

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT



كلية العلوم

Faculté des SCIENCES

Département : Sciences de la Matière

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la matière

Filière : Physique

Option : Physique médicale

Présenté par :

M^{lle} Boussebia Maria Rabab

THEME

Évaluation de l'exposition de l'accompagnateur du patient après le traitement à l'iode 131

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

Mr. Ferhat Mahmoud	Maitre conférence A	Président
Mr. Zerguini Hocine	Maitre assistant A	Examineur
Mr. Redjem Fethi	Maitre assistant A	Examineur
Mme. Aissous Basma	Maitre assistant A	Rapporteur
Melle.BendibNerimene	physicienne médicale	Co-encadreur
	CHU Constantine	

Année Universitaire 2018- 2019

Remerciement

*Au nom du dieu le clément et le miséricordieux « **ALLAH** » le tout puissant.*

*Je remercie madame **AISSOUS BASMA** maitre assistante à l'université de Laghouat d'avoir accepté de m'encadrer ainsi que pour ses précieux conseils, ses encouragements tous au long de ce travail.*

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail en acceptant de l'examiner et l'enrichir par leurs suggestions.

Mes remerciements le plus sincères à :

- *Mon Co-encadreur Mlle **BENDIB NERIMENE** physicienne médicale au **CHU BEN BADIS** à Constantine pour son aide et pour avoir suivie de près la réalisation de ce travail.*
- *Aux physiciennes Mlle **MOUMENI HASNA** et Mme **SAADI ASMA** pour leurs aides, leurs gentillesse et leur soutien morale.*
- *Au médecin chef Mme **KEGHOUCHE SIHEM** pour sa sympathie.*
- *À monsieur Dr. **MANSOURI FAROUK** pour sa disponibilité et son aide durant la pratique de ce travail.*
- *À monsieur **KAMAL BOURIO** directeur de la cité d'elkhroub et à tout le personnel de **CHU BEN BADIS** à Constantine.*

Je remercie très chaleureusement :

*Monsieur **FERHAT MAHMOUD** professeur à l'université de Laghouat pour me faire l'honneur de présider le jury de la soutenance*

*Monsieur **ZERGUNI HOUICINE** maitre-assistant et chef de spécialité de la physique médicale à l'université de Laghouat pour ses efforts déployés pour la réussite de notre spécialité*

*Monsieur **REDJEM FATHI** maitre-assistant à l'université de Laghouat pour ses conseils et ses encouragements*

Je remercie encor tous mes enseignants durant les années de mes études.

Mes dernières gratitudes et non les moindres vont aux ceux qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce projet de fin d'étude.

Dédicace :

*Merci à **Allah** le tout puissant qui a guidé mes pas depuis l'aube de ma vie.*

Je dédie ce travail en témoignage de mon amour à toute personne souffrant du cancer.

Je dédie ce mémoire :

*A la source de mes efforts, celui qui est toujours sacrifié pour me voir réussir, mon père **BACHIR BOUSSEBIA** et à la lumière de mes jours maman **BAGUI FATIMA**.*

*A mon soutien morale et source de joie ma sœur **ANFEL**, à mes adorables sœurs **KHAOULA** et **RAGHAD** et à mon sourire, mon frère **OUHAID MOUHAMED AMINE**.*

*A la mémoire de ma très chère grand-mère maternelle **MIRA** que dieu vous garde près de lui dans son vaste paradis.*

*A ma grand-mère paternel **OUM ELKHAIR** pour son amour et prière puisse dieu le tout puissant vous procure la santé.*

A tous mes oncles et tantes, cousines et cousins.

*A mes amies **KHALDIA, FATNA, KHAOULA, ALJA, HOUDA, HANAN, FATIHA, ASMA, HALIMA, MANEL, HADJER, KHADHRA, FATIMA, DJAMILA, KHAOUTER**.*

*A mes fidèle amies : **FATIMA CHATI, SIHEM SAAID, GUERBATI ROUMAISSA**, merci pour votre aide et encouragements.*

A tous ceux qui par un mot m'ont donné la force de continuer.

BOUSSEBIA MARIA

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Table des matières

Liste des figures

Liste des Tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale

Chapitre I : Rappel physique

Introduction	1
I.1 Définition de la radioactivité	2
I.1.2 Types de radioactivité.....	2
I.1.2.1 Radioactivité naturelle.....	2
I.1. 2.2 Radioactivité artificielle.....	2
I.1.3 lois de la radioactivité.....	3
I.1.3.1. Décroissance radioactive.....	3
I.1.3.2. Activité nucléaire.....	4
I .1.3.3.Activité cumulée.....	4
I.1.3.4. Période effective T_{eff}	5
I .1.3.4.1. Période physique (période radioactive) T_{phy}	5
I .1.3.4.2. Période biologique T_b	5
I .1.4 Rayonnements ionisants.....	6
I.1.4.1. Rayonnement alpha (α).....	6
I .1.4.2. Rayonnement β	6
I .1.4.2.1. Rayonnement β^-	6
I .1.4.2.2. Rayonnement β^+	7
I .1.4.3. Rayonnements Electromagnétiques gamma et X	7

I .2.1 Classification des rayonnements ionisants :	8
I .2. 1.1 Rayonnements directement ionisants	8
I .2.1.2 Rayonnements indirectement ionisants.....	8
I .2.2 Interaction photons-matière	8
I .2.2.1. Types d'interactions photoniques dans la matière	8
I .2.2.1.1. Effet photoélectrique	9
I .2.2.1.2. Effet Compton.....	10
I.2.2.1.3. La production de paire	10
I.2.3 Interaction des particules chargées avec matière.....	11
I.2.3.1 Interactions des électrons avec la matière.....	11
I.2.3.1.1 Phénomènes d'excitation	11
I.2.3.1.2 Phénomènes d'ionisation.....	12
I.2.3.1.3. Phénomène de freinage	12
I.3.1 Grandeurs dosimétriques.....	13
I.3.1.1 Transfert linéique d'énergie (TEL)	13
I.3.1.2 KERMA.....	13
I.3.1.3. La dose absorbée	13
I.3.1.4. Débit de dose absorbée.....	14
I.3.1.5. Dose équivalente	14
I.3.1.6 Dose efficace.....	15
I.4 Caractéristiques générales des détecteurs de Rayonnement.....	16
I.4.1 Principe de détection des rayonnements ionisants.....	16
I.4 2.1 Détecteurs à Scintillation	17
I.4 2.2 Détecteurs à gaz	17
I.4.2.2.1 La chambre à ionisation.....	17

Chapitre II : Généralités en Médecine Nucléaire

Introduction.....	19
II.1. Radiothérapie vectorisée	19
II.1.2.1.Radiothérapie métabolique	19
II.3 Radio-pharmaceutique	20

II.3.1 iode 131radioactif	20
II .4 scintigraphie thyroïdienne	21
II.4.1Gamma camera	21
II.5 Rappel anatomique, Physiologique, Pathologique :.....	22
II.5.1 Définition de la glande thyroïde	22
II.5.2 Anatomie de la thyroïde	22
II.5.3 Physiologie de la glande thyroïde	23
II.5.4 Pathologie anatomique :.....	24
II.5.4.1 Le nodule thyroïdien	24
II.5.4.2 Le goitre thyroïdien	25
II.5.5 Pathologie physiologique.....	25
1. Hypothyroïdie	25
2. Hyperthyroïdie.....	26
II.5.6 Pathologie Histologique	26
II.5.6.1. Cancer de la thyroïde	26
II.5.6.2 Définition du cancer de la glande thyroïde	26
II.5.7 Les traitements du cancer de la glande thyroïde.....	26
II.5.7.1 traitement chirurgical	27
II.5.7.2 traitement par l'iode radioactif (IRA thérapie)	27
II.6.1Définition de la radioprotection	28
II.7.Types d'exposition et contamination.....	28
II.7.1.1 exposition externe	28
II.7.1.2 exposition interne	28
II.7.2 Contamination	28
II.8 Les effets biologiques des rayonnements	29
II. 8.1 effets déterministes	29
II. 8.2 effets stochastiques	29
II.9 Principes fondamentaux de la radioprotection	30
II.9.1 justification	30
II.9.2 optimisation	30
II.9.3 limitation des expositions individuelles	30

II.10 Valeurs limites d'exposition et catégories de personnels exposés	30
II.10.1 Catégorie A	31
II.10.2 Catégorie B	31
II.11 Moyens de protection lors d'une mesure.....	31
II.12 Facteurs de protection	32
II.12.1 Temps.....	32
II.12.2 Distance	33
II.12.3 Les écrans.....	33
II.13 Consignes de radioprotection poste ira thérapie CHU Constantine	34

Chapitre III : Partie Pratique: Mesures et Discussions

Introduction.....	36
Matériels et méthodes	36
III.1. Matériels	36
III.1.1 .L'Activimètre	36
III.1.2 Le radiomètre	37
III.2.1Préparation du patient	38
a) Optimisation du traitement	38
b) Le jour du traitement.....	38
III.2.2Méthode du calcule :.....	40
1-Le débit de dose	40
2-L'activité résiduelle	41
3-La radioprotection de l'accompagnateur du patient.....	42
III.3.Résultat et discussions	45
Conclusion.....	50

Conclusion générale

Liste des références

Résumé

Liste des figures

Figure (I-1) : Courbe de décroissance radioactive.....	3
Figure (I-2) : Différents types de rayonnements radioactifs (gamma, bêta +, bêta -, alpha et rayons X) utiles en médecine nucléaire.....	6
Figure (I-3) : Effet photoélectrique.....	9
Figure (I-4) : Effet Compton.....	10
Figure (I-5) : Création de paire.....	10
Figure (I-6) : Rayonnement pénétrant et non pénétrant	11
Figure (I-7) : Phénomène excitation.....	12
Figure (I-8) : Phénomène d'ionisation.....	12
Figure (I-9) : Schéma de production de rayonnement de freinage (bremsstrahlung).....	13
Figure (I-10) : Schéma d'un détecteur de rayonnement	16
Figure (I-11) : Chambre plans parallèles.....	17
Figure(II.1): Capsule d'iode ¹³¹ (CHU Constantine)	20
Figure (II.2) : Scintigraphie thyroïdienne normale.....	21
Figure(II.3): Principe de fonctionnement de la gamma-caméra.....	22
Figure (II.4) : Représentation schématique de la thyroïde.....	22
.Figure (II.5) : Représentation schématique l'anatomie de la thyroïde	23
Figure (II.6) : Mécanisme de régulation de l'activité thyroïdienne.....	24
Figure(II.7): Les types d'expositions radioactives.....	29
Figure (II.8): Tablier plombé (CHU Constantine)	31
Figure (II.9) : Protège thyroïde (CHU Constantine)	31
Figure (II.10) : Dosimètre (CHU Constantine)	32
Figure(III. 1) : Activimètre	36
Figure(III.2): Détecteur à chambre d'ionisation pressurisée (radiomètre) Modèle 451P	38
Figure (III.3) : Calibration de l'iode ¹³¹ (CHU Constantine)	39
Figure (III 4) : Mesure de débit de dose à l'aide d'un radiomètre avec un support (CHU Constantine)...	40
Figure (III.5) : Courbe représentative de l'activité résiduelle de chaque patient	47

Figure(III.6) : Dose cumulée par l’accompagnateur en fonction de distance
patient (N⁰ 234/2018) – accompagnateur 49

Figure(III.7) : Dose cumulée par l’accompagnateur en fonction de distance
patient (N⁰ 68/2009)- accompagnateur..... 49

Liste des Tableaux

Tableau (I.1) : Facteurs de pondération pour les tissus	15
Tableau (III.1) : résultat des débits de doses mesurés quotidiennement et les débits de doses calculés à 72h pour 24 patient.	45
Tableau (III.2) : les activités résiduelles calculées pour les 24 patients.....	46
Tableau (III.3) : variation de la dose cumulative reçue par les accompagnateurs en fonction de la distance.....	48

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN :	Acide Désoxyribonucléique
Bq :	Becquerel
Ci :	curie
CIPR :	Commission Internationale de Protection Radiologique
D :	Dose absorbée
$\dot{D}$:	Le débit de dose absorbée
Gy :	Gray
HT :	Hormones thyroïdiennes
J:	JOULE.
keV :	Kilo Electron Volt
KERMA :	kinetic energy released per unit of mass
Kg :	Kilo grame
MBq.h:	Mega Becquerel. heure
MeV :	Mega Electron Volt
mci :	Milli curie
mSv :	Milli sievert
Rad:	Radiation absorbed dose
Rem :	Röntgen equivalentman (équivalent-homme du röntgen)
Sv :	Sievert
SPECT:	Single Photon Emission Computed Tomographs
SPECT-CT:	Single Photon Emission Computed Tomographs - Computed Tomography

T_{eff} :	période effective
T_{Bio} :	période biologique
T_{phy} :	période physique
TEL :	transfert d'énergie linéaire
T3 :	triiodothyronine
T4 :	thyroxine
TRH :	thyroid releasing hormon
TSH :	thyroid stimulating hormone

Introduction générale

Introduction générale

La médecine nucléaire couvre le champ d'une pratique médicale utilisant les ressources de la science physique, ses machines et ses produits pour agir dans un but à la fois diagnostique et thérapeutique. elle utilise une source radioactive non-scellée, ce traitement est dit aussi iode radioactif 131, la source radioactive est administrée par voie orale sous forme d'une gélule, ce qui rend le patient par la suite radioactif ou plutôt une source de rayonnements. Pour ces raisons le patient doit être hospitalisé jusqu'à la décroissance et la désintégration radioactive.

Le travail avec les matières radioactives peut causer une exposition supplémentaire chez les travailleurs, en plus de l'exposition naturelle. Pour contrôler cette exposition et réduire les risques de contamination des personnes travaillant avec des matières radioactives, et le public avec le patient, et pour protéger ce dernier les expositions doivent demeurer inférieures à 1 mSv en dose efficace.

L'objectif de ce travail est de protéger l'accompagnateur du patient des radiations émises par le patient lors de sa sortie de l'hôpital, et connaître les précautions pour que la dose cumulée chez l'accompagnateur n'atteigne pas 1mSv/an

Pour atteindre les objectifs fixés et faire état du travail bibliographique et mes études, je présente ce mémoire subdivisé en trois chapitres, chaque chapitre aborde une thématique bien définie dont l'organisation est la suivante :

Le premier chapitre rappelle les notions fondamentales de la physique médicale dans le domaine de la médecine nucléaire. Il s'attache essentiellement à l'étude théorique des radioactivités naturelles et artificiels et l'application des lois de la radioactivité dans la médecine nucléaire, Il se concentre également sur les rayonnements et leurs interactions avec la matière et les différents processus physiques qui interviennent ; ainsi une description générale sur les grandeurs et les unités dosimétriques utilisés dans ce domaine et en fin une description des détecteurs utilisés dans notre étude.

Le second chapitre j'ai insisté sur les rappels anatomiques, physiologique et pathologique Les différentes étapes du traitement du cancer de la glande thyroïde,est consacré à définir la radioprotection en médecine nucléaire et à citer les Principes fondamentaux de la radioprotection

et les moyens de radioprotection en radio pharmacie comme J'ai abordé les valeurs limites d'exposition et catégories de personnels exposés.

Le troisième chapitre est réservé à la partie expérimentale de mon travail et à l'interprétation des résultats obtenus, à travers la définition des Appareils utilisé et l'explication de la méthode de travail. Enfin, une conclusion décrit le travail effectué et les résultats obtenus.

Les travaux de recherche menés au cours de cette thèse ont été effectués dans le service de la médecine nucléaire de CHU Constantine.

Chapitre I : Rappel physique

Introduction

La radioactivité fut découverte en 1896 par Henri Becquerel, qui a constaté que les sels d'uranium imprimaient une plaque photographique protégée de toute lumière. Cette expérience lui permit de mettre en avant que l'uranium émet un rayonnement spontané qu'il nommait « rayons uraniques » [3].

Parallèlement, en 1895 Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923) met au point un appareillage délivrant un rayonnement inconnu, qu'il appellerait rayon X, parce qu'il était indéterminable et original. Les rayons X présentent des propriétés analogues aux rayonnements découverts par Henri Becquerel mais les scientifiques ne font pas le lien immédiatement [8].

Les premiers éléments radioactifs naturels, le radium et le polonium, sont isolés en 1898 par Pierre Curie et son épouse Marie Sklodowska Curie. Suite à cette découverte, de nombreuses expériences ont été réalisées avec de l'uranium et du radium [8]. Marie Curie donna le nom de "radioactivité" à ce phénomène physique [3].

La découverte de la radioactivité artificielle en 1934 par Irène et Frédéric Joliot-Curie était à l'origine de l'émergence d'une discipline médicale nouvelle qui est la médecine nucléaire. Cette découverte a conduit à la production des isotopes radioactifs et leurs utilisations comme traceurs dans le domaine médical [2].

En 1937, John Livingood, Fred Fairbrother et Glenn Seaborg découvrent le Fer 59. Un an plus tard, John Livingood et Glenn Seaborg mettent au point la production d'Iode 131 et de Cobalt 60. Ces trois isotopes sont encore aujourd'hui utilisés en médecine nucléaire et en radiothérapie.

Le Technétium 99, dont le nucléide métastable 99m est devenu l'isotope artificiel le plus important en imagerie, est découvert en 1937 par Emilio Segrè

En 1938, Saul Hertz, Arthur Roberts et Robley Evans pratiquent les premières études sur la thyroïde en utilisant de l'Iode 131, et traitent en 1942 les premiers patients atteints d'hyperthyroïdie [3].

I.1 définition de la radioactivité

La radioactivité d'un élément est un phénomène de retour à l'équilibre. Elle se traduit par le passage d'un noyau de l'état instable à un état plus stable par désintégration spontanée, en libérant une quantité d'énergie sous forme de particules ou de rayonnements électromagnétiques [1]. Celle-ci est caractérisée par la nature des rayonnements émis, l'énergie transportée par ces rayonnements et la période de la transformation radioactive [2].

I.1.2 Types de radioactivité

I.1.2.1 La radioactivité naturelle :

Dans la nature, la plupart des noyaux d'atome sont stables. Cependant, certains atomes ont des noyaux instables. Les noyaux d'atomes se transforment spontanément en d'autres noyaux d'atomes radioactifs ou non. Il existe deux grands groupes de radionucléides naturels.

➤ Radionucléides d'origine cosmique ou «cosmo nucléides ».

Les radionucléides d'origine cosmique se forment par l'action des rayons cosmiques sur des noyaux d'atomes présents dans notre environnement [1]. Ils sont composés essentiellement d'ions dépourvus de leurs électrons à cause de leur vitesse extrêmement élevée. Le passage des rayonnements cosmiques dans l'atmosphère crée des réactions nucléaires avec des éléments de l'atmosphère et engendre des isotopes radioactifs ou radionucléides cosmiques. On retrouve principalement ^3H , ^{14}C , ^7Be et ^{22}Na [5].

➤ Radionucléides terrestres ou «primordiaux».

Les radionucléides terrestres sont naturellement présents dans la croûte terrestre et dans l'atmosphère, on peut les trouver dans les sols, les roches, l'eau, les océans [5]. Il leur suffit d'une seule désintégration pour se transformer en noyaux stables. Mais trois d'entre eux ont un comportement particulier, il s'agit de l'Uranium 238, de l'Uranium 235 et du Thorium 232. Ces trois nucléides primordiaux, beaucoup plus lourds que les autres, nécessitent une longue série de désintégration avant d'aboutir à un noyau stable [1].

I.1. 2.2 La radioactivité artificielle :

La radioactivité artificielle est produite par l'activité humaine, les essais nucléaires militaires ont conduit à l'apparition dans l'environnement à l'échelle mondiale de nombreux radionucléides, surtout des produits d'activation et de fission ainsi que des radionucléides transuraniens. Aujourd'hui on retrouve essentiellement ^{137}Cs comme émetteur dans l'environnement dû aux essais militaires. Les accidents nucléaires atmosphériques ont aussi

contribué à l'apparition de la radioactivité artificielle dans l'environnement, le plus important est l'accident de Tchernobyl, dont les rejets de ^{137}Cs [3].

I.1.3 Les lois de la radioactivité

I.1.3.1. La décroissance radioactive

La désintégration radioactive est un processus aléatoire. La probabilité qu'un atome se désintègre pendant le temps dt est donnée par λdt où λ est la constante de proportionnalité connue sous le nom de désintégration constante. Dans un système où il y'a $N(0)$ d'atomes présents initialement, le nombre de atomes en décomposition dans le temps dt est donné par la relation (I.1).

$$dN = -\lambda N dt \quad (\text{I.1})$$

La loi de décroissance radioactive **figure (I-1)** peut être déterminée au moyen de l'équation (I.2).

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad (\text{I.2})$$

$N(t)$: Nombre de noyaux au temps t

N_0 : Nombre de noyaux à l'instant initial

λ : C'est la probabilité pour qu'un noyau radioactif se désintègre par unité de temps

t : Temps

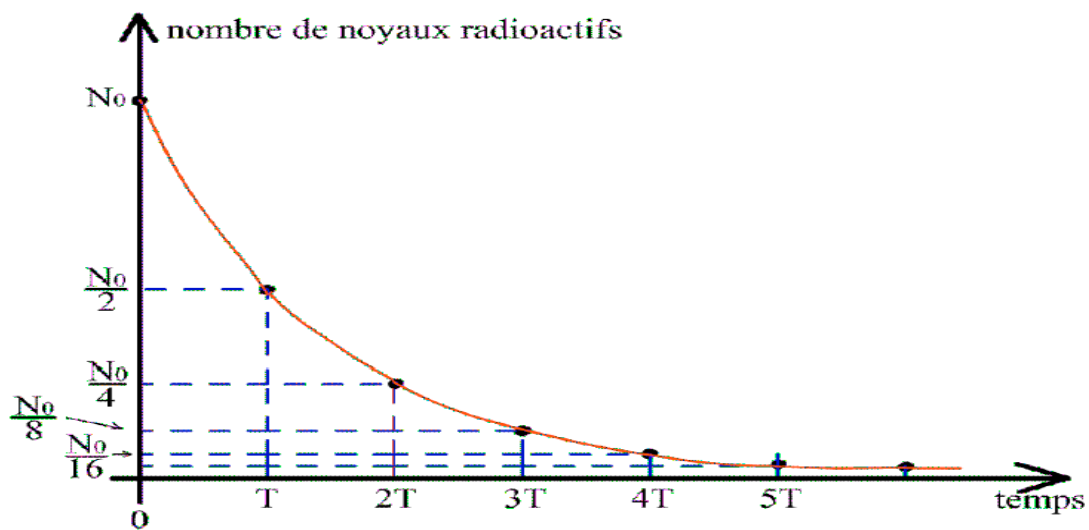


Figure (I-1) : Courbe de décroissance radioactive [1].

I.1.3.2. L'Activité nucléaire :

L'activité d'une source radioactive correspond au nombre de désintégrations par unité de temps [2], on peut la définir en utilisant la relation (I.3).

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N \quad (I.3)$$

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \quad (I.4)$$

$A(t)$: Activité de la source à l'instant t .

A_0 : Activité de la source à l'instant t_0 .

λ : Constante radioactive.

I .1.3.3. L'activité cumulée :

La dose absorbée dépend des mécanismes biologiques de fixation et d'élimination de la radioactivité dans les organes. Il est alors nécessaire de prendre en compte l'activité cumulée $\tilde{A}(r_s)$ qui représente le nombre de désintégrations nucléaires ayant eu lieu dans la source r_s pendant le processus d'exposition radioactive [6]. L'activité cumulée $\tilde{A}(r_s)$ se calcule en intégrant l'activité présente dans la source au cours du temps, elle s'exprime le plus couramment en MBq.h.

$$\tilde{A}(r_s) = \int_0^{\infty} A(r_s, t) dt \quad (I.5)$$

L'ancienne unité utilisée pour décrire l'intensité de la radioactivité dans un échantillon de matière, le curie est égal à 37 milliards (3.7×10^{10}) de désintégrations par seconde (Bq), ce qui correspond approximativement à l'activité de 1 gramme de radium. Une curie est également une quantité de tout radionucléide qui se désintègre à un taux de 37 milliards de désintégrations par seconde [7]. Lorsqu'une matière radioactive est présente dans un organisme vivant, la matière peut se déplacer d'un organe ou d'un emplacement particulier par deux mécanismes ; la désintégration radioactive normale et le transfert biologique [8]. La connaissance de la cinétique d'élimination d'un radionucléide permet de définir la période biologique T_{Bio} , qui combinée à la période physique T_{phy} , définit la période effective T_{eff} [9].

I.1.3.4. Période effective T_{eff} :

La période effective est exprimée en fonction de la période physique et de la période biologique. C'est le temps nécessaire pour que la radioactivité ait diminué de moitié dans l'organisme suite à son élimination et à la décroissance radioactive du radionucléide [2]. La période effective du radionucléide doit être longue dans la tumeur et courte dans les tissus normaux [9].

$$\frac{1}{T_{eff}} = \frac{1}{T_{phy}} + \frac{1}{T_{Bio}} \quad (I.6)$$

I .1.3.4.1. Période physique (période radioactive) T_{phy} :

La période physique est le temps (T) au bout duquel le nombre de noyaux est divisé par deux [1]. Elle peut être déterminée en utilisant l'équation (I.7).

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow T = \frac{\ln(2)}{\lambda} \quad (I.7)$$

I .1.3.4.2. Période biologique T_b :

La période biologique est le temps au bout duquel la moitié d'une quantité ingérée ou inhalée a été éliminée de l'organisme par des processus purement biologiques, par exemple, une excrétion, une excrétion urinaire [2]. La période biologique varie pour chaque organe en fonction de son métabolisme. Elle est également dépendante de la personne contaminée ou traitée. Cette notion montre que la radio toxicité ne dépend pas seulement de critères physiques comme la période et le type d'émission du radionucléide. En radiothérapie vectorisée, la fixation du vecteur, sa bio distribution, sa cinétique d'élimination dépendent du vecteur lui-même, de la dose administrée et de la variation de l'expression des récepteurs au niveau de la tumeur [9].

I .1.4 Les rayonnements ionisants :

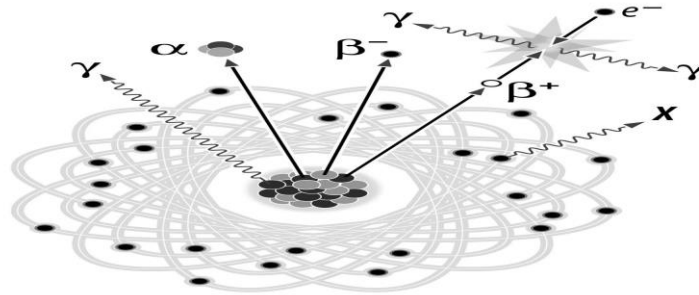
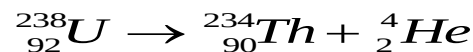
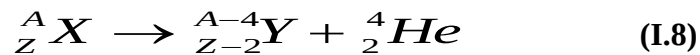


Figure (I-2) : Différents types de rayonnements radioactifs (gamma, bêta +, bêta -, alpha et rayons X) utiles en médecine nucléaire [12]

I.1.4.1. Le rayonnement alpha (α)

Correspond à la production spontanée d'une particule lourde constituée d'un noyau atomique formé de deux protons et de deux neutrons et qui est en fait un noyau d'hélium [8].



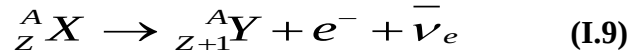
Le rayonnement α interagit principalement avec les cortèges électroniques des atomes cibles et aboutit à l'excitation et à l'ionisation de la matière qu'il traverse. Il y a naissance de rayonnements secondaires. Le parcours de ce rayonnement dans l'air ne dépasse pas quelques centimètres et le rayonnement est facilement arrêté par une feuille de papier ou par la peau. Les émissions de ce type surviennent, entre autres, lors de la désintégration du Radon 222, de l'Uranium 238 ou du Plutonium 239 [10].

I .1.4.2. Le rayonnement β

L'émission bêta est un type de désintégration radioactive au cours de laquelle une particule beta (un électron ou un positron) est émise. On parle de désintégration bêta moins ou bêta plus selon que c'est un électron ou un positron qui est émis [1].

I .1.4.2.1. Le rayonnement β^-

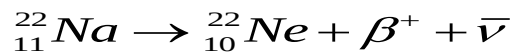
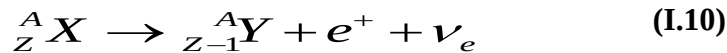
La radioactivité β^- survient lorsqu'un noyau émet un électron négatif à partir d'un noyau radioactif. Cela se produit lorsque le nucléide a un excès de neutrons. Accompagnant la transformation d'un neutron en proton [7].



La particularité de ce rayonnement est qu'il provoque des ionisations et des excitations par Diffusion. Celui-ci est plus pénétrant (quelques mètres dans l'air ou quelques millimètres dans le corps humain) et par conséquent moins ionisant que le rayonnement α [10]. Ils génèrent également des radicaux libres conduisant à des réarrangements moléculaires. Ils présentent donc un potentiel destructeur assez important et certains isotopes sélectionnés pour leur énergie et leur demi-vie peuvent servir à la désagrégation localisée de cellules. Les émetteurs β^- sont donc utilisés à des fins thérapeutiques, en particulier en oncologie [8].

I .1.4.2.2. Le rayonnement β^+

Dans le cas d'un excès de protons, un proton se transforme en neutron avec émission d'un positon et d'un neutrino n, c'est l'émission β^+ .



Le positon émis s'annihile ensuite rapidement avec un électron négatif pour donner naissance à deux photons d'annihilation émis dans deux directions opposées [2].

I .1.4.3. Les Rayonnements Electromagnétiques gamma et X :

Ils sont constitués de photons énergétiques issus du noyau (gamma) ou des couches atomiques (X). Ce sont des rayonnements indirectement ionisants ayant un pouvoir de pénétration important (ils parcourent quelques centaines de mètres dans l'air et traversent les vêtements et le corps). Ils sont arrêtés ou atténués par des écrans protecteurs (épaisseur de béton, d'acier ou de plomb). Exemples d'émetteurs gamma : césium 137, iridium 192 [11]. On peut définir un rayonnement comme un mode de propagation de l'énergie dans l'espace sous forme de particules ou de photons. Quand les radiations frappent la matière sa entraîne des effets dus à la nature du rayonnement et à la composition du matériau. Le processus commence par le

transfert d'énergie du rayonnement aux atomes et molécules, (chauffage de la matière ou même modification sa structure). Si toute l'énergie du photon de bombardement est complètement transféré dans la matière, le rayonnement apparaîtra avoir été arrêté dans la matière irradiée ; Inversement, si l'énergie n'est pas complètement déposés dans la matière, l'énergie restante émergera comme si la question était transparente ou au moins translucide [12]

I .2.1 Classification des rayonnements ionisants :

I .2. 1.1 Les rayonnements directement ionisants

Les particules directement ionisantes déposent leur énergie dans le milieu par interactions coulombiennes avec les électrons des orbitales atomiques des atomes du milieu [13].

I .2.1.2 Les rayonnements indirectement ionisants

Les rayonnements indirectement ionisants déposent de l'énergie dans le milieu à travers un processus en deux étapes ; dans la première étape, une particule chargée est libérée dans le milieu (photons les électrons ou les positrons de libération, les neutrons libèrent des protons ou des ions plus lourds), au cours de la deuxième étape les particules chargées libérées déposent de l'énergie directement au milieu des interactions Coulombiennes avec les électrons orbitaux des atomes dans le milieu [14].

I .2.2 Interaction photons-matière

Quand les photons traversent la matière, ils interagissent avec les atomes. Le type d'interaction est en fonction de l'énergie des photons et le nombre atomique d'éléments composant la matière. Les photons voyageant dans la matière perdent leur énergie dans le milieu à travers trois processus différents : l'effet photoélectrique, l'effet Compton et la production de paires [15].

I .2.2.1. Types d'interactions photoniques dans la matière

Dans la pratique de la médecine nucléaire, où l'on utilise des rayons gamma dont les énergies se situent entre 50 keV et 550 keV, la diffusion de Compton est le type dominant d'interaction dans les matériaux dont le nombre atomique est inférieur, comme le tissu humain ($Z = 7,5$). L'effet photoélectrique est le type dominant d'interaction dans les matériaux dont le nombre atomique est plus élevé, comme le plomb ($Z = 82$). Un troisième type d'interaction des photons avec la matière, la production de paires, ne se produit qu'avec des énergies photoniques très élevées (supérieures à 1020 keV) et n'est donc pas important en médecine nucléaire clinique [12].

I .2.2.1.1. Effet photoélectrique :

Lors d'une interaction photoélectrique **Figure (I-3)**, le photon incident transmet tout son énergie à un électron fortement lié au noyau (d'une couche interne). Cet électron, appelé aussi photoélectron, est alors expulsé de l'atome avec une énergie cinétique [13]

$$E_c = h\nu - E_l \quad (\text{I.11})$$

E_l : est l'énergie de liaison de l'électron sur l'orbital atomique.

$h\nu$: est l'énergie du photon incident.

L'électron est éjecté de l'atome par cette énergie et commence à passer à travers la matière environnante. L'électron perd rapidement son énergie et ne se déplace qu'à une distance relativement courte de son emplacement d'origine. L'énergie du photon est donc déposée dans la matière près du site de l'interaction photoélectrique. L'énergie transfert est un processus en deux étapes :

La première étape : le photon transfère son énergie à l'électron.

La deuxième étape : Le dépôt de l'énergie dans la matière environnante par l'électron [8].

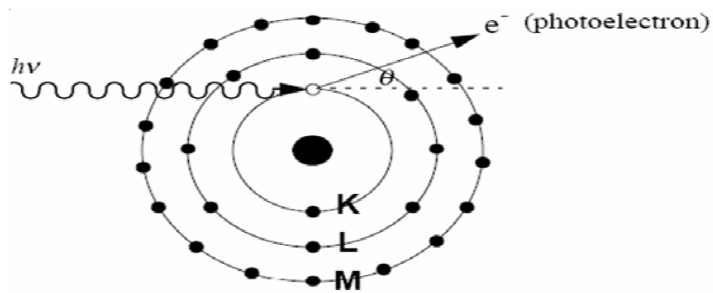


Figure (I-3) : Effet photoélectrique [18].

I.2.2.1.2. Effet Compton :

Une interaction Compton **Figure (I-4)** est une interaction dans laquelle seule une partie de l'énergie est absorbée et un photon est produit avec une énergie réduite. Ce photon quitte le site de l'interaction dans une direction différente de celle du photon d'origine [8].

L'effet Compton correspond à la diffusion d'un photon sur un électron du milieu au cours de laquelle le photon transfère une partie de son énergie à l'électron [16].

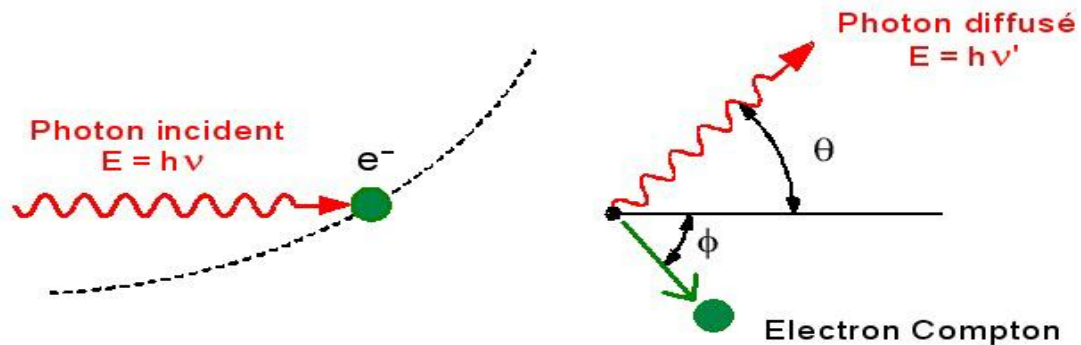


Figure (I-4) : Effet Compton [3].

I.2.2.1.3. La production de paire :

La création de paires **Figure (I-5)** est une interaction qui décrit la matérialisation d'un photon sous forme de paire (e^+ , e^-) lorsque le photon pénètre dans le champ électrique très intense qui règne au voisinage d'un noyau atomique. Ce phénomène n'est possible que si l'énergie du photon incident est supérieure à deux fois la masse au repos de l'électron ou du positon, soit 1,02 MeV [6]. Ces deux particules ont la même masse, chacune équivalant à une énergie de masse de repos de 0,511 MeV [8]. L'énergie restante est transmise aux particules secondaires sous forme d'énergie cinétique [6].

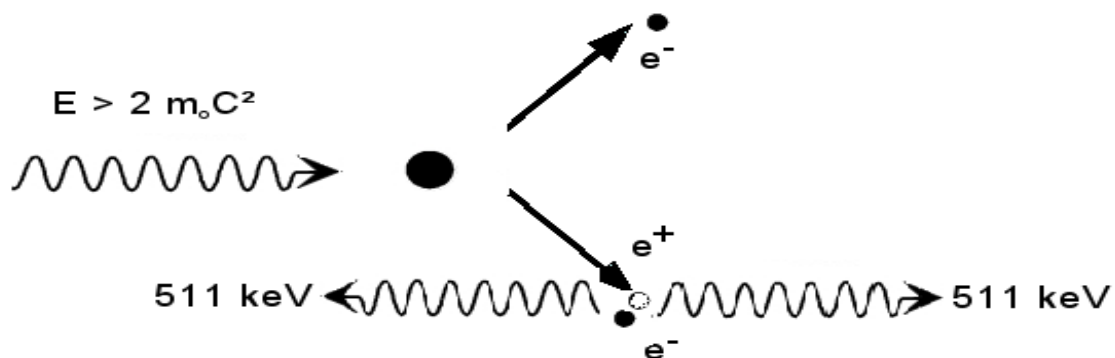


Figure (I-5) : Création de paire [15].

I.2.3 Interaction des particules chargées avec matière :

En raison de la force électrique forte entre une particule chargée et les atomes d'un absorbeur, les particules chargées peuvent être arrêtées par la matière avec relative facilité. Par rapport aux photons, ils transfèrent une plus grande quantité d'énergie sur une plus courte distance et se reposent plus rapidement. Pour cette raison ils sont appelés rayonnements non pénétrants contrairement à un photon de 100 keV, un électron de cette énergie pénétrerait moins de 0,00014 cm dans les tissus mous **Figure (I-6)** [12].

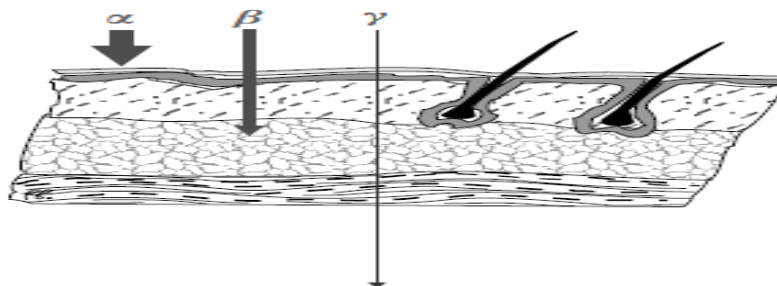


Figure (I-6) : Rayonnement pénétrant et non pénétrant [12].

I.2.3.1 Interactions des électrons avec la matière

Lorsqu'une particule chargée se déplace dans la matière, son champ Coulomb interagit avec les électrons et les noyaux des atomes du matériau cible [17]. Dans le cas d'une interaction « électron-électron », on parlera de collision. Il en existe deux types : l'**ionisation** et l'**excitation**, dans le cas d'une interaction « électron-noyau », on parlera de « **freinage** ou autre mot dit *bremsstrahlung* » [18].

I.2.3.1.1 Phénomènes d'excitation

Les particules chargées (alphas, bêtas et positrons) interagissent avec les électrons entourant le noyau de l'atome en transférant une partie de leur énergie cinétique aux électrons **Figure (I-7)**. L'énergie

transférée d'une particule de faible énergie est souvent suffisante pour faire passer un électron d'une enveloppe interne à une enveloppe externe de l'atome [12].

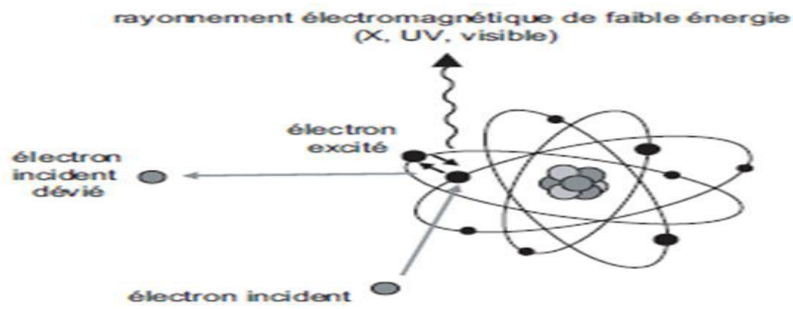


Figure (I-7) : Phénomène excitation [18].

I.2.3.1.2 Phénomènes d'ionisation

Les particules chargées d'une énergie suffisante peuvent également transférer suffisamment d'énergie à un électron (généralement un dans une enveloppe extérieure) pour éjecter l'électron de l'atome **Figure (I-8)**. Ce trou dans la coquille extérieure est rapidement rempli d'un électron non lié. Si un électron de la coquille interne est ionisé (ce qui est beaucoup moins fréquent), un électron de la coquille externe « tombera » dans le trou de la coquille intérieure et une radiographie caractéristique sera émise. L'ionisation ne se limite pas à l'interaction des particules et de la matière chargées [12].

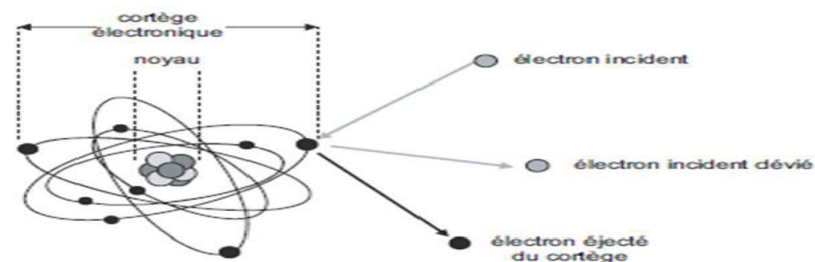


Figure (I-8) : Phénomène d'ionisation [18].

I.2.3.1.3. Phénomène de freinage

L'électromagnétisme classique montre que lorsqu'une particule de masse m et de charge z passe dans le voisinage du champ électromagnétique d'un noyau de charge Z , elle est déviée de sa trajectoire initiale en même temps qu'elle est freinée [19] **Figure (I-9)**. Cette interaction entraîne la diffusion d'électrons et la perte d'énergie de l'électron par la production de photons de rayons X (bremsstrahlung) [14].

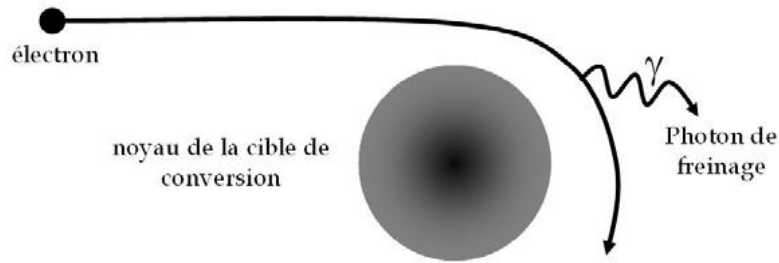


Figure (I-9) : Schéma de production de rayonnement de freinage (bremsstrahlung) [19].

I.3.1 Grandeurs dosimétriques

Unités utilisées en radioprotection permettent de quantifier la dose reçue et l'effet biologique produits par cette dose. Les grandeurs dosimétriques fournissent une mesure physique, en un point ou dans une région d'intérêt [2].

I.3.1.1 Transfert linéique d'énergie (TEL)

La vitesse à laquelle un électron transfère de l'énergie à un matériau est appelée **transfert d'énergie linéaire (TEL)**, et est exprimé en termes de quantité d'énergie par unité de distance parcourue. La valeur du TEL dépend de l'énergie cinétique (vitesse) de l'électron. Le TEL est généralement inversement lié à la vitesse de l'électron. Comme un électron de rayonnement perd de l'énergie, sa vitesse diminue, et la valeur du TEL augmente jusqu'à ce que toute son énergie soit dissipée [8].

I.3.1.2 KERMA

Le kerma (kinetic energy released per unit of mass) représente l'énergie moyenne transmise par les particules indirectement ionisantes aux particules secondaires directement ionisantes [13].

$$K = \frac{d\bar{E}_{tr}}{dm} \quad (I.12)$$

Elle s'exprime en J/kg ou Gy (1Gy = 1J/kg)

I.3.1.3. La dose absorbée

La dose absorbée D se définit comme la quantité d'énergie moyenne Communiquée par un rayonnement ionisant à une unité de masse du milieu :

$$D = \frac{dE}{dm} \quad (I.13)$$

dE : L'énergie absorbée.

dm : La masse dans un élément de volume.

Cette quantité s'exprime en Gray ($1\text{Gray} = 100\text{rads} = 1\text{joule.Kg}^{-1}$) et représente la moyenne des transferts d'énergie déposée au niveau de l'ensemble des tissus (Ou autre matériau) [20].

I.3.1.4. Débit de dose absorbée :

Le débit de dose absorbée, notée $\dot{D}$, est la dose absorbée par unité de temps.

$$\dot{D} = \frac{dD}{dt} \quad (\text{I.14})$$

Dans le système international, le débit de dose absorbée doit se mesurer en gray par seconde (Gy.s^{-1}) [2].

Si le débit de dose absorbée est constant dans l'intervalle de temps t , on peut écrire la relation [21].

$$D = \dot{D} \times t \quad (\text{I.15})$$

I.3.1.5. La dose équivalente

Est la quantité couramment utilisée pour exprimer l'impact du rayonnement sur les personnes exposées en milieu de travail ou dans l'environnement [8].

La dose équivalente $E = \sum_T W_T H_T$ dans un organe ou tissu T est la somme des doses absorbées dues à chaque type de rayonnement R , pondérées par un facteur, W_R , lié à la qualité du rayonnement [9].

$$H_T = \sum_R W_R \cdot D_{TR} \quad (\text{I.16})$$

H_T : Dose équivalente dans le tissu, ou l'organe T .

D_{TR} : Dose absorbée moyenne dans le tissu ou l'organe T due au rayonnement R .

W_R : Facteurs de pondération en fonction de la qualité des rayonnements [9].

L'unité de la dose équivalente est sievert (Sv). L'ancienne unité est le rem :

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem.}$$

La publication 60 de la CIPR a attribué à chaque type de rayonnement les facteurs de pondération W_R :

Pour les photons et les particules bêta $W_R=1$, pour les particules alpha $W_R=20$ et pour les neutrons W_R varie selon énergie [6].

I.3.1.6 La Dose efficace

La dose efficace E est la grandeur dosimétrique de radioprotection définie par la CIPR dans les publications 60.

La dose efficace, exprimée en Sievert (Sv), est la somme des doses équivalentes reçues au niveau des tissus les plus radiosensibles pondérée par un facteur W_T lié à la radiosensibilité propre du tissu ou de l'organe considéré [6].

$$E = \sum_T W_T H_T \quad (\text{I.17})$$

W_T : Facteur de pondération tissulaire.

H_T : Dose équivalente dans un tissu, ou un organe T.

Tableau (I-1) : *Facteurs de pondération pour les tissus, recommandés dans la publication 60 de la CIPR :[6]*

Organe	W_T CIPR 60
Gonades	0.20
Moelle osseuse (rouge), colon, poumons, estomac	0.12
Vessie, seins, foie, oesophage, thyroïde, tissus restants*	0.05
Peau, endosteum	0.01

I.4 Caractéristiques générales des détecteurs de Rayonnement

I.4.1 Principe de détection des rayonnements ionisants

Les rayonnements nucléaires sont généralement invisibles, la mise en œuvre des systèmes de détection à pour but la mise en évidence de l'existence du rayonnement ainsi que ses caractéristiques tel que :

- la nature de la particule.
- mesurer son énergie ou sa quantité de mouvement ou sa vitesse .

Le principe de base de la détection consiste à faire interagir la particule d'intérêt avec de la matière pour lui prélever l'ensemble ou une partie de son énergie initiale **Figure (I-10)** . Dans la plupart du temps cette énergie prélevée est transformée en un signal électrique qui va être ensuite utilisé pour obtenir toutes les informations sur le rayonnement.

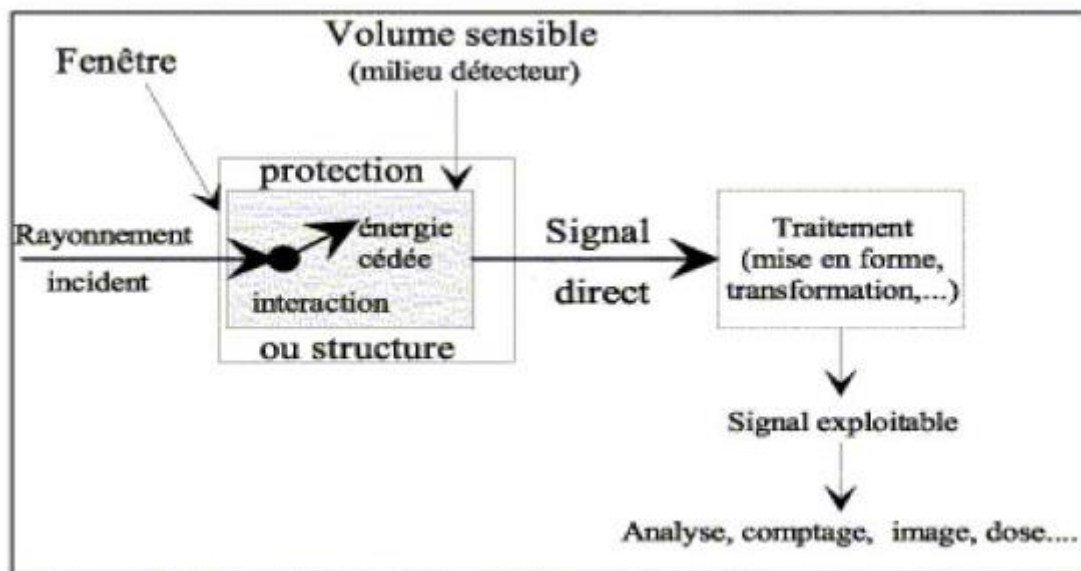


Figure (I-10) : Schéma d'un détecteur de rayonnement[36].

Il existe de nombreux détecteurs radiologiques parmi ces détecteur il y a :

- Détecteurs de scintillation
- Détecteurs à gaz

I.4 2.1 Détecteurs à Scintillation

Est un moyen de détection de la présence de rayonnements ionisants.

Le rayonnement ionisant interagit avec un scintillateur qui produit une impulsion de lumière

Cette lumière interagit avec une photocathode qui se traduit par la production d'un électron

L'électron est multiplié dans un tube photomultiplicateur ayant une série de dynodes ciblées avec l'augmentation de la tension qui résulte en un signal électrique, Le nombre de coups dépend de l'activité présente.

L'énergie de l'électron, par conséquent le courant associé est proportionnel à l'énergie du rayonnement ionisant incident, En analysant l'énergie et le nombre de coups correspondant, le nucléide et l'activité peuvent être déterminés [36].

I.4 2.2 Détecteurs à gaz : parmi ces détecteurs la plus simple de tous est :

I.4.2.2.1 La chambre à ionisation

Lorsqu'un faisceau de radiation traverse de l'air, il éjecte des électrons des molécules par effet photoélectrique, par effet Compton ou production de paires. Ces électrons de haute énergie produisent des ionisations à leur tour. À l'intérieur de la chambre, il y a une cavité d'air avec deux électrodes. Un champ électrique est appliqué à l'intérieur de la chambre à ionisation avec l'aide de ces deux électrodes. Suite aux multiples ionisations, les charges positives se dirigent vers l'électrode négative et les charges négatives vers l'électrode positive. La charge collectée sur ces électrodes peut ensuite être mesurée par un électromètre. Plus il y a d'ionisations et plus il y a de charges collectées. La dose donnée est donc proportionnelle à la charge collectée. Pour calculer la dose, il est nécessaire de connaître l'exposition [41].

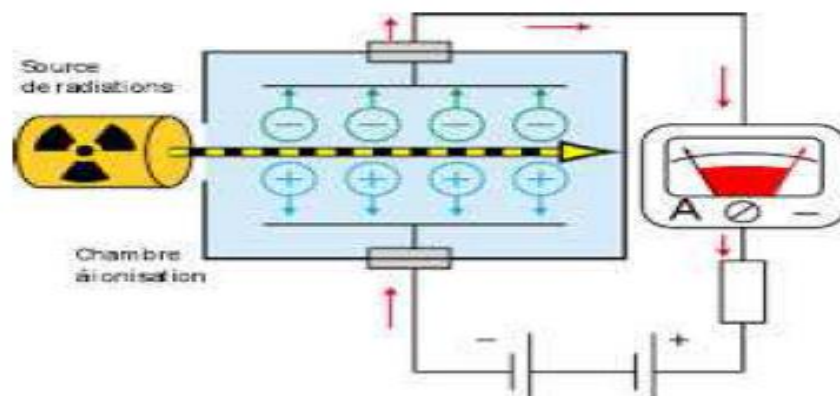


Figure (I-11) : Chambre plans parallèles [36]

Chapitre II :

Généralités en Médecine

Nucléaire

Introduction

La médecine nucléaire est une discipline qui repose sur l'administration d'un radionucléide dans le corps d'un patient. Pour réaliser : [6]

- Une imagerie fonctionnelle appelée scintigraphie, permettant d'évaluer le fonctionnement d'un organe.
- Un traitement appelé radiothérapie métabolique (ex: traitement des carcinomes thyroïdiens après ablation de la thyroïde par iode 131).

L'utilisation médicale de matières radioactives non scellées, soumet quatre catégories de personnes à une exposition aux rayonnements. Il s'agit des patients, des travailleurs des services de radiothérapie, des travailleurs de la santé qui ne sont pas exposés aux rayonnements et des membres du grand public qui se trouvent à proximité de ces matériaux avant, pendant ou après leur utilisation médicale [22].

II.1. Radiothérapie vectorisée :

La médecine nucléaire est à l'origine une technique d'imagerie médicale permettant l'étude du métabolisme de nombreux organes grâce à l'injection de radio traceurs émetteurs gamma.

Des applications thérapeutiques sont apparues grâce à l'utilisation d'isotopes radioactifs émetteurs de particules (α , β , électrons Auger). La thérapie en médecine nucléaire, appelée radiothérapie vectorisée, consiste à administrer au patient par voie locale ou systémique un agent pharmaceutique (vecteur) radio marqué, naturel ou de synthèse. Le vecteur va aller se fixer spécifiquement sur la cible biologique. Les particules ou rayonnements ionisants émis par le radionucléide vont détruire sélectivement cette cible [9].

II.1.2.1. Radiothérapie métabolique :

Des radionucléides comme l'iode 131 et le phosphore 32 possèdent la propriété de s'intégrer au métabolisme de certaines cellules. Ils peuvent être utilisés directement sans vecteur. L'iode 131 est utilisé depuis plus de 50 ans pour le traitement des cancers thyroïdiens différenciés après thyroïdectomie. En effet, la thyroïde est un organe riche en iode et le capte naturellement de façon préférentielle. Le radionucléide se fixe aussi bien sur les cellules cancéreuses résiduelles que métastatiques [9].

II.3 Radio-pharmaceutique :

Substance radioactive administrée directement à un patient pour des procédures de médecine nucléaire diagnostique ou thérapeutique. Le radio pharmaceutique utilisé dépend de l'organe étudié. Il peut être utilisé soit directement, soit fixé sur un vecteur (molécule, hormone, anticorps...). La localisation dans l'organisme de la substance radioactive administrée est réalisée par un détecteur spécifique appelé **gamma caméra**. Un produit radio pharmaceutique contient deux parties, le radionucléide et le produit pharmaceutique [22].

II.3.1 L'iode 131 radioactif :

Est un isotope radioactif qui émet des rayonnements en se désintégrant. À l'intérieur de l'organisme, il se comporte de la même façon que l'iode stable qui se trouve dans la nature et se fixe dans les tissus thyroïdiens [23].

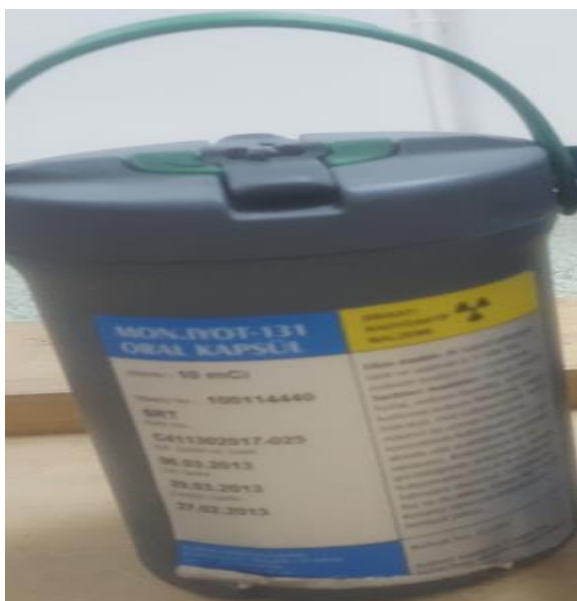


Figure (II.1): Capsule d'iode131 (CHU Constantine).

L'iode 131 a une demi-vie et des caractéristiques énergétiques pratiques ($T_{1/2} = 8,1$ jours; $E_{\max} \text{ beta} = 600 \text{ keV}$) **Figure (II.1)** . L'absorption physiologique normale de l'iodure (et donc forme radioactive) dans le fonctionnement du tissu thyroïdien est la principale raison de son rôle dans le traitement de plusieurs troubles thyroïdiens et malignités.

Ses caractéristiques d'étiquetage faciles avec la capacité d'étiqueter les protéines par covalence en a fait le premier choix pour l'étiquetage anticorps monoclonaux tandis que sa demi-vie plus longue (huit jours) est idéal dans les situations où il y a une pénétration plus lente dans une tumeur [24].

. II .4 La scintigraphie thyroïdienne :

Cet examen consiste à injecter par voie intraveineuse un produit radioactif (isotope du technétium ou de l'iode), qui se fixe préférentiellement dans la thyroïde. Le patient est ensuite allongé sur le dos et un instrument de détection (**gamma-caméra**), placé au-dessus du cou, détecte les rayonnements émis par le produit radioactif **Figure (II.2)** [23].

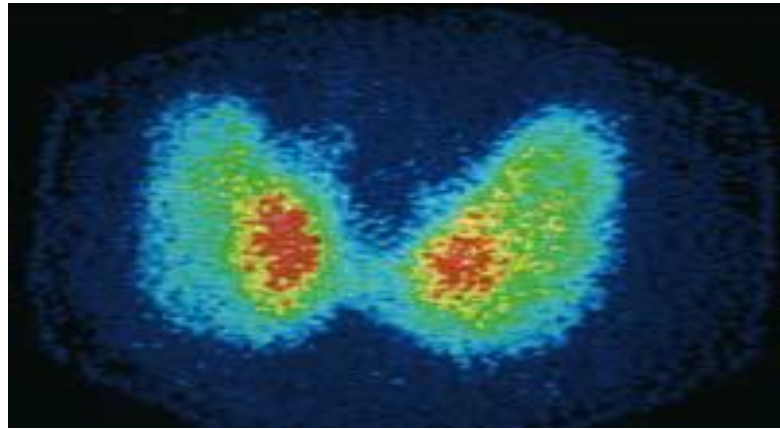


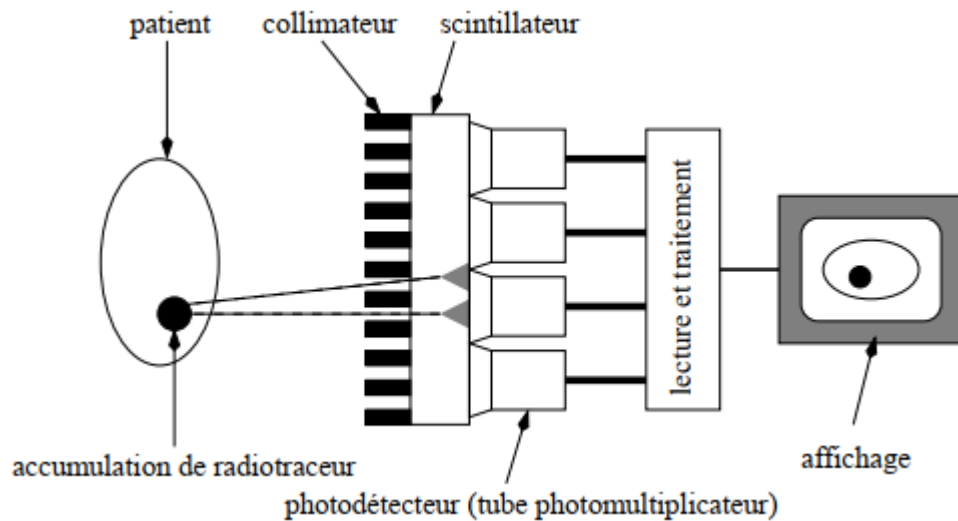
Figure (II.2) : Scintigraphie thyroïdienne normale [23].

La scintigraphie étudie la fixation de l'iode par le nodule et permet de faire la distinction entre nodule chaud et froid. Cela permet d'évaluer la fonction thyroïdienne : activité réduite (nodule froid), activité intense (nodule chaud). Un nodule hypo fixant oriente vers une cytoponction puisqu'il existe un risque de malignité [25].

II.4.1 Gamma caméra :

Est le principal appareil d'imagerie utilisé en médecine nucléaire, c'est un imageur médical qui permet de mesurer et de visualiser la concentration d'un marqueur radioactif dans des tissus vivants [26].

Le principe de fonctionnement de la gamma-caméra a été proposé puis mis en œuvre dès 1952 par H.O. Anger. Il est basé sur la détection des photons gamma émis par un radio traceur (^{99m}Tc) en interagissant avec le cristal du détecteur (**figure II.3**). En effet, le ^{99m}Tc émet des rayonnements gamma de plusieurs énergies 141 keV (89 % des émissions), 18 keV (6 %) et 21 keV (1 %) de manière isotrope. Des collimateurs situés dans la tête de détection vont permettre de privilégier les photons gamma venant d'une direction dans le but de former une image à deux dimensions (projection). Ensuite, chaque photon gamma va interagir avec le scintillateur pour donner naissance à une gerbe de photons lumineux, recueillie, amplifiés et convertis en impulsions électriques par les photomultiplicateurs. Les signaux électriques sont alors lus, convertis puis traités afin de reconstruire une image [26].



Figure(II.3): Principe de fonctionnement de la gamma-caméra [26].

II.5 Rappel anatomique, Physiologique, Pathologique :

II.5.1 Définition de la glande thyroïde :

La thyroïde est une glande endocrine formée de deux lobes situés de part et d'autre de la trachée, en dessous du larynx **Figure(II.4)**.

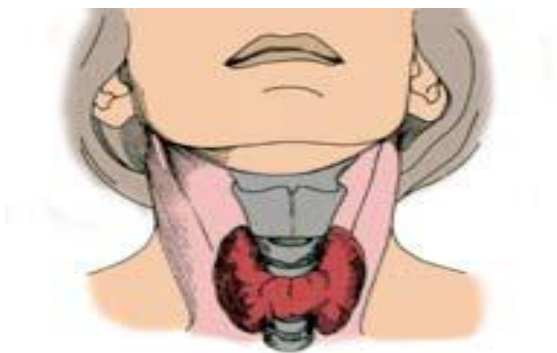


Figure (II.4) : Représentation schématique de la thyroïde [23]

Son rôle principal est la sécrétion des hormones qui sont libérées dans le sang pour réguler le fonctionnement de nombreux organes.

Elle sécrète des deux hormones thyroïdiennes (HT) nécessaires pour le maintien de diverses fonctions du corps se déplaçant à leur rythme [27], il s'agit de :

- La triiodothyronine (T3)
- La thyroxine (T4).

Ces hormones agissent sur :

- La température du corps.
- Le métabolisme des sucres, des graisses et des protéines
- La fréquence des battements cardiaques ou encore sur le rythme de la respiration.
- Chez les enfants, elles jouent aussi un rôle fondamental dans la croissance [28].

II.5.2 Anatomie de la thyroïde :

La glande thyroïde normale est située sur la face antérieure du cou en avant de la trachée. au-dessous du larynx et dessus de l'entrée thoracique. Elle se présente la forme d'un papillon composé de deux lobes latéraux reliés antérieurement par un isthme.

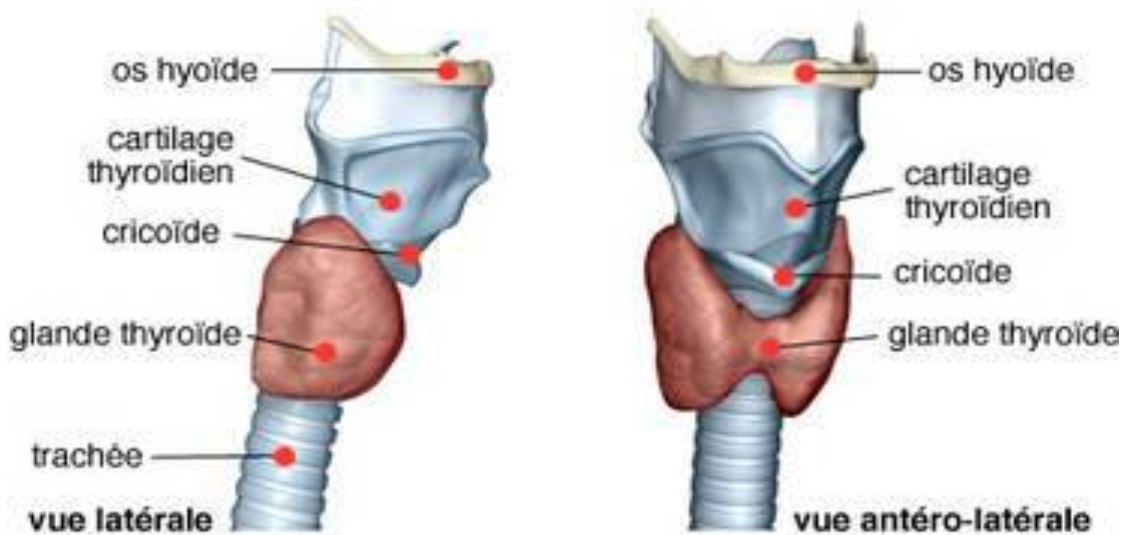


Figure (II.5) : Représentation schématique l'anatomie de la thyroïde [35]

Chez les adultes, la glande thyroïde moyenne pèse de 10 à 20 grammes et mesure environ 5×5 cm dans les dimensions supérieures-inférieures et médio-latérales. Supérieur les lobes latéraux de la thyroïde s'étendent habituellement au niveau du milieu de la thyroïde cartilage. Inférieure la thyroïde s'étend généralement au niveau du sixième anneau trachéal [29]

II.5.3 Physiologie de la glande thyroïde :

Quatre hormones interviennent dans le fonctionnement de la thyroïde. Il s'agit de la T4, la T3, la TRH et la TSH **Figure (II.6)**. .

Les hormones T4 (thyroxine) et T3 (triiodothyronine) sont riches en iode. Pour former ces hormones, la thyroïde concentre l'iode présent dans le sang et l'incorpore dans une protéine appelée la thyroglobuline. C'est dans cette protéine que les hormones T4 et T3 sont fabriquées.

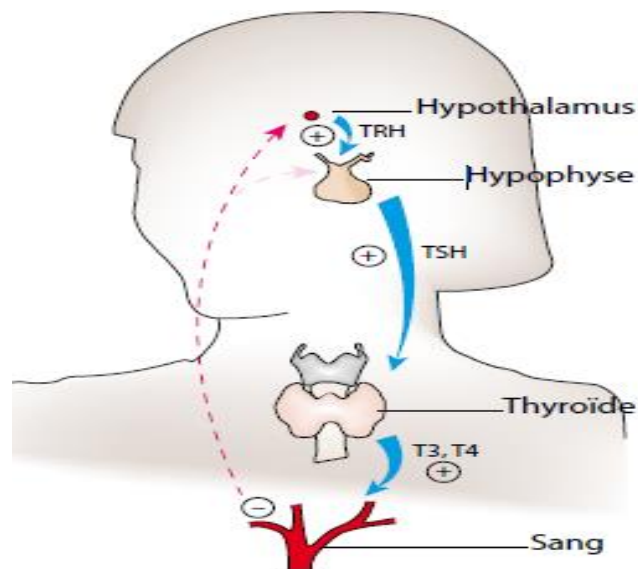


Figure (II.6) : Mécanisme de régulation de l'activité thyroïdienne [23].

L'hormone TRH (thyroid releasing hormon), produite par l'hypothalamus, agit sur l'hypophyse, qui secrète à son tour la TSH (thyroid stimulating hormon), dont les rôles fondamentaux sont la stimulation et la régulation de la sécrétion des hormones thyroïdiennes [23].

II.5.4 Pathologie anatomique :

II.5.4.1 Le nodule thyroïdien

Le nodule est une hypertrophie localisée de la glande thyroïde. C'est un foyer d'hyperplasie cellulaire se distinguant de l'homogénéité apparente du reste de la glande. Le nodule peut être unique ou multiple, se limitant à un seul lobe ou diffus à toute la glande. Il peut être hyperfonctionnel, visualisé à la scintigraphie à l'iode sous forme d'un foyer hypo fixant, il est dit alors nodule froid, ou au contraire, hyperfonctionnel appelé pré toxique ou toxique réalisant une image d'hyperfixation à la scintigraphie, il est dit alors nodule chaud

Selon sa nature histologique, le nodule peut être : [30]

- 1- Benin, solide, correspondant à un adénome vésiculaire ou kystique ou solido-kystique.
- 2- Malin

II.5.4.2 Le goitre thyroïdien :

Un goitre simple ou diffus est un terme utilisé pour décrire un élargissement de la glande thyroïde et se définit comme une hypertrophie thyroïdienne diffuse normo fonctionnelle (c'est-à-dire ne provoquant ni hypothyroïdie, ni hyperthyroïdie), non inflammatoire, et non cancéreuse [25].

La glande thyroïde peut s'agrandir en réponse à une : [27]

- Carences en iode
- Inflammation de la thyroïde ou infection
- Maladie auto-immune.

Les symptômes du goitre comprennent : [27]

- Une sensation de gonflement, de sensibilité.
- Une sensation de resserrement dans le cou et la gorge.
- Une toux.
- Des difficultés pour avaler.
- Des difficultés pour respirer.

II.5.5 Pathologie physiologique :

Il ya un certain nombre de conditions qui peuvent affecter la structure et la fonction de la glande thyroïde.

1. Hypothyroïdie :

L'hypothyroïdie signifie qu'il y a une faible ou absence de sécrétion d'hormones thyroïdiennes (thyroxine et triiodothyronine).

Il peut résulter d'une thyroïde :

- Qui ne produit pas assez hormone
- A subi une ablation radioactive
- Est affecté par des médicaments ou carences nutritionnelles
- Est incapable de fonctionner en raison de nodules, d'infections ou d'atrophie.

Les symptômes de l'hypothyroïdie comprennent : [27]

- La fatigue.
- Le gain de poids.
- La constipation.
- Les pensées floues.
- La dépression, douleur corporelle, réflexes lents, ralentissement du rythme cardiaque.

2. Hyperthyroïdie :

L'hyperthyroïdie ou thyrotoxicose définit par une intoxication aux hormones thyroïdiennes. L'hyperthyroïdie peut être causée par un certain nombre de problèmes thyroïdiens, y compris :

- La maladie auto-immune de Graves Basedow.
- Les Nodules toxiques qui produisent surdosage d'hormones thyroïdiennes.

Les symptômes de l'hyperthyroïdie ont tendance à refléter le rapide métabolisme résultant d'une surabondance des hormones thyroïdiennes il s'agit : [27]

- Anxiété.
- Insomnie.
- Perte rapide de poids.
- Diarrhée.
- Fréquence cardiaque élevée.
- Hypertension artérielle, sensibilité ou renflement oculaire.
- Des perturbations de la vision.
- De nombreuses autres complications.

II.5.6 Pathologie Histologique

II.5.6.1. Cancer de la thyroïde

II.5.6.2 Définition du cancer de la glande thyroïde :

Le cancer de la thyroïde correspond à des proliférations anormales de cellules au niveau de la thyroïde. Comme la plupart des cancers, il peut s'étendre à d'autres parties du corps lorsque des cellules se détachent de la tumeur originelle et entraîner l'apparition des métastases.

On distingue plusieurs types de cancers thyroïdiens selon la nature des cellules impliquées.

La plupart des cancers de la thyroïde se manifestent sous forme de nodules, mais plus de 95 % des nodules thyroïdiens sont bénins.

Parmi les cancers, plus de 90 % sont des cancers différenciés : parmi lesquels on distingue principalement des formes, **le cancer papillaire et le cancer folliculaire**, qui peuvent être traités de façon très efficace par une chirurgie carcinologique et un traitement isotopique à iode¹³¹ [23].

II.5.7 Les traitements du cancer de la glande thyroïde :

Le but des traitements du cancer est d'éliminer les reliquats thyroïdiens que le chirurgien a pu laisser en place car l'iode radioactive est captée spécifiquement par les cellules thyroïdiennes et peut ainsi les détruire sans dommage pour les tissus voisins.

Le traitement du cancer de la thyroïde avéré implique plusieurs étapes successives.

II.5.7.1 Le traitement chirurgical :

Est le principal traitement proposé dans le cancer de la thyroïde, quelle que soit sa nature (papillaire, folliculaire, médullaire). Il a pour objectif de retirer le tissu tumoral et de réduire le risque de rechute.

II.5.7.2 Le traitement par l'iode radioactif (IRA thérapie) :

L'iode 131 est un iode faiblement radioactif. Son administration permet de compléter le traitement chirurgical des cancers thyroïdiens. L'iode 131 agit en détruisant les cellules thyroïdiennes qui auraient échappé à l'opération.

Le mécanisme d'action de l'iode 131 est basé sur le fait que les cellules thyroïdiennes normales et les cellules tumorales captent rapidement l'iode, puis elles l'intègrent immédiatement dans leurs propres mécanismes physiologiques. Il agit alors comme une radiothérapie interne **(les rayonnements détruisent les cellules dans lesquelles elles se trouvent)**.

Les doses d'iode radioactif utilisées varient selon le profil du patient et du cancer thyroïdien. Les femmes enceintes ne peuvent pas être traitées par cette technique [28].

Du fait que l'iode 131 est radioactif, les proches et le personnel hospitalier doivent être protégés d'une exposition inutile aux rayonnements. Dans ce but, l'IRA-thérapie nécessite une hospitalisation. Pendant toute la durée du traitement, soit trois à sept jours, le patient est hébergé dans une chambre spécialement équipée où les visites sont interdites.

Le traitement par l'iode 131 est :

- administré par voie orale
- à jeun.
- Au cours de l'hospitalisation, il est recommandé de boire beaucoup d'eau afin d'éliminer l'iode radioactif en excès.

Durant les quelques jours suivant la sortie de l'isolement, il est recommandé de ne pas entrer en contact avec les femmes enceintes et les enfants. Il faut aussi continuer à privilégier les aliments et les boissons acidulés. Après une quinzaine de jours, la vie normale peut reprendre son cours .

II.6 La radioprotection

II.6.1 Définition de la radioprotection :

La protection contre les rayonnements ionisants, c'est-à-dire l'ensemble des règles, des procédures et des moyens de prévention et de surveillance visant à empêcher ou à réduire les effets nocifs des rayonnements ionisants produits sur les personnes, directement ou indirectement, y compris par les atteintes portées à l'environnement.

La radioprotection consiste à protéger les personnes, qu'elles soient du public ou des travailleurs, et l'environnement de l'effet néfaste des rayonnements ionisants [31].

II.7. Types d'exposition et contamination

II.7.1.1 L'exposition externe :

L'exposition externe est provoquée par une source radioactive située à distance de l'individu. Cette source peut émettre des rayonnements qui interagissent avec le corps humain en créant des ionisations. L'exposition peut être globale ou partielle.

II.7.1.2 L'exposition interne :

Se produit lorsque les produits radioactifs ont pénétré dans l'organisme par inhalation, ingestion ou par voie cutanée (plaie par exemple) [32].

II.7.2 Contamination :

La contamination radioactive est souvent définie comme étant « la présence indésirable de substances radioactives à la surface ou à l'intérieur d'un milieu quelconque, y compris le corps humain ». **Figure(II.7) .**

Une contamination est nécessairement le résultat de la dispersion d'une substance radioactive, suite à la manipulation de produits facilement dispersables ou d'une manipulation sans précaution, de sources sous forme liquide ou gazeuse par exemple, ou suite à la destruction accidentelle de l'enveloppe de confinement d'une source scellée (enveloppe en principe étanche) et on distingue plusieurs types de contamination : surfacique, atmosphérique ou volumique, et corporelle [21].

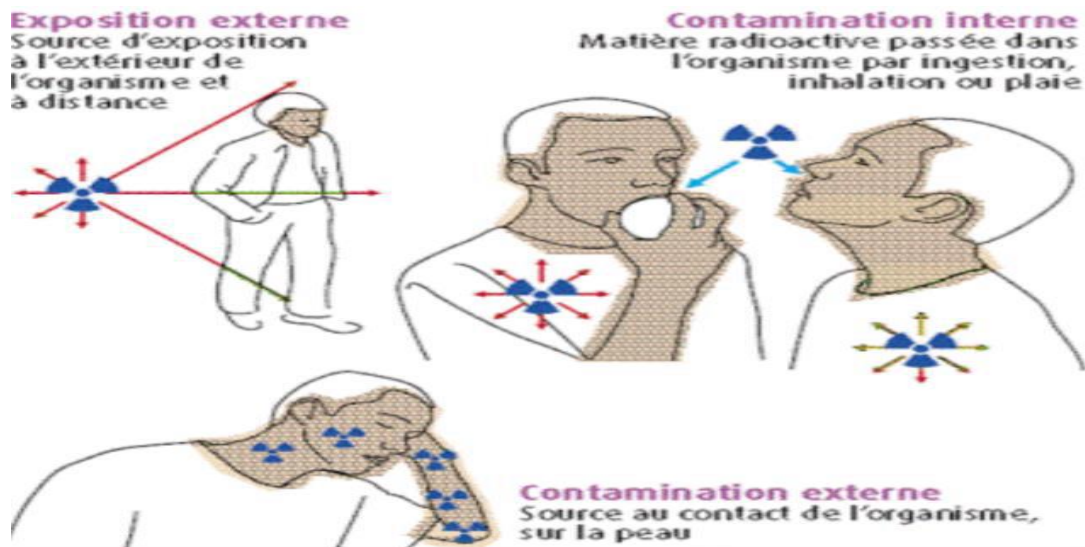


Figure (II.7): Les types d'expositions radioactives [2]

II.8 Les effets biologiques des rayonnements :

Les rayonnements ionisants peuvent induire deux catégories d'effets biologiques. Ceux-ci sont, d'une part les effets dus à une grande partie à la mort cellulaire (effets déterministes) et d'autre part, les mutations qui peuvent entraîner des cancers et des effets héréditaires (effets stochastiques) [6].

II. 8.1 Les effets déterministes :

Sont observés pour de fortes doses d'irradiation (exprimées en Gy) reçues en un temps bref [6]. Ce type d'effet apparaît toujours à partir d'une dose donnée appelée dose seuil. Cependant, la gravité de cet effet augmente avec la dose, et la vitesse d'apparition des effets est d'autant plus grande que la dose est élevée.

De plus, selon l'individu, la valeur seuil de cet effet est plus ou moins grande car certaines maladies peuvent affaiblir les mécanismes de défense et de réparation de l'ADN et des cellules, engendrant ainsi une certaine radiosensibilité [10].

II. 8.2 Les effets stochastiques :

Sont les conséquences probabilistes à long terme, chez un individu ou chez sa descendance, de la transformation d'une cellule. Pour l'apparition de ces effets tel que le cancer, c'est leur probabilité qui augmente avec la dose et on estime actuellement qu'il n'existe pas de seuil en deçà duquel on n'observerait aucun effet. Pour ces effets appelés aussi probabilistes, leur gravité est indépendante de la dose [6].

II.9 Principes fondamentaux de la radioprotection :

La protection des travailleurs et du public contre les effets des rayonnements ionisants est fondée notamment sur les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique (CIPR).

Les fondements de la réglementation en matière de radioprotection reposent sur les trois principes fondamentaux suivants :

II.9.1 La justification :

Toute activité entraînant une exposition aux rayonnements ionisants doit être justifiée par une analyse des avantages qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique [32].

II.9.2 L'optimisation :

Le niveau de l'exposition des personnes aux rayonnements ionisants résultant d'une de ces activités, la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être maintenus au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociétaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché [31].

II.9.3 La limitation des expositions individuelles :

L'exposition d'une personne aux rayonnements ionisants résultant d'une de ces activités ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites fixées par voie réglementaire [31]

Les expositions individuelles doivent être maintenues en dessous des limites pour lesquelles le risque est jugé acceptable.

Ces limites sont telles qu'elles permettent de :

- Eviter tout effet pathologique, en se situant bien en dessous des seuils des effets déterministes.
- Maintenir le détriment éventuel provoqué par les effets aléatoires à un niveau jugé acceptable pour l'individu et la société [32]

II.10 Valeurs limites d'exposition et catégories de personnels exposés :

Le classement des travailleurs susceptibles d'être exposés aux rayonnements ionisants, en catégorie A ou B, ne concerne que les travailleurs qui entrent en zone réglementée (zone surveillée ou zone contrôlée ou zone d'opération identifiée autour d'une source de rayonnements ionisants). Lorsqu'ils entrent dans de telles zones, les travailleurs sont classés en [31] :

II.10.1 Catégorie A :

Les travailleurs susceptibles de recevoir dans les conditions habituelles de travail, une dose efficace supérieure à 6 mSv par an ou une dose équivalente supérieure aux trois dixièmes des limites annuelles d'exposition, sont classés par le chef d'établissement dans la catégorie A, après avis du médecin du travail. Les femmes enceintes et les travailleurs de moins de 18 ans ne peuvent être affectés à des travaux qui requièrent un classement en catégorie A [21].

II.10.2 Catégorie B :

La catégorie B regroupe les travailleurs ne relevant pas de la catégorie A qui sont susceptibles de recevoir annuellement une dose efficace supérieure à 1 mSv [31] et inférieure à 6 mSv/an sur douze mois consécutifs (ou une dose équivalente annuelle aux organes supérieure aux limites pour le public) [31] .

- **Pour les travailleurs**, la limite réglementaire sur 12 mois consécutifs est de 20 mSv au niveau de l'organisme entier, de 500 mSv pour la peau et les extrémités et de 150 mSv pour le cristallin (prochainement 20 mSv).
- **Pour le public**, la limite de la dose efficace, par exemple, est fixée à 1 mSv/an pour les femmes enceintes travaillant la dose doit être inférieure à 1 mSv (exposition au fœtus), de la déclaration de la grossesse à l'accouchement [31].

II.11 Moyens de protection lors d'une mesure :

Les mesures de radioprotection à suivre en radio pharmacie découlent des règles générales de radioprotection à mettre en œuvre lors de toute manipulation de source radioactive non scellée en zone contrôlée.



Figure(II.8):Tablier plombé(CHUConstantine) **Figure(II.9) :** Protège thyroïde(CHUConstantine)



Figure (II.10) : Dosimètre (CHU Constantine)

II.12 Facteurs de protection :

La dose absorbée par un individu étant le produit du débit de dose absorbée par le temps de présence, la protection contre l'exposition externe est en général une combinaison de trois paramètres : [21]

II.12.1 Temps :

Réduire au minimum le temps passé à proximité d'une source de rayonnement. Travailler efficacement, mais se dépêcher [12]

Dans un cadre professionnel, pour réduire le temps d'exposition, ce sont souvent des mesures de bon sens à mettre en œuvre.

On peut les résumer comme suit :

a) Préparer soigneusement le travail que l'on doit effectuer :

- Réunir tout le matériel dont on aura besoin (avoir une liste exhaustive)
- Utiliser des matériels adaptés et performants
- Effectuer une répétition en simulation (en absence de toute radioactivité) pour vérifier toute la manipulation.

b) Prendre en compte les expériences acquises dans les manipulations antérieures.

c) Si nécessaire, partager le temps d'intervention entre plusieurs personnes.

II.12.2 Distance :

Dans un cadre professionnel, on peut estimer les doses absorbées en fonction de l'activité du produit radioactif et de la distance entre la source et l'individu.

- Le débit de dose absorbée en un point, est proportionnel à **l'inverse du carré de la distance** séparant ce point de celui où se trouve la source radioactive.
- L'éloignement est donc un moyen efficace de protection et a contrario, le débit de dose absorbée croît rapidement lorsqu'on se rapproche de la source.
- Il ne faut jamais saisir une source radioactive avec les doigts.

Application de la loi de décroissance à l'inverse du carré de la distance à la source

Dans les cas simples, l'évaluation de la dose peut par exemple être réalisée en utilisant la loi de décroissance en inverse du carré de la distance à la source : [31].

$$D = D_0 \left(\frac{d_0}{d} \right)^2 \quad (\text{II.1})$$

D : débit de dose à d mètres de la source

D_0 : débit de dose à $d_0 = 1$ m de la source

Cette formule est valable pour les colis de petites dimensions qui peuvent être assimilés à des sources ponctuelles (une source peut être considérée comme ponctuelle si la distance d entre la source et le point considéré est au moins 5 fois supérieure à la plus grande dimension de la source).

II.12.3 Les écrans :

- Une feuille de papier ou la couche morte de l'épiderme arrête le rayonnement alpha. Ce qui fait qu'il n'y a aucune exposition externe.
- Une feuille d'aluminium, un centimètre d'eau ou de plexiglas arrêtent les rayonnements bêta.
- Une feuille de plomb atténue les rayonnements X et gamma [21].

II.13 Consignes de radioprotection poste ira thérapie CHU Constantine :

1- Le long du trajet

➤ Limiter le nombre d'accompagnateurs

Eviter le transport public pendant une période qui sera déterminé par le physicien commun, si possible voyager dans un véhicule personnel large où le patients s'assoira le plus loin du chauffeur c.-à-d. à l'arrière du véhicule derrière le siège passager avant.

2-A la maison pendant le séjour (de 5jour) :

- Limitez au maximum le contact avec l'entourage.
- dormir dans une chambre à part.
- Limiter la distance à 1m avec l'entourage.
- Restez éloignés des enfants jeunes (<14ans) et des femmes enceintes le plus longtemps possible (3à4 semaine).
- Evitez que les affaires personnelles utilisées pendant le séjour à l'hôpital soient utilisées par d'autres personnes.
- douchez-vous deux à trois fois hebdomadairement.
- lavez les mains abondamment 2 ou 3 fois après chaque toilette.
- Si c'est possible changez de vêtement et la literie tous les jours. Mettez à part ce « petit linge » dans un sac plastique et lavez-le séparément deux semaine après votre sortie pour la première fois.

- Utilisez des mouchoirs en papier à usage unique, jetez-les séparément.
- Evitez ou limitez les embrassades et rapports sexuels pendant la période indiquée
- De préférence utilisez les affaires en plastique (verre, cuillère)
- La pilule ne doit être arrêtée que par ordre du médecin
- Un débit de grossesse doit être déclarée elle doit être signalée au prés du médecin et du physicien médical.

Chapitre III :

Partie Pratique: Mesures et Discussions

Introduction :

Le traitement des carcinomes thyroïdiens par l'iode ^{131}I est l'une des applications thérapeutiques les plus anciennes en médecine nucléaire.

Pour la réalisation de cette étude nous avons effectué des mesures sur 24 patients atteints du cancer de type thyroïdien nous avons effectué un stage pratique au niveau de service médecine nucléaire CHU Constantine durant un mois 17/02/2019 à 18/03/2019.

Le but de notre travail est de :

- Calculer l'activité résiduelle du patient à partir des mesures des débits de dose, les patients doivent avoir à leur sortie une activité résiduelle inférieure à 30mCi [37].
- Personnaliser la radioprotection pour l'accompagnateur du patient qui exige des précautions pour diminuer la dose cumulative reçue par ce dernier, qui ne doit pas dépasser 1mSv/an [38].

Matériels et méthodes :

III.1. Matériels :

Lors de la réalisation pratique de ce travail nous avons utilisé les matériels suivant :

III.1.1 .L'Activimètre :

L'activimètre est un instrument de mesure de radiation, qui est constitué d'une chambre d'ionisation et d'un système électronique associée, réglé de façon à afficher un résultat en unités de radioactivité (curie ou becquerel).



Figure(III. 1) : Activimètre [33].

Les compositions d'un activimètre :

- Une chambre d'ionisation à puits (recouverte de plomb pour ne pas interférer)
 - Un électromètre pour la mesure de l'intensité du courant d'ionisation
 - Une alimentation haute tension stabilisée
 - Un dispositif d'affichage
 - Un système électronique de calcul (avec une composante qui compte le temps)
 - Un porte échantillon
- ❖ L'activimètre est une enceinte remplie d'un gaz ionisable et de 2 électrodes cylindriques coaxiales. Une Haute Tension (dite tension de polarisation) est appliquée entre les 2 électrodes. Quand une source radioactive est introduite dans le puit, le passage d'un rayonnement, provoque une ionisation. Les charges positives sont collectées par la cathode et les charges négatives par l'anode. Il se crée donc un courant d'ionisation.

Le modèle de L'activimètre utilisé dans le service de médecine nucléaire CHU Constantine est : **L'activimètre MEDI-202**

C'est un Appareil indispensable en médecine nucléaire pour préparer, mesurer et calibrer l'activité du radio pharmaceutique administré au patient et mesurer l'activité d'une source radioactive de nature connue [33].

III.1.2 Le radiomètre :

Le radiomètre est un détecteur à chambre d'ionisation, portable fonctionnant sur batteries. Cet instrument permet de mesurer les rayonnements Gamma et bêta .Spécifier l'unité de lecture (rem ou Sievert) lors de la commande [34].

La chambre d'ionisation portative, type « Babyline », permet la mesure de débits de dose équivalente aux rayonnements β et γ en profondeur (paroi de 300 mg/cm^2) et au niveau de la peau (paroi de 7 mg/cm^2). Grâce à ses parois constituées de matériaux « équivalent-tissu », sa réponse est constante en énergie à partir de 10 keV [32].



Figure (III.2) : Détecteur à chambre d'ionisation pressurisée (radiomètre) **Modèle 451P** [34].
CHU de Constantine.

On considère la valeur de débit d'exposition donnée par le radiomètre comme le débit de dose car le facteur de pondération $W_R = 1$ pour les rayonnements électromagnétiques.

III.2 méthode :

III.2.1 Préparation du patient

a) Optimisation du traitement :

Pour optimiser le traitement il est demandé au patient de :

- Eviter d'absorber tout produit iodé dans le mois précédant le traitement.
- Arrêter le complément hormonal levothyrox pour augmenter le taux de TSH dans le sang.
- Dans certains cas une injection de thyrogène est prescrite.

Remarque

La grossesse est une contre-indication absolue qui doit être instaurée avant une IRA-thérapie .

En cas d'allaitement le traitement doit être reporté pour permettre le sevrage du bébé.

b) Le jour du traitement

- Le jour même du traitement le patient doit être à jeun .
- Il passe en premier lieu en entretien avec le médecin ensuite il passe chez le physicien médical qui prend en charge l'explication des consignes et des règles de radioprotection pour les patients pendant le séjour après à la sortie .

c) Avant la prise d'iode radioactif:

c)-1 La calibration : qui se fait au niveau de la hotte plombée grâce à l'activimètre pour calibrer la gélule I_{131} et en connaître l'activité exacte.



Figure (III.3) : La calibration de l'iode 131 (CHU Constantine)

Avant le début de traitement il faut que le patient et leur accompagnateur savent les consignes de radioprotection (**chapitre 2**).

d) Après la prise d'iode radioactif

Une fois l'iode radioactif avalé, le patient reste en isolement dans sa chambre pendant toute la durée du traitement, le patient doit :

1-Boire beaucoup d'eau :

L'iode radioactif est rejeté dans les urines et dans les selles. Pendant la durée d'hospitalisation, le patient doit boire abondamment pour éliminer un maximum d'iode radioactif et éviter qu'il ne reste dans l'intestin ou les voies urinaires.

2-Prendre de l'huile de paraffine :

Des laxatifs sont parfois donnés pour évacuer les selles riches en iode radioactif avant la fin de la période d'isolement et cela se prend deux fois par jour avant le repas.

3-Boire de l'eau citronnée, prendre des bonbons à sucer :

Une inflammation des glandes salivaires provoqué par le traitement peut entraîner des douleurs dans la bouche, en haut du cou ou à l'avant des oreilles. Des bonbons à sucer, de l'eau citronnée ou de la vitamine C favorisent la production de salive par les glandes et limitent cette inflammation.

d) A la sortie :

- Avant la sortie le patient réalise un balayage corps entier grâce à une gamma caméra, spect ou sepct et pour obtenir une image scintigraphique.
- Suivre les consignes données par le physicien médical.

III.2.2Méthode du calcul :

1-Le débit de dose

Pour obtenir les résultats répertoriés dans **le tableau (1)** nous avons suivi la méthode suivante : Il s'agit d'une étude sur 24 patients qui ont un carcinome et qui ont été traité par l'iode radioactif, durant une hospitalisation de 3jours. Durant ce temps le débit a été mesuré quotidiennement ($\dot{D}_0, \dot{D}_{24}, \dot{D}_{48}, \dot{D}_{72}$) par le radiomètre grâce à un support que les physiciennes médicaux du service de médecine nucléaire CHU Constantine ont créé pour porter le radiomètre et cela pour estimer le débit de dose des patients à distance à **1mètre[39]**. Comme Indiqué Ci-dessus par la **figure (III.4)**.



Figure (III.4) : la mesure de débit de dose à l'aide d'un radiomètre avec un support (CHU Constantine)

Pour mieux expliquer la méthode suivie pour ce travail nous allons illustrer l'exemple suivant :

Un patient type, portant numéro de dossier 234/2018 :

L'activité d'I₁₃₁ calibré par un activimètre est administré au patient est : $A_0 = 73,5 \text{ mCi}$

L'administration se fait par voie orale dans une chambre d'hospitalisation dédiée à l'ira thérapie (épaisseur spéciale des murs) équipée d'un cabinet de toilette avec des WC ayant une évacuation dans des cuvettes spéciales.

Le débit de dose à été mesuré quotidiennement :

$$\dot{D}_0 = 60 \text{ } \mu\text{Gy/h} \quad , \quad \dot{D}_{24} = 22 \text{ } \mu\text{Gy/h} \quad , \quad \dot{D}_{48} = 8 \text{ } \mu\text{Gy/h} \quad , \quad \dot{D}_{72} = 2.9 \text{ } \mu\text{Gy/h}$$

Et on a aussi calculé le débit de dose à 72h par la relation suivante :

$$\dot{D}(t) = \dot{D}_0 e^{-\lambda t} \quad \text{(III.1)}$$

Ce débit a pour valeur $\dot{D}_{72} = 2,87 \text{ } \mu\text{Gy/h}$.

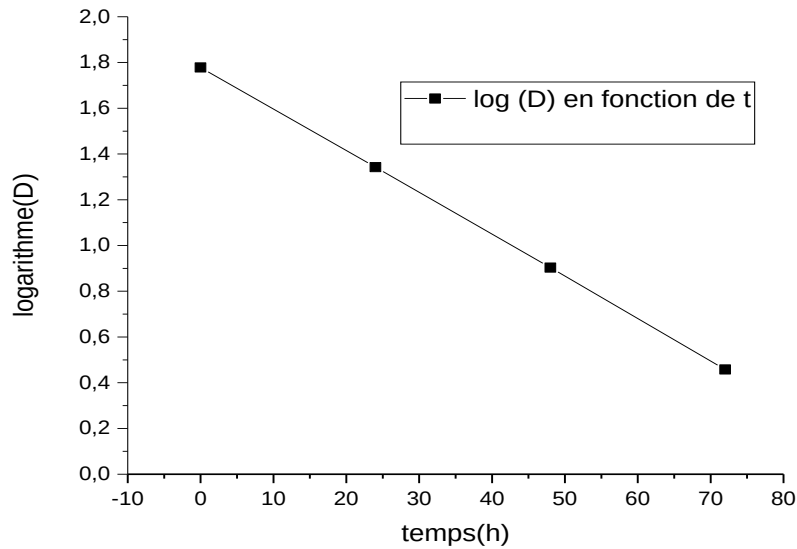
L'erreur entre le débit mesuré et le débit calculé est ± 0.0103 d'après la relation

$$\frac{D_m - D_c}{D_m} \quad \text{(III.2)}$$

2-L'activité résiduelle

Pour savoir si le patient est bien au dessous des 30mCi d'activité résiduelle obligatoire et établi [37] .on a essayé de déduire cette activité par la méthode suivante :

Pour déterminer l'activité du patient à 72h, on a calculé la constante radioactive λ en utilisant Logarithme décimale des valeurs de débit ($\dot{D}_0, \dot{D}_{24}, \dot{D}_{48}, \dot{D}_{72}$) en fonction du temps ,ceci est représenté par à la courbe suivante (**Exemple :le même patient**).



On obtient une fonction linéaire : $\log \dot{D}(t) = \tan(\alpha) \times t(h)$

Pour tous les calculs on a choisi les points $(\dot{D}_0, \dot{D}_{24})$

$$\tan(\alpha) = \log_{10}(\dot{D}_{24}) - \log_{10}(\dot{D}_0) \div T(h)$$

$$\lambda = \tan(\alpha) \div (-0.43)$$

$$\lambda = 0,04222176h^{-1}$$

Cette valeur nous permet de calculer la période effective par la relation suivante :

$$T_{eff} = \frac{\ln(2)}{\lambda_{eff}} \quad (III.3)$$

$$T_{eff} = 16.417h$$

$T_{eff} \times 10 = 164.17h$ (La période nécessaire pour élimination d'I131 dans l'organisme).

Calculer l'activité résiduelle dans le corps du patient par **la loi de décroissance radioactive**.

$$A(t) = A_0 e^{-\lambda t} \quad (\text{III.4})$$

$$A(72) = 3.516 \text{ mCi}$$

Maintenant qu'on a établi l'activité résiduelle on passe à la radio protection de l'accompagnateur du patient.

3-La radioprotection de l'accompagnateur du patient:

Sur le chemin du retour le patient doit se situer à certain distance de l'accompagnateur.

Pour calculer la dose cumulée à ces différentes distances (1m, 0.8m, 0.5m, 0.25m) patient-accompagnateur nous appliquons **la loi de l'inverse carré des distances : [40]**

$$\dot{D}_1 \times (d_1)^2 = \dot{D}_2 \times (d_2)^2 \quad (\text{III.5})$$

$$\dot{D}_2 = \dot{D}_1 \times \left(\frac{d_1}{d_2} \right)^2$$

$\dot{D}_1$: le débit de dose à sortie mesuré à $d_1 = 1\text{m}$.

$\dot{D}_2$: le débit de dose à une distance d_2 .

Pour le même patient N°234/2018 :

Le débit de dose à la distance $d = 1\text{m}$

$$\dot{D}_2 = 2,9 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$$

Le débit de dose à la distance $d = 0,8\text{m}$

$$\dot{D}_2 = 4,4846694 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$$

Le débit de dose à la distance $d = 0,5\text{m}$

$$\dot{D}_2 = 11,4807 \mu\text{Gy} \cdot \text{h}^{-1}$$

Le débit de dose à la distance $d=0,25m$

$$\dot{D}_2 = 45,92302 \mu Gy \cdot h^{-1}$$

Nous calculons la dose cumulée reçue par l'accompagnateur du patient pour des débits de dose à différentes distances accompagnateur -patient et selon la durée du trajet par la formule suivante :

$$D = \dot{D}_2 \times T(h) \quad (III.6)$$

D : La dose cumulée reçue par l'accompagnateur.

$T(h)$: Le temps de trajet.

$$1mSv = 1000 \mu Gy$$

La dose cumulée reçue par l'accompagnateur à 1m

$$D = 2,9 \times 3(h)$$

$$D = 0,0087mSv$$

La dose cumulée reçue par l'accompagnateur à 0,8m

$$D = 4,4846694 \times 3(h)$$

$$D = 0,01345401mSv$$

La dose cumulée reçue par l'accompagnateur à 0,5m

$$D = 11,4807 \times 3(h)$$

$$D = 0,03444227mSv$$

La dose cumulée reçue par l'accompagnateur à 0,25m

$$D = 45,92302 \times 3(h)$$

$$D = 0,13776906mSv$$

III.3.Résultats et discussions

Tableau 01 : *résultat des débits de doses mesurés quotidiennement et les débits de doses calculés à 72h pour 24 patient sont représentés dans le tableau ci dessous*

Le numéro du dossier	L'activité administrée (mci)	Le débit de dose à T=0 $\mu\text{Gy/h}$	Le débit de dose à T=24h $\mu\text{Gy/h}$	Le débit de dose à T=48h $\mu\text{Gy/h}$	Le débit de dose à T=72h $\mu\text{Gy/h}$	Le débit de dose à T=72h calculé $\mu\text{Gy/h}$
90/2016b	72.8	68	19.5	8.6	6.5	1,228
35/2015	73.1	64	23	7.5	3.6	2,387
108/2016	72	80	25	8	5.4	1,904
111/2016	98.7	105	33	10.13	5.4	3,470
119/2016b	99.5	108	21	3.95	3.3	0,722
238/2012	144.6	127	31	6.92	2.4	1,717
01/2017	66.4	47	22	8.82	6.1	4,244
39/2016	103	107	25	5.67	2.8	1,618
121/2016	104.2	118	37	10.7	7.1	3,758
22/2017	64.2	78	20	4.70	3.51	1,378
53/2018	64.8	69	15.2	2.46	1.5	0,572
489/2017	99.2	97	29	5.7	1.7	1.632
64/2016b	100.3	111	28	6.43	4.8	1,907
97/2016b	95,4	130	43	13	7,4	4,853
78/2017	71,4	71	18,5	4,74	3,1	1,537
540/2017	200	163	63.4	17,9	6,3	6,098
129/2017	65,5	73	24.9	6,8	2,4	2,319
171/2017	66,5	70	27.2	8,9	3,6	3,494
463/2017	63,8	115	44.5	14,5	6	5,741
68/2009	62,7	67	45.5	28,8	20	19,75
183/2017	70	62	38.9	20,9	13,5	13,29
568/2018	140	170	103	52,8	33	32,46
43/2016	98.8	88	32.3	11,8	4.8	5,055
234/2018	73.5	60	22	8	2.9	2.870

D'après ces résultats obtenues (tableau 1) on remarque que le débit de dose mesuré à (24h, 48h, 72h) a diminué avec le temps différemment d'un patient à un autre, cela est dû à la différence de l'élimination biologique de radioélément chez les patients.

Lors de la comparaison du débit de sortie mesuré avec le débit calculé, on observe que le débit mesuré est supérieur au débit calculé, et le moyen d'erreurs est de $\pm 0,32$, cette différence est justifiée par :

- le physicien a effectué les mesures avant les 72h.
- lors de la mesure le patient avait la vessie pleine.

Tableau02 : les activités résiduelles calculées pour les 24 patients sont illustrées dans le tableau suivant.

Le numéro du dossier	Constante radioactive λ (h^{-1})	La période effective (h)	La période effective $T_{\text{eff}} \cdot 10$	L'activité à 72h en mci
90/2016b	0.05734401	12.087	120.875	1.392
35/2015	0.04698226	14.753	147.533	2.857
108/2016	0.05339852	25.961	259.612	1.807
111/2016	0.04870885	14.230	142.304	2.959
119/2016b	0.07053151	9.827	98.274	0.619
238/2012	0.06060782	11.436	114.365	1.840
01/2017	0.03484938	19.889	198.897	5.995
39/2016	0.06118641	11.328	113.284	1.558
121/2016	0.04995094	13.876	138.765	3.319
22/2017	0.05849229	11.850	118.502	1.134
53/2018	0.0694509	9.980	99.803	0.537
489/2017	0,05919524	11.709	117.095	1.669
64/2016b	0,05932116	11.684	116.846	1.724
97/2016b	0,04764962	14,546	145.467	3,396
78/2017	0,0563627	12,297	122.979	1,346
540/2017	0,04598588	15,073	150.730	7,482
129/2017	0,04927281	14,067	140.675	2,081
171/2017	0,04281713	16,188	161.885	3,320
463/2017	0,04312516	16,072	160.729	3,185
68/2009	0,01756884	39,453	394.532	18,491
183/2017	0,0226422	30,613	306.130	15,011
568/2018	0,02434798	28,468	284.683	26,735
43/2016	0,04170699	16,619	166.194	5.675
234/2018	0,04222176	16.416	164.168	3.515

D'après les résultats (tableau2) on remarque que les périodes effective sont différentes pour chaque patient, par exemple le patient N°119/2016b s'est débarrassé de la moitié de la

dose dans une période d'une demi-journée donc il lui a fallu 4 jours seulement ($T_{eff} \times 10$) pour éliminer tout radioélément. Contrairement le patient N°183/2017 qui s'est débarrassé de la moitié de la dose dans une période d'un jour et quelques heures, donc il lui a fallu 12 jours ($T_{eff} \times 10$) pour éliminer tout radioélément.

Sachant que leurs activités résiduelles sont respectivement estimées : 0.62mCi et 15mCi, on conclue que l'activité résiduelle est proportionnelle à la période effective.

Les résultats obtenus dans le **tableau 2** montrent que les valeurs de l'activité résiduelle calculées après 72h sont inférieures à 30 mCi, ces résultats sont illustrés par la courbe suivante :

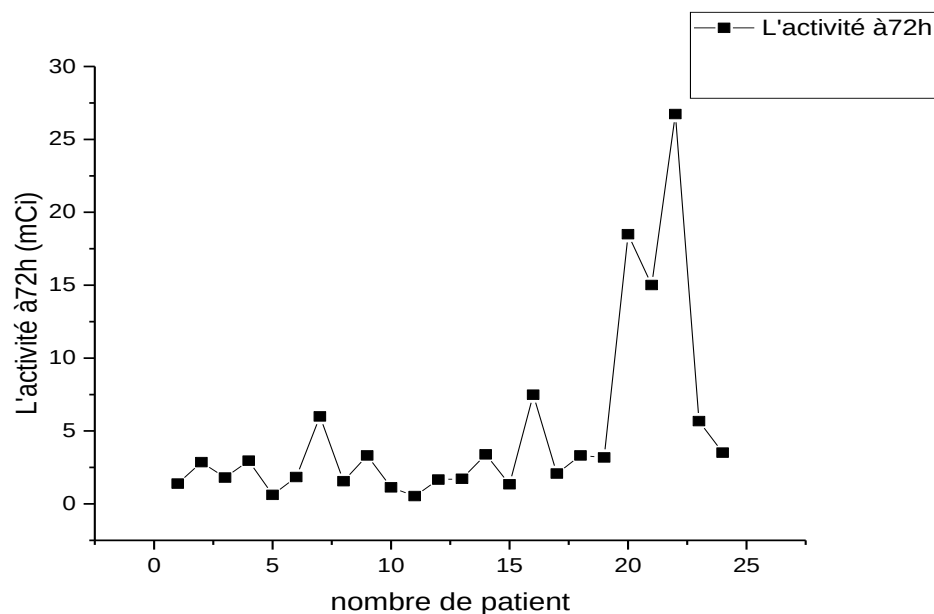


Figure (III.5) : La courbe représentative de l'activité résiduelle de chaque patient.

Dans ce cas les patients peuvent quitter l'hôpital, en respectant les consignes de radioprotection.

Il y a des cas rares qui avaient une activité résiduelle supérieure à 30mCi, ceci peut être expliqué par la rétention de l'iode dans les cellules cancéreuses disséminées (métastases) dans le reste des organes ; ces patients ont été hospitalisés un jour de plus jusqu'à ce que leurs activités diminuent.

Le calcul des doses cumulées accompagnateurs sont dans le tableau suivant :

Tableau 03 : *variation de la dose cumulative reçue par les accompagnateurs en fonction de la distance.*

Le débit de dose à T=72h	Trajet (heur)	La dose cumulée d'accompagnateur à 1m (mSv)	La dose cumulée d'accompagnateur à 0.8m en (mSv)	La dose cumulée d'accompagnateur de à0.5m (mSv)	La dose cumulée d'accompagnateur à0.25m (mSv)
6.5	2	0.0325	0,0203	0,052	0,208
3.6	2	0.0072	0,0112	0,0288	0,1152
5.4	2	0.0108	0,0168	0,0432	0,1728
5.4	1,5	0.0081	0,0126	0,0324	0,1296
3.3	1	0.0033	0,0051	0,0132	0,0528
2.4	2	0.0048	0,0075	0,0192	0,0768
6.1	1,5	0.00915	0,0142	0,0366	0,1464
2.8	3	0.0084	0,0131	0,0336	0,1344
7.1	3	0.0213	0,0332	0,0852	0,3408
3.51	2	0.00702	0,0109	0,0280	0,11232
1.5	1,5	0.00225	0,0035	0,009	0,036
1.7	2	0.0034	0,00531	0,0136	0,0544
4.8	2,5	0.012	0,0187	0,048	0,192
7,4	0,5	0.0037	0,0057	0,0148	0,0592
3,1	0,5	0.00155	0,0024	0,0062	0,0248
6,3	1	0.0063	0,0098	0,0252	0,1008
2,4	2	0.0048	0,0075	0,0192	0,0768
3,6	1	0.0036	0,0056	0,0144	0,0576
6	3	0.018	0,0281	0,072	0,288
20	4	0.08	0.125	0.32	1.28
13,5	2	0.027	0,0421	0,108	0,432
33	0,33	0.01089	0,0170	0,0435	0,17424
5.2	4	0.0208	0,0325	0,0832	0,3328
2.9	3	0.0087	0,0134	0,0344	0,1377

Les résultat obtenus montrent que la dose cumulative reçue par l'accompagnateur du patient à des débit de dose mesuré à 1m, et des temps de déplacement différents pour chaque patient ne dépasse pas le 1mSv réglementaire, comme on constate que la dose cumulée par l'accompagnateur a différentes distance du Patient (80cm, 50cm, 25cm) donne des résultats plus que satisfaisantes.

La courbe ci-dessous présente un exemple de l'accompagnateur de l'un des patients .

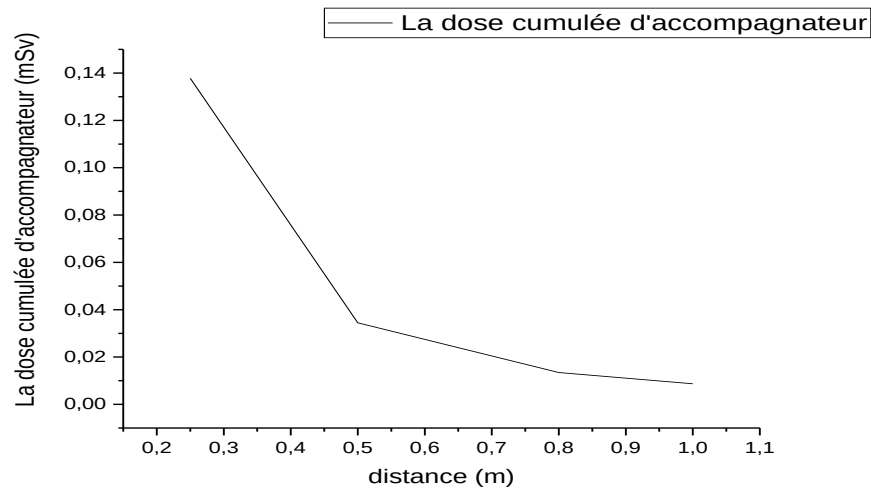


Figure (III.6) : La dose cumulée par l'accompagnateur en fonction de distance patient (N° 234/2018) – accompagnateur.

On a voulu vérifier dans les conditions plus extrême de débit de dose l'effet sur la dose reçue par l'accompagnateur, on a pris alors un patient type N° 68/2009: débit de dose maximal (20) et durée de déplacement la plus longue 4h.

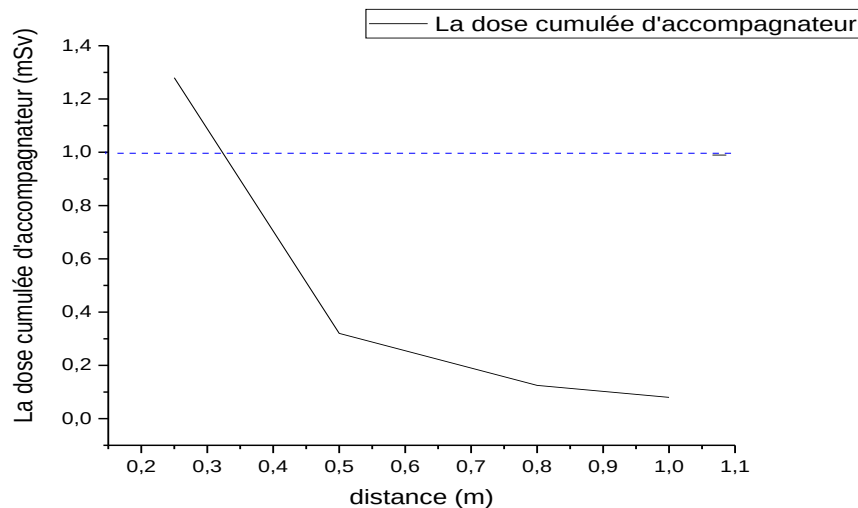


Figure (III.7) : La dose cumulée par l'accompagnateur en fonction de distance patient (N° 68/2009)- accompagnateur.

A travers la courbe on remarque que la dose cumulée par l'accompagnateur du patient à des distances : 1m, 0.8m, 0.5m est inférieure à 1 mSv , par contre à une distance 0.25m cette dose cumulée dépasse le seuil réglementaire.

Pour cela les physiciennes du CHU Constantine ont proposé des solutions pour diminuer cette dose cumulée par l'accompagnateur telque :

- Limiter le nombre d'accompagnateurs pour éviter une convergence entre patient – accompagnateur.
- Si l'accompagnateur est le conducteur du véhicule, il faut respecter la distance entre eu de 0.8m à 1m.
- Si l'accompagnateur n'est pas le conducteur le patient est derrière le conducteur durant la moitié du trajet (0.5m), et derrière l'accompagnateur durant l'autre moitié du trajet .
- La possibilité de changer d'accompagnateur , le véhicule ou les deux après à la moitié de trajet .

Conclusion

- les valeurs de débit de dose obtenue permet au patient de quitté l'hôpital avant 72h.
- les valeurs de l'activité résiduelle des patients sont sous l'obligation nationale et la recommandation internationale.
- plus la distance entre patient- accompagnateur est grande plus la dose cumulée reçue par accompagnateur est moins importante et inversement.

Conclusion générale

conclusion générale

Ce travail de mémoire s'inscrit dans le cadre d'obtention du diplôme de Master 2 sous le thème de l'évolution de l'exposition des accompagnateurs de patient après un traitement à l'iode 131.

Dans cette étude, on a montré l'efficacité et la bonne tolérance du traitement radio isotopique à l'iode 131 chez des patients atteints de carcinome thyroïdienne.

L'administration d'iode 131 après l'ablation de la thyroïde a deux objectifs :

- détruire les tissus thyroïdiens normaux qui peuvent subsister après la chirurgie ;
- détruire les cellules cancéreuses restantes, qui peuvent se trouver au niveau du cou ou dans d'autres parties du corps ; on diminue ainsi le risque de récurrence.

Dans la même optique, le patient devra recevoir l'information la plus complète possible au cours d'une discussion bénéfices-risques.

Concernant la pratique, Le but principal de l'hospitalisation en médecine nucléaire est de permettre la circulation du patient avec un débit de dose suffisamment faible à une irradiation minimale du public et de l'environnement.

On a obtenu des résultats satisfaisants qui ne dépassent pas 30mCi d'activité résiduelle, ces résultats permettent la sortie du patient avec la présence d'un ou plusieurs accompagnateurs.

Pour que les résultats obtenus de la dose cumulée reçue par l'accompagnateur ne dépassent pas le seuil on a proposé des consignes de radioprotection pour protéger l'accompagnateur du patient.

Dans ce cadre de travail, j'ai effectué cette étude au niveau du CHU de Constantine là où il y a des informations précieuses qui comportent de nombreux avantages qui nous ont permis d'élargir notre base de connaissances dans le domaine de la médecine nucléaire.

Il est peut-être temps de mettre le point sur l'importance du traitement par l'iode 131, qui est simple, efficace et peu onéreux.

REFERENCES

- [1] M. Ben Tekaya, Préparation d'un matériau de référence pour la mesure de la radioactivité naturelle, Université du 7 Novembre à Carthage ,Mémoire de Master,, 2009.
- [2] M. AMEUR, M. BELHADJI, Gestion des produits radio pharmaceutiques au service de médecine nucléaire du chu Tlemcen, docteur en pharmacie, 2017.
- [3] M. Hugues Paradis, PHENIICS : Particules hadrons énergie et noyau : instrumentation, image, cosmos et simulation, Université Paris-Saclay, Thèse de doctorat, 2016.
- [4] R. Zimmermann, La Médecine nucléaire : La radioactivité au service du diagnostic et de la thérapie, EDP sciences, Les Ulis, France, 2006.
- [5] G. Bouhila, Étude de la répartition de radionucléides présents dans les lacs de barrages artificiels, Université Freres Mentouri Constantine 1, Thèse de doctorat, 2018.
- [6] L. HADID, Optimisation de la radioprotection en médecine nucléaire : de la dosimétrie de référence à la dosimétrie personnalisée, Université Paris Diderot Paris 7, Thèse de doctorat, 2011.
- [7] J. Magill, J. Galy, Radioactivity Radionuclides Radiation, Springer Berlin, Berlin, 2014.
- [8] P. Sprawls, Physical principles of medical imaging, second Edition, 1993.
- [9] S. Chiavassa, M. Bardiès, S. Université Paul, Développement d'un outil dosimétrique personnalisé pour la radioprotection en contamination interne et la radiothérapie vectorisée en médecine nucléaire, Physique radiologique et médicale, Thèse de doctorat ,2005.
- [10] D. Cressier, Synthèse et évaluation de nouveaux dérivés organiques et organométalliques contre les effets des rayonnements ionisants, Université Toulouse III-Paul Sabatier, Thèse de doctorat, 2010.
- [11] L. BELAROUSSI, Kit d'autoformation en radioprotection destine aux medecins du travail, Université Mohamed V, Thèse de doctorat, 2014.
- [12] R.A. Powsner, E.R. Powsner, Essential nuclear medicine physics, Second edition, Blackwell, Oxford, 2006.
- [13] C. NOBLET, Calcul tridimensionnel de la dose absorbée par simulation Monte Carlo GATE pour la radiothérapie guidée par l'image dédiée au petit animal, Université de Nantes Angers Le Mans, Thèse de Doctorat, 2014.
- [14] E.B. Podgorsak, Radiation oncology physics a handbook for teachers and students, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2005.
- [15] M. B E N C H E I K H, Simulation Monte Carlo d'un accélérateur linéaire pour l'optimisation de la dosimétrie en radiothérapie, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Thèse de doctorat, 2017.

- [16] S. VAYRE, Développement et caractérisation d'une cible active scintillante pour l'étude de la fission et étude des possibilités de calorimétrie de la fission avec le détecteur CARMEN, Université Paris-Sud, Thèse de doctorat, 2015.
- [17] S. Tegami, LET measurements with a liquid ionization chamber, Université de Heidelberg, Thèse de doctorat, 2013.
- [18] N. SALLAI, Contrôle de qualité mécanique et dosimétrie de l'accélérateur linéaire d'électron, Université Abou Bekr Belkaid -Tlemcen, Mémoire de master, 2011.
- [19] V. Macary, Etude expérimentale de l'émission de neutrons retardés issus de la photofission des actinides, Université Paris VI - Pierre et Marie Curie, Thèse de doctorat, 2008.
- [20] L-JACOBS LAURENCE, Caractérisation du champ de radiation dans l'espace circumterrestre en terme de transfert linéique d'énergie (T.L.E.) pour la radioprotection et pour la radiobiologie, Université Paris XI, Thèse de doctorat, 1994.
- [21] M. Ammerich, La radioactivité sous surveillance et autres notions en radioprotection, EDP sciences, France, 2013.
- [22] P. National Council on Radiation, Measurements, O. Scientific Committee 77 on Guidance on, P. Public Exposure Resulting from Diagnostic Nuclear Medicine, Sources and magnitude of occupational and public exposures from nuclear medicine procedures / recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements, National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, MD, 1996.
- [23] M. Schlumberger, Le cancer de la thyroïde (Sans lieu), (Sans nom d'éditeur), 2010.
- [24] J.F. Eary, W. Brenner, H. Informa, Nuclear medicine therapy, Informa Healthcare, New York; London, 2007.
- [25] C. Brouet, Les pathologies thyroïdiennes: enquêtes sur le ressenti des patients, UHP- Université Henri Poincaré, Thèse de doctorat, 2011.
- [26] R. Gaglione, G. Montarou, P. Université Blaise, Electronique d'acquisition d'une gamma-caméra, Thèse de doctorat, 2005.
- [27] M.J. Shomon, The Thyroid Hormone Breakthrough: Overcoming Sexual and Hormonal Problems at Every Age, Collins, 2006.
- [28] Fondation ARC pour la recherche sur le cancer en collaboration avec P. Caron, Les Cancers de la Thyroïde, Elsevier Masson, 2015.
- [29] R.J. Amdur, E.L. Mazzaferri, Essentials of Thyroid Cancer Management : a Guidebook for Endocrinologists, Surgeons, Nuclear Medicine Physicians and Radiation Oncologists, Springer-Verlag New York Inc., Dordrecht, 2006.
- [30] S. Moussaoui, A. Oudghiri, Nodule Thyroïdien, Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen, Doctorat en médecine, 2014.

[31] La radioprotection dans les activités de transport de substances radioactives, ASN, Montrouge , 2018.

[32] C. Bataillon, A. Chabardes, C. Thieffry, J. Wybier, Risques radioactifs et radioprotection, CNRS, Paris, 2018.

[33] O. Koch, M.-D. Desruet, F. Université Joseph, Mise en conformité des contrôles de qualité des activimètres en radiopharmacie au Centre Hospitalier Universitaire de Grenoble, Thèse de doctorat, 2010.

[34] Détecteur μR à chambre d'ionisation pressurisée. [Online], [cité : juin, 2005]

<http://www.flukebiomedical.com/sites/default/files/resource.html>.

[35] S. Petit, Fréquence d'inclusion de la thyroïde dans le volume d'acquisition des examens tomodensitométriques non cervicaux de l'enfant, Université de Tours, Thèse de doctorat en médecine, 2015.

[36] N. Ounoughi, Caractéristiques générales des détecteurs de rayonnement ,[Polycopié], 2015. Consulté sur [http://elearning.univjijel.dz/elearning/pluginfile.php/3874/mod_resource/content/1/Polycopie instrumentation OUNOUGHII.pdf](http://elearning.univjijel.dz/elearning/pluginfile.php/3874/mod_resource/content/1/Polycopie_instrumentation_OUNOUGHII.pdf).

[37] Officiel journal of people's Democratic Republic of Algeria No.27, Presidential decree No. 05-117 of 2 rabie El aoual 1426 corresponding to 11april 2005 realign to protective mesures against radiation ionization.

[38] Officiel journal of people's Democratic Republic of Algeria No.64, order of 28 moharam 1437 corresponding to 10 November 2015 setting the optimization rules and indicative levels for medical exposures for health professionals

[39] Bendib.A Iaiche.N Mansouri.F(2017). Radiation hospitalizations duration at the nuclear medicine department Constantine Algeria IAEA CAN 255/233. December 2017Vienna Austria.

[40] Bendib.A Iaiche.N Mansouri.F (2017). Output dose rate impact on radioiodine treated patient-accompanist in East Algeria CN/130. December 2017Vienna Austria.

[41] H. KALLOUCHE, A. BOUCHIKHI, les Tests d'acceptance du système de Planification du traitement en radiothérapie externe, UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE ABOU BAKR BELKAID, Mémoire de Master, 2011.

Résumé

On a rapporté à travers ce travail l'expérience du service de médecine nucléaire du CHU de Constantine dans le traitement de carcinome thyroïdien par l'iode -131, le déroulement et les conditions de radioprotection liées à ce traitement. L'hospitalisation en médecine nucléaire nous permet de protéger le public et l'environnement. Seul le débit de dose de sortie ne permet pas d'évaluer adéquatement l'exposition du patient-accompagnateur, en effet la durée du trajet associée à la distance patient-accompagnateur peut largement modifier les doses reçues par l'entourage et donne des résultats proches des limites réglementaires.

Mots clés :

Médecine nucléaire, l'iode -131, radioprotection, débit de dose, la dose cumulée.

Summary

Through this work, we reported the experience of the nuclear medicine department of Constantine University Hospital in the treatment of thyroid carcinoma with iodine -131, the radiation protection process and conditions associated with this treatment. The hospitalization in nuclear medicine allows us to protect the public and the environment. Only the output dose rate does not adequately assess the accompanying patient's exposure. in fact, the travel time associated with the patient-companion distance can significantly change the doses received by the family and results in near regulatory limits.

Keywords:

Nuclear medicine, iodine -131, radiation protection, dose rate, the cumulative dose

ملخص

من خلال هذا العمل قمنا بعرض تجربة قسم الطب النووي في مستشفى جامعة قسنطينة في علاج سرطان الغدة الدرقية بواسطة اليود -131 والإجراءات وشروط الحماية من الإشعاع المتعلقة بهذا العلاج. يسمح لنا الاستشفاء في الطب النووي بحماية الأشخاص والبيئة. معدل الجرعة عند الخروج وحده لا يسمح بتقييم مناسب لتعرض مرافق المريض ، بل إن مدة الرحلة المرتبطة بالمسافة بين المرافق و المريض يمكن أن تعدل الجرعات التي يتلقاها المحيط إلى حد كبير وتعطي نتائج قريبة من الحدود التنظيمية.

الكلمات المفتاحية الطب النووي ، اليود-131 ، الحماية من الإشعاع ، معدل الجرعة ، الجرعة التراكمية.