

Médecine nucléaire : panorama de méthodes de diagnostics et traitements

- OBJECTIFS**
- Savoir que 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 et que cette demi-vie est caractéristique du noyau radioactif considéré.
 - Expliquer l'utilisation de noyaux radioactifs dans un contexte médical.

La médecine nucléaire regroupe l'ensemble des techniques, qui utilisent des composés contenant des noyaux radioactifs pour établir des diagnostics ou traiter certaines pathologies.

Documents

Document 1 Différents types de radioactivité

Les noyaux radioactifs sont instables et se désintègrent spontanément en émettant des particules :

- alpha α (noyau d'hélium) dans le cas de la radioactivité alpha ;
- bêta β^+ (électron) ou bêta β^- (positon^a) dans le cas de la radioactivité bêta ;

La désintégration peut être suivie de l'émission d'un rayonnement de photons gamma γ .

Document 2 Utilisation de la radioactivité dans le domaine médical

Diagnostiquer par imagerie médicale

Étape 1 : injection d'un produit contenant une faible dose de noyaux radioactifs, appelé traceur radioactif.

Étape 2 : fixation du traceur sur une partie de l'organisme (spécifique à chaque traceur).

Étape 3 : détection de rayonnement γ lors d'une scintigraphie ou de particules β^+ au cours d'une tomographie à émission de positons (TEP), qui permet de visualiser la répartition du traceur dans l'organisme.

Étape 4 : élimination naturelle du produit dans les urines.

Soigner

Étape 1 : administration d'un médicament contenant des noyaux radioactifs, appelé radiopharmaceutique, parfois directement au sein des cellules cibles^b.

Étape 2 : fixation du radiopharmaceutique dans les cellules cibles (spécifiques à chaque radiopharmaceutique).

Étape 3 : émission intense de particules β^- , qui entraîne la destruction des cellules cibles, principalement une tumeur, sans affecter les cellules voisines.

Étape 4 : élimination naturelle du produit dans les urines.

Vidéo « 3 questions à un expert : la médecine nucléaire »,

AP-HM-Hôpitaux Universitaires de Marseille (durée : 2 min 24 s)

https://www.youtube.com/embed/frp424bBJFw?si=4V_YoJ5oplGgrLVx



^a Positon (ou positron, anglicisme) : particule de charge électrique (positive) opposée à celle d'un électron.

^b L'injection très localisée de produits radioactifs dans les cellules cancéreuses est appelée « curiethérapie ».

Vidéo « François-Xavier Hanin, médecin spécialiste en médecine nucléaire »,
Cliniques universitaires Saint-Luc (durée : 2 min 23 s)
https://www.youtube.com/embed/nJv-UQB1D-4?si=b8VTg-JZ4z_MevYj



Document 3 Exemples de noyaux radioactifs utilisés en médecine nucléaire

Noyau radioactif	Demi-vie	Particules ou rayonnement émis	Utilisation médicale
^{15}O	2 min	β^+	Visualisation de l'irrigation sanguine du cerveau.
^{18}F	110 min	β^+	Repérage de métastases* liées à la surconsommation de sucre par ces cellules.
^{32}P	14 j	β^-	Destruction de cellules cancéreuses en hématologie*.
^{89}Sr	50,7 j	β^-	Antalgique pour soulager les douleurs dues aux métastases osseuses.
$^{99\text{m}}\text{Tc}^{\text{c}}$	6 h	γ	Étude du fonctionnement de la thyroïde*, des poumons ou des articulations.
^{123}I	13 h	γ	Étude du fonctionnement de la thyroïde.
^{131}I	8 j	β^- et γ	Traitement de l'hyperthyroïdie et des cancers de la thyroïde.
^{186}Rh	9,7 j	β^- et γ	Soin des arthrites inflammatoires au niveau des articulations (chevilles, coudes, etc.)

Vocabulaire

- **Métastases** : cellules cancéreuses d'une tumeur qui ont migré dans une autre partie de l'organisme.
- **Hématologie** : spécialité médicale consacrée aux maladies du sang.
- **Thyroïde** : glande à la base du cou qui produit des hormones.

Consignes

1. À partir des documents 1 et 2, préciser la raison pour laquelle des noyaux radioactifs sont utilisés en médecine nucléaire.
2. a. Identifier, dans le tableau du document 3, les noyaux radioactifs utilisés pour établir des diagnostics et ceux injectés pour soigner.
b. Nommer les éléments chimiques correspondants.
3. a. Rappeler la définition de la demi-vie d'un noyau radioactif.
b. Sachant que les demi-vies des noyaux radioactifs couvrent une gamme extrêmement large de valeurs pouvant atteindre des milliers voire des milliards d'années, expliquer pourquoi les noyaux radioactifs présents dans le tableau sont adaptés à un usage médical.

Pour aller plus loin

4. Le technétium 99 métastable ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) est le noyau radioactif utilisé dans environ trois-quarts des examens médicaux. Il est obtenu à partir du molybdène 99 (^{99}Mo) dont la demi-vie est 66 h. Expliquer pourquoi il est alors préférable de disposer d'une réserve de ^{99}Mo dans un service médical utilisant le $^{99\text{m}}\text{Tc}$.

^c $^{99\text{m}}\text{Tc}$ est le symbole du technétium métastable : élément instable chimiquement mais qui se désintègre lentement.