Sciences

N03

RADIOACTIVITE ET GESTION DES DECHETS

Objectifs pédagogiques

- En 2004, l'énergie nucléaire représentait environ 78 % de la production d'électricité en France contre 31 % en moyenne dans l'Union européenne. Une centrale nucléaire utilise l'énergie libérée par la fission de l'atome d'uranium.
- Comprendre le principe de l'énergie nucléaire
- Identifier les risques de la radioactivité et des déchets nucléaires

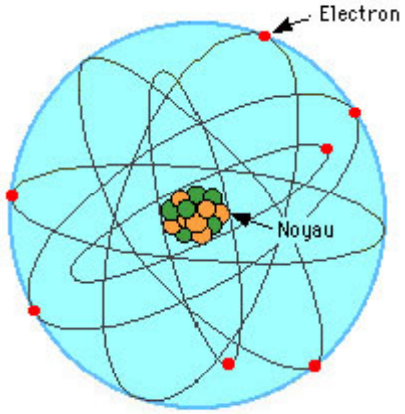
Plan

- Le noyau
- La fission nucléaire
- La radioactivité
- Décroissance radioactive et période

Le noyau

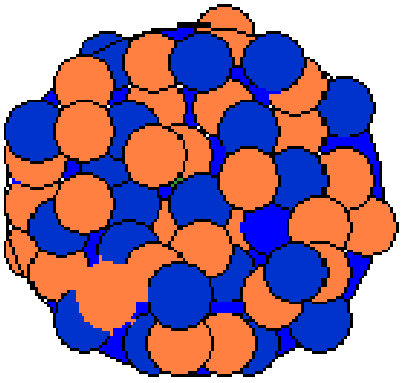
- Un **élément chimique** comme l'uranium est constitué d'un **noyau** autour duquel gravite un **nuage électronique**.
- Le noyau atomique est fait de **nucléons** de deux types : les **protons**, particules chargées positivement et les **neutrons**, de charge nulle.
- Le nombre de protons Z (ou **numéro atomique**) caractérise l'élément chimique.

Modèle de l'atome



- L'atome est assimilable à une sphère dont le diamètre est de l'ordre de 10^{-10}m.
- L'atome est constitué d'un **noyau** chargé positivement (sphère dont le diamètre est de l'ordre de 10^{-15}m) autour duquel sont localisés les **électrons**.
- Les électrons sont des particules élémentaires de charge électrique élémentaire négative notée –e ($-1,6*10^{-19}$C)
  et de masse $9,1*10^{-31}$kg

Noyau de l'atome



- Le noyau de l'atome est composé de deux sortes de particules : les **protons** et les **neutrons**.
- Ces deux particules sont appelées des **nucléons**.

	Masse (kg)	Charge ©
neutron	$1{,}67.\ 10^{-27}$	0
proton	$1{,}67.\ 10^{-27}$	$C=1{,}6*10^{-19}C$

- Le nombre de protons est égal à : Z (**No atomique**)
- Le nombre de neutrons est égal à : N
- Le nombre total de nucléons est noté A
- A = Z + N
- Un noyau est symbolisé par le symbole de l'atome auquel on rajoute la valeur de A et de Z : ${}^{17}_{8}C$

Propriété de l'atome

- **L'atome est électriquement neutre** : la charge électrique portée par le noyau est égale à l'opposée de la charge électrique portée par l'ensemble des électrons de l'atome.
- On en déduit : le nombre de protons dans le noyau est égal au nombre d'électrons autour du noyau
- L'essentiel de la masse de l'atome est concentré dans son noyau : le proton est 1836 fois plus lourd que l'électron.
- **L'atome a une structure lacunaire** : il est essentiellement constitué de vide. Le diamètre de l'atome est 10^5 fois celui du noyau.

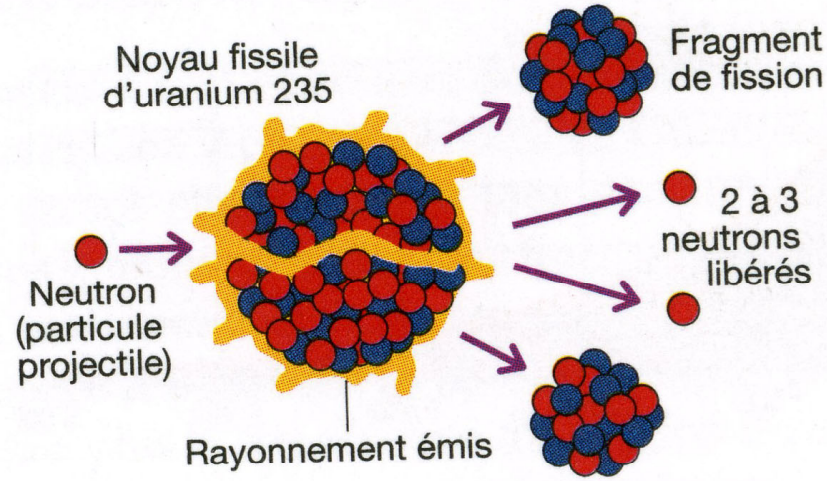
Le noyau

- **L'uranium**, par exemple, contient systématiquement Z = 92 protons.
- Dans la nature, les noyaux d'uranium ne sont pas tous identiques ; certains contiennent 238 nucléons (plus de 99 % des cas) d'autres 235 (0,7 % des cas): ceci provient d'un nombre de neutrons différent.
- On dit que l'uranium 238 et l'uranium 235 sont isotopes.
- L'uranium 235 est fissile, on l'utilise donc comme combustible dans les réacteurs nucléaires.

La fission nucléaire

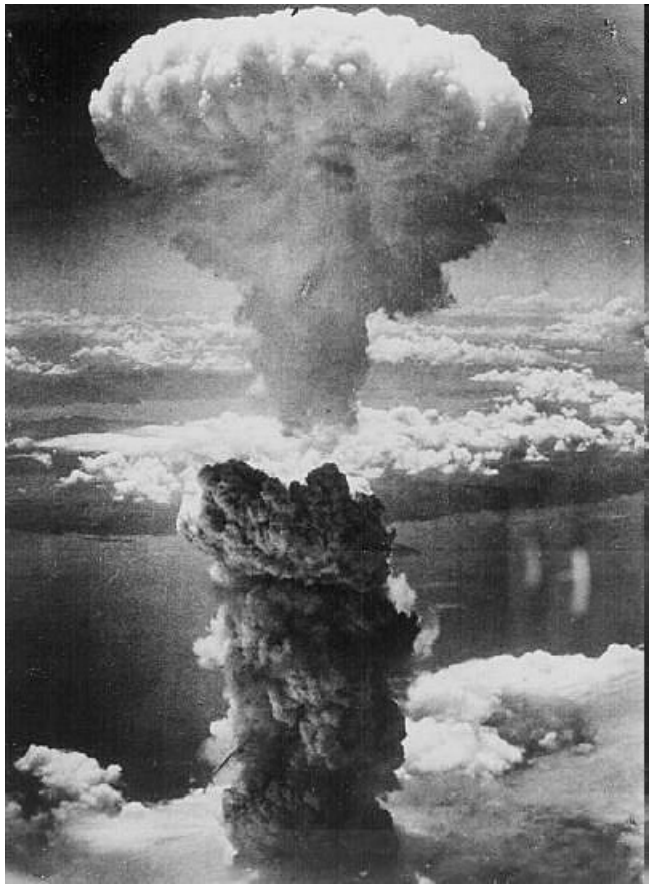
- Un noyau fissile est un noyau qui peut éclater sous l'impact d'une particule projectile en **libérant de l'énergie** ainsi que d'autres particules projectiles qui vont à leur tour casser d'autres noyaux.
- On parle de réactions en chaîne.

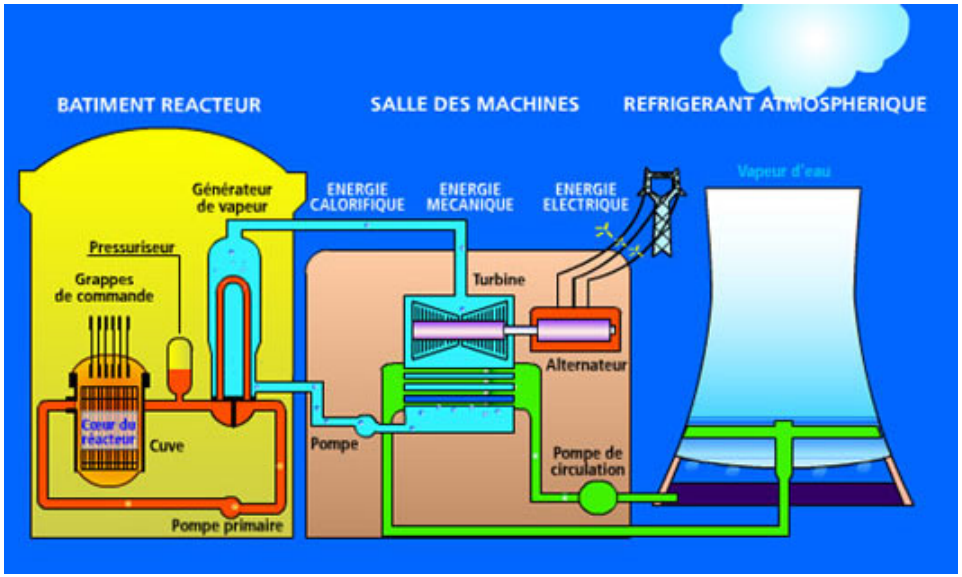
Doc. 1 Mécanisme de la fission de l'uranium



La fission nucléaire

- Cette fission est libre (bombe atomique) ou contrôlée (centrale nucléaire)

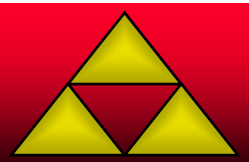




La radioactivité

- La **radioactivité** est un phénomène naturel qui consiste en l'éclatement, la désintégration, du noyau instable d'un atome en un autre noyau avec émission de rayonnements.
- Un tel atome est nommé **radioélément**.

Produire de l'énergie électrique



- L'atome
- La radioactivité
- Le compteur Geiger
- Becquerel
- La réaction en chaine
- La fission
- La fusion
- Le combustible nucléaire
- Le réacteur REP

Les différents rayonnements

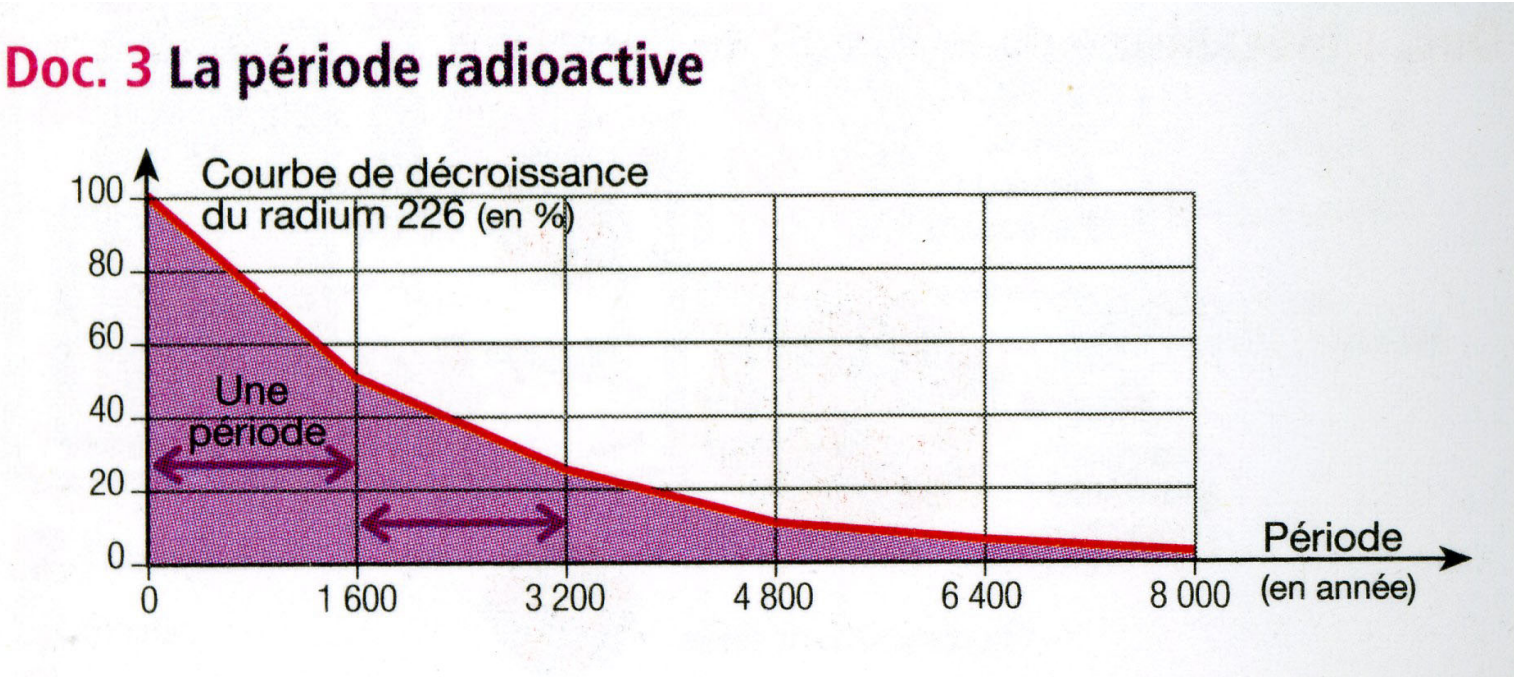
Nom	Nature	Caractéristiques	Moyen de protection
Rayons α	Noyau d'hélium (2 protons et 2 neutrons).	Très peu pénétrants, issus de la désintégration de noyaux lourds.	Arrêtés par une simple feuille de papier.
Rayons β	Électron (β^-) ; Position (β^+).	Moyennement pénétrants, ils traversent les couches superficielles de la peau.	Arrêtés par une feuille de quelques mm d'aluminium.
Rayons γ	Photon de haute énergie (rayonnement électromagnétique).	Accompagnent la radioactivité α et β. Sans charge ni masse. Ils sont très pénétrants.	Arrêtés par de grandes épaisseurs de matériaux denses (plomb, béton, etc.).

Décroissance radioactive et période

- L'activité d'un radioélément traduit sa « **vitesse de désintégration**» ou nombre de désintégrations par seconde.
- Son unité est le **becquerel**
- 1 becquerel (Bq) = 1 désintégration par seconde
- Cette activité diminue avec le temps du fait de la disparition progressive des noyaux instables.
- La désintégration d'un noyau donné est un phénomène aléatoire; cependant, on peut définir pour chaque radioélément, une période radioactive : elle correspond au temps nécessaire pour que la moitié des noyaux radioactifs se désintègrent naturellement.

La période radioactive

Doc. 3 La période radioactive



La gestion des déchets

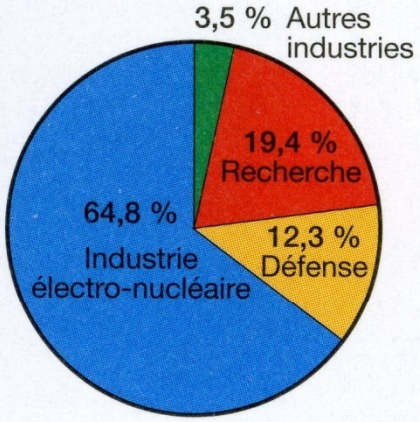
- L'utilisation de la radioactivité génère des **déchets radioactifs.**
- Ils sont alors classés selon deux critères :
  - L'intensité de la radioactivité. Elle conditionne l'importance des protections à mettre en place pour bien les gérer
  - La période radioactive des produits contenus. Elle définit leur durée de nuisance potentielle.
- On distingue ainsi quatre catégories de déchets nucléaires :
  - Les déchets de haute activité et à vie longue (HAVL)
  - Les déchets de faible et moyenne activité à vie courte (FMA)
  - Les déchets de très faible activité (TFA)
  - Les déchets radifères et les déchets graphites

La gestion des déchets

Classement et gestion des déchets radioactifs

Un déchet radioactif est classé selon deux critères :
- l'intensité du rayonnement qu'il émet ou activité radioactive ;
- sa durée de nuisance potentielle ou période radioactive.

Origine des déchets radioactifs – France décembre 2002



Classement et stockage des déchets radioactifs

Activité	Exemple de déchets	Vie courte (période < 30 ans)	Vie longue (période > 30 ans)
Très faible activité (TFA) 1 à 100 Bq par g	Gravats, ferrailles issus de l'exploitation ou du démantèlement d'un site	Centre de stockage TFA de Morvilliers (Aube) Stockage dans des alvéoles creusées dans l'argile	
Faible activité (FA) 100 à 100 000 Bq/g	Outils, gants, blouses, masques, etc. qui proviennent de l'industrie électronucléaire mais aussi d'un millier de laboratoires	Centres de stockage de la Manche jusqu'en 1994 puis de l'Aube	Centre de stockage provisoire chez le producteur et projet de stockage à l'étude par l'Andra
Moyenne activité (MA) 100 000 à 100 millions Bq/g			Stockage provisoire chez le producteur et projet de stockage à l'étude dans le cadre de la loi de programme de juin 2006
Haute activité (HA) 10 milliards Bq/g	Produits de fission vitrifiés puis placés dans un conteneur en acier inoxydable		

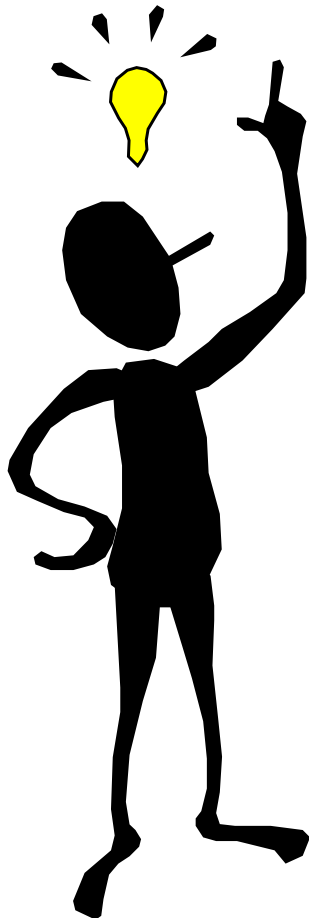
La gestion des déchets

- La plupart des déchets radioactifs ressemblent à des déchets ménagers et industriels.
- Avec une grande différence toutefois : ces déchets contiennent des matières qui émettent des rayonnements ionisants et peuvent donc être dangereux pour l'homme et l'environnement.
- Les concepts de stockage, adaptés à chaque type de déchets, doivent isoler les matières radioactives de l'environnement pendant le temps nécessaire à la décroissance de la radioactivité.
- Pour cela, il faut entièrement maîtriser la gestion des déchets radioactifs, de leur production à leur stockage définitif, en passant par leur conditionnement.

Avons-nous atteint nos objectifs ?

- Comprendre le principe de l'énergie nucléaire

- Un noyau fissile est un noyau qui peut éclater sous l'impact d'une particule projectile en libérant de l'énergie ainsi que d'autres particules projectiles qui vont à leur tour casser d'autres noyaux.
- Cette fission est libre (bombe atomique) ou contrôlée (centrale nucléaire)



- Identifier les risques de la radioactivité et des déchets nucléaires

- Les déchets radioactifs comme le combustible usagé des centrales nucléaires contiennent des matières qui émettent des rayonnements ionisants et peuvent donc être dangereux pour l'homme et l'environnement.