

SEPT CHOSES À SAVOIR SUR LES RADIO-ISOTOPES

1. Qu'est-ce qu'un radio-isotope ?

Tout atome d'un élément doit comporter en son centre (dans le noyau) un nombre de protons et de neutrons bien déterminé pour être stable, c'est-à-dire rester sous sa forme initiale. Les radio-isotopes sont des éléments qui ne possèdent pas le rapport protons/neutrons nécessaire pour demeurer stables. Lorsque son rapport protons/neutrons est déséquilibré, un atome essaie de devenir stable et, ce faisant, libère de l'énergie¹.

Prenons un exemple : un atome de carbone stable possède six protons et six neutrons tandis que le carbone 14, isotope instable, donc radioactif, a six protons et huit neutrons. Le carbone 14, comme tous les autres éléments instables, est un radio-isotope.

On appelle « désintégration radioactive » le processus de stabilisation, au cours duquel de l'énergie est libérée sous forme de rayonnement.

Il est possible de détecter et de mesurer le rayonnement émis, ce qui rend les radio-isotopes très utiles dans l'industrie, en agriculture et en médecine.

2. D'où viennent les radio-isotopes ? Comment sont-ils produits ?

Certains radio-isotopes sont naturels, d'autres artificiels. Seuls ceux produits par les réacteurs nucléaires et les cyclotrons² sont utilisés à des fins médicales, car ils sont faciles à obtenir, présentent les caractéristiques requises en imagerie et ont généralement une demi-vie beaucoup plus courte que les radio-isotopes naturels.

La demi-vie est le temps nécessaire pour que la moitié des radio-isotopes se désintègrent. Elle donne une indication sur la durée de vie d'un radio-isotope. Les radio-isotopes qui ont une demi-vie très longue sont plus stables, donc moins radioactifs. La demi-vie des radio-isotopes utilisés en médecine va de quelques minutes à quelques jours.

Par exemple, le rubidium 82, utilisé en imagerie de perfusion myocardique, a une demi-vie de 1,26 minute, tandis que l'iode 131, utilisé pour diagnostiquer et traiter des affections thyroïdiennes, a une demi-vie de huit jours. Il

existe au total quelque 1 800 radio-isotopes, dont une cinquantaine sont utilisés en médecine.

3. Comment les radio-isotopes sont-ils utilisés en médecine ?

Certains radio-isotopes émettent des rayonnements alpha ou bêta, qui sont utilisés pour traiter des maladies comme le cancer.

D'autres émettent un rayonnement gamma et/ou des positons grâce auxquels des caméras et des scanners médicaux* puissants permettent de générer des images montrant des processus et des structures internes à l'organisme, et de diagnostiquer des maladies. Les radio-isotopes ont différents usages hospitaliers. Ils servent à traiter des maladies thyroïdiennes et l'arthrite, à soulager les douleurs arthritiques et les douleurs liées au cancer des os ainsi qu'à traiter les tumeurs du foie. En curiethérapie, forme de radiothérapie interne, les radio-isotopes sont utilisés pour traiter les cancers de la prostate, du sein, de l'œil et du cerveau. Ils sont aussi utiles pour le diagnostic de maladies coronariennes et de la mort du muscle cardiaque.

Le technétium 99m et l'iode 131 comptent parmi les radio-isotopes les plus utilisés en médecine. Le technetium 99m, qui émet un rayonnement gamma, sert à produire des images du squelette et du muscle cardiaque principalement, mais aussi du cerveau, de la thyroïde, des poumons (perfusion et ventilation), du foie, de la rate, des reins (structure et taux de filtration), de la vésicule biliaire, de la moelle osseuse, des glandes salivaires et lacrymales et du pool sanguin cardiaque. Il permet aussi de visualiser des infections et est utilisé dans nombre d'autres applications médicales spécialisées. L'iode 131 est largement utilisé dans le traitement de l'hyperthyroïdie et des cancers thyroïdiens ainsi qu'en imagerie de la thyroïde. Il émet un rayonnement bêta, qui le rend utile en thérapie³. Les radio-isotopes sont également utilisés dans la recherche médicale pour étudier le fonctionnement normal et pathologique d'organes. Ils peuvent aussi être utiles pour la mise au point de médicaments

**Ces appareils d'imagerie puissants comprennent les caméras de tomographie d'émission monophotonique et de tomographie à émission de positons, souvent utilisées avec des scanners de tomographie par résonance magnétique.*

¹ Il existe des isotopes stables mais il n'en sera pas question dans cet article.

² Un cyclotron est une machine complexe qui accélère des particules chargées dans le vide en les éloignant du centre suivant une trajectoire en spirale. Au cours de l'accélération, les particules chargées acquièrent une grande énergie. Elles percutent alors une cible constituée de substances stables, qui est placée sur leur trajectoire. La collision entraîne la transformation des substances stables en radio-isotopes à usage médical qui serviront à la fabrication de radiopharmaceutiques.

³ Association nucléaire mondiale | Les radio-isotopes en médecine (en anglais) | www.world-nuclear.org/info/Non-Power-Nuclear-Applications/Radioisotopes/Radioisotopes-in-Medicine

4. Pourquoi les radio-isotopes sont-ils utilisés en médecine ? Quelle est leur particularité ?

La particularité des radio-isotopes est liée au fait que certains organes répondent de manière spécifique à certaines substances. La thyroïde, par exemple, absorbe l'iode plus que n'importe quel autre élément chimique, ce qui explique que l'iode 131 soit largement utilisé dans le traitement du cancer de la thyroïde et en imagerie de cette glande. De même, d'autres organes, comme le foie, les reins et le cerveau, absorbent et métabolisent certaines substances radioactives. Cependant, la plupart des radio-isotopes doivent être véhiculés par une autre substance (une molécule biologiquement active) pour atteindre l'organe cible. Par exemple, pour le diagnostic de troubles cardiaques, le technétium 99m est souvent associé à six molécules de méthoxyisobutylisonitrile afin qu'il puisse atteindre les tissus cardiaques.

Des formulations de molécules marquées avec des radio-isotopes, appelées « radiopharmaceutiques » et administrées par inhalation, ingestion ou injection, permettent aux médecins de mesurer la taille d'un organe et d'en évaluer le fonctionnement, de détecter des anomalies et de cibler le traitement sur une zone particulière.

Autre particularité des radio-isotopes : ils offrent aux patients et aux médecins les techniques chirurgicales les moins invasives, épargnant aux patients les interventions chirurgicales lourdes, pratiquées par le passé pour traiter la plupart des affections, qui présentent davantage de risques et dont il est plus difficile de se remettre. Les radio-isotopes permettent de soumettre à un traitement ciblé tous les sites de maladies, qu'ils soient visibles ou non.

5. Les radio-isotopes présentent-ils un danger pour le patient ?

Les radio-isotopes administrés aux patients dans le cadre d'un diagnostic ou d'un traitement se désintègrent, devenant rapidement (en quelques minutes ou quelques heures suivant leur demi-vie) des éléments stables, c'est-à-dire non radioactifs, ou sont rapidement éliminés de l'organisme.

Les médecins choisissent des radio-isotopes qui ont une demi-vie et une énergie appropriées afin de dispenser le meilleur traitement, d'effectuer le meilleur diagnostic ou d'obtenir les meilleures informations possibles sans endommager les tissus sains. Le technétium 99m, par exemple, a une demi-vie de six heures et libère une énergie de 140 keV (kiloélectronvolts), ce qui est assez faible et insuffisant pour nuire aux patients.

De plus, les médecins déterminent avec soin la quantité de radio-isotopes administrée aux patients de manière à réduire au minimum la dose de rayonnements tout en

veillant à ce que les images obtenues soient d'une qualité suffisante.

Afin de réduire encore la dose de rayonnements au patient résultant de l'utilisation de radiopharmaceutiques, on fait appel à des radio-isotopes à courte ou très courte période

6. Les radio-isotopes présents dans l'organisme d'un patient présentent-ils un danger pour le public ?

Le personnel médical suit des règles strictes et est formé afin de garantir que les patients qui reçoivent des doses de radio-isotopes thérapeutiques (utilisés uniquement dans le traitement du cancer et dans d'autres types de thérapies, **jamais** à des fins de diagnostic) restent confinés dans leur chambre d'hôpital jusqu'à ce que les rayonnements émis soient descendus à un niveau sans danger pour le personnel et le public. Les infirmières, les médecins et les porteurs respectent également une distance de sécurité lors des soins et portent des dosimètres individuels mesurant la dose de rayonnements qu'ils reçoivent au travail afin de s'assurer qu'elle ne dépasse pas une valeur déterminée, qui est très inférieure au seuil de sûreté.

Lorsque l'activité des radio-isotopes est tombée à un niveau tel que la radio-exposition est suffisamment faible, les patients peuvent reprendre leur vie normale et leurs occupations habituelles.

7. S'il est conseillé au personnel médical de se tenir à distance, pourquoi ces traitements sont-ils autorisés pour les patients ?

Dans le traitement du cancer, les propriétés des rayonnements sont bénéfiques pour le patient. Si un acte est prescrit, c'est qu'il est justifié. Tout est question de « justification », notion clé en médecine nucléaire. L'utilisation de rayonnements est considérée comme justifiée si les bénéfices qui en résultent sont plus importants que les dommages potentiels. L'utilisation de radio-isotopes à courte période dans le cadre d'un traitement peut guérir un malade du cancer ou allonger son espérance de vie. Les professionnels de la santé sont formés aux pratiques cliniques et peuvent gérer de manière appropriée l'exposition aux rayonnements quand ils dispensent des soins aux patients subissant une radiothérapie. Par conséquent, ces traitements sont souvent justifiés aux yeux à la fois du patient et du médecin.

Sasha Henriques, Bureau de l'information et de la communication de l'AIEA