

V. Evaluation du risque physique

Les risques sont évalués par rapport aux dommages qu'ils peuvent causer aux personnes. Les risques peuvent être de différentes natures (Fig.07):

- asphyxie - sources : manipulation d'azote liquide dans un local mal ventilé, incendie;
- électrocution - sources : incendie d'origine électrique, appareillage ou installation électrique mal entretenus, etc.;
- brûlures - sources : incendie, électricité, bec benzène, rayonnements non ionisants (infrarouges, UV), rayonnement laser, autoclave, produits chimiques, basses températures (ex. : azote liquide), etc.;
- altérations génétiques/cancer – sources : rayonnements ionisants (matières radioactives), rayonnements non ionisants (UV);
- lésions divers (plaies, hémorragies, contusions, fractures, etc.) - sources : chute, chute d'objets, explosion (ex. : équipement sous pression tels que les autoclaves ou les bonbonnes de gaz, produits chimiques), bruit (ex. : sonicateur);
- coupures et piqûres - sources : scalpels, aiguilles, pipettes Pasteur. Attention, des risques chimiques et biologiques peuvent y être souvent associés.



Fig. 07. Différents pictogrammes de signalisation permettent d'identifier les causes potentielles de risques physiques (Shematek et Wood, 2012).

V.1. Prévention du risque physique

La variété des risques physiques étant importante, cependant certaines recommandations sont à suivre :

- apprenez à reconnaître les différents pictogrammes et respectez les consignes;
- respectez les règles de stockage (ex. : produits inflammables dans armoire anti-feu et anti-déflagrante). N'entreposez pas inutilement des matières inflammables (ex. : carton);
- la plupart du temps, les risques correspondent à des zones à accès réglementé. N'y pénétrez pas si vous n'avez rien à y faire ou si vous n'avez pas reçu une formation ou une information spécifique (ex : radioactivité);
- utilisez les moyens de protection spécifiques mis à votre disposition (casque anti-bruit, lunettes et casque de protection, gants pour les hautes et basses températures, etc.);
- respectez les consignes d'utilisation des appareillages;
- ne démontez pas des appareillages en panne (faire appel à société de maintenance et réparation);
- ne transportez pas manuellement des objets trop lourds ou encombrants.

V.1.1. Risques électriques

Il est essentiel que toutes les installations et l'appareillage électrique soient vérifiés et contrôlés régulièrement, y compris la mise à la terre. Des disjoncteurs et notamment des disjoncteurs différentiels doivent être installés sur les circuits électriques des laboratoires. Les disjoncteurs ne protègent pas les personnes; leur rôle est de protéger les circuits d'une surcharge et, par conséquent, d'éviter les incendies. Les disjoncteurs différentiels sont eux destinés à protéger les personnes des chocs électriques.

Tout l'appareillage électrique du laboratoire doit être relié à la terre, au moyen de prises de terre, de préférence. La totalité des appareils et circuits électriques du laboratoire doit être conforme aux normes nationales de sécurité électrique.



V.1.2. Bruit

Les effets d'une exposition durable à un bruit excessif sont insidieux. Certains appareils de laboratoire, comme par exemple certains types de lasers ou encore les installations qui abritent des animaux, peuvent entraîner une importante exposition de ce genre. On peut procéder à des mesures acoustiques pour déterminer le risque d'exposition au bruit. Si les données obtenues le justifient, on pourra envisager des mesures techniques telles que l'encoffrage des équipements bruyants ou la pose de barrières ou d'écrans anti-bruit autour de ces équipements ou entre les zones bruyantes et les autres zones de travail. Si l'on ne peut pas réduire le niveau de bruit et que le personnel soit exposé en permanence à un bruit excessif, il faudra mettre en place un programme de protection auditive prévoyant le port d'oreillettes de protection pour les travaux en ambiance bruyante ainsi qu'une surveillance médicale du personnel pour déterminer les effets de cette nuisance.

V.1.3. Cryogénie – Azote liquide

Pour manipuler des liquides cryogéniques, il faut suivre la formation liquide cryogénique – Azote liquide. Elle est en ligne pour un rappel sur le remplissage, le transport et l'entreposage de l'azote liquide.

V.1.4. Risque de brûlures par le froid

- Éviter tout contact avec le liquide.
- Porter les ÉPI recommandés : lunette de sécurité, sarrau, gants thermaux et si nécessaire, couvre-chaussures. Pour le remplissage de réservoir : ajouter visière, et tablier thermal.
- Premiers soins : doucher à l'eau tiède les parties exposées.
-

V.1.5. Risque d'asphyxie

Utiliser dans un endroit bien aéré et éviter de respirer les vapeurs.

- Une grande utilisation peut demander la présence d'un détecteur d'O₂.
- Manipuler les gros réservoirs à deux personnes.
- Premiers soins : diriger la personne vers un endroit bien aéré.

V.1.6. Risque d'explosion due à une surpression

- De liquide à gaz, les liquides cryogéniques ont un fort taux d'expansion.
- Utiliser un réservoir cryogénique en bon état.
- Ne jamais utiliser de récipients fermés.
- Limiter la formation de glace.

V.1.7. Risque d'explosion due à une condensation d'oxygène

Lors de l'utilisation de trappe branchée sur un système sous vide et refroidi à l'azote liquide, l'introduction d'air environnant par un défaut d'étanchéité peut amener la condensation de l'oxygène (liquide caractérisé par une couleur bleutée). L'oxygène liquide représente un risque d'explosion.



V.1.8. Températures extrêmes

a. Chaleur

Il y a un risque de brûlures lors de la manipulation d'objet chaud ou d'une flamme; portez des gants résistants à la chaleur et tout autre ÉPI jugé nécessaire. Il y a un risque d'hyperthermie lors de travail en ambiance chaude. Prendre des pauses régulièrement et boire beaucoup d'eau.

b. Froid

Il y a un risque de brûlure par le froid lors de manipulation d'objet à basse température et de liquide cryogénique; portez des gants thermaux, tout vêtement et ÉPI nécessaire. Il y a un risque d'hypothermie lors d'exposition prolongée au froid.

c. Rayonnement non ionisant (laser, UV et micro-ondes)

Le rayonnement est l'émission d'une énergie à partir de sa source. Dans le cas d'un rayonnement non ionisant, l'énergie n'est pas suffisante pour ioniser les atomes ou les molécules.

d. Laser

Les lasers sont caractérisés par un rayon étroit et ciblé, ce qui permet d'envoyer une grande quantité d'énergie sur une petite surface. Le principal risque associé aux lasers est une blessure oculaire. Il existe sept catégories de lasers : classe 1, 1M, 2, 2M, 3R, 3B et 4.16.

V.2. Mesures préventives

- ⊕ Avoir reçu une formation adéquate pour l'utilisation du laser, selon sa catégorie et la longueur d'onde émise. Les lasers de classes 3B et 4 sont particulièrement dangereux.
- ⊕ Porter des lunettes de protection adéquate, un sarrau en coton (pour lasers de classe 3R, 3B et 4) et retirer les objets personnels réfléchissants, tels que montre, bijou, stylo, boucle de ceinture, fermeture éclair, etc. L'utilisation d'un laser émettant dans les UV nécessite le port de la visière, du sarrau et de gants jetables.
- ⊕ Les lunettes de protection pour les lasers sont spécifiques et requièrent une attention et une utilisation particulières; bien lire les consignes du fabricant sur la vérification de leurs conformités, leur entretien et leur durée de vie.
- ⊕ Ne jamais regarder directement ou indirectement (par réflexion sur des objets tels des miroirs, acier inoxydable) le faisceau d'un laser.
- ⊕ Passer un examen d'optométrie tous les cinq ans.
- ⊕ Restreindre l'accès au laboratoire, spécifiquement lorsque le laser est en fonction. Les lasers de classes 3B et 4 nécessitent une zone de travail contrôlé et une signalisation spécifique. Un panneau lumineux servant à indiquer que le laser est en fonction, ainsi qu'un bouton d'arrêt d'urgence doit se trouver à l'entrée du laboratoire.

V.3. Activité radioactive et période de demi-vie d'un atome radioactif

L'activité d'un atome radioactif est définie par le nombre de désintégrations par seconde et est exprimée en Becquerel (Bq). Une désintégration est un événement microscopique totalement aléatoire que rien ne permet de prévoir. Par contre, à l'échelle macroscopique, le nombre moyen de désintégrations suit une loi bien décrite par une fonction exponentielle qui décroît au cours du temps. L'activité de l'atome radioactif peut ainsi être caractérisée par la période

radioactive ou demi-vie qui correspond au temps nécessaire pour que la moitié des atomes radioactifs initialement présents se soit désintégrée.



V.3.1. Rayonnements ionisants

Les **rayonnements ionisants** sont invisibles. On ne peut ni les sentir, ni les toucher, ni les entendre. On peut seulement les mesurer. Les rayonnements ionisants possèdent assez d'énergie pour libérer des électrons d'un atome, produisant ainsi un atome chargé, alors que les rayonnements non ionisants, tels que les ondes radio, la lumière visible ou l'ultraviolet, ne le peuvent pas (Fig.08).

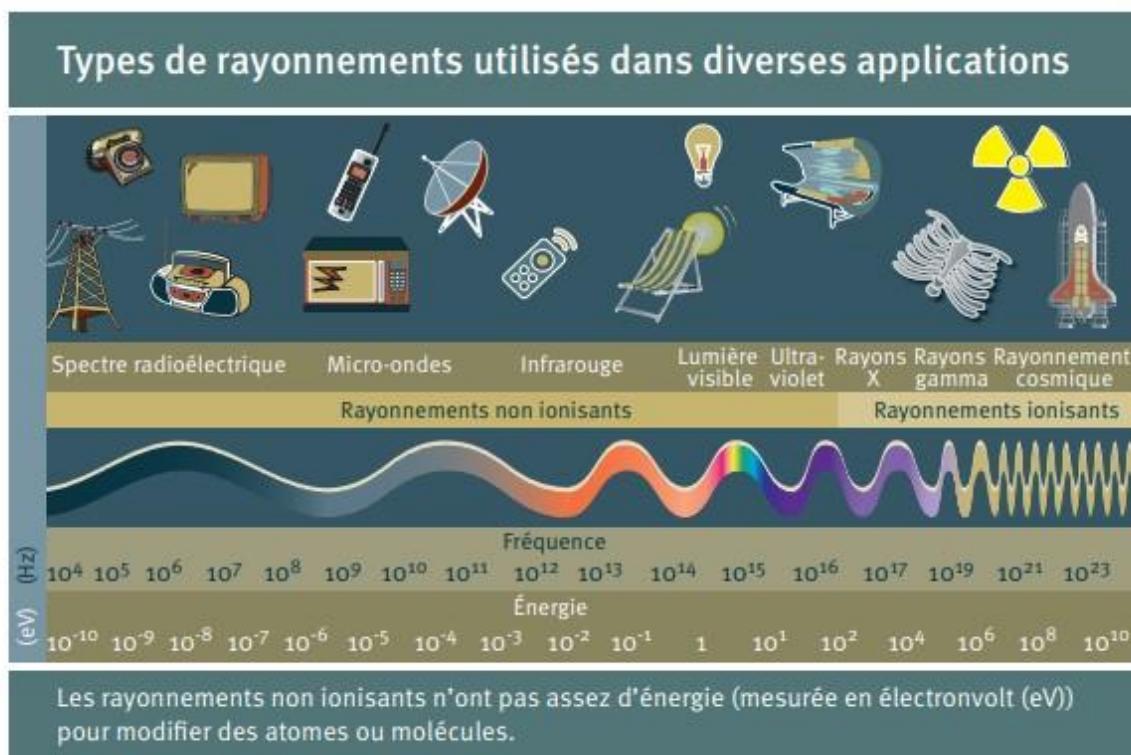


Fig. 08. Types de rayonnements utilisés dans diverses applications (d'Ariane, 2016).

La radioprotection a pour but de mettre les sujets humains à l'abri des effets nocifs des rayonnements ionisants, effets qui consistent notamment :

- En effets somatiques, par ex. des symptômes cliniques observables chez les sujets exposés. Il s'agit en particulier de cancers radio-induits, par exemple des leucémies ou encore des cancers osseux, pulmonaires ou cutanés, qui peuvent n'apparaître que plusieurs années après l'irradiation. D'autres effets moins graves peuvent consister en petites lésions cutanées, alopecie, anomalies sanguines, lésions des voies digestives ou cataracte.
- En effets héréditaires, par ex. des symptômes qui s'observent dans la descendance des sujets exposés. Les effets héréditaires de l'irradiation des gonades consistent notamment en anomalies chromosomiques ou mutations géniques. L'irradiation à forte dose des cellules germinales présentes dans les gonades peut également entraîner la mort cellulaire, avec pour conséquence des troubles de la fertilité chez les deux sexes et une modification du cycle menstruel chez la femme.
- Une exposition du foetus pendant son développement, en particulier entre la huitième et la quinzième semaine de la grossesse, peut accroître le risque de malformations congénitales, d'arriération mentale ou de cancers radio-induits plus tard dans la vie.

V.3.2. Principes de la radioprotection contre les rayonnements ionisants

Pour limiter les effets nocifs des rayonnements ionisants, il faut réglementer l'utilisation des radio-isotopes, qui doit toujours respecter les normes nationales en la matière. La mise en œuvre de la radioprotection repose sur quatre principes :

1. Réduire le plus possible la durée d'exposition
2. Se tenir le plus loin possible de la source de rayonnement
3. Disposer un blindage autour de la source de rayonnement
4. Substituer aux radionucléides d'autres techniques non radiométriques.

V.4. Mesures de protection

V.4.1. Durée d'exposition. On peut réduire la durée d'exposition au cours des manipulations de substances radioactives : En s'exerçant à pratiquer les techniques nouvelles et non familières sans utiliser de radionucléide jusqu'à ce qu'on les maîtrise parfaitement, en utilisant les radionucléides en temps voulu, avec prudence et sans précipitation, en veillant à ce qu'une fois utilisées, toutes les sources radioactives soient immédiatement replacées dans leur lieu de stockage, en éliminant fréquemment du laboratoire les déchets radioactifs, en passant le moins de temps possible dans la zone ou dans le laboratoire où il y a risque d'irradiation, en s'exerçant à bien gérer et planifier les manipulations de substances radioactives et leur durée. Moins on passe de temps dans le champ d'irradiation, plus la dose reçue individuellement est faible, comme le montre l'équation suivante :

$$\text{Dose} = \frac{\text{Débit de dose}}{\text{temps}}$$

V.4.2. Distance à la source

Pour la plupart des rayonnements g ou X, le débit de dose varie comme l'inverse du carré de la distance à une source ponctuelle. On voit donc que si on double la distance entre la source de rayonnement et l'opérateur, l'exposition sera divisée par quatre au cours de la même durée. On utilise divers dispositifs et systèmes mécaniques pour augmenter la distance entre l'opérateur et la source, par ex. des pinces de divers types et notamment à long manche ainsi que des dispositifs pour le pipettage à distance. A noter qu'une petite augmentation de la distance peut se traduire par une réduction non négligeable du débit de dose.

V.4.3. Blindage

En plaçant entre la source et l'opérateur ou les autres membres du personnel des écrans capables d'absorber l'énergie rayonnée ou de l'atténuer, on peut limiter leur exposition. Le choix du type d'écran et de son épaisseur dépend de la capacité de pénétration du rayonnement (c'est-à-dire de sa nature et de son énergie). Des écrans en résine acrylique, en bois ou en métal léger, d'une épaisseur de 1,3 à 1,5cm protègent contre les particules b très énergétiques, mais pour protéger contre le rayonnement g ou X de haute énergie, il est nécessaire d'utiliser des écrans au plomb de densité élevée.

V.4.4. Substitution

Il ne faut pas utiliser de radionucléides s'il existe d'autres techniques. Si l'on ne peut pas substituer une autre technique à une méthode radio-isotopique, il faudra utiliser le radionucléide dont le rayonnement soit le moins pénétrant ou le moins énergétique possible.

Il y a quatre types de règles pour le travail avec des substances radioactives, à savoir : Celles qui concernent la zone d'irradiation, celles qui concerne la paillasse où s'effectue la manipulation, celles qui concernent la gestion des déchets et enfin celles qui concernent les dossiers et la conduite à tenir en situation d'urgence.

V.5. Règles à suivre

Parmi les règles les plus importantes, on peut citer les suivantes :

V.5.1. Zone d'irradiation

N'utiliser de substances radioactives que dans les zones spécialement destinées à cet usage. Seul le personnel indispensable doit être présent. Porter un équipement protecteur individuel, notamment une tenue de laboratoire appropriée, des lunettes de sécurité et des gants jetables ; porter un dosimètre personnel pour la surveillance de l'exposition au rayonnement.

Les laboratoires où sont manipulés des radionucléides doivent être conçus de manière à ce que le confinement, le nettoyage et la décontamination soient simplifiés. La zone de travail sur les radionucléides doit être située dans une pièce de petites dimensions contiguë au laboratoire principal ou dans un secteur spécial de celui-ci, à distance des autres zones de travail. Des panneaux portant le symbole international de risque d'irradiation doivent être apposés à l'entrée de la zone d'irradiation.

V.5.2. Paillasse de manipulation

Utiliser des plateaux contenant des matériaux absorbants jetables pour recueillir les liquides répandus. Limiter la quantité de radionucléide utilisée. Disposer un écran de protection autour des sources de rayonnement, de la paillasse et des secteurs où sont placés les déchets radioactifs. Marquer le symbole de radioactivité sur les conteneurs de produits radioactifs en indiquant également :

- la nature du radionucléide, son activité et la date de la mesure.
- Utiliser des radiodosimètres pour le contrôle des zones de travail, des vêtements protecteurs et des mains une fois le travail achevé.
- Utiliser des conteneurs de transport correctement blindés.

V.6. Déchets radioactifs

Eliminer fréquemment les déchets radioactifs de la zone de travail.

V.6.1. Conduite à tenir en situation d'urgence

- Tenir un registre exact de l'utilisation et de l'élimination des produits radioactifs.
- Compulser les dossiers dosimétriques à la recherche d'un dépassement éventuel de la dose limite pour certains produits.
- Mettre au point des plans d'action en cas de situation d'urgence et faire procéder régulièrement à des exercices.
- En cas d'urgence, s'occuper en premier lieu des accidentés, nettoyer à fond les zones contaminées, en cas de nécessité, demander l'aide des services de sécurité et rédiger un rapport en cas d'incident et l'archiver.

V.7. Radioactivité

Lorsqu'un isotope se désintègre spontanément, l'énergie excédentaire qui est émise est une forme de rayonnement ionisant. Autrement dit, la désintégration émet un rayonnement, ce qui porte le nom d'activité. L'isotope qui se transforme et émet un rayonnement porte le nom de radio-isotope. La désintégration est exprimée ou mesurée en unités appelées becquerels (Bq). Un becquerel correspond à une désintégration par seconde.

V.7.1. 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 resté 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'énergie. Prenons un exemple : un atome de carbone stable possède six protons et six neutrons tandis que le carbone 14, isotope instable, donc radioactif, à 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.

La radioactivité des radio-isotopes diminue très rapidement. L'intervalle pendant lequel la moitié d'entre eux disparaît s'appelle la demi-vie. Cela peut varier de quelques heures à plusieurs jours.

V.7.2. L'atome, le fondement de la matière

Toute la matière qui nous entoure est composée d'atomes. Les atomes forment des éléments comme l'oxygène, l'hydrogène et le carbone. Un atome est composé de protons et de neutrons, qui forment le noyau, et d'électrons, qui gravitent autour du noyau. Le noyau porte une charge positive; les protons sont chargés positivement, alors que les neutrons sont neutres électriquement, comme leur nom l'indique. Les électrons sont des particules chargées négativement qui se déplacent autour du noyau en formant un nuage périphérique. Les électrons négatifs sont attirés vers le noyau positif par une force électrique. C'est ce qui maintient l'intégrité structurale de l'atome.

Le nucléide est une entité atomique caractérisée par le nombre de protons et de neutrons qui composent le noyau, lequel correspond approximativement à la masse du nucléide. Le numéro qui accompagne parfois le nom du nucléide est le nombre de masse (somme des protons et des neutrons dans le noyau). Par exemple, le carbone 12 est un nucléide de carbone avec 6 protons et 6 neutrons.

V.7.3. Comprendre les isotopes

Les nucléides d'un élément qui ont le même nombre de protons mais un nombre différent de neutrons sont appelés des isotopes de cet élément. Il s'agit de variantes du même élément de base. Par exemple, il existe trois isotopes (ou variantes) de l'hydrogène : l'hydrogène 1 (un proton et aucun neutron), l'hydrogène 2 ou deutérium (un proton et un neutron) et l'hydrogène 3 ou tritium (un proton et deux neutrons). D'autres exemples : l'uranium 235, qui possède 92 protons et 143 neutrons, ainsi que l'uranium 238, qui possède 92 protons et 146 neutrons. L'uranium 235 et l'uranium 238 sont tous deux des isotopes de l'uranium (Fig.09).

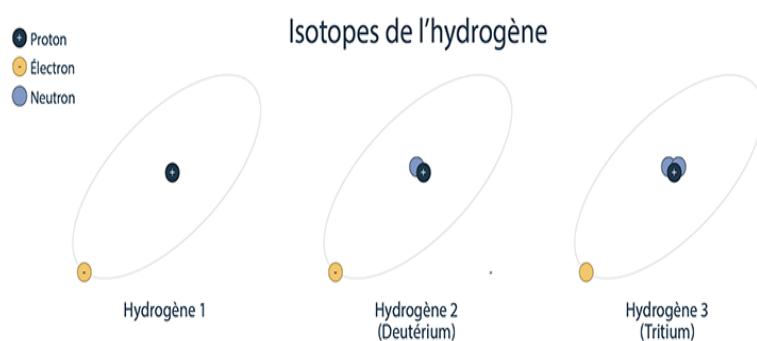


Fig. 09. Isotopes de l'hydrogène (IRSN, 2012).

V.7.4. L'isotope stable

De nombreux isotopes sont stables. Ils ne subissent pas de désintégration radioactive et n'émettent pas de rayonnement. D'autres isotopes sont instables. Un isotope est stable lorsqu'il y a un équilibre entre le nombre de neutrons et le nombre de protons. Lorsqu'un isotope est petit et stable, il contient pratiquement le même nombre de protons que de neutrons. Les isotopes stables plus volumineux ont légèrement plus de neutrons que de protons (Fig.10).

Parmi les isotopes stables figure le carbone 12, soit six protons et six neutrons, pour une masse totale de 12 grammes.

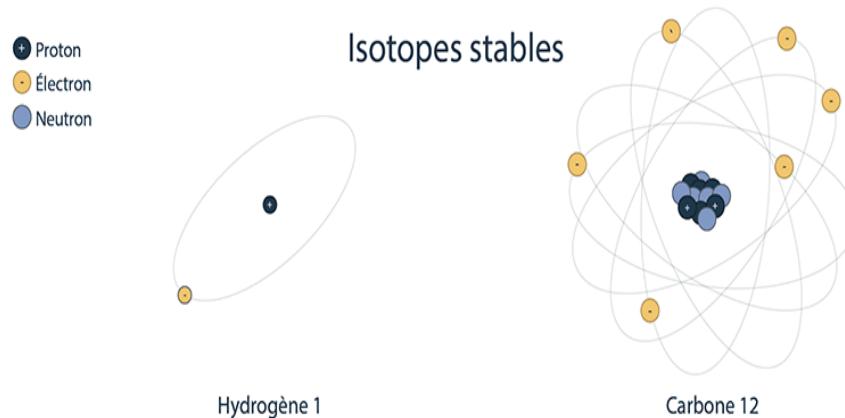


Fig. 10. Isotopes stables (IRSN, 2012).

V.7.5. L'isotope instable

Lorsqu'il y a un déséquilibre entre le nombre de protons et de neutrons, habituellement lorsque le ratio entre neutrons et protons est trop bas, l'isotope voudra se transformer en forme plus stable, c'est à dire en atome différent. Lorsque ce phénomène se produit, l'atome réduit sa masse en émettant des particules alpha, des particules bêta, des positrons ou des rayons gamma, mais certains pourront atteindre la stabilité par fission spontanée ou capture d'électrons. Il s'agit d'un processus spontané qui porte le nom de désintégration radioactive.

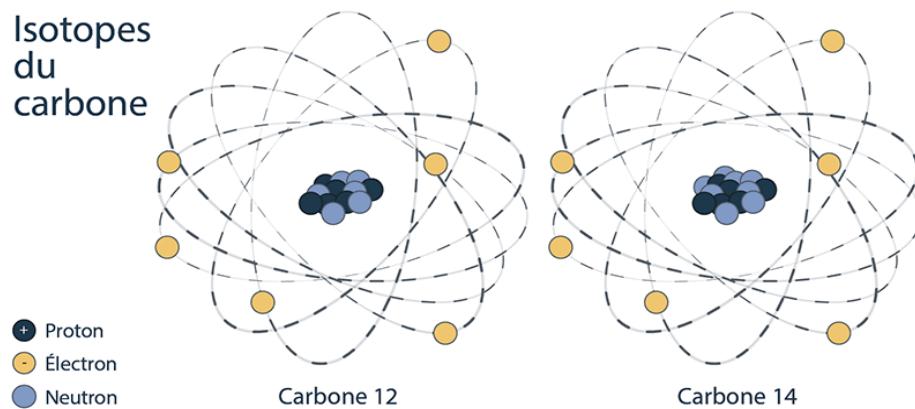


Fig. 11. Isotopes du carbone (IRSN, 2012).

Il existe trois grands types de désintégration radioactive :

Désintégration alpha : Lorsqu'un atome subit une désintégration alpha, il éjecte du noyau une particule composée de deux protons et de deux neutrons, ce qui a pour résultat que le numéro atomique diminue de deux et la masse diminue de quatre.

Désintégration bêta : La désintégration bêta se produit lorsqu'un neutron dans le noyau d'un atome instable se convertit en proton et qu'un électron est éjecté du noyau. Le numéro atomique augmente de un, mais la masse ne diminue que légèrement.

Désintégration gamma : La désintégration gamma est la libération de l'énergie excédentaire présente dans le noyau après une désintégration alpha ou bêta, ou après la capture des neutrons dans un réacteur nucléaire. L'énergie résiduelle est émise sous forme de photon de rayons gamma. La désintégration gamma n'affecte généralement pas la masse ni le numéro atomique du radio-isotope.

Types de désintégration radioactive

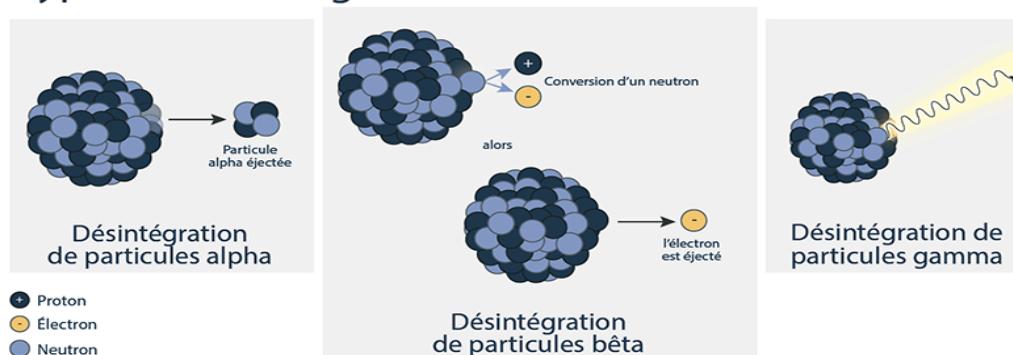


Fig. 12. Types de désintégration radioactive (IRSN, 2012).

V.8. Sélection des radio-isotopes

Le radioisotope ou marqueur est un atome radioactif possédant les mêmes propriétés physicochimiques que l'atome stable dont il est l'isotope. Ainsi, il possède la même biodistribution que son analogue “froid”, et peut être détecté grâce au rayonnement qu'il émet. Ce marqueur radioactif est dans la plupart des cas intégré à un vecteur permettant de véhiculer le radionucléide vers une région d'intérêt. L'ensemble marqueur–vecteur est appelé radiotraceur ou radiopharmaceutique. Néanmoins, tous les radioisotopes ne peuvent être utilisés en scintigraphie. Ils sont principalement sélectionnés suivant leurs caractéristiques physiques et plusieurs paramètres doivent être prises en compte à savoir l'énergie des photons émis ; le mode de production, coût et disponibilité.

V.9. Production des radio-isotopes

Certains radio-isotopes sont naturels, d'autres artificiels. Seuls ceux produits par les réacteurs nucléaires et les cyclotrons 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.

Tableau 2. Principaux radios isotopes (L'Annunziata, 2012).

Radioisotope	Temps de demi-vie	Emission	Energie (keV)
³ H	12 ans	β^-	18
¹⁴ C	5730 ans	β^-	156
³² P	14,3 j	β^-	1710
³³ P	25,4 j	β^-	249
³⁵ S	87 j	β^-	168
⁴⁵ Ca	163 j	β^-	257
¹²⁵ I	60 j	γ, X, e	35,5/26,3/3,7

Références Bibliographiques

Boucher, M., Deguire, S., Giroux, D., Malo, S., & Fleury, N. (2002). Guide de santé et sécurité dans les laboratoires. (4e éd.). Montréal: Ordre des chimistes du Québec.

CEA-LNHB (2016). Interactions rayonnement-matière. http://www.nucleide.org/Gamma_spectro/interactions.htm.

d'Ariane, F. Rapport d'examen de la protection de l'environnement: Cameco Fuel Manufacturing Inc. 2016.

Harkness-Brennan, L., D. Judson, A. Boston, H. Boston, S. Colosimo, J. Cresswell, P. Nolan, A. Adekola, J. Colaresi, J. Cocks, and W. Mueller (2014). An experimental characterisation of a broad energy germanium detector. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A : Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment 760, 28–39.

L'Annunziata, M. F. (Ed.). (2012). Handbook of radioactivity analysis. Academic press.

Norme internationale ISO 15189, 2007, relative aux exigences particulières concernant la qualité et la compétence dans les laboratoires d'analyses de biologie médicale

OMS (2005). Manuel de sécurité biologique en laboratoire (3e éd.). Organisation mondiale de la santé. Repéré à www.who.int/fr/

PICOLO, J. L., DEMONGEOT, S., GIRARD, V., QUINIO, C., SCAPOLAN, S., & TILLIE, J. L. (2012). Risque radiologique en situation post-accidentelle-Guide de bonnes pratiques des laboratoires de mesure de radioactivité.

Sheehan, W. F. (1976). Periodic table of elements with emphasis. Chemistry, 49(3), 17-18.

Peter Galison, Image and Logic. A material Culture of Microphysics, Chicago, University of Chicago Press, 1997.

Shematek, G., & Wood, W. (2012). La sécurité au laboratoire: directives de la SCSLM. (7e éd.). Hamilton: Société canadienne de science de laboratoire médical.