très dangereux pour les êtres humains et pour l'environnement.

À titre d'exemple, les rayonnements ionisants permettent de traiter une tumeur cancéreuse à certaines doses. Cependant si les doses ne sont pas respectées, le patient risque des irritations, des brûlures voire même des cancers.

Il est donc important d'avoir des gestes et des équipements de protection contre les rayonnements ionisants et de respecter également le temps passé en présence de ces rayonnements et les doses selon les normes fixées.

Conclusion :

La désintégration radioactive est une réaction chimique naturelle, spontanée et aléatoire, elle se produit avec des noyaux instables. Selon l'instabilité du noyau, trois types de radioactivité peuvent avoir lieu naturellement : les radioactivités α , β^+ , β^- avec des rayonnements γ .

La radioactivité est très utilisée surtout en médecine et dans le secteur de l'énergie. Cependant ces réactions ne sont pas sans risques et il faut toujours respecter les doses maximales à ne pas dépasser par personne et garder les équipements de protection en cas de risque d'exposition à des rayonnements ionisants.