

Chapitre 3 : Les matières radioactives et l'énergie nucléaire

Les éléments radioactifs sont utilisés dans plusieurs domaines, surtout celui de la production d'énergie afin de palier à la raréfaction des énergies fossiles. L'énergie nucléaire, moins polluante (pas de rejet du CO_2) et à très fort rendement énergétique, est désormais utilisée à grande échelle. Cependant, l'utilisation des matières radioactives n'est pas sans danger pour la santé et l'environnement.

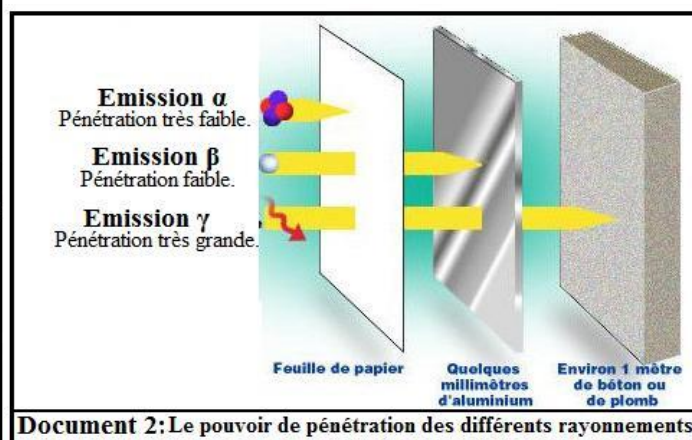
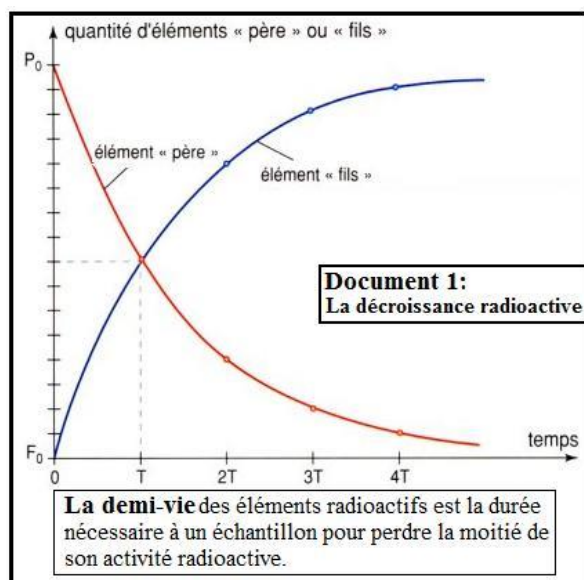
Quels sont les avantages des éléments radioactifs ?

Quels problèmes posent les déchets nucléaires pour l'Homme et pour l'environnement ?

I- Les éléments radioactifs et leurs avantages :

1- La radioactivité :

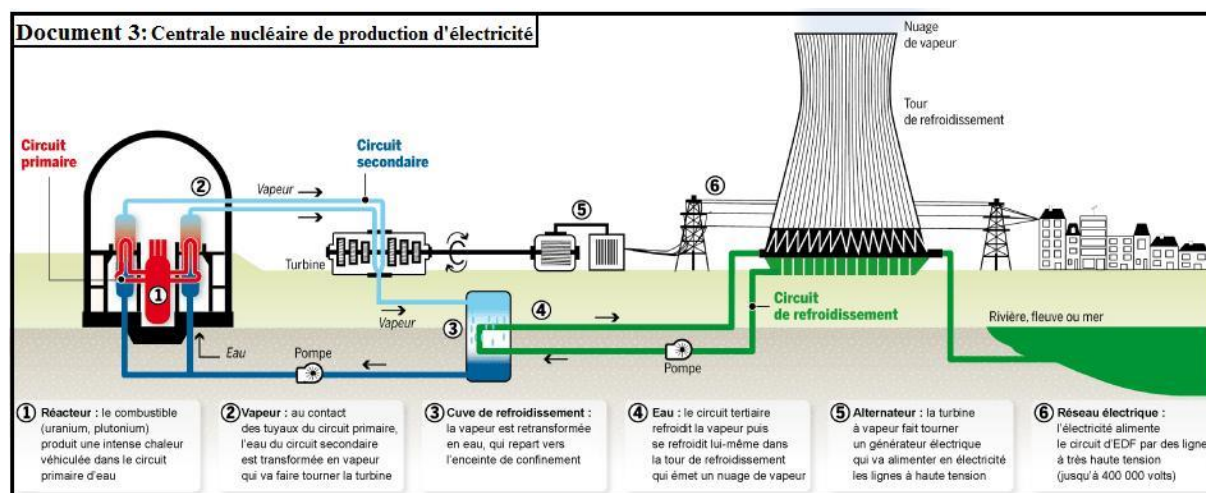
La radioactivité est un phénomène physique au cours duquel des noyaux atomiques instables (élément père du document 1) se transforment, spontanément ou de façon provoquée, par désintégration, simple ou en chaîne, en des noyaux atomiques plus stables (élément fils du document 1) ayant perdu une partie de leur masse, en dégageant de l'énergie sous forme de rayonnements ionisants ou particules (α , β et γ).



2- Les avantages de l'énergie nucléaire :

Les éléments radioactifs sont exploités dans des applications diverses, à savoir :

a. La production d'électricité : La fission en chaîne dans un réacteur dégage de l'énergie utilisée pour porter à l'ébullition de l'eau (dans le circuit primaire). Cette eau chauffe par la suite l'eau contenue dans un circuit secondaire jusqu'à vaporisation. La vapeur ainsi produite permet la rotation d'une turbine qui produit de l'énergie mécanique convertie par un alternateur en énergie électrique. L'électricité produite est distribuée par un réseau de haute tension.



b. Applications médicales :

Dans le diagnostic des maladies par imagerie nucléaire (scintigraphie) : L'injection d'éléments radioactifs qui se fixe spécifiquement sur le tissu d'un organe, permet l'obtention d'images en couleur pour connaître l'état de santé de cet organe (exemple usage de l'iode qui se fixe sur la thyroïde).

Dans le traitement des cancers (radiothérapie): les cellules cancéreuses sont bombardées et éliminées par des éléments radioactifs.

c. La recherche scientifique :

Dans les expériences de marquage nucléaire pour mettre en évidence le devenir d'un élément étudié.

Pour la datation absolue des restes d'organismes (fossiles) et des couches de roches (radio-chronologie): On mesure la quantité restante d'un élément radioactif père, dans un échantillon à dater, et connaissant la demi-vie de cet élément, on peut calculer l'âge de l'échantillon en le comparant à un échantillon similaire actuel.

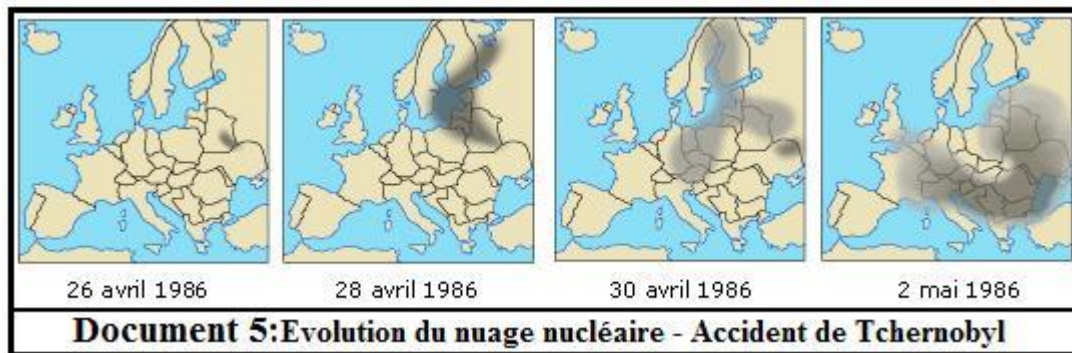
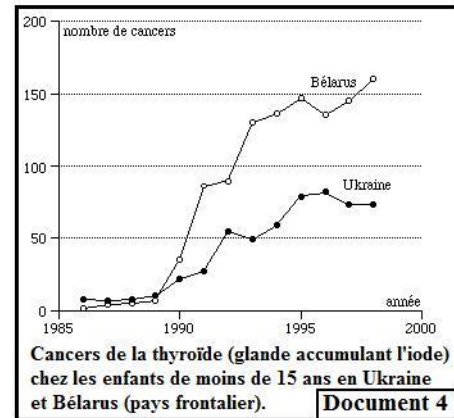
d. Stérilisation des aliments dans le domaine agroalimentaire : les radiations γ et les rayons X, à faible doses, sont utilisés dans le traitement des produits destinés à l'alimentation. L'exposition aux radiations permet la désinfection, en tuant les micro-organismes (bactéries et champignons), dans les produits à longue conservation. La radiation permet aussi d'inhiber la germination des graines dans les boîtes de conserves.

II- Les dangers et les déchets liés au nucléaire :

1- Les dangers du nucléaire :

L'exploitation d'éléments radioactifs, dans les activités humaines, est accompagnée par des émissions radioactives qui pourraient avoir des impacts négatifs sur les êtres vivants. Ces émissions peuvent être de grande ampleur suite à un accident nucléaire (cas de l'explosion du réacteur de Tchernobyl (Ukraine, 1986) et de Fukushima (Japon, 2011)).

- Par rapport à la santé publique, les rayonnements radioactifs augmentent les risques de cancer et de malformations embryonnaires par mutations génétiques.
- Dans l'environnement, les polluants radioactifs peuvent rapidement contaminer tous les niveaux trophiques entraînant une diminution de la biodiversité et un déséquilibre des écosystèmes.



2- Problématique et gestion des déchets nucléaires :

a. Classification des déchets nucléaires :

Les déchets radioactifs sont classés en fonction de deux critères :

- **Leur niveau de radioactivité (activité en Becquerel, Unité SI de mesure d'activité nucléaire (symbole Bq))**
- **Leur durée de vie (période radioactive=Demi-vie)**

On peut ainsi différencier les catégories suivantes :

Les déchets de haute activité (HA) : principalement constitués des colis de déchets vitrifiés issus des combustibles usés après traitement. Le niveau d'activité de ces déchets est de l'ordre de plusieurs milliards de Bq par gramme ;

les déchets de moyenne activité à vie longue (MAVL) : également issus des combustibles usés après traitement et des activités d'exploitation et de maintenance..., conditionnés dans des colis de déchets cimentés ou compactés. L'activité de ces déchets est de l'ordre d'un million à un milliard de Bq par gramme ;

Les déchets de faible activité à vie longue (FAVL) : proviennent principalement du démantèlement des réacteurs de la filière uranium. Son niveau de radioactivité est de l'ordre de plusieurs centaines de milliers de Bq par gramme.

Les déchets de très faible activité (TFA) : majoritairement issus des installations du cycle du combustible et des centres de recherche. Le

niveau d'activité de ces déchets est en général inférieur à 100 Bq par gramme.

b. Gestion des déchets nucléaires :

Le stockage des déchets radioactifs est un sérieux problème environnemental, puisque les éléments radioactifs continuent leur désintégration sur une longue durée, ainsi le stockage de ce type de déchets demanderait une durée d'ordre géologique (très longue).

Les déchets radioactifs sont confinés dans du verre (vitrifiée) ou du béton, puis placés dans des colis de stockage.

Pour éviter tout risque, ces colis sont stockés dans un lieu éloigné des habitations, dans une couche géologique imperméable et stable d'argile ou de granite à une profondeur de plusieurs centaines de mètres.

