



## DANGERS ET PROTECTION

Synthèse  
(3/3)

### ►► Dose et équivalent dose

- La dose absorbée par un individu, notée  $D$ , est l'énergie cédée au tissu par le rayonnement par l'unité de masse irradiée :

$$D = \frac{E}{m}$$

Avec  $E$  : énergie absorbée (en J)  
 $m$  : masse du corps irradié (en kg)  
 $D$  : dose absorbée (en gray Gy)

- Les effets des rayonnements sur le corps dépendent de la nature des particules et de la nature des tissus irradiés
- Une dose de 1 Gy transférée par des particules  $\alpha$  est beaucoup plus dévastatrice qu'une dose identique due à des particules  $\beta$

**Cela tient au fait que le rayonnement  $\alpha$  est très ionisant**

- L'équivalent dose permet de comparer les doses absorbées suivant la nature de la radioactivité

$$ED = D \times FQ$$

Avec  $D$  : dose absorbée (Gy)  
 $FQ$  : facteur de qualité  
 $ED$  : équivalent dose (sievert Sv)

**Le facteur FQ tient compte de la nature du rayonnement**

- Pour les rayonnements  $\alpha$  :  $FQ = 20$   
 → Pour les rayonnements  $\beta$  :  $FQ = 1$
- ↳ **Les particules  $\alpha$  sont donc 20 fois plus nocives que les particules  $\beta$**

### ►► Les effets

- On distingue deux types d'effets :

#### ↳ Des effets génétiques

L'effet génétique correspond aux dommages causés aux cellules reproductrices par suite de l'exposition à de hauts niveaux de rayonnements ionisants

Ces dommages peuvent être transmis à la descendance de l'organisme, parfois des générations plus tard. Entrent dans cette catégorie les anomalies congénitales et le cancer.

#### ↳ Des effets somatiques

L'effet somatique correspond aux dommages qui touchent l'organisme exposé à de hauts niveaux de rayonnements ionisants, mais n'inclut pas les cellules reproductrices.

Des effets comme des nausées et des vomissements, l'alopécie (perte des cheveux) ou des hémorragies internes sont visibles peu après l'exposition.

D'autres maladies comme le cancer peuvent se manifester plusieurs années après

ED reçu en Sv	Effets immédiats ou tardifs, diagnostics
$ED < 0,1$	Aucun effet
$0,1 < ED < 1$	malaises
$1 < ED < 2$	Troubles digestifs, alopecie, stérilité, cancers possibles à long terme
$2 < ED < 5$	Diarrhées, vomissement, troubles sanguins (chute du nombre de lymphocytes), infections, atteintes de la moelle épinière, 10% de mortalité
$5 < ED < 10$	Diarrhées, vomissements ininterrompus, hémorragies, défenses immunitaires quasi inexistantes, infections, système digestif détruit, 50% de mortalité
$ED > 10$	Destruction totale des lymphocytes, graves troubles du système nerveux, brûlures de la peau, perforations intestinales, mort certaine

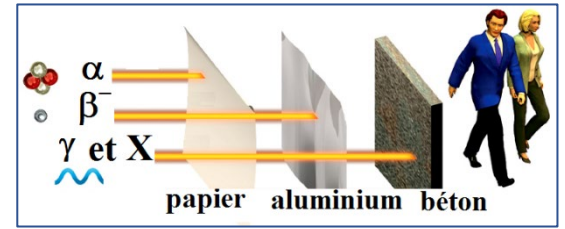
## ►► Moyens de protection

• Les particules émises par les différentes formes de radioactivités ont des propriétés différentes et, à haute dose, sont toutes dangereuses pour l'homme.

Il est possible de se protéger des radiations émises, aussi appelées rayonnements ionisants, en adoptant un comportement et des tenues adaptées.

Pour se protéger des rayonnements ionisants il faut :

- s'éloigner de la source,
- mettre des écrans adaptés
- diminuer la durée d'exposition.



Rayonnement	Effet et Protection
Particules $\alpha$	Particules très ionisantes mais très peu pénétrantes : elles sont arrêtées par une feuille de papier ou une petite couche d'air
Particules $\beta^-$	Particules assez pénétrantes, qui peuvent provoquer des lésions cutanées. Elles sont arrêtées par une épaisseur de quelques millimètres d'aluminium.
Particules $\beta^+$	Particules assez pénétrantes, qui peuvent provoquer des lésions cutanées. Leur durée de vie est très courte car lorsqu'elles rencontrent un électron, les particules s'annihilent pour donner un rayonnement $\gamma$
Rayonnements $\gamma$	Rayonnement très pénétrant qui peut léser les tissus et les organes. Il est arrêté par une épaisseur de plomb d'une vingtaine de centimètres.

		Moyens de protection :
<b>La contamination</b>	Absorption par la bouche ou le nez de produits radioactifs ; elle peut être accidentelle ou intentionnelle (dans une scintigraphie).	- Lavage d'estomac - élimination par le métabolisme
<b>L'irradiation</b>	se produit si l'on se trouve à proximité d'une source radioactive ; elle peut être naturelle (due à notre environnement) ou accidentelle.	- éloignement de la source - limitation de la durée d'exposition - interposition d'un écran

## ►► Les applications de la radioactivité

### Les applications médicales

Des radioéléments peuvent être également utilisés comme traceurs pour effectuer des **diagnostics médicaux** (par exemple lors des *scintigraphies*) ou encore pour le **traitement de certains cancers** (*radiothérapie*).

Les radioéléments sélectionnés pour ces applications ont un temps de demi-vie relativement court (quelques jours au maximum).

les traceurs utilisés en médecine nucléaires sont **artificiels** (fabriqués sur place dans un service de médecine nucléaire). L'un des plus utilisés en imagerie est le technétium 99 (émetteur  $\beta^+$  et  $\gamma$  dont la demi-vie est de 6 heures). L'iode 111 dont la demi-vie vaut 8 jours est utilisé dans le traitement du cancer de la thyroïde.

**L'imagerie médicale : la radiographie**

<b>La scintigraphie</b>	<p>La <b>scintigraphie</b> repose sur l'injection d'une <b>substance faiblement radioactive</b> (un « <b>traceur</b> ») le plus souvent par voie intraveineuse.</p> <p>Ce traceur se fixe spécifiquement sur l'organe qui doit être visualisé. <i>Ainsi la glande thyroïde absorbe particulièrement l'iode, le cerveau ou les os le phosphore.</i></p> <p>Ensuite, une caméra particulière capte le rayonnement émis par le traceur radioactif qui se désintègre et qui traverse le corps du patient. Dans certains cas, la substance injectée est utilisée par les cellules comme source d'énergie et permet ainsi de repérer <b>des zones de plus forte activité cellulaire</b> (par exemple des tumeurs).</p> <p>La caméra peut tourner autour du corps du patient et les images ainsi collectées sont analysées et rassemblées pour former une image en <b>3D</b> de l'organe étudié.</p>
-------------------------	---

**la radiothérapie :**

La radiothérapie est une méthode de traitement des cancers. Elle a pour but de détruire les cellules cancéreuses en évitant l'atteinte des tissus sains périphériques. En radiothérapie, les doses nécessaires sont supérieures à celles de la radiographie qui est juste une technique d'imagerie.

<b>La radiothérapie métabolique</b>	Elle consiste à administrer au patient des radioéléments émetteurs $\beta^-$ qui sont fixés par l'organe cible. Les particules $\beta^-$ étant peu pénétrants, contrairement aux rayons $\gamma$ , l'effet est confiné dans la tumeur à détruire. L'activité des doses étant élevée, des mesures de radioprotection sont prises (recueil des urines, interdiction de visites, limitation de l'exposition du personnel soignant).
<b>La curiethérapie</b>	Première application médicale de la radioactivité, elle consiste à implanter une substance radioactive au contact de la tumeur (radionucléide le plus utilisé : iridium 192). Elle nécessite l'hospitalisation en chambre protégée.
<b>La radiothérapie externe</b>	Elle consiste à utiliser une source radioactive située à l'extérieur de l'organe. Les rayons ionisants pénètrent dans les tissus à travers la peau. Pour cette forme de radiothérapie, les bombes au cobalt $^{60}\text{Co}$ ont été longtemps utilisées. La désintégration du $^{60}\text{Co}$ émet des rayons $\gamma$ . Cette technique, appelée <b>cobalthérapie</b> , est de plus en plus remplacée par des accélérateurs de particules capables de fournir des photons de même énergie que les rayons $\gamma$ précédents.

**Datation**

La radioactivité est utilisée pour la datation des fossiles ou reliques anciennes. Il faut cependant faire attention au choix du radioélément que l'on va quantifier. Il faut estimer l'âge de l'échantillon et choisir en fonction. En effet, au bout de  $20 \times t_{1/2}$ , 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 un temps de demi-vie de 5600 ans.

**Contrôle qualité**

Au niveau industriel, la radioactivité est évidemment au cœur de l'activité des centrales nucléaires mais elle est également utilisée pour contrôler la qualité de certaines soudures ou la détection de fuites dans des canalisations.