

CHAPITRE 7

THÈME 2 : ANALYSER ET DIAGNOSTIQUER Les marqueurs radioactifs en imagerie médicale

1 Noyaux et isotopes

1.1 Composition d'un noyau atomique

Le noyau est composé de nucléons : les protons et les neutrons. La composition du noyau est liée à sa représentation symbolique :

Représentation symbolique d'un noyau



- X : symbole chimique du noyau
- Z : nombre de charge (numéro atomique) indiquant le nombre de protons
- A : nombre de masse indiquant le nombre de nucléons

Le nombre de neutrons N du noyau est donc : $N = A - Z$

Exemple : On considère un noyau dont la représentation symbolique est : ${}^{14}_7\text{N}$.

Il s'agit d'un noyau d'azote constitué de 7 protons et de 14 nucléons soit 7 neutrons.

1.2 Isotopie

Des noyaux sont dits isotopes s'ils possèdent le même nombre de protons mais un nombre de neutrons différents.

Exemple : Isotopes du carbone : ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{14}_6\text{C}$

2 La radioactivité

2.1 Définition

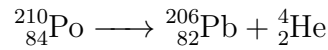
Les noyaux radioactifs sont instables et se transforment spontanément en d'autres noyaux. Cette transformation d'un noyau radioactif en un autre noyau est appelée désintégration nucléaire. Elle s'accompagne de l'émission de particules (α , β^- ou β^+) ainsi que d'un rayonnement gamma.

2.2 Les différentes radioactivités

2.2.1 La radioactivité α

La radioactivité α correspond à l'émission de noyaux d'hélium ${}^4_2\text{He}$.

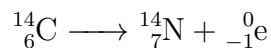
Exemple : Un noyau de polonium 210, ${}^{210}_{84}\text{Po}$, se désintègre en formant un noyau de plomb et en émettant une particule α . L'équation de cette réaction est :



2.2.2 La radioactivité β^-

La radioactivité β^- correspond à l'émission d'électrons ${}^0_{-1}\text{e}$.

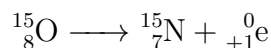
Exemple : Un noyau de carbone 14, ${}^{14}_6\text{C}$, se désintègre en formant un noyau d'azote et en émettant une particule β^- . L'équation de cette réaction est :



2.3 La radioactivité β^+

La radioactivité β^+ correspond à l'émission de positrons ${}^0_{+1}\text{e}$.

Exemple : Un noyau d'oxygène 15, ${}^{15}_8\text{O}$, se désintègre en formant un noyau d'azote et en émettant une particule β^+ . L'équation de cette réaction est :



2.3.1 L'émission γ

Les radioactivités α , β^- ou β^+ sont souvent accompagnées de l'émission d'un rayonnement électromagnétique gamma γ de très grande énergie. Les rayonnements gamma sont des rayonnements électromagnétiques de longueur d'onde inférieure à 0,01 nm (10^{-11} m), c'est-à-dire de fréquence supérieure à 3×10^{19} Hz.

2.4 Radioactivité et corps humain

Les effets biologiques de la radioactivité sur le corps humain dépendent :

- de la dose d'énergie absorbée
- de la nature du rayonnement ionisant
- de l'organe touché

Pour mesurer les effets biologiques, on utilise l'équivalent dose noté ED. L'équivalent dose ED s'exprime en sievert (Sv).

En France, la limite d'exposition du public est de 1 mSv/an.

Exemple : En France, l'exposition moyenne à l'ensemble des sources de rayonnements ionisants est de 4,5 mSv/an, dont 2,9 mSv/an pour celles d'origine naturelle et 1,6 mSv/an pour celles d'origine artificielle (essentiellement médicale).

3 Activité et décroissance radioactive

3.1 L'activité

L'activité, notée A , d'une source radioactive est égale au nombre moyen de noyaux qui se désintègrent par seconde. L'unité de l'activité est le becquerel (Bq)

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration par seconde.}$$

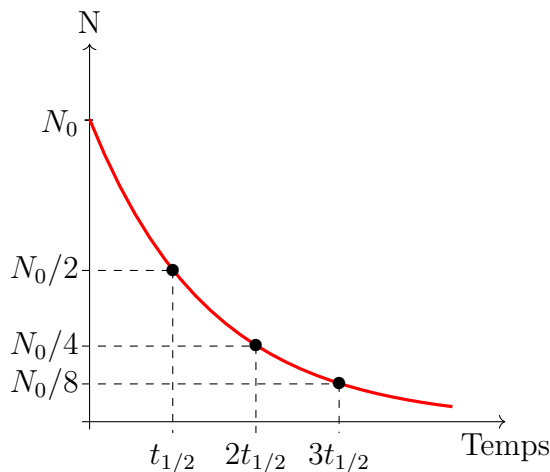
Remarque : On utilise également l'activité par unité de masse. Elle est exprimée en becquerel par kilogramme ($Bq.kg^{-1}$)

3.2 Temps de demi-vie ou période radioactive

Le temps de demi-vie, notée $t_{1/2}$, ou période radioactive, noté T , est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initialement présents se sont désintégrés.

3.3 Courbe de décroissance radioactive

La courbe de décroissance radioactive est la courbe représentative du nombre de noyaux radioactifs restants en fonction du temps. Cette courbe est une exponentielle décroissante. A partir de cette courbe, on peut déterminer graphiquement le temps de demi-vie ($t_{1/2}$) :



Le nombre de noyaux radioactifs restants est divisé par deux au bout de chaque période radioactive ou temps de demi-vie.

4 Radioactivité et médecine

4.1 Médecine nucléaire diagnostique

La médecine nucléaire diagnostique ou imagerie médicale utilise des marqueurs radioactifs. Un marqueur radioactif est une substance radioactive dont le choix dépend de l'organe ciblé ou de la partie du corps à explorer.

Ils doivent avoir un temps de demi-vie court pour avoir une faible durée d'élimination par l'organisme. De plus, les doses utilisées lors de l'examen doivent être faibles.

Exemple : Pour la scintigraphie du cœur, on utilise le thallium 201 (^{201}Tl) dont le temps de demi-vie est de 3 jours.

Les marqueurs radioactifs sont utilisés dans les techniques d'imageries médicales suivantes :

- la radiographie
- la scintigraphie
- la tomographie par émission de positon (TEP Scan)

4.2 Radiothérapie nucléaire

La radiothérapie nucléaire utilise des substances radioactives dont les doses utilisées sont élevées. Ces substances sont utilisées en irradiation locale dans le but de détruire des tumeurs.

4.3 Précautions d'emploi d'une source radioactive en milieu médical

Pour se protéger d'une source radioactive, il faut :

- se tenir éloigné des sources radioactives
- utiliser des protections (tablier, gants et lunettes) comportant du plomb
- limiter la durée d'exposition