



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère De L'enseignement Supérieure De La Recherche Scientifique

Université kasdi merbah Ouargla

Faculté Mathématiques et Science de la Matière

Département physique



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de master en physique

Spécialité: physique médicale

Présenté par :

Chetioui siham et Atili Abdallah

L'utilisation des matières radioactives pour le diagnostic et pour le traitement des maladies (TC-99m)

Soutenus le: 18 Juin 2023

Les membres du jury:

Président	M. Benhamida Soufiane	Maitre de conférence A	UKM Ouargla
Examineur	Meme .Naam Amel	Maitre de conférence A	UKM Ouargla
Encadreur	M. Ben Mebrouk Lazhar	Professeur	UKM Ouargla

Année Universitaire: 2022/2023

Emerciements

﴿ وَلَقَدْ آتَيْنَا لُقْمَانَ الْحِكْمَةَ أَنْ اشْكُرْ لِلَّهِ وَمَنْ يَشْكُرْ فَإِنَّمَا يَشْكُرُ لِنَفْسِهِ وَمَنْ كَفَرَ فَإِنَّ اللَّهَ غَنِيٌّ حَمِيدٌ ﴾ [لقمان: 12]

Avant tout propos, je remercie Allah le tout-puissant de m'avoir donné le courage et la volonté pour pouvoir élaborer ce travail et le présenter

En fait, le mémorandum n'aurait pas été facile sans la contribution de nombreuses personnes, dont nous ,Aujourd'hui, j'ai le plaisir et le devoir de les remercier.

Je suis reconnaissante à nos encadreur Dr. Ben mebrouk Lazhar Qui nous a aidé à progresser dans notre recherche grâce à ses conseils, Directifs, son esprit critique et son soutien tout long de la réflexion de Cette recherche.

Je tiens à remercier le service de médecine nucléaire de l'hôpital Mohamed Boudiaf Ouargla et le physicien Keltoum beKhaled, qui nous ont accueillis avec de bons soins et nous ont aidés pendant la période de stage.

Nous tenons à remercier vivement tous nos enseignants qui ont aidé à l'accumulation des connaissances nécessaires durant le cursus universitaire.

Enfin, nous remercions également Mme Naam Amel et Mr. Benhamida Soufiane et Mr. Ben mabrouk lazher pour accepté de faire partie du jury et qui ont accepté de juger ce travail.

Merci

Dédicaces

Je Dédier cette mémoire à :

*Qui m'a soutenu moralement et n'a jamais cessé de m'encourager tout au long de mes études
A qui je porte le nom de mon père « Ibrahim » A ma chère mère « Halima » Que
Dieu prolonge leur vie*

Et à mes chers frères et sœurs, des plus grands aux plus petits, sans exception

A mon oncle, que Dieu prolonge sa vie

A mes nièces « Rihab » et « Ritadj » A mon neveu « Serage eldin » et ma nièce « Miral »

*A celui qui m'a accompagné dans mon parcours universitaire malgré les circonstances,
mon ami « Hadil »*

A tous mes professeurs qui m'ont accompagné durant mon parcours universitaire

*A tous ceux qui espèrent trouver leur nom en faisant défiler cette page je ne vous ai pas
oublié !*

Chetioui siham

II

Dédicaces

Louange à Dieu, c'est suffisant, et prières soient sur l'élú bien-aimé, sa famille et ceux qui sont fidèles, pour l'instant

Dieu soit loué, qui nous a permis de valoriser cette étape de notre cheminement académique avec cette note qui est la nôtre fruit de l'effort et de la réussite par sa grâce, dédiée à nos chers parents "Fatima Aziza " et "Abdel hafid " que Dieu les protège et fasse d'eux une lumière pour mon chemin.

Et à toute la famille qui m'a soutenu et qui sont toujours frères et sœurs

Et ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion durant la réalisation de ce travail, à tous ceux qui ont eu un impact sur ma vie, et à tous ceux que mon cœur a aimés et qui ont été oubliés par ma plume.

Atlili Abdallah

III

Contents

Remerciements

I

Dédicaces

II

Dédicaces
III Contents
IV

Liste des figures et tableaux	VI
Liste des abréviations.....	VIII
<i>INTRODUCTION générale</i>	1
Chapitre 01 : Généralités sur la médecine nucléaire et les radio-isotopes.	2
<i>I.Bases et principes de médecine nucléaire</i>	3
<i>I.1 définition la médecine nucléaire</i>	3
<i>I-2 La radioactivité et la désintégration</i>	3
<i>I-3 Techniques utilisées pour le diagnostic et le traitement en médecine nucléaire</i>	6
<i>II.histoire des matières radioactives en médecine nucléaire</i>	7
<i>II.1 définition des matières radioactives</i>	7
<i>II.2 Les isotopes et Les radio-isotopes</i>	8
<i>II.2 production des isotopes</i>	9
<i>III.Les types des matières radioactives</i>	10
Conclusion	14
Bibliography	15
Chapitre 02 : Utilisation des matières radioactives en médecine nucléaire	18
<i>I.Utilisation de matières radioactives pour le diagnostic</i>	19
<i>II.Utilisation de matières radioactives pour le traitement</i>	20
III Protection contre les matières radioactives:	21
<i>III.1 Risques liés à l'utilisation de matières radioactives en médecine nucléaire</i>	21
<i>III.2 Précautions à prendre pour réduire les risques</i>	22
<i>III.3 Règles pour minimiser le risque d'exposition</i>	23
<i>III.4 déchets radioactifs</i>	24
Conclusion	26
Chapier 03: partie pratique	28
<i>I Le technétium métastable (99mTc) :</i>	29
<i>I.1 Caractéristiques Le technétium (99mTc) :</i>	29

<i>I.2 Générateur 99Mo/99mTc:</i>	30
<i>I.3 Préparation des médicaments radiopharmaceutiques</i>	31
II les Scintigraphies :	34
<i>II 1. Les Applications diagnostics médicales du technium-99m :</i>	35
II . 2 Protection les travailleurs et les patients et public à l'exposition aux radiations	40
III Méthode d'utilisation de l'iode radioactif pour le traitement :..	41
<i>Résultats :</i>	46
<i>Calculer la demi-vie du TC99 :</i>	52
<i>Discussion :</i>	54
<i>Conclusion :</i>	57
Conclusion générale	58
Bibliography	59

Liste des figures et tableaux

FIGURE 1:TYPE DE RAYONNEMENTS	4
FIGURE 2: LES DIFFERENTS TYPES DE DESINTEEGRATION	5
FIGURE 3:LE MOLYBDENE-99 SE DESINTEGRE EN TECHNETIUM-99M	10
FIGURE 4:SCHEMA DE DECROISSANCE DU MOLYBDENE 99 VERS LE TECHNETIUM 99M	30
FIGURE 5: GENERATEUR 99MO/99MTC	31
FIGURE 6: MIBI	36
FIGURE 7 :MDP	32
FIGURE 8 :DMSA	36
FIGURE 9: MAG3	34
FIGURE 10: BAIN MARIE	34
FIGURE 11 :GAMMA CAMERA SPCT	39
FIGURE 12 : GMMA CAMERA SPCT	35
FIGURE 13.:RESULTE SCINTIGRAPHIETHYROÏDIENNE	36
FIGURE 14: RESULTATS NORMALE	36
FIGURE 15 : PRESENTANT DES METASTASES	36
FIGURE 16 : RESULTE SCINTIGRAPHIE RENALE	38
FIGURE 17 :RESULTE DE SCINTIGRAPHIE CARDIAQUE	39
FIGURE 18 : RESULTE DE SCINTIGRAPHIE PARATHYROÏDE	40
FIGURE 19 IMAGE: UN APPAREIL PHOTO GAMMA A DEUX TETES, ANYSCAN- SPECT/MEDISO	44
FIGURE 1 : LA RELATION ENTRE L'AGE ET LE POIDS DU PATIENT POUR LE GENRE	47
TABLEAU 1:LES ISOTOPES UTILISES POUR IMAGERIE ET L'EXPOSITION MEDICALE(SOURCE:WIKIPEDIA.ORG)	13
TABLEAU 2:LES ISOTOPES UTILISES POUR TRAITEMENT ET L'EXPOSITION MEDICALE(SOURCE:WIKIPEDIA.ORG)	14
TABLEAU 3: LE PPREPARTIONS ET LES APPLICATIONSDE MIBI ET MDP SIGNET NON DEFINI.	ERREUR !
TABLEAU 4:LES PR2PARATIONS ET LES APLLIATIONM DE DMSA ET MAG3	33
TABLEAU 5 :DEROULEMENT DE SCINTIGRAPHIE RENALE	37

Liste figures et des tableaux de(résulte et discussion)

Tableau 1 : Activité minimum, maximum, moyenne et écart type, pour l'âge,p47	
le poids et la taille du patient par genre	
Tableau 2: Poids et pourcentage des patients.47	47
Tableau 3 : Âge et pourcentage des patients48	48
Tableau 4 : Activité B (mci), (MBq) et dose efficace (msv) pour le genre.....49	49
Tableau 5 : Activité (mCi), Activité (MBq), Dose Efficace (mSv) selon l'âge..... 49	49
Tableau 6: Activité (mCi), (MBq) et dose efficace (mSv) en fonction du poids.....50	50
Tableau 7 : Activité (mCi), activité (MBq), dose efficace (mSv) en fonction du temps.....51	51
Tableau 8 : représente l'activité Technium -99 m sur 6 heures.....52	52
Figure 1 : La relation entre l'âge et le poids du patient pour le genre.....47	47
Figure 2: Corrélacion entre le poids du patient et le pourcentage.....48	48
Figure 3 : Corrélacion entre l'âge du patient et le pourcentage48	48
Figure 4 : Corrélacion entre activité (mCi) et dose efficace (mSv), selon le genre.....49	49
Figure 5 : Corrélacion entre activité (mCi) et dose efficace (mSv), en fonction de l'âge50	50
Figure6: La relation entre l'activité (mci) et la dose efficace (msv) par rapport au poids.....51	51
Figure 7: Corrélacion entre activité (mCi), dose efficace (mSv) en fonction du temps.....51	51

Liste des équations

ÉQUATION 1 LOI DE DESINTEGRATION..... 5	5
EQUATION 2:CONSTANTE DE DESINTEGRATION RADIOACTIVE 52	52
ÉQUATION 3: LOI DE DECROISSANCE RADIOACTIVE..... 53	53

Liste des abréviations:

SPECT: Single photon émission computed tomography

TEP : Tomographie par Emission de Positons.

TDM : tomodensitométrie

TEMP : Tomographie par Emission Monophotonique

AIEA : l'Agence Internationale à l'Energie Atomique.

Bq : Becquerel

mSv : Milli Sievert

KeV : Kilo électron Volt

DMSA : Acide DiMercapto Succinique

HMDP: Hydroxy Méthylène DiPhosphonate

MDP: Méthylène Diphosphonate.

MIBI: Méthoxy Iso Butyl Isonitrile

MAG3: Mercapto Acétyle Glycine

MN : médecine nucléaire

MBq : mega Becquerel

Introduction Générale

La médecine nucléaire est l'un des domaines les plus importants de la médecine moderne, car elle repose sur l'utilisation de substances radioactives pour diagnostiquer et traiter les maladies. Cela implique l'administration de petites quantités de substances radioactives dans le corps, puis l'utilisation d'imagerie fonctionnelle pour surveiller le mouvement de ces substances dans le corps, ainsi que pour déterminer les endroits où elles se concentrent dans les tissus et organes. Sur cette base, les maladies sont diagnostiquées et les moyens de traitement les plus efficaces sont déterminés.

L'utilisation de substances radioactives en médecine nucléaire repose sur la capacité de certains isotopes radioactifs à émettre des rayonnements ionisants qui peuvent être détectés à l'aide de dispositifs spéciaux, tels que les caméras de scintigraphie, la tomographie par émission de positons (TEP) et les scanners. Parmi les nombreux isotopes découverts pour une utilisation médicale, on trouve l'iode radioactif (I131), qui est utilisé pour traiter le cancer et l'hyperthyroïdie, et l'iode (I123), qui est utilisé spécifiquement pour examiner la glande thyroïde.

En outre, l'isotope de technétium (Tc99m), qui a été découvert pour la première fois en 1937 par C. Perrier et E. Segré en tant qu'élément artificiel, est devenu l'isotope le plus utilisé en médecine nucléaire depuis sa production dans les années 1952 à 1960. Les utilisations de ce produit peuvent diagnostiquer les maladies des organes internes, notamment les maladies cardiaques.

L'utilisation de ces substances pour le diagnostic et le traitement est associée à des risques tels que l'exposition aux radiations, ce qui nécessite des précautions préventives et une expertise spécialisée pour assurer la sécurité des patients et des professionnels de la santé.

Cette mémoire vise à utiliser la substance radioactive Tc-99m et à mettre en lumière son importance dans le diagnostic et le traitement précis et sûr des maladies. Elle examine également la mesure de l'exposition des patients aux radiations lors de l'examen de la glande thyroïde à l'aide de technétium radioactif (Tc-99m) et pourquoi le technétium (Tc99m) a été utilisé plutôt que l'iode (I-123) pour examiner la glande thyroïde, ainsi que la mesure de l'exposition des patients lors de cet examen médical.

Problématique :

Cette étude nous a poussé à nous demander pourquoi le technétium (Tc99m) a été utilisé à la place de l'iode (I 123) pour l'examen de la glande thyroïde? Et dans quelle mesure les patients sont exposés lors de l'examen de la glande thyroïde en utilisant le technétium (Tc-99m)?

Chapitre 01

Généralités sur la médecine nucléaire et les radio-isotopes.

Préface :

La médecine nucléaire consiste à administrer au corps de petites quantités sûres de produits radiopharmaceutiques, qui sont des composés contenant des matières radioactives pouvant être utilisées à des fins diagnostiques et thérapeutiques.

I. Bases et principes de médecine nucléaire

I.1 définition la médecine nucléaire :

La médecine nucléaire est une spécialité médicale qui utilise des traceurs radioactifs (radiopharmaceutiques) pour évaluer les fonctions corporelles et pour diagnostiquer et traiter les maladies. Des caméras spécialement conçues permettent aux médecins de suivre la trajectoire de ces traceurs radioactifs. La tomographie par émission mono photonique ou SPECT et la tomographie par émission de positrons ou TEP sont les deux modalités d'imagerie les plus courantes en médecine nucléaire .
[1]

Principes de la médecine nucléaire est une technique d'imagerie fonctionnelle qui consiste en l'administration d'un Radiopharmaceutique au patient puis en la détection du rayonnement émis. Le médicament Radiopharmaceutique est soit un radionucléide seul soit une molécule non radioactive (Vecteur) associée à un isotope radioactif (Marqueur) Ces produits sont injectés (par voie intraveineuse), ingérés (en gélule, repas) ou inhalés (gaz) dans un but diagnostique ou thérapeutique[2] .

I-2 La radioactivité et la désintégration :

La radioactivité est le phénomène physique de transformation spontanée de noyaux atomiques instables (appelés radionucléides ou radio-isotopes) en d'autres atomes (désintégration) par l'émission simultanée de particules de matière (électrons, noyaux d'hélium, neutrons, etc.) et d'énergie (photons et particules cinétiques). Énergie). En 1896, Henri Becquerel découvre la radioactivité en présence d'uranium, et Pierre et Marie Curie démontrent bientôt la radioactivité du radium. C'est ce dernier qui a introduit à cette occasion les termes radioactifs et éléments radioactifs [3] .

On distingue trois types de radioactivité :

Le rayonnement alpha (α) : Le rayonnement alpha, émis par un atome radioactif, est un faisceau de noyaux d'hélium composé de deux protons et deux neutrons

Le rayonnement bêta (β) : Le rayonnement bêta, émis par un atome radioactif, est un faisceau d'électrons. Le rayonnement bêta cause plus de dégâts que le rayonnement alpha car il est chargé électriquement.

Le rayonnement gamma (γ) : Le rayonnement gamma est composé de photons de haute énergie. Ce rayonnement va pénétrer davantage dans l'organisme que les rayonnements alpha et bêta, mais il modifie moins les particules qu'il rencontre [4] .

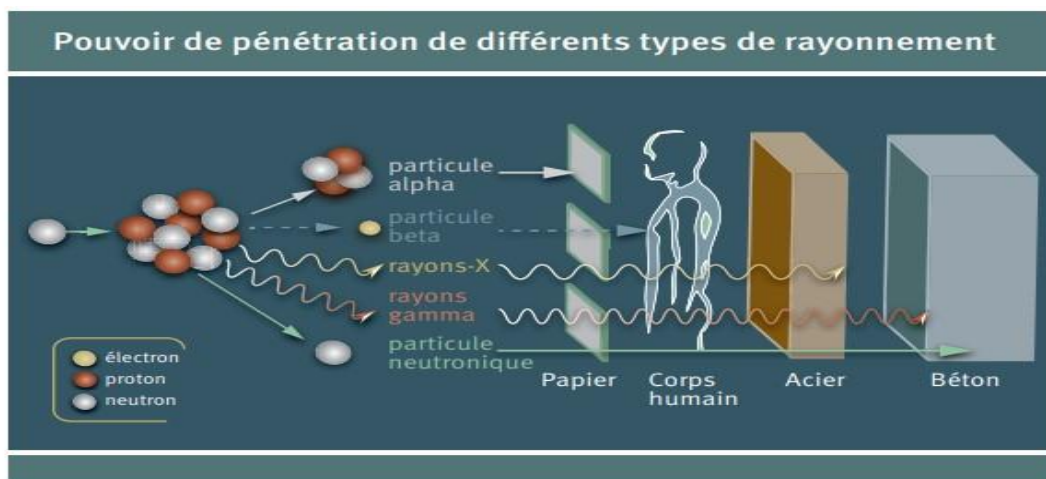


Figure 1 :type de rayonnements (source: UNSCEAR /UNEP /"Radiation: Effets and Sources" /p.9)

Unités de mesure: UN échantillon radioactif se caractérise par son activité, qui est le nombre de désintégrations de noyaux radioactifs par seconde se produisant en son sein. L'unité d'activité est le becquerel (Bq). Une désintégration par seconde est l'unité minimale.

Le gray (Gy) permet de mesurer la quantité de rayonnements absorbés (ou dose absorbée) par un organisme ou un objet exposé aux rayonnements. Le gray a remplacé le rad en 1986.

1 gray = 100 rad = 1 joule par kilo de matière irradiée.

Les rayonnements d'un organisme irradié se mesurent en sieverts et s'expriment également en « équivalent de dose ». L'unité la plus courante est le milli sievert ou millième de sievert [5] .

En médecine, la radioactivité est utilisée pour poser des diagnostics (radiographie, scanner, scintigraphie etc.), pour la stérilisation du matériel médical et également dans des buts thérapeutiques, principalement la radiothérapie externe ou interne[6] .

- La désintégration :

La désintégration d'un noyau est un processus purement aléatoire et spontané, régi par des lois statistiques. Le nombre N de radioéléments présents à un instant t décroît exponentiellement en fonction du temps suivant la loi :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Équation 1 loi de désintégration

Où N_0 désigne le nombre de radioéléments qui existent initialement et λ est la constante de décroissance radioactive, elle décrit la probabilité de désintégration par unité de temps. Cette constante est propre à l'élément considéré[7] .

Radioactivité	Particule émise	Équation de désintégration	
		Expression générale	Exemple
α	noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$	${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$	${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$
β^-	électron ${}^0_{-1}\text{e}$	${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e}$	${}^{60}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{60}_{28}\text{Ni} + {}^0_{-1}\text{e}$
β^+	positon ${}^0_1\text{e}$	${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + {}^0_1\text{e}$	${}^{80}_{35}\text{Br} \rightarrow {}^{80}_{34}\text{Se} + {}^0_1\text{e}$
γ	photon gamma ${}^0_0\gamma$	${}^A_Z\text{Y}^* \rightarrow {}^A_Z\text{Y} + {}^0_0\gamma$	${}^{80}_{34}\text{Se}^* \rightarrow {}^{80}_{34}\text{Se} + {}^0_0\gamma$

Figure 2: Les différents types de désintégration(source:<https://www.annabac.com/revision-bac/radioactivite>)

I-3 Techniques utilisées pour le diagnostic et le traitement en médecine nucléaire :

La médecine nucléaire est une branche de la médecine qui utilise des substances radioactives pour diagnostiquer et traiter les maladies. Les techniques de traitement et de diagnostic en médecine nucléaire comprennent :

Techniques diagnostiques :

➤ **Tomographie d'émission mono photonique (SPECT) :** La SPECT est un type de technique d'imagerie qui utilise les rayons gamma pour créer des images 3D du corps. Cela implique l'injection d'un radiopharmaceutiques dans la circulation sanguine du patient, qui se déplace ensuite vers l'organe ou le tissu cible. Une gamma-caméra est alors utilisée pour capturer des images des rayons gamma émis par le radiopharmaceutiques[8] .

➤ **Tomographie par émission de positrons (TEP) :** La TEP est un type de technique d'imagerie qui utilise un traceur radioactif pour créer des images 3D du corps. Le traceur est injecté dans la circulation sanguine du patient, puis se déplace vers l'organe ou le tissu cible. Au fur et à mesure que le traceur se désintègre, il émet des positrons, qui interagissent avec les électrons dans le corps, produisant des rayons gamma. Ces rayons gamma sont ensuite détectés par un scanner TEP, qui crée des images du corps [9] .

➤ **Tomodensitométrie (TDM) :** La tomodensitométrie est un type de technique d'imagerie qui utilise les rayons X pour créer des images détaillées du corps. Cela implique l'utilisation d'un appareil à rayons X spécial qui tourne autour du patient, prenant plusieurs images sous différents angles. Un ordinateur combine ensuite ces images pour créer une image 3D détaillée du corps[10] .

Techniques de traitement:

➤ **Thérapie à l'iode radioactif :** Cela implique l'utilisation d'iode radioactif pour traiter le cancer de la thyroïde et certains types d'hyperthyroïdie[11] .

➤ **Thérapie radiopharmaceutique** : Cela implique l'utilisation de matières radioactives pour cibler et tuer les cellules cancéreuses. Cette technique est couramment utilisée pour traiter les cancers de la prostate, du sein et des os[12] .

➤ **Radioimmunothérapie** : Cela implique l'utilisation de matériaux radioactifs attachés à des anticorps qui ciblent des cellules cancéreuses spécifiques. Cette technique est couramment utilisée pour traiter les lymphomes et les leucémies[13] .

➤ **Radiothérapie externe** : Cela implique l'utilisation d'une machine qui dirige le rayonnement vers la tumeur depuis l'extérieur du corps. Cette technique est couramment utilisée pour traiter de nombreux types de cancer [14] .

II. histoire des matières radioactives en médecine nucléaire :

▪ En 1896, Krill a découvert que l'un des sels d'uranium émettait des radiations - dont la nature n'était pas évidente à l'époque et Krill a établi que les radiations qu'il a découvertes émanaient de tous les composés d'uranium et aussi de l'uranium métal, ce qui signifie que la source de rayonnement était l'atome d'uranium. Le rayonnement radioactif est appelé radioactivité [15] .

▪ Le couple Mary Curie et Pierre Korean ont pu découvrir le radium radioactif en 1898 [16] .

▪ Après 10 ans, Rutherford à découvert en 1908 Radiation AD – Gas actif - Radon - par analyse spectrale[17] .

▪ Les premières applications des radio-isotopes ont été thérapeutiques. En 1936, le phosphore 32 est utilisé dans le but de traiter une leucémie¹. En 1938, John Livingood et Glenn Seaborg réussissent à mettre au point la production d'iode 131. En 1941 de l'iode radioactif est administré à des patients souffrant d'hyperthyroïdie [18] .

II.1 définition des matières radioactives:

Les matériaux radioactifs sont connus comme des substances qui se divisent au fil du temps, et cette division entraîne la libération d'énergie et la transformation de la matière en un autre élément, et les matériaux sont un groupe d'atomes, et un atome est constitué d'un nombre fixe de protons , électrons et neutrons, et le nombre

de protons est ce qui détermine l'identité de l'élément, et il peut varier Le même élément a parfois un certain nombre de neutrons avec un nombre constant de protons, ce qui fait que l'élément a des isotopes avec un nombre différent de neutrons, et nombre de ces isotopes sont instables. C'est-à-dire qu'il recourt à la libération de neutrons, de protons ou d'énergie pendant la désintégration radioactive, et il existe trois types courants de rayonnement que les éléments libèrent lorsqu'ils se séparent, qui sont les suivants : désintégration alpha, bêta et gamma [19] .

II.2 Les isotopes et Les radio-isotopes :

Un isotope est une variante d'une même espèce chimique. Bien que tous les isotopes d'un élément donné possèdent le même nombre de protons, chaque isotope a un nombre différent de neutrons

. Par exemple, il existe trois isotopes (ou variantes) de l'hydrogène :

- l'hydrogène 1 (un proton et zéro neutron)
- l'hydrogène 2 ou deutérium (un proton et un neutron)
- l'hydrogène 3 ou tritium (un proton et deux neutrons) [20].

Les radio-isotopes :

Les isotopes qui sont instables et émettent un rayonnement sont appelés radio-isotopes. Un radio-isotope est un isotope d'un élément qui subit une désintégration spontanée et émet du rayonnement à mesure qu'il se désintègre. Pendant le processus de désintégration, il devient moins radioactif au fil du temps, devenant finalement stable [20] .

II.2 production des isotopes :

Il existe plusieurs méthodes pour produire des radio-isotopes.

- Réacteurs nucléaires : Les réacteurs nucléaires sont utilisés pour produire une grande variété de radio-isotopes en irradiant des cibles spécifiques avec des neutrons. Les radio-isotopes produits peuvent ensuite être extraits et purifiés pour une utilisation médicale ou industrielle. Les réacteurs de recherche et les réacteurs de puissance peuvent être utilisés à cette fin [21] .
- Accélérateurs de particules : Les accélérateurs de particules sont utilisés pour produire des radio-isotopes par des réactions nucléaires provoquées par des ions accélérés. Cette méthode est particulièrement utile pour produire des radio-isotopes à courte durée de vie pour des applications médicales telles que la tomographie par émission de positrons (TEP)[22] .
- Sources de neutrons : Les sources de neutrons peuvent être utilisées pour produire des radio-isotopes par activation neutronique. Les neutrons sont produits à partir de réactions nucléaires et sont utilisés pour bombarder des cibles de matière pour produire des radio-isotopes [23] .
- Cyclotrons : Les cyclotrons sont des accélérateurs de particules qui produisent des radio-isotopes par des réactions nucléaires provoquées par des protons accélérés. Cette méthode est particulièrement utile pour produire des radio-isotopes à courte durée de vie pour des applications médicales telles que la TEP [24] .

Par exemple Production de technétium, d'iode et d'isotopes radioactifs :

Le technétium-99m et l'iode-131 sont deux isotopes radioactifs couramment utilisés en médecine nucléaire pour le diagnostic et le traitement de diverses maladies.

Le technétium-99m est produit en utilisant un générateur de molybdène-99, qui est produit en irradiant de l'uranium-235 dans un réacteur nucléaire [25] .

Le molybdène-99 se désintègre en technétium-99m, qui peut ensuite être utilisé pour les procédures de médecine nucléaire [26] .

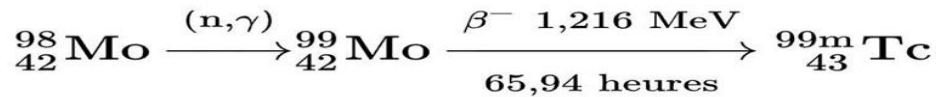


Figure 3: Le molybdène-99 se désintègre en technétium-99m (source : RADIOPROTECTION, RADIONUCLÉIDES octobre 2009)

L'iode-131 est produit en irradiant de l'uranium-235 ou de l'uranium-238 dans un réacteur nucléaire. Il est également produit lors de l'exploitation minière de l'uranium et du traitement du combustible nucléaire usé.

L'iode-131 est utilisé dans le traitement du cancer de la thyroïde et peut également être utilisé pour le diagnostic de diverses affections thyroïdiennes [27] .

III. Les types des matières radioactives :

Tous les éléments qui tombent dans le tableau périodique et ont des numéros atomiques entre 84 et 118 sont considérés comme des éléments radioactifs et se trouvent naturellement dans la terre, en plus des éléments Pm et Tc, et il y a un séparateur dans le tableau périodique entre les nombres 110 -120 ; Les scientifiques pensent que ce sont des endroits pour des éléments radioactifs qui n'ont pas encore été découverts, et il y a 29 éléments radioactifs dans le tableau périodique [19] .

Quelques exemples de matières radioactives :

Émetteurs gamma :

Cobalt-60 ; Europium-152;Manganese-54 ; Sodium-22;Zinc-65 ;

Technetium-99m Barium-133; Cadmium-109; Cobalt-57

Émetteurs beta

Strontium-90; Thallium-204; Carbone-14; Tritium

Emetteurs Alpha: Polonium-210; Uranium-238

Plusieurs émetteurs de rayonnement : Cesium-137;Americium-241 .[28]

➤ Les isotopes utilisés et l'exposition médicale :

Pour Imagerie:

Fluor 18 : Cet isotope est utilisé pour la tomographie par émission de positrons (TEP), qui permet de visualiser les processus métaboliques dans le corps. Le ^{18}F est produit à partir de l'oxygène-18, qui est lui-même produit à partir de l'eau lourde [29].

Technetium- $^{99\text{m}}\text{Tc}$: C'est l'isotope le plus couramment utilisé en médecine nucléaire. Il est utilisé pour la scintigraphie, qui permet de visualiser les organes et les tissus internes du corps. Le $^{99\text{m}}\text{Tc}$ est produit à partir du molybdène-99 (^{99}Mo), qui est lui-même produit à partir de l'uranium-235 [30] .

•**l'iode -123:** Un isotope radioactif de l'iode, un élément non métallique du groupe halogène avec une masse atomique de 123 et une demi-vie de 13,2 heures avec une activité radio-isotopique. S'accumulant sélectivement dans le tissu thyroïdien, l'iode -123 émet des rayons gamma détectables par scintigraphie gamma, permettant la localisation du tissu thyroïdien. Cet agent peut être utilisé comme traceur dans la scintigraphie corps entier (WBS) pour localiser les métastases du carcinome thyroïdien [31] .

•**thallium 201:** indium 111: l'indium, le plus stable est ^{111}In avec une demi-vie de 2,8047 jours. Tous les autres radio-isotopes ont de demi-vies inférieures à un jour, et la plupart inférieure à une heure. Parmi les 47 isomères nucléaires, celui à la plus longue durée de vie est $^{114\text{m}}\text{In}$ avec une demi-vie de 49,51 jours, tous les autres méta-états ayant des demi-vies inférieures à un jour[32] .

•**Gallium 67:** cet isotope est utilisé pour la scintigraphie, notamment pour détecter les tumeurs, les infections et les inflammations. Le ^{67}Ga est produit à partir du zinc-67[33] .

Pour traitement :

• **Rhénium (188Re):** Le rhénium-188 (188Re) est un radio-isotope thérapeutique important qui est obtenu sur demande sous forme de perrhénate de sodium sans support par élution saline du système générateur de tungstène-188/rhénium-188. Avec une demi-vie de 16,9 heures et l'émission d'une particule bêta de haute énergie (énergie maximale de 2,12 MeV) et d'un photon gamma (155 keV, 15 %) pour l'imagerie, le 188Re peut être fourni à des coûts raisonnables pour la préparation de routine de radiopharmaceutiques pour traitement du cancer [34] .

• **samarium (153Sm) :** Le samarium (Sm, numéro atomique 62) naturel est composé de cinq isotopes stables (144Sm, 149Sm, 150Sm, 152Sm et 154Sm) et de deux radio-isotopes à très longue demi-vie, 147Sm et 148Sm. 146Sm a également une très longue demi-vie ($1,03 \times 10^8$ a) mais il n'a pas encore été détecté dans le milieu naturel, et son existence comme nucléide primordial reste incertaine [35] .

• **Yttrium 90 :** L'yttrium 90, noté 90Y, est l'isotope de l'yttrium dont le nombre de masse est égal à 90 : son noyau atomique compte 39 protons et 51 neutrons avec un spin 2- pour une masse atomique de 89,907 142 g/mol. Il est caractérisé par un excès de masse de $-86\,496$ keV et une énergie de liaison nucléaire par nucléon de $8\,693,37$ keV.

Il donne du zirconium 90 par désintégration β^- avec une énergie de désintégration de $2,28$ MeV et une période radioactive de $64,053$ heures [36] .

• **lutécium (177Lu):** Le lutécium (Lu, numéro atomique 71) possède un isotope stable, 175Lu, qui représente la grande majorité du lutécium naturel, et un radio-isotope à longue demi-vie, 176Lu (demi-vie de $3,78 \times 10^{10}$ années). 34 radio-isotopes ont été caractérisés, dont les plus stables (outre 176Lu) sont 174Lu (demi-vie de 3,31 ans), et 173Lu (1,37 ans) [37] .

• **Iode (131-I) :** L'iode -131 est un autre isotope de l'iode, ses radiations riches en particules bêta et sa demi-vie relativement longue de 8,2 jours en font un élément

très propice au traitement. On l'utilise pour l'ablation de nodules thyroïdiens hyperactifs, pour le traitement de certaines formes d'hyperthyroïdie [38] .

•**phosphore (32P)** : Le phosphore (P) a 23 isotopes connus avec un nombre de masse allant de 24 à 46. Un seul est stable, P-31, faisant du phosphore un élément mono isotopique.

•Les radio-isotopes du phosphore à vie plus longue sont le phosphore 33 (P-33) (demi-vie de 25,34 jours) et le phosphore 32 (P-32) (14,263 jours). Tous les autres isotopes ont une demi-vie inférieure à 2,5 minutes [39] .

•**l'iridium (192Ir)** : L'iridium (Ir, numéro atomique 77) possède 36 isotopes, de nombre de masse variant de 164 à 199, ainsi que 32 isomères nucléaires. Parmi ces isotopes, deux sont stables, 191Ir et 193Ir ; ils représentent la totalité de l'iridium présent dans la nature. On attribue à l'iridium une masse atomique standard de 192,217(3) u.

Parmi les radio-isotopes, les plus stables sont 192Ir (demi-vie de 73,83 jours), 189Ir 13,2(1) jours) et 190Ir (11,78(10) jours). Tous les autres ont une demi-vie inférieure à 41,5 heures, et la plupart inférieure à une minute. Parmi les isomères nucléaires le plus stable est 192m2Ir (demi-vie de 241 ans) [40] .

<i>Isotope</i>	<i>¹⁸F</i>	<i>^{99m}Tc</i>	<i>¹²³I</i>	<i>^{111m}In</i>	<i>²⁰¹Tl</i>	<i>⁶⁷Ga</i>
<i>Radiation</i>	<i>2 photons de 511 Kev</i>	<i>Gamma 140 Kev</i>	<i>Gamma 159 Kev</i>	<i>Gamma 171 et 245 Kev</i>	<i>Gamma 167 Kev</i>	<i>Gamma 92 Kev</i>
<i>Temps de demi-vie</i>	<i>110 minutes</i>	<i>6 heures</i>	<i>13 heures</i>	<i>2,8 jours</i>	<i>3 jours</i>	<i>3,3 jours</i>

Tableau 1: Les isotopes utilisés pour Imagerie et l'exposition médicale(source:wikipedia.org)

<i>Isotope</i>	^{188}Re	^{153}Sm	^{90}Y	^{177}Lu	^{131}I	^{32}P	^{192}Ir
<i>Temps de demi-vie</i>	<i>1 jour</i>	<i>1,9 jour</i>	<i>2,7 jours</i>	<i>6,7 jours</i>	<i>8,2 jours</i>	<i>14.4 jours</i>	<i>74 jours</i>
<i>Radiation</i>	<i>Bêta</i>	<i>Bêta et gamma</i>	<i>Bêta 2 300 Kev</i>	<i>Bêta</i>	<i>Bêta et gamma</i>	<i>Bêta</i>	<i>Bêta</i>

Tableau 2: Les isotopes utilisés pour Traitment et l'exposition médicale
(source:wikipedia.org)

Conclusion :

La médecine nucléaire offre des avantages uniques, tels que la capacité de détecter des maladies à un stade précoce, d'évaluer la fonctionnalité des organes et des tissus, de guider les traitements et de surveiller la réponse thérapeutique. Cependant, l'utilisation de matières radioactives nécessite une gestion et une manipulation soigneuses en raison de leur nature radioactive et des considérations de sécurité associées.

Bibliography

- [1] Mersinli, C. (2020, 03 04). Qu'est-ce que la médecine nucléaire? Consulté le 03 22, 2023, sur konsultasyon: <https://www.konsultasyon.net/fr/author/admin/>
- [2] Principes de la médecine nucléaire. (2017, 04 05). Retrieved 03 25, 2023, from chu-toulouse: <https://www.chu-toulouse.fr/principes-de-la-medecine-nucleaire-7425>
- [3] Radioactivité. (2023, 04 15). Consulté le 3 29, 2023, sur Wikipédia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Radioactivit%C3%A9>
- [4] Les différents rayonnements ionisants: alpha, beta, gamma. (2012, 05 21). Consulté le 04 5, 2023, sur irsn.fr: Les différents rayonnements ionisants: alpha, beta, gamma...
- [5] radioactivité (Unités de mesure). (2020, 02 14). Consulté le 04 21, 2023, sur connaissancesdesenergies: <https://www.connaissancesdesenergies.org/fiche-pedagogique/radioactivity>
- [6] Radioactivité /Applications. (2020, 06 09). Consulté le 23,04, 2023, sur AFCN: <http://afcn.fgov.be/fr/dossiers/radioactivite/applications>
- [7] BARBOUCHI, A. (Année Universitaire 2006-2007). SIMULATION MONTE CARLO DES TECHNIQUES DE TOMOGRAPHIE EN UTILISANT LA PLATE FORME GATE.
- [8] En ligne Delbeke, D. (2010). Nuclear Medicine and PET/CT: Technology and Techniques (7th ed.). Saunders., Halkar, R. K., & Taylor Jr, A. T. (2011). Nuclear Medicine and PET/CT: Cases, (2nd ed.). Thieme.
- [9] Elgazzar, A. H. (2012). The Pathophysiologic Basis of Nuclear Medicine (3rd ed.). Springer.
- [10] Graham, M. M., & Khalil, M. M. (2016). Nuclear Medicine Physics: The Basics (8th ed.). Lippincott Williams & Wilkins
- [11] MAYO CLINIC: Cancer de la thyroïde <https://o-trim.co/my1> Visite 2023/03/22
- [12] IAEA Utilisation de radiopharmaceutiques pour traiter le cancer <https://o-trim.co/iaea> Visite 2023/03/22
- [13] tebcan, articles Radiothérapie. <https://o-trim.co/tch1> Visite 2023/03/28
- [14] tebcan, articles Radiothérapie. <https://o-trim.co/tch1> Visite 2023/03/28
- [15] Médecine nucléaire. (2023, 03 24). Consulté le 04 02, 2023, sur wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9decine_nucl%C3%A9aire#Histoire
- [16] L'histoire de la découverte du radium radioactif. (2019, 12 27). Consulté le 05 05, 2023, sur youm7.com: <https://www.youm7.com/story/>
- [17] radioactivité. (2023, 04 19). consulté (2023.03.25) sur wikipedia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Radioactivit%C3%A9#Histoire>
- [18] Médecine nucléaire. (2023, 03 24). Consulté le 04 02, 2023, sur Wikipédia: https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9decine_nucl%C3%A9aire#Histoire
- [19] د. الرقطي. (2019, 06 16). ماهي المواد المشعة. Visite 04 29, 2023, sur mawdoo3.com: https://mawdoo3.com/%D9%85%D8%A7_%D9%87%D9%8A_%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%88%D8%A7%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B4%D8%B9%D8%A9#cite_note-vrzJyvEzDq-1

- [20] (CCSN), P. p. (Éd.). (2012, Décembre). Introduction au rayonnement(les isotopes). Récupéré sur suretenuclaire: suretenuclaire.gc.ca.
- [21] Grunder, H. (2015). Accelerator Mass Spectrometry. CRC Press
- [22] Dovbnya , "Neutron Activation Analysis," International Atomic Energy Agency (IAEA) ,2003. Available at: <https://o-trim.co/sle1> Visite 2023/04/02
- [23] IAEA Production de radio-isotopes dans les réacteurs de recherche <https://o-trim.co/ist3>
- [24] Dovbnya , "Neutron Activation Analysis," International Atomic Energy Agency (IAEA) ,2003. Available at: <https://o-trim.co/sle1> Visite 2023/04/02
- [25] IAEA Production de radio-isotopes dans les réacteurs de recherche <https://o-trim.co/ist3>
- [26] National Research Council, "Medic Isotope [Production without Highly Enriched Uranium," The National Academies Press, 2009. Available at <https://o-trim.co/clin>
- [27] Elrakté, d. (2019, 06 16). ماهي المواد المشعة. Visite 04 29, 2023, sur mawdoo3.com: https://mawdoo3.com/%D9%85%D8%A7_%D9%87%D9%8A_%D8%A7%D9%84%D9%85%D9%88%D8%A7%D8%AF_%D8%A7%D9%84%D9%85%D8%B4%D8%B9%D8%A9#cite_note-vrzJyvEzDq-1
- [28] Helmenstine, B. T. (2017, 07 30). List of radioactive elements. Récupéré sur : thoughtco.com: <https://www.thoughtco.com/list-of-radioactive-elements-608644>
- [29] (International Atomic Energy Agency (IAEA). Cyclotron produced radionuclides: emerging positron emitters for medical applications. Vienna: IAEA; 2010. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO)
- [30] International Atomic Energy Agency (IAEA). Technetium-99m generators: status and trends. Vienna: IAEA; 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.)
- [31] iodeine I 123. (n.d.). consulté 12.04.2023 sur : <https://www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-drug/def/iodine-i-123>
- [32] isotope du thallium. (2022, 09 30). Consulté 12.04.2023 sur : wikipedia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Isotopes_du_thallium
- [33] (International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiopharmaceuticals for imaging and therapy. Vienna: IAEA; 2017)
- [34] 36 NIH. (n.d.). Rhenium-188--a generator-derived radioisotope for cancer therapy. Consulté 12.04.2023 sur : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10851424>
- [35] Isotopes du samarium. (2022, 11 15). Retrieved from wikipedia.org: https://fr.wikipedia.org/wiki/Isotopes_du_samarium
- [36] Yttrium_90. (2022, 07 14). Retrieved from Wikipedia.: https://fr.wikipedia.org/wiki/Yttrium_90
- [37] Isotopes du lutetium. (2022, 01 26). Retrieved from wikipedia.org: https://fr.wikipedia.org/wiki/Isotopes_du_lut%C3%A9cium

- [38] International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation protection and safety in medical uses of ionizing radiation. Vienna: IAEA; 2016. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- [39] Phosphorus 32 (P-32). (n.d.). Retrieved from biotrend: <https://www.biotrend.com/en/buy/cat-phosphorus-32-p-32-3688.html>
- [40] isotopes d'iridium. (2022, 07 17).consulté 12.04.2023 sur: Wikipédia: https://fr.wikipedia.org/wiki/Isotopes_de_1%27iridium#Isotopes_notables

Chapitre 02

Chapitre 02 : Utilisation des matières radioactives en médecine nucléaire

Préface :

L'utilisation de matières radioactives en médecine nucléaire a révolutionné la pratique médicale en permettant la détection précoce de maladies et en offrant des options de traitement avancées pour certaines conditions médicales. Cependant, la manipulation de matières radioactives nécessite une formation spécialisée et une attention constante à la sécurité pour minimiser les risques pour les patients et le personnel médical

Les professionnels de la médecine nucléaire doivent respecter des normes strictes pour l'utilisation, la manipulation, le stockage et l'élimination des matières radioactives, afin de garantir la sécurité des patients, des travailleurs de la santé et de l'environnement. Les avantages potentiels de l'utilisation de matières radioactives en médecine nucléaire sont indéniables, mais il est important de comprendre et de gérer correctement les risques associés à leur utilisation.

I. Utilisation de matières radioactives pour le diagnostic :

Les tests de médecine nucléaire utilisent une petite quantité de matière radioactive combinée à une molécule porteuse. Ce composé est appelé un radiotracteur. Ces tests aident à diagnostiquer et à évaluer les conditions médicales. Ils sont non invasifs et généralement indolores.

L'utilisation d'isotopes radioactifs en médecine nucléaire à des fins de diagnostic implique l'administration d'un radiotracteur, qui est un composé contenant un isotope radioactif, à un patient. Le radiotracteur est généralement injecté dans le sang du patient, mais il peut également être inhalé ou ingéré sous forme de capsule. [1]

Une fois dans le corps, le radiotracteur se déplace à travers le système circulatoire et se concentre dans un organe ou un tissu spécifique. Le rayonnement émis par l'isotope radioactif est alors détecté par une caméra spéciale, appelée gamma caméra, qui produit des images de l'organe ou du tissu en question. [1]

Cette technique permet de détecter des anomalies ou des dysfonctionnements dans les organes et les tissus, ce qui peut aider les médecins à diagnostiquer des maladies et à planifier un traitement.

Par exemple, le traceur le plus couramment utilisé en médecine nucléaire pour le diagnostic est le technétium-99m (Tc-99m), qui est souvent combiné à des composés tels que le MIBI ou le HMDP pour visualiser les os ou les tissus cardiaques. D'autres matières radioactives, telles que le fluorure de sodium, le gallium-67 et l'iode de sodium radioactif, peuvent également être utilisées pour des examens spécifiques. [2]

II. Utilisation de matières radioactives pour le traitement :

L'utilisation de matières radioactives pour le traitement en médecine nucléaire est bien établie. Voici quelques exemples courants :

1. **Thérapie à l'iode radioactif (I-131) :** L'iode-131 est utilisé dans le traitement des affections thyroïdiennes, notamment le cancer de la thyroïde et l'hyperthyroïdie. L'iode-131 émet des particules radioactives qui ciblent spécifiquement les cellules thyroïdiennes anormales, permettant ainsi de détruire les tissus malins ou de réguler l'activité thyroïdienne excessive. Cette thérapie est connue sous le nom d'ablation thyroïdienne à l'iode radioactif [3] .

2. **Radiothérapie métabolique :** La radiothérapie métabolique, également appelée thérapie à base de radionucléides, est utilisée dans le traitement de certains cancers métastatiques. Elle implique l'administration d'un radiopharmaceutique spécifique qui cible les cellules cancéreuses, délivrant ainsi une dose de rayonnement directement aux sites tumoraux. Un exemple courant de radiothérapie métabolique est l'utilisation de l'acide samarium-153 pour le traitement des métastases osseuses. [4]

3. **Radio immunothérapie :** La radio immunothérapie consiste à utiliser des anticorps spécifiques liés à des isotopes radioactifs pour cibler et détruire les cellules cancéreuses. Les anticorps ciblent des marqueurs spécifiques exprimés par les cellules tumorales, tandis que les isotopes radioactifs délivrent des rayonnements qui endommagent les cellules cancéreuses. Cette approche est utilisée dans le traitement de certains lymphomes et cancers solides. [5]

III Protection contre les matières radioactives:

III.1 Risques liés à l'utilisation de matières radioactives en médecine nucléaire :

L'utilisation de matières radioactives en médecine nucléaire comporte certains risques potentiels pour les patients, le personnel médical et le public. Voici une liste des principaux risques associés à l'utilisation de matières radioactives en médecine nucléaire, avec des références pour plus d'informations:

*Exposition aux rayonnements ionisants:

Irradiation: L'exposition aux rayonnements ionisants peut entraîner des effets biologiques néfastes sur les cellules, pouvant conduire à des cancers, des malformations congénitales et des troubles hématologiques. Les doses de rayonnement utilisées en médecine nucléaire sont généralement faibles et les bénéfices de la procédure médicale peuvent l'emporter sur les risques. Cependant, il est important de minimiser l'exposition aux rayonnements autant que possible [6].

Contamination radioactive: Une personne subit une contamination lorsqu'il y a eu un contact avec des substances radioactives.

- Contamination interne : les substances ont pénétré le corps (via l'air inspiré ou l'ingestion d'aliments contaminés) [7].
- Contamination externe : les substances sont entrées en contact avec la peau, les cheveux ou les vêtements. [7] .
 - A la différence de l'irradiation, la contamination est transférable (via l'air inspiré, l'ingestion d'aliments contaminés...). Tant que la source de la radioactivité n'est pas éliminée, la contamination persiste [7].
 - Réaction allergique ou anaphylactique: Certains produits radiopharmaceutiques peuvent causer des réactions allergiques ou anaphylactiques chez les patients. Les symptômes incluent des éruptions cutanées, des difficultés respiratoires et une chute de la tension artérielle. Des précautions doivent être prises pour minimiser le risque

de réactions allergiques, y compris l'utilisation de produits de contraste non iodés chez les patients allergiques à l'iode [7] .

Effets secondaires des produits de contraste: Les produits de contraste utilisés en médecine nucléaire peuvent entraîner des effets secondaires tels que des nausées, des vomissements et des réactions cutanées. Les patients doivent être informés des risques potentiels et surveillés de près après l'administration de produits de contraste [8] .

III.2 Précautions à prendre pour réduire les risques :

L'utilisation de matières radioactives en médecine nucléaire présente des risques pour la santé des patients, du personnel médical et de l'environnement. Pour minimiser ces risques, il est important de prendre des précautions appropriées.

Formation du personnel: Tout le personnel impliqué dans l'utilisation de matières radioactives doit recevoir une formation adéquate. Cette formation doit inclure la sécurité en matière de radiation, la manipulation des matières radioactives, les procédures de mesure et de contrôle de la qualité, ainsi que les mesures d'urgence en cas d'accident [9] .

Utilisation de doses minimales: Il est important de minimiser les doses de rayonnement pour les patients et le personnel médical. Cela peut être réalisé en utilisant des doses minimales d'agents radiopharmaceutiques tout en obtenant des images de haute qualité [10].

Utilisation de matériel de protection: Le personnel médical doit porter des équipements de protection individuelle tels que des gants, des blouses, des écrans de plomb et des badges de dosimétrie pour minimiser leur exposition aux radiations [10] .

Contrôle de la contamination: Des mesures doivent être prises pour éviter la contamination des locaux, des équipements et du personnel. Cela peut être réalisé en

utilisant des surfaces faciles à nettoyer, en suivant des procédures strictes de manipulation des matières radioactives et en surveillant régulièrement les niveaux de contamination.[11]

Stockage et élimination des déchets radioactifs: Les déchets radioactifs doivent être stockés et éliminés conformément aux réglementations nationales et internationales. Les déchets radioactifs doivent être manipulés de manière à éviter toute contamination et être stockés dans des zones dédiées jusqu'à ce qu'ils puissent être éliminés en toute sécurité [12] .

III.3 Règles pour minimiser le risque d'exposition :

Trois règles pour minimiser le risque d'exposition extérieure :

Temps

Le temps d'exposition doit être

Le plus court possible, sans compromettre la qualité

Du travail et l'utilisation de protections mesures

Blindage

Utilisez des dispositifs de protection dans la mesure du possible

- flacons correctement conçus, seringues blindées
- travailler derrière une vitre au plomb bien conçue

Bouclier ou type similaire de barrière de protection

Distance

La distance de toute source doit être maintenue aussi élevée que possible

- lors de la manipulation : utilisation de forceps ou de pinces
- transférer les déchets radioactifs dans un local séparé dès que possible
- patients injectés : maximisez la distance et passez le moins de temps possible

Possible à proximité [13].

III.4 déchets radioactifs

Un déchet radioactif est toute matière solide, liquide ou gazeuse qui contient une substance nucléaire radioactive et qui n'a aucune utilisation prévisible.

Classification des déchets radioactifs

Il n'existe pas de classification internationale unifiée des déchets radioactifs, car celle-ci dépend en grande partie des systèmes de chaque pays, des critères qui ont servi de base à la définition des déchets radioactifs. Elle dépend aussi de l'ampleur du développement de la l'industrie nucléaire de ce pays ainsi que la taille et le type d'activités.

Parmi les facteurs intervenant dans la classification des déchets radioactifs figurent les suivants :

- 1 Type d'éléments radioactifs et leur concentration dans les déchets.
- 2 Demi-vies des éléments radioactifs.
- 3 L'état physique des déchets en termes de liquidité, de solidité et de gaz.
- 4 méthodes de traitement et de conservation.
- 5 Possibilité de propagation aux milieux voisins.
- 6 sources de déchets [14].

Sa trace radioactive peut être éliminée selon son état, qu'elle soit liquide ou solide, selon

* Déchets radioactifs liquides :

L'autorité chargée de la radioprotection dans chaque pays détermine généralement le niveau de radioactivité que les déchets radioactifs liquides doivent atteindre avant d'être autorisés à être déversés dans le réseau public d'assainissement. Le processus de gestion des déchets radioactifs liquides passe par les étapes et étapes suivantes :

Collecte : Elle est appliquée dans le cas où les déchets radioactifs liquides ont un niveau de radioactivité faible mais supérieur à celui autorisé par l'autorité compétente pour être rejetés dans le réseau public d'assainissement. Ils sont collectés dans des

conteneurs en plastique de différentes tailles, ou en verre conteneurs en cas de présence de matières organiques en suspension. Après cela, le niveau de rayonnement est mesuré périodiquement et, lorsqu'il atteint le niveau admissible, les déchets sont évacués par le réseau d'égouts.

Lorsque le volume de déchets est très important, il est conservé dans des réservoirs reliés les uns aux autres, et lorsque l'un des réservoirs est plein, les déchets sont transférés dans un autre réservoir, et le niveau radioactif dans les réservoirs précédents est surveillé.

Traitement : dans le cas où les déchets liquides contiennent des nucléides à longue demi-vie, cela nécessite un traitement avant élimination. Le traitement chimique est le plus courant et est utilisé dans le traitement de l'eau, comme la sédimentation, l'évaporation et l'échange d'ions. Ces méthodes se caractérisent par leur faible coût et la possibilité de traiter un grand nombre de nucléides radioactifs.

*Déchets radioactifs solides :

Quant aux déchets radioactifs solides, ils passent par les étapes suivantes :

Collecte et séparation : En cas de sélection d'un centre de collecte vers lequel sont acheminés les déchets solides, ceux-ci sont alors triés et classés en fonction de leur combustibilité ou non, et en fonction de leur capacité à se réduire, afin de faciliter leur traitement et leur élimination, et ceux qui sont encore radioactifs sont triés des autres.

Traitement : comprend les éléments suivants :

Traitement temporaire : dans le cas de déchets contenant des nucléides à courte demi-vie, qui peuvent être conservés jusqu'à ce que leur radioactivité atteigne la limite autorisée par l'autorité compétente, car ils sont considérés comme une matière inactive.

La combustion : Elle conduit à une forte réduction de la taille de ces matériaux, et donc à une facilité de conservation, mais cela ne réduit pas le contenu radioactif total.

L'enfouissement : C'est la méthode la plus courante pour les matières solides difficiles à considérer ou à transformer en déchets normaux. L'enfouissement a lieu dans des décharges fermées proches de la surface [14].

Conclusion :

L'utilisation des matières radioactives en médecine nucléaire offre des possibilités importantes pour le diagnostic précoce, le traitement personnalisé et le suivi des maladies. Grâce à ces avancées, la médecine nucléaire contribue à améliorer les soins de santé et la qualité de vie des patients.

Bibliography

- [1] U NR C(22.09.2022) Backgrounder on Medical Use of Radioactive Materials La visite 2023/4/11 sur: <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/med-use-radioactive-materials.html>
- [2] comprehensive textbook , "Principles and Practice of Nuclear Medicine" by Richard E. Hankins and Michael J. Williams
U NR C (22.09.2022) Backgrounder on Medical Use of Radioactive Materials
La visite 2023/4/11 sur: <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/med-use-radioactive-materials.html>
- [3] "Radioiodine in the Management of Benign and Malignant Thyroid Disease" de la (SNMMI) , consulté 11.04.2023 sur: <https://www.snmmi.org/docs/default-source/clinical-practice-guidelines/therapy/radioiodine-therapy.pdf>
- [4] Therapy with Unsealed (IAEA), consulté 02.04.2023 sur https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1265_web.pdf
- [5] "Radioimmunotherapy of Cancer" de l'IAEA, consulté 03.04.2023 sur : https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1317_web.pdf
- [6] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (2008). Sources and Effects of Ionizing Radiation
- [7] AGENCE FÉDÉRALE DE CONTRÔLE Nucléaire la visite 3/05/2023 sur : <https://o-trim.co/n1cr>
- [8] Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation: BEIR VII Phase report by the National Research Council (2006). Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK207229/> la visite 20/04/2023
- [9] Radiation Safety Manual," Stanford University Environmental Health & Safety, 2020. [Online]. Available: <https://o-trim.co/art9> la visite 2023/05/08
- [10] Radiation Safety Manual," Stanford University Environmental Health & Safety, 2020. [Online]. Available: <https://o-trim.co/art9> la visite 2023/05/08
- [11] Radiation Safety Manual," Stanford University Environmental Health & Safety, 2020. [Online]. Available: <https://o-trim.co/art9> la visite 2023/05/08
- [12] Code de bonnes pratiques en matière de radioprotection dans la médecine nucléaire. Agence internationale de l'énergie atomique, 2002.
- [13] Heron, S. C. (2015). Chapter 3: Radiation Protection. (o. t. 978-92-0-143810-2);, Ed.) https://humanhealth.iaea.org/HHW/MedicalPhysics/learning/Nuclear_Medicine_Handbook_slides/Chapter_03_Radiation_Protection.pdf
- [14]. مصادرها ومخاطرها وكيفية التخلص منها.. النفايات المشعة. (2021, 05 7). Retrieved 29.04. 2023 from al3loom: <https://al3loom.com>

Chapitre 03

Chapier 03: partie pratique

I Le technétium métastable (99mTc) :

Le technétium (artificiel) est un élément du groupe VII B de numéro atomique 43. Perrier et Segré ont découvert l'élément en 1937 lorsqu'ils ont remarqué une activité bêta lorsque le molybdène était irradié avec des deutérons produits au cyclotron de Berkeley (figure 4). Tous les isotopes connus du technétium sont radioactifs, le plus stable (98Tc) a une période de 4,2 millions d'années, tandis que le plus instable (110Tc) n'a qu'une fraction de seconde (0,83 s). Les plus intéressants sont le 99mTc (6.02 heures) pour les applications médicales et le 99Tc (2.1.105 ans) pour la macrochimie. Ce dernier est actuellement obtenu en extrayant les produits de fission de l'U-235 (6% de tous les produits de fission) [1].

I. 1 Caractéristiques Le technétium (99mTc) :

➤ Caractéristiques chimique :

Un ensemble de métaux transitoires. En raison de sa configuration électronique de $4d^5 5s^2$, le Technétium offre de multiples possibilités pour former des complexes avec un grand nombre de ligands différents dont l'état d'oxydation (OS) peut varier de +1 à +7. L'OS est considéré comme le paramètre principal déterminant les propriétés chimiques du complexe. Le technétium peut former des liaisons chimiques constituées d'électrons σ et π , et les liaisons σ peuvent être de nature colligative et coordinative lorsque la compensation de spin et le don de paires d'électrons se produisent respectivement [2].

La structure des complexes de technétium peut également être caractérisée par le nombre de coordination (N), qui peut varier de 4 à 7, permettant tétraédrique (N=4), pyramidal tétragonal (N=5), octaédrique (N=6) et octaédrique coiffé (N=7) ou géométries pentagonales bipyramidales (N=7). Un troisième paramètre permettant de caractériser les complexes de technétium est la charge (Z) de la molécule entière, qui peut être anionique ($Z = -1$), neutre ($Z = 0$) ou cationique ($Z = +1$) [3].

➤ Caractéristiques biologique :

Le technétium s'élue sous forme d'ion pertechnétate, TCO. Le technétium incorporé sous cette forme par voie intraveineuse ou orale est présent dans le tractus gastro-intestinal et le foie. Environ 50 à 80 % de l'apport est transféré dans le sang. Une fois dans la circulation sanguine, environ 10 %

du TcO réside dans la paroi de l'estomac, 4 % dans la thyroïde et 3 % dans le foie ; le reste est réparti uniformément entre les autres organes.

Le technétium 99m a une demi-vie effective de 4 heures pour la partie attachée à la glande thyroïde. De même, à partir du modèle bioci. Avec une cinétique simplifiée qui ne tient pas compte des phénomènes de redistribution entre organes, environ 75 % du technétium 99m est éliminé avec un temps effectif de 5,2 heures, 20 % en 5,6 heures et 5 % en 6 heures. Lorsque le technétium est utilisé pour marquer des molécules (cas le plus courant en médecine nucléaire), son métabolisme est celui de la molécule marquée. [4].

I.2 Générateur 99Mo/99mTc:

Le molybdène 99 est transformé en technétium 99m par désintégration bêta avec augmentation du numéro atomique le molybdène (42 protons) donne ainsi le technétium 99m (43proton). le technétium-99m est un élément métastable à travers de 140 kev, période 6 heures. le technétium 99 donne à son tour ruthénium après désintégration bêta (énergie 0,3 mev, demi-vie 210 000 ans) (figure a) notez qu'environ 87 % des transitions de 99 mo entraînent 99mtc, et les 13% restants sont directement donnés au 99tc. Le générateur 99mo/99mtc (figure 5) est constitué d'une colonne aluminium qui adsorbe fortement le molybdate polymérisation de $(99\text{mo}7\text{o}24)_6^-$. Après transformation radioactive, pertechnétate $99\text{m}/99\text{tco}_4^-$ isolé du polymère facilement éluée de la colonne par une solution de sérum physiologie. ce système stérile est protégé par plusieurs des centimètres de plomb sont utilisés pour la radioprotection [5].

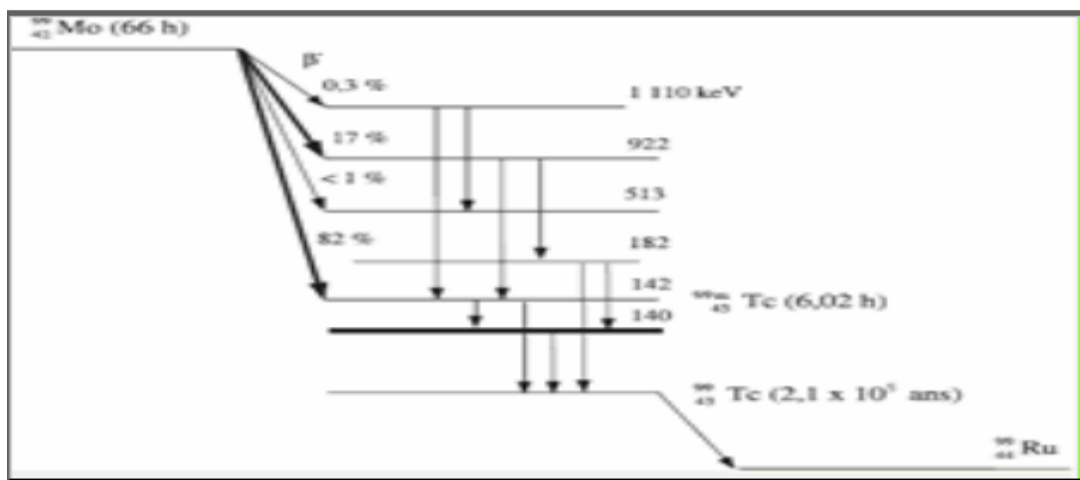


Figure 4 :Schéma de décroissance du molybdène 99 vers le technétium 99m

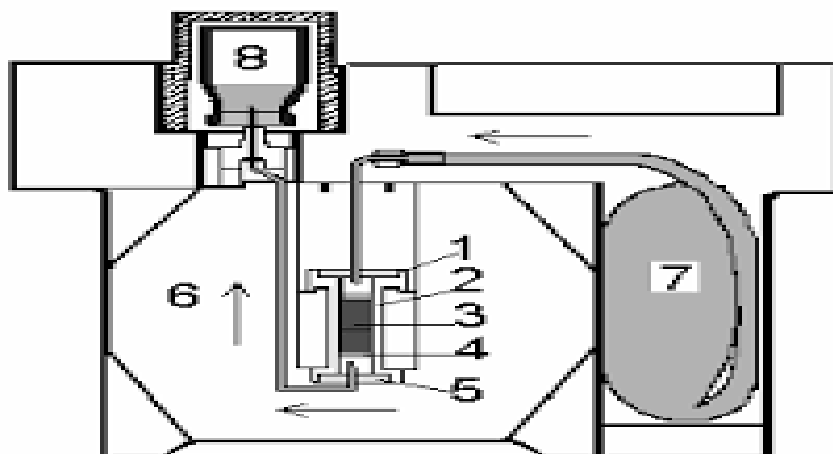


Figure 5 :Générateur 99Mo/99mTc

1 : capsule métallique, 2 : colonne de verre, 3 : alumine, 4 : filtre, 5 : capsule métallique, 6 : blindage de plomb, 7 : soluté physiologique 8 : flacon d'éluion.

I .3 Préparation des médicaments radiopharmaceutiques

Radiopharmaceutiques : Les radiopharmaceutiques utilisés en médecine nucléaire sont des médicaments contenant des éléments radioactifs (radioéléments), se présentant sous forme de sources non scellées destinées à être administrées par voie parentérale, orale ou pulmonaire, dans un but diagnostique ou thérapeutique ,les Radiopharmaceutiques plus utilisé le tc-99m pour diagnostic et I131 pour traitement[6].

Définition kits froids (molécules froids) :

Elle est définie comme l'ensemble des formulations qui doivent être reconstituées ou associées à des radionucléides dans le produit radiopharmaceutique final, généralement avant leur administration Au malade.

Les kits sont soigneusement testés pour vérifier les caractéristiques spécifiques garanties par le fabricant.

La durée de conservation du kit est généralement supérieure à 1 an. La conservation du kit doit répondre aux conditions particulières (température, humidité) indiquées sur l'emballage, le radio-marquage dépendant de l'intégrité des composants réfrigérés du kit [7].

Kit froid	Application	Préparation	stockage
MIBI (Méthoxy Iso Butyl Isonitrile)	MIBI est utilisé uniquement à des fins de diagnostic. Le kit radiopharmaceutique MIBI est utilisé pour l'imagerie du fonctionnement cardiaque (scan de perfusion myocardique), la recherche d'éventuelles anomalies mammaires ou l'hyperactivité des glandes parathyroïdes	<ul style="list-style-type: none"> • Ajouter aseptiquement stérile et apyrogène 99mTc (10 – 150 mCi) dans env. 1 à 3mL. • Agiter le contenu du flacon pendant quelques secondes. • Placer le flacon à la verticale dans un bain-marie bouillant pendant 10 minutes. • Attendre 15 minutes à température ambiante. La solution reconstituée est stable pendant 6 heures.	Stocker le kit (2 – 8) °C Conserver le kit reconstitué entre (15 et 25 °C)
MDP (Méthylène Diphosphonate)	ce kit est utilisé pour imager les os <ul style="list-style-type: none"> • visualisation du squelette corps entier • Diagnostic des lésions et de la croissance osseuse anormale • Diagnostic d'ostéomyélite (inflammation de l'os ou de la moelle osseuse due à des facteurs tels que des bactéries, des champignons et des virus) 	<ul style="list-style-type: none"> • Injecter du 99mTc stérile (jusqu'à 300 mCi) de manière aseptique dans le flacon dans un volume de 2 à 5 ml. • Dissoudre le matériel lyophilisé en agitant le flacon pendant 10 secondes et attendre 15 minutes. • Examiner la pureté radiochimique (RCP). • La préparation étiquetée doit être utilisée dans les 6 heures. • Le 99mTc-MDP doit être supérieur à 95,0 %. 	Conserver le kit entre (2 -8 °C) et à l'abri de la lumière Conserver le kit reconstitué entre (15 -25 °C)

Tableau 3 :le préparations et les applicationsde mibi et mdp



Figure 6 MIBI

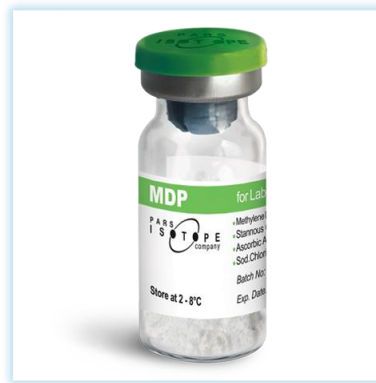


Figure 7 MDP

Kit froid	Application	Préparation	Stockage
DMSA (Acide DiMercapto Succinique)	<p>Ce kit radiopharmaceutique est utilisé pour l'imagerie statique des reins dans les cas suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de la fonction rénale • Diagnostic de la pyélonéphrite (infection rénale) et ses effets sur le tissu rénal • Évaluation de la fonction du rein transplanté • Examen de l'infection des voies urinaires chez les enfants 	<ul style="list-style-type: none"> • Injecter du 99mTc stérile (jusqu'à 40 mCi) de manière aseptique dans le flacon dans un volume de 2,5 ml • Dissoudre le matériel lyophilisé en agitant le flacon pendant 10 secondes • Attendre 15 min à température ambiante • Examiner la pureté radiochimique (RCP) • La préparation étiquetée doit être utilisée dans les 4 heures suivant l'étiquetage. Au cours de cette période, le RCP total du 99mTc-DMSA devrait être supérieur à 90,0 %. 	<p>Conserver le kit entre 2 – 8 °C et à l'abri de la lumière</p> <p>Conserv erver le kit recon stitué entre (15 - 25 °C)</p>
MAG3 (Mercapto Acétyl Glycine)	<p>Ce kit radiopharmaceutique est utilisé pour l'imagerie dynamique des reins dans les cas suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'étude du fonctionnement des reins. • d'étudier le fonctionnement des reins • le drainage des urines jusqu'au niveau de la vessie. <p>L'appareil urinaire est observé dans sa globalité</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reconstituer le kit lyophilisé avec 3 ml de 99mTcO4– fraîchement élué • solution contenant au maximum 100 mCi (3,7 GBq) d'activité. • Remuer 1 min et laisser reposer 5 min. • Chauffer le flacon dans un bain-marie bouillant pendant 15 min et laisser refroidir à température ambiante. • MAG3 stable pendant de 6h 	<p>Stocker le kit (2 – 8) °C</p>

Tableau 4 : les préparations et les applications de DMSA ET MAG3



Figure 8 DMSA



Figure 9 MAG3



Figure 10 bain marie

II les Scintigraphies :

Définition :

La scintigraphie est une méthode d'imagerie médicale de médecine nucléaire qui produit une image fonctionnelle par l'administration d'un médicament radiopharmaceutique dont on détecte les rayonnements une fois qu'il a été capté par l'organe ou la cible à examiner [8].

La scintigraphie est réalisée dans le service de MN et se décompose en plusieurs étapes :

Une petite quantité de produit radioactif est injectée dans une veine. Ce produit est appelé radiopharmaceutique et possède des propriétés différentes selon l'organe étudié. Son dosage est très faible et il est sans danger pour la santé des patients.

Le traceur se fixe sur la structure de l'organe qui émet alors un signal (rayons gamma). Celles-ci sont analysées à l'aide d'un appareil spécifique (gamma caméra), qui est placé devant la zone à étudier.

Des caméras enregistrent la concentration de matières radioactives dans différentes parties de l'organe concerné. Nous avons alors visualisé la radioactivité présente dans le corps sous forme de points scintillants sur un écran d'ordinateur relié à une caméra. [9].



Figure 11: GAMMA CAMERA SPCT



Figure 12 : GAMMA CAMERA SPCT

II 1. Les Applications diagnostics médicales du technium- 99m :

Le technétium 99 métastable (^{99m}Tc) est l'isotope radioactif le plus couramment utilisé en imagerie médicale nucléaire en tant que traceur. En se liant à diverses molécules d'intérêt biologique, le ^{99m}Tc permet de suivre leur distribution dans le corps humain à l'aide de détecteurs de radioactivité appelés gamma-caméras (voir scintigraphie) [10].

❖ Scintigraphie Thyroïdienne :

L'objectif de cet examen pour l'étude morphologique et fonctionnel du gland thyroïde. Les radiopharmaceutiques utilisés dans cette scintigraphie : Le technétium 99 métastable

Déroulement de l'examen :

Le patient est injecté dans la veine du réactif (sans effets secondaires) dans le bras puis 15 minutes d'attente.

Images : 10 minutes en décubitus dorsal, patient immobile, caméra sur le visage et le cou.

Préparation :

Dans ce scintigraphie Aucune préparation particulière. Pas besoin d'être à jeun.

Résulte de l'examen :

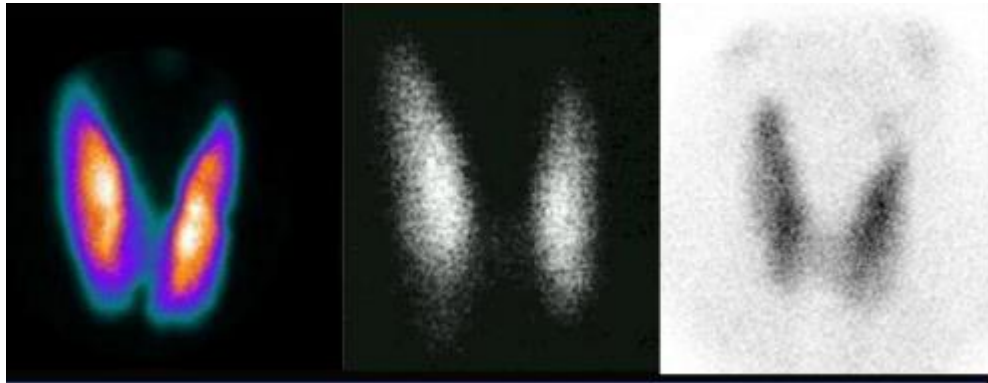


Figure 13 :Résulte ScintigraphieThyroïdienne

❖ Scintigraphie Osseuse :

Il s'agit d'un test très sensible qui peut détecter les zones d'activité anormale dans les os et les articulations. De Cette technique est utilisée pour les examens de rhumatologie, de traumatologie ou d'oncologie.

Produit utilisée $^{99m}\text{Tc} + \text{MDP}$ (pas d'effet secondaire) le durée de examen est 2h.

Déroulement de l'examen :

Injection intraveineuse du produit $\text{tc-}^{99\text{m}} + \text{mdp}$

Dans certains cas, une première série d'images est enregistrée sur une gamma-caméra (appareil d'imagerie non fermé) immédiatement après l'injection, pendant 5 à 10 minutes ;

Attente: 2 heures, pendant lesquelles le patient peut repartir ou rester en salle d'attente ;

Enregistrement des images sur une gamma-caméra pendant 30 minutes environ

Préparation :

Il n'y a pas de préparation à cet examen

Résulte de l'examen :



Figure 14 :Résultats normale

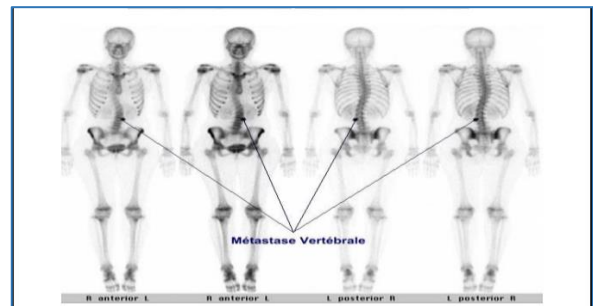


Figure 15 :présentant des métastases

❖ Scintigraphie rénale :

La scintigraphie rénale se fait pour étudier le fonctionnement des reins et analyser l'élimination des fluides le long des voies urinaires. Il existe deux études de scintigraphie des reins

A. Etude statique : Dans cette étude, le patient a reçu une injection de tc-99m avec DMSA la durée de cette étape 3 à 5h après l'injection.

B. Etude statique : Dans cette étude, le patient a reçu une injection de Technétium-99m avec MAG3 Cette scintigraphie prend environ 45 minutes ou 1 heure.

❖ Déroulement de l'examen :

Etude statique (DMSA+tc-99m)	<ul style="list-style-type: none">• Ce produit a été administré par voie intraveineuse dans le bras (pas d'effets secondaires).• Attendre avant de prendre des images, temps pendant lequel le patient peut sortir (minimum 3 heures).• Les photos sont ensuite prises avec une gamma-caméra pendant environ 45 minutes.
Etude statique (MAG3+tc-99m)	<ul style="list-style-type: none">• Vider la vésicale• Injection intraveineuse du traceur, au niveau du bras (aucun effet secondaire connu), sous la caméra• Enregistrement des images (position allongée sur le dos, avec immobilité requise) pendant 20 min.• Nouvelle vidange vésicale, puis image de 2 minutes.

Tableau 5 :Déroulement de Scintigraphie rénale

❖ Préparation :

- ✓ boire 1 litre d'eau dans l'heure précédant la scintigraphie rénale pour la qualité d'image
- ✓ Il n'est pas nécessaire d'être à jeun pour cet examen,
- ✓ ni de garder la vessie remplie

Résulte de l'examen :

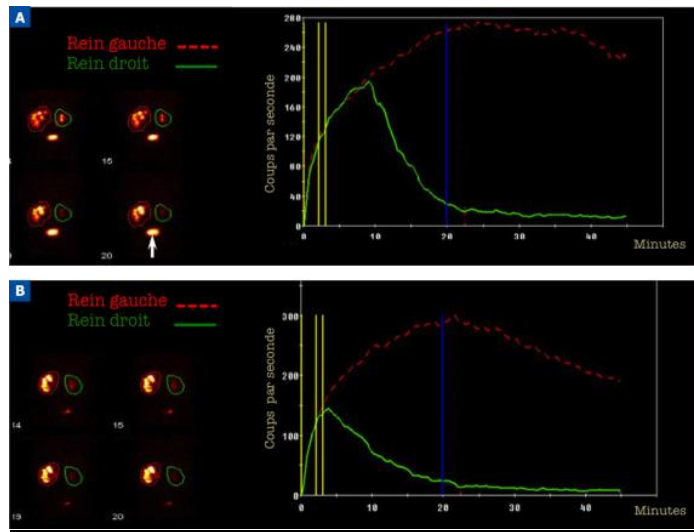
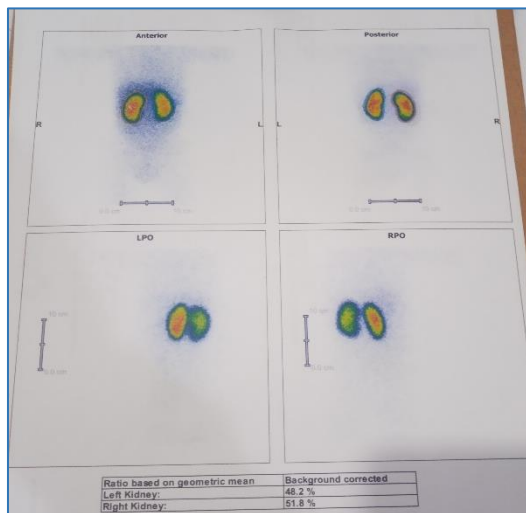


Figure 16: Résulte Scintigraphie rénale

❖ Scintigraphie myocarde :

Le but de cette scintigraphie est de réaliser une image du muscle cardiaque. On étudie la vascularisation du cœur (flux sanguins), à l'effort et au repos.

Durée : 1 à 4 heures en tout , l'examen peut comporter deux parties : repos et stress

Déroulement de l'examen :

A. La première étape :

A votre arrivée : un cathéter est placé dans une veine de votre bras ;

Faites une épreuve d'effort à vélo avec un cardiologue, ou injectez du Regadenoson (un produit qui simule l'effort) par voie intraveineuse. Dans tous les cas, une injection intraveineuse de ^{99m}Tc -MIBI sera administrée ;

Réaliser la première série d'images (environ 10 min) sur la gamma caméra de l'installation d'imagerie non fermée.

B. La deuxième étape :

1 à 3 heures après la première injection (ou sauf le deuxième jour) : une nouvelle injection intraveineuse de ^{99m}Tc -MIBI, repos à ce moment. et attente :5 min à 1 h.

Réaliser une deuxième série d'images (images du cœur au repos : environ 5 min) sur la même gamma caméra.

Préparation :

- Ne buvez pas de boissons contenant des stimulants tels que le café et le thé, et ne pouvez pas prendre de chocolat et cola ou d'autres boissons 24 heures avant l'examen.
- Le patient n'est pas obligé de jeûner.
- Ayez une tenue et des chaussures adaptées au sport;
- Certains médicaments doivent être arrêtés un ou plusieurs jours avant l'examen : vérifiez auprès de votre cardiologue.
- prenez un repas léger au moins 2h avant l'examen.

Résulte de l'examen :

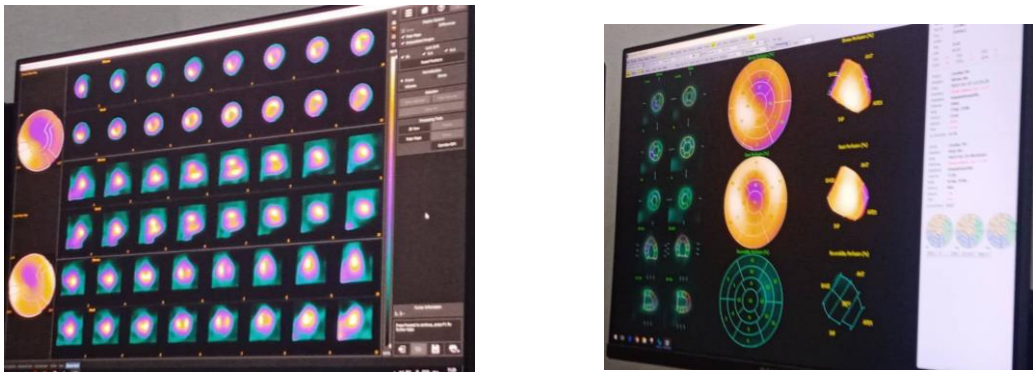


Figure 17 :Résulte de Scintigraphie cardiaque

❖ Scintigraphie Parathyroïde:

Le patient réalise cet examen dans le but d'étudier la glande parathyroïde.

La radiopharmaceutique Technium 99 m est utilisée avec MIBI, car cet examen dure jusqu'à 3 heures.

Déroulement de l'examen :

- Injection intraveineuse de ^{99m}Tc -MIBI (sans effets secondaires).

- Attente:10-15 minutes
- Faire des images pendant 30 à 45 min à l'aide d'une caméra gamma (imageur à extrémité ouverte).
- En fonction des résultats de la première image, une deuxième série d'images peut être prise sur une période de 15 minutes.

Préparation :

- Signaler à la prise de rendez-vous tout examen radiologique avec injection de produit de contraste.
- Informer sur la prise d'un traitement thyroïdien
- Aucun jeûne requis.

Résulte de l'examen :

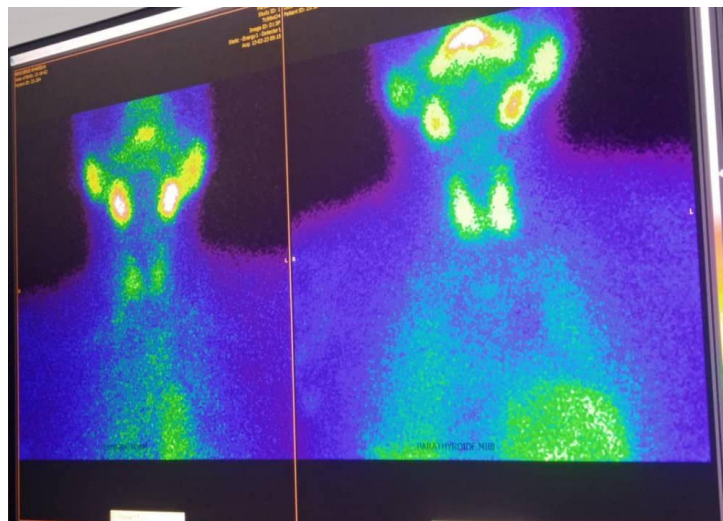


Figure 18: Résulte de Scintigraphie parathyroïde

II . 2 Protection les travailleurs et les patients et public à l'exposition aux radiations :

➤ Protection les travailleurs :

- travailler d'une manière manière responsable et raisonnable et conformément aux lois, règlements et Permis, équipements, agencements, installations et vêtements à protéger l'environnement et protéger la santé et la sécurité des personnes;

- Respecter les mesures de protection de l'environnement prévues par le titulaire du permis, Protéger la santé et la sécurité des personnes et maintenir un niveau de sécurité et de contrôle et dose de rayonnement.
 - Prendre toutes les précautions raisonnables pour assurer votre propre sécurité et celle des autres
 - pendant le port d'un dosimètre Une dose de 0,3 mSv pour une période de trois mois [11].

➤ **Protection les patients :**

Le technium 99 n'est pas nocif pour le patient car il a une courte demi-vie, en plus d'une faible émission gamma, contrairement à l'iode 131. Si le patient en prend, il doit être isolé pendant 8 jours du public pour éviter toute exposition au rayonnement.

➤ **Protection du public :**

Veiller à ce que les membres soient exposés inutilement du public est évitée, les lignes directrices suivantes doivent être suivi :

- Aucun membre du public ne doit être autorisé à pénétrer dans les zones contrôlées.
- . Des panneaux et des symboles d'avertissement appropriés doivent être apposés sur les portes pour en restreindre l'accès.
- . Les parents ou amis des patients recevant des doses thérapeutiques d'iode radioactif ne doivent pas être autorisés à rendre visite
- La mère qui allaite et à qui on a administré des produits radiopharmaceutiques reçoit des instructions l'allaitement peut être suspendu [12] .

III Méthode d'utilisation de l'iode radioactif pour le traitement :

L'iode radioactif est souvent utilisé en médecine nucléaire pour le traitement de certaines affections de la thyroïde, telles que les cancers et les hyperthyroïdies. La méthode d'utilisation de l'iode radioactif pour le traitement implique généralement les étapes suivantes :

Préparation : Avant de recevoir de l'iode radioactif, le patient doit subir des tests pour déterminer la quantité d'iode radioactif nécessaire pour le traitement et pour s'assurer que la thyroïde absorbera bien l'iode radioactif [13].

Administration : L'iode radioactif est généralement administré par voie orale sous forme de capsule ou de liquide. Le patient doit boire beaucoup d'eau après l'administration pour aider à éliminer l'iode radioactif de son corps [14].

Isolement : Après avoir reçu de l'iode radioactif, le patient doit être isolé pendant une certaine période (8 jours) de protéger les autres personnes contre les rayonnements. Les instructions spécifiques varient selon le traitement.

Suivi : Après le traitement, le patient doit être suivi régulièrement pour surveiller la fonction thyroïdienne et détecter toute récurrence de la maladie [15].

Résultats et Discussions

Première partie:

Évaluation de la dose de rayonnement pour l'exposition des patients lors de l'examen de la thyroïde

1/ Le but de l'étude : est de mesurer l'étendue de l'exposition des patients lors de l'examen de la Thyroïde à l'aide de l'isotope radioactif technétium-99 (Tc-99m). Les données de cette étude ont été Recueillies auprès du Service de Médecine Nucléaire de Ouargla (Hôpital Mohamed Boudiaf), où un examen technique de la glande thyroïde a été réalisé sur un groupe de patients, et un total de 15 Patients avec des diagnostics différents ont été référés pour une radiologie thyroïdienne. Pendant la Période d'études.

•Les données recueillies pour l'étude comprenaient l'âge, le sexe, le poids, la taille du patient, les Matériaux utilisés lors de l'examen, l'activité et la demi-vie de la substance radioactive utilisée (Tc-99m).

2/ matériaux utilisés :

- Technétium (Tc-99m)
- Un appareil photo gamma à deux têtes
- AnyScan-SPECT/Mediso
- Lits d'injection et de traitement

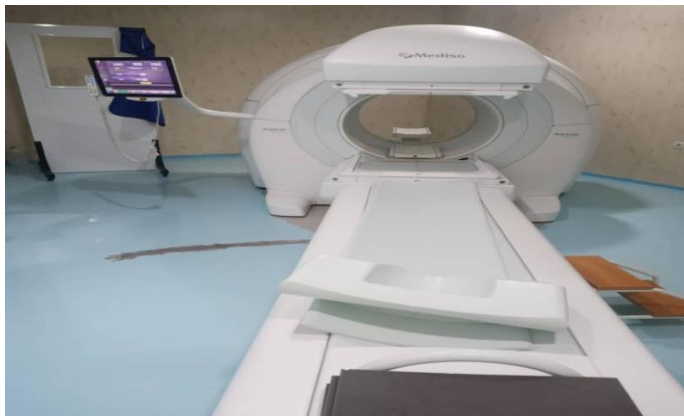


Figure 19 : Image Un appareil photo gamma à deux têtes, AnyScan-SPECT/Mediso

3/ Le protocole utilisé dans le diagnostic de l'hypothyroïdie :

a)1- Préparation du patient : Dans les jours qui précèdent l'examen, des prises de sang peuvent être Réalisées pour mesurer le taux d'hormones thyroïdiennes. Le patient peut être invité à jeûner plusieurs Heures avant l'examen car manger peut affecter la précision de la mesure de l'absorption. Le patient Devra arrêter de prendre certains médicaments pendant quelques jours avant l'examen.

b) Tenue vestimentaire : Selon l'examen, il peut être demandé au patient de porter une tenue Vestimentaire spécifique. Par exemple, porter une blouse de laboratoire ou une chemise qui ne contient Pas de métal.

c) Au cours de l'intervention, une petite quantité de technétium radioactif (4 à 6,5 mCi) est injectée dans Une veine.Selon les données du patient et le protocole utilisé, le technétium contient un traceur radioactif qui Émet des rayons gamma, que le gamma caméra peut détecter.

d) Selon la procédure d'imagerie spécifique, le patient doit attendre un certain temps, estimé entre 15 Et 30 minutes, pour permettre au corps d'absorber le technétium radioactif et de le distribuer à la zone À imager.

e) Le patient est placé sur une table de caméra gamma selon la procédure d'imagerie spécifiée. Une Série de photos sont ensuite prises à l'aide de la caméra gamma sous différents angles. Le technicien Peut utiliser des sangles ou des oreillers pour aider le patient à rester immobile pendant le processus d'imagerie.

Ensuite, les images capturées par ordinateur sont reconstruites pour créer des images

Tridimensionnelles de la zone photographiée.

4/ Méthode de calcul et mesures de dose en médecine nucléaire.

selon un rapport spécial publié dans le journal of radiology en 2008 dans effective nuclear medicine, la dose efficace peut être calculée à l'aide d'une table d'activité gérée basée sur la surface du corps.

cette table est utilisée par le programme mir dose pour estimer les organes sensibles du corps exposés aux rayonnements. Ce programme contient des tables de facteurs radionucléides utilisés, avec des données patient fournies par un utilisateur spécialisé.

ce programme génère des schémas posologiques des membres pour chaque unité d'activité

Par exemple

- La zone de valeurs de référence de 1,7 mètre carré et un espace de 370 MBq
activité, comme 0,013 mSv par MBq.

Où la dose peut être calculée par le chiffre

$$\text{Dose} = 0,013 \times \text{Activité (MBq)} = \text{msv}$$

Deuxième partie :

Résultats :

dans ce chapitre, nous mettrons en évidence tous les résultats de l'étude portant sur les indications cliniques et les données démographiques du patient, car les résultats ont été tabulés dans des tableaux : [écart-type \pm activité moyenne] et la plage de lectures entre parenthèses (quantité d'activité injectée) et les valeurs de dose dans le diagnostic de la médecine nucléaire est petit, donc la dose a été donnée en (msv) poids en (kg), taille en (m), activité en (MBq) et (mCi), temps en (s)

- L'écart type a été calculé et l'analyse graphique a été créée à l'aide d'Excel et de SPSS

- Le tableau 1 montre : l'activité minimale, maximale, moyenne et d'écart-type pour l'âge, le poids et la Taille du patient par genre. Tableau 2 : Poids et pourcentage des patients.

Le tableau 3 indique : l'âge et le pourcentage des patients.

Le tableau 4 montre : activité (mCi), activité (MBq) et dose efficace (mSv) selon le genre,

-Le tableau 5 montre : activité (mCi), (MBq), et dose efficace (mSv) selon l'âge

Tableau 6 : Activité (mCi), activité (MBq) et dose efficace (mSv) pour en poids

Tableau 7 : L'activité (mCi) et (MBq) et la dose efficace (mSv) en fonction du temps sont indiquées

Tableau 1 : Activité minimum, maximum, moyenne et écart type, pour l'âge, le poids et la taille du patient par genre

Genre	fréquence	pourcentage	l'age	le poids	HAUTEUR
Mâles	4	26.67	50 ± 15 (33-75)	65.2 ± 11.2 (49-87)	1.62 ± 0.08 (1.51-1.75)
Femelles	11	73.33	38.6 ± 13.2 (17-70)	62 ± 12 (40-85)	1.61 ± 0.09 (1.47-1.75)
Total	15	100	41 ± 14 (17-75)	63.3 ± 11.5 (40-87)	1.61 ± 0.09 (1.47-1.75)

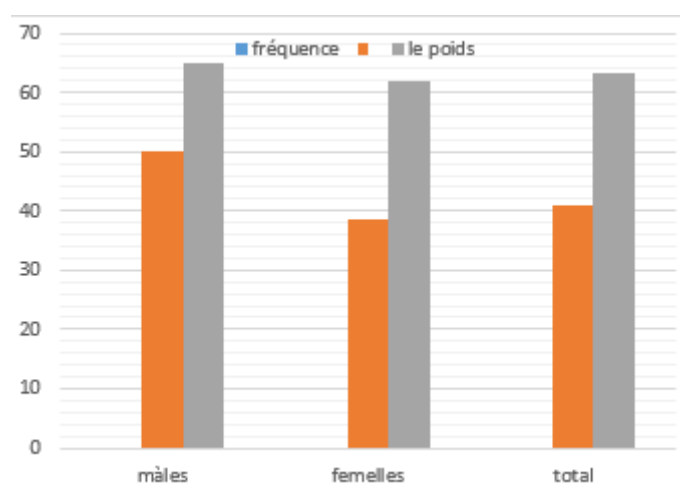


Figure 1 : La relation entre l'âge et le poids du patient pour le genre

Tableau 2: Poids et pourcentage des patients :

le poids (kg)	Fréquence	Pourcentage
5	2	13,33
50_65	4	26,67
66_80	6	40
>80	3	20

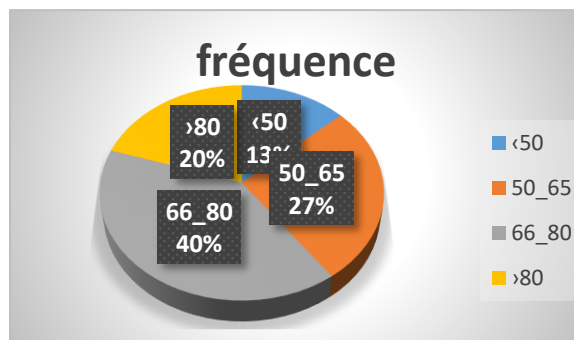


Figure 2: Corrélation entre le poids du patient et le pourcentage

Tableau 3 : Âge et pourcentage des patients

l'age	Fréquence	pourcentage
<20	1	6,67
20_40	7	46,67
41_60	5	33,33
61_80	2	13,33

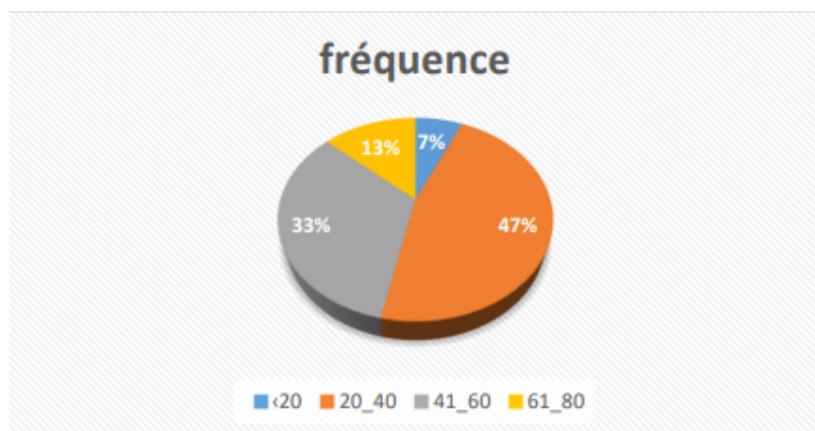


Figure 3 : Corrélation entre l'âge du patient et le pourcentage

Tableau 4 : Activité B (mci), (MBq) et dose efficace (msv) pour le genre :

genre	activité(mci)	activité(mBq)	dose efficace(msv)
mâles	5.53 ± 0.53 (5-6.5)	204.6 ± 19.6 (185-240.5)	2.65 ± 0.25 (2.4-3.13)
femelles	5.3 ± 0.5 (4.6-6.3)	196.1 ± 18.5 (170.2-233.1)	2.55 ± 0.24 (2.21-3)
total	5.25 ± 0.5 (4.6-6.5)	201 ± 18.3 (170.2-240.5)	2.61 ± 0.23 (2.21-3.13)

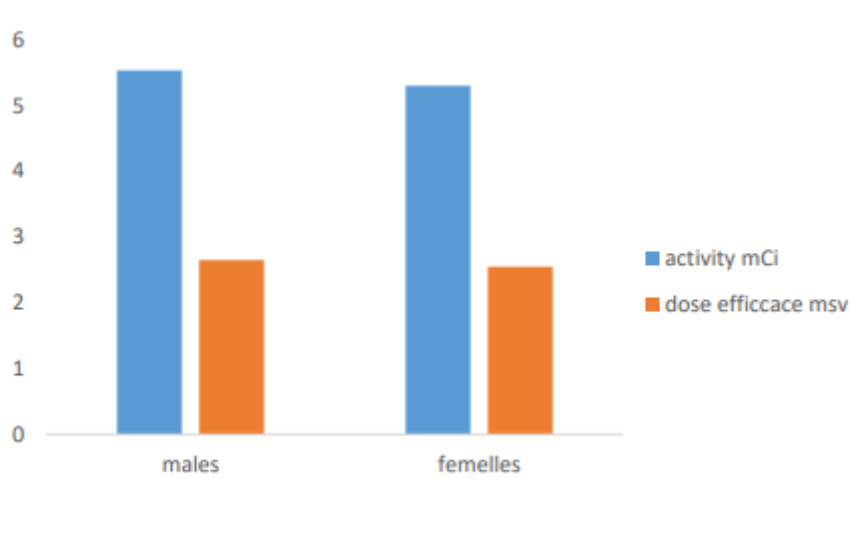


Figure 4 : Corrélation entre activité (mci) et dose efficace (msv), selon le genre

Tableau 5 : Activité (mCi), Activité (MBq), Dose Efficace (mSv) selon l'âge :

l'age	activité(mci)	activité(mBq)	dose efficace(msv)
<20	5	185±0 (185-185)	2.4± 0.07 (2.21-2.41)
20_40	5,26	194.5±12.89 (185-229.4)	2.5± 0.17 (2.41-2.88)
41_60	5,82	215.3±20.25 (185-236.8)	2.8 ± 0.25 (2.41-2.3)
61_81	5,85	216±13.24 (192.4-222)	2.81 ± 0.26 (2.50-3.07)
total	5.51	203.8±18.59 (185-236.8)	2.64 ± 0.26 (2.21-3.07)

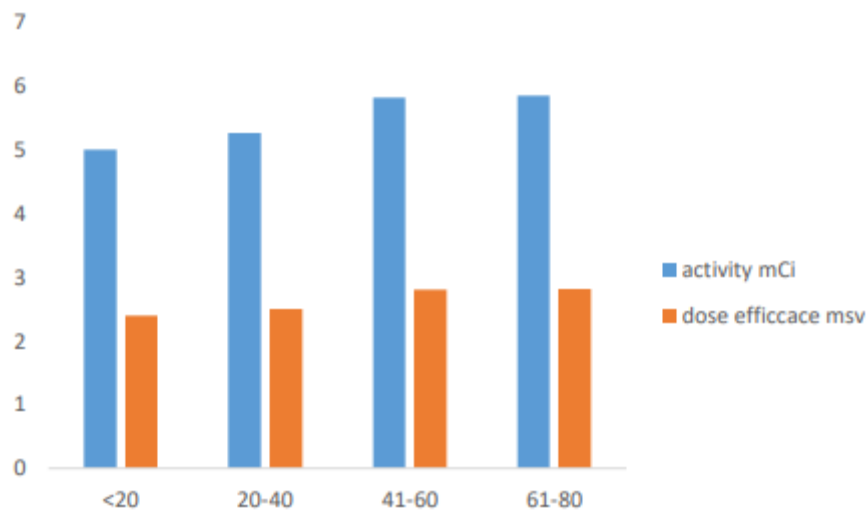


Figure 5 : Corrélation entre activité (mCi) et dose efficace (mSv), en fonction de l'âge

Tableau 6: Activité (mCi), (MBq) et dose efficace (mSv) en fonction du poids :

le poids	activité(mci)	activité(mBq)	dose efficace(msv)
<50	5	185±0 (185-185)	2.41 ± 0.06 (2.30-2.41)
50-60	5,1	187±3.5 (185-192)	2.6± 0.09 (2.5-2.9)
61_70	5,6	205±12.7 (192-222)	2.94± 0.05 (2.9-3)
>80	6,3	231±3.7 (229-237)	3.01±0.05 (3-3.1)
total	5,51	231±3.7 (203,8-185)	2.64±0.24 (2.3-3.08)

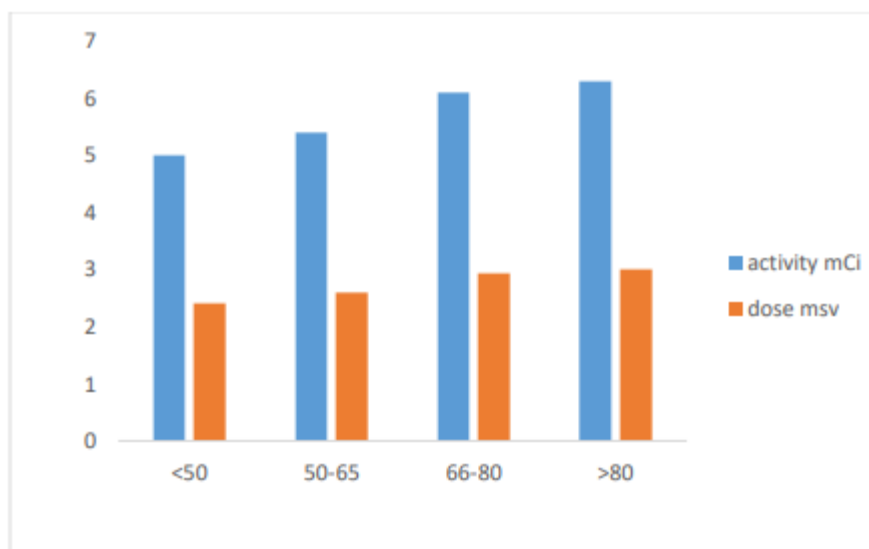


Figure6: La relation entre l'activité (mci) et la dose efficace (msv) par rapport au poids

Tableau 7 : Activité (mCi), activité (MBq), dose efficace (mSv) en fonction du temps :

temps	activité(mci)	activité(mBq)	dose efficace(msv)
<200	5.6	207.2±21.79 (185-229.4)	2.69±0.28 (2.41-2.98)
200-400	5,51	204±19.17 (185-236.8)	2.65±0.25 (2.41-3.08)
401-600	5.53±	204.7±19.67 (185-229.4)	2.66±0.26 (2.41-2.98)
>600	5,2	192.4±0.0 (192.4-192.4)	2.5±0.0 (2.5-2.5)
Total	5,51	203.8±18.59 (185-236.8)	2.65±0.24 (2.41-3.08)

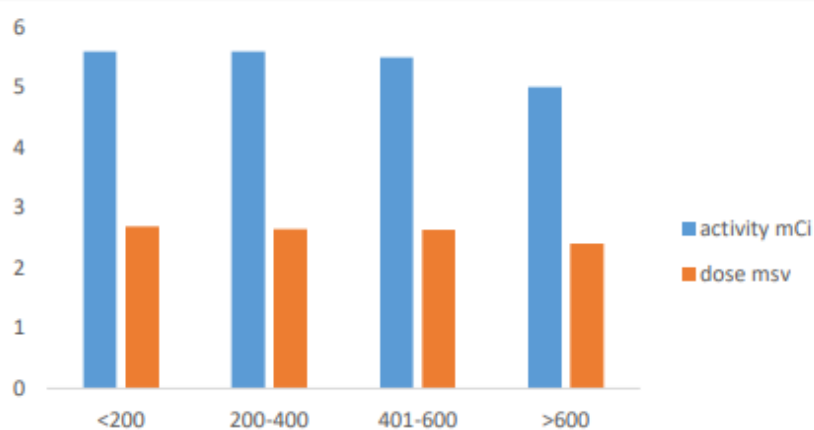


Figure 7: Corrélation entre activité (mCi), dose efficace (mSv) en fonction du temps

Calculer la demi-vie du TC99 :

- Les références que vous avez mentionnées précédemment confirment que la demi-vie de la technétium-99m est de 6 heures, et ce chiffre est disponible dans divers livres et sources fiables liées à la médecine nucléaire et à la physique médicale. Par exemple, le livre "Essentials of Nuclear Medicine Physics and Instrumentation" mentionne que la demi-vie du technétium-99m est de 6 heures. Par conséquent, ces références peuvent être fiables pour connaître la demi-vie du technétium-99m..
- Nous prouverons au cours de cette discussion que 1/2 t de Technetium 99 métastable équivaut à 6 heures, car nous avons mesuré pendant le stage l'activité du Technetium 99 métastable pendant les 6 heures indiquées dans le tableau .

ACTIVITI	HEUR	MINUT
64,8	8	32
54,6	9	56
51,5	10	28
46,4	11	29
40,5	12	32
36	13	36
32,3	14	37
28,9	15	27

Le tableau représente l'activité Technium -99 m sur 6 heures

- échantillon pendant un court intervalle de temps dt est proportionnel au nombre de noyaux radioactifs de la même espèce N contenu dans l'échantillon et à l'intervalle de temps dt , λ constante de proportionnalité est notée λ . elle représente la probabilité avec laquelle la désintégration a lieu (appelée également constante de désintégration radioactive) :

$$dN = -\lambda N dt$$

Equation 2: constante de désintégration radioactive

On démontre facilement que la loi de décroissance radioactive est :

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Équation 3: loi de décroissance radioactive

Où $N(t)$ est le nombre de noyaux présents à l'instant t et N_0 est le nombre de noyaux initial

2-Période radioactive

La demi-vie ou période radioactive notée T , est le temps au bout duquel la moitié des noyaux radioactifs présents initialement dans l'échantillon disparaît par désintégration. Elle est reliée à la constante de désintégration radioactive λ par :

$$T = \frac{\log 2}{\lambda}$$

Équation 4: constante de désintégration radioactive

On définit également la constante de temps comme l'inverse de λ constante radioactive τ :

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

Équation 5: la constante de temps

Résultat :

Pour calculer la demi-vie du TC99, nous avons élaboré un petit programme en langage Fortran. À partir des données du tableau 1 et des équations présentées ci-dessus, notre calcul

donne une demi-vie du TC99 de 5 heures et 42 minutes, avec $\lambda = 3.373 \times 10^{-05}$. Les résultats obtenus montrent que la demi-vie du TC99 est proche de celle estimée par d'autres auteurs.

Discussion :

Une scintigraphie thyroïdienne est un examen médical nucléaire utilisé pour évaluer et scanner le tissu thyroïdien. Cette procédure est utilisée pour de larges indications cliniques telles que le goitre et le cancer de la thyroïde

Afin d'examiner la glande thyroïde, dans cette étude, le technétium-99m a été utilisé, qui a les propriétés physiques et chimiques.

Les propriétés Chimiques : de Un ensemble de métaux transitoires de sa configuration électronique de $4d^5 5s^2$, le Technétium offre de multiples possibilités pour former des complexes avec un grand nombre de ligands différents dont l'état d'oxydation (OS) peut varier de +1 à +7

La structure des complexes de technétium peut également être caractérisée par le nombre de coordination (N), qui peut varier de 4 à 7, permettant tétraédrique (N=4), pyramidal tétragonal (N=5), octaédrique (N=6) et octaédrique coiffé (N=7) ou géométries pentagonales bipyramidales (N=7).

Propriétés physiques : La demi-vie est de 6 heures et son énergie d'émission (keV) est de 140 au total, 15 patients ayant subi un examen de la thyroïde ont été mesurés dans le service de médecine nucléaire diagnostique.

- Le tableau 1 montre: les données des patients, l'âge, le poids et la taille, où les valeurs moyennes ont été estimées à: 41, 63,3 et 1,61, respectivement, selon le genre, où nous notons que le pourcentage de femmes était (73,33 %) supérieur au pourcentage d'hommes, estimé à (26,67 %) cela est dû à l'hyperactivité et à l'hypertrophie de la glande thyroïde chez les femmes, en particulier à la puberté.

Le tableau 2 indique le poids et le pourcentage du patient

Où nous avons constaté que la fourchette de poids entre (80 et 66 kg) était plus élevée dans le pourcentage de patients, car le pourcentage atteint (40 %) que le reste des pourcentages, comme le montre la figure 2.

-Quant au tableau 3: il montre l'âge du patient et le pourcentage, car nous notons que le groupe d'âge du patient entre (20-40) est le plus élevé en pourcentage, où

Le pourcentage a été estimé à (47 %) du nombre total de patients (Fig. 3).

-Dans le tableau 4, l'activité administrée au patient et la dose efficace pour les patients qui ont subi un examen de la thyroïde sont indiquées comme la valeur moyenne de l'activité donnée est (201MBq)

Qui variait entre (240,5-170,2) et la valeur de la dose efficace moyenne (2,61 msv) et variait entre (2,21-3,13) msv selon le genre, et la valeur de l'écart type était de 0,23 msv.

La figure 4 montre la corrélation entre l'activité (mCi), la dose efficace (mSv) et le sexe, car nous notons que la quantité d'activité injectée aux femmes est inférieure à celle des hommes.

-Le tableau 5 montre l'activité administrée (mCi), (MBq) et la dose efficace (mSv) pour les patients selon l'âge et la relation entre eux, car la valeur moyenne de l'activité donnée est (203MBq), qui variait entre (236,8-185MBq), et nous avons constaté que la tranche d'âge comprise entre (80-61) ans est la plus élevée parmi les autres âges des patients par rapport à l'activité qui leur est donnée.

Nous constaterons que l'âge est affecté par l'activité et la dose efficace avec l'âge, à mesure que l'âge du patient augmente, l'activité et la dose efficace augmentent, comme le montre la (Fig. 5).

-Le tableau 6 montre : la relation entre l'activité en mci, MBq, la dose efficace (msv) et le poids du patient, car la valeur de l'activité injectée avec une moyenne est de

(203,7 MBq) car elle variait entre (237 - 177) et la dose efficace moyenne (2,64 msv) variait entre (3,08 et 2,3 msv).

Comme (Figure 6) montre que les valeurs de la dose efficace et de l'activité augmentent avec l'augmentation du poids, c'est-à-dire que lorsque le poids du patient augmente, la quantité d'activité injectée augmente, et avec elle la quantité de dose efficace augmente.

-Le tableau 7 montre l'activité donnée en (mci) et (MBq) et la dose efficace en (msv) par rapport au temps (temps de balayage), où l'on remarque comme le montre la (Figure 7) que l'activité diminue avec le temps, c'est-à-dire, plus le moment de l'analyse diminue l'efficacité de l'activité, ce qui explique la relation entre le temps et l'activité

**Étant donné que la scintigraphie de la glande thyroïde implique une irradiation directe de certains organes internes sensibles aux rayonnements chez le patient, les doses de surface pour certains organes ont été estimées comme indiqué dans les tableaux (5,6,7) «Là où cela s'explique facilement en raison de l'utilisation du technétium radioactif (Tc-99m) au lieu de l'iode (I123), qui se concentre uniquement sur la glande thyroïde, au contraire, le "Tc-99m" qui se concentre sur tous les organes et est utilisé dans les applications polyvalentes, de sorte que tous les organes sont absorbés par la substance radioactive adjacente (Tc-99m).

-De plus, le technétium (tc-99m) a une demi-vie courte d'environ (6 heures), ce qui signifie qu'il se décompose rapidement et que sa radioactivité diminue avec le temps, contrairement à l'iode (I123), qui a une demi-vie d'environ (13 heures), ce qui signifie que sa radioactivité diminue de moitié toutes les 13 heures.

Conclusion :

Cette étude vise à mesurer l'exposition du patient lors du dépistage thyroïdien à l'aide d'un analogue radioactif (Tc-99m). Cette étude a été menée sur 15 patients sous examen thyroïdien. Au service de médecine nucléaire, Ouargla, des données ont été recueillies pour son étude, y compris l'âge et le genre. Longueur, poids, matières radioactives utilisées (Tc-99m) pour les essais et demi-vie. L'âge moyen était de 41 ans, le poids moyen était de 63,3 kilogrammes, tandis que l'activité moyenne injectée était comprise entre (4,6mci/6,5) et la dose efficace moyenne était comprise entre $2,65 + 0,20$ msv. Les données recueillies ont été analysées par Excel et le groupe d'âge et de poids du programme d'analyse statistique et le temps de dépistage sont des facteurs affectant l'activité et la dose efficace du patient, c'est-à-dire que l'exposition est plus grande dans la catégorie plus ancienne, Il a également expliqué que le dépistage thyroïdien est plus fréquent chez les femelles mâles.

Conclusion générale

L'utilisation de substances radioactives à des fins médicales offre de nombreux avantages, tels que la détection précoce des maladies et la fourniture d'informations de diagnostic précises pour un traitement efficace. Cependant, toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour réduire les risques associés à l'exposition aux radiations.

L'examen de la glande thyroïde est une procédure de diagnostic courante dans le monde entier, plus fréquente chez les femmes que chez les hommes. Cette étude mesure l'exposition des patients lors de l'examen de la glande thyroïde à l'aide de technétium 99m. La quantité d'activité utilisée dans la concentration est transférée à la glande thyroïde, et une petite quantité est transférée à d'autres tissus, puis excrétée dans l'urine. Le régime alimentaire, l'âge, le poids du patient et le moment de l'examen peuvent influencer l'activité et la dose efficace.

Un protocole d'activité plus élevé a été utilisé pour réduire le temps d'imagerie et donner des images de haute qualité. Des normes de sécurité satisfaisantes et des bonnes pratiques de travail doivent être établies.

En général, l'avenir des matières radioactives dans le diagnostic médical est prometteur grâce aux recherches en cours et aux avancées technologiques qui visent à développer de nouveaux médicaments radiopharmaceutiques avec des propriétés améliorées et une demi-vie courte, ainsi que des applications diverses pour différents diagnostics.

Bibliography

- [1] Belhadj-Tahar, H., & Darbieu, M. H. (2003). Application de la chimie de coordination du technétium 99 dans le domaine de la biologie et de la médecine. *Actualité Chimique*, (11/12), 57-63.
- [2] [3] KITS, M. O. TECHNETIUM-99m RADIOPHARMACEUTICALS: MANUFACTURE OF KITS.
- [3] KITS, M. O. TECHNETIUM-99m RADIOPHARMACEUTICALS: MANUFACTURE OF KITS.
- [4] D'UN ACTE, D. M. N. (2006). FICHE RADIOPROTECTION.
- [5] Belhadj-Tahar, H., & Darbieu, M. H. (2003). Application de la chimie de coordination du technétium 99 dans le domaine de la biologie et de la médecine. *Actualité Chimique*, (11/12), 57-63.
- [6] DESUZINGES, D. (2000). Les radiopharmaceutiques et la radiopharmacie: aspects réglementaires et techniques. *Mémoire de l'école nationale de santé publique–section Pharmacien inspecteur de santé publique*. P2-32.
- [7] Amamra, S., Boukerroui, A., & Asma, Z. (2015). *Préparation et contrôle de Qualité des médicaments radiopharmaceutiques de 99 Tc* (Doctoral dissertation, Université Abderrahmane Mira-Bejaia)
- [8] E-BAYT.COM, e. p. (2017, 02 02). *la scintigraphie*. Consulté le 05 20, 2023, sur docteurkhelif.fr: <https://www.docteurkhelif.fr/explorations-pack/scintigraphie.html>
- [9] *Scintigraphie*. (2023, 05 08). Retrieved 05 10, 2023, from wikipedia: <https://fr.wikipedia.org/wiki/Scintigraphie>
- [10] *Technétium*. (2023, 05 02). Retrieved from techno-science.net: <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Technetium-page-4.html>
- [11] Canadian Nuclear Safety Commission. (2006). General Nuclear Safety and Control Regulations. *Canada Gazette*, (Part II), 1127-1169.
- [12] Khalil, M. (Ed.). (2010). *Basic sciences of nuclear medicine*. Springer Science & Business Media.
- [13] Buscombe JR. Nuclear medicine in the management of thyroid cancer. *J Endocrinol Invest*. 2002; 25(1):39-45
- [14] National Cancer Institute. (2021). Thyroid Cancer Treatment (Adult) (PDQ) – Health Professional Version. [<https://o-trim.co/rle> la visite 2023/3/25
- [15] American Thyroid Association. (2021). Radioactive Iodine (I-131) Therapy. [<https://www.thyroid.org/radioactive-iodine/>] la visite 2023/3/25

Abstract

The use of radioactive substances for medical purposes offers many advantages, such as early disease detection and providing accurate diagnostic information for effective treatment. However, all necessary precautions must be taken to reduce the risks associated with radiation exposure.

Thyroid gland examination is a common diagnostic procedure worldwide, more frequent in women than in men. This study measures a patient's exposure during a thyroid gland examination using Technetium 99m(Tc-99m), The amount of activity used in concentration is transferred to the thyroid gland, and a small amount is transferred to other tissues, and then excreted in urine. The patient's diet, age, weight, and the timing of the examination can affect activity and effective dose.

A higher activity protocol has been used to reduce imaging time and provide high-quality images. Satisfactory safety standards and good working practices must be established.

Overall, the future of radioactive materials in medical diagnostics is promising, thanks to ongoing research and technological advances aimed at developing new radiopharmaceutical drugs with improved properties and short half-lives as well as various applications for different diagnoses.

Key words: radioactives substances- thyroid gland examination- technéuim-99m – effective dose- activity-safety standards.

Résume:

L'utilisation de substances radioactives à des fins médicales offre de nombreux avantages, mais des précautions doivent être prises pour minimiser les risques d'exposition aux radiations.

L'examen de la glande thyroïde est une procédure courante utilisant le technétium 99 m

(Tc-99m), mais l'activité et la dose efficace peuvent être influencées par le régime alimentaire, l'âge, le poids et le moment de l'examen. L'utilisation d'un protocole d'activité plus élevé pour une imagerie plus rapide et de haute qualité nécessite des normes de sécurité et des bonnes pratiques de travail établies. Les recherches en cours et les avancées technologiques offrent un avenir prometteur pour les matières radioactives dans les diagnostics médicaux avec des médicaments radiopharmac eutiques améliorés, une demi-vie courte et des applications diverses pour différents diagnostics.

Mots clés ; substances radioactives- examen de gland de thyroïde –dose efficace-technétium-99m –pidodset age- ativité –normes des sécurité .

ملخص

يتمتع استخدام المواد الإشعاعية في الطب بالعديد من المزايا، مثل الكشف المبكر عن الأمراض وتوفير معلومات تشخيصية دقيقة لعلاج فعال. ومع ذلك، يجب اتخاذ كل الاحتياطات اللازمة لتقليل المخاطر المرتبطة بالتعرض للإشعاع.

فحص الغدة الدرقية هو إجراء تشخيصي شائع في جميع أنحاء العالم، بشكل أكبر بين النساء من الرجال. يقيس هذا الفحص تعرض المرضى عند فحص الغدة الدرقية باستخدام التكنيشيوم 99 (Tc-99m)، يتم نقل كمية النشاط المستخدمة في التركيز إلى الغدة الدرقية، وتنتقل كمية صغيرة إلى أنسجة أخرى ثم تخرج في البول. يمكن للنظام الغذائي والعمر والوزن ووقت الفحص التأثير على النشاط والجرعة الفعالة.

تم استخدام بروتوكول بنشاط أعلى لتقليل وقت التصوير وتوفير صور عالية الجودة. يجب وضع معايير أمان مرضية والتقيد بالممارسات الجيدة في العمل.

بشكل عام، يعد مستقبل المواد الإشعاعية في التشخيص الطبي واعداً بفضل الأبحاث المستمرة والتقدم التكنولوجي المستمر الذي يهدف إلى تطوير أدوية جديدة لتحديد وظائف الأعضاء باستخدام الإشعاع بما يكفل الدقة والتأثير المحدود.

الكلمات المفتاحية: المواد المشععة – فحص الغدة الدرقية – التكنيشيوم 99 – الجرعة الفعالة – العمر والوزن – النشاط – معايير الأمان.