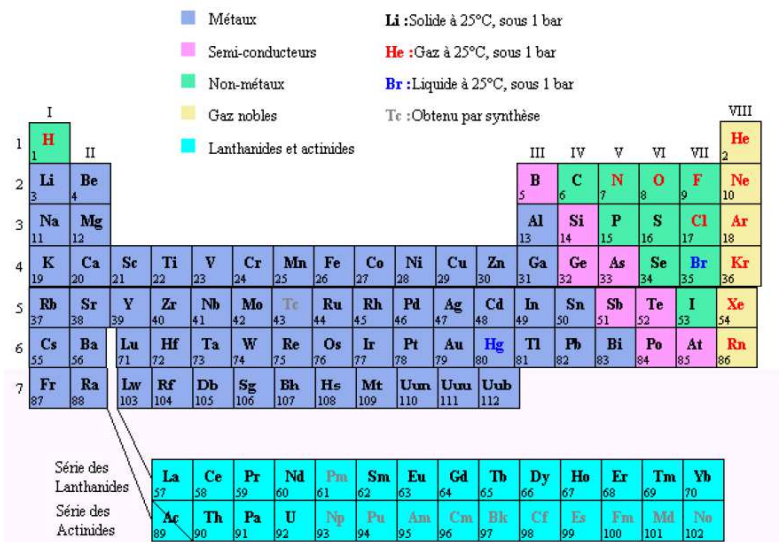


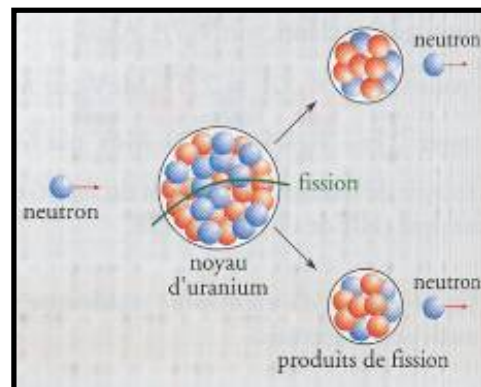
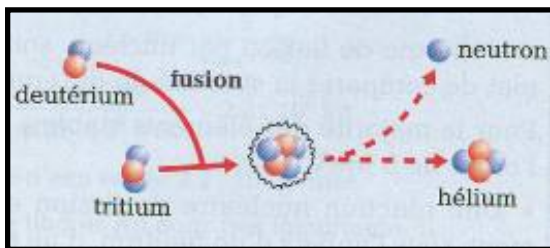
Les éléments chimiques

Un niveau d'organisation : les éléments chimiques

- Les noyaux des atomes de la centaine d'éléments chimiques stables résultent de réactions nucléaires qui se produisent au sein des étoiles à partir de l'hydrogène initial.
- La matière connue de l'Univers est formée principalement d'hydrogène et d'hélium alors que la Terre est surtout constituée d'oxygène, d'hydrogène, de fer, de silicium, de magnésium et les êtres vivants de carbone, hydrogène, oxygène et azote.

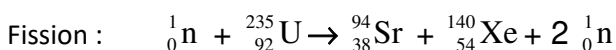
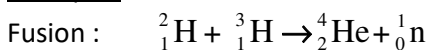


Réactions nucléaires stellaires



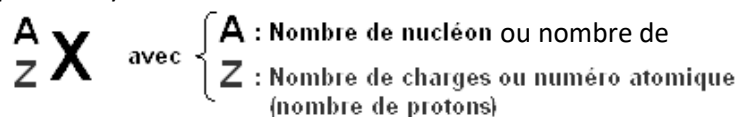
- **La fusion nucléaire**
2 noyaux légers s'unissent pour former un noyau plus lourd.
- Il leur faut une **très grande énergie pour vaincre les forces de répulsion** :
On porte alors le milieu à **très haute température** (10^8 K).
C'est une réaction **thermonucléaire**

Exemples



- **La fission nucléaire**
1 noyau lourd se brise en noyaux plus légers
- **1 neutron initie** la réaction : il n'y a **pas de répulsion**.
- **Des noyaux fils et des neutrons sont créés**, ceux-ci pouvant aller rencontrer d'autres noyaux lourds : on obtient alors une **réaction en chaîne**.

- Un noyau est composé de **nucléons**, qui rassemblent les **protons et les neutrons**. En raison de la charge électrique positive des protons, le noyau devrait exploser, mais sa **cohésion est maintenue par l'interaction forte**.
- La représentation symbolique du noyau d'un atome est la suivante :



- Ex : ${}^{63}_{29}\text{Cu}$: C'est un noyau de cuivre qui a pour composition : 29 protons et $63 - 29 = 34$ neutrons
- Isotope
Des noyaux qui ont **même numéro atomique Z** mais des **nombre de nucléons différents A** s'appelle des **isotopes** (ils ont donc même nombre de protons mais un nombre de neutrons différent).

Ex : pour l'élément uranium, il existe plusieurs isotopes dont ceux-ci : ${}^{235}_{92}\text{U}$ et ${}^{238}_{92}\text{U}$
pour l'élément carbone, il existe plusieurs isotopes dont ceux-ci : ${}^{12}_6\text{C}$ et ${}^{14}_6\text{C}$

- Certains noyaux sont instables et se désintègrent (radioactivité).
- L'instant de désintégration d'un noyau radioactif individuel est aléatoire.
- En dehors de la vallée de stabilité, **les noyaux instables sont dits radioactifs. Chaque noyau va se transformer en noyau stable** en une ou plusieurs désintégration(s) spontanée(s).
- Au cours de ce processus, il y aura émission de particules qui pourra être accompagnée de rayonnement électromagnétique.

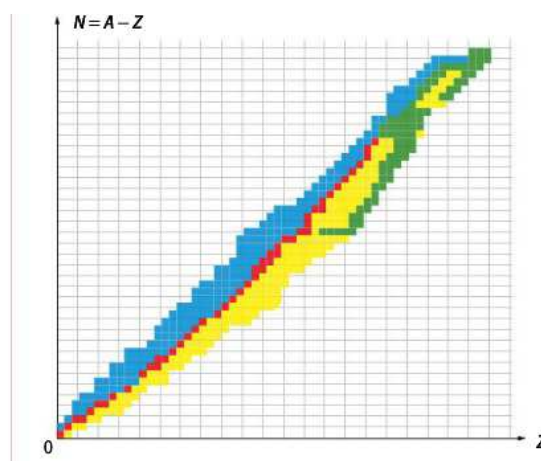


Diagramme (N,Z) ; où $N = A - Z$ désigne le nombre de neutrons, et Z le nombre de protons :

- On voit que pour $Z < 20$, les **noyaux stables se situent sur la diagonale, appelée vallée de stabilité** (autant de protons que de neutrons).
- Ensuite, **la stabilité du noyau n'est assurée que si le nombre de neutrons est supérieur au nombre de protons** (si Z est trop élevé, les forces électrostatiques l'emportent sur les forces nucléaires et les noyaux se désintègrent).
- **Aucun noyau dont $Z > 83$ n'est stable.**

Loi de conservation d'une réaction nucléaire

- Une réaction nucléaire sert à décrire la transformation d'un noyau instable en noyau stable, tout comme l'équation de la réaction chimique. Mais ici, cette **réaction ne concerne que les noyaux des atomes**.
- **Lors d'une réaction nucléaire, il y a conservation du nombre de nucléons A et du nombre de charges Z.**

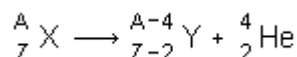
Ex : Soit une réaction nucléaire où un noyau père (X) donne naissance à un noyau fils (Y) en émettant une particule chargée P : ${}^A_Z X \rightarrow {}^{A_1}_{Z_1} Y + {}^{A_2}_{Z_2} P$ Les lois de conservation s'écrivent : $A = A_1 + A_2$ et $Z = Z_1 + Z_2$

Qu'est-ce que la radioactivité ?

Les noyaux instables engendrent un type de radioactivité.

Radioactivité α :

Ce sont les **noyaux lourds** qui se désintègrent en expulsant des **noyaux d'Hélium** :

➤ **Exemple :**

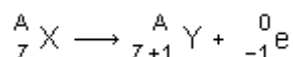
Le polonium ${}^{210}_{84} \text{Po} = {}^{206}_{82} \text{Pb} + {}^4_2 \text{He}$

➤ **Propriétés :**

Les particules α sont **arrêtées par une feuille de papier** ou une petite couche d'air. Elles sont **très peu pénétrantes mais très ionisantes**, c'est à dire dangereuses lorsqu'elles sont ingérées par exemple.

Radioactivité β^- :

Ce sont les **noyaux qui ont trop de neutrons** qui se désintègrent en émettant un **électron** :



L'électron ne provient pas du cortège électronique : il a été créé.

➤ **Exemple :**

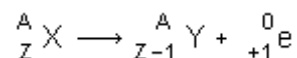
Le cobalt 60: ${}^{60}_{27} \text{Co} \longrightarrow {}^{60}_{28} \text{Ni} + {}^0_{-1} e$

➤ **Propriétés :**

Ce rayonnement β^- est **assez pénétrant mais est arrêté par une épaisseur de quelques mm d'aluminium**.

Radioactivité β^+ :

Ce sont des **noyaux ayant trop de protons**, cela n'existe **que pour les noyaux artificiels**. Ils émettent une **particule chargée +e, appelé positon** :



Le **positon** n'est pas une particule constituant le noyau : il a été créé.

➤ **Exemple :**

Le phosphore 30 créé par Irène et Frédéric Joliot-Curie en 1934 : ${}^{30}_{15} \text{P} \longrightarrow {}^{30}_{14} \text{Si} + {}^0_{+1} e$

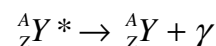
➤ **Propriété :**

Les particules β^+ ont une **durée de vie très courte** car lorsqu'elles rencontrent un électron, les deux particules s'annihilent pour donner un rayonnement γ .

On utilise ces particules en médecine vu leur durée de vie.

Désexcitation γ :➤ **Définition :**

A la suite d'une radioactivité α ou β , le noyau fils produit est souvent dans un état excité (Y^*). Il se désexcitera en une ou plusieurs étapes en émettant un **rayonnement électromagnétique (de même type que la lumière) par l'intermédiaire de photons de **très grande énergie : les photons γ** .**

➤ **Propriété :**

Ces rayonnements γ est **très pénétrants**, ils sont **arrêtés par une épaisseur de plomb d'une vingtaine de centimètres**.

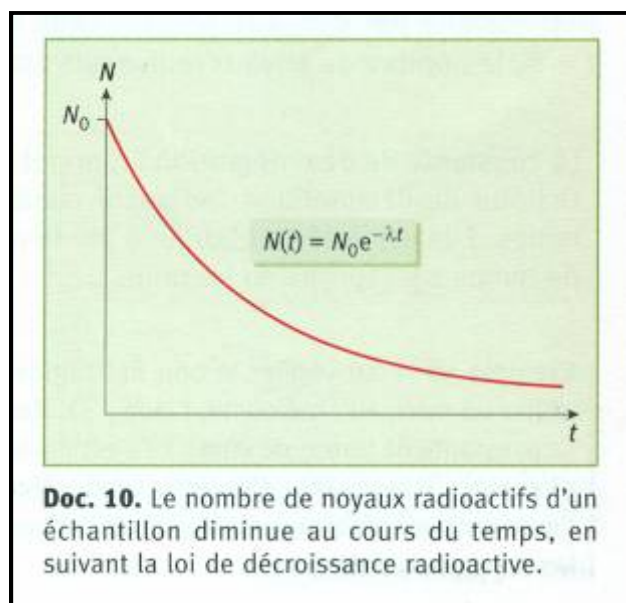
Durée de vie des radioéléments

La désintégration des noyaux radioactifs au **niveau microscopique est aléatoire**, mais au **niveau macroscopique**, le nombre moyen N de noyaux restants dans l'échantillon suit une **loi déterminée**.

Cette décroissance peut être **plus ou moins rapide selon la nature des noyaux**,

La demi-vie d'un noyau radioactif est la durée nécessaire pour que la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon macroscopique se soit désintégrée.

Cette demi vie est caractéristique du noyau radioactif

**Application de la radioactivité à la datation⁽¹⁴⁾ :**1) Comment choisir le radioélément à utiliser :

Il faut tout d'abord **estimer l'âge** de l'échantillon à dater, pour **choisir un radioélément dont la demi-vie est en rapport avec cet âge**.

Car au bout de $10 \times t_{1/2}$, on considère que les noyaux radioactifs sont tous désintégrés.

Par exemple, pour la datation des matériaux qui ont **jusqu'à 50 000 ans**, on utilise le **carbone 14 qui a une demi-vie de 5600 ans**.

2) La datation au carbone 14 :

Il faut partir de **deux hypothèses** :

- La répartition du carbone 14 dans l'atmosphère est homogène.
- La proportion de carbone 14 par rapport au carbone 12 est identique dans les tissus vivants et dans l'atmosphère, et ceci sur quelques dizaines de milliers d'années.

Ainsi la **composition de base est connue**.

A la mort de l'échantillon, il n'y a **plus d'échange** entre celui-ci et l'atmosphère, et **la proportion de carbone 14 dans les tissus morts décroît de manière exponentielle** : elle diminue par 2 tous les 5600 ans.

On mesure alors l'activité du Carbone 14 dans l'échantillon, et **on remonte à son âge**.

<u>Noyau radioactif</u>	<u>Symbole</u>	<u>Demi-vie $t_{1/2}$</u>	<u>Origine</u>
Rubidium 87	${}^{87}_{37}Ru$	$4,85 \cdot 10^{10}$ ans	Certaines roches
Thorium 232	${}^{232}_{90}Th$	$14 \cdot 10^9$ ans	Certaines roches
Uranium 238	${}^{238}_{92}U$	$4,46 \cdot 10^9$ ans	Certaines roches
Uranium 235	${}^{235}_{92}U$	$7,04 \cdot 10^8$ ans	Certaines roches
Potassium	${}^{40}_{19}K$	$1,3 \cdot 10^9$ ans	Roches
Radium	${}^{226}_{88}Ra$	1 600 ans	Roches terrestres riches en uranium
Carbone 14	${}^{14}_6C$	5 730 ans	Atmosphère et composés carbonés
Césium 137	${}^{137}_{55}Cs$	30,2 ans	Produits des réacteurs nucléaires
Radon 222	${}^{222}_{86}Rn$	3,8 jours	Gaz provenant de roches granitiques
Radon 220	${}^{220}_{86}Rn$	58 s	Gaz provenant de roches granitiques
Cobalt	${}^{60}_{27}Co$	5,27 ans	
Iode	${}^{131}_{53}I$	8,02 jours	