

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA
Institut des Sciences et des Techniques Appliquées
Département : Génie Appliqué



Projet de Fin d'Études
En vue de l'obtention du diplôme de
Licence Professionnelle

Présenté au Département de Génie Appliqué
Domaine : Sciences et Technologie
Spécialité : Mesures, Métrologie et Qualité

Réalisé par l'étudiant :

- DJEGHOUBBI Assala
- LARGOT Imane

Thème :

**Mesurer les doses de rayonnement appliquées aux patients
dans les pratiques radiodiagnostiques**

Soutenu le.12/06/2023 devant la commission d'examen composée de :

M. ROUABAH Boubaker	MCB	à l'Université de Ouargla	Président
M. MECHRI Med Laid	MCB	à l'Université de Ouargla	Directeur du Mémoire
M. SETTOU Belkhir	MCB	à l'Université de Ouargla	Examineur

Année Universitaire : 2022 / 2023

Dédicace 1-2

Je dédie ce travail à:

*Mes très chers parents en signe de reconnaissance et de
profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts
et de moyens pour me voir réussir dans mes études;*

Mes chers frères et Mes chères sœurs;

Toute ma famille ;

Tous mes amis sans exception;

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour
que ce projet soit possible, je vous dis MERCI.*

Remerciement

Nous remercions en premier lieu ALLAH tout puissant de nous avoir accordé la puissance et la volonté pour achever ce travail.

*Nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur le **Dr. MECHRI Med Laid** pour son suivi, ses conseils judicieux et ses discussions qui nous ont beaucoup aidés au cours de nos recherches, nous vous remercions pour la gentillesse et la spontanéité avec lesquelles vous avez bien voulu diriger ce travail.*

*Nous tenons à remercier avec plus grande gratitude Monsieur le **Dr. ROUABEH Boubaker**, de l'honneur qu'il nous fait d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Nous remercions également Monsieur le **Dr. SETTOU Belkhir**, d'avoir accepté de se joindre à ce jury comme examinatrice.*

*Enfin, je voudrais ici exprimer mes remerciements particuliers à l'hôpital **Ben Amor El-Djilani d'El oued** et à tout le personnel de l'hôpital, en particulier ceux avec qui nous avons eu affaire*

Sommaire

	<i>Introduction générale</i>	01
	Chapitre 01 GÉNÉRALITÉS SUR RAYONS X	
01.	<i>Théorie des rayons X</i>	04
	<i>Production des rayons X</i>	04
	<i>Interaction des photons X avec la matière</i>	06
	<i>Loi d'atténuation des photons</i>	07
	<i>Qualité des rayons du tube radiogène (tube à rayons X)</i>	07
02.	<i>Radioprotection</i>	07
	<i>Effets biologiques des rayonnements ionisants sur l'organisme humain</i>	07
	<i>Effets déterministes</i>	07
	<i>Effets stochastiques</i>	08
	<i>Radioprotection</i>	08
	<i>Justification de la pratique</i>	08
	<i>Optimisation de la protection et de la sûreté</i>	08
	<i>Limitation de dose</i>	08
	<i>Réglementation en matière de radioprotection.</i>	09
03.	<i>Grandeurs de mesure des rayonnements ou Grandeurs Dosimétriques</i>	10
	<i>Dose absorbée</i>	10
	<i>Dose équivalente</i>	11
	<i>Dose efficace</i>	12
	<i>Dose dans l'air</i>	13
	<i>Dose d'entrée</i>	13
	<i>Notion de débit de dose</i>	14
	Chapitre 02: Applications des RX en médecine	
01.	<i>Radiographie</i>	16
	<i>Principe de fonctionnement</i>	16
	<i>Caractéristiques et qualités</i>	17
	<i>Causes d'utilisation</i>	18
	<i>Avantages.</i>	

02. Scanner (tomodensitomètre)	20
<i>Principe de fonctionnement</i>	20
<i>Caractéristiques et qualités</i>	22
<i>Causes d'utilisation</i>	23
<i>Avantages</i>	24
03. Angiographie	25
<i>Principe de fonctionnement</i>	25
<i>Caractéristiques et qualités</i>	26
<i>Causes d'utilisation:</i>	27
<i>Avantages</i>	27
04.Mammographie	28
<i>Principe de fonctionnement</i>	29
<i>Caractéristiques et qualités</i>	30
<i>Causes d'utilisation:</i>	31
<i>Avantages.</i>	32
Chapitre 03: MESURER LES DOSES DE RARAYONNEMENT APPLIQUEES AUX PATIENTS DANS LES PRATIQUES RADIODIAGNOSTIQUES AU NIVEAU DE EPH EL-OUED	
<i>Section 01 : Aperçu général sur l'Etablissement Public Hospitalier Ben Amor El-Djilani d'El oued</i>	34
<i>01. Identification de l'établissement .</i>	34
<i>02. Missions et objectifs de L'EPH d'El-Oued.</i>	36
<i>03. Organigramme de l'Etablissement Public Hospitalier d'El- Oued</i>	37
<i>Section 02 : Méthodologie et résultat de l'étude portant sur le mesure des doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques radiodiagnostiques dans l'EPH Ben Amor El-Djilani d'El oued</i>	38
<i>01. Méthodologie de l'étude :</i>	38
<i>Délimitation du champ d'étude .</i>	38
<i>Champ spatial et temporel d'étude .</i>	38
<i>02. Résultats et discussion :</i>	40
<i>Les appareils reposant sur des rayons X pour le diagnostic et situés dans l'EPH</i>	40

<i>Méthode de détermination des doses de rayonnement dans la radiographie</i>	44
<i>Les risques des rayonnements et les méthodes de prévention pour les radiologues</i>	45
<i>Conclusions générales</i>	46

Liste des figures

Chapitre 01: GÉNÉRALITÉS SUR RAYONS X

<i>Figure I.1 : Schéma d'un tube de rayons X</i>	4
<i>Figure I.2 : Schéma de principe de la production des rayons X</i>	4
<i>Figure I.3 : tube de rayons X</i>	4
<i>Figure I.4 : États d'excitation et de transition radiative</i>	5
<i>Figure I.5: Probabilités d'apparition des interactions en fonction des énergies des Photons</i>	6

Chapitre 02 : Applications des RX en médecine

<i>Figure II.1 : Principe de fonctionnement du radiographie</i>	17
<i>Figure II.2 : Principe de fonctionnement du scanner</i>	22
<i>Figure II.3 : L'appareil de L'angiographie</i>	25
<i>Figure II.4 : L'appareil de mammographie</i>	29

Chapitre 03 : MESURER LES DOSES DE RARAYONNEMENT APPLIQUEES AUX PATIENTS DANS LES PRATIQUES RADIODIAGNOSTIQUES AU NIVEAU DE EPH EL-OUED

<i>Figure III.01 : Une photo récente de l'entrée de l'hôpital Ben Amor El-Djilani d'El oued</i>	34
<i>Figure III.02 : Situation géographique de l'hôpital Ben Amor El-Djilani d'El oued</i>	35
<i>Figure III.03 : L'organigramme de l'EPH d'El-Oued (HANANA . H et SOLTANI .R, 2018)</i>	37
<i>Figure III.04 : les composants de Radiographie</i>	40
<i>Figure III.05 : Exemples de résultats de diagnostic</i>	41
<i>Figure III.06 : les composants de Radiographie nouveau</i>	42
<i>Figure III.07 : les composants de scanner</i>	43

Liste Des Tableaux

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

<i>Tableau I.1: Valeurs des facteurs de pondération du rayonnement</i>	11
<i>Tableau I.2: valeurs des facteurs de pondération tissulaire selon les organes et tissus</i>	12
<i>Tableau I.3 : valeurs des facteurs de pondération tissulaire selon les organes</i>	13

CHAPITRE III : MESURER LES DOSES DE RAYONNEMENT APPLIQUEES AUX PATIENTS DANS LES PRATIQUES RADIODIAGNOSTIQUES AU NIVEAU DE EPH EL-OUED

<i>Tableau III.1 :les infrastructures de Le EPH d' EL Oued.</i>	35
<i>Tableau III.2 : Les services disponible dans l'EPH d'El-Oued et leurs capacités (EPH d'El-Oued, 2023)</i>	36
<i>Tableau III.3 : Effectif de l'EPH d'El-Oued</i>	36
<i>Tableau III.4 : Concentration des éléments chimiques</i>	44

Listes Des Symboles

<i>DFP</i>	<i>Distance Foyer – Peau en mètre</i>
<i>NRD</i>	<i>les Niveaux de Référence Diagnostic</i>
<i>CIPR</i>	<i>Commission internationale de protection radiologique</i>
<i>TLT</i>	<i>Thorax-Lungs-Trachea</i>

Liste des équations

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS SUR RAYONS X

Equation I.1 $-dI = \mu(E, M) I(x) dx$

Equation I.2 $I(X) = I_0 e^{-\mu(E, M)X}$

Equation I.3 $D(\text{ou}DT) = dE / dm$

Equation I.4 $H_T = D_X W_R$

Equation I.5 $D_E = D_{AIR} \times FRD$

Equation I.6 $D = DT / t (\text{exprimé enGy} / h)$

Equation I.7 $H = H_T / t (\text{exprimé enSv} / h)$

Introduction Générale

Les études sur la mesure des doses de rayonnement dans les pratiques radiodiagnostiques sont réalisées pour plusieurs raisons ;Évaluation des risques pour les patients ,Les examens radiologiques peuvent entraîner une exposition aux rayonnements ionisants, qui comporte des risques potentiels pour la santé des patients. La mesure des doses de rayonnement permet d'évaluer ces risques et de s'assurer que les avantages cliniques des examens radiologiques l'emportent sur les risques potentiels ,Conformité aux réglementations : Dans de nombreux pays, il existe des réglementations et des normes spécifiques concernant les doses de rayonnement dans les pratiques radiodiagnostiques.

Les mesures de doses de rayonnement sont nécessaires pour s'assurer que les établissements de santé respectent ces réglementations et maintiennent des pratiques sûres. Les études sur les doses de rayonnement fournissent des données précieuses pour la recherche et le développement de nouvelles techniques d'imagerie médicale. Elles aident à évaluer l'efficacité des nouvelles technologies et des nouveaux équipements pour réduire l'exposition aux rayonnements tout en maintenant une qualité d'image adéquate.[1.2.3.4]

Les études antérieures sur la mesure des doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques radiodiagnostiques se sont concentrées sur divers aspects liés à la radioprotection et à l'optimisation de l'exposition aux rayonnements ionisants. Ces études cherchent à évaluer la quantité de rayonnement reçue par les patients lors d'examens radiologiques tels que les radiographies, les tomodensitogrammes (CT-scan) et les fluoroscopies. Voici quelques exemples d'études antérieures dans ce domaine : Évaluation des doses de rayonnement : Ces études ont mesuré les doses de rayonnement reçues par les patients lors d'examens radiologiques spécifiques. Elles utilisent des dosimètres pour mesurer la quantité de rayonnement absorbée par les tissus du patient. Les résultats permettent d'évaluer l'impact des différentes techniques et protocoles d'imagerie sur les doses de rayonnement [3]

L'étude visant à mesurer les doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques radiodiagnostiques est motivée par plusieurs raisons essentielles :

En résumé, l'étude des doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques radiodiagnostiques vise à garantir la sécurité des patients, à optimiser les protocoles d'imagerie, à se conformer aux réglementations et à contribuer au développement de nouvelles avancées technologiques

Le principal objectif de cette étude est Mesurer les doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques de diagnostic radiologique et évaluer la quantité de rayonnement à laquelle les patients sont exposés lors des examens radiologiques . Outre l'introduction et la conclusion générale, notre travail s'articule autour de Trois chapitres dont :

- Le premier chapitre est consacré à rappeler quelques généralités sur les rayons, nous avons été introduits aux concepts généraux des rayons, à leur production et à leurs types*
- Dans le second chapitre nous citerons nous appareils à rayons X pour diagnostic médical*
- Le 3eme chapitre nous avons réalisé une étude appliquée dans un hôpital Ben Amor EL-Djilani dans la Wilaya d' El Oued .*

CHAPITRE 01 :

GÉNÉRALITÉS SUR RAYONS X

01. Théorie des rayons X

- Production des rayons X
- Interaction des photons X avec la matière
- Loi d'atténuation des photons
- Qualité des rayons du tube radiogène (tube à rayons X).

02. Radioprotection

- Effets biologiques des rayonnements ionisants sur l'organisme humain
- Radioprotection
- Réglementation en matière de radioprotection.

03. Grandeurs de mesure des rayonnements ou Grandeurs Dosimétriques

- Dose absorbée
- Dose équivalente
- Dose efficace

1 Théorie des rayons X

1.1 Production des rayons X:

Les rayons X sont produits dans des tubes sous vide qui sont soit scellés soit démontables. Les électrons sont produits par un filament de tungstène parcouru par un courant. Ils sont accélérés par une différence de potentiel entre le filament et l'anticathode qui est reliée à la terre. Une cupule de concentration (ou wehnelt) entoure le filament ; son potentiel, qui est inférieur de quelques centaines de volts à celui du filament, repousse les électrons et concentre ainsi le faisceau. Les rayons X produits sortent du tube par des fenêtres en béryllium, choisi pour son étanchéité au vide et sa perméabilité aux rayons X[11.10.13].

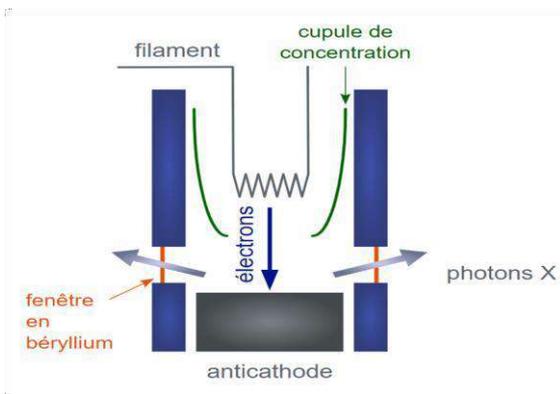


Figure I. 01 :Schéma d'un tube de rayons X

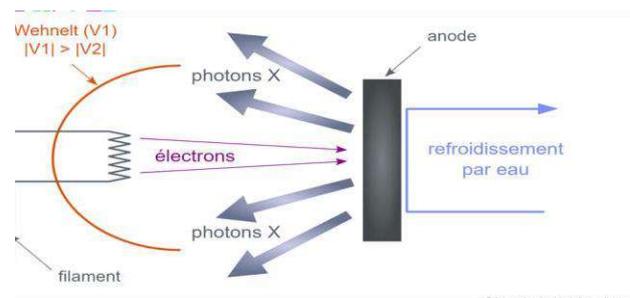


Figure I. 02 :Schéma de principe de la production des rayons X[11]



Figure I.3 : tube de rayons X [12]

Remarquons que l'on peut préciser encore la description en tenant compte de la structure fine du nuage électronique. Nous savons que quatre nombres quantiques définissent l'état d'un électron dans un atome. La combinaison de ces quatre nombres quantiques définit un certain nombre de niveaux d'énergie à l'intérieur de chaque couche, par exemple les trois niveaux LI, LII et LIII dans la couche L. Les transferts d'électrons entre les différents niveaux d'énergie obéissent à des règles de sélection. Ainsi, un électron de la couche K ne peut être remplacé par un électron du niveau LI, mais il peut être remplacé par un électron du niveau LII, on aura dans ce cas une raie Ka1, ou par un électron du niveau LIII, on aura dans ce cas une raie Ka2 [11].

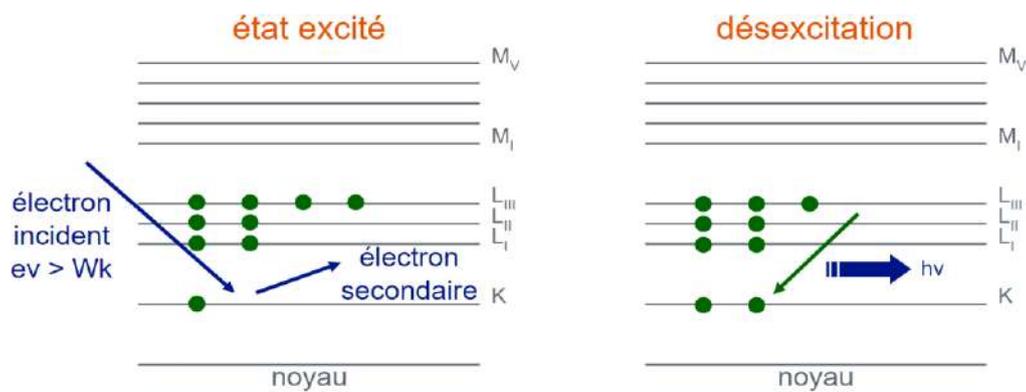


Figure I. 04 : États d'excitation et de transition radiative [11]

1.2 Interaction des photons X avec la matière

Lors de la pénétration d'un faisceau de rayons X dans un milieu (exemple : corps humain), son intensité diminue progressivement due essentiellement à l'interaction avec la matière traversée. Durant ce processus, on peut classer l'énergie perdue sous deux formes : une partie (énergie absorbée) est absorbée par le milieu, et une autre partie (énergie diffusée) est diffusée et qui sort de la matière dans une autre direction, autre que la direction du faisceau initial. Les phénomènes d'atténuation et d'absorption sont à l'origine des applications des rayons X en radiologie conventionnelle mais aussi à l'étude des effets des rayons X sur le corps humain (cas de la radiologie interventionnelle et de la radiothérapie). L'interaction des rayons X par la matière se manifeste sous trois types :

- L'effet photoélectrique
- L'effet Compton et
- L'effet de production de paire.

Les probabilités d'apparition de ces types d'interaction sont définies par l'énergie du photon incident et de la nature de la cible, notamment son numéro atomique Z [7].

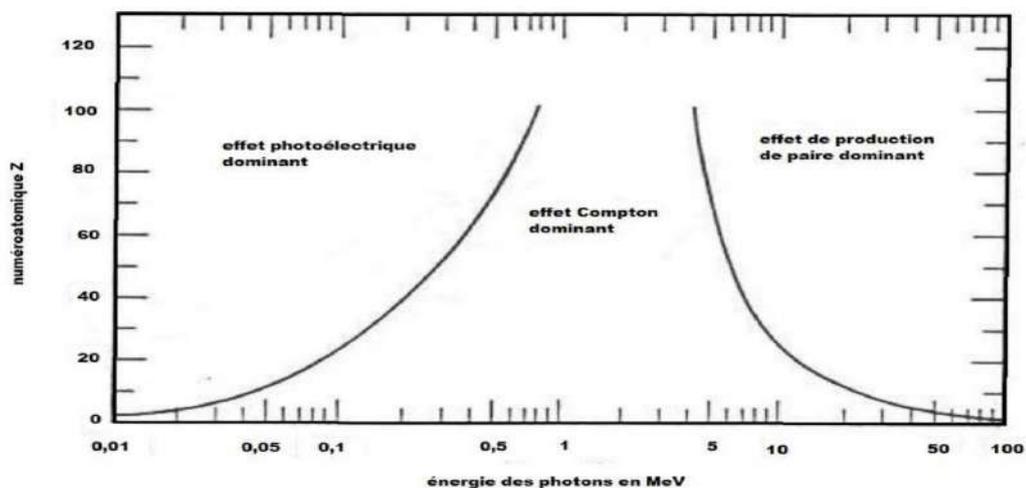


Figure I. 05: Probabilités d'apparition des interactions en fonction des énergies des Photons [7]

1.3 Loi d'atténuation des photons:

Si on considère un faisceau unidirectionnel de photons monoénergétiques, traversant un milieu naturel ; la loi d'atténuation est donnée par la relation suivante :

$$-dI = \mu(E, M) I(x) dx \dots\dots\dots I.1$$

$I(x)$: Intensité du faisceau à la position x .

$-dI$: variation de l'intensité sur une épaisseur élémentaire dx .

$\mu(E, M)$: Coefficient d'atténuation linéique du milieu, fonction de l'énergie E du photon et de la nature de la cible traversée M .

L'intégration de la relation ci-dessus donne la loi d'atténuation d'un faisceau parallèle monoénergétique des photons en fonction de l'épaisseur x , de la matière traversée [7].

$$I(X) = I_0 e^{-\mu(E, M)X} \dots\dots\dots I.2$$

1.4 Qualité des rayons du tube radiogène (tube à rayons X):

La qualité d'un tube radiogène varie en fonction de deux paramètres : la haute tension appliquée au tube et la filtration. La haute tension appliquée au tube définit les énergies des photons X produits tandis que la filtration sert à enlever les photons X de faibles énergies, ne participant pas à la formation de l'image. La filtration en tomodynamométrie est généralement composée de **4 à 6 mm** d'une feuille d'aluminium, de **0,5 mm** de fer et d'un filtre modifiant la forme du faisceau, appelé « shape filter ». L'inexistence des rayons X de faible énergie rend le faisceau plus homogène. La filtration utilisée pour transformer la forme du faisceau avant d'arriver au patient réduit l'intensité des rayons X au centre de la partie scannée [7].

2 Radioprotection

2.1 Effets biologiques des rayonnements ionisants sur l'organisme humain

L'exposition du corps humain à des rayonnements ionisants tels que les rayons X peut provoquer des dommages cliniques sur le corps humain. Ces effets peuvent être divisés en deux catégories : les effets déterministes et les effets stochastiques [7].

2.1.1 Effets déterministes

Les effets déterministes ou effets certains sont des effets qui se manifestent chez la personne exposée peu de temps après l'exposition. Ces effets sont appelés ainsi car il est certain qu'ils se produiront si la personne est exposée à des doses dépassant les seuils d'apparition des tels effets. Il est toutefois à noter que la probabilité d'apparition des effets déterministes relative à l'utilisation des rayons X en tomodynamométrie est très faible [7].

2.1.2 Effets stochastiques

Les effets stochastiques ou effets probabilistes sont des conséquences tardives et aléatoires associées à des expositions aux rayonnements ionisants. Ces effets peuvent apparaître chez un individu ou même sur sa descendance en cas de mutation génétique. L'apparition des effets stochastiques n'a pas de seuil, elle peut être due à des très faibles doses mais souvent répétitives. C'est ce type d'effet qui est le plus probable pour le cas de la tomodensitométrie [7].

2.2 Radioprotection

La radioprotection est l'ensemble des moyens techniques, administratifs, législatifs et réglementaires mis en œuvre pour protéger l'homme et son environnement contre les effets néfastes des rayonnements ionisants. La radioprotection se repose sur trois principes : La justification de la pratique, l'optimisation de la protection et de la sûreté, et la limitation de dose [7].

2.2.1 Justification de la pratique

L'exposition à des rayonnements ionisants doit être justifiée par la prédominance des avantages nets que la technique procure par rapport aux détriments associés à la pratique. Si deux techniques offrent le même résultat, celle qui présente le moindre risque doit être choisie. Pour le cas de la tomodensitométrie et la radiologie conventionnelle, en général c'est le médecin prescrivant l'examen qui est le premier responsable de la justification. C'est lui qui doit affirmer que l'utilisation d'une telle technique est nécessaire et qu'aucune autre technique n'utilisant pas des rayonnements ionisants ne peut offrir un résultat similaire [7].

2.2.2 Optimisation de la protection et de la sûreté

D'une manière générale, l'optimisation de la protection et de la sûreté repose sur le principe d'ALARA (As Low As Reasonably Achievable). Ce principe stipule que toute exposition à des rayonnements ionisants doit être optimisée de telle sorte que la valeur des doses individuelles, le nombre de personnes exposées et la probabilité de subir des expositions sont maintenus aussi bas que raisonnablement possible d'atteindre. L'application du principe d'optimisation en radiologie conventionnelle est surtout liée à la qualité des appareils et au choix faits par les manipulateurs sur les paramètres d'examen à utiliser [7].

2.2.3 Limitation de dose

Le principe de limitation de dose n'est pas directement applicable pour les expositions médicales car il est supposé que, le bénéfice procuré par l'exposition aux rayonnements ionisants dépasse largement les détriments associés. Néanmoins, des niveaux indicatifs de dose doivent être fixés pour baliser les manipulateurs sur le choix des paramètres d'examen.

Contrairement à la limite de dose, les Niveaux de Référence Diagnostic (NRD) sont des valeurs de dose pouvant être dépassées mais avec justification pertinente. Le dépassement répété des NRD signifie une anomalie au niveau de l'appareil émetteur de rayons X ou d'un paramétrage non optimisé des examens [7].

2.3 Réglementation en matière de radioprotection

À Madagascar, l'utilisation des rayonnements ionisants est basée sur la loi n° 97-041 du janvier 1998, relative à la protection contre les dangers des rayonnements ionisants et à la gestion des déchets radioactifs. Le décret n°2002-1161 fixe les principes généraux régissant la détention et l'utilisation des sources de rayonnements ionisants destinées à des fins médicales ou odontostomatologiques. Pour le diagnostic des patients, les titulaires de l'autorisation devraient veiller à ce que les prescriptions des Normes relatives à l'imagerie et à l'assurance de la qualité soient appliquées. Les expositions médicales des patients devraient être justifiées par une comparaison des avantages qu'elles procurent sur le plan diagnostique et du détriment radiologique qu'elles pourraient entraîner, compte tenu des avantages et des risques des autres techniques disponibles qui ne comportent pas des expositions médicales. Le titulaire de l'utilisation doit veiller à ce que :

- Le matériel approprié est utilisé .
- Les qualités des appareils devront être satisfaisantes et un programme de contrôle de qualité périodique doit être établi pour s'assurer de la stabilité et de la bonne qualité des appareils.
- Les patients subissent l'exposition minimale nécessaire pour atteindre l'objectif de diagnostic requis tout en tenant compte des normes définissant la qualité d'image acceptable établies par les corps professionnels compétents ainsi que les Niveaux Indicatifs de dose applicable au type d'examen.
- Les informations pertinentes sur les examens antérieurs doivent être utilisées comme retour d'expérience pour améliorer la radioprotection des patients, en terme d'optimisation de dose et/ou en terme de qualité d'image afin d'éviter toute surexposition des patients ou la répétition des examens [7] .

3 Grandeurs de mesure des rayonnements ou Grandeurs Dosimétriques

La description d'un champ de radiations ionisantes se fait au moyen de grandeurs radiométriques telle que la fluence. Les interactions entre le champ de radiation et la matière sont caractérisées par des coefficients d'interaction tels que le coefficient d'atténuation linéique μ , le coefficient d'absorption d'énergie massique μ_{en}/ρ . Pour quantifier les effets des rayonnements ionisants sur la matière deux approches peuvent être envisagées :

- Du point de vue du dépôt d'énergie.
- Du point de vue de la conversion ou du transfert d'énergie [5].

3.1 Dose absorbée

La dose absorbée (D ou DT) par un tissu ou un organe est la quantité d'énergie déposée dans la matière par unité de masse de tissu ou d'organe traversé.

$$D \text{ (ou } DT \text{)} = dE / dm \dots\dots\dots 1.3$$

Avec : dE : énergie moyenne communiquée par le rayonnement ionisant à la matière dans un élément de volume

dm : masse de la matière contenue dans cet élément de volume La dose absorbée est la dose moyenne reçue par un tissu ou un organe et quantifie les effets déterministes. L'unité de dose absorbée est le Gray (Gy). Il correspond à un joule par kilogramme. Rappelons que le Joule est l'unité d'énergie, mais qu'elle est inadaptée à l'échelle microscopique. On préfère utiliser l'électronvolt (eV) et ses multiples (kiloélectronvolt: KeV, et mégaélectronvolt : MeV).

$$1eV = 1,60 \times 10^{-19} J$$

$$1Kev = 103eV = 1,60 \times 10^{-16} J$$

$$1Mev = 106eV = 1,60 \times 10^{-13} J$$

L'ancienne unité de dose absorbée était le Rad, 1 Gray correspondant à 100 Rad.

$$1Gy = 1J / Kg$$

$$1Gy = 100Rad \quad [8]$$

– Unité : le gray (Gy)

– Rapport de l'énergie moyenne déposée par unite de masse ($D = E/m$)

– Grandeur physique utilisable quels que soient le rayonnement et le milieu considérés.

[9.8.6.5]

3.2 Dose équivalente

Pour la même dose absorbée, les rayonnements ionisants produisent des effets biologiques différents selon leur nature. Par exemple le rayonnement α est beaucoup moins pénétrant que les rayons X ou γ . Pour tenir compte de ces variations, il faut moduler la dose absorbée par un facteur de pondération W_R , variable selon les types de rayonnements. La dose équivalente s'exprime en Sievert (Sv). Elle reflète l'intensité des effets biologiques subis par un organe plus justement que la dose absorbée. La dose équivalente n'est pas une quantité physique mesurable directement. Le facteur de pondération (W_R) est égal à 1 pour les rayonnements X et γ . Ainsi, pour les rayons X, la dose absorbée est égale à la dose équivalente. Il est de 20 pour les rayons α . Il varie de 5 à 20 pour les neutrons (selon leur énergie). L'ancienne unité était le Rem (1 Sv équivaut à 100 Rem).

$$H_T = DW_R$$

Avec : H_T : dose équivalente (Sv)

D : dose absorbée (Gy)

W_R : facteur de pondération radiologique qui tient compte de la nature du rayonnement

$$1\text{Sv} = 100\text{Rem} \quad [8]$$

La dose équivalente prend en compte la probabilité d'effet stochastique.

- Unité : sievert (Sv) jusqu'en 2005 ; gray ou « gray pondéré » ensuite.

$$H = D_X W_R$$

- $W_R =$ facteur de pondération du rayonnement
- W_R exprime la plus grande efficacité à induire un effet nocif [9.8.6.5]

Tableau I.1 : Valeurs des facteurs de pondération du rayonnement [15]

Type de rayonnements	Énergie(E)	W_R
Photons , electrons	Quelle que soit l'énergie	1
Neutrons	$E \leq 10 \text{ Kev}$	1
	$10 \text{ Kev} \leq E \leq 100 \text{ Kev}$	5
	$100 \text{ Kev} < E \leq 2 \text{ Mev}$	20
	$2 \text{ Mev} < E \leq 20 \text{ Mev}$	10
	$E > 20 \text{ Mev}$	5
Protons	$E > 2 \text{ Mev}$	5
Alpha, fragments de fissions ,noyaus lourds	Quelle que soit l'énergie	20

3.3 Dose efficace

La notion de dose efficace a été proposée par la CIPR en 1977 pour prendre en compte le risque total résultant de l'exposition de plusieurs organes ou tissus présentant des donc d'évaluer le risque des effets stochastiques chez l'homme. Elle tient également compte de la radiosensibilité particulière de chaque tissu à la cancérisation. La dose efficace ne peut pas être mesurée. Elle ne peut être que calculée en multipliant l'équivalent de dose reçue (ou dose équivalente H_T) par un facteur de pondération tissulaire (W_T) relatif à l'organe considéré. Le facteur de pondération tissulaire W_T dépend de la radiosensibilité de l'organe ou tissu. La dose efficace corps entier est donc la somme des doses équivalentes pondérées dans les tissus et les organes par les différents facteurs de pondération W_T . Elle est exprimée en Sievert. Elle correspond à la dose équivalente, qui si elle était reçue de façon uniforme au niveau de l'organisme entier, entraînerait le même risque tardif sur la santé que des doses équivalentes reçues au niveau de chaque organe. [9.8.5]

$$E = H_T W_T \dots\dots\dots I.4$$

Avec : E : dose efficace (Sv) dans un tissu ou organe

H_T : dose équivalente (Sv)

W_T : facteur de pondération organe

Tableau I.2: Valeurs du facteur de poids des tissus selon les viscères [15]

Tissu ou organe	W_T	$W_{TCIPR103}$
Gonades	0,20	0,08
Moelle rouge	0,12	0,12
Colon	0,12	0,12
Poumon	0,12	0,12
Estomac	0,12	0,12
Vessie	0,05	0,04
Seins	0,05	0,12
Foie	0,05	0,04
Œsophage	0,05	0,04
Thyroïde	0,05	0,04
Peau	0,01	0,01
Surface des os	0,01	0,01
Autres yissus /tissus « divers»	0,05	0,12
Cerveau		0,01
Glandes		0,01

Tableau I.3: valeurs des facteurs de pondération tissulaire selon les organes[3]

Examen		W _T
TLT (Thorax-Lungs-Trachea)		0,12
(ASP) Abdomen sans préparation		0.05
Colon vertébrale	Cervical	0,04
	Dorsal	0,12
	Lombaire	0,12
	Sacrée	0,08
Membre supérieur	Épaule	0,05
	Bras	0,01
	Coude	0,06
	Avant bras	0,05
	Poignet+mains	0,01
Membre Inférieur	Bassin+hanche	0,01
	Fémur	0,01
	Genou	0,01
	Jambe	0,05
	Cheville+pied	0,05
Graine	Graine	0.02
OPN os propres du nez		0,01

3.4 Dose dans l'air

La dose dans l'air est la dose mesurée à la sortie du tube. Elle est donc indépendante de l'objet radiographié. Elle est mesurée par un dosimètre. Elle est exprimée en Gy [8.5].

- Unité : le gray (Gy)
- Facilement mesurable à l'aide d'une chambre d'ionisation.
- Indépendante de l'objet radiographié. [6]

3.5 Dose d'entrée

La dose d'entrée est la dose reçue à la surface de la peau du patient. Elle est mesurée par un dosimètre. Elle est exprimée en Gy. Elle intègre la dose dans l'air et le rayonnement diffusé par la matière traversée. Le diffusé peut représenter 20 à 40 % du rayonnement incident, selon l'énergie de celui-ci. Il ne faut donc pas négliger ce rayonnement diffusé et l'ajouter à la dose due au rayonnement primaire.

$D_E = \text{Dose rayonnement primaire} + \text{Dose rayonnement diffusé}$

$$D_E = D_{AIR} \times FRD \dots\dots\dots 1.5$$

ou FRD est le facteur de rétrodiffusion. Il dépend des constantes, en particulier du kilovoltage. Il est compris entre 1,2 et 1,5. On retient habituellement la valeur de 1,35 entre 60 et 80 kV (la majorité des cas en radiologie conventionnelle) et de 1,5 à haut kilovoltage (120-140 kV, c'est-à-dire pour les clichés thoraciques) [8.5].

3.6 Notion de débit de dose

Le débit de dose correspond à la dose par unité de temps. Dose = débit x temps. Lors d'une irradiation, il faut donc estimer la dose reçue (dose absorbée, dose équivalente, dose efficace), mais aussi la durée de l'irradiation. Une dose délivrée sur une longue période, c'est-à-dire à débit lent (= avec faible débit de dose) a moins d'effets qu'une même dose délivrée sur une courte période (= avec un fort débit de dose). Si le débit de dose est élevé, le nombre de lésions moléculaires et cellulaires simultanées sera important et les capacités de réparation de l'organisme moindres. L'effet de l'irradiation sera donc plus grand. Ainsi, pour se protéger, il faut diminuer le débit en diminuant l'intensité de l'irradiation et/ou le temps d'exposition. Le débit de dose absorbée correspond à la dose absorbée par unité de temps. Elle est appelée \dot{D} .

$$\dot{D} = DT / t \text{ (exprimé en Gy / h) } \dots\dots\dots I.6$$

Le débit de dose équivalente correspond à la dose équivalente par unité de temps. Elle est appelée \dot{H} .

$$\dot{H} = H_T / t \text{ (exprimé en Sv / h) } \dots\dots\dots I.7$$

Enfin, outre la dose, le débit de dose et l'organe ou le tissu irradié, un dernier paramètre doit être pris en compte pour évaluer le risque d'une irradiation : c'est l'âge de la personne puisque les effets peuvent apparaître des années ou des dizaines d'années après l'irradiation causale. [8.5]

CHAPITRE 02 :

Applications des RX en médecine

Certains appareils médicaux qui utilisent les rayons X dans leur travail

- 1. Radiographie*
- 2. Scanner (tomodensitomètre)*
- 3. Angiographie*
- 4. Mammographie*

1. Radiographie :

La radiographie est une technique d'imagerie médicale qui utilise des rayons X pour visualiser les structures internes du corps humain. Elle permet de créer des images en noir et blanc qui montrent les os, les organes et les tissus à l'intérieur du corps. Lors d'une radiographie, le patient est exposé à une courte impulsion de rayons X qui traversent son corps. Ces rayons X sont ensuite captés par un détecteur, tel qu'une plaque photographique ou un capteur numérique, pour produire une image radiographique. Les radiographies sont couramment utilisées pour diagnostiquer et évaluer des fractures osseuses, des infections pulmonaires, des problèmes dentaires, des maladies cardiaques et d'autres affections médicales. Elles peuvent également être utilisées pour guider des procédures médicales telles que la pose de cathéters ou de dispositifs implantables. [16]

1.1. Principe de fonctionnement de radiographie:

Le principe de fonctionnement de la radiographie repose sur l'utilisation de rayons X, une forme de rayonnement électromagnétique. Voici les étapes principales du processus :

- **Source de rayons X :** Une machine radiographique génère des rayons X à partir d'une source. Cette source émet des photons à haute énergie qui pénètrent à travers le corps du patient.
- **Interaction avec les tissus :** Lorsque les rayons X traversent le corps, ils interagissent avec les tissus et les organes présents. Les rayons X sont absorbés différemment par les différents types de tissus en fonction de leur densité et de leur composition. Les structures plus denses, comme les os, absorbent davantage les rayons X, apparaissant donc plus blanches sur l'image radiographique. Les tissus moins denses, tels que les muscles et les organes internes, absorbent moins de rayons X, apparaissant donc plus sombres sur l'image.
- **Détecteur :** Un détecteur, généralement une plaque photographique ou un capteur numérique, est positionné de l'autre côté du corps par rapport à la source de rayons X. Ce détecteur enregistre les rayons X qui ont traversé le corps et les convertit en signaux électriques ou numériques.
- **Création de l'image :** Les signaux électriques ou numériques captés par le détecteur sont traités pour créer une image radiographique. Cette image en noir et blanc montre les différentes structures anatomiques présentes dans le corps, avec les os, les organes et les

tissus apparaissant à des niveaux de gris différents en fonction de leur absorption des rayons X.

- **Interprétation médicale :** L'image radiographique obtenue est ensuite interprétée par un professionnel de la santé, tel qu'un radiologue, qui examine les structures anatomiques pour diagnostiquer des conditions médicales, évaluer les traumatismes, détecter des anomalies ou surveiller l'évolution d'une maladie.

Il est important de noter que la radiographie expose le patient à une faible dose de rayonnement ionisant, et des précautions sont prises pour minimiser cette exposition, notamment en utilisant des tabliers en plomb pour protéger les parties du corps qui ne nécessitent pas d'imagerie. [17_19]

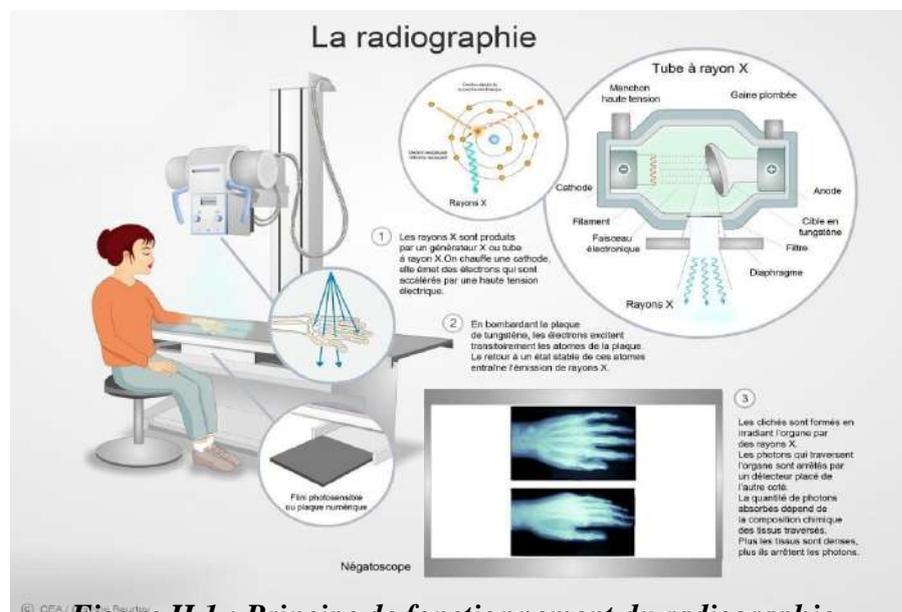


Figure II.1 : Principe de fonctionnement de la radiographie

1.2. Caractéristiques et qualités de radiographie:

La radiographie possède plusieurs caractéristiques et qualités qui en font une technique d'imagerie médicale largement utilisée. Voici quelques-unes des principales caractéristiques et qualités de la radiographie :

- **Visualisation des structures internes :** La radiographie permet de visualiser les structures internes du corps humain, notamment les os, les organes et les tissus, en créant une image en noir et blanc montrant les différentes structures anatomiques. Cela permet aux professionnels de la santé de diagnostiquer et d'évaluer diverses conditions médicales.

- **Rapidité et facilité d'utilisation :** Les radiographies peuvent être réalisées rapidement, généralement en quelques minutes. La procédure est relativement simple et ne nécessite pas de préparation complexe, ce qui facilite leur utilisation dans les situations d'urgence ou lors de consultations médicales courantes.
- **Large gamme d'applications :** Les radiographies sont polyvalentes et peuvent être utilisées pour diagnostiquer et évaluer de nombreuses affections médicales, telles que les fractures osseuses, les infections pulmonaires, les troubles gastro-intestinaux, les problèmes dentaires, les tumeurs, les maladies cardiaques, les calculs rénaux, etc. Elles sont également utilisées pour guider certaines procédures médicales.
- **Coût relativement faible :** Comparées à d'autres techniques d'imagerie médicale avancées, telles que l'IRM (imagerie par résonance magnétique) ou le scanner (tomodensitométrie), les radiographies sont généralement moins coûteuses. Elles restent accessibles dans de nombreux établissements médicaux.
- **Exposition à une faible dose de rayonnement :** Bien que les radiographies utilisent des rayons X, qui sont une forme de rayonnement ionisant, les doses de rayonnement utilisées sont généralement faibles et considérées comme sûres. Les professionnels de la santé prennent des précautions pour minimiser l'exposition du patient en utilisant des techniques de protection appropriées.
- **Complémentarité avec d'autres techniques d'imagerie :** Bien que la radiographie offre de nombreuses informations, elle présente certaines limites. Par conséquent, dans certains cas, d'autres techniques d'imagerie, telles que l'échographie, l'IRM ou le scanner, peuvent être nécessaires pour compléter ou confirmer les résultats de la radiographie.

Il est important de noter que les caractéristiques et qualités de la radiographie peuvent varier en fonction du contexte clinique spécifique, de l'équipement utilisé et des compétences du professionnel de la santé. [17-20]

1.3. Causes d'utilisation de radiographie:

La radiographie est utilisée dans de nombreux cas cliniques pour aider au diagnostic, à l'évaluation et au suivi de diverses affections médicales. Voici quelques-unes des principales causes d'utilisation de la radiographie :

- **Détection et évaluation des fractures osseuses :** La radiographie est couramment utilisée pour détecter et évaluer les fractures osseuses. Elle permet de visualiser la structure osseuse et de déterminer la présence, la localisation et la gravité d'une fracture.
- **Évaluation des affections pulmonaires :** Les radiographies pulmonaires sont utilisées pour détecter et évaluer les infections pulmonaires telles que la pneumonie, la tuberculose et d'autres affections respiratoires telles que les maladies pulmonaires obstructives chroniques et les cancers du poumon.
- **Détection des calculs rénaux et des anomalies urinaires :** Les radiographies peuvent être utilisées pour détecter la présence de calculs rénaux et évaluer leur taille, leur emplacement et leur nombre. Elles peuvent également aider à diagnostiquer les anomalies urinaires et les obstructions des voies urinaires.
- **Évaluation des affections gastro-intestinales :** La radiographie peut être utilisée pour détecter et évaluer les affections gastro-intestinales telles que les occlusions intestinales, les perforations, les ulcères, les diverticules et les tumeurs.
- **Détection des affections cardiaques :** Les radiographies du thorax peuvent être utilisées pour évaluer les affections cardiaques telles que les malformations cardiaques, les maladies coronariennes, les insuffisances cardiaques et les anomalies de la taille et de la forme du cœur.
- **Évaluation des problèmes dentaires :** Les radiographies dentaires sont utilisées pour détecter les caries, évaluer la santé des racines dentaires, évaluer les infections et les inflammations des gencives, et planifier les traitements orthodontiques.
- **Guidage des procédures médicales :** Les radiographies sont utilisées pour guider certaines procédures médicales telles que la pose de cathéters, de dispositifs implantables, de drains ou de fils de guidage.

Il convient de noter que cette liste n'est pas exhaustive et que la radiographie peut être utilisée dans de nombreux autres contextes cliniques en fonction des besoins individuels du patient et de la décision du professionnel de la santé.[21,22,23]

1.4. Avantages de radiographie:

La radiographie présente plusieurs avantages qui en font une technique d'imagerie médicale largement utilisée. Voici quelques-uns de ces avantages :

- *La radiographie est efficace pour diagnostiquer les fractures et les lésions osseuses.*
- *Elle permet la visualisation des structures anatomiques internes du corps.*
- *La radiographie est rapide, disponible et offre des résultats immédiats ou dans un court laps de temps.*
- *Elle est relativement moins coûteuse que d'autres modalités d'imagerie médicale avancées.*
- *La radiographie peut servir de guide lors de procédures médicales telles que la pose de cathéters ou de dispositifs implantables.*
- *Les doses de rayonnement de la radiographie sont généralement considérées comme étant de faible dose.*
- *Chaque technique d'imagerie médicale a ses avantages et ses limites, et le choix approprié dépendra de la condition médicale et des recommandations du professionnel de la santé. [22,23,24]*

2. Scanner (tomodensitomètre):

Le scanner, également appelé tomodensitomètre est une technique d'imagerie médicale utilisant des rayons X pour créer des images détaillées de l'intérieur du corps. Il produit des images transversales en coupe des structures anatomiques. Les scanners sont utilisés pour diagnostiquer et évaluer diverses affections médicales, offrant une visualisation précise des os, des organes internes, des tissus mous et des vaisseaux sanguins. Ils sont particulièrement utiles lorsque d'autres modalités d'imagerie ne fournissent pas suffisamment d'informations. Cependant, ils exposent le patient à une dose plus élevée de rayonnement ionisant. Les professionnels de la santé prennent des mesures de protection pour minimiser l'exposition aux rayonnements et évaluent les avantages diagnostiques par rapport aux risques pour chaque cas spécifique.[25,26,27]

2.1. Principe de fonctionnement de scanner :

Le tomodensitomètre, également connu sous le nom de scanner, utilise un principe de fonctionnement similaire à celui de la radiographie, mais avec une technologie plus avancée qui permet d'obtenir des images en coupe (transversales) détaillées du corps.

- *Le principe de base du scanner repose sur l'utilisation de rayons X et d'une technique appelée tomographie. L'appareil est composé d'un tube à rayons X qui émet des faisceaux de rayons X et d'un détecteur qui enregistre les rayons X après qu'ils ont traversé le corps du patient.*
- *Le patient est allongé sur une table qui se déplace à travers l'anneau central du scanner. Pendant l'examen, le tube à rayons X et le détecteur tournent autour du corps du patient, effectuant une série de rotations. À chaque rotation, plusieurs images radiographiques sont prises à des angles différents.*
- *Les données radiographiques recueillies sont ensuite traitées par un ordinateur puissant, qui utilise des algorithmes de reconstruction pour créer des images transversales en coupe du corps. Ces images en coupe fournissent une vue détaillée des différentes structures anatomiques, telles que les os, les organes internes, les tissus mous et les vaisseaux sanguins.*
- *La technologie du scanner permet d'obtenir des images avec une résolution élevée et une grande précision. Il est possible de régler les paramètres du scanner, tels que l'épaisseur des coupes et le niveau de contraste, pour mieux visualiser certaines structures ou pathologies.*
- *Grâce à son principe de fonctionnement avancé, le scanner peut produire des images en coupe dans différents plans (axial, sagittal, coronal), permettant une visualisation approfondie des structures internes sous différents angles.*

En résumé, le scanner utilise les rayons X, la rotation du tube à rayons X et du détecteur, ainsi que des techniques de reconstruction informatique pour obtenir des images en coupe détaillées du corps humain. Cela permet aux médecins d'évaluer et de diagnostiquer diverses affections médicales de manière précis.[27,28]

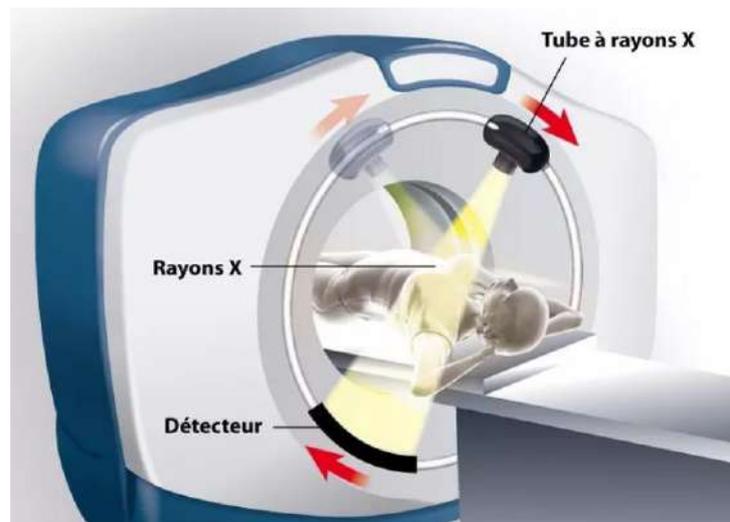


Figure II.2 : Principe de fonctionnement du scanner

2.2. Caractéristiques et qualités de scanner:

Le scanner, ou tomodensitomètre, présente plusieurs caractéristiques et qualités qui en font un outil précieux en imagerie médicale. Voici quelques-unes de ses principales caractéristiques et qualités :

- **Résolution élevée** : Le scanner offre des images détaillées et précises pour visualiser les structures anatomiques.
- **Images en coupe** : Les images tomographiques du scanner fournissent des informations détaillées sur les différentes couches du corps.
- **Rapidité de l'examen** : Les scanners modernes réalisent des examens rapides, réduisant le temps passé par le patient à l'intérieur de l'appareil.
- **Polyvalence** : Le scanner peut diagnostiquer une variété de conditions médicales, y compris les tissus mous, les os, les organes internes et les vaisseaux sanguins.
- **Guidage des procédures médicales** : Le scanner peut être utilisé pour guider des procédures telles que les biopsies et les insertions de cathéters.
- **Contraste amélioré** : Un agent de contraste peut être utilisé pour améliorer la visualisation des structures lors de l'examen au scanner.
- **Précision dans la localisation des lésions** : Les images en coupe du scanner permettent une localisation précise des lésions ou des anomalies. En résumé, le scanner est un outil précieux en imagerie médicale grâce à sa résolution élevée, ses images en coupe détaillées, sa rapidité d'examen, sa polyvalence diagnostique, sa capacité de guidage des

procédures médicales, son contraste amélioré et sa précision dans la localisation des lésions.[19,28,29]

2.3. Causes d'utilisation de scanner:

Le scanner, ou tomodensitomètre, est utilisé dans divers contextes médicaux pour diagnostiquer, évaluer et surveiller différentes affections. Voici quelques-unes des principales causes d'utilisation du scanner :

- **Détection des lésions et des tumeurs :** *Le scanner est largement utilisé pour détecter les lésions, les masses et les tumeurs dans différentes parties du corps. Il permet d'obtenir des images détaillées en coupe transversale, ce qui facilite l'identification de ces anomalies.*
- **Évaluation des traumatismes :** *En cas de traumatisme, le scanner est souvent utilisé pour évaluer les blessures internes, telles que les fractures, les saignements, les lésions des organes et les contusions. Il permet une visualisation précise des dommages causés par le traumatisme et aide à déterminer la meilleure approche de traitement.*
- **Diagnostic des maladies cardiovasculaires :** *Le scanner peut être utilisé pour évaluer les maladies cardiovasculaires, telles que les maladies coronariennes et les anévrismes aortiques. Il permet de visualiser les artères et les vaisseaux sanguins avec précision, aidant ainsi à identifier les obstructions, les sténoses et d'autres problèmes vasculaires.*
- **Évaluation des maladies pulmonaires :** *Le scanner est couramment utilisé pour évaluer les maladies pulmonaires, y compris les infections, les tumeurs, les embolies pulmonaires et les maladies pulmonaires obstructives chroniques. Il fournit des images détaillées des poumons, permettant une évaluation précise de l'état pulmonaire.*
- **Détection des anomalies abdominales :** *Le scanner est utilisé pour détecter les anomalies dans la région abdominale, telles que les tumeurs, les kystes, les calculs rénaux, les appendicites, les diverticulites et les problèmes intestinaux. Il permet une visualisation claire des organes abdominaux et facilite le diagnostic et la planification du traitement.*
- **Évaluation des maladies neurologiques :** *Le scanner est utilisé pour évaluer les maladies neurologiques telles que les accidents vasculaires cérébraux, les tumeurs cérébrales, les maladies dégénératives du cerveau et les lésions cérébrales traumatiques.*

Il fournit des informations détaillées sur la structure et les caractéristiques du cerveau, permettant ainsi une évaluation précise des troubles neurologiques.

- **Suivi des traitements** : *Le scanner est également utilisé pour surveiller l'efficacité des traitements, tels que la radiothérapie ou la chimiothérapie. Il permet de suivre l'évolution des lésions, de vérifier la réponse au traitement et d'ajuster les protocoles thérapeutiques si nécessaire.*

Il est important de noter que chaque utilisation du scanner dépend des besoins cliniques spécifiques du patient et des recommandations médicales. Les médecins décident de l'utilisation du scanner en fonction des symptômes, des antécédents médicaux et des résultats d'autres examens préalables. [29,30]

2.4. Avantages de scanner:

- *Le scanner offre des images en coupe transversale détaillées pour visualiser les structures internes du corps.*
- *Il permet la visualisation claire des tissus mous, des structures osseuses et des anomalies.*
- *Les scanners modernes sont rapides et efficaces, permettant un diagnostic rapide, en particulier dans les situations d'urgence.*
- *Il est polyvalent et peut être utilisé pour examiner différentes parties du corps et diverses affections médicales.*
- *Le scanner facilite la détection précoce des maladies, le suivi de leur évolution et l'évaluation de l'efficacité du traitement.*
- *Il est utilisé pour guider des procédures médicales invasives, améliorant ainsi leur précision et leur sécurité.*
- *Grâce à sa capacité à fournir des images détaillées, le scanner aide à poser des diagnostics précis et à orienter les traitements appropriés.*
- *Malgré ses avantages, le scanner expose les patients à des doses de rayonnement plus élevées, mais des mesures sont prises pour minimiser les risques associés. [29,30]*

3. Angiographie:

L'angiographie est une technique d'imagerie médicale qui permet l'étude des vaisseaux sanguins. Son principe est de rendre visible les vaisseaux artériels ou veineux en utilisant le rayon X et en injectant un produit de contraste. Au cours de l'examen un cathéter est introduit dans le vaisseau sanguin pour injecter le produit de contraste. Durant l'injection du produit iodé, une partie de rayons X traverse le corps du patient et les autres rayons qui ne sont pas arrêtés par le produit de contraste sont enregistrés par la caméra placée au-dessus du corps. Un écran de contrôle permet la visualisation des artères et un bras mobile peut être déplacé autour du corps pour obtenir des vues différentes de la même artère. On obtient à la fin des images numériques.[31,32,33]



Figure II.3 : L'appareil de L'angiographie

3.1. Principe de fonctionnement d'angiographie:

Le principe de fonctionnement de l'angiographie repose sur l'utilisation de rayons X et d'un agent de contraste pour visualiser les vaisseaux sanguins. Voici les étapes principales du processus :

- **Préparation** : Avant l'angiographie, le patient est préparé en fonction de la zone à examiner. Cela peut impliquer le retrait de vêtements ou de bijoux, la pose d'une perfusion intraveineuse pour l'administration de l'agent de contraste, et la désinfection de la zone d'intervention.
- **Insertion du cathéter** : Un cathéter, un mince tube flexible, est inséré dans une artère ou une veine, généralement au niveau de l'aîne, du bras ou du poignet. Le cathéter est guidé jusqu'à la zone d'intérêt à l'aide d'une radiographie en temps réel ou d'une imagerie par fluoroscopie.

- **Injection de l'agent de contraste** : Une fois que le cathéter est en place, un agent de contraste iodé est injecté dans les vaisseaux sanguins. L'agent de contraste permet de rendre les vaisseaux visibles sur les images radiographiques en absorbant les rayons X de manière différente par rapport aux tissus environnants.
- **Acquisition d'images** : Après l'injection de l'agent de contraste, une série de radiographies ou de tomodensitométrie (scanner) est réalisée pour obtenir des images détaillées des vaisseaux sanguins. Les images peuvent être prises sous différents angles et perspectives pour visualiser les vaisseaux dans leur ensemble.
- **Analyse et interprétation** : Les images obtenues sont analysées et interprétées par un radiologue spécialisé. Le radiologue évalue l'état des vaisseaux sanguins, recherche d'éventuelles anomalies, telles que des rétrécissements, des obstructions, des anévrismes ou des malformations, et fait un diagnostic.
- L'angiographie peut être réalisée en utilisant différentes techniques, telles que l'angiographie conventionnelle (utilisant des rayons X), l'angiographie par tomodensitométrie (scanner), ou l'angiographie par résonance magnétique (IRM). Chaque technique a ses propres avantages et indications spécifiques.

Il est important de noter que l'angiographie est une procédure invasive qui comporte certains risques et nécessite une expertise médicale spécialisée pour son exécution et son interprétation. Les avantages et les risques potentiels doivent être soigneusement évalués avant de décider de réaliser une angiographie. [31,34,35]

3.2. Caractéristiques et qualités d'angiographie:

- Visualisation détaillée des vaisseaux sanguins, permettant de détecter les anomalies.
- Diagnostic précis des affections vasculaires telles que les rétrécissements, les obstructions, les anévrismes et les thromboses.
- Guidage des traitements invasifs tels que l'angioplastie, l'embolisation et la chirurgie vasculaire.
- Moins invasive que certaines procédures chirurgicales, réduisant les risques pour les patients.
- Complémentarité avec d'autres techniques d'imagerie pour une évaluation plus complète.
- Contrôle du traitement et surveillance des vaisseaux sanguins après un traitement vasculaire.

- Procédure invasive avec des risques potentiels tels que des réactions allergiques, des saignements, des infections et des complications liées au cathéter. Une évaluation attentive des avantages et des risques est nécessaire.[36]

3.3. Causes d'utilisation d'angiographie:

Cet examen a pour objectif de: visualiser l'état des vaisseaux sanguins de la rétine poser un diagnostic déterminer la gravité et les causes de certaines maladies contrôler ou orienter vers un traitement adéquat

- L'angiographie est utilisée pour visualiser et évaluer les vaisseaux sanguins dans différentes situations médicales.
- Utilisation de l'angiographie dans le diagnostic des maladies vasculaires, y compris les rétrécissements, les obstructions, les anévrismes, les malformations vasculaires, les thromboses et les embolies.
- L'angiographie est utilisée pour évaluer l'anatomie et l'état des vaisseaux sanguins avant une intervention chirurgicale vasculaire.
- Elle est utilisée pour guider les procédures interventionnelles telles que l'angioplastie, l'embolisation, la pose de stents et la thrombectomie.
- L'angiographie permet d'évaluer le flux sanguin dans les vaisseaux, en détectant les zones de circulation réduite ou altérée.
- Elle est utilisée pour surveiller l'efficacité des traitements vasculaires et l'évolution des vaisseaux sanguins après une intervention.
- L'angiographie est une procédure invasive avec l'utilisation d'un agent de contraste et comporte des risques potentiels.
- Les avantages et les risques doivent être évalués par l'équipe médicale avant de décider de procéder à une angiographie.[37]

3.4. Avantages d'angiographie:

L'angiographie offre plusieurs avantages dans le domaine médical. Voici quelques-uns des principaux avantages de cette procédure :

- *L'angiographie permet la visualisation en temps réel des vaisseaux sanguins pour détecter les anomalies et les obstructions.*
 - *Elle est utile dans le diagnostic et l'évaluation précise des maladies vasculaires telles que l'athérosclérose, les anévrismes, les malformations vasculaires, les caillots sanguins et les sténoses.*
 - *L'angiographie sert de guide lors de procédures médicales invasives telles que l'angioplastie, la pose de stents, l'embolisation ou la thrombolyse.*
 - *Elle permet l'évaluation post-chirurgicale des résultats des interventions vasculaires.*
 - *L'angiographie réduit le besoin d'interventions chirurgicales plus invasives en fournissant des informations détaillées sur les vaisseaux sanguins sans ouverture chirurgicale majeure.*
 - *Les avantages de l'angiographie varient en fonction de chaque cas, et ils doivent être évalués par le médecin en considérant les risques potentiels et les alternatives disponibles.*
- [39]

4. Mammographie:

La mammographie est une technique d'imagerie médicale utilisée pour visualiser les tissus mammaires. L'énergie des rayons X est beaucoup plus faible que celle d'autres applications (environ 0.7 mSv) et les machines modernes de mammographie sont désignées spécifiquement pour cette fin. Elle est principalement utilisée pour dépister et diagnostiquer le cancer du sein. Lors d'une mammographie, le sein est comprimé entre deux plaques et des rayons X à faible dose sont utilisés pour obtenir des images radiographiques appelées mammogrammes. Ces images permettent aux radiologues de détecter les anomalies telles que les masses, les micro calcifications ou les structures anormales qui pourraient indiquer un cancer ou d'autres problèmes mammaires[40]

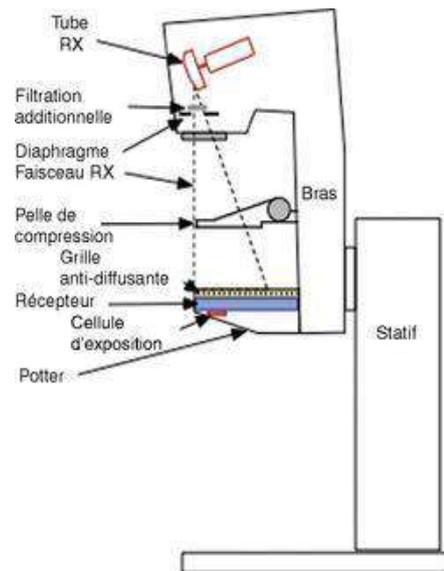


Figure II.4 : L'appareil de mammographie

4.1. Principe de fonctionnement de mammographie:

La mammographie utilise le principe des rayons X pour créer des images des tissus mammaires. Voici le principe de fonctionnement de la mammographie :

- **Positionnement** : La patiente est positionnée devant la machine à mammographie. Son sein est placé sur une plaque spéciale qui peut être comprimée pour obtenir une meilleure visualisation des tissus.
- **Compression** : Une fois positionné, le technicien de radiologie comprime le sein avec une seconde plaque, exerçant une pression pendant quelques secondes. La compression peut être légèrement inconfortable, mais elle permet d'étaler le tissu mammaire pour obtenir des images plus claires et réduire la dose de rayonnement nécessaire.
- **Acquisition des images** : Un tube émetteur de rayons X est positionné de manière à émettre un faisceau de rayons X à travers le sein. De l'autre côté du sein, un détecteur spécialisé capte les rayons X qui le traversent. Le tube et le détecteur se déplacent autour du sein pour obtenir des images à partir de différentes perspectives.
- **Traitement des images** : Les images obtenues sont ensuite traitées par un ordinateur qui les convertit en images numériques. Les radiologues peuvent les visualiser sur un écran et les analyser pour détecter d'éventuelles anomalies.

La mammographie utilise une faible dose de rayonnement pour produire des images. Les appareils modernes sont conçus pour minimiser autant que possible l'exposition aux rayonnements, tout en obtenant des images de qualité diagnostique.

Il est important de noter que la mammographie peut détecter des lésions et des anomalies dans les tissus mammaires, y compris les masses, les microcalcifications et d'autres signes de cancer du sein. Cependant, toutes les anomalies détectées à la mammographie ne sont pas nécessairement cancéreuses, et des tests supplémentaires peuvent être nécessaires pour confirmer un diagnostic. [39]

4.2. Caractéristiques et qualités de mammographie:

La mammographie présente plusieurs caractéristiques et qualités importantes, notamment :

- **Sensibilité à la détection du cancer du sein :** La mammographie est une méthode de dépistage du cancer du sein qui permet de détecter de petites lésions ou anomalies dans les tissus mammaires. Elle est capable de détecter certaines formes de cancer du sein à un stade précoce, ce qui augmente les chances de succès du traitement.
- **Visualisation des tissus mammaires :** La mammographie offre une visualisation détaillée des tissus mammaires, ce qui permet aux radiologues de détecter les calcifications, les masses, les kystes et autres anomalies potentielles. Cela permet une évaluation précise de l'état des tissus mammaires.
- **Capacité à distinguer entre les tissus sains et anormaux :** La mammographie permet de distinguer les tissus mammaires normaux des tissus présentant des anomalies. Cela est particulièrement utile pour identifier les zones suspectes qui nécessitent des examens complémentaires.
- **Guidage des procédures de biopsie :** La mammographie peut être utilisée pour guider les procédures de biopsie mammaire, permettant aux radiologues de cibler avec précision la zone à prélever pour des tests ultérieurs.
- **Disponibilité et accessibilité :** La mammographie est une technique couramment utilisée et disponible dans de nombreux établissements de santé. Elle est devenue une méthode de dépistage standard pour le cancer du sein dans de nombreux pays, ce qui en fait une option accessible pour les femmes.

- **Temps d'examen relativement court :** La mammographie est un examen relativement rapide qui peut être réalisé en quelques minutes. Cela permet une prise en charge efficace des patients et réduit le temps d'attente pour les résultats.

Il est important de noter que la mammographie présente également certaines limites. Elle peut parfois donner des résultats faussement positifs ou faussement négatifs, ce qui nécessite des évaluations supplémentaires pour confirmer les résultats. De plus, la mammographie peut être inconfortable en raison de la compression du sein, mais cette compression est essentielle pour obtenir des images de haute qualité. [39]

4.3. Causes d'utilisation de mammographie:

La mammographie est principalement utilisée pour le dépistage, le diagnostic et le suivi des affections liées au sein, en particulier le cancer du sein. Voici quelques causes courantes d'utilisation de la mammographie :

- **Dépistage du cancer du sein :** La mammographie est recommandée comme outil de dépistage du cancer du sein chez les femmes, en particulier à partir de l'âge de 40 ans. Elle permet de détecter les anomalies précoces dans les tissus mammaires, même avant l'apparition des symptômes, ce qui augmente les chances de dépistage précoce et de traitement réussi.
- **Diagnostic des anomalies mammaires :** Lorsqu'une femme présente des symptômes tels que des masses, des douleurs, des changements de forme ou de texture des seins, la mammographie peut être utilisée pour évaluer ces anomalies et déterminer si elles sont bénignes ou potentiellement malignes. Elle permet de différencier les tissus normaux des tissus anormaux et peut aider à confirmer un diagnostic de cancer du sein.
- **Suivi après un diagnostic de cancer du sein :** Une fois qu'un cancer du sein a été diagnostiqué, la mammographie est souvent utilisée pour surveiller l'évolution de la maladie, évaluer l'efficacité du traitement et détecter d'éventuelles récurrences ou métastases.
- **Évaluation des calcifications mammaires :** Les calcifications dans les seins peuvent être détectées par la mammographie et sont souvent évaluées pour déterminer si elles sont bénignes ou potentiellement liées à un cancer. Cela peut aider à guider les décisions de traitement et les procédures de biopsie.

- **Préparation chirurgicale** : Avant une intervention chirurgicale mammaire, la mammographie peut être utilisée pour évaluer la taille, l'emplacement et l'extension d'une tumeur, ainsi que pour repérer d'autres anomalies ou structures anatomiques importantes.
- **Surveillance des femmes à haut risque** : Les femmes présentant un risque élevé de développer un cancer du sein en raison d'antécédents familiaux ou de facteurs de risque spécifiques peuvent bénéficier de mammographies régulières pour détecter tout signe précoce de la maladie.

Il est important de noter que la décision d'utiliser la mammographie dépendra de la situation clinique individuelle et des recommandations médicales appropriées. [39]

4.4. Avantages de mammographie :

- **Dépistage précoce** : La mammographie permet de détecter les anomalies du sein, y compris les petites tumeurs, avant qu'elles ne soient palpables.
- **Détection de tumeurs non palpables** : La mammographie est utile pour détecter les tumeurs qui ne peuvent pas être détectées par l'examen physique.
- **Évaluation des masses ou des anomalies** : Une mammographie diagnostique peut évaluer en détail une anomalie détectée lors d'un examen physique ou d'une mammographie de dépistage.
- **Suivi après le traitement** : La mammographie est utilisée pour surveiller la récurrence ou la progression du cancer du sein et détecter d'autres anomalies.
- **Guidage pour les procédures** : La mammographie peut guider les procédures invasives, telles que la biopsie du sein ou la localisation précise des lésions pour une intervention chirurgicale.
- **Limites et risques** : La mammographie peut produire des résultats faux positifs ou faux négatifs, nécessitant parfois des examens supplémentaires ou une évaluation clinique approfondie. Les avantages doivent être évalués en fonction des risques individuels et des recommandations médicales. [39]

Il existe également d'autres appareils de diagnostic qui utilisent les rayons X, notamment :

L'ostéodensitométrie, La fluoroscopie, La radiothérapie

CHAPITRE 03 :

MESURER LES DOSES DE RAYONNEMENT APPLIQUÉES AUX PATIENTS DANS LES PRATIQUES RADIODIAGNOSTIQUES AU NIVEAU DE EPH EL-OUED

Section 01: Aperçu général sur l'Etablissement Public Hospitalier Ben Amor El-Djilani d'El oued

1. *Identification de l'établissement.*
2. *Missions et objectifs de L'EPH d'El-Oued.*
3. *Organigramme de l'Etablissement Public Hospitalier d'El-Oued*

Section 02 : Méthodologie et résultat de l'étude portant sur le mesure des doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques radiodiagnostiques dans l'EPH Ben Amor El-Djilani d'El oued

1. *Méthodologie de l'étude :*
 - *Délimitation du champ d'étude .*
 - *Champ spatial et temporel d'étude .*
2. *Résultats et discussion :*
 - *Les appareils reposant sur des rayons X pour le diagnostic et situés dans l'EPH*
 - *Méthode de détermination des doses de rayonnement dans la radiographie*
 - *Déterminer les risques des rayonnements et les méthodes de prévention pour les radiologues.*

Section 01 :Aperçu général sur l'Établissement Public Hospitalier Ben Amor El-Djilani d'Eloued

1. Identification de l'établissement :

présentation de l'EPH d'El oued :

L'Hôpital Martyr Ben Omar al-Jilani a été créé en vertu de l'ancienne division administrative du système de santé algérien en vertu du décret exécutif no 466/97 de 1997/12/02, qui définit les règles pour la création et le fonctionnement des secteurs de la santé, qui sont définies comme une institution administrative avec une indépendance financière

La nouvelle désignation de l'hôpital en tant qu'établissement hospitalier public de la vallée a été donnée conformément au décret exécutif n° 140/07 du 19 mai 2007, qui comprend l'établissement d'établissements hospitaliers publics et d'établissements publics de santé de quartier ainsi que leur organisation et leur fonctionnement, tels que modifiés et achevés.

Il a été classé parmi les établissements hospitaliers les plus importants au niveau national classés comme (a) conformément à la décision ministérielle conjointe du 15 janvier 2012 établissant des critères de classification des établissements hospitaliers publics



FigureIII.1 :Une photo récente de l'entrée de l'hôpital Ben Amor El-Djilani d'El oued

L'hôpital est une institution importante qui offre une combinaison de services thérapeutiques, préventifs, éducatifs, de formation et de recherche, contribuant ainsi à élever le niveau de santé du pays grâce au maintien des ressources humaines.

Cette structure sanitaire est achevée depuis 1984 et a été introduite en 1985 avec une superficie totale estimée à 28000 m², étant donné qu'elle est limitée par la route nationale 16 ouest à distance de 1630 Km de la capitale Alger.



Figure III.2 : Situation géographique de l'hôpital Ben Amor El-Djilani d'El oued

Les Infrastructures (2023)

Le EPH d' EL Oued se compose de 3 infrastructures réparties comme suite :

Tableau III.1 : les infrastructures de Le EPH d' EL Oued

Infrastructure	Composition	Lieu d'implantation
01 Hôpital BEN AMOR DJILANI	139 Lits Organisés	Cite chatteeloued
02 Unité de dialyse avec service Néphrologie	16 Générateurs + 10 Lits	Centre-ville ancienne structure EHS a 6 Km
03 Unité des Urgences Médicales Chirurgicale	35 Lits Organisés	Cite 8 mai el oued a 2 Km

Les services de l'EPH Ben Amor El-Djilani d'El oued (2023)

L'EPH d'El oued dispose de 16 services d'hospitalisation, un service des urgences médicochirurgicales avec un plateau technique (Tableau III.1).

Tableau III.2 : Les services disponibles dans l'EPH d'El-Oued et leurs capacités (EPH d'El-Oued, 2023)

Services	Capacité (lit)	Services	Capacité (lit)
Médecine homme	18	Les laboratoires	///
Médecine femme	18	Psychiatrie	10
Chirurgie homme	18	Médecine légale	///
Chirurgie femme	18	Imagerie médicale	///
Chirurgie orthopédique	32	Les maladies infectieuses	27
Réanimation	7	Bloc opératoire	15 salle
Ophthalmologie	12	Hémodialyse	10
ORL	08	Centre de transfusion sanguin	///

Cet établissement est doté des services externes qui sont les urgences médicochirurgicales et l'hémodialyse (EPH d'El-Oued, 2023).

Effectif de l'EPH d'El-Oued pendant 2023

Le personnel employé de l'EPH d'El Oued est représenté dans le tableau ci-dessous

Tableau III.3 : Effectif de l'EPH d'El-Oued

Spécialités	Effectifs	Spécialités	Effectifs
Médecins spécialistes	51	Biologistes	20
Médecins généralistes	54	Personnels administratifs	77
Pharmaciens	04	Personnels contractuels	75
Psychologues	04	Personnels professionnels	24
Personnel paramédical	391	Effectif total	700

2. Missions et objectifs de L'EPH d'El-Oued (HANANA . H et SOLTANI .R, 2018):

L'établissement prend en charge toutes les activités qui concernent les domaines de sa spécialité, nous résumons en quelques points :

- D'assurer les activités de diagnostic, de soins, d'hospitalisation et des urgences médicochirurgicales, de prévention ainsi que de toute activité concourant à la protection et à la promotion de la santé de la population ;
- D'appliquer les programmes nationaux, régionaux et locaux de la santé ;
- Outre les tâches prévues aux alinéas ci-dessus, l'EPH assure pour la population résidant à proximité et non couvertes par les secteurs sanitaires environnants ; les missions dévolues au secteur sanitaire ;

- De contribuer à la protection et à la promotion de l'environnement dans les domaines relevant de la prévention, de l'hygiène, de la salubrité et la lutte contre les nuisances et fléaux sociaux (EPH d'El-Oued, 2019)
- l'Etablissement Public Hospitalier d'El-Oued peut servir de terrain de formation paramédicale et de gestion hospitalière sur la base de conventions signées avec l'établissement de formation.

3. Organigramme de l'Etablissement Public Hospitalier d'El-Oued:

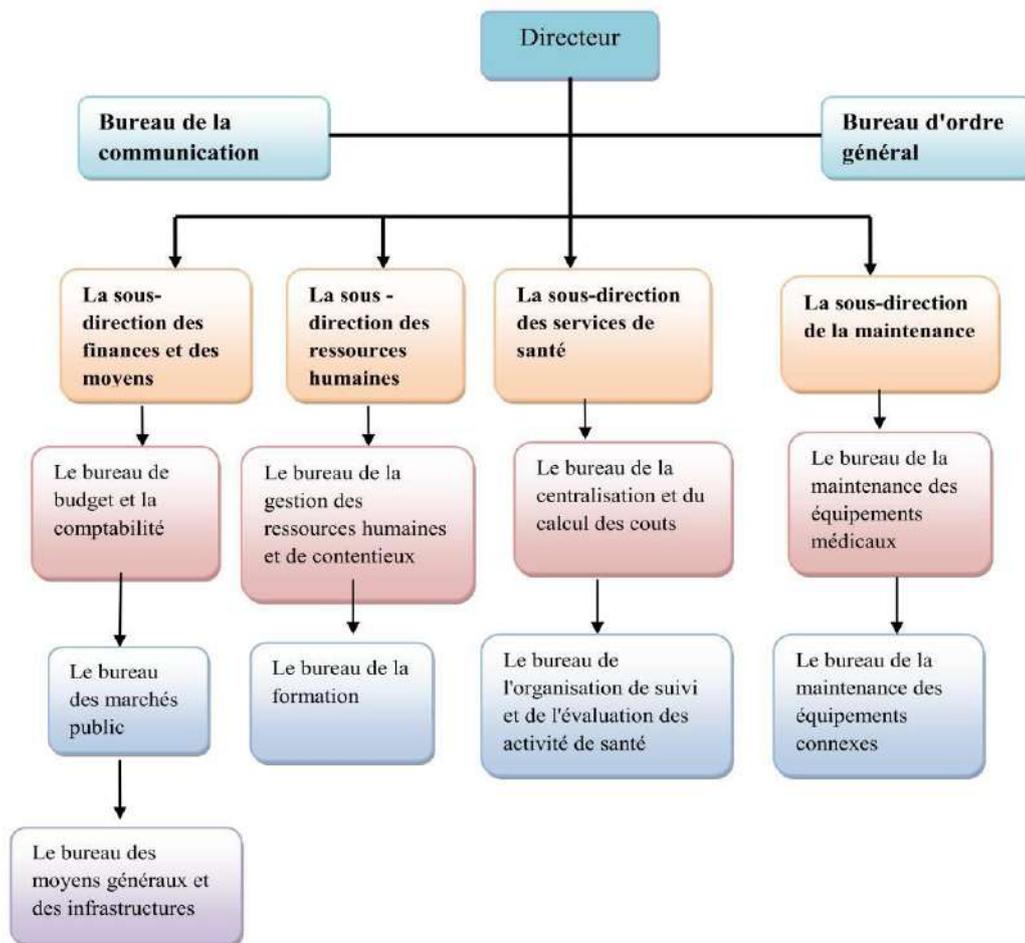


Figure III.3 : L'organigramme de l'EPH d'El-Oued [41]

Section 02 : Méthodologie et résultat de l'étude portant sur le Mesure des doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques radiodiagnostiques dans l'EPH Ben Amor El-Djilani d'El oued

1. Méthodologie de l'étude :

1.1. Délimitation du champ d'étude :

a. Mesurer les doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques radiodiagnostiques:

Dans cette partie, il s'agit du service radio, de son flux de travail et des différents diagnostics qui existent:

- Découvrir les appareils de radiodiagnostic qui dépendent des rayons X pour leur travail et déterminer les doses nécessaires au diagnostic.
- Déterminer les risques de rayonnement et comment calibrer les appareils.

b. Méthode de mesure des doses de diagnostic radiologique:

Elle consiste à déterminer les différentes doses nécessaires au radiodiagnostic, ainsi qu'à prendre en compte les dangers des rayonnements et les mesures de prévention.

1.2. Champ spatial et temporel d'étude :

a. Champ spatial :

Le choix s'est porté sur la structure sanitaire la plus importante de la wilaya d'El oued, et c'est l'hôpital Ben Amor El-Djilani.

J'ai fait l'étude au niveau du service de radiologie composé de :

- Deux salles de radiographie
- Salle des scanners
- Salle de garde
- Deux salles sanitaire
- Salle de préparation du patient avant l'entrée pour la procédure radio
- Salle Ecographie
- Bureau du médecin
- Bureau du chef de service
- Salle d'attente
- Stock

Et les travailleurs :

- *Medecin radiologue : Dr Rahmani*
- *Chef de service : Ben amara Houcin*
- *Six radiologue (Les radiologues qui nous accompagnent pendant le stage sont : Yahia Imane et KhademAllah Aicha)*
- *Un assistant médicale*
- *Une femme de ménage*

b. Champ temporel :

Mon étude sur le terrain s'est déroulée durant 3 semaines quotidiennement (de 28-02-2023 au 14-03-2023), et subdivisé en trois périodes:

- *Période du 28 Février au 02 mars : consacrée à la détection et à l'identification des appareils de diagnostic basés sur les rayons X.*
- *Période du 05 mars au 09 mars : se concentrer sur la radiographie et la façon de déterminer les doses nécessaires au diagnostic (différents groupes d'âge et tous les membres)*
- *Période du 12 mars au 14 mars :recueillir les statistiques de l'établissement et du service de radiologie, déterminer les risques de rayonnement et comment calibrer les appareils (l'étalonnage)*

2. Résultats et discussion :

2.1. Les appareils reposant sur des rayons X pour le diagnostic et situés dans l'EPH Ben Amor El-Djilani d'El oued:

2.1.2. Les appareils de radiographie :

a. Radiographie standard :

Ces images montrent l'installation totale de l'appareil de radiographie situé à l'hôpital Ben Amor El-Djilani d'El oued, qui est de type Stefanix:

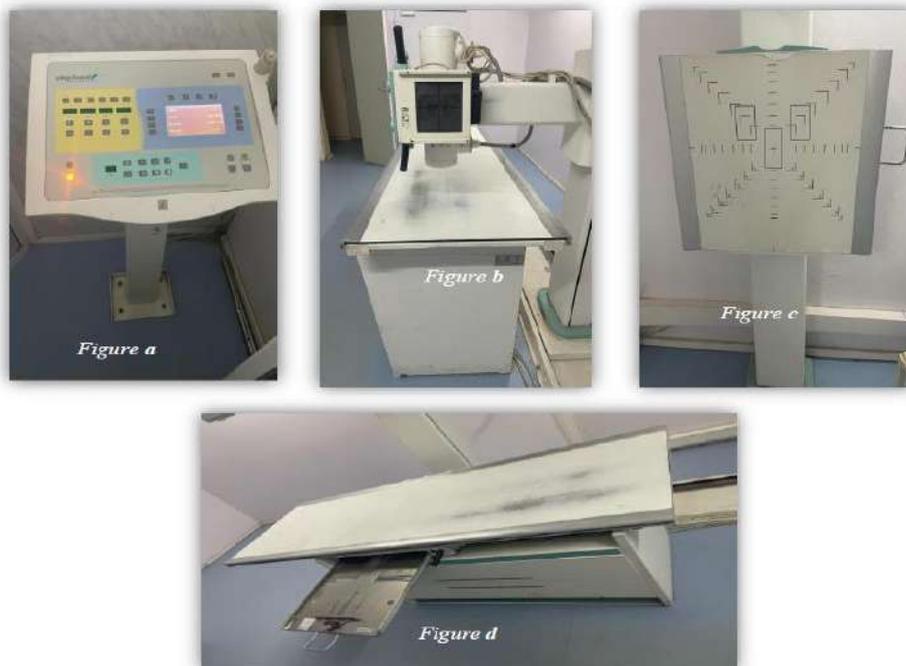


Figure III.04 : les composants de Radiographie

- *Figure (a) représente l'unité responsable du fonctionnement complet ou de l'arrêt de l'appareil, qui contrôle également l'intensité du rayonnement*
- *Figure (b) représente le tube de rayons X*
- *Figure (c) représente une partie de l'appareil de radiographie dans laquelle la poitrine est examinée, c'est-à-dire de manière verticale, le patient se tient parallèlement à la cassette de film radiographique*
- *Figure d représente une table d'examen, c'est-à-dire une table mobile sur laquelle un patient est placé pour examen*

❖ *Exemples de résultats de diagnostic*

Ci-dessous, deux images des résultats du diagnostic à l'aide de la radiographie

A droite une photo d'une radio sur la poitrine,

à gauche une radio sur le genou

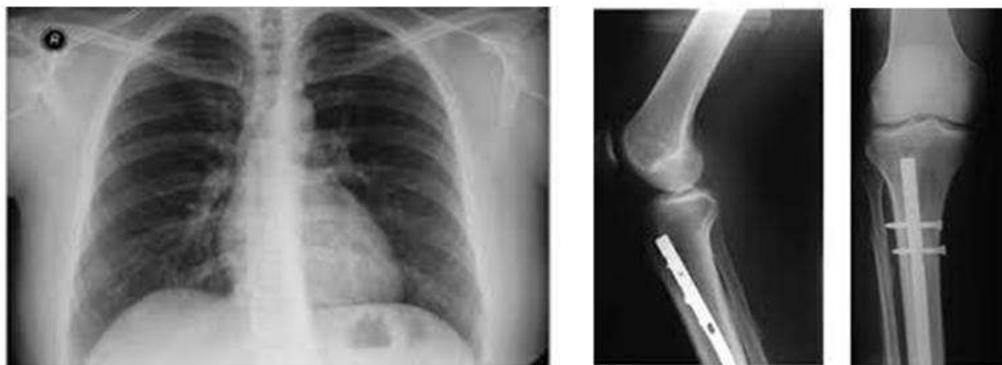


Figure III.5 :Exemples de résultats de diagnostic

b. Radiographie nouveau:

La différence entre cet appareil et l'appareil mentionné précédemment réside dans le fait que cet appareil est destiné aux personnes handicapées ou incapables de se déplacer.



Figure III.6 : les composants de Radiographie nouveau

- *Figure a* représente la table d'examen
- *Figure b* représente l'unité responsable du fonctionnement complet ou de l'arrêt de l'appareil, qui contrôle également l'intensité du rayonnement et est digitale
- *Figure c* représente l'unité responsable du contrôler le mouvement de la table d'examen

2.1.2. Scanner :

Ces images représentent les composants de scanner situé à l'hôpital Ben Amor El-Djilani d'El oued, qui est de type Optima



Figure III.7 : les composants de scanner

- *Figure a* représente
- *Figure b* représente la salle de contrôle
- *Figure c* représente l'appareil qui est utilisé pour imprimer et extraire les résultats du scanner

2.2. Méthode de détermination des doses de rayonnement dans la radiographie:

Après avoir prélevé plusieurs échantillons, on obtient le tableau suivant :

Tableau III.4: Concentration des éléments chimiques

Examen	les membres et la description		Les constantes			La distance cm	Les doses (Sv)
			KV	mA	ms		
TLT (Thorax-Lungs- Trachea)	Adulte	Maigre	65-67	125	32	120-150	31,2-32,16
		Normale	70-75	160	40	120-150	53,76-57,6
		Obese	75-80	160	50	120-150	72-76,8
	Enfant		60-65	125	25	120-150	22,5-24,375
(ASP) Abdomen sans préparation	Adulte	M	75-80	160	40	120-150	24-25,6
		N	80-85	160	50	120-150	32-34
		O	85-90	160	63	120-150	42,84-45,36
	Enfant		65	125	32	120-150	13
Colon vertébrale	Cervical		72-75	160	32	120-150	14,74-15,36
	Dorsal		75-80	200	63	120-150	113,4-120,9
	Lombaire		80-85	200	63	120-150	120,9-128,5
	Sacrée		80-85	200	63	120-150	80,64-85,68
Membre Supérieur	Épaule		70-75	160	40	120-150	22,4-24
	Bras		70-75	160	40	120-150	4,48-4,8
	Coude		53-55	120	20	120-150	7,632-7,92
	Avant bras		53-55	120	20	120-150	6,36-6,6
	Poignet+mains		53-55	120	20	120-150	1,272-1,32
Membre Inférieur	Bassin+hanche		80-85	200	63	120-150	10,08-10,71
	Fémur		80-85	200	63	120-150	10,08-10,71
	Genou		60-65	160	40	120-150	3,84-4,16
	Jambe		60-65	125	25	120-150	9,375-10,15
	Cheville+pied		55-60	125	25	120-150	8,59-9,37
Graine	Graine		75-80	160	50	120-150	12-12,8
OPN os propres du nez			35-53	125	25	120-150	1,09-1,65

La première colonne représente le type d'examen

Et la deuxième colonne représente le membre diagnostique

Et la troisième colonne représente les constantes divisées en trois : quantité(mA) , qualité(KV) et temps de diagnostic(ms)

La quatrième colonne représente la distance entre la source de rayonnement et l'organe diagnostiqué en (cm)

La dernière colonne représente la valeur de la dose) Sv)

2.3. Les risques des rayons X pour les radiologues et les méthodes de prévention

1.1. Il existe un ensemble de mesures de sécurité suivies par le technicien pour se protéger contre les rayonnements sont les suivantes :

2.3.1. Quitter l'endroit pour prendre les radiographies :

Après avoir réglé les réglages de l'appareil à rayonnement, le technicien doit rester loin de l'endroit où les images sont prises, éviter l'exposition à des rayonnements nocifs, cette étape est très nécessaire, car il traite des dizaines de rayonnements sur une base quotidienne, Cette étape limite donc l'exposition au rayonnement qui peut augmenter au fil du temps et entraîner un problème de santé.

2.3.2. Porter l'équipement approprié :

Le technicien en radiation doit être prêt à effectuer des images et des clips de radiation en portant de l'équipement de protection, comme des masques, des tabliers en plomb, des gants en plomb et des lunettes de protection, et les murs de la salle de radio sont en plomb. Porter des appareils qui calculent la quantité de rayonnement, puis calculer la quantité de rayonnement chaque mois ou 3 mois et les comparer pour s'assurer que le taux d'exposition est au minimum et dans les limites acceptables

Conclusion générale

A la fin de ce travail, nous aurons su dans le premier axe : comment les rayons X sont produits, les types de doses de rayonnement, et dans le deuxième axe nous avons appris le plus dispositifs de diagnostic importants qui dépendent des rayons X pour leur travail, tels que La radiographie ,Le scanner (tomodensitomètre) L'angiographie ,La mammographie ...

Et dans le troisième axe, nous avons eu une expérience de terrain dans le traitement des appareils de diagnostic, nous apprenant à déterminer la dose nécessaire au diagnostic en fonction du type d'examen, et nous avons également mesuré la dose de rayonnement pour plusieurs cas lors du diagnostic.

Dans ce travail, nous avons atteint l'objectif que nous nous étions fixé au cours de cette étude " Mesurer les doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques radiodiagnostiques"

Nous avons aussi eu une expérience de terrain où nous avons noué des relations avec les intervenants de l'hôpital Ben Amor El-Djilani d'El oued dans le service de radiologie.

Nous aspirons à l'avenir à étudier comment étalonner les appareils de diagnostic et comparer les doses utilisées dans le diagnostic avec les normes approuvées.

Les références

- [1] Patient radiation doses in diagnostic radiology: a review" par J.G. Brown et al.(European Journal of Radiology, 2010)
- [2] l'Organisation mondiale de la santé (OMS)
- [3] Commission internationale de protection radiologique (CIPR)
- [4] l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en France
- [5] Groupe de Travail « Dosimétrie des explorations diagnostiques en Radiologie »DOSIMETRIE DES EXPLORATIONS DIAGNOSTIQUES EN RADIOLOGIE. FRANÇ..
- [6] Sébastien Lichtherte. Connaissance des doses délivrées aux patients en radiodiagnostic
- [7] M. RAOELINA ANDRIAMBOLOLONA .Dosimétrie des patients en tomodensitométrie par ladétermination des doses aux organes. diplôme de DOCTORAT EN PHYSIQUE. Directeur de thèse : M. RANDRIANARIVONY Edmond. UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO DOMAINE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES.2016
- [8] La métrologie des niveaux de doses dans les pratiques radiodiagnostiques Publié sur le site <http://www.bivi.metrologie.afnor.org/03/05/2023>
- [9] Julien Darréon. Réalisation d'un mannequin anthropomorphe pourvu de détecteurs afin d'évaluer la dose efficace aux postes de travail soumis à des champs photoniques : étude expérimentale. THÈSE DE DOCTORAT. Ecole Doctorale « Sciences et Technologies de l'Information des Télécommunications et des Systèmes ». UNIVERSITE PARIS-SUD 11. PARIS.2009.page 9-12.
- [10] <https://www.phys4med.be/le-tube-a-rayons-x/paramtube> 27/05/2023
- [11] <https://nte.mines-albi.fr/SciMat/fr/co/SM5.html> 22/05/2023
- [12] <https://www.lemanip.com/2021/10/tube-rayons-x.html> 20/05/2023
- [13] https://cours.etsmtl.ca/gts503/Cours/Notesdecours/GTS503_C3-Imagerie%20-%20NotesDeCours.pdf 22/05/2023
- [14] Camille ADRIEN. Développement d'un outil d'optimisation de la dose aux organes en fonction de la qualité image pour l'imagerie scanographique . THÈSE DE DOCTORAT. Marie-Claude Bordage. Université Paris-Sud. Paris. 2015.
- [15] Fiche3_Facteurs_de_ponderation.pdf
- [16] <https://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/ressource/imagerie-medicale-radiographie-principe.xml> 30/05/2023

- [17] Bushberg, J.T., Seibert, J.A., Leidholdt, E.M., Jr., & Boone, J.M. (2011). *The Essential Physics of Medical Imaging* (3rd ed.). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- [18] Huda, W., & Slone, R.M. (2018). *Review of Radiologic Physics* (4th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer
- [19] Webb, S. (2005). *The Physics of Medical Imaging* (2nd ed.). Bristol, UK: Institute of Physics Publishing.
- [20] Fauber, T.L. (2014). *Radiographic Imaging and Exposure* (4th ed.). St. Louis, MO: Elsevier Mosby.
- [21] Adam, A., Dixon, A.K., Gillard, J.H., & Schaefer-Prokop, C.M. (Eds.). (2015). *Grainger & Allison's Diagnostic Radiology: A Textbook of Medical Imaging* (6th ed.). Philadelphia, PA: Elsevier.
- [22] Mettler Jr, F.A., & Guiberteau, M.J. (Eds.). (2018). *Essentials of Radiology* (4th ed.). Philadelphia, PA: Elsevier.
- [23] Brant, W.E., & Helms, C.A. (Eds.). (2017). *Fundamentals of Diagnostic Radiology* (5th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- [24] Sackett, J.F., & Bagheri, S.C. (Eds.). (2012). *Principles and Practice of Cone Beam Computed Tomography* (2nd ed.). St. Louis, MO: Elsevier
- [25] Article de la Radiological Society of North America (RSNA)
<https://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=bodyct> 06/06/2023
- [26] Article du National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (NIBIB)
<https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/computed-tomography-ct> 06/06/2023
- [27] Webb, W.R., Brant, W.E., & Major, N.M. (Eds.). (2015). *Fundamentals of Body CT* (4th ed.). Philadelphia, PA: Elsevier
- [28] McCollough, C.H., & Leng, S. (Eds.). (2015). *Computed Tomography: Principles, Design, Artifacts, and Recent Advances* (2nd ed.). Bellingham, WA: SPIE Press. Applications des RX en médecine Chapitre 02 :
- [29] Hsieh, J. (2009). *Computed Tomography: Principles, Design, Artifacts, and Recent Advances* (2nd ed.). Bellingham, WA: SPIE Press.
- [30] Siegelman, S.S., & Kawashima, A. (2015). *Brant and Helms's Fundamentals of Diagnostic Radiology* (5th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- [31] Saida MECHI , Dosimétrie en Tomodensitométrie et contrôle qualité de son fonctionnement ,Mémoire pour l'obtention du diplôme de master professionnel en génie biomédical, Institut Supérieur des . Technologies Médicales (2011)

- [32] American Heart Association: Angiography (Angiogram) <https://www.heart.org/en/health-topics/heart-attack/diagnosing-a-heart-attack/angiography-angiogram> 06/06/2023
- [33] *RadiologyInfo: Angiography (Arteriography)*
<https://www.radiologyinfo.org/en/info.cfm?pg=angio> 06/06/2023
- [34] Rösch, J., Keller, F.S., Kaufman, J.A., & Malagari, K. (Eds.). (2014). *Interventional Oncology . Principles and Practice*. Berlin, Germany: Springer.
- [35] Sabiston, D.C., Townsend, C.M., Beauchamp, R.D., & Evers, B.M. (Eds.). (2017). *Sabiston Textbook of Surgery: The Biological Basis of Modern Surgical Practice (20th ed.)*. Philadelphia, PA: Elsevier.
- [36] Krings T, Hans FJ, et Valavanis A. "Imaging in Neurovascular Disease: A Practical Guide to Angiography". Springer, 2005.
- [37] Fiche V 1 : Angiographie Centre Hospitalier
- [38] American Cancer Society. "Breast Cancer Screening Guidelines".
<https://www.cancer.org/cancer/breast-cancer/screening-tests-and-early-detection/american-cancer-society-recommendations-for-the-early-detection-of-breast-cancer.html> 06/06/2023
- [39] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> 07/06/2023
- [40] American Cancer Society. (2019) <https://www.cancer.org/cancer/breast-cancer/screening-tests-and-early-detection/mammograms/mammograms-understanding.html> 06/06/2023
- [41] NINI Belgacem . Risques et impacts des déchets médicaux sur la santé et l'environnement . Licence Professionnelle.M. MECHRI Mohammed Laid . Institut des Sciences et des Techniques Appliquées Département : Génie Appliqué . UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA .OUARGLA . 2022. page31

ملخص

قياس الجرعات الإشعاعية المطبقة على المرضى في ممارسات التشخيص بالأشعة هو مجال أساسي في الطب الحديث يهدف إلى تقييم وقياس الجرعات الإشعاعية التي يتلقاها المرضى أثناء الإجراءات الإشعاعية. في هذه المذكرة المعنونة بـ "قياس الجرعات الإشعاعية المطبقة على المرضى في ممارسات التشخيص بالأشعة"، سنستكشف هذا الموضوع من خلال التركيز على المعلومات العامة حول الأشعة السينية، بالإضافة إلى تطبيقات الأشعة السينية في الطب، مع التركيز الخاص على قياس الجرعات الإشعاعية في عيادات التشخيص الإشعاعي في الوادي.

الكلمات الدالة: قياس، أشعة سينية، جرعات إشعاعية، مرضى، ممارسات التشخيص بالأشعة، الوادي

Résumé

La radiodosimétrie appliquée aux patients dans les pratiques de radiodiagnostic est un domaine essentiel de la médecine moderne qui vise à évaluer et à quantifier les doses de rayonnement reçues par les patients lors de procédures radiologiques. Dans ce mémoire, intitulé " Mesurer les doses de rayonnement appliquées aux patients dans les pratiques radiodiagnostiques", nous explorons ce sujet en mettant l'accent sur les informations générales sur les rayons X, ainsi que sur les applications des rayons X en médecine, avec une attention particulière portée à la mesure des doses de rayonnement dans les cabinets de diagnostic radiologique à EL-OUED.

Mots-clés: Mesurer, rayons X, doses de rayonnement, patients, pratiques de radiodiagnostic, EL-OUED.

Abstract

Radiation dosimetry applied to patients in radiodiagnostic practices is an essential field in modern medicine that aims to assess and quantify the radiation doses received by patients during radiological procedures. In this thesis, titled "Measuring Radiation Doses Applied to Patients in Radiodiagnostic Practices," we explore this subject by focusing on general information about X-rays, as well as the applications of X-rays in medicine, with particular attention given to measuring radiation doses in radiodiagnostic clinics in EL-OUED.

Keywords: Measure, X-rays, radiation doses, patients, radiodiagnostic practices, EL-OUED.